

Τ. Ε. Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΠΣΕ ΕΝ.ΠΕ.Τ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**Τεχνικοοικονομική μελέτη Α/Π στη θέση
«Βάρδιες» Ακρωτηρίου Σούδας**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΚΑΣΑΠΑΚΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2003

Εισαγωγή.....	4
Μέρος 1 ^ο Θεωρητικό μέρος	5
Κεφάλαιο 1 ^ο	6
Η αιολική ενέργεια.....	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Χαρακτηριστικά του ανέμου	11
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου	12
Κεφάλαιο 2 ^ο	17
Το αιολικό δυναμικό.....	17
2.1 Εισαγωγή	17
2.2 Οι μετρήσεις.....	17
2.3 Η τεχνική προσδιορισμού του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής	19
2.4 Η ψηφιοποίηση του χάρτη	25
2.5 Το λογισμικό WaSP	25
Κεφάλαιο 3 ^ο	27
Τύρβη και διάτμηση.....	27
3.1 Εισαγωγή	27
3.2 Μέθοδος υπολογισμού τύρβης.....	27
3.4 Το λογισμικό WaSP Engineering	28
Κεφάλαιο 4 ^ο	29
Οι ανεμογεννήτριες.....	29
4.1 Εισαγωγή	29
4.2 Τύποι ανεμογεννητριών	29
4.3 Επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών	31
Κεφάλαιο 5 ^ο	35
Ο θόρυβος	35
5.1 Εισαγωγή	35
5.2 Το λογισμικό mprw	36
Μέρος 2 ^ο Οικονομοτεχνική Μελέτη	37
Κεφάλαιο 1 ^ο	38
Το ακρωτήριο της Σούδας	38
1.1 Εισαγωγή	38
1.2 Γενική περιγραφή της περιοχής	38
1.3 Χλωρίδα - Πανίδα.....	39
1.4 Πολιτιστική Κληρονομία	45
1.5 Το ενεργειακό πρόβλημα στην Κρήτη.....	46
1.6 Μελέτη αιολικού δυναμικού για το ακρωτήρι.....	47
1.7 Μελέτη θορύβου για το Ακρωτήρι	53
1.8 Μελέτη τύρβης και διάτμησης για το Ακρωτήρι.....	54
Κεφάλαιο 2 ^ο	55
Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων	55
2.1 Εισαγωγή	55
2.2 Μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων	57
2.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	58
2.4 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	71
2.5 Διασύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.....	71
Κεφάλαιο 3 ^ο	73
Οικονομική Μελέτη.....	73
3.1 Εισαγωγή	73
3.2 Ορισμοί.....	73

3.3 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης.....	75
Συμπεράσματα.....	79
Βιβλιογραφία.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.....	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.....	86
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6.....	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7.....	88
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9.....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10.....	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11.....	120
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 12.....	121

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η τεχνικοοικονομική ανάλυση ενός Αιολικού Πάρκου . Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη . Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται στοιχεία για τον άνεμο , το αιολικό δυναμικό την τύρβη και την διάτμηση για τις ανεμογεννήτριες καθώς και για τον θόρυβο που προκαλούν .Στο δεύτερο μέρος , το οποίο είναι και το κύριο της μελέτης , παρουσιάζεται η τεχνικοοικονομική ανάλυση του πάρκου που απαρτίζεται από την περιγραφή της περιοχής , την παρουσίαση όλων των απαραίτητων στοιχείων του πάρκου , την μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς και από την οικονομική μελέτη του πάρκου .

Για την πραγματοποίηση της πτυχιακής χρειάστηκαν γνώσεις από μαθήματα που είχαν διδαχθεί καθώς και η πολύτιμη βοήθεια από τον υπεύθυνο καθηγητή της πτυχιακής Κώστα Τσαμπάζη τον οποίο ευχαριστώ . Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές που πρόθυμα με βοήθησαν και μου διέθεσαν τον πολύτιμο χρόνο τους. Ιδιαίτερη βοήθεια και υποστήριξη έλαβα από τον κύριο Δημήτρη Χρηστάκη ο οποίος ήταν και ο καθηγητής που με έκανε να ασχοληθώ με τα αιολικά συστήματα. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πρόεδρο της σχολής Π.Σ.Ε. Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Τεχνολογία κύριο Αντρέα Βλησίδα για τις χρήσιμες συμβουλές του καθώς και τους καθηγητές και τους σπουδαστές στο Αιολικό Εργαστήριο για την βοήθεια τους.

Μέρος 1^ο Θεωρητικό μέρος

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά στοιχεία για την αιολική ενέργεια , τα χαρακτηριστικά του ανέμου καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπάρχει η παρουσίαση του τρόπου υπολογισμού του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής από την συλλογή των ανεμολογικών μετρήσεων στην ψηφιοποίηση του χάρτη και τέλος στο λογισμικό WAsP.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται λίγα εισαγωγικά για την τύρβη και την διάτμηση καθώς και για τον υπολογισμό τους που γίνεται με το λογισμικό WAsP Engineering .

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στις ανεμογεννήτριες και αναφέρονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της θέσης εγκατάστασης μιας Α/Γ.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρόβλημα του παραγόμενου θορύβου από τις Α/Γ , τρόποι μείωσης του καθώς και ο τρόπος υπολογισμού του θορύβου με χρήση του λογισμικού npw .

Κεφάλαιο 1^ο

Η αιολική ενέργεια

1.1 Εισαγωγή

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη και ήπια προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας, η οποία προέρχεται από τη μετατροπή μικρού ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η χρήση της αιολικής ενέργειας στις μεταφορές και στην παραγωγική διαδικασία ανάγεται στα πρώιμα ιστορικά χρόνια, όπου υπάρχει και η αναφορά της Ελληνικής μυθολογίας στο θεό Αίοιο.

Στη χώρα μας, όπως και σε ολόκληρο το κόσμο, το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας διατηρήθηκε και στα μεταβυζαντινά χρόνια, αν και η χρήση του άνθρακα και του πετρελαίου περιόρισαν σημαντικά τις εφαρμογές της. Σήμερα τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους της Μυκόνου και του Λασιθίου αντικαθιστούν σύγχρονες ανεμογεννήτριες σημαντικής ισχύος και εξαιρετικής αξιοπιστίας.

Τα μειονεκτήματα που προκύπτουν κατά την προσπάθεια αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας εξακολουθούν να είναι σημαντικά, όμως η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ενεργειακή και περιβαλλοντική κατάσταση του πλανήτη μας, προσέδωσε μεγαλύτερο βάρος στα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα των αιολικών μηχανών. Ειδικότερα στη χώρα μας η ύπαρξη εξαιρετικού αιολικού δυναμικού και η εξάρτηση της οικονομίας μας από εισαγόμενα καύσιμα, καθιστά μονόδρομο την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

Βέβαια ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα σημαντικό ποσοστό του αιολικού δυναμικού δεν είναι δυνατό να απορροφηθεί από τις διαθέσιμες ανεμογεννήτριες. Όμως ο σημαντικός αριθμός των εφαρμογών των αιολικών μηχανών κάθε μεγέθους και οι δυνατότητες μερικής ή ολικής αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, ενισχύουν την ανταγωνιστική θέση των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας.

Η ανταγωνιστική αυτή θέση ενισχύεται και από τα στοιχεία κόστους παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες πηγές, δεδομένου ότι ήδη η αιολική ενέργεια είναι ανταγωνιστική ως προς κάθε άλλη μορφή ενέργειας, ενώ σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις το κόστος της αιολικής kWh υπολείπεται σημαντικά του κόστους των συμβατικών καυσίμων. Η παρατήρηση αυτή είναι προφανέστερη για τη χώρα μας, όπου η συνεχής αύξηση του κόστους λειτουργίας των συμβατικών σταθμών ενέργειας, καθιστά επιβεβλημένη στο άμεσο μέλλον τη δημιουργία αιολικών πάρκων κάθε μεγέθους.

Ο Άνεμος

Η κινητική ενέργεια του ανέμου αποτελεί μια ενδιαφέρουσα πηγή ενέργειας, η οποία ονομάζεται "αιολική ενέργεια". Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) , δεδομένου ότι αφ' ενός δε ρυπαίνει το περιβάλλον (ήπια ως προς το περιβάλλον) και αφ' ετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη (ανανεώνεται συνεχώς).

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από μετατροπή ενός μικρού ποσοστού (περίπου 0.2%) της ηλιακής ενέργειας, που φθάνει στο έδαφος του πλανήτη μας, σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η ισχύς του ανέμου σε ολόκληρο τον πλανήτη μας εκτιμάται σε 3.6×10^9 MW, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, ποσοστό περίπου 1% της αιολικής ενέργειας, που ανέρχεται σε 175×10^{12} KWh είναι διαθέσιμο για ενεργειακή αξιοποίηση σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας από πλευράς αιολικού δυναμικού είναι οι χώρες της πολικής και εύκρατης ζώνης, ιδιαίτερα κοντά στις ακτές. Βέβαια η αξιοποίηση της δωρεάν ενέργειας που προσφέρει η φύση στον άνθρωπο, προϋποθέτει την ύπαρξη των

κατάλληλων μηχανών, για τη δέσμευση της αιολικής ενέργειας και τη μετατροπή της στην επιθυμητή μορφή ενέργειας.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, ιδιαίτερα μετά τις διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις και σε συνδυασμό με τα οξυμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι άνθρωποι έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Αξίζει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό, ότι από τεχνικοοικονομικής απόψεως η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα την πλέον συμφέρουσα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεδομένου ότι ήδη το κόστος της παραγόμενης αιολικής kWh συναγωνίζεται το κόστος της συμβατικής kWh, χωρίς μάλιστα να συμπεριληφθεί το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται σοβαρές επενδύσεις στον τομέα της αιολικής ενέργειας τόσο από δημόσιους όσο και από ιδιωτικούς φορείς, κυρίως στις πιο ανεπτυγμένες χώρες του πλανήτη μας.

Βέβαια από την άλλη πλευρά αντιπαρατίθεται το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια δεν είναι ακριβώς προβλέψιμη ούτε και συνεχής, ενώ παράλληλα είναι μια μορφή ενέργειας χαμηλής πυκνότητας ("αραιή" μορφή ενέργειας), γεγονός που μας υποχρεώνει σε μεγάλες κατασκευές.

Ολοκληρώνοντας, πρέπει να επισημάνουμε ότι αρκετοί επιστήμονες (κυρίως οικονομολόγοι) έχουν υποστηρίξει ότι η κατάλληλη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μπορεί να λύσει το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που χρησιμοποιείται αρκετά συχνά είναι το γεγονός ότι οι ενεργειακές ανάγκες των Η.Π.Α. αποτελούν μόλις το ένα δέκατο του αντίστοιχου αιολικού δυναμικού της χώρας αυτής.

Οπωσδήποτε οι παραπάνω ισχυρισμοί, ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να επιλύσει τα ενεργειακά προβλήματα μιας χώρας, είναι υπερβολικοί, τουλάχιστον με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες, δεδομένου ότι ένα πολύ μικρό τμήμα του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί τελικά.

Είναι όμως τελείως ρεαλιστική η εκτίμηση ότι η σωστή αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας θα βελτιώσει το παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο, ενώ στην περίπτωση της χώρας μας θα ανακουφίσει σημαντικά το πλήρως εξαρτώμενο από εισαγόμενα καύσιμα ενεργειακό ισοζύγιο της, χωρίς ταυτόχρονα να επιβαρύνει με πρόσθετους ρύπους το ήδη βεβαρημένο περιβάλλον μας.

Τέλος, αν και είναι ευρύτερα αποδεκτό ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει μια καθαρή και οικονομικά ενδιαφέρουσα πηγή ενέργειας, ιδιαίτερα για τη χώρα μας, προτού διατυπωθούν τελικά συμπεράσματα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα βασικά θετικά και αρνητικά στοιχεία, που συνοδεύουν την εγκατάσταση ανεμογεννητριών και την αξιοποίηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μιας περιοχής. [1]

1.1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας

Μειονεκτήματα Αξιοποίησης της Αιολικής Ενέργειας

Όπως προαναφέρθηκε η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν από τον άνθρωπο, τόσο στη ναυτιλία όσο και στην άρδευση και τη γεωργία. Όμως αντικαταστάθηκε από άλλες πηγές ενέργειας για ολόκληρο σχεδόν τον εικοστό αιώνα, λόγω των σημαντικών μειονεκτημάτων που παρουσίαζε σε σύγκριση με τις υπόλοιπες "πυκνότερες" μορφές ενέργειας. Βέβαια σήμερα οι χρησιμοποιούμενες μηχανές δεν έχουν καμιά σχέση τόσο από αεροδυναμικής σκοπιάς όσο και από κατασκευαστικής αντοχής και ποιότητας με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους, εμφανίζουν δε αξιοσημείωτη συγκέντρωση ισχύος. Παρόλα αυτά είναι χρήσιμο να εξετάσουμε τα κυριότερα μειονεκτήματα που αποδίδονται στην αιολική ενέργεια, ώστε να αποκτήσουμε μια πλέον ολοκληρωμένη εικόνα.

- i. Η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου (Watt/m^2) κατατάσσει την

αιολική ενέργεια στις "αραιές" μορφές ενέργειας. Τυπικές τιμές ροής της αξιοποιούμενης αιολικής ισχύος κυμαίνονται μεταξύ 200 W/m^2 και 400 W/m^2 . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών είτε τη χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων, για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας ενέργειας. Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες αύξησης της συγκέντρωσης ισχύος των αιολικών μηχανών, οι οποίες σε επιλεγμένες περιπτώσεις πλησιάζουν ή και υπερβαίνουν τα 500 W/m^2 .

ii. Η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της ταχύτητας και της διεύθυνσης των ανέμων δεν μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε την απαραίτητη αιολική ενέργεια τη στιγμή που τη χρειαζόμαστε. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις αιολικές μηχανές κυρίως σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας σε συνδυασμό πάντοτε με κάποια άλλη πηγή ενέργειας (π.χ. σύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο, παράλληλη λειτουργία με μονάδες Diesel κ.λπ.).

iii. Σε περιπτώσεις διασύνδεσης της αιολικής εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια δεν πληρεί πάντοτε τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου, μηχανημάτων ρύθμισης τάσεως και συχνότητας, καθώς και ελέγχου της άεργης ισχύος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας σήμερα έχει δώσει λύσεις στα περισσότερα από τα αναφερόμενα προβλήματα, ιδιαίτερα με την κατασκευή ανεμογεννητριών μεταβλητού βήματος και μεταβλητών στροφών. Παρόλα αυτά υπάρχει κάποιο αυξημένο κόστος για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών της παραγόμενης ενέργειας, το οποίο προστίθεται στο συνολικό κόστος της παραγόμενης kWh. Τέλος, ακόμα και σήμερα εξακολουθούν να μας απασχολούν οι διαδικασίες ζεύξης-απόζευξης αιολικών μηχανών στο ηλεκτρικό δίκτυο, λόγω των μεταβατικών φαινομένων που αυτές προκαλούν. Λόγω των τελευταίων προβλημάτων απαγορεύεται η διασύνδεση, πέραν ενός ορίου παραγόμενης ισχύος, αιολικών μηχανών σε μικρά τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα, τα οποία όμως αποτελούν και την πλειοψηφία των δικτύων του ελληνικού Αρχιπελάγους.

iv. Αντίστοιχα, σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε μια προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αυξημένο αρχικό κόστος (λόγω της προσθήκης του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας) και βέβαια επιπλέον απώλειες ενέργειας κατά τις φάσεις μετατροπής και αποθήκευσης, καθώς και αυξημένες υποχρεώσεις συντήρησης και εξασφάλισης της ομαλής λειτουργίας.

v. Ένα ακόμα μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι η περιορισμένη δυνατότητα αξιοποίησης του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού. Στην πραγματικότητα αξιοποιούμε μερικώς μόνο την κινητική ενέργεια, η οποία αντιστοιχεί σε ένα περιορισμένο φάσμα ταχύτητας του ανέμου.

vi. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψιν ότι από το σύνολο της απορροφούμενης αιολικής ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών.

vii. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε το σχετικά υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης για την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας, ειδικά μάλιστα για μεμονωμένες περιπτώσεις αιολικών μηχανών μικρού μεγέθους. Στο σημείο αυτό πρέπει να προσθέσουμε ότι η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει τα τελευταία χρόνια συμπίεσει σημαντικά τις τιμές των ανεμογεννητριών.

Πλεονεκτήματα Αξιοποίησης της Αιολικής Ενέργειας

Αν και δεν είναι δυνατό να αγνοήσουμε τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψιν και οι

παρακάτω παράγοντες, ορισμένοι από τους οποίους ισχύουν ιδιαίτερα για τη χώρα μας, ώστε να διαμορφώσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα:

i. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι η αιολική ενέργεια δεν εξαντλείται σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα βεβαιωμένα αποθέματα του πλανήτη μας αναμένεται να εξαντληθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα.

ii. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια καθαρή μορφή ενέργειας, ήπια προς το περιβάλλον. Η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια. Τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών καθώς και της χώρας μας (π.χ. Αθήνα, Πτολεμαίδα, Μεγαλόπολη κ.λπ.) καθιστούν την αιολική ενέργεια ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος.

Επιπλέον ειδικά για τη χώρα μας ισχύουν και τα ακόλουθα στοιχεία:

iii. Η χώρα μας διαθέτει πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό (κυρίως τα νησιωτικά συμπλέγματα του Αιγαίου, η ανατολική Πελοπόννησος και η Κρήτη) και μάλιστα άριστης ποιότητας. Πράγματι στα περισσότερα νησιά του αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.

iv. Η περιορισμένη συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο, με αμελητέα μάλιστα τη συμμετοχή της αιολικής ενέργειας, καθιστά προφανείς τις σχεδόν απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας, σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης.

v. Η ισχυρή εξάρτηση της χώρας μας από εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφ' ετέρου σε εξάρτησή της από χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ας σημειωθεί ότι η χώρα μας εξαρτάται κυρίως από το εισαγόμενο πετρέλαιο, που προέρχεται κυρίως από χώρες υψηλού πολιτικοοικονομικού κινδύνου και οι οποίες εμπλέκονται αρκετά συχνά σε πολιτικές και στρατιωτικές κρίσεις. Με τον τρόπο αυτό το μεσοπρόθεσμο κόστος παραγωγής ενέργειας, η οποία αποτελεί τον κυριότερο ίσως παραγωγικό συντελεστή για πλήθος βασικών αγαθών, δεν μπορεί να προβλεφθεί με λογικά σενάρια, πράγμα που οδηγεί σε υπερβολική αβεβαιότητα τον αντίστοιχο σχεδιασμό της εθνικής οικονομίας.

vi. Η υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας εγκυμονεί κινδύνους για τις θερμοηλεκτρικές και κυρίως τις πυρηνικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται προβληματική στο άμεσο μέλλον η κατασκευή πυρηνικών μονάδων στη χώρα μας. Προφανώς με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα είναι δυνατή η δημιουργία υψηλής ασφαλείας συμβατικών μονάδων, με δυσανάλογη όμως αύξηση του κόστους της παραγόμενης ενέργειας.

vii. Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής kWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η. Πράγματι από τα διαθέσιμα στοιχεία, ενώ το οριακό κόστος παραγωγής της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού κυμαίνεται μεταξύ των 0.04 και των 0.05 €/kWh για τα έτη 1990 και 1992 συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μεταφοράς το αντίστοιχο μέσο κόστος παραγωγής

των αυτόνομων σταθμών παραγωγής κυμαίνεται το ίδιο διάστημα μεταξύ 0.07 και 0.08 €/kWh . Την ίδια στιγμή προκύπτει ότι υπάρχουν αυτόνομοι σταθμοί, των οποίων και μόνο η συμμετοχή του καυσίμου στο κόστος παραγωγής υπερβαίνει κατά πολύ το οριακό κόστος παραγωγής της επιχείρησης. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατή η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από την αιολική ενέργεια, τουλάχιστον στις νησιωτικές περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το εθνικό δίκτυο , δεδομένου μάλιστα ότι αυτές διαθέτουν και το καλύτερο αιολικό δυναμικό

viii. Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στη χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας.

ix. Η υψηλή Ε.Π.Α. η οποία συνοδεύει την απόφαση εγχώριας παραγωγής ανεμογεννητριών. Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α μπορεί να φθάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτηση εμπειρίας και στο 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.

x. Η αξιολογία εγχώρια ηλεκτρομηχανολογική εμπειρία, καθώς και το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.

xi. Η δυνατότητα αξιοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων, που χρηματοδοτούνται εν μέρει από ελληνικούς και κοινοτικούς φορείς, δεδομένων των υψηλών επιχορηγήσεων και του συγκριτικά χαμηλού κόστους που συνοδεύουν παρόμοιες επενδύσεις σε τομείς αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον είναι δυνατή στην περίπτωση ίδρυσης αιολικών πάρκων η σταδιακή εγκατάσταση των μηχανών, με διαχρονική κατανομή του κόστους επένδυσης σύμφωνα με το σχεδιασμό του επενδυτή.

xii. Η έλλειψη ισχυρών ελληνικών οικονομικών συμφερόντων, που έχουν επενδύσει σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως για παράδειγμα η πυρηνική ενέργεια στη Γαλλία, το πετρέλαιο στις Αραβικές χώρες, και τα οποία θα μπορούσαν να αποθαρρύνουν τυχόν κυβερνητικό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Πράγματι, τα τελευταία χρόνια με την ενθάρρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η πολιτεία έχει δείξει αυξημένο ενδιαφέρον για τη διείσδυση της αιολικής ενέργειας στην εγχώρια ενεργειακή αγορά, με τη θέσπιση νομικού πλαισίου (π.χ. νόμος 2244/94) αλλά και τη χρηματοδότηση αντίστοιχων έργων (π.χ. νόμος 2234/94 ή 2601/98), χωρίς βέβαια να αρθούν πλήρως οι αντιξοότητες που συνοδεύουν τη λειτουργία της κρατικής μηχανής και των αντίστοιχων γραφειοκρατικών μηχανισμών.

xiii. Η δυνατότητα αποκεντρωμένης ανάπτυξης μέσα από αυτόνομα συστήματα παραγωγής ενέργειας, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την οικονομική δραστηριότητα των τοπικών κοινωνιών.

Συνοψίζοντας τα ανωτέρω, πιστεύουμε ότι τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ασυγκρίτως περισσότερα και σοβαρότερα από τα υπάρχοντα μειονεκτήματα. Για το λόγο αυτό η στρατηγική απόφαση να αξιοποιηθεί στη χώρα μας το υπάρχον αιολικό δυναμικό, καθώς και να αναπτυχθούν κατασκευαστικές μονάδες παραγωγής ανεμογεννητριών, μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε οικονομικά βιώσιμες αλλά και ελκυστικές επενδύσεις, μη λαμβάνοντας υπόψιν στους ισολογισμούς μας τα παράλληλα οφέλη, που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομική ανεξαρτησία της χώρας μας.

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψιν την τοπογραφία της χώρας μας και την αφθονία των μικρών νησιών και των απομονωμένων αγροκτημάτων, μπορούμε να ενθαρρύνουμε και την εγκατάσταση ανεμογεννητριών μικρών-μεσαίων διαστάσεων από ιδιώτες. Αξίζει να

σημειωθεί ότι σύμφωνα με τους πιο συντηρητικούς υπολογισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπάρχουν σ' αυτήν πάνω από πεντακόσιες εξήντα χιλιάδες (560,000) ιδιωτικές απομονωμένες αγροικίες, από τις οποίες περίπου το 10% ανήκει στη χώρα μας. Οι αγροικίες αυτές δεν έχουν πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο, με αποτέλεσμα η εγκατάσταση ανεμογεννητριών να συνεισφέρει στην επίλυση των ενεργειακών τους προβλημάτων. [2]

1.2 Χαρακτηριστικά του ανέμου

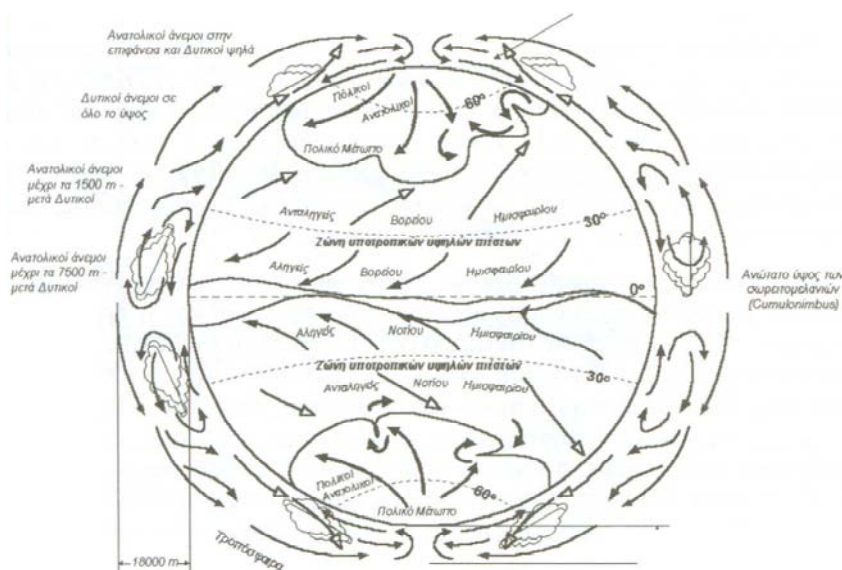
Ο άνεμος, δηλαδή ο κινούμενος ατμοσφαιρικός αέρας, προκαλείται από την ηλιακή ακτινοβολία, την περιστροφή της γης αλλά επηρεάζεται και από το ανάγλυφο της κάθε περιοχής, την ύπαρξη θάλασσας κ.λπ. Η κίνηση του αέρα διέπεται από τους νόμους που περιγράφουν την τυρβώδη ροή συνεκτικού ρευστού.

Για τη μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται συνήθως τα ανεμόμετρα ή ανεμογράφοι, απλούστερη μορφή των οποίων είναι τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα. 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. Η διεύθυνση του ανέμου μετρείται με τη βοήθεια ανεμοδεικτών ή τριαξονικών ανεμογράφων.

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

Για την περιγραφή της διανομής 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 και από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής.

Μετά την καταγραφή της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου, συνήθως σε ετήσια βάση, ακολουθεί η επεξεργασία των ανεμολογικών στοιχείων με στόχο την κατασκευή του ιστογράμματος συχνότητας πιθανότητας του ανέμου, της ετήσιας καμπύλης διάρκειας, του πολικού διαγράμματος και των καμπυλών των διαστημάτων νηνεμίας της περιοχής. Λιγότερο ακριβείς είναι οι ανεμολογικές μετρήσεις που βασίζονται στη κλίμακα Beaufort, λόγω της σχετικής ασάφειας που εμφανίζουν οι επιμέρους βαθμίδες της κλίμακας.



σχημα 1.1

Πεδίο Ανέμων γύρω από τον Πλανήτη μας

Άνεμος και Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία

Άνεμος ονομάζεται ο ατμοσφαιρικός αέρας ευρισκόμενος σε κίνηση. Όπως για οποιοδήποτε ρευστό ευρισκόμενο σε κίνηση, έτσι και στην περίπτωση του ανέμου, για τον καθορισμό του διανύσματος της ταχύτητάς του απαιτείται η γνώση του μέτρου (ένταση του ανέμου) και της διεύθυνσης του ανέμου.

Η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου εξαρτώνται τόσο από ειδικούς παράγοντες (γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία, πεδίο πίεσης) όσο και από τους τοπικούς παράγοντες (δηλ. ανάγλυφο της περιοχής, ύπαρξη θάλασσας κ.λπ.). Η γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία οφείλεται κυρίως στην ηλιακή ακτινοβολία και στην περιστροφή της γης. Πράγματι η διαφορετική θερμοκρασία μεταξύ ισημερινού και πόλων, αποτέλεσμα της διαφορετικής ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται τα διαφορετικά σημεία του πλανήτη μας, έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή κίνηση αερίων μαζών από τους πόλους προς τον ισημερινό και αντιθέτως. Πιο συγκεκριμένα, ψυχροί επιφανειακοί άνεμοι πνέουν από τους πόλους προς τον ισημερινό για να αντικαταστήσουν το θερμό αέρα, που ανυψώνεται λόγω μείωσης της πυκνότητάς του και ο οποίος κινείται δια μέσου της ανώτερης ατμόσφαιρας προς τους πόλους.

Παράλληλα, η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση ψυχρών αερίων επιφανειακών μαζών προς τα δυτικά, ενώ ο θερμός αέρας μετακινείται σε μεγαλύτερα ύψη και προς τα ανατολικά, σχήμα 1.1. Τέλος πρέπει να ληφθεί υπόψη και η ανομοιομορφία της θερμικής συμπεριφοράς θάλασσας και ξηράς, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζωνών διαφορετικής θερμοκρασίας, που οδηγούν σε αντίστοιχα πεδία στατικής πίεσης.

Αποτέλεσμα του συνδυασμού των ανωτέρω παραγόντων είναι η συνεχής μεταβολή της κατάστασης της ατμόσφαιρας και η δημιουργία περιοχών υψηλών πιέσεων (αντικυκλώνες), όπως και περιοχών χαμηλών πιέσεων (κυκλώνες). Εν γένει ο άνεμος έχει μεγαλύτερη ένταση επάνω από τους ωκεανούς παρά επάνω από την ξηρά, ενώ στην Ευρώπη περιοχές με υψηλή μέση ταχύτητα του ανέμου είναι η Ιρλανδία, η Αγγλία, το Βέλγιο, η Ολλανδία, η Γαλλία, η Πορτογαλία καθώς και οι περιοχές της ανατολικής Μεσογείου ανάμεσα στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η χώρα μας.

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. Βέβαια για την επιλογή της κατάλληλης θέσης εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας απαιτείται επιπλέον της γνώσης για την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου, να έχουν καταγραφεί οι επικρατούσες στην περιοχή αναταράξεις, ο στροβιλισμός και η τύρβη του ανέμου, καθώς και η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου συναρτήσει του ύψους από το έδαφος. [3]

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου

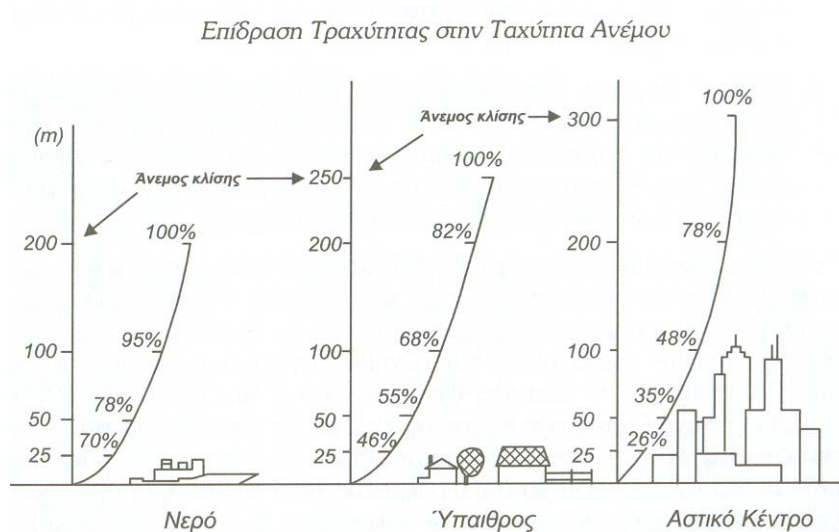
Επίδραση της Τραχύτητας του Εδάφους

Είναι συνηθισμένο το φαινόμενο της μέτριας λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας αν και έχει εγκατασταθεί σε περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις αυτές η ανεμογεννήτρια λειτουργεί σε έντονα μεταβαλλόμενο πεδίο ροής λόγω της υψηλής τύρβης της περιοχής. Η εμφάνιση υψηλής τύρβης όπως έχουμε προαναφέρει εξαρτάται εκτός από τις γενικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, τόσο από την ύπαρξη μεμονωμένων κτιρίων ή άλλων εμποδίων όσο και από την τραχύτητα του εδάφους της περιοχής. Στο σχήμα 1.2 παρουσιάζεται η επίδραση της τραχύτητας του εδάφους στη διανομή της ταχύτητας του ανέμου. Στην περίπτωση αυτή έχουμε τη δυνατότητα μελέτης του πεδίου ταχύτητας σε

αστικές περιοχές, σε περιοχές με βλάστηση καθώς και σε θαλάσσιες περιοχές.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Περιγραφή	z ₀ (m)
Πάγος, Βούρκος	Λεία Επιφάνεια	≈10 ⁻⁵
Ήρεμη Θάλασσα, Χιονισμένη Περιοχή	Επίπεδη ή Λοφώδης Περιοχή	≈10 ⁻⁴
Άμμος, Έρημος, Υπήνημη Παραλία	Εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων και την παρουσία αιμολόφων ή κυματώσεων	≈3.10 ⁻⁴
Χιονισμένη Αγροτική Περιοχή	Ομαλή Επιφάνεια	≈10 ⁻³
Γυμνό Έδαφος	Μεγαλύτερες τιμές για οργωμένο	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻²
Γρασιδι-Χόρτα	Ύψους από 0.02 ÷ 0.1m	0.003÷0.01
	Ύψους από 0.25 ÷ 1.0m	0.04÷0.1
Αεροδρόμια-Διαδρόμος	Περιοχή Διαδρόμου	≈0.02
Αγροτικές Καλλιέργειες	Εξαρτάται και από την ένταση του ανέμου	0.04÷0.20
Τυπικές Αγροτικές Περιοχές	Χωράφια με μεμονωμένα δένδρα και κτίρια	0.01÷0.1
Περιβόλι Οπωροφόρων	Εξαρτάται από τις Εποχές	0.5÷1.0
Πολλά δένδρα, Δενδρόφυτοι Φράκτες, Λίγα Κτίσματα	Εξαρτάται από το είδος των Δένδρων	0.01÷0.03
Δάση	-	1.0÷6.0
Μικρές Πόλεις ή Προάστια	Χαμηλά σπίτια, δένδρα κ.λπ. (Ανομοιόμορφη Έκταση)	0.1÷2.0
Κέντρα Πόλεων ή πολύ έντονο ανάγλυφο ορεινής περιοχής	Κτίρια ύψους 10÷50m Ιδιαίτερα Ανομοιόμορφη Έκταση	1.0÷10.0

Πίνακας 1.1 Τυπικές τιμές τραχύτητας για διάφορα είδη επιφανειών

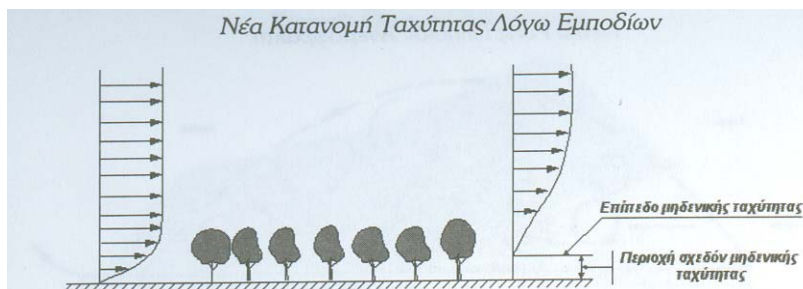


Σχήμα 1.2
Επίδραση Τραχύτητας στην Ταχύτητα Ανέμου

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 ενέργειας 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.

Η παρουσία συστοιχίας δένδρων έχει σαν αποτέλεσμα το μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου μέχρι και το ύψος της κορυφής των δένδρων (βλέπε σχήμα 1.3), ενώ το οριακό στρώμα φαίνεται να αναπτύσσεται από την κορυφή των δένδρων και κατάντη. Στις περιπτώσεις αυτές το ύψος της ζώνης επιρροής είναι τουλάχιστον πέντε έως έξι (5-6) φορές το μέσο ύψος των δένδρων. Τέλος η τοποθέτηση της πτερωτής της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να βρίσκεται εκτός του οριακού στρώματος, που αναπτύσσεται στην περιοχή της συστοιχίας

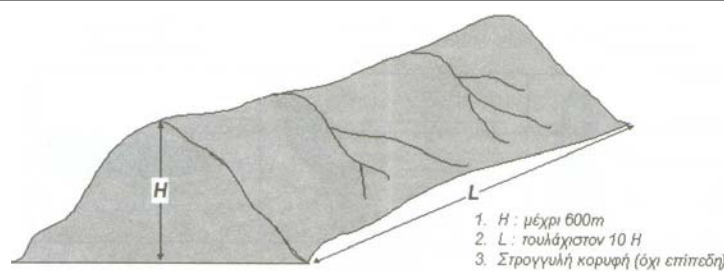


Σχήμα 1.3
Νέα κατανομή ταχύτητας λόγω εμποδίων

Πολύ συχνά και για περιπτώσεις υψηλών δένδρων αναφέρεται στην υπό μελέτη τοποθεσία η ύπαρξη περιοχών όπου έχουμε μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου και δημιουργία έντονων στροβίλων ανακυκλοφορίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται "ανεμοφράκτες" και αποτελούν σαφή ένδειξη της ύπαρξης ανέμου υψηλών ταχυτήτων.

Τα παρακείμενα κτίρια αποτελούν ένα άλλο είδος εμποδίων, δεδομένου ότι η παρουσία τους διαταράσσει σε σημαντική έκταση το πεδίο ροής του ανέμου. Επιπλέον οι οξείες γωνίες του κτιρίου αποτελούν την πηγή εκροής μεμονωμένων στροβίλων με αποτέλεσμα την πλήρη τροποποίηση των χαρακτηριστικών του ανέμου.

Εκτεταμένες έρευνες που αφορούν τη ροή γύρω από κτίρια κατέληξαν ότι η ζώνη επιρροής των κτιρίων περιλαμβάνει, δύο φορές το ύψος του κτιρίου ανάντη, δέκα φορές το ύψος του κτιρίου κατάντη και ύψος τουλάχιστον στον διπλάσιο του κτιρίου στην περίξ του κτιρίου περιοχή. Σαν παράδειγμα αναφέρεται ότι σε απόσταση δεκαπλάσια του ύψους του κτιρίου έχουμε κατά 5% αύξηση του επιπέδου της τύρβης και κατά 6% μείωση της ταχύτητας του αέρα, η οποία και οδηγεί σε μείωση κατά 17% της διαθέσιμης ενέργειας του αδιατάρακτου ρεύματος στα ανάντη του κτιρίου.



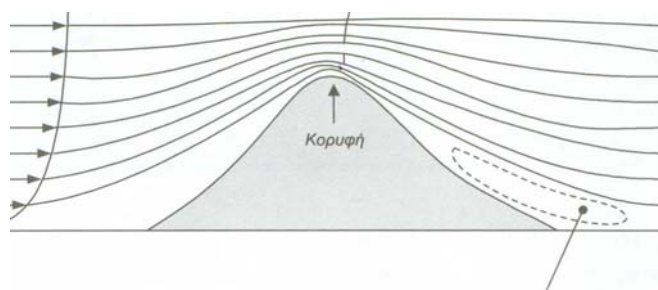
Σχημα 1.4 Τυπική Λοφοσειρά

Επίδραση του Τοπογραφικού Ανάγλυφου της Περιοχής

Όπως προαναφέραμε οι αναλυτικές σχέσεις που περιγράφουν τη διανομή ταχύτητας ισχύουν με μαθηματική ακρίβεια μόνο σε περιοχές που χαρακτηρίζονται ως "επίπεδες επιφάνειες". 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 μιας αιολικής μηχανής, είναι σκόπιμο να αναφέρουμε ορισμένα προκαταρκτικά στοιχεία, που αφορούν την 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 τη χρήση αριθμητικών μεθόδων πλήρους ανάλυσης του πεδίου ροής.

Η έννοια της λοφοσειράς λαμβάνεται κάθετη στην επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.4. Το μέγιστο ύψος της λοφοσειράς δεν υπερβαίνει τα εξακόσια (600m) μέτρα, ενώ το πλάτος της είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο του ύψους της λοφοσειράς. Η ανάλυσή μας βασίζεται στην υπόθεση ότι ο άνεμος περνάει επάνω από τη λοφοσειρά και δεν την παρακάμπτει κινούμενος πλαγίως.

Βασιζόμενοι στους κλασσικούς νόμους της αεροδυναμικής υποηχητικών ταχυτήτων (π.χ εξίσωση Bernoulli), μπορούμε να πούμε ότι η κορυφή της λοφοσειράς είναι μια πολύ καλή θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας, δεδομένης της συμπίεσης των γραμμών ροής, η οποία ισοδυναμεί με επιτάχυνση της αέριας δέσμης. Ένας πιθανός διπλασιασμός της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή της κορυφής ισοδυναμεί με οκταπλασιασμό της διαθέσιμης ισχύος του ανέμου στην εν λόγω περιοχή. Συχνά είναι προτιμότερο να εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια λίγο πριν την κορυφή της λοφοσειράς, ώστε να αποφευχθούν αφενός αρνητικές κλίσεις της ταχύτητας που συνοδεύουν τυχόν αποκόλληση της ροής, αφετέρου περιοχές υψηλής τύρβης, σχημα 1.5



Σχημα 1.5 Πιθανή ζώνη υψηλής τύρβης

Ολοκληρώνοντας πρέπει να επισημάνουμε ότι ιδιαίτερη επίδραση στη συνολική διανομή της ταχύτητας του ανέμου έχει η διαμόρφωση του εδάφους, δεδομένου ότι η παρουσία

εμποδίων, στενώσεων ή ανοιγμάτων τροποποιεί σημαντικά τα αιολικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Αν και υπάρχουν αρκετές αναλυτικές ημιεμπειρικές σχέσεις που προτείνουν διορθώσεις της ταχύτητας του ανέμου παρουσία εμποδίων ή λόγω της τραχύτητας του εδάφους, ακριβείς υπολογισμοί μπορούν να γίνουν μόνο με την αριθμητική προσομοίωση της υπό εξέταση περιοχής και τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τέλος σαν γενικός κανόνας πρέπει να θεωρηθεί η αρχή ότι ο δρομέας (πτερωτή) μιας ανεμογεννήτριας, πρέπει να βρίσκεται έξω από τη ζώνη επιρροής οποιουδήποτε επιφανειακού εμποδίου που βρίσκεται ανάντη της ανεμογεννήτριας, ώστε να μεγιστοποιηθεί η διαθέσιμη αιολική ενέργεια και να ελαχιστοποιηθεί η αναπτυσσόμενη ατμοσφαιρική τύρβη . [4]

Κεφάλαιο 2^ο

Το αιολικό δυναμικό

2.1 Εισαγωγή

Ο υπολογισμός του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι μια επίπονη διαδικασία που στηρίζεται σε μαθηματικά μοντέλα τα οποία έχουν ακριβή αποτελέσματα μόνο σε επίπεδα εδάφη . Επειδή όμως η συντριπτική πλειοψηφία των περιοχών που είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων είναι περιοχές με έντονη ορογραφία , βασιζόμαστε στα μαθηματικά μοντέλα που υπάρχουν και μεριμνούμε έτσι ώστε οι μετρήσεις που έχουμε για την περιοχή να είναι σε κοντινό μέρος , σε σχέση με την περιοχή ενδιαφέροντος . Είναι κοινά αποδεκτό ότι σε μια περιοχή περίπου 10 χιλιόμετρα γύρω από τον ανεμογράφο , μπορούμε να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου .

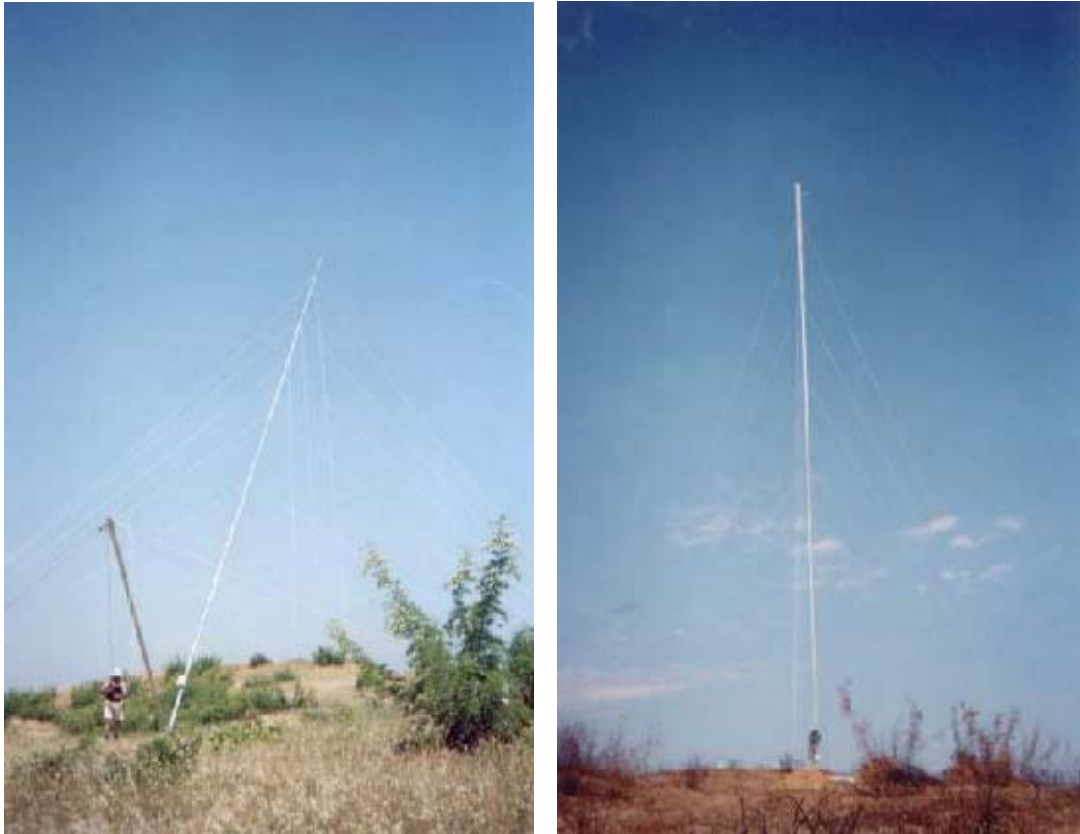
2.2 Οι μετρήσεις

Οι μετρήσεις λαμβάνονται από μετεωρολογικούς ιστούς , οι οποίοι χωροθετούνται κοντά στην περιοχή ενδιαφέροντος και κατά προτίμηση στην ψηλότερη κορυφή , έτσι ώστε να μην έχουμε παρεμπόδιση των ανέμων από ενδεχομένως ψηλότερες κορυφές . Οι ιστοί στήνονται σε ύψος τουλάχιστον 10 μ. από το έδαφος και μακριά από δέντρα και άλλα εμπόδια , όπου αυτό είναι εφικτό . Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου θέλουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα μας . Σ' αυτές τις περιπτώσεις εγκαθιστούμε ψηλότερους ιστούς με ύψος έως και 60 μέτρα και τοποθετούμε όργανα σε διάφορα ύψη (10μ , 30μ , 45μ , 60μ) .Με αυτό τον τρόπο έχουμε ακριβή ένδειξη της ταχύτητας στο ύψος της πτερωτής της Α/Γ που είναι συνήθως πάνω από τα 50μ. Οι προϋποθέσεις αυτές εξασφαλίζουν την ορθότητα των δεδομένων που παίρνουμε από τα όργανα . Τα όργανα που τοποθετούνται σε ένα ιστό είναι το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης και πολλές φορές τοποθετούμε ζευγάρια οργάνων , έτσι ώστε στην περίπτωση που το ένα καταστραφεί , να έχουμε ενδείξεις από το άλλο . Τα όργανα συνδέονται σε ένα καταγραφικό (data logger) (σχημα 2.1) το οποίο παίρνει μετρήσεις από τα όργανα . Μέσα από τις ρυθμίσεις του καταγραφικού , ορίζουμε το διάστημα δειγματοληψίας για τις μετρήσεις . Για εφαρμογές όπως η ανέγερση ενός Α/Π , οι μετρήσεις γίνονται ανά 1 δευτερόλεπτο και η ολοκλήρωση των μετρήσεων γίνεται κάθε 10 λεπτά . Έτσι έχουμε μέσες 10λεπτες τιμές για την ταχύτητα και την διεύθυνση .



Σχημα 2.1 Data logger





Σχημα 2.2 Διαδικασία ανέγερσης ενός μετεωρολογικού ιστού

2.3 Η τεχνική προσδιορισμού του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής

Ένταση του Ανέμου

Για τη μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται τα ανεμόμετρα ή οι ανεμογράφοι. Τα πλέον απλά είναι τα ανεμόμετρα ταχύτητας, στα οποία η ένταση του ανέμου προκύπτει από την ταχύτητα περιστροφής που επιβάλλει ο άνεμος σε ορισμένα τμήματα του οργάνου. Τα ανεμόμετρα αυτού του τύπου είναι αθροιστικά και μετρούν μέσες τιμές της έντασης του ανέμου. Για την καταγραφή των στιγμιαίων τιμών της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται τα ανεμόμετρα πίεσης, στα οποία η ένταση προσδιορίζεται από την πίεση που ασκεί ο άνεμος σε ορισμένα τμήματα του οργάνου.

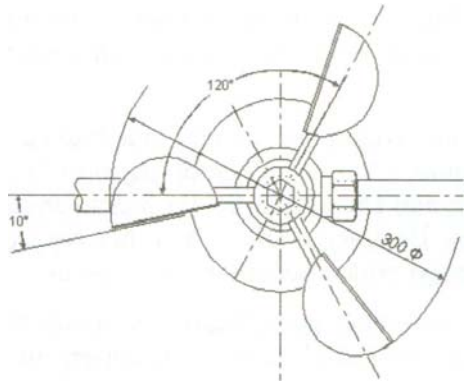
Επιπλέον των προαναφερομένων συνηθισμένων τρόπων μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου χρησιμοποιούνται και ανεμόμετρα θερμού στοιχείου καθώς και ανεμόμετρα τύπου "laser", κύρια σε πειραματικές εγκαταστάσεις υψηλής ακρίβειας, όπως για παράδειγμα στη περίπτωση μελέτης του ομόρου ανεμογεννήτριας μέσα σε αεροδυναμική σήραγγα .

Από τα κλασσικά ανεμόμετρα ταχύτητας, τα πλέον γνωστά είναι τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα. Αυτά αποτελούνται (βλέπε σχήμα 2.3) από έναν κατακόρυφο άξονα στην κορυφή του οποίου υπάρχουν τρεις ή τέσσερις οριζόντιοι βραχίονες συμμετρικά τοποθετημένοι. Στα άκρα κάθε βραχίονα είναι τοποθετημένο ένα ημισφαιρικό ή κωνικό κύπελλο, σε τρόπο ώστε η διαμετρική τομή του να είναι κατακόρυφη. Γνωρίζοντας ότι η αεροδυναμική αντίσταση της κοίλης πλευράς είναι σημαντικά μεγαλύτερη της κυρτής, το σύστημα περιστρέφεται υπό την επίδραση του ανέμου και ο αριθμός των περιστροφών του καταγράφεται δια μέσου του κατακόρυφου άξονα σε ένα καταγραφικό σύστημα. Για την καταγραφή των στροφών του κατακόρυφου άξονα χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα,

που περιλαμβάνουν:

α. Μηχανικό στροφόμετρο, που καταγράφει τον αριθμό των περιστροφών των κυπέλλων από τη στιγμή έναρξης λειτουργίας του οργάνου.

β. Ηλεκτρική επαφή, η οποία κλείνει μετά από ένα ορισμένο αριθμό στροφών, και μέσω καταγραφικού δίνει απ' ευθείας τη μέση ταχύτητα του ανέμου.



Σχήμα 2.3 Κυπελλοφόρο Ανεμόμετρο

γ. Μικρή ηλεκτρογεννήτρια, η οποία μετατρέπει την περιστροφική κίνηση του άξονα σε ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο και μετατρέπεται σε ένδειξη ταχύτητας.

δ. Φωτοηλεκτρικό διακόπτη, ο οποίος μετατρέπει την ταχύτητα περιστροφής σε στιγμιαία ταχύτητα ανέμου στην έξοδο του συστήματος.

Μέχρι σήμερα έχουν αναφερθεί αρκετές προσπάθειες συσχέτισης της ταχύτητας του ανέμου "V" με τη γραμμική ταχύτητα "υ" περιστροφής των κυπέλλων, πράγμα που εάν επιτευχθεί θα διευκολύνει τη βαθμονόμηση των ανεμόμετρων. Εν γένει, ο λόγος "V/υ" δεν είναι σταθερός. ομαλότερη δε συμπεριφορά παρουσιάζουν ανεμόμετρα με:

α. Τρία κύπελλα αντί τεσσάρων, δεδομένου ότι η στρεπτική ροπή συστήματος με τρία κύπελλα είναι πιο ομοιόμορφη για όλο το πεδίο ταχυτήτων του ανέμου, ενώ εμφανίζει και μεγαλύτερες τιμές στρεπτικής ροπής ανά μονάδα βάρους.

β. Κωνικά κύπελλα έναντι των σφαιρικών.

γ. Στρογγυλεμένα χείλη των κυπέλλων, δεδομένου ότι είναι λιγότερο ευαίσθητα στις αναταράξεις του αέρα από ότι τα έχοντα αιχμηρά χείλη.

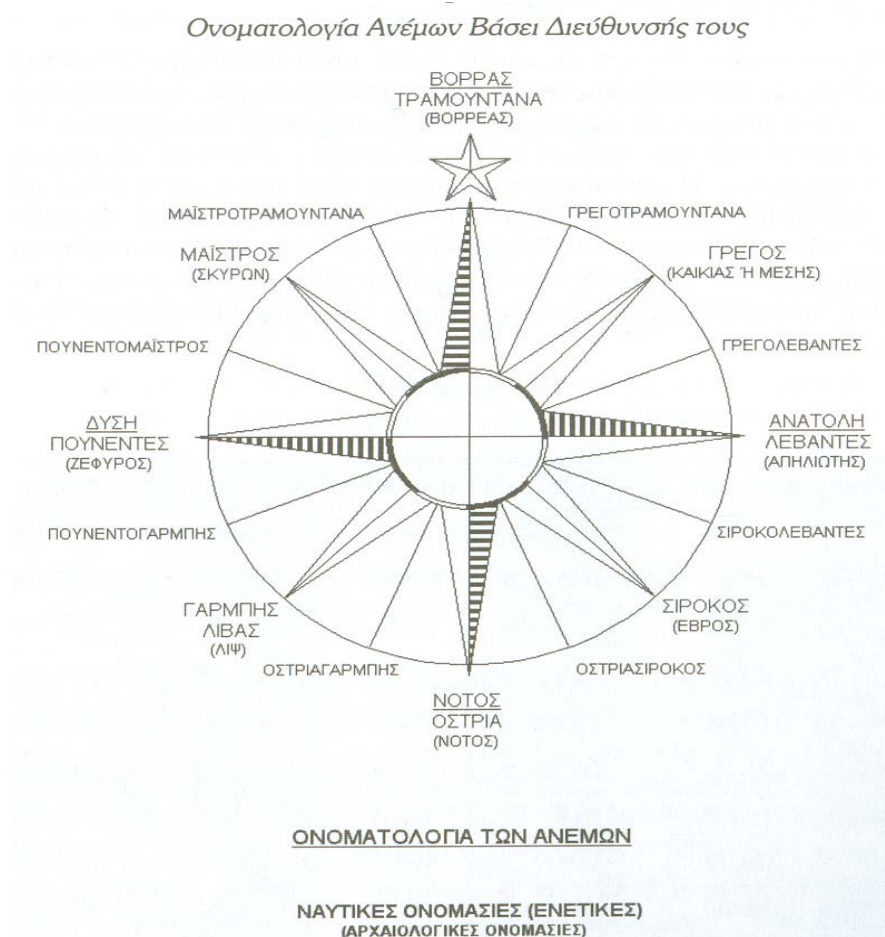
Ένα βασικό μειονέκτημα των ανεμόμετρων αυτού του τύπου είναι το γεγονός ότι δεν έχουν συμμετρική απόκριση στην αύξηση ή μείωση της έντασης του ανέμου, δεδομένου ότι τα κύπελλα του οργάνου εξακολουθούν λόγω αδράνειας να περιστρέφονται ακόμα και όταν ο άνεμος σταματήσει. Στις περιπτώσεις αυτές οι ενδείξεις του οργάνου είναι μεγαλύτερες από την πραγματική ένταση του ανέμου.

Για κλιματολογικούς και πρακτικούς λόγους έχει συμφωνηθεί ότι σε μια ομοιογενή περιοχή (η οποία εκτείνεται 300 μέτρα γύρω από το όργανο), ο ανεμογράφος πρέπει να τοποθετείται σε ύψος 10 μέτρα από το έδαφος, ώστε να επιτυγχάνεται μια αντιπροσωπευτική καταγραφή του αιολικού δυναμικού της περιοχής. Σε μια τοποθεσία με ομοιόμορφη κατανομή εμποδίων με μέσο ύψος εμποδίων "H", το όργανο πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος "10+H" μέτρων από το έδαφος, όπου $H_{max}=12m$. Στην περίπτωση ύπαρξης εμποδίων γύρω από το όργανο, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν στην εύρεση της βέλτιστης θέσης του οργάνου οι διαστάσεις των εμποδίων, εφ' όσον είναι απαραίτητο να γίνουν μετρήσεις στην

περιοχή αυτή. Αντίστοιχες διορθώσεις πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην περίπτωση υποχρεωτικής τοποθέτησης του ανεμομέτρου σε ειδικές θέσεις, όπως για παράδειγμα στην κορυφή ενός κτιρίου, δεδομένου ότι το ίδιο το κτίριο διαταράσσει τη ροή του ανέμου.

Διεύθυνση του Ανέμου

Η διεύθυνση του ανέμου σε μια θέση δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται συνεχώς, καθορίζεται δε με βάση το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος, σε σχέση με τη θέση μέτρησης. Στο σχήμα 2.4 δίνεται η ονοματολογία των ανέμων με βάση ναυτικές, ενετικές και αρχαιοελληνικές ονομασίες. Η διεύθυνση του ανέμου είναι συνάρτηση του αληθούς βορρά, και μετριέται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού, σε μοίρες ή σε τιμές που αντιστοιχούν σε ολόκληρο κυκλικό τομέα. Ανάλογα με την επιθυμητή ακρίβεια χρησιμοποιούνται 8, 12, 16 ή 32 τομείς, βλέπε και πίνακα 2.5 όπου καθορίζονται οι κυκλικοί τομείς για κάθε μία από τις 32 διευθύνσεις.

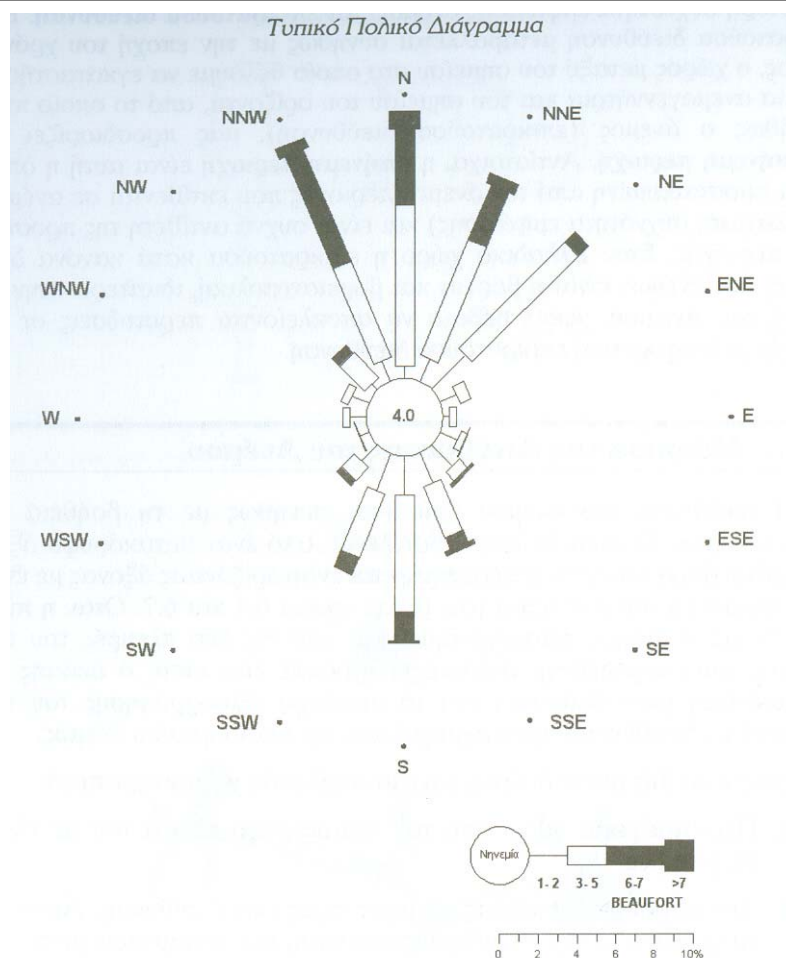


Σχήμα 2.4 Ονοματολογία ανέμων βάσει διεύθυνσής τους

Διεύθυνση	Αντιστοιχ. (°)	Τομέας (°)	Διεύθυνση	Αντιστοιχ. (°)	Τομέας (°)
N	360.00	355-005	S	180.00	175-185
N'E	11.25	006-016	S'W	191.25	186-196
NNE	22.50	017-028	SSW	202.50	197-208
NE'N	33.75	029-039	SW'S	213.75	209-219
NE	45.00	040-050	SW	225.00	220-230
NE'E	56.25	051-061	SW'W	236.25	231-241
ENE	67.50	062-073	WSW	247.50	242-253
E'N	78.75	074-084	W'S	258.75	254-264
E	90.00	085-095	W	270.00	265-275
E'S	101.25	096-106	W'N	281.25	276-286
ESE	112.50	107-118	WNW	292.50	287-298
SE'E	123.75	119-129	NW'W	303.75	299-309
SE	135.00	130-140	NW	315.00	310-320
SE'S	146.25	141-151	NW'N	326.25	321-331
SSE	157.50	152-163	NNW	337.50	332-343
S'E	168.75	164-174	N'W	348.75	344-354

Πίνακας 2.5 Διευθύνσεις Ανέμου σε Μοίρες και Τομείς

Με βάση τις παρατηρήσεις της διεύθυνσης του ανέμου μπορούμε να χαράξουμε σε "πολικό διάγραμμα" (ή ροζέτα) τις συχνότητες (%), σε σχέση με το σύνολο των παρατηρήσεων που διαθέτουμε, ανάλογα με το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος. Στο ίδιο διάγραμμα είναι δυνατό να παρασταθεί και η μέση ταχύτητα του ανέμου κατά την εκάστοτε διεύθυνση, σχήμα 2.6. Επιπλέον για μεγαλύτερη ακρίβεια είναι δυνατός ο υπό κλίμακα σχεδιασμός ώστε να εμφανίζονται και τα διαστήματα έντασης του ανέμου για κάθε διεύθυνση. Τέλος στο κέντρο του πολικού διαγράμματος και σε ειδικό κύκλο κατάλληλης ακτίνας καταγράφεται το ποσοστό της νηνεμίας.



Σχήμα 2.6 Τυπικό Πολικό Διάγραμμα

Κατά την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής, χαρακτηρίζουμε σαν κύρια διεύθυνση του ανέμου κάθε διεύθυνση η οποία συνεισφέρει τουλάχιστον 10% στη συνολική διαθέσιμη αιολική ενέργεια. Οι κύριες διευθύνσεις του ανέμου είναι διαφορετικές για κάθε τοποθεσία, δεδομένου ότι ο προσανατολισμός των λόφων, των βουνών, των κοιλάδων, η υπάρχουσα βλάστηση καθώς και η ύπαρξη κτιρίων ανάμεσα στα άλλα επηρεάζουν τις κύριες διευθύνσεις του ανέμου.

Η διεύθυνση του ανέμου η οποία στην υπό μελέτη περιοχή έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ονομάζεται επικρατούσα διεύθυνση. Η επικρατούσα διεύθυνση μεταβάλλεται συνήθως με την εποχή του χρόνου. Τέλος, ο χώρος μεταξύ του σημείου το οποίο θέλουμε να εγκαταστήσουμε μια ανεμογεννήτρια και του σημείου του ορίζοντα, από το οποίο πνέει συνήθως ο άνεμος (επικρατούσα διεύθυνση), μας προσδιορίζει την προσήνεμη περιοχή. Αντίστοιχα, η υπήνεμη περιοχή είναι αυτή η οποία είναι προστατευμένη από τον άνεμο (περιοχές που εκτίθενται σε ανέμους με ελάχιστη συχνότητα εμφάνισης) και είναι συχνά αντίθετη της προσήνεμης περιοχής. Στον Ελλαδικό χώρο η επικρατούσα κατά κανόνα διεύθυνση των ανέμων είναι η βόρεια και βορειανατολική, ιδιαίτερα στην περιοχή του Αιγαίου, χωρίς βέβαια να αποκλείονται περιπτώσεις σε περιοχές με διαφορετική επικρατούσα διεύθυνση.

Μέτρηση της διεύθυνσης του ανέμου

Η διεύθυνση του ανέμου βρίσκεται 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 δύο ελάσματα στο ένα άκρο του, βλέπε

σχήμα 2.7. 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.

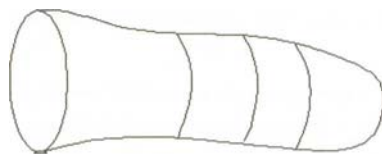
Ένας ακριβής ανεμοδείκτης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α. Περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του με ελάχιστες τριβές.
- β. Δεν παρουσιάζει τάσεις κλίσεως προς μια διεύθυνση. Αυτό επιτυγχάνεται με την ακριβή αντιστάθμιση των ελασμάτων με τη χρήση αντίβαρου.
- γ. Εμφανίζει τη μέγιστη ροπή στρέψης για δεδομένη αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με την αδράνεια του οργάνου.
- δ. Παρουσιάζει γρήγορη απόκριση στις διαρκείς διακυμάνσεις της διεύθυνσης του ανέμου.
- ε. Παρουσιάζει επαρκή απόσβεση των στρεπτικών ταλαντώσεων.

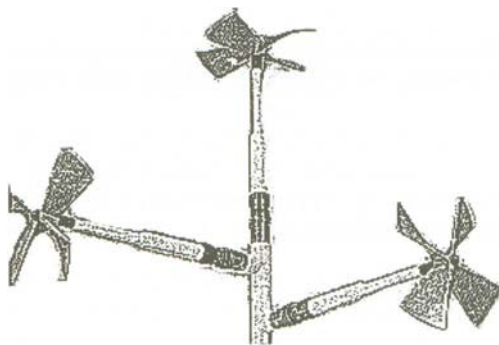
Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι επειδή η διεύθυνση του ανέμου μετρείται συναρτήσει του αληθούς βορρά, το όργανο πρέπει να προσανατολισθεί με τη βοήθεια της χαραγής που υπάρχει επάνω του.



Σχήμα 2.7 Ανεμοδείκτης



Σχήμα 2.8 Ανεμοδείκτης Αεροδρομίων



Σχήμα 2.9 Τριαξονικός Ανεμογράφος

Για μικρομετεωρολογικές κυρίως εφαρμογές χρησιμοποιούνται πλέον εξελιγμένοι τύποι ανεμογράφων. Ο τριαξονικός ανεμογράφος, σχήμα 2.9, χρησιμοποιείται για να καταγράψει και τις τρεις συνιστώσες της ταχύτητας του ανέμου, δηλαδή μας δίνει ταυτόχρονα την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου.

Ο τριαξονικός ανεμογράφος αποτελείται από ένα κατακόρυφο άξονα, που στην κορυφή του έχει ένα σύστημα τριών αξόνων καθέτων ανά δύο μεταξύ τους. Στην άκρη του κάθε άξονα στρέφεται μια έλικα αποτελούμενη από τέσσερα ελάσματα. Ο αριθμός των περιστροφών στη μονάδα του χρόνου καταγράφεται υπό τη μορφή ηλεκτρικών παλμών. Οι άξονες του οργάνου μπορεί να προσανατολισθούν προς το βορρά, προς την ανατολή και προς το ζενίθ του τόπου. Με τον τρόπο αυτό ο ανεμογράφος αυτός μετράει τις τρεις ορθογώνιες συνιστώσες του διανύσματος της ταχύτητας του ανέμου. Με κατάλληλο προγραμματισμό είναι δυνατό να καταγράφονται οι στιγμιαίες και οι μέσες τιμές του διανύσματος της ταχύτητας. Οι ανεμογράφοι του τύπου αυτού θεωρούνται υψηλής ακρίβειας, και δεν επηρεάζονται από την αύξηση ή τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου [5]

2.4 Η ψηφιοποίηση του χάρτη

Η μέθοδος που ακολουθήσαμε για να μεταφερθούμε τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής του Ακρωτηρίου στον υπολογιστή, ήταν η ψηφιοποίηση των χαρτών με χρήση digitizer. Χρησιμοποιήθηκαν χάρτες κλίμακας 1:5.000 από την Γεωγραφική υπηρεσία Στρατού . Για να έχουμε καλή ακρίβεια ψηφιοποιήθηκαν όλες οι ισοϋψείς ανά είκοσι μέτρα και για την περιοχή ενδιαφέροντος η ψηφιοποίηση έγινε ανά 4 μέτρα . Δημιουργήθηκαν έτσι δεκατέσσερα αρχεία σε περιβάλλον Autocad (ένα για κάθε χάρτη 1:5.000) και στη συνέχεια οι χάρτες ενώθηκαν μεταξύ τους με τη χρήση των κατάλληλων εντολών. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήσαμε ένα χάρτη όλης της περιοχής του Ακρωτηρίου με ισοϋψείς ανά είκοσι μέτρα.

Στη συνέχεια ο χάρτης αυτός πέρασε από λεπτομερή έλεγχο έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι ότι όλες οι ισοϋψείς βρίσκονται στο σωστό ύψος και ότι κάθε μια απ' αυτές είναι μια κλειστή καμπύλη.

2.5 Το λογισμικό WaSP

Το πακέτο λογισμικού WAsP είναι ένα πρόγραμμα, το οποίο, χρησιμοποιώντας δεδομένα για το αιολικό δυναμικό και τη μορφολογία μιας περιοχής , δημιουργεί ανεμολογικούς χάρτες και παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα για την εγκατάσταση αιολικών συστημάτων στις εξεταζόμενες περιοχές .

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του WAsP είναι ανάλογη της αξιοπιστίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Δηλαδή , αν έχουμε έντονη ορογραφία ή μη ελεγμένες μετρήσεις , η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του προγράμματος μειώνεται .

Η δομή του WAsP

Το WAsP αποτελείται από 4 κυρίως υπολογιστικά μπλοκ δηλ. 4 κυρίως λειτουργίες

- Ανάλυση και επεξεργασία γεωγραφικών χαρτών. Αυτή η επιλογή δίνει την δυνατότητα ανάλυσης κάθε είδους χάρτη (WAsP map editor)
- Δημιουργία των δεδομένων Αιολικού Άτλαντα. Τα αναλυμένα ανεμολογικά δεδομένα μπορούν να μετατραπούν σ' ένα σετ δεδομένων για τους ανεμολογικούς χάρτες. Σ' ένα τέτοιο σετ, οι πληροφορίες από τις παρατηρήσεις του ανέμου έχουν «καθαριστεί»

από τις ιδιομορφίες της εξεταζόμενης περιοχής και ανάγονται σε σταθερές συνθήκες. (owc wizard)

- Εκτίμηση του κλίματος του ανέμου. Χρησιμοποιώντας το σετ δεδομένων που παρέχει ένας ανεμολογικός άτλαντας και το χάρτη, το πρόγραμμα μπορεί να δώσει μια εκτίμηση του κλίματος του ανέμου στην συγκεκριμένη περιοχή, κάνοντας τους αντίστροφους υπολογισμούς μ' αυτούς που χρησιμοποιεί για την δημιουργία του Ατλάντα. (WAsP)
- Εκτίμηση δυνατοτήτων Παραγωγής. Το ολικό ενεργειακό αποτέλεσμα του μέσου ανέμου υπολογίζεται από το WAsP. Επιπλέον, αν δοθεί στο WAsP η καμπύλη ισχύος της Α/Γ που θα χρησιμοποιηθεί, αυτό μπορεί να δώσει μια εκτίμηση της μέσης ετήσιας παραγωγής

Ανάλυση του Αιολικού Ατλάντα

Ο κύριος στόχος του WAsP είναι δίπτυχος. Πρώτον, χρησιμοποιεί ρουτίνες για να διορθώσει τα ανεμολογικά δεδομένα που έχουν μετρηθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο και να τα μετατρέψει σε ένα σύνολο που να περιγράφει το ανεμολογικό κλίμα μιας περιοχής τον αποκαλούμενο Αιολικό Ατλάντα.. Δεύτερον, χρησιμοποιεί αυτά τα σύνολα δεδομένων ώστε να εκτιμήσει τις ανεμολογικές συνθήκες σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο σημείο και ύψος στην περιοχή χρησιμοποιώντας κυρίως τις ίδιες ρουτίνες ή μοντέλο.

Η δημιουργία Αιολικού Ατλάντα με το WAsP ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

1. Τα υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα, είτε σε μορφή χρονοσειρών είτε σε κλιματολογικό πίνακα μεταφέρονται σ' ένα φάκελο του δίσκου.
2. Η περιγραφή του μετεωρολογικού σταθμού μπορεί να εισαχθεί απ' ευθείας από το πληκτρολόγιο ή με ψηφιοποίηση που μπορεί μετά να αποθηκευτεί για αναφορά αργότερα. , το ύψος του ανεμομέτρου, την τραχύτητα του εδάφους γύρω από τον σταθμό και πιθανόν την παρουσία εμποδίων κοντά στο σταθμό. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις να επηρεάζονται και από την ορογραφία, οι πληροφορίες που απαιτούνται από το μοντέλο του πολύπλοκου εδάφους πρέπει επίσης να παρασχεθούν.
3. Οι πληροφορίες που δίνονται στα παραπάνω δυο σημεία χρησιμοποιούνται σαν βάση για να υπολογίσει το WAsP την τάξη ταχύτητας του ανέμου σε ιστόγραμμα, την αντίστοιχη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου πιο ψηλά από το ανεμόμετρο και όλα αυτά για κάθε περιοχή. Σ' αυτή την διαδικασία οι πληροφορίες «φιλτράρονται» από τα αποτελέσματα των εμποδίων, της ανομοιογένειας της τραχύτητας και τις διαταράξεις λόγω της γεωμετρίας του εδάφους.
4. Χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές σχέσεις μεταξύ του ανέμου πάνω από ομοιογενές έδαφος και την υποτιθέμενη μεγάλη ή συνοπτική διαβάθμιση του ανέμου, τα δεδομένα προσεγγίζονται για να αναλογούν στο γεωστροφικό κλίμα της περιοχής. Αυτό θεωρείται ανεξάρτητο από τις ειδικές συνθήκες στην επιφάνεια.. Οι αντίστροφοι υπολογισμού πραγματοποιούνται για να δώσουν το αιολικό δυναμικό σε μερικά, ορισμένα, ύψη και σε διάφορες -ορισμένες επίσης- τραχύτητες του εδάφους.
5. Τελικά, αυτά τα δεδομένα αναλύονται σε όρους της κατανομής Weibull. Οι παράμετροι της Weibull αποτελούν τον αιολικό άτλαντα της περιοχής και είναι η αρχή των υπολογισμών για την τοποθέτηση συστημάτων αιολικής ενέργειας.

Κεφάλαιο 3^ο

Τύρβη και διάτμηση

3.1 Εισαγωγή

Είναι προφανές ότι οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι τυχαίες και δεν μπορούν να προβλεφθούν και να αναλυθούν με ασφαλή τρόπο . Έτσι χρησιμοποιούμε στατιστικές τεχνικές 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 I_{10} .

Η διάτμηση (shear) μας δείχνει αν έχουμε πρόβλημα με μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου στη βάση της ανεμογεννήτριας σε σχέση με την ταχύτητα στην πλήμνη της ανεμογεννήτριας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξετάσουμε τη συγκεκριμένη παράμετρο όταν χωροθετούμε τις ανεμογεννήτριες γιατί ένας λάθος υπολογισμός μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τα φτερά των ανεμογεννητριών .

3.2 Μέθοδος υπολογισμού τύρβης

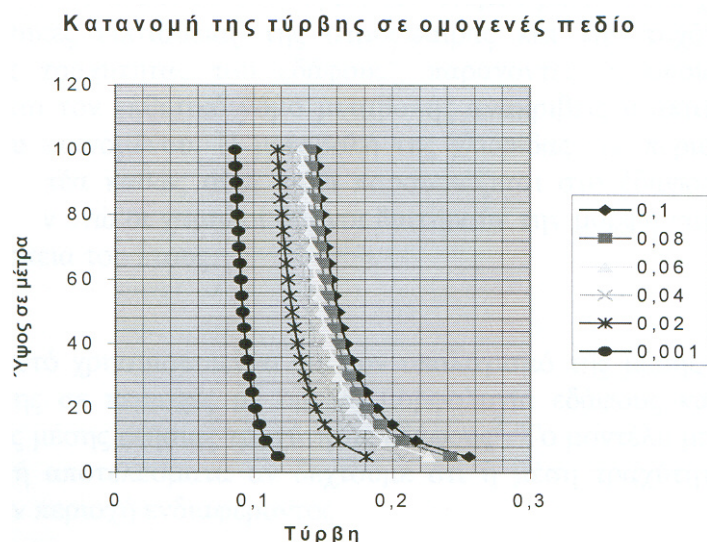
Ο υπολογισμός της τύρβης έγινε με βάση την γνωστή θεωρία περί ανάπτυξης τυρβώδους ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος. Κριτήριο για την επιλογή των σχέσεων για τους υπολογισμούς υπήρξε η μορφή της κατανομής της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου. Η κατανομή της κλίσης αυτής στο χώρο, είναι ένδειξη της κατανομής της παραγωγής και της απόσβεσης της τύρβης.

Μια λογαριθμική κατανομή, όπως αυτή παρουσιάζεται στο υπό μελέτη πεδίο, μακριά από απόκρημνες πλαγιές αναμένεται να δώσει κατανομή τύρβης όπως αυτή των ομογενών πεδίων. Στην περίπτωση αυτή η σχέση που υιοθετείται είναι η ακόλουθη:

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

όπου z_0 το μήκος τραχύτητας του εδάφους. Το έδαφος του υπό μελέτη πεδίου παρουσιάζει τραχύτητα μεταξύ 0,1 και 0,05 μέτρα . Η αναμενόμενη τύρβη θα είναι περίπου 10% - 15% . Στο σχήμα 3.1 φαίνεται μια τυπική κατανομή της τύρβης για ομογενές πεδίο .

Η απλή αυτή σχέση παύει να ισχύει όταν η κατανομή της ταχύτητας χάνει την λογαριθμική της μορφή και αυτό συμβαίνει σε μη ομογενή πεδία . Η εκτίμηση της κατανομής της τύρβης σε περιπτώσεις επιτάχυνσης της ροής πάνω από λόφους που παρουσιάζουν οξείες ακμές και τελειώνουν σε κρημνώδεις πλαγιές μπορεί να γίνει μόνο με προσομοίωση σε υπολογιστή μέσω του κατάλληλου προγράμματος .



Σχήμα 3.1

Η κατανομή της τύρβης, (καμπύλες για τραχύτητα $Z_0 = 0,1$ έως $0,001$) σε ομογενές πεδίο σύμφωνα με τον European Wind Atlas του RISOE

3.3 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 των Α/Γ) τότε αυτό είναι επικίνδυνο για τα φτερά της Α/Γ καθώς υπάρχει πιθανότητα να χτυπήσουν στον πυλώνα και να καταστραφούν. Αρνητική διάτμηση είναι πιθανότερο να εμφανιστεί σε περιοχές με έντονη ορογραφία.

3.4 Το λογισμικό WaSP Engineering

Το λογισμικό WaSP Engineering χρησιμοποιεί δεδομένα από τον ανεμογράφο και τον χάρτη της περιοχής. Χρησιμοποιώντας ένα αρκετά περίπλοκο σετ εξισώσεων δίνει στο χρήστη αναφορές που δείχνουν την πιθανότητα να έχουμε εμφάνιση τύρβης ή αρνητικής διάτμησης στις θέσεις όπου έχουμε επιλέξει να εγκαταστήσουμε τις Α/Γ. Αν οι τιμές αυτές υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια που έχει ορίσει ο κατασκευαστής των ανεμογεννητριών τότε είμαστε αναγκασμένοι να επιλέξουμε νέα θέση για την Α/Γ γιατί οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστροφικές.

Κεφάλαιο 4^ο

Οι ανεμογεννήτριες

4.1 Εισαγωγή

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις, που έχουν σαν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια, δηλαδή σε οποιαδήποτε εύχρηστη μορφή ενέργειας, άμεσα απολήψιμη από τον άνθρωπο. Λέγεται δε ότι μέχρι σήμερα έχουν επινοηθεί και εφαρμοσθεί περισσότεροι τύποι ανεμοκινητήρων από οποιαδήποτε άλλο τύπο εφεύρεσης, χωρίς όμως να επιτευχθεί μέχρι σήμερα ο επιθυμητός βαθμός εκμετάλλευσης της ενέργειας του ανέμου.

4.2 Τύποι ανεμογεννητριών

Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Ως εκ τούτου οι πλέον διαδεδομένοι τύποι ανεμοκινητήρων είναι οι ανεμογεννήτριες "οριζοντίου" και οι ανεμογεννήτριες "κατακόρυφου" άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου (head on), ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την κατεύθυνση του ανέμου (cross-wind).

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονας των είναι κάθετος σε αυτή καθώς και στην επιφάνεια της γης.

Οι υφιστάμενες αιολικές μηχανές κατατάσσονται επίσης σε ταχύστροφες και σε αργόστροφες, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής των ή ακριβέστερα ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου περιστροφής " λ ". Η ταχύτητα περιστροφής μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται εκτός από τις αεροδυναμικές παραμέτρους και από το μέγεθος των πτερυγίων της μηχανής, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη λόγοι στατικής αντοχής, φαινόμενα δυναμικών καταπονήσεων και ταλαντώσεων, φυγόκεντρες δυνάμεις κ.λπ. Επιπλέον, καθοριστικό ρόλο παίζει και η διασύνδεση ή μη της εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο, δεδομένου ότι σε περιπτώσεις σύγχρονων ηλεκτρογεννητριών διασυνδεδεμένων με το δίκτυο, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να έχει τη συχνότητα του κεντρικού δικτύου, δηλαδή 50Hz για τη χώρα μας και τις χώρες της E.E., και 60Hz για τις Η.Π.Α.

Ένα μέγεθος που συνδέεται άμεσα με τη γωνιακή ταχύτητα μιας πτερωτής είναι η παράμετρος περιστροφής (tip-speed ratio) της μηχανής " λ ", η οποία ορίζεται σαν:

$$\lambda = \frac{\omega_0 * R}{V_w}$$

- όπου "R" είναι η ακτίνα της πτερωτής
- " ω_0 " η γωνιακή ταχύτητα του δρομέα και
- " V_w " η ταχύτητα του ανέμου

Ανάλογα με τη μηχανική ισχύ " N_0 " που παρέχουν οι ανεμοκινητήρες στην έξοδό τους κατατάσσονται από πλευράς μεγέθους σαν:

α. "Μικροί", όταν για την ονομαστική ισχύ τους ισχύει ότι:

$$50\text{W} \leq N_o \leq 30\text{kW} \quad (1)$$

β. "Μεσαίοι", όταν για την ονομαστική ισχύ τους έχουμε ότι:

$$30\text{kW} \leq N_o \leq 200\text{kW} \quad (2)$$

γ. "Μεγάλοι", όταν για την ονομαστική ισχύ τους έχουμε ότι:

$$200\text{kW} \leq N_o \leq 4\text{MW} \quad (3)$$

Ο χαρακτηρισμός μιας ανεμογεννήτριας σε μικρή ή μεγάλη δεν ακολουθεί αυστηρά τις τιμές των εξισώσεων (1) έως (3), δεδομένου ότι οι εν λόγω τιμές είναι ενδεικτικές, οι οποίες αλλάζουν σε κάθε χρονική περίοδο .

Τέλος, οι υφιστάμενες μηχανές κατατάσσονται και βάσει του αριθμού των πτερυγίων που διαθέτει η πτερωτή τους. Ως εκ τούτου οι ανεμογεννήτριες διαχωρίζονται σε πολυπτέρυγες, όπως οι παραδοσιακοί ανεμόμυλοι χαμηλών ταχυτήτων περιστροφής, και οι ολιγοπτέρυγοι που αποτελούν την πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών οριζοντίου και καθέτου άξονα, με αριθμό πτερυγίων που κυμαίνεται από ένα έως τρία πτερύγια σε κάθε πτερωτή.

Τέλος μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των ανεμοκινητήρων είναι η παράμετρος στιβαρότητας "σ" (solidity) της κατασκευής, η οποία για μηχανές "οριζοντίου" άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{z * c * R}{\pi * R^2}$$

ενώ για μηχανές "κατακόρυφου" άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{z * c *}{R}$$

όπου

- "z" Ο αριθμός των πτερυγίων της πτερωτής,
- "R" η ακτίνα της πτερωτής και
- "c" η χορδή (πλάτος) των πτερυγίων της πτερωτής.

Η παράμετρος στιβαρότητας δίνει το λόγο του εμβαδού όλων των πτερυγίων, προς το εμβαδόν της επιφάνειας που διαγράφουν τα πτερύγια κατά την περιστροφής τους.

Κατά κανόνα οι ανεμογεννήτριες μεγάλης στιβαρότητας είναι μηχανές "αργόστροφες", αποδίδοντας τη μέγιστη ισχύ τους σε χαμηλές τιμές της παραμέτρου περιστροφής "λ", έχουν σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης, ενώ είναι ανθεκτικές με ελάχιστες ανάγκες συντήρησης. Επιπλέον χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλες δυνάμεις στα πτερύγια και συνεπώς μεγάλη ροπή στον άξονα περιστροφής, ξεκινούν μόνες τους όταν αρχίζει να φυσάει ο άνεμος, είναι κατάλληλες για αγροτικές χρήσεις (π.χ. άντληση νερού) και στηρίζονται σε σχετικά απλή τεχνολογία.

Αντίθετα, οι ανεμογεννήτριες μικρής στιβαρότητας είναι μηχανές "πολύστροφες", αποδίδοντας τη μέγιστη ισχύ τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου "λ", διαθέτουν σχετικά μεγάλο βαθμό απόδοσης, είναι πλέον ευπαθείς από τις μηχανές μεγάλης στιβαρότητας και χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρές δυνάμεις στα πτερύγια και περιορισμένη ροπή στον άξονά τους. Επίσης, οι μηχανές αυτές απαιτούν κάποτε εξωτερική βοήθεια για να

ξεκινήσουν, είναι κατάλληλες για ηλεκτροπαραγωγή και θεωρούνται προϊόντα αρκετά υψηλής τεχνολογίας, ιδιαίτερα οι μεγαλύτερες από αυτές. [6]

4.3 Επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών

Σε γενικές γραμμές η επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας παρουσιάζει τα ίδια προβλήματα με την επιλογή θέσης εγκατάστασης οποιουδήποτε συστήματος παραγωγής ενέργειας. Διαφέρει όμως σ' ένα βασικό σημείο: είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η καθαρή παραγωγή ενέργειας ή το κατά προσέγγιση κόστος αυτής, αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Η συμπεριφορά του ανέμου σε μία θέση, είναι αυτή που καθορίζει και τη λειτουργική συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας. Έτσι, η οικονομική βιωσιμότητα μιας συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας, σ' ένα συγκεκριμένο τόπο δεν μπορεί να προβλεφθεί χωρίς την ακριβή γνώση της συμπεριφοράς του ανέμου στη θέση αυτή. Επομένως, η ένταση του ανέμου και οι διακυμάνσεις στο μέτρο και τη διεύθυνση είναι οι βασικές παράμετροι για την επιλογή της θέσης της ανεμογεννήτριας όχι όμως και οι μοναδικές. Ανεμογεννήτριες τοποθετημένες σε βιώσιμες θέσεις πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Η παραγωγή ενέργειας να είναι συμφέρουσα οικονομικά (το κόστος της παραγόμενης KWh να είναι μικρό).
- Η εγκατάσταση να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας να είναι συμβατή με τη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.
- Να έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό της ανεμογεννήτριας οι πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες της συγκεκριμένης θέσης (παγετοί, εξαιρετικά ισχυροί άνεμοι κλπ.).
- Η επιλεγμένη θέση να είναι αποδεκτή από το κοινό.

Η διαδικασία επιλογής θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχής, όταν είναι δυνατός, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο προσδιορισμός περιοχής με υψηλό αιολικό δυναμικό. Έπειτα, αφού γίνει προσεκτικός έλεγχος της περιοχής αυτής, επιλέγονται οι θέσεις που ικανοποιούν τις υπόλοιπες παραμέτρους που απαριθμήθηκαν προηγουμένως.

Ένας πρωταρχικός παράγοντας που σχετίζεται με την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης είναι το μέγεθος και οι περιοδικές διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου. Η συμπεριφορά όμως του ανέμου κοντά στην επιφάνεια της γης είναι περίπλοκη και η ταχύτητα του μπορεί να μεταβληθεί απότομα, τόσο στο οριζόντιο όσο και στο κατακόρυφο επίπεδο. Οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για να ανάγουμε υπάρχοντα δεδομένα, σε θέσεις που μας ενδιαφέρουν δεν είναι ακριβείς. Έτσι, δεν μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα δίκτυο μετρήσεων ταχυτήτων του ανέμου που να μπορεί να μας δώσει το αιολικό δυναμικό σε κάθε θέση μιας μεγάλης περιοχής. Επίσης οι μετρήσεις χρειάζονται χρόνο και χρήματα να πραγματοποιηθούν.

Η πιο πρακτική λύση στο πρόβλημα επιλογής θέσης ανεμογεννήτριας, είναι να χρησιμοποιήσουμε υπάρχουσες πληροφορίες για τον προσδιορισμό περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό, τέτοιο που να δικαιολογεί την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης. Έπειτα, μέσα στις περιοχές αυτές, επιλέγονται τοποθεσίες στις οποίες η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας είναι πρακτικώς εφικτή. Τέλος εκτελούνται μετρήσεις των ανέμων στις συγκεκριμένες πλέον θέσεις.

Παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή τοποθεσίας εγκατάστασης ανεμοκινητήρα

Το να προσδιορίσουμε μια τοποθεσία στην οποία πνέουν δυνατοί άνεμοι, δεν σημαίνει ότι βρήκαμε και τη βέλτιστη θέση για την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας. Πολλές και σημαντικές είναι οι επιμέρους παράμετροι, που πρέπει να έχει υπόψη του ο μηχανικός, προκειμένου να καταλήξει στην επιλογή της οριστικής θέσης εγκατάστασης. Και η επιλογή αυτή θα είναι η βέλτιστη, μόνον εφόσον γίνει σωστή και λεπτομερής αξιολόγηση των παραμέτρων τούτων.

Οικονομική αξία

Ο σημαντικότερος στόχος μιας ανεμογεννήτριας είναι να μειώσει το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας γι' αυτό η οικονομική βιωσιμότητα είναι η πρωταρχική ιδιότητα για την αποδοχή ή όχι μιας θέσης. Επειδή η ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια μόνο όταν φυσάει άνεμος, χρησιμοποιείται συνήθως σαν εξοικονομητής καυσίμου.

Έτσι, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας ποικίλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την εποχή του έτους. Για να κρίνουμε επομένως την οικονομική βιωσιμότητα μιας θέσης ανεμογεννήτριας, χρειαζόμαστε πληροφορίες για το μέγεθος και τις διακυμάνσεις του ανέμου μέσα σ' ένα έτος.

Ένας άλλος οικονομικός παράγοντας πρωταρχικού ενδιαφέροντος είναι το κόστος εγκατάστασης. Τούτο είναι αισθητά μειωμένο αν η εγκατάσταση γίνει κοντά σε υπάρχοντες δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Επιδράσεις στο περιβάλλον

Γενικά, οι επιδράσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον είναι πολύ μικρές. Ωστόσο, σε ορισμένες μεμονωμένες περιπτώσεις μπορεί η ανεμογεννήτρια να έχει αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον. Οι επιδράσεις που ενδιαφέρουν περισσότερο είναι:

1. Οπτικοαισθητική επίδραση

Η εγκατάσταση μιας τεράστιας ανεμογεννήτριας σε μία όχι και τόσο ανοιχτή περιοχή δημιουργεί άσχημη οπτική εντύπωση. Αντίθετα η εγκατάσταση της ίδιας ανεμογεννήτριας σε μία αχανή έκταση περνάει σχεδόν απαρατήρητη.

2. Ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση

Το πρόβλημα της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.

3. Γενικοί κανονισμοί και περιορισμοί στη χρησιμοποίηση της γης

Όταν προσπαθούμε να βρούμε κατάλληλες θέσεις για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών, πρέπει να έχουμε υπόψη μας κανονισμούς και νόμους που πιθανόν να εμποδίζουν τη χρησιμοποίηση γης για εγκατάσταση μεγάλων ανεμογεννητριών. Τέτοιοι νόμοι μπορεί να είναι σχετικοί με την προστασία του περιβάλλοντος, με την προστασία ιστορικών μνημείων και άλλων αρχαιολογικών χώρων .

4. Μετεωρολογικά προβλήματα

Κατά την επιλογή θέσεων για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών πρέπει να ληφθούν υπόψη πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες. Ορισμένες απ' αυτές μπορεί πράγματι να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές στην κατασκευή. Άλλες πάλι απλώς επηρεάζουν το κόστος συντήρησης και τη διάρκεια ζωής της μηχανής.

5. Παγετός

Η δημιουργία παγετού μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία ανεμογεννήτριας με διάφορους τρόπους. Πρώτα απ' όλα η επικάθηση στις κατασκευές αυξάνει τα στατικά και δυναμικά τους

φορτία. Ως εκ τούτου, όλα τα συστήματα της ανεμογεννήτριας και οι γραμμές μεταφοράς πρέπει να έχουν υπολογιστεί ώστε να αντέχουν αυτά τα φορτία. Όταν επικάθηνται σημαντικές ποσότητες πάγου στα πτερύγια, εκτός του ότι αυξάνεται το φορτίο τους, υπάρχει και ο κίνδυνος να εκτοξευθεί κάποιο κομμάτι πάγου καθώς τα πτερύγια στρέφονται. Σε περίπτωση λοιπόν παγετού θα πρέπει να σταματάμε τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας και να καθαρίζουμε τα πτερύγια. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν η περιοχή που έχουμε επιλέξει εμφανίζει συχνά φαινόμενα παγετού. Ακόμα υπάρχει ο κίνδυνος, με το πάγωμα των ανεμόμετρων, να χαλάσουν τα συστήματα ελέγχου της ανεμογεννήτριας. Καλό είναι λοιπόν κατά την εκλογή θέσης ανεμογεννήτριας να εκτιμάται από μετεωρολόγο η πιθανότητα και η συχνότητα εμφάνισης παγετών.

Πρέπει να αποφεύγεται επίσης η επιλογή περιοχών που παρουσιάζουν υπερβολικές χιονοπτώσεις, γιατί αυξάνεται σημαντικά το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της ανεμογεννήτριας, ιδιαίτερα όταν η περιοχή αποκλείεται συχνά από τα χιόνια.

6. *Υπερβολικά ισχυροί άνεμοι*

Η συχνότητα με την οποία παρουσιάζονται θυελλώδεις άνεμοι σε μία περιοχή, καθώς και η έντασή τους, μπορεί να υπολογιστεί από υπάρχοντα κλιματολογικά δεδομένα. Αυτή η πληροφορία είναι χρήσιμη για το σχεδιασμό κατάλληλης ανεμογεννήτριας που να λειτουργεί όταν επικρατούν τέτοιοι θυελλώδεις άνεμοι. Βλέπουμε λοιπόν ότι ανάλογα με τη θέση που επιλέγουμε μεταβάλλεται και ο τύπος της ανεμογεννήτριας που θα εγκαταστήσουμε. Επομένως μεταβάλλεται το κόστος κατασκευής αλλά και το κόστος της παραγόμενης ενέργειας.

7. *Τύρβη*

Σε μία τυρβώδη ροή, το άνυσμα της ταχύτητας σε κάθε σημείο του ρευστού, υφίσταται διακυμάνσεις στο μέτρο και τη διεύθυνση. Αυτές οι διακυμάνσεις εκτείνονται σε μέγεθος και διάρκεια και μπορεί να προκαλέσουν κόπωση της κατασκευής.

Η τύρβη μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής ή το κόστος συντήρησης της μηχανής. Οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι η τύρβη σε ροή πάνω από τραχύ, ανώμαλο έδαφος (βουνά, κοιλάδες, λόφοι κλπ.) είναι διαφορετική από αυτήν που παρατηρείται στη ροή πάνω από επίπεδο, ομαλό έδαφος. Ωστόσο υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα που να αποσαφηνίζουν αυτές τις διαφορές.

Η μεγάλη πλειοψηφία των μετρήσεων έχει γίνει πάνω από επίπεδο έδαφος, όπου μπορούν να αναπτυχθούν απλές θεωρίες για να περιγράψουν τη συμπεριφορά της ροής. Αλλά και αν είχαμε μετρήσεις της τύρβης πάνω από ανώμαλο έδαφος, θα ήταν δύσκολο να εκτιμήσουμε την επίδρασή της στη διάρκεια ζωής και το κόστος συντήρησης της μηχανής. Κάτι τέτοιο απαιτεί περισσότερη εμπειρία, από τη λειτουργία μεγάλης ποικιλίας ανεμογεννητριών κάτω από ένα ευρύ φάσμα κλιματολογικών και τοπογραφικών συνθηκών.

Προς το παρόν, θα ήταν επιθυμητό, να διαλέγουμε θέσεις με όσο το δυνατό χαμηλότερο επίπεδο τύρβης.

8. *Υλικά μεταφερόμενα από τον αέρα*

Ανεμογεννήτριες που πρόκειται να εγκατασταθούν σε παραθαλάσσιες περιοχές υπόκεινται σε διάβρωση επειδή ο αέρας σ' αυτές τις περιοχές περιέχει σημαντικές ποσότητες αλάτων. Πρέπει λοιπόν ορισμένα τμήματα της κατασκευής να προστατευθούν ώστε να διαθέτουν αντισκωρική προστασία.

Αν μια ανεμογεννήτρια είναι τοποθετημένη σε άγονη περιοχή, είναι πιθανό ο αέρας να μεταφέρει επάνω της σκόνη, άμμο, ψιλό χαλίκι κλπ. Τέτοια τραχιά υλικά μπορούν να προξενήσουν ζημιές στα πτερύγια, τα προστατευτικά καλύμματα, τα λιπαντικά και αλλού. Προκειμένου να επιτύχουμε ικανοποιητική συντήρηση της μηχανής κάτω από τέτοιες

συνθήκες, απαιτούνται σχεδιαστικές τροποποιήσεις και ειδικές διαδικασίες συντήρησης. Τέτοιες διαδικασίες και τροποποιήσεις αυξάνουν το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

9. Η σταθερότητα των ανέμων

Οι διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου κατά το χρονικό διάστημα μιας ώρας, σαφώς επηρεάζουν τη λειτουργία της μηχανής, ενώ μπορούν να επιδράσουν και στη διάρκεια ζωής της. Αλλά και οι αλλαγές στην κατεύθυνση του ανέμου, στη διάρκεια μιας ώρας, επηρεάζουν τη λειτουργία και τη συμπεριφορά της μηχανής. Μια μελέτη της NASA πάνω στο μοντέλο Ανεμογεννήτριες Clayton MOD-OA έδειξε ότι με την περιστροφή της μηχανής γύρω από τον κατακόρυφο άξονά της (yawing), προκειμένου αυτή να παρακολουθεί τις αλλαγές της κατεύθυνσης του ανέμου, αναπτύσσονται σημαντικά καμπτικά φορτία στα πτερύγια της μηχανής.

Είναι πολύ νωρίς να πούμε τι επίδραση έχει στη διάρκεια ζωής της μηχανής η συχνή περιστροφή της γύρω από τον κατακόρυφο άξονά της. Είναι όμως φανερό ότι η λειτουργία μιας μηχανής σε μια θέση που παρουσιάζει συχνές αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου θα είναι μειονεκτικότερη μιας άλλης που είναι τοποθετημένη σε περιοχή με με σταθερότερους ανέμους.

Ένα άλλο ενδιαφέρον αιολικό χαρακτηριστικό είναι η διαχρονική μεταβλητότητα δηλαδή η μεταβολή των αιολικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής από χρόνο σε χρόνο. Βέβαια οι από χρόνο σε χρόνο μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι συνήθως πολύ μικρότερες από τις εποχιακές ή ημερήσιες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου έτους. Όμως η διαχρονική μεταβλητότητα επηρεάζει οπωσδήποτε το μέσο κόστος της ενέργειας που παράγεται καθόλη τη διάρκεια ζωής της μηχανής. Ας μη ξεχνάμε ότι η μέση διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας είναι 20 χρόνια, διάστημα μέσα στο οποίο η διαχρονική μεταβλητότητα μπορεί να είναι σημαντική. Έτσι, η διαχρονική μεταβλητότητα μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη αν οι αποφάσεις για την επιλογή τοποθεσίας στηριχτούν σε δεδομένα ενός «άσχημου ή πολύ καλού αιολικού έτους».

10. Αποδοχή από την πλευρά του κοινού

Σε τελευταία ανάλυση, η επιτυχής επιλογή μιας τοποθεσίας για την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την αποδοχή της από την κοινή γνώμη. Το κοινό πρέπει να νιώσει ότι τα έργα υποδομής που θα γίνουν για την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας δεν θα αλλοιώσουν το τοπίο και η ανεμογεννήτρια που θα εγκατασταθεί θα ταιριάζει με το σκηνικό των γύρω περιοχών. Η στάση του κοινού επηρεάζεται τόσο από τις αντιλήψεις του για τις ανεμογεννήτριες γενικά, όσο και από τις αντιλήψεις του για τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας στην συγκεκριμένη θέση.

Προς το παρόν οι αντιλήψεις του κοινού για τις ανεμογεννήτριες είναι θετικότερες αφού αυτές δεν μολύνουν το περιβάλλον, χρησιμοποιούν σαν πρώτη ύλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και εξοικονομούν καύσιμα.

Τελειώνοντας να αναφέρουμε ότι όλες σχεδόν οι παράμετροι που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν επίδραση στην οικονομική βιωσιμότητα της όλης κατασκευής γι' αυτό και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών.

Θα πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι υπάρχει πάντα το στοιχείο του ρίσκου στην εκλογή θέσεων ανεμογεννητριών. Τα μετεωρολογικά φαινόμενα βρίσκονται σε μία κατάσταση διαρκούς μεταβολής. Όσο προσεκτικές μετρήσεις και αν έχουμε πάρει, όσο κι αν έχουν γίνει σοβαρές μελέτες των τοπογραφικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής, είναι πιθανό η απόφαση που θα παρθεί για τη θέση της εγκατάστασης να μην είναι η ορθή. Η πιθανότητα όμως αυτή είναι μικρή, σκοπός μας δε είναι να την εξαλείψουμε. [7]

Κεφάλαιο 5^ο

Ο θόρυβος

5.1 Εισαγωγή

Το πρόβλημα του θορύβου αποτελεί ίσως τη μόνη πραγματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την ύπαρξη των Αιολικών Μονάδων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολλών μηχανών μεγάλων διαστάσεων. Βέβαια, στο σημείο αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων γίνεται κυρίως σε απομονωμένες περιοχές, ενώ ο προσεκτικός σχεδιασμός των σύγχρονων μηχανών έχει περιορίσει στο ελάχιστο τόσο τον αεροδυναμικό όσο και κάθε άλλο ηλεκτρομηχανολογικό θόρυβο .

Εν γένει ο μηχανικός θόρυβος προξενεί τη μεγαλύτερη όχληση σε ανεμογεννήτριες μικρού ή μεσαίου μεγέθους ($\leq 200\text{kW}$), ενώ στις μεγαλύτερες μηχανές ο μηχανικός θόρυβος είναι σημαντικά μικρότερης έντασης από το συνολικά μετρούμενο θόρυβο (έως και 10dB).

Κύριες πηγές μηχανικού θορύβου είναι το κιβώτιο μετάδοσης, η ηλεκτρογεννήτρια και τα έδρανα στήριξης. Η αντιμετώπιση του μηχανικού θορύβου γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Ο μηχανικός θόρυβος στην πηγή μειώνεται είτε με επέμβαση στα στοιχεία που θορυβούν (π.χ χρησιμοποιώντας οδοντωτούς τροχούς στο κιβώτιο μετάδοσης με πλάγια οδόντωση αντί ευθείας οδόντωσης) είτε με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης, ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται και στη διαδρομή του χρησιμοποιώντας ηχομονωτικά πετάσματα καθώς και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Τέλος, σημαντική μείωση του μηχανικού θορύβου επιτυγχάνεται με τη μείωση των εξαρτημάτων που «θορυβούν», π.χ. κατάργηση του κιβωτίου μετάδοσης.

Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά το στάδιο του σχεδιασμού και κατασκευής της μηχανής, αποτελείται δε από το θόρυβο περιστροφής και το θόρυβο τύρβης. Ο θόρυβος περιστροφής περιλαμβάνει όλους τους θορύβους οι οποίοι έχουν διακριτές συχνότητες και παράγονται σε πολλαπλάσιες αρμονικές της συχνότητας της διέλευσης των πτερυγίων, (δηλαδή το γινόμενο του αριθμού των πτερυγίων επί την τιμή της γωνιακής ταχύτητας). Η στάθμη του θορύβου περιστροφής αυξάνεται με τη διάμετρο, τη μείωση του αριθμού των πτερυγίων, τη μεγαλύτερη ταχύτητα των ακροπτερυγίων και την αεροδυναμική φόρτιση των πτερυγίων (αύξηση απορροφούμενης ισχύος). Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι αθόρυβες και γίνονται ακόμα πιο αθόρυβες και για να το κατανοήσουμε αυτό είναι χρήσιμο να γνωρίσουμε κάποια πράγματα για τη φυσική και τη μεθοδολογία του ήχου.

Ο ήχος μετριέται σε dB σε λογαριθμική κλίμακα. Το dB είναι ένα μέτρο του επιπέδου πίεσης του ήχου. Το μέγεθος της πίεσης που προκαλεί (ποικίλει στον αέρα) μια αύξηση 3 dB είναι ίση με διπλασιασμό της πίεσης του ήχου επομένως υπάρχει μια αισθητή αλλαγή στο επίπεδο του ήχου. Μια αύξηση 10 dB ακούγεται σαν διπλασιασμός της ηχηρότητας. Μετρήσεις περιβαλλοντολογικού ήχου γίνονται σε dB περιλαμβανομένου μιας διόρθωσης και της ευαισθησίας του ανθρώπινου αυτιού. Επίσης, η μέτρηση του ήχου απαιτεί κάποιους επιπρόσθετους παράγοντες όπως είναι ο τύπος της αναπαράστασης και ο χρόνος στον οποίο ο ήχος μετριέται τυπικά (1 λεπτό, 10 λεπτά ή 1 ώρα)

Παράλληλα ο θόρυβος τύρβης συνδέεται με το στροβιλισμό στο χείλος εκφυγής των ακροπτερυγίων αλλά και με το γενικό πεδίο τύρβης πίσω από την πτερωτή. Για να μειωθεί ο θόρυβος τύρβης πρέπει να ελαττωθεί η ταχύτητα των ακροπτερυγίων, περιορίζοντας ταυτόχρονα την αποδιδόμενη αιολική ισχύ.

Κάνοντας το σχέδιο μιας αεροτομής δίνεται προσοχή σε οποιοδήποτε ήχο μπορεί να ακουστεί κοντά σε σπίτια έξω και στο εσωτερικό τους είναι πιθανόν το επίπεδο να είναι πολύ χαμηλό ακόμα και με ανοιχτά παράθυρα. Το πιθανό αποτέλεσμα του ήχου υπολογίζεται

συνήθως με την πρόβλεψη των ήχων οι οποίοι θα παραχθούν όταν φυσάει αέρας από τις Ανεμογεννήτριες προς τα σπίτια (συντηρητική υπόθεση). Ο ήχος του κινητήρα αυξάνεται ελαφρώς με τη ταχύτητα του ήχου, ο ήχος του αέρα στα κοντινά σπίτια, στα γύρω δένδρα και πάνω από τη περιοχή αυξάνεται επίσης με την ταχύτητα του αέρα, αλλά με μια ταχύτερη συχνότητα και έτσι συχνά καλύπτει τον ήχο του κινητήρα..

Πριν 10 χρόνια οι ανεμογεννήτριες ήταν πιο ηχηρές (στον ήχο) από ότι σήμερα.. Μεγάλη προσπάθεια έχει γίνει για τη δημιουργία της τωρινής παραγωγής αθόρυβων μηχανών μέσα από λεπτομερή παρατήρηση του σχεδίου των πτερυγίων και το μηχανικών μερών της μηχανής. Σαν αποτέλεσμα, ο ήχος δεν αποτελεί πρόβλημα στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες που τοποθετούνται προσεκτικά..

Οι σύγχρονες Ανεμογεννήτριες ισχύος 600 - 1000 KW «παράγουν» ήχο έντασης περίπου 40 dB σε απόσταση 600m. Ο ήχος των 34 dB ισοδυναμεί με αυτόν που ακούγεται από ένα σπουργίτι σε απόσταση περίπου 20 μέτρων ή σε ένα ήσυχο σπίτι όπου δεν ακούγονται συνομιλίες ή σε ένα γραφείο που εργάζεται ένας άνθρωπος χωρίς να μιλάει.

5.2 Το λογισμικό mrv

Το λογισμικό mrv που αναπτύχθηκε από τον Βασίλη Φασουλά στο Εργαστήριο αιολικής ενέργειας ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης , χρησιμοποιεί τις εξισώσεις που προκύπτουν από τους κανονισμούς VDI 2714 / VDI 2720 και ISO 9613 που αφορούν την διάδοση του ήχου . Σποκος του είναι να υπολογίσει το επίπεδο του θορύβου που αντιλαμβάνεται ένας άνθρωπος που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από το αιολικό πάρκο . (Σχημα 5.1)



Σχημα 5.1

Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος , είμαστε ικανοί να εκτιμήσουμε το αν θα επηρεάζονται οι οικισμοί που είναι κοντά στο αιολικό πάρκο κατά τη φάση λειτουργίας του .

Μέρος 2^ο Οικονομοτεχνική Μελέτη

Στο πρώτο κεφάλαιο υπάρχει η παρουσίαση της περιοχής ενδιαφέροντος , στοιχεία για την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής , στοιχεία για τα αρχαιολογικά ευρήματα , η μελέτη αιολικού δυναμικού , η μελέτη θορύβου και η μελέτη τύρβης και διάτμησης .

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπάρχει μια πλήρης Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων όπως αυτή κατατίθεται στις αρμόδιες υπηρεσίες για την αδειοδότηση του Α/Π .

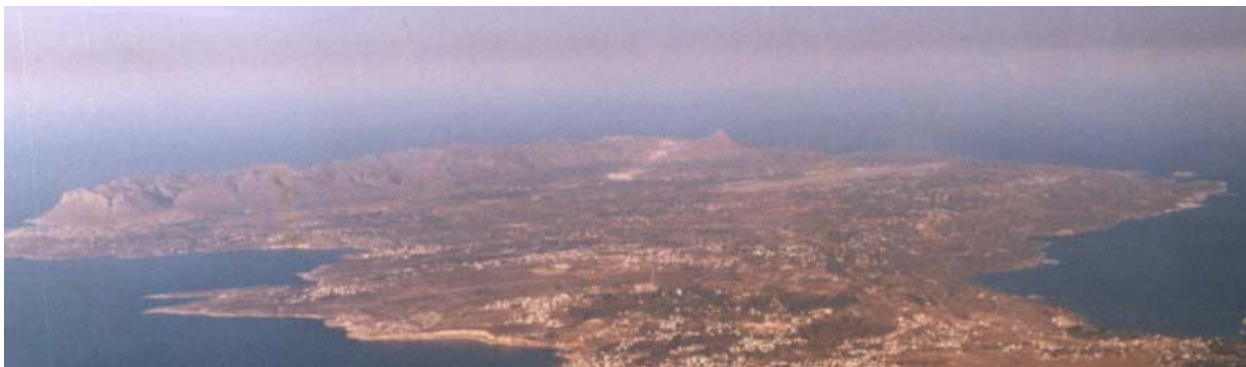
Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οικονομική μελέτη του αιολικού πάρκου η οποία περιλαμβάνει μερικούς βασικούς οικονομικούς ορισμούς που χρειάζονται για την αξιολόγηση της επένδυσης , τα βασικά οικονομικά στοιχεία του Α/Π καθώς και τους οικονομικούς δείκτες της επένδυσης .

Κεφάλαιο 1^ο

Το ακρωτήριο της Σούδας

1.1 Εισαγωγή

Το ακρωτήριο είναι η ιστορική χερσόνησος ανατολικά των Χανίων, τόπος συνδεδεμένος με τους απελευθερωτικούς αγώνες της Κρήτης. Το Ακρωτήριο σχηματίζει το φυσικό κόλπο της Σούδας, με ένα από τα μεγαλύτερα φυσικά λιμάνια της Ελλάδας. Αξιοθέατα του είναι οι τάφοι των Βενιζέλων με υπέροχη θέα στην πόλη των Χανίων, το μοναστήρι της Αγίας Τριάδας, ένα από τα λίγα στην Κρήτη που διατηρούν ακόμα τη μοναστική ζωή. και η Μόνη Γουβερνέτου



Εικόνα 1.1 Αεροφωτογραφία του Ακρωτηρίου από Νότιο-Δυτικά

1.2 Γενική περιγραφή της περιοχής

Η περιοχή ενδιαφέροντος βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της χερσονήσου του Ακρωτηρίου της στο Νομό Χανίων (Εικόνα 1.2). Πρόκειται για κοιλάδα με μικρές γενικά μορφολογικές κλίσεις γενικής κατεύθυνσης Ανατολής - Δύσης και ασβεστολιθικό υπόστρωμα. Αποτελείται από βραχώδεις ασβεστολιθικούς λόφους, ενώ σε μικρή σχετική απόσταση από το βόρειο όριο της ακολουθεί απότομη βραχώδης πλαγιά με κατάληξη την θάλασσα. Πρόκειται για ανοικτό γεωμορφολογικό σύστημα το οποίο απορρέει στο Κρητικό Πέλαγος.

Η περιοχή ενδιαφέροντος αποτελεί τμήμα της ευρύτερης περιοχής του ορεινού όγκου του Ακρωτηρίου και το μεγαλύτερο μέρος της είναι τελείως αθέατος από την υπόλοιπη περιοχή. Η προσπέλαση του πραγματοποιείται με μονοπάτι συνολικού μήκους 4 χλμ. περίπου.



Εικόνα 1.2
Το ακρωτήριο της Σούδας

Στο ασβεστολιθικό υπόστρωμα του τόπου η βλάστηση είναι κυρίως φρύγανα (5420) και υποβαθμισμένη μακκία *Quercus Coccifera* (5432) ως συνέπεια της εντατικής βόσκησης και δεν περιλαμβάνεται καμίας άλλης μορφής ενδιαίτημα από αυτά που αναφέρονται από το Natura 2000 για την ευρύτερη περιοχή και είναι:

- α. Φρύγανα με κυρίαρχα είδη *Sarcopoterium spinosum* (5420) και *Cistus spp* 45%
- β. Υποβαθμισμένα μακκία με *Quercus coccifera* (5332) και *Pistacia lentiscus* 25%
- γ. Βραχώδεις πλαγιές των μεσογειακών ακτών (1240) 6%
- δ. Ασβεστολιθικοί βράχοι (8217) 6%
- ε. Διαπλάσεις Ελιάς και Χαρουπιάς *olea and ceratonia* (9320) 3%
- στ. Μικροί χείμαρροι (3290)

Τα παραπάνω ενδιαίτηματα εκτός των ορίων του τόπου συναντώνται και στις θέσεις διέλευσης του μονοπατιού προσπέλασής του .

Επίσης νότια της οροθετημένης έκτασης και εκτός αυτής υπάρχουν δύο σπήλαια (8310), ο Αρκαλόσπηλιος αθέατο από τον συγκεκριμένο τόπο , και το σπήλαιο Θαφτό ή Χωστό στο νότιο πρηνές της κοιλάδας.

1.3 Χλωρίδα - Πανίδα

Χλωρίδα

Σύμφωνα με την έκθεση για το Natura 2000 η χλωρίδα της περιοχής είναι αρκετά ενδιαφέρουσα και περιλαμβάνει εκτός από τα χαρακτηριστικά είδη των ενδιαιτημάτων και

είδη τα οποία βρίσκονται ή πρέπει να τεθούν σε ειδικό καθεστώς προστασίας.

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ 1 περιλαμβάνει τα φυτικά είδη που έχουν αναφερθεί στο Natura 2000 δίδοντας πληροφορίες για την εξάπλωση στην Κρήτη, ενδημισμό στην Κρήτη μόνο ή στην Ελλάδα, χρόνο άνθησης, περιγραφή βιοτόπου που φύονται και υψόμετρο, και παρατηρήσεις σύμφωνα με την έκθεση του Natura 2000.

Από την περιγραφή των βιοτόπων (ενδιαιτημάτων) διαφαίνεται ότι για κανένα από τα είδη η προτεινόμενη θέση δεν αποτελεί αποκλειστικό τόπο ενδιαιτήματος. Είναι όμως πιθανόν να απαντώνται στις βραχώδεις διαπλάσεις που βρίσκονται ανατολικά των ορίων της περιοχής ενδιαφέροντος.

Εξαιρέση αποτελεί η *Crepis pusilla* η οποία φύεται σε αργιλώδη και πετρώδη εδάφη και εγκαταλελειμμένες καλλιέργειες και μπορεί να υπάρχει και στον συγκεκριμένο τόπο.

Από τα 17 είδη που αναφέρονται στην ΠΙΝΑΚΑ 1.3 τα *Petromanula pinnata* και *Ebenus cretica* (Κρητικά ενδημικά) είναι ευρύτατα διαδεδομένα στους βραχώδεις τύπους ενδιαιτημάτων σε ολόκληρη την Κρήτη. Τα είδη *Campanula saxabilis* ssp *saxabilis*, *Crepis pusilla* και *Allium Circinnatum* ssp *circinnatum* έχουν πολύ περιορισμένο αριθμό πληθυσμών και πρέπει να τύχουν ιδιαίτερης προσοχής αν και τα βασικά ενδιαιτήματά τους βρίσκονται έξω από την περιοχή ενδιαφέροντος. Το *Campanula creutzburgii*, από το εύρος του υψόμετρου που εξαπλώνεται, πρέπει επίσης να βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή και όχι μέσα στην περιοχή ενδιαφέροντος.

Εν κατακλείδι, με την προϋπόθεση ότι το έργο θα γίνει με τις απαραίτητες προδιαγραφές σωστής κατασκευής και λειτουργίας δεν αναμένεται να απειλήσει τα συγκεκριμένα φυτικά είδη.

Όσον αφορά την διάνοιξη δρόμου πρόσβασης στην περιοχή, αυτός θα χωροθετηθεί και θα κατασκευασθεί έτσι ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο καταστροφές βραχωδών ενδιαιτημάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ, ΥΠΟΕΙΔΟΣ ¹	ΚΡΙΗΤΗ ²	ΑΡ. ΠΛ/ΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΙΗΤΗ ³	ΕΛΛΑΔΑ	ΑΝΘΗΣΗ	ΒΙΟΤΟΠΙΟΣ	ΥΨ/ΤΡΟ	ΠΑΡΑΤ/ΣΕΙΣ ⁴
1	Boraginaceae	<i>Symphytum creticum</i> πολυετές	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	19	Ενδημικό Πελοπόννησος, Κύθηρα, Ζάκυνθος	Μαρ.- Μάιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη σκιερά μέρη	0-800 μ.	σπάνιο
2	Campanulaceae	<i>Campanula creutzburgii</i> ετήσιο	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	15	-	Απρίλιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, φρύγανα	0-100 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Λεδομένων
3	Campanulaceae	<i>Campanula saxatilis</i> ssp. <i>saxatilis</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική	5	-	Απρ.- Μάιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, παλαιά κτίσματα	0-300 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Λεδομένων
4	Campanulaceae	<i>Petromarula pinnata</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	48	-	Απρ.- Μάιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη σκιερά μέρη, παλαιά κτίσματα	0-1200 μ.	κοινό

¹ Φυτικά είδη και υποείδη που αναφέρονται ως ιδιαίτερης σημασίας για την θέση Βόρειο Ακρωτήριο: Αγία Τριάς - Μονή Τζαγκαρόλων, Γκουβερνέτο, Καθολικό

² Αναφέρεται στην εξάπλωση των πληθυσμών

³ Αριθμός πληθυσμών που έχουν αναφερθεί σε επιστημονικές δημοσιεύσεις, εκτιμάται ότι μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερος όταν >15. Σημειώνεται όμως ότι δεν υπάρχει εκτίμηση για το μέγεθος του κάθε πληθυσμού

⁴ Σύμφωνα με το έντυπο του NATURA 2000

5	Caryophyllaceae	<i>Dianthus fruticosus</i> ssp. <i>creticus</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	15	-	Ιούν.- Νοεμ.	Ασβεστολιθικοί βράχοι	0-400 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Δεδομένων
6	Compositae	<i>Crepis pusilla</i> ετήσιο	Δυτική, Κεντρική	3	Ν. Ελλάδα Κάρπαθος, Καστελλόριζο	Μαρ.- Απρίλιος	Αργιλώδη εδάφη, πετρώδη εδάφη, εγκαταλειμμένες καλλιέργειες	200-700 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Δεδομένων
7	Compositae	<i>Crepis tymbakiensis</i> ετήσιο	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	20	Ενδημικό, Κάσος	Μάιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη μέρη, φρύγανα	0-1350 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Δεδομένων
8	Compositae	<i>Inula candida</i> ssp. <i>candida</i> πολυετές	Δυτική	24	Ενδημικό Πελοπόννησος, Κύθηρα	Μάιος- Απρ.	Ασβεστολιθικοί βράχοι	0-800 μ.	σπάνιο
9	Crassulaceae	<i>Sedum creticum</i> ετήσιο, διετές	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	19	Ενδημικό, Κάρπαθος	Μάιος- Απρ.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, γυμνά εδάφη	0-1600 μ.	κοινό
10	Gramineae	<i>Melica rectiflora</i> πολυετές	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	27	Ενδημικό Πελοπόννησος, Κάσος, Κάρπαθος, Κυκλάδες	Απρ.- Ιούλ.	Απόκριμες πλαγιές, πετρώδη εδάφη, δάση πλατάνου	0-2100 μ.	σπάνιο
11	Labiatae	<i>Origanum dictamnus</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	25	-	Ιούν.- Οκτ.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, φαράγγια, βραχώδη σκιερά μέρη	0-1900 μ.	92/43/ΕΟΚ, σπάνιο, μικρός πληθυσμός μη απομονωμένος σε μεγάλο βαθμό, μεγάλης σημασίας

Πίνακας 1.3

12	Leguminosae	<i>Ebenus creticus</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	46	-	Απρ.- Μάιος	Απόκριμνες πλαγιές, φρύγανα	0-800 μ.	σπάνιο
13	Leguminosae	<i>Securigera globosa</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	22	-	Απρ.-Ιούν.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, πετρώδεις εναποθέσεις χειμάρων	0-500 μ.	σπάνιο
14	Liliaceae	<i>Allium circinnatum</i> <i>spp. circinnatum</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	6	-	Απρίλιος	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη μέρη, φρύγανα	50-250 μ.	σπάνιο, Εθνικός Κόκκινος Κατάλογος Λεδομένων
15	Liliaceae	<i>Ornithogalum</i> <i>creticum</i> πολυετές	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	29	Ενδημικό, Κυκλάδες, Κάρπαθος	Απρ.-Ιούν.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη μέρη, φρύγανα	0-1500 μ.	σπάνιο
16	Scrophulariaceae	<i>Verbascum arcturus</i> πολυετές	Ενδημικό Δυτική, Κεντρική	25	-	Μάρ.- Μάιος.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, παλαιά κτίσματα	0-900 μ.	κοινό
17	Valerianaceae	<i>Valeriana asarifolia</i> πολυετές	Δυτική, Κεντρική, Ανατολική	30	Ενδημικό, Κάρπαθος	Μάρ.- Απρ.	Ασβεστολιθικοί βράχοι, βραχώδη σκιερά μέρη,	400-1300 μ.	κοινό

Πίνακας 1.3

Πανίδα

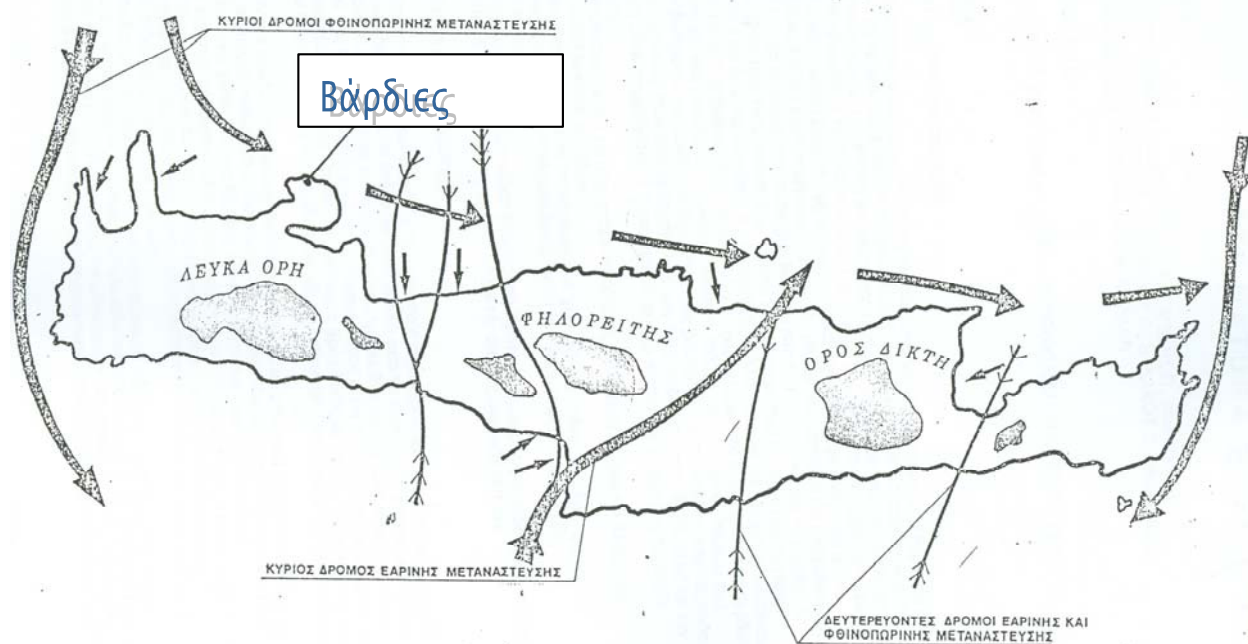
Τα στοιχεία πανίδας της περιοχής Βόρειο Ακρωτήριο, Αγία Τριάδα Μονή Τζαγκαρόλων, Γουβερνέτου έκτασης 1.300 εκταρ. όπου περιλαμβάνεται και η περιοχή ενδιαφέροντος και η θέση διέλευσης του δρόμου προσπέλασης, περιγράφονται στα στοιχεία του Natura.

Οι ορνιθολογικές αναφορές από το πρόγραμμα Corine επικεντρώνονται στην περιοχή του υγρότοπου του Σταυρού, εκτός δηλ. της περιοχής ενδιαφέροντος και περιλαμβάνουν τρία είδη μεταναστευτικών πουλιών που προστατεύονται σύμφωνα με την οδηγία 79/409 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ορνιθοπανίδα. Τα είδη αυτά είναι *Lanius Collurio*, *Lanius mitor* και *Philomachus Pugnax*.

Το κύριο χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής του Ορεινού Όγκου του Ακρωτηρίου, είναι ότι βρίσκεται στο δρόμο φθινοπωρινής μετανάστευσης της Ορνιθοπανίδας (100.40012368/1-7-86 και 54616/3093/1-7-76 Υπουργείο Γεωργίας) όπως φαίνεται στο σχημα 6.4 , και αυτός είναι και ο κύριος λόγος που έχει χαρακτηριστεί από το Υπουργείο Γεωργίας ως καταφύγιο θηραμάτων.

ΝΗΣΟΣ ΚΡΗΤΗ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΡΟΜΩΝ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗΣ ΠΟΥΛΙΩΝ



σχημα 1.4

1.4 Πολιτιστική Κληρονομία

Στην περιοχή ενδιαφέροντος ,όπως προκύπτει από σχετική έρευνα στις αρμόδιες αρχαιολογικές υπηρεσίες δεν υπάρχουν μνημεία ή αρχαιολογικοί χώροι. Νότια του χώρου και επί του μονοπατιού προσπέλασης , διατηρούνται τα ερείπια του παλαιού οικισμού Γκαλαγκάδω και η χαρακτηριστική εκκλησία - σπήλαιο του Αγίου Γεωργίου Απιδιώτη . Στην ευρύτερη δε περιοχή του οικισμού διατηρούνται υπολείμματα χαρακτηριστικών γεωργικών εγκαταστάσεων του παρελθόντος όπως στέρνες, μελισσόκηποι κ.λ.π. . Όλα τα παραπάνω στοιχεία υπάρχουν εκτός της περιοχής ενδιαφέροντος , και καθίστανται και αθέατα από το αιολικό πάρκο.

Σημαντική για το Νομό Χανίων πολιτιστική κληρονομιά αποτελεί ο άξονας των

μοναστηριών Αγίας Τριάδας, Κουμαρέ, Γουβερνέτου, Μονής Καθολικού, τα οποία συμπληρώνονται και με αξιόλογα φυσικά χαρακτηριστικά (χλωρίδα, πανίδα, Σπήλαια). Ο Άξονας αυτός είναι τελείως αθέατος από την περιοχή ενδιαφέροντος και σε απόσταση πολύ μεγαλύτερη από αυτή που προβλέπει ο Αρχαιολογικός Νόμος για την προστασία του.

1.5 Το ενεργειακό πρόβλημα στην Κρήτη

Από τη σελίδα της ΡΑΕ στο διαδίκτυο αναφέρονται οι εξής προβλέψεις για το ενεργειακό πρόβλημα στην Κρήτη, καθώς και βραχυπρόθεσμες προτάσεις για τη λύση του με ορίζοντα το 2005! Το κείμενο παρατίθεται αυτούσιο.



Υφιστάμενη κατάσταση και Προοπτική εξέλιξης του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης.

Οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της Κρήτης αυξάνονται με γρήγορους ρυθμούς ως αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης του νησιού. Η μέγιστη ζήτηση ισχύος έφτασε τα 420 MW το 2001 και η αντίστοιχη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 2.078.604 MWh.

Η ζήτηση αυξάνεται με ρυθμούς μεγαλύτερους από 6% το χρόνο. Μάλιστα, η αιχμή του φορτίου που συμβαίνει το καλοκαίρι αυξάνει ακόμα πιο γρήγορα. Έτσι, η μέγιστη ζήτηση του συστήματος της Κρήτης θα φτάσει το 2003 τα 540 MW και το 2005 στα 610 MW.

Το δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού σήμερα περιλαμβάνει:

- ατμοστροβιλικές μονάδες Μαζούτ στα Λινοπεράματα συνολικής ισχύος 105 MW, κατασκευασμένες την περίοδο από το 1965 μέχρι το 1981
- πετρελαϊκές μονάδες μαζούτ στα Λινοπεράματα συνολικής ισχύος 47 MW, κατασκευασμένες το 1989
- αεριοστροβιλικές μονάδες ντίζελ στα Λινοπεράματα ισχύος 30 MW, κατασκευασμένες τα έτη 1973-74
- αεριοστροβιλικές μονάδες ντίζελ στα Χανιά ισχύος 178 MW, κατασκευασμένες από το 1969 μέχρι το 1980, ενώ δύο από αυτές είναι πρόσφατες με έτος έναρξης το 1998.
- μονάδες συνδυασμένου κύκλου ισχύος 126 MW στα Χανιά, κατασκευασμένες το 1994

Η συνολική ισχύς των θερμικών μονάδων ανέρχεται στα 486 MW. Σε αυτά προστίθενται ακόμα 67 MW αιολικών και υδροηλεκτρικών μονάδων, για τις οποίες όμως δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η συνεχής και βέβαιη παραγωγή τους για κάλυψη φορτίου αιχμής, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ανέμου.

Επισημαίνεται ότι, για την κάλυψη των φορτίων αιχμής του συστήματος το 2001, μεταφέρθηκε ένας αεριοστρόβιλος από τη Ζάκυνθο ισχύος 16 MW και νοικιάστηκε άλλος ένας 21 MW.

Για την κάλυψη των άμεσων αναγκών του καλοκαιριού του 2002, η ΔΕΗ Α.Ε. προγραμματίζει κατασκευή αεριοστροβιλικής μονάδας στα Λινοπεράματα ισχύος 43 MW με καύσιμο ντίζελ και έτος έναρξης το 2002 και ίσως απόσυρση του νοικιασμένου αεριοστρόβιλου.

Επίσης η ΔΕΗ Α.Ε. κατασκευάζει δύο νέες μονάδες στον Αθρινόλακκο (νότιο-ανατολικό άκρο της Κρήτης) με καύσιμο μαζούτ και συνολική ισχύ περί τα 180 MW. Οι μονάδες θα ενταχθούν τα έτη 2004 και 2005, αν και φαίνεται ότι υπάρχουν κάποιες καθυστερήσεις.

Παράλληλα, βρίσκεται σε εξέλιξη ο διαγωνισμός για την εγκατάσταση μιας νέας μονάδας στο Ρέθυμνο, ισχύος 220 MW. Η μονάδα αυτή προκηρύχθηκε σύμφωνα με το άρθρο 11 του νόμου 2773/99 και θα κατασκευαστεί με τη μέθοδο BOO (Built Own and Operate). Οι διαδικασίες του διαγωνισμού, ο οποίος διεκπεραιώνεται από τη ΡΑΕ, προβλέπεται να ολοκληρωθούν το καλοκαίρι του 2002 και η ένταξη της μονάδας να πραγματοποιηθεί μέχρι το 2005.

Η νέα μονάδα στο Ρέθυμνο θα κατασκευαστεί σε θέση που υποδεικνύουν οι ιδιώτες που συμμετέχουν στο διαγωνισμό και η θέση εγκρίνεται από τη Νομαρχία. Το πιο πιθανό είναι η θέση να βρίσκεται στην ενδοχώρα, ώστε να αποφευχθούν οι προστριβές που δημιουργούνται με τις παραλιακές περιοχές. Επίσης να χρησιμοποιηθεί καύσιμο ντίζελ που είναι πιο φιλικό στο περιβάλλον από το μαζούτ και γίνεται αποδεκτό από τους κατοίκους. Για το λόγο αυτό προτείνεται από τη ΡΑΕ η άρση της φορολογίας στο ντίζελ για ηλεκτροπαραγωγή στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Μόλις εξασφαλιστεί η προοπτική της νέας μονάδας του Ρεθύμνου και αυτής του Αθρινόλακκου, θα μπορεί η μονάδα των Λινοπεραμάτων να λειτουργεί λιγότερες ώρες το χρόνο (μόνο στις αιχμές) και να μελετηθεί η σταδιακή μετατροπή της σε νέα καθαρή και σύγχρονη μονάδα. Παρόμοια μελέτη θα γίνει και για τα Χανιά..

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, η επάρκεια του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής του νησιού εξασφαλίζεται με την ένταξη των προβλεπόμενων νέων μονάδων **τουλάχιστον ως το 2005.**

1.6 Μελέτη αιολικού δυναμικού για το ακρωτήριο

1.6.1 Γενικά στοιχεία

Για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού και της Ενεργειακής Παραγωγής χρησιμοποιήθηκε μία χρονοσειρά 7 μηνών μετρήσεων από 8 μέτρο ανεμογράφο που βρίσκεται στον ευρύτερο χώρο του Πολυτεχνείου Κρήτης στο Ακρωτήριο (Φώτο 6.5)

1.6.2 Προσδιορισμός θέσης μετεωρολογικού σταθμού

Η θέση του ανεμογράφου προσδιορίστηκε και με GPS σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ87:

X=506219 , Y=3931457 και υψόμετρο 138μ.



Φώτο 1.5
Ανεμογράφος Πολυτεχνείου Κρήτης

1.6.3 Ανεμολογικά δεδομένα

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται (ανεμόμετρα και ανεμοδείκτες) είναι βαθμονομημένα από το ΚΑΠΕ και φέρουν τα κατάλληλα πιστοποιητικά . Οι μετρήσεις καλύπτουν χρονικό διάστημα 7 μηνών και το ύψος του ιστού είναι 8 μέτρα από το έδαφος. .Οι μετρήσεις συνεχίζονται κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης .

1.6.4 Εκτίμηση της τραχύτητας του εδάφους

Για την τραχύτητα του εδάφους έγινε προσέγγιση με επί τόπου στοιχεία. Για τον προσδιορισμό της λάβαμε υπόψιν την τυπική μορφολογία του Ελληνικού χώρου δηλαδή ορεινό βραχώδες τοπίο με θαμνώδη βλάστηση χωρίς δέντρα ή άλλα ογκώδη χαρακτηριστικά , καθώς και την μορφολογία της περιοχής ενδιαφέροντος . Από τις μελέτες που έχουν γίνει στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας , μια τέτοια μορφολογία εδάφους έχει κατά μέσο όρο τραχύτητα 0.03 έως 0.06 μέτρα. Η τιμή η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι 0.05 μέτρα

1.6.5 Υπολογισμός Αιολικού Άτλαντα και ενεργειακής παραγωγής

Η συνολική παραγωγή υπολογίζεται από το WAsP σε στο σύνολο των 11 ανεμογεννητριών. Χρησιμοποιούμε μια τυπική ανεμογεννήτρια Stall και μια Pitch .Και οι δυο έχουν ονομαστική ισχύ 1 MW. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του WasP .

Α/Γ τύπου Stall

Συνολική Ετήσια Παραγωγή Πάρκου	33950	MWh/Έτος
Παραγωγή ανά Ανεμογεννήτρια	$33950/11= 3086$	MWh/Ανεμογεννήτρια
Ετήσιες Ισοδύναμες Ώρες Παραγωγής	$3086/1 = 3086$	Ισοδύναμες Ώρες/ Έτος

A/Γ τύπου Pitch

Συνολική Ετήσια Παραγωγή Πάρκου	32401	MWh/Έτος
Παραγωγή ανά Ανεμογεννήτρια	$32401/11 = 2945$	MWh/Ανεμογεννήτρια
Ετήσιες Ισοδύναμες Ώρες Παραγωγής	$2945/1 = 2945$	Ισοδύναμες Ώρες/ Έτος

1.6.5.1 Συνοπτική παρουσίαση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν

Οι υπολογισμοί που έγιναν με τη χρήση του λογισμικού WaSP 7.3 ήταν η εκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού της εν λόγω περιοχής και ο υπολογισμός της Ετήσιας Παραγωγής Ενέργειας από τις 11 A/Γ

Τα δεδομένα που εισάγαμε στο WAsP είναι:

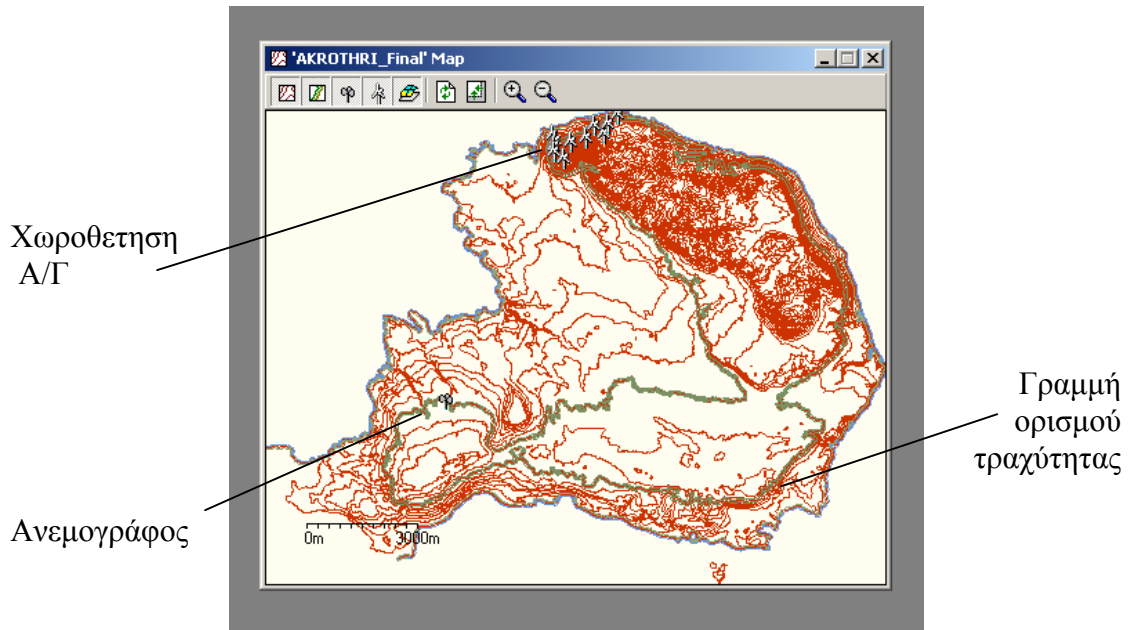
- Ο χάρτης σε format WAsP (.map) όπου έχουν επεξεργαστεί και έχουν οριστεί ισοϋψείς που ορίζουν την διαφορετική τραχύτητα δεξιά και αριστερά τους. Έτσι για την ισοϋψή γύρω από την κορυφογραμμή εγκατάστασης του ανεμογράφου ορίστηκε τραχύτητα $z=0.05 \mu$
- Ο Wind Atlas που περιέχει το Μετεωρολογικό σταθμό (ανεμογράφο) και δεδομένα των μετρήσεων.
- Η καμπύλη παραγωγής μιας τυπικής ανεμογεννήτριας stall 1MW και μιας τυπικής ανεμογεννήτριας pitch 1 MW σε πυκνότητα αέρα 1.225 kg/m^3 βάση της οποίας υπολογίστηκε η παραγόμενη ενέργεια.
- Και τέλος η χωροθέτηση του αιολικού πάρκου (wind farm) που περιέχει τις ακριβείς συντεταγμένες των A/Γ και δίνει την παραγόμενη ετήσια ενέργεια του πάρκου στα 55m από το έδαφος καθώς και αναλυτικά στοιχεία για κάθε A/Γ που έχουν να κάνουν με τη μέση ταχύτητα, σκίαση από γειτονικές A/Γ και απώλειες ανά περιοχή διεύθυνσης του ανέμου

Η εκτίμηση της Ετήσιας Παραγωγής Ενέργειας του Αιολικού Πάρκου έγινε λαμβάνοντας υπόψη και τις απώλειες λόγω σκίασης (wake effect losses), μεταξύ των A/Γ.

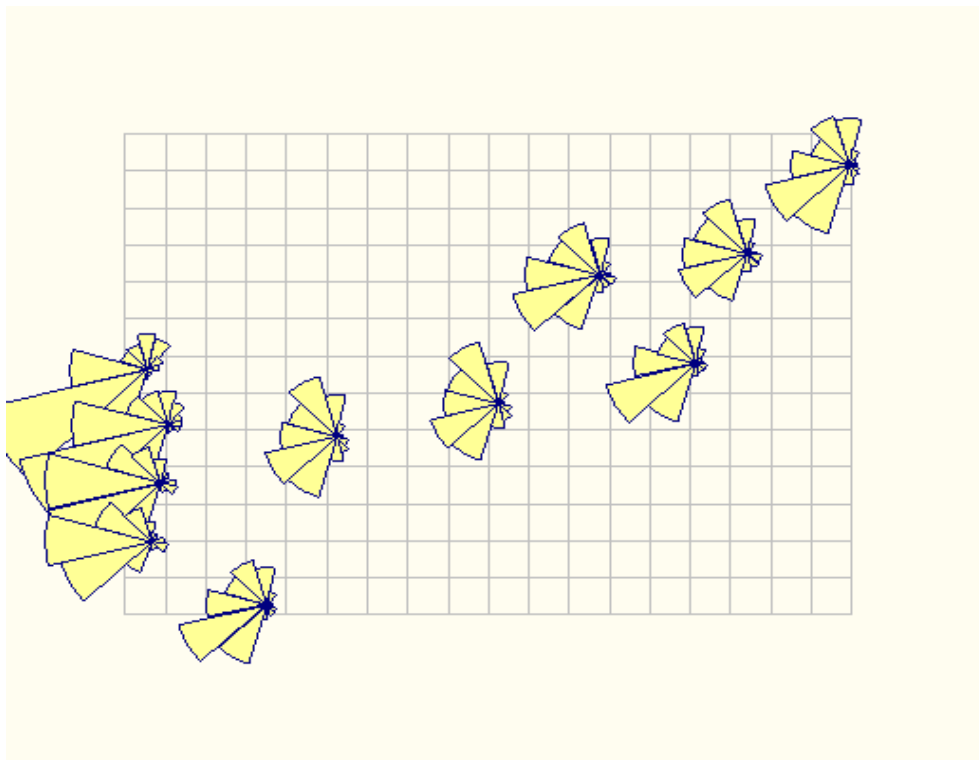
Χωροθέτηση αιολικού πάρκου στην περιοχή

Οι συντεταγμένες είναι σε σύστημα ΕΓΣΑ'87

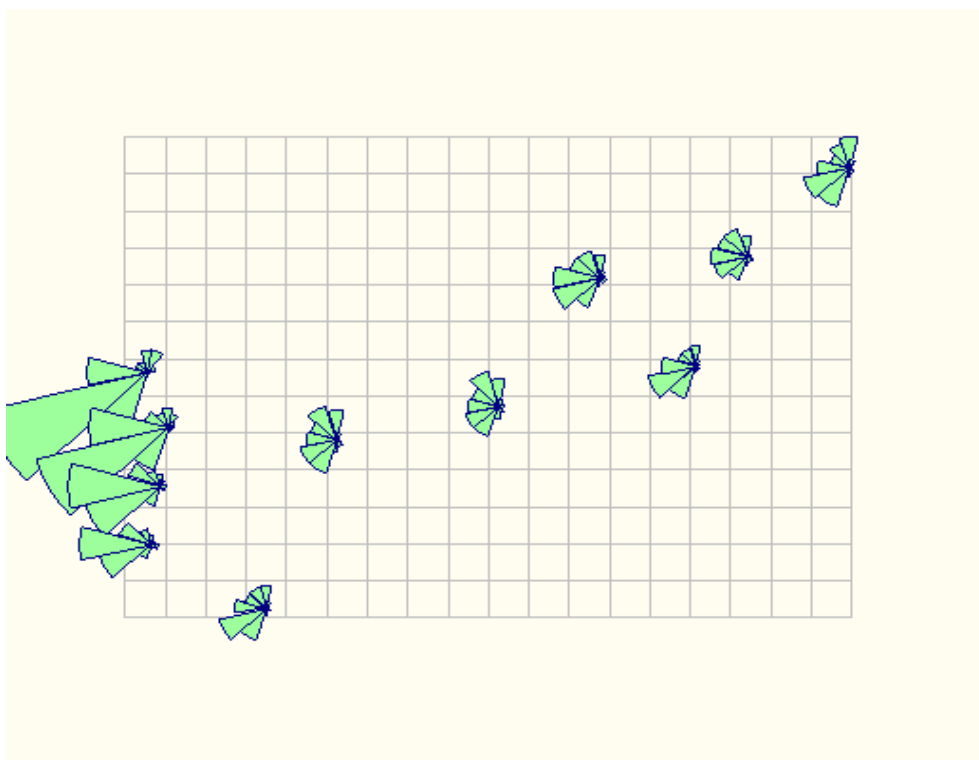
Label	x	y
A/Γ 01	509155	3938663
A/Γ 02	509207	3938515
A/Γ 03	509188	3938356
A/Γ 04	509166	3938198
A/Γ 05	509450	3938026
A/Γ 06	509624	3938482
A/Γ 07	510026	3938572
A/Γ 08	510277	3938919
A/Γ 09	510514	3938681
A/Γ 10	510642	3938977
A/Γ 11	510894	3939216



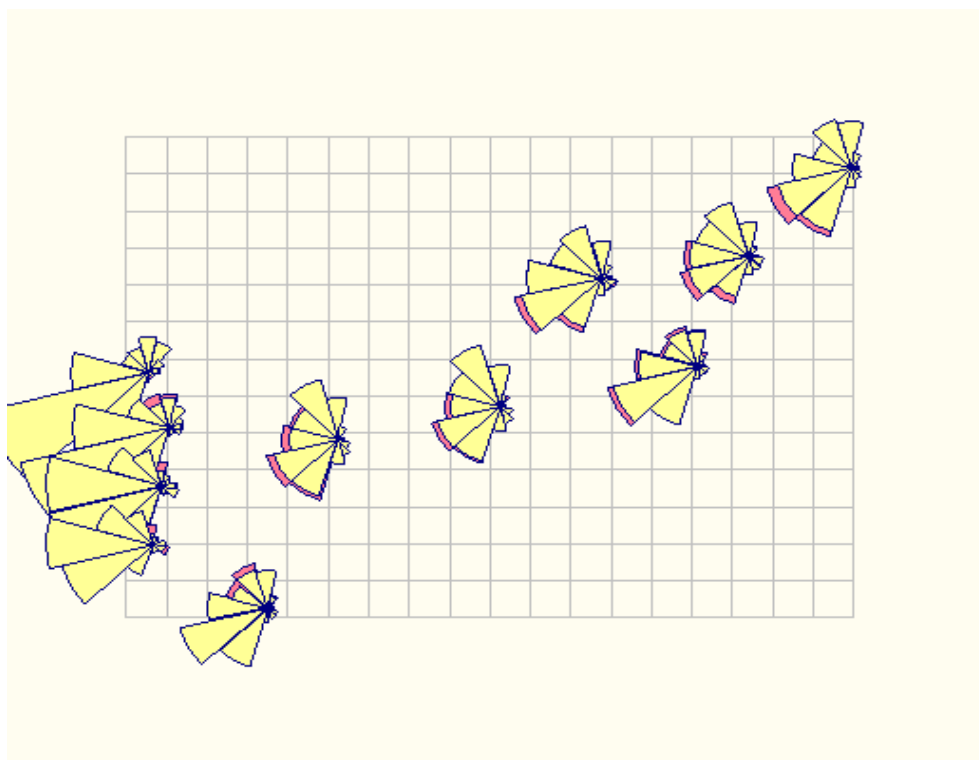
Σχημα 1.6
Χάρτης με τη χωροθετηση των Α/Γ και την θέση του ανεμογράφου



Εικόνα 1.7
Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



Εικόνα 1.8
Διάγραμμα ισχύος για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



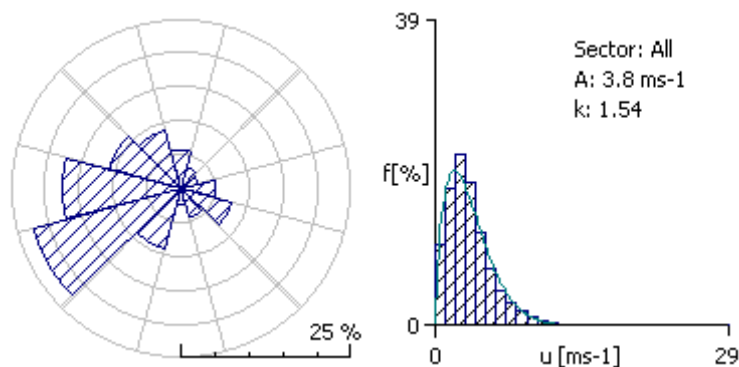
Εικόνα 1.9
Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας και απωλειών για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση

1.6.5.2 Στοιχεία Α/Π

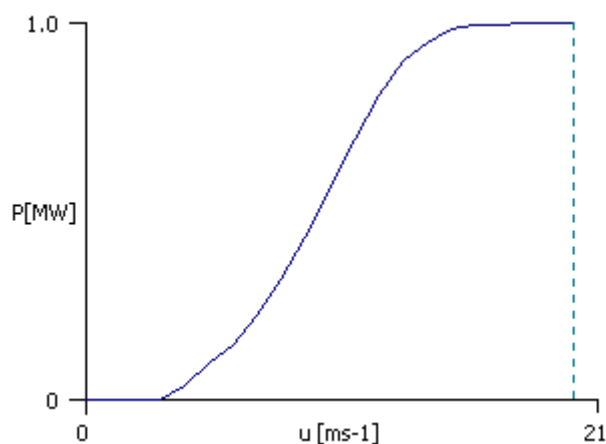
Αριθμός Ανεμογεννητριών	11	
Τύπος Ανεμογεννητριών	Stall	
Ισχύς Αιολικού Πάρκου	11	MW
Μέση Ταχύτητα Α.Π.	7,56	m/s
Ύψος μετρήσεων από το έδαφος	8	m
Συνολική παραγωγή ενέργειας	33950	MWh
Απώλειες Λόγω Σκίασης	1605	MWh

Αριθμός Ανεμογεννητριών	11	
Τύπος Ανεμογεννητριών	Pitch	
Ισχύς Αιολικού Πάρκου	11	MW
Μέση Ταχύτητα Α.Π.	7,64	m/s
Ύψος μετρήσεων από το έδαφος	8	m
Συνολική παραγωγή ενέργειας	32401	MWh
Απώλειες Λόγω Σκίασης	1367	MWh

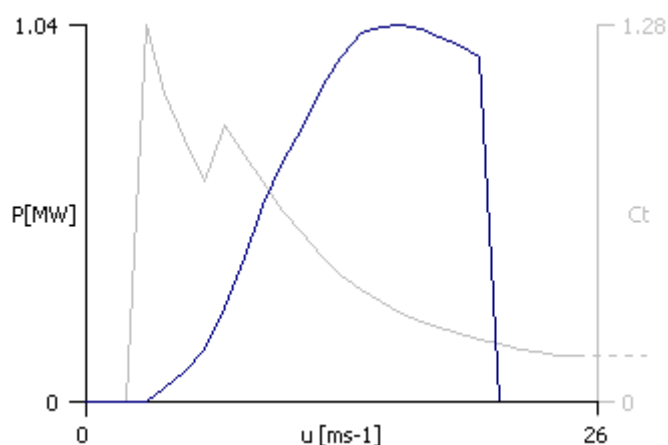
Τα ανεμολογικά δεδομένα δίνουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ανέμου:



Η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας που είναι και ο τύπος της μηχανής που πρόκειται να εγκατασταθεί στις εν λόγω περιοχές δίνεται παρακάτω.



Pitch Μηχανή



Stall Μηχανή

Στο παράρτημα στη θέση 10 , παρουσιάζονται αναλυτικοί πίνακες για κάθε A/Γ

Παρατηρήσεις

- Όπως βλέπουμε και από τις δυο καμπύλες , η A/Γ τύπου stall παράγει περισσότερη ενέργεια στις χαμηλές ταχύτητες σε σχέση με την A/Γ τύπου pitch . Ωστόσο η A/Γ τύπου pitch παράγει περισσότερη ενέργεια στις υψηλές ταχύτητες . Η τελική επιλογή τύπου A/Γ θα κριθεί στο στάδιο εφαρμογής της μελέτης και το κύριο κριτήριο θα είναι οι οικονομικές συμφωνίες που θα επιτευχθούν με τους κατασκευαστές των A/Γ.
- Στην διάθεση μας είχαμε και ένα άλλο σετ ανεμολογικών μετρήσεων για 25 χρόνια από έναν ανεμογράφο της EMY στο αεροδρόμιο της Σούδας . Προσομοίωση στο WASP με αυτά τα δεδομένα μας έδινε ταχύτητες κατά 1 m/s αυξημένες σε όλες τις θέσεις του πάρκου , δεδομένο μου μεταφράζεται σε αρκετά σημαντική αύξηση της προβλεπόμενης παραγωγής ενέργειας από το πάρκο . Ωστόσο η αβεβαιότητα των μετρήσεων (4 μετρήσεις ανά ημέρα) μας οδήγησε στο να επιλέξουμε τον ανεμογράφο του Πολυτεχνείου , ο οποίος έπαιρνε μετρήσεις ανά λεπτό. Συμπερασματικά , η σωστή προσέγγιση του μελετητή μηχανικού είναι να εγγυηθεί την ελάχιστη δυνατή παραγωγή ενέργειας , έτσι ώστε αν στο μέλλον επιβεβαιωθεί η πιο ευόπινη πρόβλεψη (EMY) , αυτή να είναι προς το συμφέρον του επενδυτή .

1.7 Μελέτη θορύβου για το Ακρωτήριο

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό mrv δημιουργούμε τον χάρτη θορύβου , έτσι ώστε να μπορούμε να καταλάβουμε αν θα υπάρχει πρόβλημα κατά τη φάση λειτουργίας του πάρκου . Όπως φαίνεται και στον χάρτη στο παράρτημα 6 , το αιολικό πάρκο θα προκαλέσει ελάχιστη ως μηδαμινή αύξηση της στάθμης του θορύβου στην ευρύτερη περιοχή .Στο χωριό Σταυρός που βρίσκεται περίπου 800 μέτρα από το κοντινότερο σημείο του πάρκου η ηχητική όχληση θα φτάνει τα 45 db περίπου , επίπεδο που αντιστοιχεί σε ένα ήσυχο σπίτι .

1.8 Μελέτη τύρβης και διάτμησης για το Ακρωτήριο

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό WASP Engineering μελετάμε για κάθε ανεμογεννήτρια το ενδεχόμενο η δεκάλεπτη τύρβη να είναι μεγαλύτερη από αυτή που ορίζεται στα τεχνικά φυλλάδια της κάθε Α/Γ και η διάτμηση να παίρνει μεγάλες αρνητικές τιμές . Στη μελέτη μας δεν συναντήσαμε κανένα τέτοιο πρόβλημα . Όλες οι θέσεις εγκατάστασης πληρούν τις προδιαγραφές ασφαλείας που θέτουν οι κατασκευαστές των Α/Γ . Αναλυτικοί πίνακες για κάθε Α/Γ υπάρχουν στο παράρτημα , στη θέση 10 .

Κεφάλαιο 2^ο

Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων

2.1 Εισαγωγή

Είναι εν γένει γνωστό ότι οι Ανεμογεννήτριες προκαλούν αμελητέες επιδράσεις στο περιβάλλον. Αυτό μάλιστα γίνεται σαφέστερο, όταν αναλογισθούμε τις επιδράσεις των αντίστοιχων θερμοηλεκτρικών ή πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα οικοσυστήματα μιας περιοχής.

Μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη ανάλυση των περιβαλλοντικών επιρροών σε ένα τόπο που λειτουργεί μονάδα εκμετάλλευσης Αιολικής Ενέργειας, θα διαφοροποιήσει τις ήδη υπάρχουσες απόψεις των οικολόγων και θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάλυση παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την ανθρώπινη αντίληψη και συμπεριφορά. Παράγοντες σχετικοί με το τοπίο, την αισθητική, τον ήχο και την επιρροή του παραγόμενου ηλεκτρομαγνητισμού. Αναμφίβολα οι οικολόγοι επηρεάζουν την κοινή γνώμη και καθορίζουν την έγκριση άδειας ή μη κάθε προτεινόμενου σχεδίου. Η Οικολογία ασχολείται με όλες τις άμεσες ή έμμεσες επιδράσεις στην τοπική χλωρίδα και πανίδα, δηλαδή επιδράσεις που αφορούν πουλιά, σπάνια είδη βλάστησης και γενικά με αλλαγές στην τοπική υδρολογία. Τοπικοί εθνικοί και διεθνείς σχεδιασμοί του εδάφους υποδεικνύουν τις περιπτώσεις που θα πρέπει να ανακαλούνται οι αδειοδοτήσεις Αιολικών Πάρκων λόγω των μη αποδεκτών αποτελεσμάτων και συχνά αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού ενός Αιολικού Πάρκου.

Παρόλα αυτά σε μεμονωμένες περιπτώσεις αναφέρονται ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις των Αιολικών Μονάδων στο περιβάλλον όπως η οπτική αισθητική επίδραση, η οποία είναι κάπως έντονη σε περιπτώσεις εγκαταστάσεων ανεμοκινητήρων μεγάλων διαστάσεων (άνω των 500 kW, ύψος 50m, διάμετρος πτερωτής 35m) σε σχετικά κλειστές περιοχές. Αντίθετα η εγκατάσταση μηχανών ή και ενός αιολικού πάρκου σε ανοικτές περιοχές δε φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την οπτική αισθητική της περιοχής.

Επειδή στο θέμα αυτό έχει δοθεί υπερβολική δημοσιότητα τα τελευταία χρόνια είναι δυνατό να συνοψίσουμε εν συντομία τα αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών. Πράγματι η χρησιμοποίηση απλών σωληνωτών πύργων σε χρωματισμό που συμφωνεί με το περιβάλλον φαίνεται να παρουσιάζει καλύτερη οπτική αποδοχή από τη χρησιμοποίηση δικτυωτού πύργου. Παράλληλα η επίτευξη οπτικής ομοιομορφίας έχει αποδειχθεί ότι δεν διαταράσσει την αρμονία της περιοχής. Η οπτική ομοιομορφία περιλαμβάνει ομοιότητα διαστάσεων δρομέα και υπερκατασκευής (όχι αναγκαστικά ίδιου τύπου μηχανές), καθώς και ύψους πύργου στήριξης.

Τελικά, όταν οι ανεμογεννήτριες περιστρέφονται το ανθρώπινο μάτι τις θεωρεί χρήσιμες με αποτέλεσμα να γίνονται ευκολότερα οπτικά αποδεκτές, καθώς φαίνεται να εξυπηρετούν κάποιο σκοπό. Αντίθετα, όταν σημαντικός αριθμός ανεμογεννητριών δεν δουλεύει ενώ πνέουν άνεμοι, η προσδοκία του παρατηρητή για χρησιμότητα Αιολικών Μηχανών παραβιάζεται. Για το λόγο αυτό θεωρείται σκόπιμη η διατήρηση περιστροφής των δρομέων για το μεγαλύτερο δυνατό διάστημα, ενώ οι ιδιοκτήτες των Αιολικών Πάρκων θα πρέπει να συντηρούν τακτικά τις μηχανές τους και να αντικαθιστούν το γρηγορότερο τυχόν κατεστραμμένα τμήματα, ώστε να αυξηθεί η δημόσια αποδοχή των εγκαταστάσεων τους. Επιπλέον οι ανεμογεννήτριες που διαθέτουν τρία πτερύγια δίνουν ένα αισθητικά αρμονικότερο αποτέλεσμα, ενώ ο χρωματισμός των πύργων στήριξης και των πτερυγίων διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στην ομαλή ενσωμάτωση των μηχανών στον περιβάλλοντα χώρο, με επικρατέστερη επιλογή το λευκό χρώμα και σαν εναλλακτική λύση το γκρι.

Οι επιδράσεις κάθε ανθρώπινης κατασκευής στα πουλιά είναι δυνατόν να περιορισθούν, εφόσον αποφεύγονται περιοχές, σπάνιες και αποδεδειγμένα χαμηλής επικινδυνότητας για την πτήση των πουλιών, οι οποίες αποτελούν νυχτερινά περάσματα αποδημητικών πουλιών. Με τον

τρόπο αυτό αποφεύγεται η όποια μείωση του πληθυσμού των πτηνών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο πουλιά με προβλήματα στην όραση πέφτουν πάνω στα πτερύγια των Ανεμογεννητριών.

Τα πουλιά συχνά συγκρούονται με κατασκευές που δυσκολεύονται να δουν ειδικά τις γραμμές υψηλής τάσεως, κατάρτια, πυλώνες και διαφανή μέρη σε παράθυρα κτιρίων καθώς και με κινούμενα οχήματα σε δρόμους με αυξημένη κυκλοφορία. Η συμπεριφορά των πουλιών και οι δείκτες της θνησιμότητας τους σχετίζονται με το είδος το πουλιών και την περιοχή. Σύμφωνα με έρευνες, τα πουλιά που πεθαίνουν λόγω συγκρούσεως με κινούμενα οχήματα είναι 300 φορές περισσότερα από αυτά που πεθαίνουν από Ανεμογεννήτριες και 70 φορές περισσότερα από αυτά που σκοτώνονται από κυνηγούς. Αυτοί οι υπολογισμοί σε συνδυασμό με μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Δανία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα καλώδια αποτελούν πολύ πιο μεγάλο κίνδυνο για τα πουλιά από ότι οι Ανεμογεννήτριες καθώς επίσης ότι τα πουλιά έχουν την τάση να αλλάζουν την πορεία τους 100 – 200m μακριά από τη πτερωτή πετώντας πάνω ή γύρω από αυτήν σε μια απόσταση ασφαλείας. Αυτή η συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και της ημέρας.

Μελέτες που έγιναν για το σκοπό αυτό τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ολλανδία, κατέγραψαν ένα μικρό αριθμό νεκρών πτηνών στην περιοχή των Αιολικών Πάρκων (π.χ. περίπου 60 πτηνά σε ένα έτος στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου (25x300kW). Σημαντικό μάλιστα ποσοστό των πτηνών αυτών βρέθηκε κοντά στο χώρο περιφράξης του οικοπέδου του Αιολικού Πάρκου και μικρότερο ποσοστό στο χώρο εγκατάστασης των Α/Γ. Ωστόσο το πρόβλημα δεν θεωρείται σημαντικό δεδομένης και της περιβαλλοντικής καθαρότητας της Αιολικής Ενέργειας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ενεργειακές λύσεις.

Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση δημιουργείται λόγω της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια του δρομέα. Η εμπειρία έχει δείξει ότι ο προσεκτικός σχεδιασμός Αιολικού Πάρκου δεν δημιουργεί παρενοχλήσεις στα συστήματα τηλεπικοινωνίας είναι όμως χρήσιμο να υπάρχει μια εκτίμηση των θεμάτων που αφορά (αν υπάρχει ενόχληση). Τα ραδιοκύματα και μικροκύματα χρησιμοποιούνται ευρέως για την επικοινωνία, κάθε μεγάλη κινούμενη μάζα μπορεί να προκαλέσει ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις (EMI). Οι Ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν EMI με αντανάκλασεις σημάτων από τις πτερωτές. Έτσι ο κοντινός παραλήπτης λαμβάνει και το άμεσο και το ανακλώμενο σήμα. Η παρεμβολή συμβαίνει επειδή το ανακλώμενο σήμα εμποδίζεται και από τη διαφορά της απόστασης (αλλά και επανέρχεται εξαιτίας της κίνησης της πτερωτής). Η EMI είναι πιο έντονη στα μεταλλικά φτερά γιατί έχουν μεγαλύτερη αντανάκλαση και μικρότερη στα ξύλινα και γενικότερα από μη αγωγικά υλικά φτερά τα οποία είναι ιδιαίτερα απορροφητικά. Το GRP πλαστικό με ίνες γυαλιού χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στις σύγχρονες πτερωτές, είναι μερικώς διαπερατό στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και δεν έχει ιδιαίτερα αποτελέσματα στο EMI. Τα είδη των πολιτικών και στρατιωτικών σημάτων επικοινωνίας μπορούν να επηρεαστούν από τη EMI περιλαμβανομένου την εκπομπή της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου με μικροκύματα. Οι δημιουργοί των Αιολικών Πάρκων συνεργάζονται με τις αρμόδιες πολιτικές και στρατιωτικές αρχές για να προσδιορίσουν αν τα προβλήματα των ηλεκτρομαγνητικών επιδράσεων (EMI) μπορούν να προβλεφθούν. Τα προβλήματα που μπορούν να επηρεάσουν τους συνδέσμους μικροκυμάτων και τα συστήματα επικοινωνίας της αεροπλοΐας πρέπει να αποφευχθούν σε αυτό το στάδιο. Η EMI υπάρχει σε μικρό αριθμό οικιακών τηλεοπτικών δεκτών, αποτελεί ένα σύνηθες πρόβλημα και αντιμετωπίζεται εύκολα με μια σειρά σχετικά φθηνών τεχνικών μέτρων, όπως η χρήση περισσότερων (μετατροπέων) και δεκτών.

Μάλιστα κάποια στιγμή δόθηκε στις ΗΠΑ υπερβολική δημοσιότητα στο θέμα αυτό, αναφέροντας παρεμβολές των Αιολικών Πάρκων στις τηλεοπτικές μεταδόσεις. Όμως η αντικατάσταση των μεταλλικών πτερυγίων από πλαστικά μέρη έχει περιορίσει σημαντικά το πρόβλημα αυτό. Σε κάθε όμως περίπτωση καλό είναι να αποφεύγονται περιοχές με εγκατεστημένες τηλεπικοινωνιακές κεραιές και αναμεταδότες.

Ειδικότερα στη χώρα μας το θέμα έχει αντιμετωπιστεί και νομοθετικά καθώς για την έκδοση άδειας εγκατάστασης από το ΥΠ. ΑΝ. απαιτείται είτε βεβαίωση της αρμόδιας Νομαρχίας ότι η

αιολική εγκατάσταση απέχει τουλάχιστον 1km από αναμεταδότες της τηλεόρασης (ΕΡΤ) και πομπούς της τηλεφωνίας (ΟΤΕ) ή έγγραφη συναίνεση των οργανισμών αυτών για μικρότερες αποστάσεις.

Τέλος, το πρόβλημα του θορύβου αποτελεί ίσως τη μόνη πραγματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την ύπαρξη των Αιολικών Μονάδων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολλών μηχανών μεγάλων διαστάσεων. Βέβαια στο σημείο αυτό πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων γίνεται κυρίως σε απομονωμένες περιοχές, ενώ ο προσεκτικός σχεδιασμός των σύγχρονων μηχανών έχει περιορίσει στο ελάχιστο τόσο τον αεροδυναμικό όσο και κάθε άλλο ηλεκτρομηχανολογικό θόρυβο.

2.2 Μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) κατατίθεται στις αρμόδιες υπηρεσίες ως αυτόνομη μελέτη . Παρακάτω παρουσιάζεται μια πλήρης Μ.Π.Ε. , καθώς και το ερωτηματολόγιο που πρέπει να την συνοδεύει .

2.2.1 ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ

Η Μ.Π.Ε αναφέρεται στο Α/Π «Βάρδιες» ισχύος 11 MW

2.2.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός του έργου είναι η εγκατάσταση Α/Π στη θέση «Βάρδιες» του δήμου Ακρωτηρίου , Νομού Χανίων . Η περιοχή έχει αξιόλογο αιολικό δυναμικό και στόχος του έργου είναι η αξιοποίηση του . Το έργο βασίζεται στο μοντέλο της αειφορικής ανάπτυξης , κάνοντας χρήση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας , του ανέμου . Το έργο δεν αναμένεται να διαταράξει την ισορροπία του οικοσυστήματος και δεν θα έχει καμία σοβαρή περιβαλλοντική επίπτωση .

2.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οδοποιία

Η πρόσβαση στις παρυφές του λόφου εγκατάστασης του Α.Π γίνεται μέσω του υφισταμένου επαρχιακού οδικού δικτύου και του αγροτικού δρόμου, ο οποίος κρίνεται ικανοποιητικός με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται κάποια επέμβαση για την διέλευση των φορτηγών μεταφοράς του εξοπλισμού του Α/Π.

Από το τέλος του υπάρχοντος δρόμου , θα διανοιχτεί δρόμος για την μεταφορά του αναγκαίου εξοπλισμού . Ο δρόμος θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζει η ελληνική νομοθεσία .

Εσωτερικά του Αιολικού Πάρκου θα κατασκευαστεί δρόμος για την κάλυψη των αναγκών μεταφοράς των διαφόρων τμημάτων του συστήματος της Ανεμογεννήτριας (π.χ. τμήματα πυλώνα στήριξης, πτερύγια δρομέα, οικίσκοι υποσταθμών Χ.Τ./Μ.Τ., κλπ.), των υλικών και εξοπλισμού υποδομής, καθώς και για τις μετέπειτα ανάγκες συντήρησης και λειτουργίας του Αιολικού Πάρκου.

Η εσωτερική οδοποιία καθώς και ο δρόμος προσπέλασης στο Α/Π θα είναι ποιότητας επαρχιακού δρόμου με επίστρωση υλικού 3Α. Το πλάτος του δρόμου θα είναι τουλάχιστον 5 μέτρα και κλίσεις όχι μεγαλύτερες από 10-15 % , ώστε να επιτρέπει την διακίνηση βαρέων οχημάτων μεταφοράς καθώς και διακίνηση ανυψωτικών οχημάτων (γερανοί). Στο Παράρτημα στη θέση φαίνεται με ευκρίνεια στο τοπογραφικό διάγραμμα η εσωτερική οδοποιία του πάρκου και η σύνδεσή του με το αγροτικό δρόμο και κύριο οδικό δίκτυο.

Πλατείες Ανέγερσης

Σε κάθε σημείο ανέγερσης Ανεμογεννήτριας θα κατασκευαστούν πλατείες ανέγερσης για την θεμελίωση των Α/Γ , εμβαδού 2000 m² περίπου .

Θεμελίωση

Για την ασφαλή στήριξη και λειτουργία της κάθε Ανεμογεννήτριας θα κατασκευασθεί βάση θεμελίωσης απο σκυρόδεμα . Στην προκαθορισμένη θέση της κάθε Ανεμογεννήτριας θα εκσκαφθεί η βάση θεμελίωσης διαστάσεων εκσκαφής 12 x 12 x 3 μέτρα περίπου. Στον πυθμένα της βάσης, πριν την ρίψη του οπλισμένου θα γίνει η έκχυση άοπλου σκυροδέματος (μπετό καθαριότητας) με πάχος περίπου 10 εκατοστών. Η βάση θεμελίωσης θα έχει κωνικό σχημα κάτω από το έδαφος και κυκλικό στο επίπεδο του εδάφους .

Υποσταθμοί

Ο υποσταθμός Χ.Τ. / Μ.Τ. για κάθε Α/Γ θα είναι ενσωματωμένος στην βάση της Α/Γ ή ανάλογα με τον τύπο της Α/Γ που θα επιλεγεί μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα οικίσκο κοντά στην βάση της Α/Γ .

Κτίριο Ελέγχου

Σε θέση εντός του Αιολικού Πάρκου θα κατασκευασθεί το κτίριο ελέγχου του Α/Π , με προδιαγραφές να στεγάσει τον κεντρικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή τα συστήματα τηλεεποπτείας, τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού των Ανεμογεννητριών , βοηθητικούς χώρους αποθήκευσης εργαλείων και ανταλλακτικών, καθώς και να παρέχει τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την παραμονή των τεχνικών συντήρησης και λειτουργίας.

Τηλεπικοινωνίες

Για την ενσύρματη επικοινωνία του Αιολικού Πάρκου με το κτίριο ελέγχου καθώς και για την μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένα σημεία εκτός των ορίων του πάρκου , θα προμηθευτούμε από τον Ο.Τ.Ε. δύο τηλεφωνικές γραμμές τύπου ISDN τουλάχιστον . Σε περίπτωση που διατίθενται γραμμές ADSL , αυτές θα προτιμηθούν .

Σύστημα Τηλεπαρακολούθησης – Τηλεελέγχου

Το σύστημα βασίζεται στην εμπορική εφαρμογή που έχει αναπτύξει η εταιρεία κατασκευής των Α/Γ και αποτελείται από τα αισθητήρια των υποσυστημάτων των Α/Γ ένα κεντρικό Η/Υ που βρίσκεται στο κτήριο ελέγχου , τα απαραίτητα τηλεπικοινωνιακά συστήματα (modem , ISDN γραμμή) καθώς και το απαραίτητο λογισμικό παρακολούθησης των Α/Γ .

Σύνδεση με το δίκτυο Υψηλής Τάσης.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το Αιολικό Πάρκο θα συγκεντρώνεται μέσω υπογείων καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) στον Υ/Σ ο οποίος ευρίσκεται στο κτίριο ελέγχου και στη συνέχεια μέσω υπογείων καλωδίων θα οδηγείται στην ανεξάρτητη γραμμή μέσης τάσης (20 kV) για μεταφορά και απορρόφησή της σε ιδιωτικό υποσταθμό, ο οποίος θα κατασκευαστεί στα πλαίσια της ενίσχυσης των δικτύων Υ/Τ της. Η γραμμή διασύνδεσης των 20kV θα κατασκευασθεί από την ΔΕΗ με έξοδα της εταιρείας και θα είναι εναέρια σύμφωνα με τις σχετικές τεχνικές προδιαγραφές της ΔΕΗ. Το ηλεκτρολογικό μονογραμμικό διάγραμμα παρατίθεται στο παράρτημα στη θέση 7 .

2.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το Α.Π. στη θέση «Βάρδιες» δεν θα επιφέρει καμία σοβαρή όχληση στο περιβάλλον. Παρακάτω εκτιμώνται αναλυτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε διάφορους τομείς: έδαφος, αέρα,

υδάτινους πόρους, γλωρίδα-πανίδα, χρήσεις γης, φυσικούς πόρους κ.α., βάση του Ερωτηματολογίου της ΚΥΑ 69269/5387/90 που παρατίθεται. Στο Παράρτημα στη θέση 11 παρουσιάζεται και ο σχετικός χάρτης χρήσεων γης της περιοχής ενδιαφέροντος, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του CORINE Land Cover του ΟΚΧΕ, 1999.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ 3 ΤΗΣ ΚΥΑ 69269/5387/90

1 ΕΛΛΑΦΟΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

1α) ασταθείς καταστάσεις εδάφους ή αλλαγές στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων;

Ναι Ίσως Όχι

Καθολη τη διάρκεια κατασκευής του έργου δεν θα προκύψουν ασταθείς καταστάσεις εδάφους ή αλλαγές στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων. Οι επεμβάσεις στο έδαφος θα είναι μικρής κλίμακας και μόνο στην έκταση που απαιτούν οι βάσεις θεμελίωσης των ανεμογεννητριών (βάθος θεμελίων 3μ), χαντάκια για τα καλώδια και τη διασύνδεση των ανεμογεννητριών και γειώσεων πάρκου (βάθος 1μ), εγκατάσταση οικίσκου ελέγχου και στη διάνοιξη της εσωτερικής οδοποιίας των Αιολικών Πάρκων. Ως οδοποιία πρόσβασης θα χρησιμοποιηθούν οι ήδη υπάρχοντες αγροτικοί και επαρχιακοί δρόμοι, οι οποίοι θα διαπλατυνθούν όπου απαιτηθεί.

1β) διασπάσεις, μετατοπίσεις, συμπίεσεις ή υπερκαλύψεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους;

Ναι Ίσως Όχι

Δεν θα προκληθούν διασπάσεις, μετατοπίσεις, ή συμπίεσεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους. Όπως αναφέρθηκε και στην ανωτέρω ερώτηση ,οι επεμβάσεις στο έδαφος θα είναι μικρής κλίμακας και δεν θα προκαλέσουν σημαντικές υπερκαλύψεις. Επιφανειακή υπερκάλυψη του εδάφους θα γίνει μόνο στις πλατείες ανέγερσης , στο κτίριο ελέγχου και στο δρόμο πρόσβασης στο Α/Π . Όλες οι παραπάνω επεμβάσεις θα είναι πολύ μικρής κλίμακας και δεν αναμένεται να επιφέρουν καμία σοβαρή περιβαλλοντική όχληση .

1γ) αλλαγές στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους

Ναι Ίσως Όχι

Οι επεμβάσεις που θα χρειαστεί να γίνουν δεν αναμένεται να προκαλέσουν αλλαγές στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους καθώς είναι έργα πολύ μικρής έκτασης .

1δ) καταστροφή, επικάλυψη ή αλλαγή οποιουδήποτε μοναδικού γεωλογικού ή φυσικού χαρακτηριστικού;

Ναι Ίσως Όχι

		X
--	--	---

Η προτεινόμενη δραστηριότητα δεν θα προκαλέσει καταστροφή, επικάλυψη ή αλλαγή οποιουδήποτε μοναδικού γεωλογικού ή φυσικού χαρακτηριστικού στην περιοχή. Όπως αναφέρεται και στο παράρτημα δεν έχουν εντοπιστεί τέτοιοι σχηματισμοί που πιθανόν να κινδυνεύουν να υποστούν υποβάθμιση.

1ε) οποιαδήποτε αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο ή το νερό, επί τόπου ή μακράν του τόπου αυτού;

Ναι	Ίσως	Όχι
		X

Η φύση του έργου είναι τέτοια που δεν θα χρειαστούν επεμβάσεις στο εδαφος ικανές να προκαλέσουν αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο ή το νερό ούτε εντός του Α/Π αλλά ούτε και μακριά από το Α/Π .

1στ) αλλαγές στην εναπόθεση ή διάβρωση της άμμου των ακτών ή αλλαγές στη δημιουργία λάσπης, στην απόθεση ή διάβρωση που μπορούν να αλλάξουν την κοίτη ενός ποταμού ή ρυακιού ή τον πυθμένα της θάλασσας ή οποιουδήποτε κόλπου, ορμίσκου ή λίμνης;

Ναι	Ίσως	Όχι
		X

Η περιοχή ενδιαφέροντος του πάρκου βρίσκεται μακριά από ποταμούς και θάλασσες και δεν πρόκειται η κατασκευή του πάρκου να προκαλέσει κανένα πρόβλημα .

1ζ) κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε γεωλογικές καταστροφές όπως σεισμοί, κατολισθήσεις εδαφών ή λάσπης, καθιζήσεις ή παρόμοιες καταστροφές;

Ναι	Ίσως	Όχι
		X

Το Α/Π τόσο κατά τη φάση της κατασκευής όσο και κατά τη φάση της λειτουργίας του έργου δεν περιλαμβάνει διαδικασίες ή τεχνολογίες, οι οποίες θα εκθέσουν ανθρώπους ή περιουσίες σε γεωλογικές καταστροφές όπως σεισμοί, κατολισθήσεις εδαφών ή λάσπης, καθιζήσεις ή παρόμοιες καταστροφές.

2 ΑΕΡΑΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

2α) σημαντικές εκπομπές στην ατμόσφαιρα ή υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας;

Ναι	Ίσως	Όχι
		X

Το προτεινόμενο έργο κατά τη λειτουργία του θα έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας καθώς η χρήση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας όπως είναι ο άνεμος θα έχει ως αποτέλεσμα να αποφευχθούν εκπομπές αέριων ρύπων που θα προέρχονταν από καύση συμβατικών καυσίμων για τη παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς παραγωγής. Η αποφυγή εκπομπής ρύπων όπως CO₂, SO₂, CO, NO_x, σωματίδια κλπ. φαίνεται στο παρακάτω πίνακα Σύμφωνα με τους ενεργειακούς υπολογισμούς εκτιμάται ότι η συνολική ετήσια καθαρή παραγωγή του Α/Π θα είναι πάνω από 32000 MWh. Έχοντας υπόψη την ειδική εκπομπή ρύπων των πετρελαϊκών μονάδων της ΔΕΗ στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα παραγωγής της Κρήτης, η συνολική αποφυγή των ατμοσφαιρικών ρύπων από τη λειτουργία των Α.Π. παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Ρύποι	Εκπομπές (g/kWh)	Μείωση Ρύπων (τόνοι/χρόνο)
CO ₂	1,64	139
SO ₂	968	82274
NO _x	21,8	1852
Σωματίδια	0,57	48,5

Οι εκπομπές που θα προκληθούν από τις δραστηριότητες της κατασκευής του έργου θα είναι αμελητέες σε σχέση με την αποφυγή της εκπομπής ρύπων που προκαλείται από την λειτουργία του Α/Π καθώς θα είναι πολύ περιορισμένες και χρονικά λόγω της μικρής διάρκειας και μεγέθους κατασκευής του έργου.

2β) δυσάρεστες οσμές;

Ναι Ίσως Όχι

Κατά τη λειτουργία του έργου δεν αναμένεται η πρόκληση δυσάρεστων οσμών.

2γ) αλλαγή των κινήσεων του αέρα, της υγρασίας ή της θερμοκρασίας ή οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα τοπικά είτε σε μεγαλύτερη έκταση;

Ναι Ίσως Όχι

Η λειτουργία του Α/Π δεν έχει καμία επίδραση στις κλιματολογικές συνθήκες

3 ΝΕΡΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

3α) αλλαγές στα ρεύματα ή αλλαγές στην πορεία ή κατεύθυνση των κινήσεων των πάσης φύσεως επιφανειακών υγρών;

Ναι Ίσως Όχι

Η κατασκευή και λειτουργία των Αιολικών Πάρκων και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν τα επιφανειακά ύδατα των περιοχών. Κατά τη διαμόρφωση του χώρου των εργασιών θα πραγματοποιηθούν τεχνικά έργα σχετικά με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου της κάθε ανεμογεννήτριας ώστε να μην υπάρξει κανένα πρόβλημα με τις επιφανειακές απορροές.

3β) αλλαγές στο ρυθμό απορρόφησης, στις οδούς αποστράγγισης ή στο ρυθμό και την ποσότητα απόπλυσης του εδάφους;

Ναι Ίσως Όχι

Η κατασκευή και λειτουργία των Αιολικών Πάρκων και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν το ρυθμό απορρόφησης, στις οδούς αποστράγγισης ή στο ρυθμό και την ποσότητα απόπλυσης του εδάφους των περιοχών.

3γ) μεταβολή στην πορεία ροής των νερών από πλημμύρες;

Ναι Ίσως Όχι

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	-------------------------------------

Η κατασκευή και λειτουργία των αιολικών πάρκων και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν την πορεία ροής των νερών από πλημμύρες.

3δ) αλλαγές στην ποσότητα του επιφανειακού νερού σε οποιοδήποτε όγκο;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία των Αιολικών Πάρκων και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν την ποσότητα του επιφανειακού νερού.

3ε) απορρίψεις υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά με μεταβολή της ποιότητάς τους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν θα υπάρξουν απορρίψεις υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά. Κατά τη φάση κατασκευής του έργου επίσης δεν αναμένεται να υπάρξουν απορρίψεις υγρών αποβλήτων .

3στ) μεταβολή στην κατεύθυνση ή στην παροχή των υπογείων υδάτων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μεταβολή στην κατεύθυνση, την παροχή ή την ποιότητα των υπογείων υδάτων ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3ζ) αλλαγή στην ποσότητα των υπογείων υδάτων είτε δι' απευθείας προσθήκης νερού ή απόληψης αυτού, είτε δια παρεμποδίσσεως της υπόγειας τροφοδοσίας νερού από ορύγματα ή εκσκαφές;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα προκληθούν αλλαγές στην ποσότητα των υπογείων υδάτων είτε δι' απευθείας προσθήκης νερού ή απόληψης αυτού, είτε δια παρεμποδίσσεως της υπόγειας τροφοδοσίας νερού από ορύγματα ή εκσκαφές ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3η) σημαντική μείωση της ποσότητας του νερού που θα ήταν κατά τα άλλα διαθέσιμο για το κοινό;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μείωση της ποσότητας του νερού που θα ήταν κατά τα άλλα διαθέσιμο για το κοινό ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3θ) κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε καταστροφές από νερό, όπως πλημμύρες ή παλιρροιακά κύματα;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Οι δραστηριότητες κατασκευής και λειτουργίας του έργου δεν θα προκαλέσουν κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε καταστροφές από νερό, όπως πλημμύρες ή παλιρροιακά κύματα.

4 ΧΛΩΡΙΔΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

4α) αλλαγή στην ποικιλία των ειδών ή στον αριθμό οποιονδήποτε ειδών φυτών (περιλαμβανομένων και δέντρων, θάμνων κλπ);

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Οι εργασίες κατασκευής του έργου θα απαιτήσουν περιορισμένης εκτάσεως επεμβάσεις. Μικρές εκτάσεις της υπάρχουσας βλάστησης θα εκχερσωθούν για την κατασκευή των πλατειών γύρω από τη θέση της κάθε ανεμογεννήτριας, για την διάνοιξη του δρόμου προσπέλασης καθώς και για τη κατασκευή των οικίσκων ελέγχου των πάρκων. Επομένως θα επέλθει μία μικρή τοπική μεταβολή στη βλάστηση, όχι όμως και στη χλωριδική σύνθεση του οικοσυστήματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι στις περιοχές του έργου δεν υπάρχουν δέντρα, αλλά αραιή βλάστηση και απογυμνωμένοι βράχοι.

4β) μείωση του αριθμού οποιονδήποτε μοναδικών, σπάνιων ή υπό εξαφάνιση ειδών φυτών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η περιοχή ενδιαφέροντος του έργου δεν εμπίπτει στον εθνικό κατάλογο της οδηγίας 92/43 - NATURA 2000 και της Σύμβασης RAMSAR για τους υγροτόπους, αλλά ούτε και στις προστατευόμενες περιοχές που περιλαμβάνει η ελληνική νομοθεσία: Ν.1650/86 «Περί προστασίας του περιβάλλοντος», και ο Ν.998/79 «Περί προστασίας δασών και δασικών εν γένει εκτάσεων». Επίσης, στον περιβάλλοντα χώρο του έργου, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και επιτόπιες παρατηρήσεις, δεν εντοπίστηκαν μοναδικά, σπάνια, ή υπό εξαφάνιση είδη φυτών.

4γ) εισαγωγή νέων φυτών σε κάποια περιοχή ή παρεμπόδιση της φυσιολογικής ανανέωσης υπαρχόντων ειδών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στα πλαίσια κατασκευής και λειτουργίας του έργου δεν θα λάβουν χώρα δραστηριότητες που μπορεί να εισάγουν νέα είδη φυτών στην περιοχή ή να παρεμποδίσουν τη φυσιολογική ανανέωση των υπαρχόντων ειδών.

4δ) μείωση της έκτασης οποιασδήποτε αγροτικής καλλιέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία του έργου θα πραγματοποιηθούν σε περιοχές που δεν καλλιεργούνται.

5 ΠΑΝΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

5α) αλλαγή στην ποικιλία των ειδών ή στον αριθμό οποιονδήποτε ειδών ζώων (πτηνών, ζώων περιλαμβανομένων των ερπετών, ψαριών και θαλασσινών, βενθικών οργανισμών ή εντόμων);

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένονται σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην πανίδα των περιοχών ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Η δραστηριότητα κατασκευής του έργου θα έχει μόνο περιορισμένη και προσωρινή επίδραση στην τοπική πανίδα, λόγω της μικρής διάρκειας της και την σχετικά μικρή έκταση στην οποία λαμβάνει χώρα. Η ποικιλομορφία των ζωικών ειδών της περιοχής δεν θα επηρεαστεί.

5β) μείωση του αριθμού οποιονδήποτε μοναδικών σπανίων ή υπό εξαφάνιση ειδών ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μείωση του αριθμού οποιονδήποτε μοναδικών σπανίων ή υπό εξαφάνιση ειδών ζώων ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

5γ) εισαγωγή νέων ειδών ζώων σε κάποια περιοχή ή παρεμπόδιση της αποδημίας ή των μετακινήσεων των ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στα πλαίσια κατασκευής και λειτουργίας του έργου δεν θα λάβουν χώρα δραστηριότητες που μπορεί να εισάγουν νέα είδη ζώων σε κάποια περιοχή ή θα ήταν εμπόδιο στη μετακίνηση των υπαρχόντων ζωικών ειδών.

5δ) χειροτέρευση του φυσικού περιβάλλοντος των υπαρχόντων ψαριών ή αγρίων ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στις άμεσες περιοχές του έργου δεν ενδιααιτούν άγρια ζώα, με αποτέλεσμα να μην τίθεται ζήτημα υποβάθμισης του φυσικού του χώρου. Η όχληση του φυσικού περιβάλλοντος θα είναι η ελάχιστη. Ο οικότοπος της πανίδας της περιοχής δεν αναμένεται να επηρεαστεί αρνητικά. Η όχληση θα είναι μικρή και προσωρινή καθώς θα περιοριστεί στο σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα κατασκευής του έργου.

6 ΘΟΡΥΒΟΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

6α) αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Η στάθμη του θορύβου θα αυξηθεί κατά τη σύντομη διάρκεια κατασκευής του έργου λόγω των εργασιών εκσκαφής διάνοιξης της οδού κλπ.. Η αύξηση θα είναι όμως μια μικρή σε ένταση, βραχυπρόθεσμη και η οποία όχληση δεν θα γίνει αντιληπτή από τους κατοίκους των πλησιέστερων οικισμών (χωριά Σταυρός, Μονή Αγ.Ιωαννου Γουβερνετου και Χωραφάκια) λόγω της σχετικά μεγάλης απόστασης του από το χώρο του έργου (το πλησιέστερο σημείο του πάρκου βρίσκεται περίπου 500 μέτρα ανατολικά του χωριού Σταυρός, 2 χλμ. δυτικά της μονής Γουβερνετου και 4 χλμ βόρεια του χωριού Χωραφάκια). Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου θα προκληθεί μία μικρή αύξηση της στάθμης του θορύβου. Η μικρή αυτή αύξηση αυτή θα είναι αισθητή μόνο κοντά στο πάρκο και μόνο όταν η ταχύτητα του αέρα είναι σχετικά μικρή. Καθώς μεγαλώνει η ταχύτητα του αέρα, ο ήχος του αέρα σκεπάζει τον οποιοδήποτε θόρυβο μπορεί να προκαλέσουν οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι σχεδιασμένες να παράγουν χαμηλά επίπεδα θορύβου.

6β) έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη σύντομη φάση κατασκευής του έργου η στάθμη του θορύβου θα είναι στα επίπεδα ενός συνηθισμένου μικρού εργοταξίου. Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν αναμένεται να εκτεθούν άνθρωποι σε υψηλή στάθμη θορύβου. Σε κάθε περίπτωση οι κατοικημένες περιοχές βρίσκονται σε τέτοιες αποστάσεις που η αύξηση του επιπέδου θορύβου δεν πρόκειται να τις επηρεάσει καθόλου.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ:

7α) το προτεινόμενο έργο θα προκαλέσει σημαντική μεταβολή της παρούσας ή της προγραμματιζόμενης για το μέλλον χρήσης γης;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το προτεινόμενο έργο δεν θα προκαλέσει σημαντικές μεταβολές στις υπάρχουσες ή προγραμματιζόμενες χρήσεις γης. Οι υφιστάμενες χρήσεις γης της περιοχής ενδιαφέροντος του πάρκου, σύμφωνα με το Πρόγραμμα CORINE του ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε, χαρακτηρίζονται ως φυσικοί βοσκότοποι και ως εκτάσεις με αραιή βλάστηση. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του έργου οι εκτάσεις αυτές θα μπορούν να έχουν την ίδια χρήση. Επομένως, οι χρήσεις γης θα παραμείνουν σχεδόν αμετάβλητες.

8 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

8α) αύξηση του ρυθμού χρήσης/αξιοποίησης οποιουδήποτε φυσικού πόρου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Το αιολικό πάρκα θα αξιοποιήσει το αιολικό δυναμικό της ευρύτερης περιοχής, ένας πόρος που είναι ανανεώσιμος, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δεν αναμένεται καμία αύξηση στο ρυθμό χρήσης ή αξιοποίησης οποιουδήποτε άλλου φυσικού πόρου (π.χ. νερό) από τη λειτουργία του έργου.

8β) σημαντική εξάντληση οποιουδήποτε μη ανανεώσιμου φυσικού πόρου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το προτεινόμενο έργο θα κάνει χρήση του ανέμου, η οποία είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και πρακτικά ανεξάντλητη.

9 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΕΝΕΧΕΙ:

9α) κίνδυνο έκρηξης ή διαφυγή επικίνδυνων ουσιών (περιλαμβανομένων εκτός των άλλων και πετρελαίου, χημικών ουσιών ή ακτινοβολίας) σε περίπτωση ατυχήματος ή ανωμάτων συνθηκών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η φύση του έργου είναι τέτοια που δεν ενέχει κινδύνους έκρηξης ή διαφυγής επικίνδυνων ουσιών σε περίπτωση ατυχήματος ή εκδήλωση ανώμαλων καταστάσεων.

10 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ:

10α) το προτεινόμενο έργο θα αλλάξει την εγκατάσταση, διασπορά, πυκνότητα ή ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού της περιοχής ίδρυσης του έργου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Λόγω της φύσης του έργου (βραχύχρονη διάρκεια κατασκευής του πάρκου) και της περιορισμένης αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων με τον τοπικό πληθυσμό, δεν αναμένονται αλλαγές στην εγκατάσταση, τη διασπορά, την πυκνότητα ή το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού της περιοχής του έργου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η λειτουργία του έργου θα έχει θετικές επιπτώσεις στο άμεσο κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον της περιοχής του έργου καθώς θα εξασφαλίσει ένα σημαντικό έσοδο για τον Δήμο Ακρωτηρίου του νομού Χανίων.

11 ΚΑΤΟΙΚΙΑ:

11α) το προτεινόμενο έργο θα επηρεάσει την υπάρχουσα κατοικία ή θα δημιουργήσει ανάγκη για πρόσθετη κατοικία στην περιοχή ίδρυσης του έργου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το έργο δεν αναμένεται να επηρεάσει τις υπάρχουσες κατοικίες, ή να δημιουργήσει την ανάγκη για πρόσθετες κατοικίες στην περιοχή του έργου. Οι νέες θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν από τη λειτουργία του έργου θα μπορούν να εξυπηρετηθούν από τις υφιστάμενες κατοικίες στην ευρύτερη περιοχή.

12 ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ/ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

12α) δημιουργία σημαντικής επιπρόσθετης κίνησης τροχοφόρων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη φάση κατασκευής των αιολικών πάρκων θα υπάρξει μια μικρή επιπρόσθετη κίνηση τροχοφόρων στους υφιστάμενους δρόμους. Η αύξηση αυτή θα είναι μικρή λόγω της περιορισμένης κλίμακας του έργου και προσωρινή καθώς θα διαρκέσει μόνο όσο και οι εργασίες κατασκευής του έργου, άρα κρίνεται ασήμαντη. Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν θα επέλθει πρόσθετη κίνηση τροχοφόρων.

12β) επιπτώσεις στις υπάρχουσες θέσεις στάθμευσης ή στην ανάγκη για νέες θέσεις στάθμευσης;

Ναι	Ίσως	<u>Όχι</u>
-----	------	------------

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	-------------------------------------

Η λειτουργία του έργου δεν θα έχει επιπτώσεις στις υπάρχουσες θέσεις στάθμευσης ούτε θα απαιτήσει νέες θέσεις. Οι πολύ περιορισμένες ανάγκες θα καλυφθούν εντός των ορίων της περιοχής του έργου.

12γ) σημαντική επίδραση στα υπάρχοντα συστήματα συγκοινωνίας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα προκύψουν επιπτώσεις στα υπάρχοντα συστήματα συγκοινωνίας ούτε από τις εργασίες κατασκευής του έργου ούτε από τη λειτουργία του.

12δ) μεταβολές στους σημερινούς τρόπους κυκλοφορίας ή κίνησης ανθρώπων ή αγαθών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα επέλθουν αλλαγές στους σημερινούς τρόπους κυκλοφορίας ή κίνησης ανθρώπων ή αγαθών στην περιοχή ούτε από τις εργασίες κατασκευής του έργου ούτε από τη λειτουργία του.

12ε) μεταβολές στη θαλάσσια, σιδηροδρομική ή αέρια κυκλοφοριακή κίνηση;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν πρόκειται να επέλθουν αλλαγές στη θαλάσσια, σιδηροδρομική ή αέρια κυκλοφοριακή κίνηση είτε τοπικά είτε περιφερειακά από τις δραστηριότητες του έργου.

12στ) αύξηση των κυκλοφοριακών κινδύνων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Καμία αύξηση στους κυκλοφοριακούς κινδύνους δεν θα προκληθεί από τις δραστηριότητες του έργου.

13 ΕΝΕΡΓΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΣΕΙ:

13α) χρήση σημαντικών ποσοτήτων καυσίμου ή ενέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου θα απαιτηθεί κατανάλωση ενέργειας για τις εργασίες (έργα πολιτικού μηχανικού) τη μεταφορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού κ.λ.π. Η κατανάλωση καυσίμου θα είναι σχετικά μικρή λόγω της περιορισμένης φύσης του έργου.

13β) σημαντική αύξηση της ζήτησης των υπαρχουσών πηγών ενέργειας ή απαίτηση για δημιουργία νέων πηγών ενέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το έργο δεν απαιτεί σημαντική αύξηση ζήτησης η απαίτηση για δημιουργία νέων πηγών ενέργειας για τη κατασκευή ή λειτουργία του.

14 ΚΟΙΝΗ ΩΦΕΛΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΕΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟΥΣ ΕΞΗΣ ΤΟΜΕΙΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ:

14α) ηλεκτρισμός;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Το έργο θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια την οποία θα διαθέτει στο υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο. Το μόνο που απαιτείται είναι οι εργασίες διασύνδεσης του Α/Π με το υφιστάμενο δίκτυο .

14β) συστήματα επικοινωνιών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δε θα προκύψουν αλλαγές στα συστήματα επικοινωνιών εξαιτίας των δραστηριοτήτων του έργου.

14γ) ύδρευση;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα απαιτηθούν αλλαγές στο υπάρχον σύστημα ύδρευσης λόγω του έργου.

14δ) υπονόμους ή σηπτικούς βόθρους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα γίνει χρήση των υφιστάμενων δικτύων υπονόμων ή σηπτικών βόθρων των περιοχών. Τα λύματα που θα προκύψουν από τους εργαζόμενους του εργοταξίου θα διατεθούν σε βόθρους που θα κατασκευαστούν για τις ανάγκες του έργου.

14ε) αποχέτευση βρόχινου νερού;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στις θέσεις του έργου δεν υπάρχουν δίκτυα αποστράγγισης βρόχινου νερού και έτσι δεν υπάρχει καμία επίπτωση σε αυτόν τον τομέα κοινής ωφέλειας.

14στ) στερεά απόβλητα και διάθεση αυτών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Όλα τα στερεά απόβλητα που θα προκληθούν κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου θα μεταφερθούν σε κατάλληλα διαμορφωμένο και εγκεκριμένο χώρο διάθεσης. Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν θα παράγονται στερεά απόβλητα που να απαιτούν οποιαδήποτε αλλαγή

του υπάρχοντος συστήματος αποκομιδής απορριμμάτων της τοπικής κοινότητας, ούτε θα το επιβαρύνουν.

15 ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

15α) δημιουργία οποιοδήποτε κινδύνου ή πιθανότητα κινδύνου για βλάβη της ανθρώπινης υγείας (μη συμπεριλαμβανομένης της ψυχικής υγείας);

Ναι Ίσως Όχι

Τόσο οι δραστηριότητες κατασκευής όσο και η λειτουργία του έργου δεν πρόκειται να δημιουργήσουν κινδύνους για βλάβη της ανθρώπινης υγείας.

15β) έκθεση ανθρώπων σε πιθανούς κινδύνους βλάβης της υγείας τους;

Ναι Ίσως Όχι

Κατα τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής του έργου θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εκπαιδευμένοι χρήστες, προσωπικό και τεχνικοί. Οι δραστηριότητες αυτές θα διεξαχθούν σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς και διαδικασίες υγιεινής και ασφάλειας.

16 ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ:

16α) το προτεινόμενο έργο θα προκαλέσει παρεμπόδιση οποιασδήποτε θέας του ορίζοντα ή οποιασδήποτε κοινής θέας ή θα καταλήξει στη δημιουργία ενός μη αποδεκτού αισθητικού τοπίου, προσιτού στην κοινή θέα;

Ναι Ίσως Όχι

Λόγω του ορεινού ανάγλυφου της περιοχής και της φύσης του έργου (οι ανεμογεννήτριες συνήθως πρέπει να τοποθετηθούν σε θέσεις που βρίσκονται σε κορυφές λόφων, βουνών κ.λ.π.) ένα μέρος του αιολικού πάρκου θα είναι ορατό. Όμως, η οπτική όχληση (που σε ένα βαθμό είναι υποκειμενική) σχεδόν αμελητέα. Τα αιολικά πάρκα, δεν προκαλούν κάποια σημαντική οπτική όχληση ή παρεμπόδιση θέας του ορίζοντα πλησιέστερες κατοικημένες περιοχές.

17 ΑΝΑΨΥΧΗ:

17α) Το προτεινόμενο έργο θα έχει επιπτώσεις στην ποιότητα ή ποσότητα των υπαρχουσών δυνατοτήτων αναψυχής;

Ναι Ίσως Όχι

Τόσο οι δραστηριότητες κατασκευής όσο και η λειτουργία του έργου δεν θα έχουν καμία επίπτωση στην ποιότητα ή ποσότητα των υπαρχουσών δυνατοτήτων αναψυχής στην περιοχή. Αντίθετα σε αρκετές χώρες της Ευρώπης αλλά και της Ελλάδας τα Αιολικά Πάρκα αποτελούν επιδείξεις τεχνολογίας και γι' αυτό πολλές φορές γίνονται τουριστικοί προορισμοί .

18 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ:

18α) Το προτεινόμενο έργο θα καταλήξει σε αλλαγή ή καταστροφή κάποιας αρχαιολογικής περιοχής;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στις περιοχές που προτείνεται να εγκατασταθεί το έργο δεν υπάρχουν γνωστές αρχαιότητες Δεν πρόκειται να υπάρξει καμία αλλαγή ή καταστροφή γνωστών αρχαιολογικών περιοχών κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής των Αιολικών Πάρκων και των λοιπών εγκαταστάσεων. Οι θέσεις δεν βρίσκονται υπό θεσμοθετημένο καθεστώς προστασίας σε ότι αφορά στην πολιτιστική κληρονομιά. Σε περίπτωση που κατά τις εργασίες κατασκευής ανακαλυφθούν διάφορα πολιτιστικά στοιχεία, οι εργασίες θα διακοπούν και τα ευρήματα θα προστατευθούν σύμφωνα με τις οδηγίες των αρμόδιων αρχαιολογικών υπηρεσιών.

19 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:

19α) το προτεινόμενο έργο βρίσκεται σε προστατευτέα περιοχή σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν. 1650/86;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Μέρος της περιοχής ενδιαφέροντος βρίσκεται μέσα σε περιοχή που έχει χαρακτηριστεί ως καταφύγιο άγριας ζωής λόγω του ότι είναι πέρασμα μεταναστευτικών πουλιών .Ωστόσο πρέπει να τονιστεί ότι σύμφωνα με έρευνες τα πουλιά που σκοτώνονται από Α/Γ είναι 1000 φορές λιγότερα από αυτά που σκοτώνονται στις εθνικές οδούς από τα διερχόμενα αυτοκίνητα . Ακόμα έχει παρατηρηθεί ότι μόνο πουλιά με προβλήματα στην όραση πέφτουν πάνω στις Α/Γ και μόνο κατά τη διάρκεια τη νύχτας . Ένα άλλο στοιχείο είναι ότι η λειτουργία της Α/Γ δημιουργεί ένα κύμα αέρα το οποίο απωθεί τα πουλιά .

20 ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ:

20α) Έχει το υπό εκτέλεση έργο τη δυνατότητα να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον; Εάν η απάντηση είναι καταφατική (ναι) ή καταφατική με αμφιβολίες (ίσως), το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από: Σημαντικές δυννητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (π.χ. τύπος και ποσότητα εκπεμπόμενων ρυπαντών, επιπτώσεις στη χλωρίδα, την πανίδα και το τοπίο του χώρου εργασίας)

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η φύση του έργου είναι τέτοια που από τη λειτουργία του αναμένεται να προκύψουν μακροχρόνια οφέλη (η λειτουργία του έργου έχει ένα χρονικό ορίζοντα 20ετίας) τόσο στο ευρύτερο περιβάλλον (σημαντική αποφυγή εκπομπών ρύπων) όσο και στην κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής του έργου. Οι όποιες μικρές τοπικές οχλήσεις μπορεί να προκύψουν περιορίζονται στη βραχυχρόνια φάση κατασκευής του έργου, ενώ από τη λειτουργία του έργου δεν αναμένεται να προκύψουν περιβαλλοντικά προβλήματα ή κίνδυνοι.

2.4 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφίες της περιοχής υπάρχουν στο παράρτημα στη θέση 12

2.5 Διασύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

Η σύνδεση αιολικών πάρκων με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΕ) είναι ένα πρόβλημα που αφορά κυρίως την ποιότητα ισχύος που προσφέρεται στο δίκτυο, πρόβλημα το οποίο είναι πολύπλοκο και έχει το χαρακτηριστικό ότι είναι διαφορετικό για κάθε δίκτυο ή σημείο σύνδεσης.

Ο όρος "ποιότητα ισχύος" μιας ανεμογεννήτριας ή ενός αιολικού πάρκου αναφέρεται στην απόδοση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ανεμογεννήτριας ή του αιολικού πάρκου. Το πρόβλημα της ποιότητας ισχύος έχει να κάνει με την δημιουργία διαταραχών στο δίκτυο, δηλαδή στην επίδραση μιας ανεμογεννήτριας ή ενός αιολικού πάρκου στην ποιότητα ισχύος και τάσης του δικτύου. Δεν υπάρχει ένα μόνο μέτρο εκτίμησης της ποιότητας ισχύος και διαφορετικές περιγραφές αναφέρονται σε διαφορετικές κλίμακες χρόνου ή φασματικών τμημάτων. Η ανάγκη για την εξασφάλιση της εν 'λόγω ποιότητας είναι μεγάλη και εξαρτάται από το δίκτυο, τα ανεμολογικά δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών.

Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δικτύων.

Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χωριστεί σύμφωνα με το επίπεδο τάσης στο :

- Δίκτυο χαμηλής τάσης (ονομαστική τάση κάτω του 1 kV)
- Δίκτυο μέσης τάσης (ονομαστική τάση 1 kV έως 60 kV)
- Δίκτυο υψηλής τάσης (ονομαστική τάση πάνω από 60 kV)

Μικροί καταναλωτές, όπως οικίες, συνδέονται με το δίκτυο χαμηλής τάσης. Μεγάλοι καταναλωτές, όπως βιομηχανίες, συνδέονται με το δίκτυο μέσης τάσης. Συμβατικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας συνδέονται με το δίκτυο υψηλής τάσης.

Η σύνδεση ανεμογεννητριών με το δίκτυο διανομής μπορεί να γίνει:

- Στο δίκτυο χαμηλής τάσης για μικρές και μεσαίες ανεμογεννήτριες
- Στο δίκτυο μέσης τάσης για μεσαίες ή μεγάλες ανεμογεννήτριες ή μικρά και μεσαία αιολικά πάρκα
- Στο δίκτυο υψηλής τάσης για μεγάλα αιολικά πάρκα

Η ικανότητα μεταφοράς ισχύος συνήθως μειώνεται όσο μειώνεται η πυκνότητα του πληθυσμού. Οι περιοχές όπου βρίσκονται συνήθως οι ανεμογεννήτριες είναι περιοχές με μειωμένη πληθυσμιακή πυκνότητα και επομένως μικρή ικανότητα μεταφοράς ισχύος.

Η ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί είναι:

- 2- 5 MW κατευθείαν στο δίκτυο μέσης τάσης
- 10 - 40 MW σε ένα υποσταθμό μετασχηματισμού μέσης τάσης / υψηλής τάσης
- > 100 MW στο δίκτυο υψηλής τάσης

Τα ηλεκτρικά δίκτυα μπορούν επίσης να διακριθούν σε αυτά που είναι μέρος του κεντρικού ηλεκτρικού δικτύου της χώρας, δηλαδή στα τοπικά δίκτυα και στα αυτόνομα δίκτυα τα οποία αποτελούνται συνήθως από ένα σταθμό παραγωγής από νηζελογεννήτριες ή και αποθηκευτικές διατάξεις. Τα αυτόνομα δίκτυα ονομάζονται έτσι γιατί δεν είναι συνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο διανομής λόγω κόστους ή τεχνικών δυσκολιών. Στο Ελλαδικό χώρο θα μπορούσαμε με βάση τα παραπάνω να διακρίνουμε τρεις περιπτώσεις. α) Το κεντρικό δίκτυο διανομής το οποίο υπάρχει στην ηπειρωτική Ελλάδα και είναι μεγάλο σε μέγεθος, β) τα δίκτυα που υπάρχουν στα μεγάλα νησιά (π.χ. Κρήτη) και που διαθέτουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεσαίου μεγέθους και διαφόρων τεχνολογιών (π. χ. αεροστρόβιλος , ατμοπαραγωγούς, κ.α.) και είναι που αυτόνομα και γ) τα αυτόνομα δίκτυα των μικρών νησιών που τροφοδοτούνται από μικρούς

σταθμούς νηζελογεννήτριες

Τέλος, μια σημαντική διάκριση των ηλεκτρικών δικτύων είναι αυτή σε ασθενή και ισχυρά. Τα ισχυρά δίκτυα χαρακτηρίζονται από μεγάλη ηλεκτρική ισχύ και μεγάλη σιβαρότητα, καθώς επίσης και από μικρή ενόχληση λόγω διαταραχών. Τα ασθενή δίκτυα είναι ακριβώς το αντίθετο. Επίσης, ένα ισχυρό δίκτυο μπορεί να είναι ασθενές τοπικά.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω το Α/Π θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η με γραμμή που θα κατασκευαστεί από την Δ.Ε.Η έτσι ώστε να πληρεί τις δικές τις προδιαγραφές .

Κεφάλαιο 3^ο

Οικονομική Μελέτη

3.1 Εισαγωγή

Σε κάθε επένδυση ο μελετητής καλείται να απαντήσει στο απλό ερώτημα : Θα έχουμε απόσβεση της επένδυσης ; Αν ναι,σε ποσά χρόνια; Είναι φανερό ότι η ανέγερση ενός Α/Π είναι μια αρκετά μεγάλη επένδυση και είναι αναμενόμενο να θέλει ο επενδυτής την όσο το δυνατόν συντομότερη απόσβεση του πάρκου.

Η Ελληνική και η Ευρωπαϊκή νομοθεσία , στην προσπάθειά τους να δώσουν ώθηση στον τομέα των επενδύσεων για τις Α.Π.Ε. έχουν κάνει γενναιόδωρες επιδοτήσεις σε ποσοστό μέχρι και 100% (VALOREN) . Είναι άλλωστε γνωστό ότι μέχρι και σήμερα , η συντριπτική πλειονότητα των Α/Π επιδοτείται σε ποσοστό 40% επί του συνόλου της επένδυσης. Ωστόσο , σήμερα η ανέγερση ενός Α/Π είναι μια άκρως προσοδοφόρα επένδυση , γεγονός που έχει οδηγήσει στην μείωση της επιχορήγησης από το Ελληνικό Κράτος .

Στην παρούσα οικονομική μελέτη εξετάζουμε δυο πιθανά σενάρια .Στο πρώτο σενάριο υποθέτουμε ότι παίρνουμε σαν επιχορήγηση το 40% του αρχικού κόστους της επένδυσης .Στο δεύτερο σενάριο υποθέτουμε ότι δεν έχουμε καμία επιχορήγηση και το αρχικό κόστος βαραίνει εξ' ολοκλήρου τον επενδυτή.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι υπολογισμοί έγιναν με ενδεικτικές τιμές. Στο στάδιο της εφαρμογής της παρούσας μελέτης , θα επιτευχθούν αναλυτικές οικονομικές συμφωνίες με τους κατασκευαστές για κάθε επιμέρους τμήμα του έργου . Ωστόσο , τα αποτελέσματα δεν αναμένεται να διαφοροποιηθούν σημαντικά από αυτά που εμφανίζονται στην παρούσα μελέτη .

3.2 Ορισμοί

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί βασικοί οικονομικοί ορισμοί που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της επένδυσης .

- ΑΚΕ : Αρχικό Κόστος Επένδυσης
Είναι η δαπάνη που καταβάλλει ο επενδυτής, κατά το χρόνο που πραγματοποιείται η επένδυση. Γενικά μπορεί να εκφρασθεί ως εξής:
$$ΑΚΕ = K_e \cdot M + K_a$$

όπου
K_e: Εξαρτώμενο κόστος συστήματος
M : Μέγεθος συστήματος
K_a : Ανεξάρτητο (του μεγέθους) κόστος συστήματος .

Στην περίπτωση μας το ΑΚΕ είναι συνδεδεμένο με το πλήθος των Α/Γ που θα επιλέξουμε να εγκαταστήσουμε (M) .Επιλέγουμε να εγκαταστήσουμε 11 Α/Γ , άρα το κόστος των Α/Γ είναι 11 εκατ € .(Η τιμή του εγκατεστημένου MW είναι περίπου 1 εκατομμύριο ευρώ) . Το επιπλέον κόστος στο ΑΚΕ είναι τα έργα πολιτικού μηχανικού (οδοποιία , εκσκαφές) , οι αμοιβές του προσωπικού , το κόστος των οικοπέδων καθώς και το κόστος των μελετών που κατά ένα μεγάλο μέρος είναι ανεξάρτητα του αριθμού των Α/Γ που θα εγκαταστήσουμε .

- ΕΟΟ: Ετήσιο Οικονομικό Όφελος
Είναι το υπολογιζόμενο οικονομικό όφελος ανά έτος από τις πωλήσεις ενέργειας στη Δ.Ε.Η. Υπολογίζεται βασισμένο στο γεγονός ότι η Δ.Ε.Η έχει ορίσει μια σταθερή τιμή για την αγορά της κιλοβατώρας που παράγεται από αυτόνομους παραγωγούς όπως τα αιολικά πάρκα . Η

τιμή αυτή έχει οριστεί στα 60 €/MWh .

- ΕΛΔ: Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες
Είναι οι μισθοί των εργαζομένων , τα κόστη συντήρησης των Α/Γ , τα ενοίκια που πιθανώς να δίνονται στους ιδιοκτήτες των οικοπέδων καθώς και οι δαπάνες που γίνονται για την ασφάλιση των Α/Γ
- ΚΕΟΟ : Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος:
Είναι το ποσό που μένει αν από το ετήσιο οικονομικό όφελος αφαιρέσουμε τις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες .
 $ΚΕΟΟ = ΕΟΟ - ΕΛΔ$
- d : Επιτόκιο αναγωγής (Εκφράζεται %, αλλά στους τύπους: $0 < d < 1$)
Το επιτόκιο αυτό είναι το επιθυμητό επιτόκιο που θα ήθελε ο επενδύτης . Σε επενδύσεις όπως τα αιολικά πάρκα , το επιτόκιο αυτό λαμβάνεται ίσο με 10%
- r : Αποπληθωρισμένο επιτόκιο
Συνήθως λαμβάνουμε υπόψιν και τον ετήσιο πληθωρισμό , ο οποίος υπολογίζεται γύρω στο 3%
Το αποπληθωρισμένο επιτόκιο είναι ίσο με :

$$r = \frac{d - i}{1 + i}, \text{ όπου}$$

d : το επιτόκιο αναγωγής και
 i : ο ετήσιος πληθωρισμός

Για την αξιολόγηση των επενδύσεων , χρησιμοποιούνται κριτήρια όπως η καθαρά παρούσα αξία , η έντοκη περίοδος αποπληρωμής και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης

- Καθαρά παρούσα αξία
Στην καθαρά παρούσα αξία ανάγουμε όλα τα μελλοντικά έσοδα και έξοδα για N έτη στο χρόνο 0.
- Εσωτερικός βαθμός απόδοσης
Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι το επιτόκιο εκείνο για το οποίο η καθαρά παρούσα αξία μηδενίζεται
- Κριτήριο έντοκης περιόδου αποπληρωμής
Το κριτήριο αυτό είναι το σημαντικότερο για τον επενδύτη καθώς του δείχνει σε πόσα χρόνια θα έχει αποσβέσει τα χρήματα που επένδυσε . Είναι ο χρόνος για τον οποίο η ΚΠΑ μηδενίζεται .

$$ΕΠΑ = \frac{-\ln(1 - r * (AKE) / (ΚΕΟΟ))}{\ln(1 + r)}$$

3.3 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης

Οι οικονομικές συναρτήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω περάστηκαν μέσω κατάλληλου προγραμματισμού στο excel έτσι ώστε να μπορούμε να έχουμε μια εικόνα της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης . Το πρόγραμμα χωρίζεται σε 4 μέρη

- Στο πρώτο μέρος εισάγουμε τα γενικά δεδομένα του πάρκου , τις ώρες λειτουργίας και τους συντελεστές διαθεσιμότητας

ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ "Βάρδιες" 11 MW"		
1.ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α/Π		
1.1 Τύπος Α/Γ	1000	kW
1.2 Ισχύς Α/Γ	1000	kW
1.3 Αριθμός Α/Γ	11	
1.4 Ισχύς Α/Π	11	MW
1.5 Ώρες λειτουργίας	3086	h
1.6 Διαθεσιμότητα	0.98	%
1.7 Συντελεστής Διείσδυσης	0.98	%
1.8 Απώλειες Δικτύου	0.02	%
1.9 Συνολικές ετήσιες ώρες λειτουργίας	2904	h
Συνολική ετήσια παραγωγή πάρκου	31949	MWh

- Στο δεύτερο μέρος εισάγουμε τα βασικά κόστη των Α/Γ και των άλλων δαπανών

2.ΕΠΕΝΔΥΣΗ	Ποσό		Ποσοστό %	
2.1 Κόστος Α/Γ(εγκατεστημένη)	1000000€	11.000.000	€	92.05%
2.2 Κόστος έργων Π.Μ.		600.000	€	5.02%
2.3 Κόστος οικοπέδων		100.000	€	0.84%
2.4 Αμοιβές Προσωπικού		200.000	€	1.67%
2.5 Μελέτες , Άδειες κτλ.		50.000	€	0.42%
Συνολικό κόστος Α/Π		11.950.000	€	4.071.962.500

δρχ

- Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται τα ετήσια έσοδα και έξοδα του πάρκου

1.Ετησια έξοδα		Σύνολο	151500 €	
1.1 Προσωπικό απασχόλησης				
	Θέση		Ετήσιες Αποδοχές	
1.0	Υπεύθυνος Πάρκου		30000	€
2.0	Φύλακας		20000	€
1.0	Συντηρητής - Ηλεκτρολόγος - Ηλεκτρονικός		20000	€
0.5	Λογιστής (ημιαπασχόληση)		10000	€

1.2 Συντήρηση , αναλώσιμα , ανταλλακτικά	Κόστος €/ΑΓ/ετος	Αριθμός Α/Γ	
	2000	11	22000 €
1.3 Ασφάλειες Α/Γ	Κόστος €/ΑΓ/ετος	Αριθμός Α/Γ	
	3000	11	33000 €
1.4 Ενοίκια γης	Κόστος €/ΑΓ/ετος	Αριθμός Α/Γ	
	1500	11	16500 €
2.Ετησια έσοδα		Σύνολο	1916982 €
2.1 Πωλήσεις ενέργειας στην ΔΕΗ			
Τιμή πώλησης €/MWh	Παραγωγή Α/Π (MWh)		
60	31950		1916982 €

- Στο τέταρτο μέρος υπολογίζουμε τους οικονομικούς δείκτες της επένδυσης σε δυο σενάρια . Ένα με χρηματοδότηση 40 % επί του συνόλου της επένδυσης και ένα χωρίς χρηματοδότηση
 1. Χρηματοδότηση 40%

		Τα ποσα είναι σε χιλιάδες €																				
		40% επιχορηγηση επι του συνολου της επενδυσης																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Επένδυση																					
1.1	Αρχικο κοστος	7.170																				
2	Έσοδα																					
2.1	Ετήσιες Πωλήσεις Σύνολο	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917
3	Έξοδα Λειτουργίας Σύνολο	151.5	151.5	151.5	151.5	152	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5
4	Αποτελέσματα																					
	Έσοδα-Έξοδα	-7.170	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765
5	Αποσβηση Παρκου	-7.170	-5.405	-3.639	-1.874	-108	1.657	3.423	5.188	6.954	8.719	10.485	12.250	14.016	15.781	17.547	19.312	21.078	22.843	24.609	26.374	28.140
6	IRR	24%																				
	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ετη)		4.91	$\frac{-\ln(1-r*((AKE)/(KEOO)))/\ln(1+i)}$																		
		0.067961165	$r=(d-i)/(1+i)$	Αποπληθωρισμενο επιτοκιο		i=ο ετησιος πληθωρισμος (3%)																
		7.170	AKE	Αρχικο κοστος επενδυσης		d=επιτοκιο αναγωγης (10%)																
		1765	KEOO	Καθαρο ετησιο οικονομικο οφελος																		

Χωρίς χρηματοδότηση

		Τα ποσα είναι σε χιλιαδες €																				
		χωρίς επιχορήγηση																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Επένδυση																					
1.1	Αρχικο κοστος	11.950																				
2	Έσοδα																					
2.1	Ετήσιες Πωλήσεις Σύνολο	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917
3	Έξοδα Λειτουργίας																					
	Σύνολο	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5	151.5
4	Αποτελέσματα																					
	Έσοδα-Έξοδα	-11.950	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765
5	Αποσβηση Παρκου	-11.950	-10.185	-8.419	-6.654	-4.888	-3.123	-1.357	408	2.174	3.939	5.705	7.470	9.236	11.001	12.767	14.532	16.298	18.063	19.829	21.594	23.360
6	IRR	14%																				
	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ετη)		9.37	$(-\ln(1-r*((AKE)/(KEOO)))/(\ln(1+i)))$																		
	0.067961165	$r=(d-i)/(1+i)$	Αποπληθωρισμενο επιτοκιο																			
	11.950	AKE	Αρχικο κοστος επενδυσης																			
	1765	KEOO	Καθαρο ετησιο οικονομικο οφελος																			
			i=ο ετησιος πληθωρισμος (3%)																			
			d=επιτοκιο αναγωγης (10%)																			

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να παρουσιάσει στον επενδύτη τα αναγκαία κριτήρια έτσι ώστε αυτός να μπορεί να αποφασίσει για την κατασκευή του πάρκου . Το πρώτο που ελέγχει ο κάθε επενδυτής είναι η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης του .

Τα δυο σημεία στα οποία πρέπει να επικεντρώσουμε την προσοχή μας στην οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής . Στην περίπτωση όπου το σύνολο της επένδυσης βαραίνει τον επενδύτη , ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι 14% και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 9,37 έτη . Οι τιμές αυτές κρίνονται αρκετά ικανοποιητικές και υπερέχουν πολλών επενδύσεων ανάλογου ποσού . Να επισημάνουμε ότι το ρίσκο σε μια επένδυση Α/Π είναι πολύ μικρότερο από επενδύσεις παρεμφερούς κόστους και πολύ αποδοτικότερο από τραπεζικές επενδύσεις .

Στην περίπτωση που έχουμε 40% επιδότηση , ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης «εκτινάσσεται» στο 24% και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής συρρικνώνεται στα μόλις 4.94 χρόνια . Οι τιμές αυτές δεν μπορούν να συγκριθούν με καμία άλλη επενδυτική πρόταση στην αγορά .

Το δεύτερο στοιχείο που ελέγχεται κατά την αξιολόγηση ενός Α/Π είναι οι περιβαλλοντικές αλλαγές που αναμένεται να επιφέρει. Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λοιπόν , όπως φαίνεται καθαρά και στην μελέτη , το μόνο πρόβλημα που αναμένεται να υπάρξει είναι αυτό με την ορνιθολογική εταιρεία εξ' αιτίας του γεγονότος ότι έχει χαρακτηριστεί ως πέρασμα αποδημητικών πουλιών . Ωστόσο όπως αναφέρθηκε και στην μελέτη , το Α/Π δεν αναμένεται να προκαλέσει τέτοιο πρόβλημα στα πουλιά ώστε να ματαιωθεί η κατασκευή του . Προβλήματα θορύβου στις γύρω περιοχές δεν θα υπάρξουν .

Είναι γεγονός ότι η ανέγερση ενός Α/Π θα αναβαθμίσει την γύρω περιοχή , θα γίνει πόλος έλξης επιστημόνων αλλά και απλών πολιτών εξαιτίας της υπερσύγχρονης τεχνολογίας που χρησιμοποιεί . Μην ξεχνάμε άλλωστε ότι μια Α/Γ είναι ένα τεχνολογικό θαύμα , μια κατασκευή του ανθρώπου που καταφέρνει να τιθασεύσει την δύναμη του αέρα και να την μετατρέψει σε ηλεκτρική ενέργεια . Το Α/Π λοιπόν αναμένεται να αναβαθμίσει την εδώ και πολλά χρόνια υποβαθμισμένη περιοχή του ακρωτηρίου.

Τα αιολικά πάρκα προσφέρουν μεγάλα οφέλη στην εθνική , τη περιφερειακή και την τοπική ανάπτυξη και όταν πληρούνται οι προδιαγραφές κατασκευής και λειτουργίας τους , όχι μόνο δεν υποβαθμίζουν το περιβάλλον αλλά το προστατεύουν . Η πολιτεία έχει υποχρέωση να στηρίξει τις Α.Π.Ε. και ταυτόχρονα να στηριχθούν από όλους τους ενεργούς πολίτες που επιθυμούν την ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας , την προστασία του περιβάλλοντος και την τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη .

Από όλα τα παραπάνω αλλά και από το σύνολο της παρούσας μελέτης βγαίνει καθαρά το συμπέρασμα ότι η εγκατάσταση ενός Α/Π στη θέση «Βάρδιες» το δήμου Ακρωτηρίου , Νόμου Χανίων είναι μια συμφέρουσα επένδυση από οποία σκοπιά και αν εξεταστεί .

Βιβλιογραφία

- Ιωάννης Κλεάνθη Καλδελλης «Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας» , εκδόσεις Αθ. Σταμουλης , Αθήνα 1999 , ISBN 960-351-255-9
- Γ. Μπεργελές «Ανεμοκινητήρες» , Εκδόσεις Συμεών , Αθήνα 1994 , ISBN 960-7346-19-x
- Πανεπιστήμιο Κρητης , Τμήμα Βιολογίας. Ερευνητικό Πρόγραμμα «Μελέτη των ακτών της Κρητης που παρουσιάζουν οικολογικές διαταραχές» Ι. Γενικά – Χερσαίο Μέρος , Τελική έκθεση , Ηράκλειο 1990
- «Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας» , Ειδική έκδοση της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας , Δεκέμβριος 1994 , ISBN: 960-85597-0-7
- «Σημειώσεις Μαθήματος "Διαχείριση και εξοικονόμηση Ενέργειας" » , Κτενιαδάκης Μιχάλης , Μηχανολόγος – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός , Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Ηρακλείου , Ηράκλειο 2002
- L.L. Freris , "Wind energy conversion systems" ISBN 0139605274
- Αιολικά Πάρκα "Η αναπτυξιακή και περιβαλλοντική τους διάσταση" , Ελληνικός σύνδεσμος επενδυτών Α.Π.Ε.

Παραπομπές

- [1] , [2] , [3] , [4] , [5] , [6] Ιωάννης Κλεάνθη Καλδελλης «Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας» , εκδόσεις Αθ. Σταμουλης , Αθήνα 1999 , ISBN 960-351-255-9
- [7] Γ. Μπεργελές «Ανεμοκινητήρες» , Εκδόσεις Συμεών , Αθήνα 1994 , ISBN 960-7346-19-x
- Αιολικό Εργαστήριο : Αιολικό εργαστήρι , ΤΕΙ Κρητης , Εσταυρωμένος 71500 , Ηράκλειο Κρήτης , Τηλ-Fax (+2810) 256191 , 319478

Διαδίκτυο

- www.windpower.dk
- www.rae.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50000
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10000
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΧΑΡΤΕΣ Γ.Υ.Σ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5	ΧΑΡΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6	ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7	ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8	ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α/Γ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΔΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10	ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Α/Γ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11	ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 12	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α/Π ΑΠΟ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000	T1
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α/Π ΑΠΟ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50.000	T2
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α/Π ΑΠΟ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000	T3 , T4
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α/Π ΑΠΟ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000	T5
ΑΙΟΛΙΚΟΣ ΑΤΛΑΝΤΑΣ , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000	A1
ΜΕΛΕΤΗ ΘΟΥΡΥΒΟΥ , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000	Θ1
ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Α/Π	H1
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ , ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000	X1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. ΚΛΙΜΑΚΑΣ
1:50000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΧΑΡΤΕΣ Γ.Υ.Σ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5
ΧΑΡΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6
ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8
ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α/Γ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9
ΕΙΔΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

Πίνακας 2.4.31α. Είδη φυτών της χερσονήσου Ακρωτηρίου.

Anthemis chia
Aurinia saxatilis
Bellium minutum
Campanula saxatilis
Capparis orientalis
Cheilanthes pteridioides
Cichorium spinosum
Dianthus creticus
Drimys maritima
Ebenus creticus
Geranium robertianum
Helichrysum orientale
Lotus cytisoides
Micromeria juliana
Micromeria nervosa
Origanum dictamnus
Petromarula pinnata
Reichardia picroides
Rosularia serrata
Scariola acanthifolia
Silene gigantea
Silene sedoides
Stipa bromoides
Thymus capitatus
Urospermus picroides
Valantia hispida

Παραρτήματα

Chilopoda

<i>Bothriogaster signata graeca</i>	21/04/1955	Chamberlin 1956
<i>Dignathodon microcephalum</i>	21/04/1955	Chamberlin 1956
<i>Eupolybothrus fasciatus fasciatograecus</i>	21/04/1955	Chamberlin 1956
<i>Lithobius sitianus</i>	21/04/1955	Chamberlin 1956
<i>Scolopendra canidens cretica</i>	21/04/1955	Chamberlin 1956

Diplopoda

<i>Pachyiulus flavipes</i>	/ /	Strasser 1976
----------------------------	-----	---------------

Orthoptera

<i>Chorthippus biroi</i>	01/01/1976	Willemse & Kruseman 1976
<i>Gryllus bimaculatus</i>	/ /	Rømme 1927
<i>Orchamus raulinii</i>	/ /	Harz 1975
<i>Orchamus raulinii</i>	/ /	Rømme 1927
<i>Phaneroptera nana</i>	01/01/1976	Willemse & Kruseman 1976
<i>Platycleis incerta</i>	/ /	Willemse & Kruseman 1976
<i>Pyrgomorpha conica conica</i>	/ /	Griffini 1894
<i>Rhacocleis germanica</i>	/ /	Willemse & Kruseman 1976
<i>Rhacocleis germanica</i>	/ /	Willemse 1982
<i>Truxalis nasuta</i>	01/01/1927	Werner 1927
<i>Truxalis nasuta</i>	01/01/1927	Rømme 1927
<i>Truxalis nasuta</i>	01/01/1994	Griffini 1894

Heteroptera

<i>Acrosternum arabicum</i>	03/05/1980	Heiss 1984
<i>Canthophorus melanopterus</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Eurydema lineola</i>	/ /	Heiss 1984
<i>Lygaeus pandurus</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Nezara viridula</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Nysius graminicola</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Nysius stalianus</i>	/ /	Heiss 1983
<i>Orthonotus creticus</i>	03/05/1980	Heiss 1984
<i>Phytocoris ruficollis</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Rhaphigaster nebulosa</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Rhyparochromus creticus</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Scantius aegyptius</i>	27/08/1959	Josifov 1968
<i>Tingis hellenica</i>	/ /	Heiss 1983

Homoptera

<i>Aspidiotus britannicus</i>	/ /	Koroneos 1934
-------------------------------	-----	---------------

Πίνακας 2.4.31β. Είδη ζώων της χερσονήσου Ακρωτηρίου.

Mollusca

<i>Albinaria byzantina</i>	01/01/0000	Wagner A. 1924
<i>Albinaria cretensis</i>	01/01/1850	Nordsieck 1977
<i>Albinaria cretensis</i> <i>microtypica</i>	/ /	Wagner A. 1924
<i>Eopolita protensa protensa</i>	01/01/1965	Riedel 1968
<i>Oxychilus hydaticus</i>	01/01/1962	Riedel 1968
<i>Oxychilus hydaticus</i>	27/08/1959	Riedel 1962a
<i>Oxychilus orbicularis</i>	27/08/1959	Riedel 1962a
<i>Oxychilus orbicularis</i>	01/01/1962	Riedel 1968
<i>Oxychilus spratti</i>	01/01/1965	Riedel 1968
<i>Poiretia dilatata marginata</i>	/ /	Subai 1979

Opiliones

<i>Græcophalangium cretæum</i>	20/04/1965	Martens 1966
<i>Lacinius insularis</i>	20/04/1965	Martens 1966
<i>Lacinius insularis</i>	12/04/1965	Martens 1966
<i>Opilio insulare</i>	12/04/1965	Martens 1966
<i>Opilio insulare</i>	20/04/1965	Martens 1966
<i>Platybessobius singularis</i>	12/04/1965	Martens 1966

Crust. Copepoda

<i>Bryocamptus pygmaeus</i>	21/04/1955	Chappuis 1956
-----------------------------	------------	---------------

Isopoda

<i>Agabiformius lentus</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Armadillidium granulatum</i>	/ /	Schmalfuss 1972
<i>Armadillidium granulatum</i> <i>granulatum</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Armadillidium marmoratum</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Armadillidium schulzi</i>	/ /	Schmalfuss 1972
<i>Armadillidium schulzi</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Armadillo piger</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Chaetophiloscia cellaria</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Orthometopon phaleronense</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Pentheus tuberculatus piger</i>	26/03/1971	Schmalfuss 1972
<i>Porcellio creticus</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Porcellio flavomarginatus</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Porcellio laevis</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Porcellio laevis laevis</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Porcellio messenicus</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Porcellio pruinus meleagris</i>	/ /	Strouhal 1937
<i>Porcellionides pruinus</i>	/ /	Schmalfuss 1979
<i>Schizidium hybridum</i>	/ /	Strouhal 1937

Aves

<i>Accipiter nisus</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Alectoris chukar</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Anthus campestris</i>	10/05/1988	Coghlan 1990
<i>Anthus trivialis</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Apus apus</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Burhinus oedicnemus oedicnemus</i>	28/04/1942	Niethammer 1943
<i>Buteo buteo</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Carduelis chloris</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Circus cyaneus</i>	28/04/1962	Hafemann 1967
<i>Corvus corax corax</i>	18/08/1942	Stresemann 1943
<i>Corvus corax corax</i>	/ /	Stresemann 1943
<i>Cuculus canorus</i>	14/04/1945	Stresemann 1956
<i>Cuculus canorus</i>	18/04/1988	Coghlan 1990
<i>Emberiza calandra</i>	14/10/1944	Stresemann 1956
<i>Emberiza hortulana</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Emberiza hortulana</i>	/ /	Klockenhoff & Krapp 1977
<i>Emberiza hortulana</i>	07/04/1962	Hafemann 1967
<i>Ficedula albicollis</i>	14/04/1944	Stresemann 1956
<i>Ficedula albicollis</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Ficedula albicollis</i>	12/04/1988	Coghlan 1990
<i>Ficedula hypoleuca</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Ficedula hypoleuca</i>	14/04/1944	Stresemann 1956
<i>Ficedula hypoleuca</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Ficedula semitorquata</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Fringilla coelebs</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Gypaetus barbatus</i>	17/09/1944	Stresemann 1956
<i>Hippolais icterina</i>	16/04/1944	Stresemann 1956
<i>Hippolais pallida</i>	22/04/1944	Stresemann 1956
<i>Jynx torquilla</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Lanius collurio</i>	18/09/1944	Stresemann 1956
<i>Lanius minor</i>	18/08/1942	Stresemann 1943
<i>Lanius senator</i>	15/04/1962	Hafemann 1967
<i>Lanius senator</i>	/ /	Klockenhoff & Krapp 1977
<i>Lanius senator</i>	08/10/1944	Stresemann 1956
<i>Lullula arborea</i>	08/10/1944	Stresemann 1956
<i>Lullula arborea</i>	15/04/1988	Coghlan 1990
<i>Merops apiaster</i>	17/09/1944	Stresemann 1956
<i>Monticola solitarius</i>	/ /	Stresemann 1956
<i>Monticola solitarius</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Motacilla flava</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Muscicapa striata</i>	18/09/1944	Stresemann 1956
<i>Oenanthe hispanica</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Oenanthe hispanica melanoleuca</i>	25/08/1942	Stresemann 1943
<i>Oenanthe oenanthe</i>	22/04/1944	Stresemann 1956
<i>Oenanthe oenanthe</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Oenanthe oenanthe virago</i>	/ /	Niethammer 1943
<i>Oriolus oriolus</i>	22/04/1945	Stresemann 1956
<i>Otus scops</i>	14/04/1945	Stresemann 1956
<i>Otus scops</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Parus major</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	07/10/1944	Stresemann 1956
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	18/04/1988	Coghlan 1990

Παραρτήματα

Col.Meloidae

Meloe proscarabaeus 25/03/1983 Geisthardt 1989

Lepidoptera

Autophila anaphanes cretica 10/03/1926 Reisser 1958
 Chamaesphecia leucomelaena 10/03/1926 Reisser 1958
 Coleophora ochrea 04/10/1969 Baldizzone 1983
 Rhodobates unicolor 04/10/1969 Petersen & Gaedicke 1983
 Zygaena carniolica 10/03/1926 Reisser 1958

Diptera

Orellia falcata 01/01/1980 Neuenschwander et al 1983
 Paroxyna elongatula 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Paroxyna tessellata 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Sphenella marginata 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Tephritis praecox 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Trupanea stellata 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Urophora macrura 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983
 Urophora macrura 01/01/1979 Neuenschwander et al 1983

Hymenoptera

Osmia furcula 30/04/1973 Van der Zanden 1986

Amphibia

Bufo viridis viridis 12/04/1965 Wettstein 1968
 Bufo viridis viridis 27/05/1982 Strijbosch 1984
 Hyla arborea kretensis 12/04/1965 Wettstein 1968

Reptilia

Chalcides ocellatus ocellatus 12/04/1965 Wettstein 1968
 Coluber gemonensis 27/05/1982 Strijbosch 1984
 Coluber gemonensis 12/04/1965 Wettstein 1968
 Coluber gemonensis 20/04/1965 Wettstein 1968
 Hemidactylus turcicus turcicus 12/04/1965 Wettstein 1968
 Lacerta trilineata 27/05/1982 Strijbosch 1984
 polylepidota
 Lacerta trilineata 04/05/1965 Wettstein 1968
 polylepidota
 Lacerta trilineata 28/04/1942 Wettstein 1953
 polylepidota
 Mauremys caspica rivulata 12/04/1965 Wettstein 1968
 Podarcis erhardii cretensis 29/04/1942 Wettstein 1953

Παραρτήματα

<i>Phylloscopus collybita</i>	17/10/1944	Stresemann 1956
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Saxicola rubetra</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Serinus serinus</i>	15/04/1988	Coghlan 1990
<i>Streptopelia turtur</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Streptopelia turtur</i>	22/04/1944	Stresemann 1956
<i>Sylvia cantillans</i>	14/04/1945	Stresemann 1956
<i>Sylvia cantillans</i>	18/04/1988	Coghlan 1990
<i>Sylvia communis</i>	/ /	Klockenhoff & Krapp 1977
<i>Sylvia communis</i>	23/09/1944	Stresemann 1956
<i>Sylvia communis</i>	20/04/1965	Knecht 1970
<i>Sylvia communis</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Sylvia hortensis</i>	12/04/1945	Stresemann 1956
<i>Sylvia melanocephala</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Sylvia rueppelli</i>	14/04/1945	Stresemann 1956
<i>Turdus philomelos</i>	17/10/1944	Stresemann 1956
<i>Upupa epops</i>	/ /	Coghlan 1988
<i>Upupa epops</i>	08/10/1944	Stresemann 1956

Mammalia

<i>Erinaceus concolor nesiotus</i>	01/07/1949	Wettstein 1953
<i>Felis silvestris cretensis</i>	01/07/1949	Zimmermann 1953
<i>Rhinolophus blasii</i>	14/03/1965	Martens 1967
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	13/03/1965	Martens 1967
<i>Tadarida teniotis</i>	13/03/1965	Martens 1967

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Α/Γ

Στοιχεία Α/Γ τύπου pitch

Wind farm site WP0001										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	du/dz [/m]
0	7	9.49	1.94	8.42	52.7	0.263	0.263	0	3.4	-0,00998
30	6	10.65	1.95	9.44	56.4	0.234	0.234	0	6.8	-0,01113
60	4	8.65	1.94	7.67	21.1	0.121	0.119	1.13	4.5	-0,01008
90	4	6.58	2.13	5.83	9.3	0.074	0.067	9.49	11.7	0,00110
120	5	5.4	2.45	4.79	5.1	0.043	0.037	13.11	15.1	0,00010
150	4	5.12	1.94	4.54	4.6	0.037	0.022	40.12	12.9	0,00134
180	5	5.72	1.57	5.14	9.7	0.067	0.047	29.93	8.7	-0,00145
210	15	10.81	1.81	9.61	173.9	0.631	0.631	0	7.2	-0,00479
240	22	12.96	2.08	11.48	372.6	1.131	1.131	0	5.3	-0,00629
270	13	10.58	1.86	9.4	133.8	0.524	0.524	0	3.8	-0,00842
300	8	7.26	1.76	6.47	29.8	0.189	0.189	0	0	-0,00674
330	8	7.9	2.22	6.99	27.7	0.198	0.198	0	3.5	-0,00592
All		9.58	1.67	8.56	898.1	3.567	3.517	1.4		

Wind farm site WP0002										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.55	1.98	8.46	47.5	0.242	0.218	10.23	1,9	-0,01011
30	4	9.79	1.96	8.68	34.8	0.168	0.168	0	3,4	-0,01177
60	3	8.44	1.97	7.48	16.7	0.1	0.097	3.33	3,2	-0,01124
90	4	7.19	2.21	6.37	12.2	0.094	0.077	17.93	10,9	-0,00215
120	6	6.31	2.45	5.6	9.8	0.083	0.083	0	11,0	-0,00258
150	5	5.59	1.9	4.96	6.8	0.054	0.049	10.09		0,00069
180	4	5.73	1.57	5.15	9.4	0.065	0.038	42.45	8,4	-0,00129
210	13	9.71	1.84	8.63	107.2	0.483	0.45	6.75		-0,00535
240	21	12.39	2.12	10.98	301.9	1.039	1.039	0	6,1	-0,00909
270	14	11.31	1.93	10.03	177.2	0.647	0.647	0	4,1	-0,01175
300	10	8.34	1.78	7.42	53.5	0.289	0.289	0		-0,00980
330	8	8.56	2.25	7.58	38.6	0.257	0.191	25.68	2,7	-0,00704
All		9.51	1.76	8.47	815.1	3.569	3.39	5.02		

Wind farm site WP0003										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	6	8.46	1.97	7.5	28.7	0.172	0.112	34.75	2.3	-0,00188
30	3	8.06	1.95	7.14	14.7	0.092	0.085	7.65	3.9	-0,00132
60	3	7.45	1.96	6.6	10	0.068	0.062	9.7	4	-0,00304
90	5	7.26	2.2	6.43	13	0.099	0.092	6.39	10.7	0,00061
120	7	6.7	2.4	5.94	14.5	0.119	0.118	1.3	10.3	-0,00249
150	5	5.63	1.87	4.99	7.8	0.062	0.053	13.95	0	0,00303
180	4	5.03	1.54	4.52	5.8	0.043	0.027	37.49	10	0,00304
210	11	8.07	1.88	7.17	52.2	0.314	0.287	8.76	0	0,00419
240	18	10.66	2.1	9.44	171	0.778	0.778	0	5.5	0,00264
270	17	11.37	1.99	10.07	204.6	0.772	0.772	0	3.7	-0,00699
300	12	8.88	1.8	7.9	77.2	0.388	0.388	0	0	-0,00995
330	9	8.63	2.23	7.64	42.6	0.28	0.277	0.92	1.4	-0,00424
All		8.85	1.79	7.87	642.1	3.232	3.094	4.27		

Wind farm site WP0004										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	6	7.81	1.97	6.92	22.3	0.146	0.087	40.26	2.5	-0,00005
30	3	7.11	1.95	6.3	9.2	0.065	0.058	12.06	4.3	0,00116
60	3	6.6	1.96	5.85	6.6	0.05	0.043	14.16	4.8	0,00025
90	4	6.74	2.19	5.97	10.2	0.08	0.08	0	11.7	0,00357
120	7	6.45	2.38	5.71	13.8	0.114	0.089	22.36	11.1	-0,00015
150	5	5.35	1.85	4.75	7.1	0.057	0.057	0	0	0,00448
180	4	4.82	1.54	4.33	5.4	0.041	0.041	0	11.1	0,00404
210	11	7.14	1.88	6.34	34.3	0.235	0.235	0	0	0,00628
240	17	9.58	2.08	8.48	117.5	0.63	0.63	0	6.3	0,00660
270	17	10.44	2.01	9.25	161.2	0.721	0.721	0	4.4	-0,00226
300	13	8.6	1.8	7.65	75	0.396	0.396	0	0	-0,00774
330	9	8.24	2.22	7.3	38.2	0.262	0.262	0	1.1	-0,00238
All		8.17	1.8	7.26	501.2	2.839	2.738	3.55		

Wind farm site WP0005										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	9.58	1.97	8.49	54.8	0.277	0.275	0.53		-0,00916
30	4	8.09	1.92	7.18	16.3	0.1	0.091	9.54	4,5	-0,00486
60	3	6.29	1.97	5.58	5.2	0.041	0.037	7.84	6,7	0,00208
90	4	5.77	2.21	5.11	5	0.042	0.042	0	13,8	0,00938
120	6	5.92	2.43	5.25	8.4	0.071	0.071	0	11,4	0,00230
150	6	5.87	1.98	5.21	9.9	0.079	0.079	0		0,00116
180	6	6.24	1.58	5.6	16.7	0.109	0.109	0	10,0	-0,00049
210	14	8.71	1.92	7.73	79.5	0.445	0.445	0		0,00083
240	17	9.51	2.13	8.42	108.6	0.603	0.603	0	8,1	0,00771
270	13	8.76	1.99	7.77	69.4	0.402	0.402	0	6,4	0,00659
300	11	7.9	1.79	7.02	48.8	0.287	0.247	14.05		-0,00483
330	11	8.77	2.17	7.77	54.9	0.344	0.287	16.76	2,8	-0,00638
All		8.15	1.87	7.24	477.7	2.822	2.708	4.01		

Wind farm site WP0006										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	10.38	1.95	9.2	71.3	0.31	0.31	0	1.3	-0,00892
30	3	8.24	1.88	7.31	16.2	0.096	0.096	0	3.4	-0,00394
60	2	6.18	1.96	5.48	4.3	0.034	0.029	13.95	3.7	-0,00114
90	3	5.75	2.2	5.1	4.5	0.038	0.033	11.91	12.1	0,00504
120	6	6.36	2.41	5.63	10	0.084	0.084	0	10.4	-0,00237
150	7	6.61	2	5.86	15.9	0.121	0.121	0	0	-0,00094
180	8	7.23	1.64	6.47	30.8	0.18	0.179	0.69	7.9	-0,00054
210	14	8.96	1.95	7.94	83.1	0.456	0.428	6.23	0	0,00184
240	15	9.06	2.14	8.03	83	0.494	0.443	10.36	7.8	-0,00629
270	12	8.9	1.99	7.89	66.5	0.377	0.33	12.47	4.9	-0,00842
300	11	8.52	1.82	7.58	63.2	0.342	0.321	6.18	0.9	-0,00674
330	12	9.67	2.12	8.56	85.4	0.461	0.461	0	3.1	-0,00592
All		8.48	1.88	7.53	533.7	3.019	2.859	5.28		

Wind farm site WP0007										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	10.3	1.95	9.13	68.2	0.3	0.3	0	2,5	-0,00895
30	3	8.11	1.89	7.19	15.2	0.091	0.083	9.65	5,1	-0,00303
60	2	6.13	1.96	5.44	4.1	0.032	0.028	11.93	5,6	-0,00012
90	3	5.85	2.19	5.18	4.8	0.04	0.036	8.73	10,4	0,00481
120	6	6.43	2.41	5.7	10.5	0.088	0.088	0	9,5	-0,00323
150	7	6.65	2	5.89	16.4	0.125	0.125	0		-0,00218
180	8	7.18	1.65	6.43	30	0.177	0.177	0	8,0	-0,00128
210	14	8.77	1.96	7.78	76.1	0.431	0.424	1.62		0,00232
240	15	8.87	2.15	7.86	77	0.472	0.434	8.09	11,1	0,01045
270	12	8.91	1.99	7.89	67	0.379	0.337	11.17	6,5	0,00125
300	11	8.6	1.83	7.65	66	0.355	0.355	0	1,7	-0,00902
330	13	9.72	2.13	8.61	88.1	0.473	0.473	0	3,5	-0,00991
All		8.43	1.88	7.49	523.6	2.99	2.886	3.5		

Wind farm site WP0008										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.83	1.96	8.71	55.2	0.266	0.266	0	3.1	-0,00840
30	3	8.34	1.93	7.4	16.9	0.101	0.101	0	4.6	-0,00455
60	2	6.83	1.95	6.06	6.3	0.046	0.043	7.93	3.1	-0,00326
90	4	6.61	2.17	5.86	7.7	0.062	0.052	15.1	5.5	0,00115
120	6	6.58	2.44	5.84	12.1	0.101	0.09	10.85	9.9	-0,00148
150	6	6.32	1.97	5.6	12.8	0.099	0.089	9.84	0	-0,00127
180	6	6.54	1.58	5.87	19.1	0.119	0.119	0	8.4	-0,00145
210	13	8.72	1.92	7.74	74.4	0.415	0.377	9.14	0	-0,00479
240	16	9.63	2.15	8.53	109.4	0.602	0.554	7.89	9	-0,00629
270	13	9.91	2	8.79	104.4	0.506	0.501	1.03	4.4	-0,00842
300	12	8.72	1.79	7.76	71	0.365	0.365	0	0.8	-0,00674
330	11	9.39	2.18	8.31	69.5	0.401	0.401	0	3.3	-0,00592
All		8.63	1.88	7.66	558.8	3.105	2.98	4.03		

Wind farm site WP0009										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	9.21	1.98	8.16	48.3	0.259	0.257	0.79	3,5	-0,00441
30	4	8.23	1.94	7.3	17.6	0.107	0.089	17	5,9	-0,00292
60	3	6.73	1.97	5.97	6.7	0.05	0.05	0	4,7	-0,00371
90	4	6.14	2.18	5.43	6.2	0.051	0.051	0	7,1	0,00134
120	6	5.89	2.46	5.22	8.2	0.07	0.07	0	11,0	0,00061
150	6	5.7	1.97	5.05	8.6	0.069	0.069	0		0,00217
180	6	5.89	1.56	5.29	13.2	0.089	0.089	0	8,9	0,00053
210	14	8.64	1.92	7.66	79.2	0.448	0.448	0		0,00190
240	17	9.47	2.16	8.38	110.5	0.626	0.586	6.41	10,8	0,00554
270	13	8.96	1.99	7.94	76.1	0.428	0.396	7.41	6,6	0,00020
300	10	7.68	1.78	6.83	44.3	0.267	0.248	6.93	1,7	-0,00508
330	10	8.4	2.18	7.44	45.8	0.304	0.281	7.38	3,7	-0,00393
All		8.1	1.88	7.19	464.5	2.786	2.652	4.81		

Wind farm site WP0010										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.49	1.95	8.41	49.6	0.25	0.25	0	3,6	-0,00580
30	3	7.73	1.92	6.86	12.9	0.083	0.078	6.07	6,4	-0,00113
60	2	6.2	1.95	5.5	4.4	0.034	0.031	10.81	5,5	-0,00080
90	3	6.34	2.16	5.61	6.5	0.053	0.053	0	5,5	0,00050
120	6	6.48	2.43	5.75	11.6	0.097	0.097	0	10,1	-0,00103
150	7	6.29	1.96	5.58	13.6	0.105	0.105	0		-0,00059
180	7	6.49	1.62	5.81	19.8	0.128	0.127	1.08	8,6	-0,00058
210	13	8.14	1.93	7.22	58.3	0.358	0.308	13.72		0,00277
240	15	8.71	2.16	7.71	75.1	0.475	0.428	9.74	12,3	0,01025
270	13	9.2	2.01	8.15	81	0.442	0.402	9.19	5,4	0,00120
300	12	8.56	1.82	7.61	68.9	0.37	0.37	0	1,3	-0,00694
330	12	9.29	2.15	8.23	72.6	0.42	0.42	0	3,9	-0,00677
All		8.19	1.9	7.26	474	2.837	2.69	5.19		

Wind farm site WP0011										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	10.26	1.98	9.09	74.6	0.339	0.339	0	3.9	-0,00548
30	4	8.79	1.9	7.8	22	0.121	0.121	0	5.4	-0,00118
60	3	6.81	1.96	6.04	6.7	0.049	0.049	0	3.4	0,00226
90	3	6.3	2.13	5.58	6	0.048	0.048	0	2.9	0,00698
120	6	6.03	2.46	5.34	8.2	0.07	0.07	0	11	0,00692
150	6	6.07	2	5.38	10.8	0.086	0.086	0	10.5	0,00224
180	7	6.65	1.58	5.97	21.8	0.134	0.134	0	8.6	-0,00078
210	15	9.16	1.94	8.13	97.8	0.517	0.478	7.68	0	0,00172
240	16	9.49	2.15	8.41	105.1	0.589	0.514	12.73	10	0,01392
270	12	9.01	1.99	7.99	70.5	0.393	0.392	0.09	6.4	0,01039
300	10	7.91	1.79	7.04	46.5	0.272	0.272	0	0.3	0,00078
330	11	9.02	2.12	7.99	61.4	0.364	0.364	0	3.3	-0,00278
All		8.45	1.87	7.51	531.2	3.003	2.887	3.86		

Στοιχεία Α/Γ τύπου stall

Wind farm site WP0001										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	du/dz [/m]
0	7	9.03	1.92	8.01	46.7	0.264	0.264	0	3.4	-0,00998
30	5	9.92	1.92	8.8	45.2	0.216	0.216	0	6.8	-0,01113
60	4	8.13	1.93	7.21	17	0.113	0.112	1.24	4.5	-0,01008
90	4	6.52	2.13	5.77	8.9	0.08	0.072	9.97	11.7	0,00110
120	5	5.39	2.47	4.78	5.1	0.051	0.043	15.76	15.1	0,00010
150	4	5.16	1.97	4.57	4.8	0.046	0.024	46.74	12.9	0,00134
180	5	5.71	1.59	5.13	9.7	0.076	0.05	34.79	8.7	-0,00145
210	15	10.6	1.87	9.42	160.5	0.638	0.638	0	7.2	-0,00479
240	21	12.34	2.04	10.93	318	1.026	1.026	0	5.3	-0,00629
270	13	9.95	1.85	8.84	111.9	0.502	0.502	0	3.8	-0,00842
300	8	6.85	1.73	6.11	26	0.189	0.189	0	0	-0,00674
330	8	7.55	2.17	6.69	25.5	0.207	0.207	0	3.5	-0,00592
All		9.15	1.68	8.17	779.4	3.475	3.409	1.91		

Wind farm site WP0002										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.41	1.95	8.34	48.7	0.263	0.234	11.03	1,9	-0,01011
30	4	9.41	1.92	8.35	31	0.164	0.164	0	3,4	-0,01177
60	3	8.04	1.95	7.13	13.9	0.095	0.092	3.3	3,2	-0,01124
90	4	7.12	2.18	6.3	11.3	0.097	0.079	18.87	10,9	-0,00215
120	6	6.33	2.47	5.61	9.8	0.095	0.095	0	11,0	-0,00258
150	5	5.8	1.95	5.14	7.8	0.071	0.062	11.85		0,00069
180	5	5.92	1.59	5.31	10.6	0.081	0.042	48.27	8,4	-0,00129
210	14	9.95	1.9	8.83	116.6	0.545	0.502	7.99		-0,00535
240	20	12	2.08	10.63	267.5	0.955	0.955	0	6,1	-0,00909
270	14	10.72	1.92	9.51	147.5	0.599	0.599	0	4,1	-0,01175
300	10	7.91	1.74	7.05	46.8	0.284	0.284	0		-0,00980
330	9	8.43	2.21	7.46	39.1	0.286	0.21	26.39	2,7	-0,00704
All		9.27	1.77	8.25	749.9	3.591	3.371	6.14		

Wind farm site WP0003										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	6	8.53	1.94	7.56	31.9	0.2	0.131	34.42	2.3	-0,00188
30	3	7.98	1.92	7.08	15	0.102	0.093	8.92	3.9	-0,00132
60	3	7.33	1.93	6.5	9.5	0.072	0.064	10.25	4	-0,00304
90	4	7.16	2.16	6.34	12	0.102	0.094	7.41	10.7	0,00061
120	7	6.69	2.44	5.94	13.9	0.132	0.129	1.9	10.3	-0,00249
150	5	5.78	1.91	5.13	8.5	0.077	0.065	15.52	0	0,00303
180	4	5.3	1.56	4.77	7.1	0.058	0.036	38.43	10	0,00304
210	12	8.42	1.93	7.47	60.5	0.384	0.348	9.53	0	0,00419
240	18	10.66	2.08	9.44	173.3	0.809	0.809	0	5.5	0,00264
270	16	10.87	1.96	9.64	171.3	0.698	0.698	0	3.7	-0,00699
300	12	8.39	1.76	7.47	65	0.366	0.366	0	0	-0,00995
330	9	8.44	2.21	7.48	41.8	0.305	0.301	1.4	1.4	-0,00424
All		8.73	1.81	7.76	609.3	3.354	3.181	5.16		

Wind farm site WP0004										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	6	7.85	1.94	6.96	24.4	0.171	0.096	43.96	2.5	-0,00005
30	3	7.13	1.92	6.32	10	0.077	0.066	14.52	4.3	0,00116
60	3	6.57	1.93	5.82	6.5	0.055	0.046	15.3	4.8	0,00025
90	4	6.64	2.16	5.88	9.5	0.085	0.085	0	11.7	0,00357
120	7	6.39	2.43	5.67	12.7	0.122	0.091	25.38	11.1	-0,00015
150	5	5.47	1.9	4.85	7.5	0.069	0.069	0	0	0,00448
180	4	5.09	1.56	4.57	6.6	0.056	0.056	0	11.1	0,00404
210	11	7.52	1.93	6.67	40.8	0.301	0.301	0	0	0,00628
240	17	9.67	2.08	8.57	124.1	0.693	0.693	0	6.3	0,00660
270	16	10.14	1.97	8.99	141.4	0.673	0.673	0	4.4	-0,00226
300	12	8.08	1.76	7.19	61.3	0.368	0.368	0	0	-0,00774
330	10	8	2.19	7.09	36.5	0.282	0.282	0.03	1.1	-0,00238
All		8.07	1.81	7.18	481.3	3	2.872	4.27		

Wind farm site WP0005										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.07	1.94	8.05	45.5	0.26	0.258	0.81		-0,00916
30	4	7.9	1.9	7.01	15.2	0.104	0.093	10.55	4,5	-0,00486
60	3	6.41	1.94	5.69	5.7	0.049	0.045	7.47	6,7	0,00208
90	4	6.03	2.17	5.34	6.1	0.057	0.057	0	13,8	0,00938
120	6	6.1	2.45	5.41	9.4	0.092	0.092	0	11,4	0,00230
150	6	5.9	1.99	5.23	9.8	0.089	0.089	0		0,00116
180	6	6.12	1.59	5.49	14.6	0.108	0.108	0	10,0	-0,00049
210	14	8.66	1.95	7.68	74.7	0.461	0.461	0		0,00083
240	17	9.67	2.1	8.57	119.3	0.674	0.674	0	8,1	0,00771
270	13	9.03	1.96	8	80.5	0.469	0.469	0	6,4	0,00659
300	11	7.71	1.76	6.87	47.5	0.303	0.256	15.56		-0,00483
330	11	8.42	2.15	7.46	48	0.343	0.276	19.45	2,8	-0,00638
All		8.13	1.86	7.22	476.2	3.039	2.907	4.34		

Wind farm site WP0006										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	10.12	1.93	8.97	68.4	0.316	0.316	0	1.3	-0,00892
30	3	8.13	1.87	7.22	16.1	0.103	0.103	0	3.4	-0,00394
60	2	6.29	1.94	5.57	4.7	0.041	0.035	14.89	3.7	-0,00114
90	3	5.9	2.16	5.23	5	0.047	0.041	13.82	12.1	0,00504
120	6	6.44	2.42	5.71	10.3	0.099	0.099	0	10.4	-0,00237
150	7	6.67	2.03	5.91	15.8	0.135	0.135	0	0	-0,00094
180	8	7.35	1.66	6.57	31.1	0.196	0.194	1	7.9	-0,00054
210	14	9.17	1.98	8.13	89	0.513	0.48	6.47	0	0,00184
240	15	9.28	2.1	8.22	92.4	0.56	0.502	10.39	7.8	-0,00629
270	12	8.83	1.96	7.83	66.2	0.399	0.346	13.36	4.9	-0,00842
300	11	8.23	1.79	7.32	57.2	0.34	0.317	6.96	0.9	-0,00674
330	12	9.32	2.09	8.25	76	0.455	0.455	0	3.1	-0,00592
All		8.47	1.87	7.52	532.4	3.235	3.05	5.71		

Wind farm site WP0007										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	10.02	1.92	8.89	64.5	0.302	0.302	0	2,5	-0,00895
30	3	7.99	1.87	7.09	15	0.099	0.088	10.4	5,1	-0,00303
60	2	6.18	1.93	5.48	4.4	0.039	0.034	12.96	5,6	-0,00012
90	3	6.03	2.15	5.34	5.4	0.051	0.046	9.46	10,4	0,00481
120	6	6.55	2.42	5.81	11.1	0.106	0.106	0	9,5	-0,00323
150	7	6.72	2.03	5.96	16.4	0.14	0.14	0		-0,00218
180	8	7.29	1.67	6.51	29.9	0.192	0.192	0	8,0	-0,00128
210	14	8.97	1.98	7.95	81.1	0.485	0.477	1.65		0,00232
240	15	9.13	2.11	8.08	87	0.544	0.499	8.19	11,1	0,01045
270	12	8.88	1.96	7.87	68	0.407	0.359	11.83	6,5	0,00125
300	11	8.34	1.79	7.42	60.9	0.357	0.357	0	1,7	-0,00902
330	12	9.39	2.1	8.31	78.8	0.468	0.468	0	3,5	-0,00991
All		8.43	1.88	7.48	522.9	3.216	3.094	3.79		

Wind farm site WP0008										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.56	1.93	8.48	51.9	0.269	0.269	0	3.1	-0,00840
30	3	8.12	1.9	7.2	16	0.105	0.105	0	4.6	-0,00455
60	2	6.65	1.92	5.9	6	0.049	0.045	9.24	3.1	-0,00326
90	4	6.74	2.14	5.97	8.3	0.074	0.062	15.63	5.5	0,00115
120	6	6.7	2.44	5.94	12.8	0.121	0.107	11.52	9.9	-0,00148
150	6	6.41	1.99	5.68	13.1	0.114	0.102	10.68	0	-0,00127
180	6	6.64	1.6	5.95	19.4	0.133	0.133	0	8.4	-0,00145
210	13	8.87	1.96	7.86	76.7	0.459	0.415	9.52	0	-0,00479
240	16	9.77	2.12	8.65	116.9	0.656	0.611	6.96	9	-0,00629
270	13	9.73	1.96	8.62	100.3	0.515	0.51	0.94	4.4	-0,00842
300	11	8.44	1.76	7.51	65.3	0.366	0.366	0	0.8	-0,00674
330	11	9.1	2.14	8.06	64.1	0.41	0.41	0	3.3	-0,00592
All		8.57	1.88	7.61	551.5	3.296	3.158	4.17		

Wind farm site WP0009										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.08	1.95	8.06	46.7	0.267	0.264	1.13	3,5	-0,00441
30	4	8.06	1.9	7.15	16.7	0.111	0.091	18.12	5,9	-0,00292
60	3	6.63	1.94	5.88	6.5	0.054	0.054	0	4,7	-0,00371
90	4	6.38	2.14	5.65	7.1	0.065	0.065	0	7,1	0,00134
120	6	6.16	2.46	5.46	9.5	0.093	0.093	0	11,0	0,00061
150	6	5.91	1.99	5.24	9.5	0.087	0.087	0		0,00217
180	6	6.1	1.58	5.48	14.3	0.105	0.105	0	8,9	0,00053
210	14	8.82	1.96	7.82	81.2	0.49	0.49	0		0,00190
240	17	9.72	2.13	8.6	121.1	0.691	0.652	5.59	10,8	0,00554
270	13	9.17	1.96	8.13	83.2	0.474	0.44	7.22	6,6	0,00020
300	11	7.63	1.75	6.8	45	0.29	0.269	7.38	1,7	-0,00508
330	10	8.33	2.15	7.38	45.7	0.331	0.305	7.75	3,7	-0,00393
All		8.21	1.87	7.29	485.9	3.084	2.94	4.68		

Wind farm site WP0010										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	7	9.32	1.92	8.27	47.8	0.257	0.257	0	3,6	-0,00580
30	3	7.68	1.9	6.81	13	0.092	0.086	6.6	6,4	-0,00113
60	2	6.2	1.92	5.5	4.6	0.04	0.035	11.74	5,5	-0,00080
90	3	6.48	2.12	5.74	7.2	0.065	0.065	0	5,5	0,00050
120	6	6.67	2.44	5.92	12.7	0.12	0.12	0	10,1	-0,00103
150	6	6.41	1.99	5.68	13.8	0.12	0.12	0		-0,00059
180	7	6.61	1.64	5.92	19.9	0.141	0.138	1.6	8,6	-0,00058
210	13	8.4	1.96	7.45	63.4	0.412	0.355	13.92		0,00277
240	15	9.1	2.12	8.06	89.6	0.567	0.516	8.95	12,3	0,01025
270	13	9.31	1.97	8.25	86.5	0.483	0.438	9.25	5,4	0,00120
300	12	8.39	1.78	7.46	65.8	0.378	0.378	0	1,3	-0,00694
330	12	9.07	2.13	8.03	66.8	0.426	0.426	0	3,9	-0,00677
All		8.27	1.89	7.34	491.5	3.125	2.958	5.34		

Wind farm site WP0011										
Sector	Freq	A	k	Speed	Power	GrossAEP	NetAEP	%Loss	$(I_u^2 + I_v^2)^{1/2}$ [%]	d/dz [/m]
0	8	9.57	1.95	8.49	58	0.304	0.304	0	3.9	-0,00548
30	4	8.32	1.89	7.39	18.7	0.118	0.118	0	5.4	-0,00118
60	3	6.64	1.93	5.89	6.4	0.053	0.053	0	3.4	0,00226
90	3	6.3	2.1	5.58	6.5	0.059	0.059	0	2.9	0,00698
120	6	6.2	2.46	5.5	9.4	0.092	0.092	0	11	0,00692
150	6	6.03	2.01	5.34	10.3	0.093	0.093	0	10.5	0,00224
180	6	6.38	1.59	5.72	17.3	0.123	0.123	0	8.6	-0,00078
210	15	8.97	1.96	7.96	87.3	0.515	0.472	8.43	0	0,00172
240	17	9.66	2.12	8.55	116.2	0.666	0.581	12.76	10	0,01392
270	12	9.06	1.96	8.04	77.5	0.447	0.447	0.15	6.4	0,01039
300	10	7.69	1.75	6.85	45.1	0.288	0.288	0	0.3	0,00078
330	11	8.6	2.12	7.62	52.4	0.358	0.358	0	3.3	-0,00278
All		8.31	1.87	7.37	504.9	3.141	3.011	4.14		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11
ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 12
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ