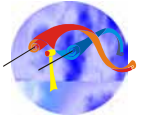




**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**  
**Σ.Τ.Ε.Φ. \ Π.Σ.Ε ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ``ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ`` ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ  
ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΕΜΟΥ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :**  
**ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :**  
**ΜΠΑΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**  
**ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2006**



ΕΘΕΩΡΗΘΗ: ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ





Αφιερώνω την παρούσα πτυχιακή εργασία  
στην οικογένειά μου

*Μπαστάκης Δημήτρης*

Αφιερώνω την παρούσα πτυχιακή εργασία  
στην οικογένειά μου και στις θείες μου  
Καλλιόπη και Άννα

*Παπαδάκη Ευαγγελία*





*“Με τη δύναμη της βούλησης ο άνθρωπος  
αλλάζει τον εαυτό του  
Με τη δύναμη της αγάπης ο άνθρωπος  
αλλάζει τους άλλους  
Με τη δύναμη της σκέψης ο άνθρωπος  
αλλάζει τον κόσμο.”*

*Κομφούκιος*

*“Όταν οι άνεμοι της αναγέννησης  
φυσούν άλλοι υψώνουν τείχη  
και άλλοι ανοίγουν πανιά”*

*Κινέζικη Πίροιμια*





## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας πολύτιμη ήταν η βοήθεια και η καθοδήγηση από τον υπεύθυνο καθηγητή της πτυχιακής κ. Χρηστάκη Δημήτρη, τον οποίο ευχαριστούμε θερμά καθώς και για τις γνώσεις που μας μετέδωσε κατά τη διάρκεια της σπουδαστικής μας διαδρομής.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ. Βελονάκη Ελευθερία για την συνεισφορά της στην ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας καθώς και τους κύριους Κονταξάκη Κώστα και Κατσαπρακάκη Δημήτρη για τις συμβουλές τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν.

Επιπλέον, ευχαριστούμε τους κυρίους Κοζυράκη Γιώργο, Σαραντίδη Γιάννη και τον συμφοιτητή μας Μοσχονά Μιχάλη για τις συμβουλές τους σε λογισμικά προγράμματα.

Εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας στο προσωπικό του εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων για όσα μας προσέφεραν καθώς και για την στάση τους απέναντί μας κατά τη διάρκεια τόσο της πρακτικής μας άσκησης όσο και της πτυχιακής μας εργασίας.

Αξίζει να αναφερθεί η συνεργασία μας με τους:

Κο Σηφάκη Νίκο, υπεύθυνο του Αιολικού Πάρκου στη θέση Μεγάλη Βρύση της εταιρείας IWECO ΑΕΒΕΕ και Κο Κοτσαλίδη Παναγιώτη,

Κο Παπαδάκη Γιάννη, υπεύθυνο μηχανικός λειτουργίας και συντήρησης των Αιολικών Πάρκων Μεγάλης Βρύσης και Χανδρά,

Κο Κακαριάρη Λεωνίδα, υπεύθυνο του Αιολικού Πάρκου στη θέση Χανδρά της εταιρείας ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.,

Κο Διαμαντόπουλο Κώστα, υπεύθυνο του Αιολικού Πάρκου στη θέση Αγίου Ιωάννη Βρουχά της εταιρείας ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ,

Κο Σπυριδάκη Λευτέρη, υπεύθυνο των Αιολικών Πάρκων στις θέσεις Ξηρολίμνη και Πλατοκερατιά Μιτάτου των εταιρειών ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕΒΕΕ και ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ,

Κο Αγριόγιαννο Μιχάλη, υπεύθυνο του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βοσκερό της εταιρείας ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ,

Κο Ταμιωλάκη Γιάννη, υπεύθυνο συντήρησης των ανεμογεννητριών της εταιρείας VESTAS.

Χωρίς την σημαντική βοήθειά τους δε θα μπορούσε να ξεκινήσει η παρούσα πτυχιακή εργασία.





## ABSTRACT

The purpose of the dissertation is to gauge the reliability of the “Wind Energy Map” of Crete currently in its experimental phase, by the Wind Energy Laboratory and which constitutes a fundamental tool for the evaluation of wind potential on Crete.

Data from wind energy parks which have been established on the island will be collected and processed.

This will be actual data from wind energy parks which are currently in operation and will represent average annual wind speeds per wind generator at every park.

This data will then be compared with data which has been obtained from the “Wind Energy Map”.

On the basis of the conclusions drawn from this evaluation, there will be suggestions for improvements to the Wind Map via the logismic programme WASP.

Finally, mention will be made of all wind energy parks which have been established on the Crete both those are currently in operation, and those which are under construction.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	9
---------------	---

### ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Ιστορική Αναδρομή.....	11
-----------------------------	----

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	15
2.2 Μορφές των Α.Π.Ε. ....	17
2.3 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. ....	18
2.4 Μειονεκτήματα των Α.Π.Ε. ....	19
2.5 Εγκατεστημένη ικανότητα των Α.Π.Ε. στην Ε.Ε. ....	20
2.6 Εγκατεστημένη ισχύς των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.....	21
2.7 Εγκατεστημένη ισχύς σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ....	22
2.8 Εγκατεστημένα έργα των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.....	23

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αιολική Ενέργεια.....	24
3.2 Πλεονεκτήματα αξιοποίησης της Αιολικής Ενέργειας.....	26
3.3 Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας.....	28
3.4 Το Πλαίσιο ανάπτυξης της Αιολικής Ενέργειας στην Ευρώπη.....	30
3.5 Εγκατεστημένη Αιολική ισχύς στην Ε.Ε. ....	33
3.6 Το πλαίσιο ανάπτυξης της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα.....	36
3.7 Η Αιολική Ενέργεια στην Κρήτη.....	41

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Ανεμογεννήτριες.....	44
4.2 Τρόπος λειτουργίας μιας Ανεμογεννήτριας.....	45





4.3	Κατηγορίες Ανεμογεννητριών.....	46
4.3.1	Ανεμογεννήτριες μεταβλητού βήματος.....	48
4.3.2	Ανεμογεννήτριες αυτόματης αεροδυναμικής Πέδης.....	48
4.3.3	Ανεμογεννήτριες αυτόματης ελεγχόμενης αεροδυναμικής πέδης.....	49
4.4	Μέρη μιας Ανεμογεννήτριας.....	50
4.5	Επιλογή θέσης εγκατάστασης Ανεμογεννητριών.....	52
4.6	Γενικές αρχές κατάλληλης τοποθέτησης Ανεμογεννητριών.....	53
4.7	Παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή τοποθεσίας εγκατάστασης μιας Ανεμογεννήτριας.....	56

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1	Αιολικά Πάρκα.....	61
5.2	Κριτήρια για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης ενός Αιολικού Πάρκου.....	62
5.3	Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα.....	63
5.4	Νομοθεσία – Αδειοδότηση.....	64

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1	Άνεμος και ατμοσφαιρική κυκλοφορία.....	65
6.2	Χαρακτηριστικά του ανέμου.....	67
6.3	Αέριες μάζες.....	68
6.4	Μέτωπα.....	68
6.5	Γεωστροφικοί άνεμοι.....	70
6.6	Άνεμοι κοντά στην επιφάνεια.....	70
6.7	Πλανητικοί άνεμοι.....	71
6.8	Τοπικοί άνεμοι – Βουνά και κοιλάδες.....	72

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1	Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με τον χρόνο.....	73
7.2	Παράγοντες που επηρεάζουν τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου.....	76
7.2.1	Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους.....	76
7.2.2	Τυπικές τιμές τραχύτητας για διάφορα είδη επιφανειών.....	77
7.2.3	Επίδραση επιφανειακών εμποδίων.....	78
7.2.4	Επίδραση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής.....	79







## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1	Αιολικό Δυναμικό.....	82
8.2	Μετρήσεις.....	83
8.3	Διαδικασία ανέγερσης ενός μετεωρολογικού σταθμού.....	84
8.4	Η τεχνική προσδιορισμού του Αιολικού Δυναμικού μιας περιοχής.....	85
8.5	Το λογισμικό WAsP.....	92
8.6	Τεχνικά αξιοποιήσιμο Αιολικό Δυναμικό.....	94
8.7	Πραγματικά αξιοποιήσιμο Αιολικό Δυναμικό.....	96
8.8	Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο Αιολικό Δυναμικό.....	97

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.1	Αιολικός Χάρτης της Κρήτης.....	99
9.2	Αριθμητικές μέθοδοι για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης.....	102
9.3	Οι μετρήσεις του Αιολικού Δυναμικού στην Κρήτη.....	103
9.4	Το ανάγλυφο της Κρήτης και η περιγραφή του.....	109
9.5	Η τραχύτητα και τα εμπόδια.....	110
9.6	Η τεκμηρίωση του Αιολικού Δυναμικού.....	111
9.7	Μέθοδος υπολογισμού του Αιολικού Χάρτη της Κρήτης.....	112
9.8	Μια εκτίμηση της ποσότητας του Αιολικού Χάρτη της Κρήτης.....	114
9.9	Το Αιολικό Δυναμικό στους νομούς της Κρήτης.....	116

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1	Εισαγωγή.....	120
1.2	Αιολικά Πάρκα στην Κρήτη.....	122

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Βοσκερό.....	124
2.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	124
2.2	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	129
2.3	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	130
2.4	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	133
2.5	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού.....	135





2.6	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	136
2.7	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	140

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Αϊ Γιάννη Βρουχά.....	142
3.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	142
3.2	Απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	146
3.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	147
3.4	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	148
3.5	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	151
3.6	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Αγίου Ιωάννη Βρουχά.....	153
3.7	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	154
3.8	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	158

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Μεγάλη Βρύση.....	160
4.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	160
4.2	Απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	163
4.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	164
4.4	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	165
4.5	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	168
4.6	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Μεγάλης Βρύσης.....	170
4.7	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	171
4.8	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	175

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Χανδρά.....	177
5.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	177
5.2	Απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	180
5.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	181
5.4	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	182
5.5	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	185
5.6	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Χάνδρα.....	187





5.7	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	188
5.8	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	192

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Πλατοκερατίας Μιτάτου.....	195
6.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	195
6.2	Απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	199
6.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	200
6.4	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	201
6.5	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	204
6.6	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατίας Μιτάτου.....	206
6.7	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	207
6.8	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	211

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.	Γενική περιγραφή του έργου στην περιοχή Ξηρολίμνης.....	214
7.1	Γενικά στοιχεία του έργου.....	214
7.2	Απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	218
7.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.....	219
7.4	Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου.....	220
7.5	Το Αιολικό Δυναμικό της περιοχής.....	223
7.6	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης.....	225
7.7	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	226
7.8	Επεξήγηση των διαγραμμάτων.....	230

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1	Συμπεράσματα.....	231
-----	-------------------	-----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.1	Τοπικές επεμβάσεις για τη διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη”.....	232
9.2	Μελέτη αιολικού δυναμικού στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού Ηρακλείου.....	232
9.2.1	Προσδιορισμός της θέσης του μετεωρολογικού σταθμού και εκτίμησης της τραχύτητας του εδάφους.....	232





9.2.2	Παρουσίαση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.....	234
9.2.3	Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου στην περιοχή.....	234
9.2.4	Διαγράμματα παραγωγής ενέργειας.....	236
9.2.5	Συγκεντρωτικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου Βοσκερού.....	237
9.2.6	Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού.....	240
9.2.7	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου μέσω προγράμματος WAsP.....	242
9.2.8	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	243
9.2.9	Συμπεράσματα.....	245
9.3	<b>Μελέτη αιολικού δυναμικού στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Σητείας.....</b>	<b>247</b>
9.3.1	Προσδιορισμός της θέσης του μετεωρολογικού σταθμού και εκτίμησης της τραχύτητας του εδάφους.....	247
9.3.2	Παρουσίαση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.....	249
9.3.3	Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου στην περιοχή.....	250
9.3.4	Διαγράμματα παραγωγής ενέργειας.....	252
9.3.5	Συγκεντρωτικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου Πλατοκερατιάς.....	254
9.3.6	Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού.....	257
9.3.7	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου μέσω προγράμματος WAsP.....	259
9.3.8	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	260
9.3.9	Συμπεράσματα.....	263
9.4	<b>Μελέτη αιολικού δυναμικού στο Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης Σητείας.....</b>	<b>265</b>
9.4.1	Προσδιορισμός της θέσης του μετεωρολογικού σταθμού και εκτίμησης της τραχύτητας του εδάφους.....	265
9.4.2	Παρουσίαση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.....	267
9.4.3	Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου στην περιοχή.....	267
9.4.4	Διαγράμματα παραγωγής ενέργειας.....	269
9.4.5	Συγκεντρωτικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου Ξηρολίμνης.....	271
9.4.6	Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού.....	274
9.4.7	Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου μέσω προγράμματος WAsP.....	276
9.4.8	Διαγράμματα τιμών της ταχύτητας του ανέμου.....	277
9.4.9	Συμπεράσματα.....	279
9.5	<b>Γενικά Συμπεράσματα.....</b>	<b>281</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

10.1	Εισαγωγή.....	282
10.2	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βίγλι Λασιθίου.....	283
10.3	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατύβολα Κρυών Λασιθίου.....	284
10.4	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Αγγιλίδα / Βελήρας Λασιθίου.....	285





10.5	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Καμινάκια Χορδάκι Λασιθίου.....	286
10.6	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Χανδρά Λασιθίου.....	287
10.7	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατοκερατιά Μιτάτου Λασιθίου.....	288
10.8	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Μεγάλη Βρύση Ηρακλείου.....	289
10.9	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ξηρολίμνη Λασιθίου.....	290
10.10	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ακρωτήρι Αγ. Ιωάννη Λασιθίου.....	291
10.11	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Μάρε Λασιθίου.....	292
10.12	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Χώνο Λασιθίου.....	293
10.13	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βοσκερό Ηρακλείου.....	294
10.14	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πισκόλακο Λασιθίου.....	295
10.15	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ξηρολίμνη Λασιθίου.....	296
10.16	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατύβολο Λασιθίου.....	297
10.17	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ρόβα Χανίων.....	298
10.18	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατύβολα Κρυών Λασιθίου.....	299
10.19	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Αγριλίδας / Βελίρας Λασιθίου.....	300
10.20	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βίγλι Λασιθίου.....	301

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

11.1	Εισαγωγή.....	302
11.2	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Επανωσήφη Ηρακλείου.....	303
11.3	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Σμαίλογγοσι Λασιθίου.....	304
11.4	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατύβολα Κρυών Λασιθίου.....	305
11.5	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλάτανο Χανίων.....	306
11.6	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βάρδια Χανίων.....	307





11.7	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Αντισκάρι Ηρακλείου.....	308
11.8	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βατάλι Χανίων.....	309
11.9	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Περδικοκορυφή Ηρακλείου.....	310
11.10	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Κάτω Αγόρι Χανίων.....	311
11.11	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Νοτικό – Κόπρινο Ρεθύμνης.....	312
11.12	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Κουλούκωνα Ρεθύμνης.....	313
11.13	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Καλόγερο Ηρακλείου.....	314
11.14	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατοκερατιά Λασιθίου.....	315
11.15	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Προφήτη Ηλία – Παπούρα Χανίων.....	316
11.16	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλάτανο Χανίων.....	317
11.17	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Αγίου Κυρίλλου Ηρακλείου.....	318
11.18	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Στρογγυλή Κορυφή Χανίων.....	319
11.19	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ακούμια Ρεθύμνου.....	320
11.20	Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών του Αιολικού Πάρκου στη θέση Τουρλού Ηρακλείου.....	321
	<b>► Βιβλιογραφία.....</b>	<b>322</b>





## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι ο έλεγχος της αξιοπιστίας του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, και αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για την εκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης σε επίπεδο προμελέτης.

Θα γίνει συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων Αιολικών Πάρκων που έχουν εγκατασταθεί στο νησί.

Τα στοιχεία αυτά θα είναι πραγματικά για τα Αιολικά Πάρκα σε λειτουργία και θα αφορούν μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου ανά ανεμογεννήτρια για κάθε Αιολικό σταθμό.

Τα δεδομένα αυτά θα συγκριθούν με τα δεδομένα που προκύπτουν από τον “Αιολικού Χάρτη”.

Με βάση τα συμπεράσματα από την αξιολόγηση θα προταθούν βελτιώσεις του “Αιολικού Χάρτη” μέσω του λογισμικού προγράμματος WAsP.

Τέλος γίνεται αναφορά σε όλα τα Αιολικά Πάρκα που έχουν εγκατασταθεί στο νησί και βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και σε αυτά που είναι υπό κατασκευή.





## ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ







## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

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

Ο Αίολος, ο οποίος ήταν σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία ο θεός διαχειριστής των ανέμων, μαζί με τους οκτώ βοηθούς του (Βορέας, Κακίας, Απηλιώτης, Εύρος, Νότος, Λιψ, Ζέφυρος, Σκίρων) υπογραμμίζει τη σημασία της αιολικής ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον άνθρωπο για την κίνηση των ιστιοφόρων πλοίων. Ιστορικά οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν και από άλλους αρχαίους λαούς όπως τους Πέρσες, τους Κινέζους και τους Αιγυπτίους. Κύριο υλικό κατασκευής των ήταν το ξύλο, τα πανιά καθώς και ειδικές λιθόκτιστες κατασκευές.

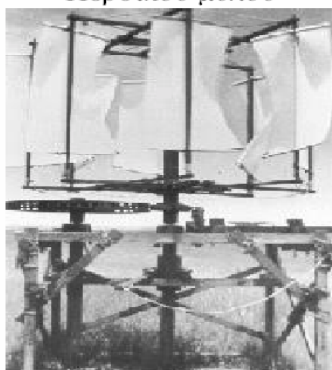
Τον 7ο αιώνα π.Χ. στη Βαβυλωνία οι ανεμόμυλοι έδιναν την απαραίτητη ενέργεια για την άρδευση της Μεσοποταμίας.

Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι (κατακόρυφου άξονα) κατασκευάστηκαν στην Περσία τον 6ο έως τον 9ο αιώνα μ.Χ., ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στην Κίνα το 13ο αιώνα μ.Χ.

Η χρήση των ανεμόμυλων για την άλεση των δημητριακών και την άρδευση συνεχίστηκε στις χώρες της Ανατολής, στη Μικρά Ασία και στο Αιγαίο και κατά τη Βυζαντινή εποχή. Στην Ευρώπη υποστηρίζεται ότι οι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν περίπου το 1200 μ.Χ.

Κατά την εποχή του μεσαίωνα οι ανεμόμυλοι εμφανίζονται στην Ολλανδία, στην Ισπανία, στην Πορτογαλία, στη Γαλλία και στην Ιταλία. Στην Ολλανδία μάλιστα γύρω στο 1500 μ.Χ. οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση των νερών από τις περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερη στάθμη από αυτήν της θάλασσας.

Αντίγραφο του πρώτου Περσικού μύλου



Μεσογειακός



Αμερικάνικος (18ος αιώνας)



Εικόνα 1.1 Τύποι παραδοσιακών Ανεμόμυλων





Το 17ο αιώνα η ‘τεχνολογία’ μεταφέρεται στην Αμερική όπου οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για άντληση νερού.

Κατά τη διάρκεια του ίδιου αιώνα η ανακάλυψη των ατμοστροβίλων άρχισε να αντικαθιστά τους ανεμόμυλους, παρ’ όλα αυτά οι πολυπτέρυγοι ανεμόμυλοι για άντληση συνέχιζαν να κατασκευάζονται στο Σικάγο της Αμερικής, το βιομηχανικό κέντρο παραγωγής τους, το 1860.

Ο πρώτος ανεμόμυλος για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Cleveland του Ohio. Είχε διάμετρο πτερωτής 17 μέτρα και ισχύ 12 kW.

Το 1900, οι Δανοί παρήγαγαν ηλεκτρισμό από τον άνεμο. Το 1940 στο Βερμόντ (ΗΠΑ) κατασκευάστηκε μια δοκιμαστική ανεμογεννήτρια με δύο πτερύγια. Αλλά η αιολική ενέργεια δεν θεωρήθηκε σημαντική μέχρι τη δεκαετία του `70 όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας και προσπάθησε να σχεδιάσει ξανά την ανεμογεννήτρια.

Με την τεχνολογική πρόοδο, η αιολική ενέργεια αντικαταστάθηκε σταδιακά από άλλες μορφές ενέργειας τη θερμική (μηχανές εσωτερικής καύσης) και σε μικρότερο ποσοστό την πυρηνική. Η αύξηση όμως στη ζήτηση ενέργειας μεταπολεμικά οδήγησε ορισμένες τεχνολογικά αναπτυγμένες χώρες στην κατάσχεση προγραμμάτων για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

Σήμερα η Δανία χώρα πλούσια σε αιολικό δυναμικό έχει τα πρωτεία στην κατασκευή αλλά και στην χρήση ανεμογεννητριών. Η χώρα αυτή έχει παράδοση 50 χρόνων στον τομέα αυτό και μελετά την παραπέρα ανάπτυξη των προγραμμάτων της.

Στη Γαλλία έχουν εγκατασταθεί σε πρώτη φάση και λειτουργούν 200 μικροί ανεμοκινητήρες για την εξυπηρέτηση των φωτοσημάνσεων στη ναυτιλία.

Στις ΗΠΑ για πρώτη φορά λειτούργησε ανεμογεννήτρια 1,25 MW στη διάρκεια του Β’ Παγκοσμίου Πολέμου στην πολιτεία Βερμόντ, και φτάνουμε στις μέρες μας να εδραιώνουμε μέσω της Γερμανικής τεχνολογίας ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος 5 MW.

Δανικός



Ολλανδικός



Αγγλικός



Εικόνα 1.2 Τύποι παραδοσιακών Ανεμόμυλων



➔ **Ελλάδα:** Στην Ελλάδα η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στη ναυσιπλοΐα ήταν καθιερωμένη από αρχαιοτάτων χρόνων, ενώ ιστορικές μαρτυρίες αναφέρουν ότι οι ανεμόμυλοι ήταν ήδη γνωστοί στα νησιά του Αρχιπελάγους και στην Κρήτη από το 2000 π.Χ. Αρκετά χρόνια αργότερα και κυρίως στα ανατολικά τμήματα της ελληνικής επικράτειας η άλεση των δημητριακών κατά τη Βυζαντινή εποχή και κατά την Τουρκοκρατία μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, γινόταν αποκλειστικά με τη χρήση ανεμόμυλων και νερόμυλων. Ο αριθμός των ανεμόμυλων ήταν σημαντικός κυρίως στην Ανατολική Κρήτη, στις Κυκλάδες, στη Ρόδο, στη Χίο, αλλά και γενικότερα στα νησιά του Αιγαίου, στα ανατολικά παράλια της ηπειρωτικής χώρας και στις υψηλές ορεινές περιοχές της ενδοχώρας.

Στη χώρα μας αναπτύχθηκε ο λεγόμενος Μεσογειακός ανεμόμυλος (οριζοντίου άξονα). Οι ανεμόμυλοι αυτοί ήταν πέτρινοι με πάνινα πτερύγια. Από τα υπάρχοντα πέτρινα κτίσματα φαίνεται να λειτούργησαν και ανεμόμυλοι κατακόρυφου άξονα.

Στη Μύκονο, η ύπαρξη ανεμόμυλων είναι εξακριβωμένη το 15ο αιώνα, με πρώτη αναφορά στον ανεμόμυλο της θέσης “Κάστρο”.

Σήμερα γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης της Αιολικής ενέργειας με τη χρήση μεγάλων αιολικών μηχανών οριζόντιου άξονα με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρ’ όλα αυτά οι τοποθεσίες των παλαιών ανεμόμυλων αποτελούν ένδειξη περιοχών με αξιόλογο αιολικό δυναμικό.



**Εικόνα 1.3** Παραδοσιακοί ανεμόμυλοι Χίου.



**Εικόνα 1.4** Ένας κατεστραμμένος ανεμόμυλος και μια σύγχρονη Α/Γ. Η συνέχεια της ιστορίας του ανθρώπου και οι προσπάθειες εκμετάλλευσης της Αιολικής Ενέργειας.



➔ **Κρήτη:** Η σχέση ανάμεσα στην Κρήτη και την Αιολική ενέργεια ξεκινάει από την αρχαιότητα, όταν οι Μινωίτες εκμεταλλεύθηκαν από τους πρώτους την ισχύ του ανέμου στη στεριά και στη θάλασσα.

Στην Κρήτη και κυρίως στο Οροπέδιο του Λασιθίου χρησιμοποιήθηκαν ανεμόμυλοι για την άντληση πόσιμου νερού από πηγάδια.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρώτο Αιολικό Πάρκο του κόσμου και το μεγαλύτερο στον καιρό του (13000 ανεμαντλίες συνολικής εγκατεστημένης ισχύος πάνω από 5MW) κατασκευάστηκε από τον Παπαδάκη Μανόλη (Σπιρτοκούτης) στο οροπέδιο Λασιθίου της Ανατολικής Κρήτης προοριζόμενο σχεδόν αποκλειστικά για άντληση υπόγειων αποθεμάτων νερού και άρδευση των καλλιεργειών. Στις μέρες μας, οι χιλιάδες αυτοί ανεμόμυλοι δεν χρησιμοποιούνται για παραγωγικούς σκοπούς, παρά μόνο αποτελούν ένα πόλο έλξης χιλιάδων επισκεπτών κάθε χρόνο.

Η σύγχρονη ανάπτυξη Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε τα πρώτα Αιολικά Πάρκα στην περιοχή της μονής Τοπλού στη Σητεία. Έκτοτε, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, οδήγησε πολλούς επενδυτές να υλοποιήσουν δεκάδες εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.



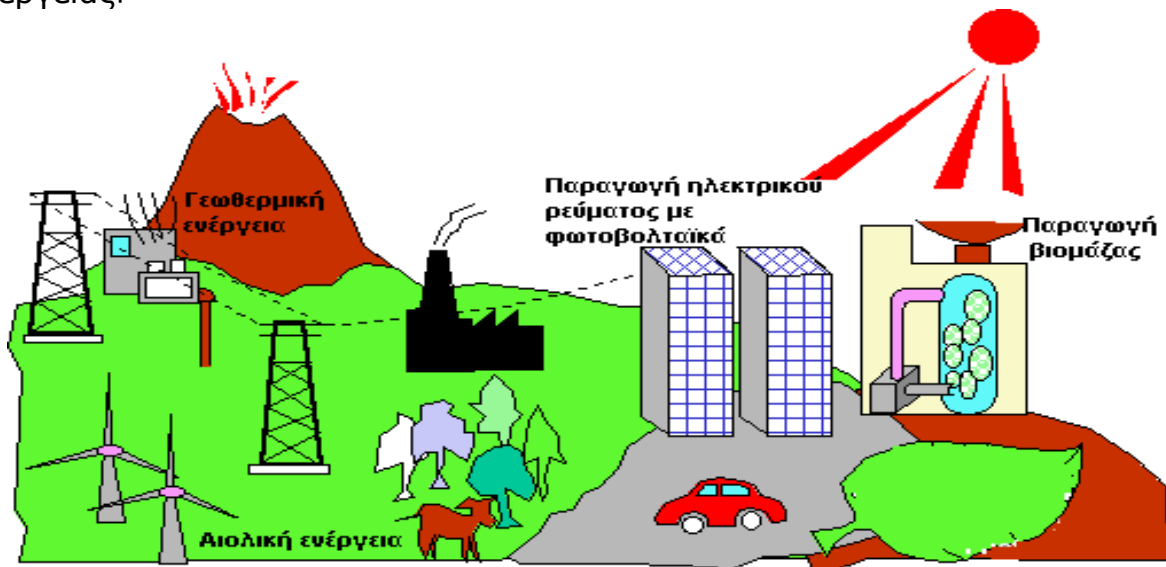
**Εικόνα 1.5** Το οροπέδιο του Λασιθίου με τους χιλιάδες ανεμόμυλους

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια γίνεται αρκετός λόγος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καθώς και για την αξιοποίηση τους. Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην έντονη χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973, ενισχύθηκε μετά την δεύτερη κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούν οι συμβατικές Πηγές Ενέργειας.



Εικόνα 2.1 Παραγωγή ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή απεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν αυτήν τη στροφή. Όπως είναι γνωστό, τα παγκόσμια αποθέματα αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών καυσίμων θα εξαντληθούν σε μερικές δεκαετίες. Κατά την περίοδο αυτή προβλέπεται ο διπλασιασμός του πληθυσμού της γης, με ταυτόχρονη αύξηση των κατά κεφαλήν ενεργειακών καταναλώσεων.



Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Πραγματικά, η καύση των ορυκτών-συμβατικών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση στην ατμόσφαιρα δισεκατομμυρίων τόνων ρύπων που παγιδεύουν σαν μια αέρινη κουβέρτα την ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνοντας τη θερμοκρασία της γης. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως “φαινόμενο του θερμοκηπίου”.

Έτσι τον τελευταίο αιώνα η μέση θερμοκρασία της γης αυξήθηκε κατά 0,4-0,8 βαθμούς. Αυτό μπορεί να ακούγεται ασήμαντο, σε πλανητική κλίμακα όμως, έχει απίστευτες επιπτώσεις. Ακόμα και μια μικρή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, διαταράσσει την ισορροπία της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα να αλλάζει το καθεστώς των βροχοπτώσεων και των ανέμων και να αποσταθεροποιείται το κλίμα. Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Αν αναλογιστεί κανείς ότι το 70% των ανθρώπων ζει κοντά στις ακτές τότε μπορεί να καταλάβει τη σοβαρότητα των φαινομένων αυτών.

Φαίνεται συνεπώς ότι ο μόνος δυνατός τρόπος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει, για σημαντικό περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.



“Χωρίς μία αποφασιστική και συντονισμένη προσπάθεια κινητοποίησης των ενεργειακών δυνατοτήτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κόσμο, θα χάσουμε την ευκαιρία ανάπτυξης αυτού του χώρου και θα αποτύχουμε στις προσπάθειες να μειώσουμε σημαντικά τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου”

Εικόνα 2.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



## 2.2 ΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ Α.Π.Ε.

**Αιολική Ενέργεια:** η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια.

**Ηλιακή Ενέργεια:** αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τόσο τη θερμότητα όσο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:

- ▶ **Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα
- ▶ **Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα:** αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό στα κτίρια.
- ▶ **Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια

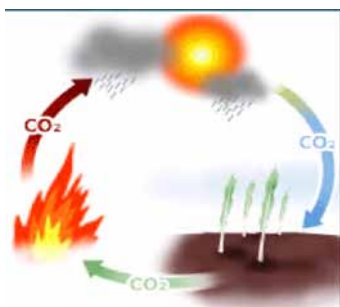
**Υδροηλεκτρική Ενέργεια:** αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις και τη ροή των υδάτων με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.

**Βιομάζα:** είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε οργανική ύλη με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης (δασικά-γεωργικά υποπροϊόντα, απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών και βιομηχανιών τροφίμων κ.λ.π.).

**Αστικά Απορρίμματα:** η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους στο γενικότερο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής διαχείρισης και τελικής απόθεσης τους.

**Γεωθερμική Ενέργεια:** η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

**Κυματική Ενέργεια:** είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το φαινόμενο των ανέμων έχει ως συνέπεια το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών.



Εικόνα 2.3 Βιομάζα



Εικόνα 2.4 Φ/Β – Α/Γ  
(Ηλιακή -Αιολική ενέργεια)



Εικόνα 2.5 Υδροηλεκτρική  
ενέργεια



## 2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Α.Π.Ε.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευση των ΑΠΕ δεν είναι μόνο οικονομικής φύσεως. Η αξιοποίηση αυτών των ενδογενών ενεργειακών πόρων μπορεί να επιφέρει σημαντικές θετικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στην περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη.

Παρά το γεγονός ότι απαιτείται ένα σημαντικό κεφάλαιο για την αρχική τους εγκατάσταση και εξοπλισμό, το λειτουργικό τους κόστος είναι αμελητέο και τα αποτελέσματά τους ιδιαίτερα σημαντικά.

**Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. που ουσιαστικά τους δίνουν τον πρώτο λόγο στη μελλοντική παραγωγή ενέργειας είναι :**

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους, των οποίων τα αποθέματα ανά τον κόσμο ελαττώνονται με την πάροδο του χρόνου.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, καθώς δεν είναι ρυπογόνες.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Η εγκατάσταση συστημάτων Α.Π.Ε. είναι μια απλή και σχετικά σύντομη διαδικασία που επιτρέπει τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς σε ενδεχόμενη ζήτηση.
- Οι επενδύσεις σε Α.Π.Ε μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να αποτελέσουν πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων περιοχών και να γίνουν πόλος τοπικής ανάπτυξης δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και προωθώντας επενδύσεις που σχετίζονται με αυτές.
- Η λειτουργία συστημάτων εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε είναι σε μεγάλο ποσοστό ακίνδυνη.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών.





## 2.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Α.Π.Ε.

**Οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα που λειτουργούν ανασταλτικά στην αξιοποίησή τους. Μερικά από αυτά είναι :**

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος και να αποθηκευτεί.
- Δεδομένης της χαμηλής πυκνότητας ισχύος και ενέργειας που έχουν, για μεγάλη ισχύ απαιτούνται συχνά εκτεταμένες σε μέγεθος εγκαταστάσεις.
- Η στοχαστικότητα μεγεθών, όπως ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία, έχουν σαν αποτέλεσμα η τιμή της παραγόμενης ισχύος να έχει μεγάλες διακυμάνσεις, απαιτώντας έτσι την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Οι εγκαταστάσεις συνήθως είναι αισθητικά μη αποδεκτές από το κοινό, μιας και έχουν πολλές φορές εκφραστεί παράπονα για αισθητική και ηχητική ρύπανση όσο αφορά στις ανεμογεννήτριες.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκαταστημένης ισχύος, σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων, είναι ακόμα υψηλό.



**Εικόνα 2.6 Βιομάζα**



**Εικόνα 2.7 Γεωθερμία**



**Εικόνα 2.8 Φ/Β**



**Εικόνα 2.9 Υδροηλεκτρική**

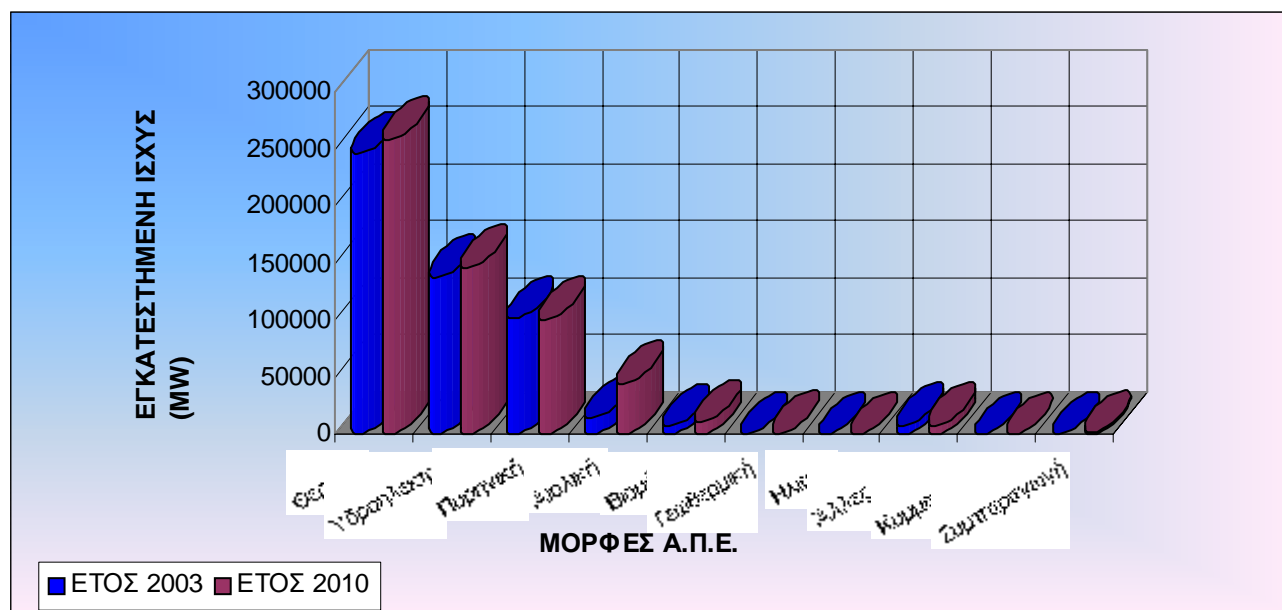


## 2.5 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Εγκατεστημένη ικανότητα	1991		2003		2010		Ρυθμός ανάπτυξης %	
	MW	%	MW	%	MW	%	1991 - 2010	2003 - 2010
	Θερμική	200241	46,7	245385	44,4	258554	44,9	29,12
Υδροηλεκτρική	127152	29,65	137773	26,61	146800	25,5	15,45	6,55
Πυρηνική	94336	22,00	101711	19,65	101268	17,6	7,35	-0,44
Αιολική	533	0,12	14618	2,82	45399	7,9	8417	210,7
Βιομάζα	2911	0,63	7671	1,48	11149	1,9	282	45,34
Γεωθερμική	569	0,13	661	0,13	941	0,16	65	42,30
Ηλιακή	5	0,00	115	0,02	311	0,05	6120	169,9
Άλλες Α.Π.Ε.	2657	0,62	8645	1,67	8424	1,46	217	-2,56
Κυματοδυναμική	240	0,05	241	0,05	415	0,07	72,92	72,2
Συμπαγωγή	179	0,04	859	0,17	1811	0,31	911,7	118,8
<b>Σύνολο</b>	<b>428825</b>	<b>100</b>	<b>517682</b>	<b>100</b>	<b>575063</b>	<b>100</b>	<b>34,10</b>	<b>11,08</b>

Πίνακας 2.1 Εγκατεστημένη ισχύς των Α.Π.Ε.

Πηγή: ΡΑΕ, 8/9/2004



Διάγραμμα 2.1 Εγκατεστημένη ισχύς των Α.Π.Ε. στην Ε.Ε. τα έτη 2003 & 2010





## 2.6 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ Α.Π.Ε. ΣΕ ΜW ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

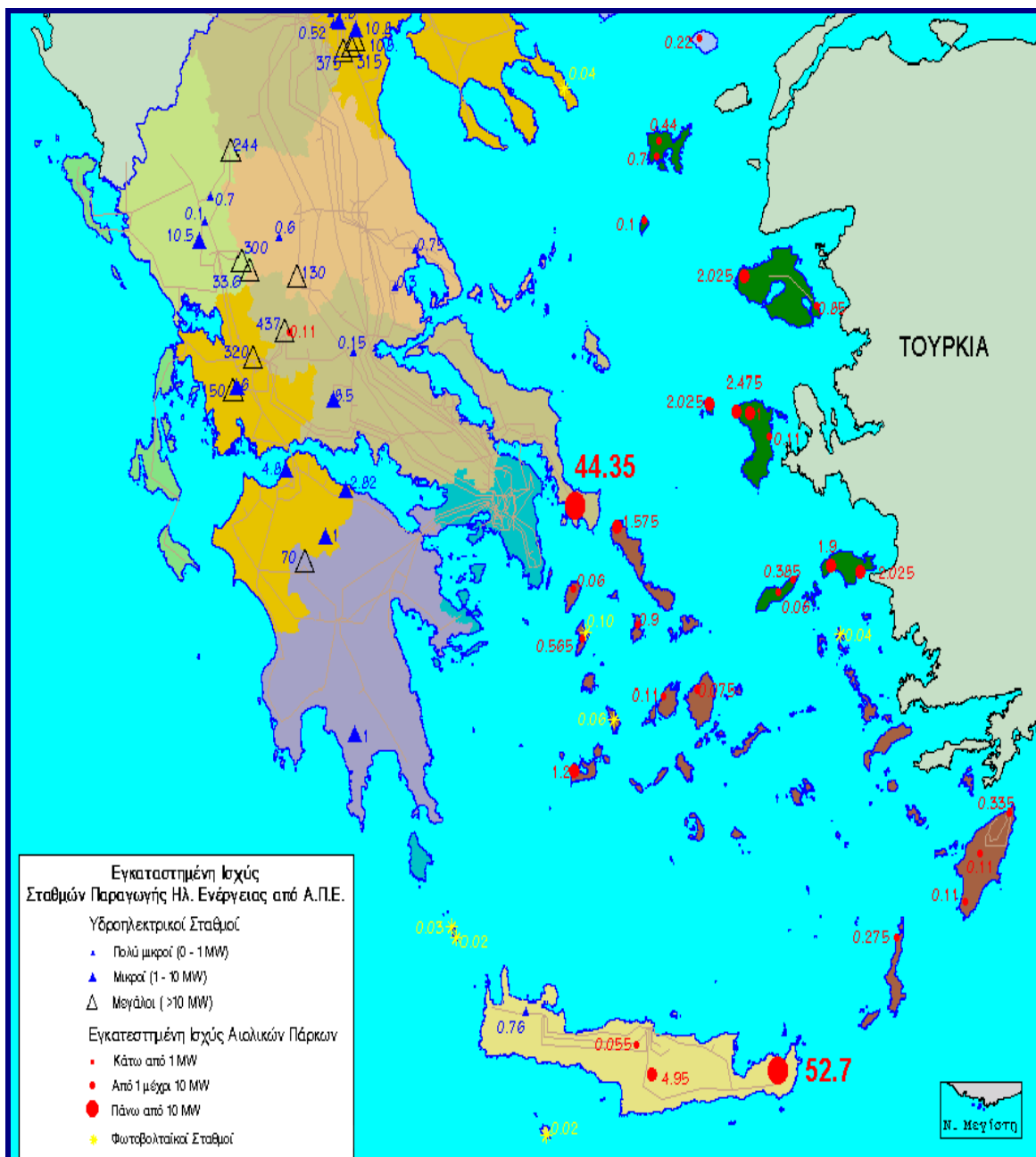
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ		Αιολικά	Μικρά υδρο-ηλεκτρικά	Γεωθερμία	Βιομάζα	Φ/Β	Σύνολο
Ανατολική Μακεδονία	Ισχύς	342.2	2.8	0	9.5	0	354.5
	Αριθμός	25	2	0	1	0	28
Αττική	Ισχύς	139.6	0.9	0	35.4	0.03	175.9
	Αριθμός	11	2	0	4	2	19
Βόρειο Αιγαίο	Ισχύς	26.5	0	8	0	0.01	34.5
	Αριθμός	22	0	1	0	1	24
Δυτική Ελλάδα	Ισχύς	0	29	0	0.4	0	29.4
	Αριθμός	0	14	0	1	0	15
Ήπειρος	Ισχύς	107	125.5	0	16.1	0	248.6
	Αριθμός	4	37	0	2	0	43
Θεσσαλία	Ισχύς	90.1	45.5	0	2.1	0.01	138.5
	Αριθμός	5	25	0	2	3	35
Κεντρική Μακεδονία	Ισχύς	71.9	41.7	0	12.5	0.6	126.7
	Αριθμός	5	36	0	4	2	47
Κρήτη	Ισχύς	166.7	1.3	0	5.4	0.9	174.3
	Αριθμός	31	3	0	1	10	45
Νησιά Ιονίου	Ισχύς	170.6	0	0	5.4	0	176
	Αριθμός	8	0	0	2	0	10
Νότιο Αιγαίο	Ισχύς	202.9	0	0	0.5	0.2	203.6
	Αριθμός	48	0	0	1	16	65
Πελοπόννησος	Ισχύς	595.5	17.6	0	19.5	0.5	633.1
	Αριθμός	33	9	0	4	2	48
Στερεά Ελλάδα	Ισχύς	1620.1	78.1	0	0	0	1698.2
	Αριθμός	112	35	0	0	0	147
Σύνολα	Ισχύς	3715	424.9	8	107.7	2.3	4258
	Αριθμός	311	204	1	23	36	575

**Πίνακας 2.2 Εγκατεστημένη ισχύς των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα ανά Περιφέρεια σε MW**

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, Σεπτέμβριος 2003



## 2.7 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.

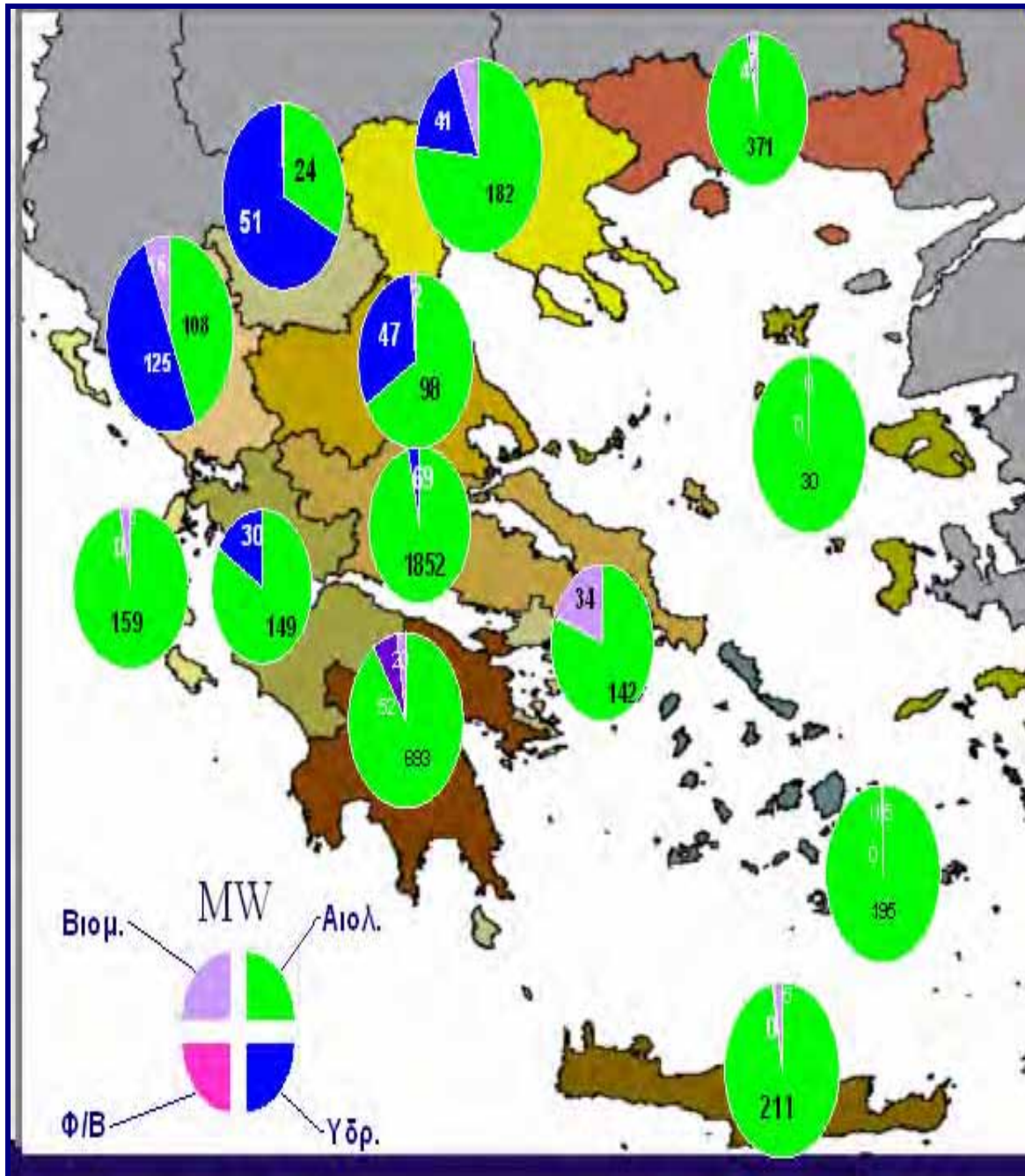


**Σχήμα 2.1 Εγκατεστημένη ισχύς σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.**

Πηγή: ΚΑΠΕ, 2000



## 2.8 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΤΩΝ Α.Π.Ε ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Σχήμα 2.2 Εγκατεστημένα έργα των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα  
Πηγή: ΡΑΕ, Σεπτέμβριος 2004



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **3.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η κινητική ενέργεια του ανέμου αποτελεί μια ενδιαφέρουσα πηγή ενέργειας, η οποία ονομάζεται “αιολική ενέργεια”. Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες ή ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, δεδομένου ότι αφ’ ενός δε ρυπαίνει το περιβάλλον και αφ’ ετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη.

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από μετατροπή ενός μικρού ποσοστού (περίπου 2%) της ηλιακής ενέργειας, που φθάνει στο έδαφος του πλανήτη μας, σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η ισχύς του ανέμου σε ολόκληρο το πλανήτη μας εκτιμάται σε  $3,6 \cdot 10^9$  MW, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, ποσοστό περίπου 1% της αιολικής ενέργειας, που ανέρχεται σε  $175 \cdot 10^{12}$  kWh είναι διαθέσιμο για ενεργειακή αξιοποίηση σε διάφορα μέρη του κόσμου.



**Εικόνα 3.1 Αιολικό Πάρκο στο *Elisenhof* της Γερμανίας**

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 σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι από τεchnικοοικονομικής άποψης 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, γεγονός που μας υποχρεώνει σε μεγάλες κατασκευές (Α/Γ μεγάλου μεγέθους).

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 ισοζύγιό 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.



**Εικόνα 3.2 Αιολικό Πάρκο**





### 3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Αιολική ενέργεια είναι σήμερα μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.

**Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα που παρέχει η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας.**

■ Είναι μια **ανανεώσιμη πηγή ενέργειας**. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι 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.

■ 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, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη κλπ) καθιστούν την αιολική ενέργεια ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος.

■ Είναι εγχώρια πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της **ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης** και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

■ Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην **αποκέντρωση** του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.

■ Έχει συνήθως **χαμηλό λειτουργικό κόστος** που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

■ Μπορεί να αποτελέσει σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την **αναζωογόνηση** οικονομικά και κοινωνικά **υποβαθμισμένων περιοχών** και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων

■ Οι επενδύσεις αιολικής ενέργειας είναι **εντάσεως εργασίας** αφού δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.







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

■ Η χώρα μας διαθέτει πολύ **υψηλό αιολικό δυναμικό** (κυρίως τα νησιώτικα συμπλέγματα του Αιγαίου) και μάλιστα άριστης ποιότητας. Πράγματι στα περισσότερα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.

■ Η **περιορισμένη συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο με μικρή 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.

■ 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 ασφάλειας συμβατικών μονάδων, με δυσανάλογη όμως αύξηση του κόστους της παραγόμενης ενέργειας.

■ 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.

■ Η **έλλειψη ισχυρών 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 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 (Ν.2244/94) αλλά και τη χρηματοδότηση αντίστοιχων έργων, χωρίς βέβαια να αρθούν πλήρως οι αντιξοότητες που συνοδεύουν τη λειτουργία της κρατικής μηχανής και των αντίστοιχων γραφειοκρατικών μηχανισμών.

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





### 3.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

**Τα κυριότερα μειονεκτήματα που αποδίδονται στην αιολική ενέργεια είναι τα ακόλουθα:**

■ Η **χαμηλή ροή** αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου ( $W/m^2$ ) κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις “αραιές” μορφές ενέργειας. Τυπικές τιμές ροής της αξιοποιήσιμης 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  $500 W/m^2$ .

■ 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.λ.π.).

■ **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.





■ 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.

■ 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.

■ Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη 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.

■ 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.

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 ανεμογεννητριών, μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε οικονομικά βιώσιμες αλλά και ελκυστικές επενδύσεις, μη λαμβάνοντας υπόψη στους ισολογισμούς μας τα παράλληλα οφέλη, που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομική ανεξαρτησία της χώρας μας.

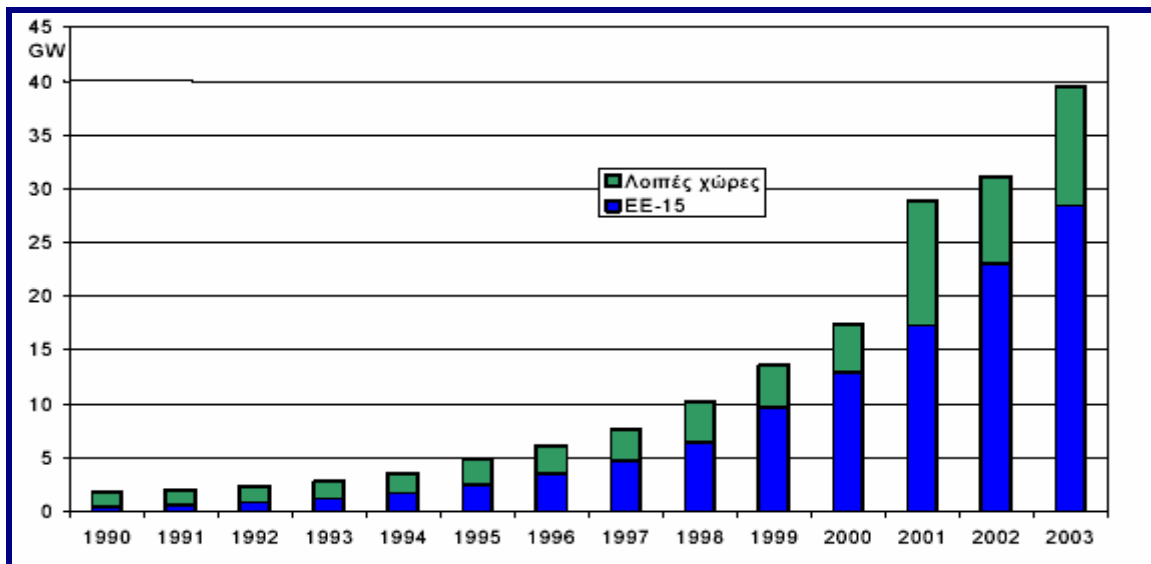


Εικόνα 3.3 Αιολικό Πάρκο

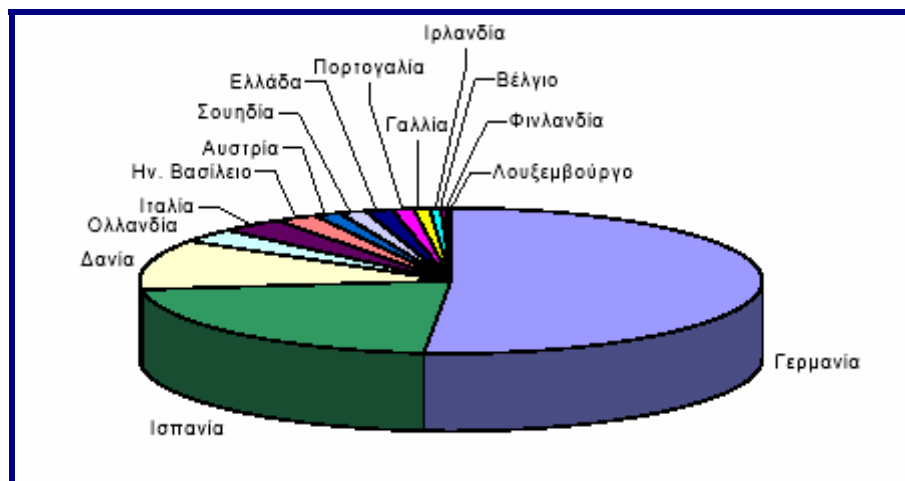


### 3.4 ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Σήμερα η αιολική ενέργεια αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη μορφή ενέργειας. Ηγετικές δυνάμεις στο χώρο είναι η Γερμανία, η Ισπανία, η Δανία και η ΗΠΑ οι οποίες έχουν αξιοποιήσει σε πολύ μεγάλο βαθμό το αιολικό δυναμικό τους και εξελίσσουν διαρκώς την τεχνολογία των ανεμογεννητριών. Η πορεία της αιολικής ενέργειας κατά την τελευταία δεκαετία και το ποσοστό της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρασιτάνονται παρακάτω : (διαγράμματα 3.1 & 3.2)



**Διάγραμμα 3.1 Ε.Ε. 15 και παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική ισχύ**  
Πηγή: ΕWEA, Αύγουστος 2004



**Διάγραμμα 3.2 Εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ε.Ε. για έτος 2003**  
Πηγή: ΕWEA, Αύγουστος 2004



Η Δανία υπήρξε η πρώτη Ευρωπαϊκή χώρα που υιοθέτησε μια πετυχημένη πολιτική ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας και παρέμεινε η κυρίαρχη χώρα αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια έως τις αρχές της δεκαετίας του '90.

Στις αρχές της δεκαετίας αυτής, η κλίμακα ανεμογεννητριών μεγέθους 300 kW με 500 kW άρχισε να εισάγεται με επιτυχία στην Ευρώπη, σηματοδοτώντας την έκρηξη της αιολικής ενέργειας στη Γερμανία. Κατά τη διάρκεια της ραγδαίας αυτής ανάπτυξης, η Γερμανική βιομηχανία αιολικής ενέργειας έφτασε τα τεχνολογικά επίπεδα της Δανίας και τώρα διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά αιολικών συστημάτων.

Στα μέσα της δεκαετίας του '90 επιτεύχθηκε η ανάπτυξη και η εγκατάσταση ανεμογεννητριών μεγέθους 1 έως 1,5 MW. Αυτή η ανάπτυξη κατέστη δυνατή λόγω της ύπαρξης ισχυρών αγορών με ασφαλείς συνθήκες για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά συστήματα.

Οι τέσσερις σημαντικότερες αγορές της αιολικής ενέργειας τη δεκαετία του '90 (Γερμανία, Η.Π.Α., Δανία και Ισπανία) κάλυπταν περίπου το 80 % των πωλήσεων παγκοσμίως τα έτη 1999 και 2000.

Οι τέσσερις μεγαλύτεροι κατασκευαστές καλύπτουν τα 2/3 της παγκόσμιας αγοράς. Από τους δέκα μεγαλύτερους προμηθευτές το έτος 2000, οι οχτώ είναι Ευρωπαίοι. Οι Δανοί κατασκευαστές καλύπτουν περίπου το μισό της παγκόσμιας αγοράς. Το ποσοστό τους στις εξαγωγές τους κυμαίνεται κατά μέσο όρο πάνω από το 70 %.

Οι τρεις κυρίαρχες στον τομέα χώρες, Γερμανία, Δανία και Ισπανία, κατέχουν πάνω από το 80 % της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από αιολικά. Η γερμανική αγορά μετά το 1995 κατέχει περίπου τη μισή ευρωπαϊκή αγορά, ποσοστό υψηλότερο απ' ό,τι κατείχε τα προηγούμενα χρόνια.



**Εικόνα 3.4 Αιολικό Πάρκο**



Η τεχνολογία είναι πλέον διαθέσιμη και εξελίσσεται συνεχώς, τα κόστη έχουν μειωθεί σημαντικά και η κοινή γνώμη είναι θετικά διακείμενη απέναντι στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Το μέσο μέγεθος ανεμογεννητριών που εγκαθίσταται ετησίως αυξάνεται συνεχώς.

Η πορεία ανάπτυξης της αγοράς της αιολικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια υπήρξε συνεχής και εντυπωσιακή.

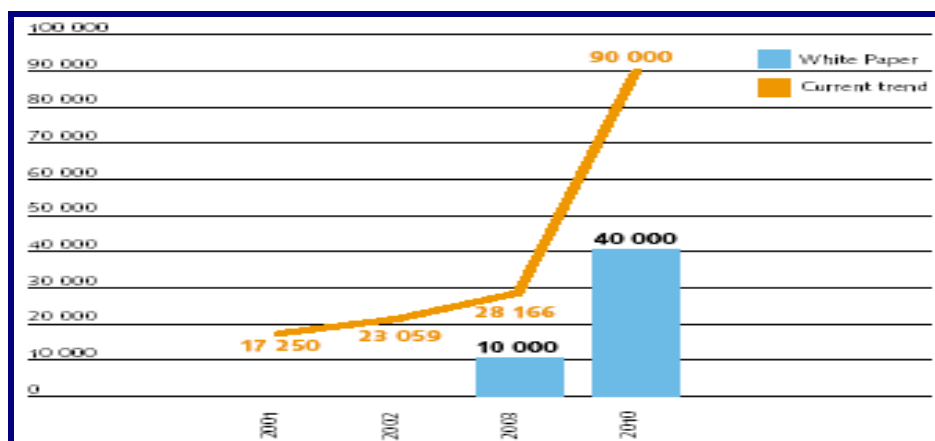
Αντιπροσωπεύοντας περίπου το 74% της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στον κόσμο η Ευρώπη είναι περισσότερο από ποτέ η αιχμή του δόρατος στην βιομηχανία της αιολικής ενέργειας.

Το 2000 ήταν ένα έτος πολύ σημαντικό για την Ευρωπαϊκή Ένωση με πάνω από 3.500 MW να εγκαθίστανται μέσα στο έτος αυτό. Ο μέσος όρος του ετήσιου ρυθμού ανάπτυξης της αγοράς στην Ευρώπη τα τελευταία 7 χρόνια για την αιολική ενέργεια είναι 40 %.

Στα τέλη του 2000, υπήρχαν εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες ισχύος 17.500 MW σε όλο τον κόσμο, εκ των οποίων τα 13.000 MW ήταν εγκατεστημένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση ξεπερνώντας κατά πολύ τα 8.000 MW που είχαν τεθεί ως στόχος από την Ε.Ω.Ε.Α. (Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας) για το έτος 2000.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έκανε ρεκόρ εγκατεστημένης ισχύος το έτος 2002 προσθέτοντας 5.809 MW έναντι 4.283 MW που ήταν το έτος 2001. Στα τέλη του 2002 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Ευρώπη ήταν 23.059 MW. Η τάση αγοράς της αιολικής ενέργειας παρέμεινε πολύ ευνοϊκή το 2002 με μια μικρή αύξηση στον αριθμό εγκαταστάσεων (αύξηση 33,4 % το 2001 έναντι 33,7 % το 2002).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στη Λευκή Βίβλο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έθεσε ως στόχο για την αιολική ενέργεια τα 40.000 MW εγκατεστημένης ισχύος για το έτος 2010. Υπό τις παρούσες συνθήκες ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας φαίνεται μάλλον συντηρητικό να διατηρηθεί ο στόχος των 40.000 MW για το έτος 2010. Για το λόγο αυτό, προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας ένας νέος ρεαλιστικός στόχος. Ο στόχος αυτός είναι 90.000 MW. (διάγραμμα 3.3)



**Διάγραμμα 3.3 Σύγκριση της παρούσας κατάστασης με τους στόχους της Λευκής Βίβλου (σε MW)**





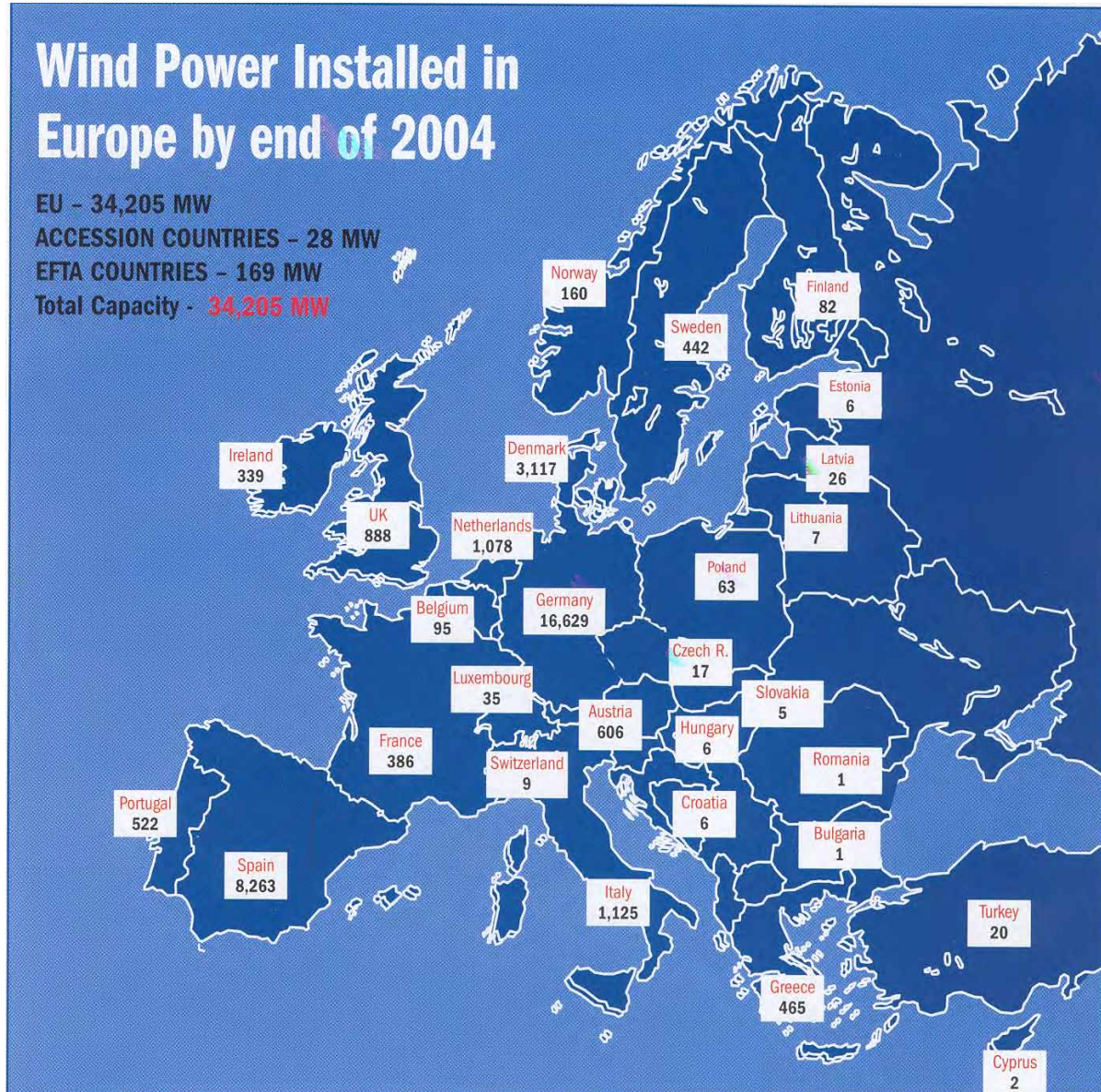
### 3.5 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

	Συμβατική εγκατεστημένη ισχύς MW		Εγκατεστημένη αιολική ισχύς MW		Ποσοστό διείσδυσης Αιολικής ισχύς %	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Δανία	13316	13253	2880	3080	21,63	22,79
Γερμανία	125557	127744	12037	13500	9,59	10,63
Ισπανία	63898	65366	5043	6000	7,89	9,25
<b>Ελλάδα</b>	<b>11730</b>	<b>12108</b>	<b>462</b>	<b>550</b>	<b>3,94</b>	<b>4,65</b>
Ολλανδία	19525	20010	727	800	3,72	4,08
Ιρλανδία	5003	5207	137	140	2,74	2,8
Αυστρία	18605	18817	139	450	0,75	2,38
Σουηδία	33453	33576	328	450	0,98	1,34
Ιταλία	79934	80479	806	1000	1,01	1,25
Λουξεμβούργο	1164	1524	16	16	1,37	1,37
Αγγλία	79880	82212	552	1000	0,69	1,24
Βέλγιο	15436	15272	44	60	0,29	0,39
Φιλανδία	18469	18558	41	80	0,22	0,43
Γαλλία	115754	116800	145	500	0,13	0,43
Πορτογαλία	9478		174		1,84	
Νορβηγία	28059	28214	97	200	0,35	0,71

Πίνακας 3.1 *Εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα έτη 2002 και 2003*

Πηγή: ABS Energy Research





**Σχήμα 3.1 Εγκατεστημένη αιολική ισχύ στην Ευρώπη στο τέλος του έτους 2004**

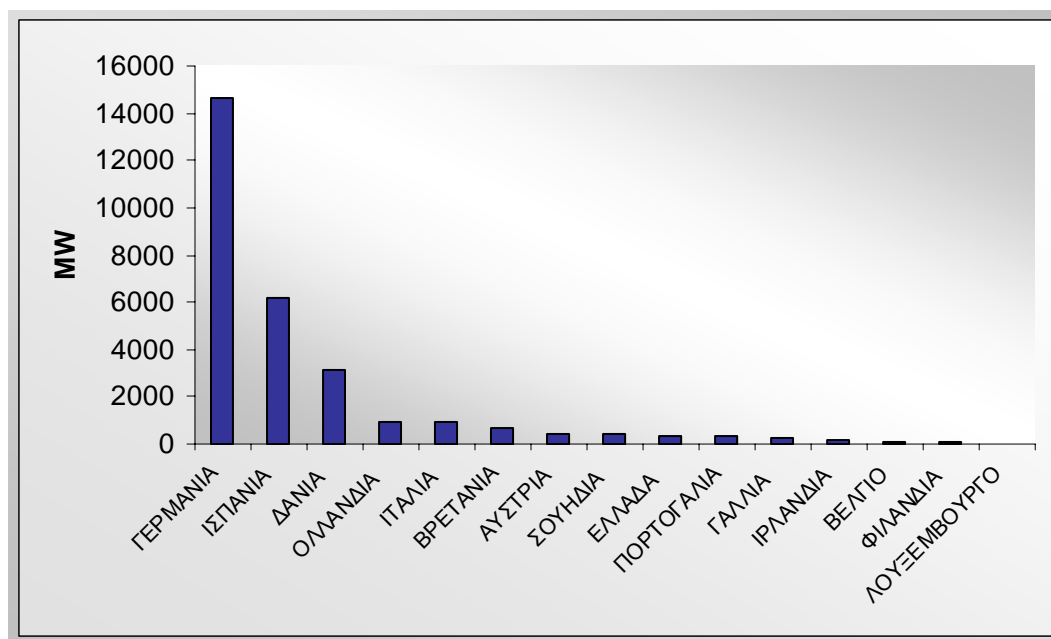
Πηγή: EWEA, Απρίλιος 2005





ΧΩΡΕΣ	ΙΑΝ-ΔΕΚ ΤΟΥ 2004 (MW)	ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ 2004 (MW)
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2.037	16.629
ΙΣΠΑΝΙΑ	2.065	8.263
ΔΑΝΙΑ	9	3.117
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	197	1.078
ΙΤΑΛΙΑ	221	1.125
ΒΡΕΤΑΝΙΑ	240	888
ΑΥΣΤΡΙΑ	192	606
ΣΟΥΗΔΙΑ	43	442
<b>ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>90</b>	<b>465</b>
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	226	522
ΓΑΛΛΙΑ	138	386
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	148	339
ΒΕΛΓΙΟ	28	95
ΦΙΛΑΝΔΙΑ	30	82
ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	14	35
<b>Ε.Ε. 15</b>	<b>24</b>	<b>132</b>

Πίνακας 3.2 Εγκατεστημένη αιολική ισχύς τέλος του έτους 2004  
Πηγή: ΕWEA, Απρίλιος 2005



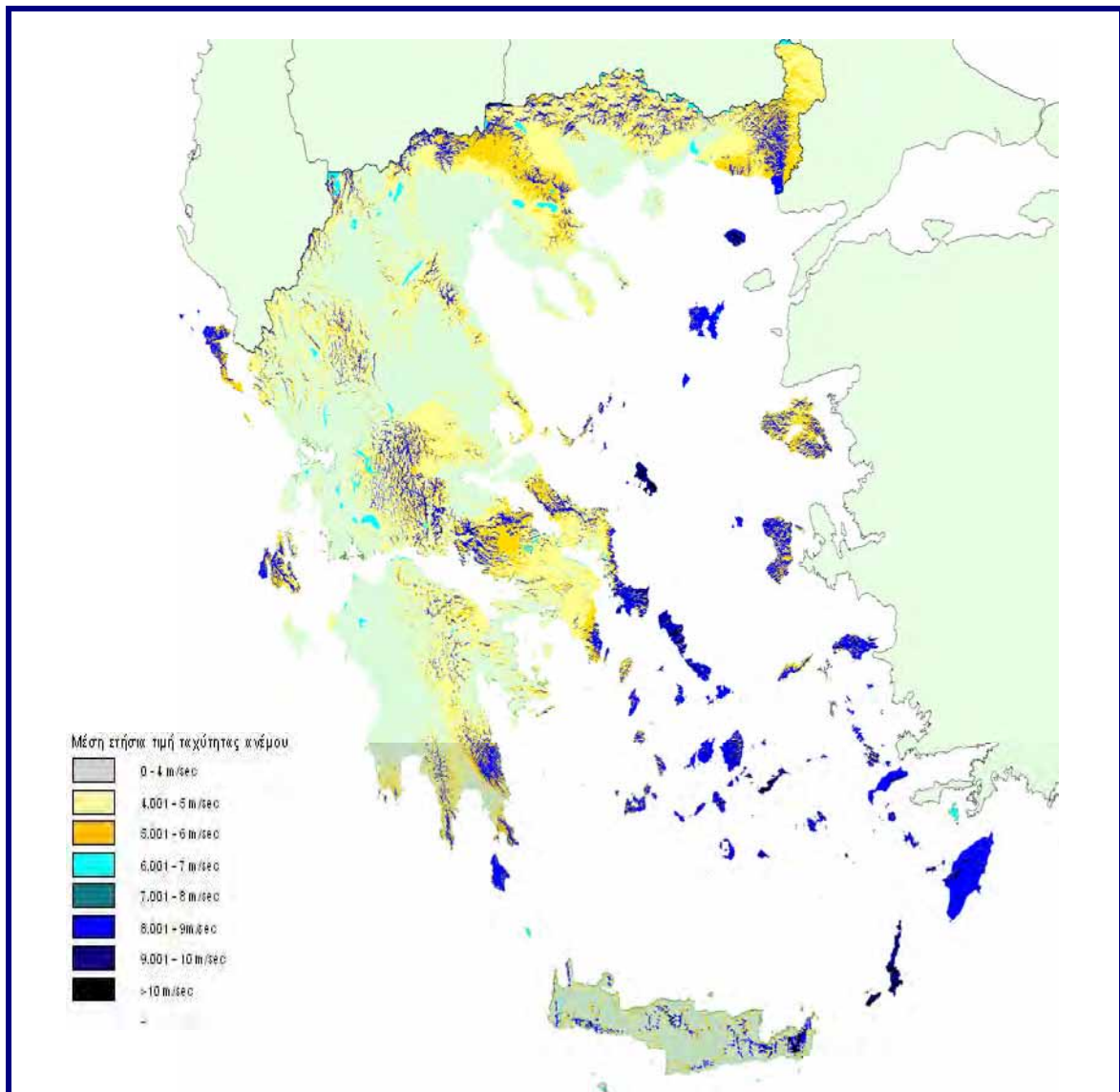
Διάγραμμα 3.4 Ισχύς από αιολικές μονάδες στην Ε.Ε. για το έτος 2004  
Πηγή: Έθνος της Κυριακής, 26/09/04





### 3.6 ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα βρίσκεται στην εύκρατη ζώνη, όπου επικρατεί άριστη ανεμολογική κατάσταση, ενώ η διαμόρφωση του εδάφους είναι ευνοϊκή για την διαμόρφωση της αιολικής ενέργειας. Βρίσκεται στην ιδιαίτερη προνομιούχα θέση να διαθέτει ένα από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με τις μετρήσεις του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας αποτυπώνεται στον παρακάτω χάρτη (σχήμα 3.2) :



**Σχήμα 3.2 Αιολικός Χάρτης της Ελλάδας**  
Πηγή: Κ.Α.Π.Ε.





Όπως φαίνεται και στον παραπάνω χάρτη, από τις πλέον πρόσφορες περιοχές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι η Νότια Πελοπόννησος, η Ανατολική Στερεά Ελλάδα -με επίκεντρο την Εύβοια-, η Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου στα οποία πνέουν συχνά ισχυροί άνεμοι, μέσης ταχύτητας που ξεπερνά τα 10m/s. Κατά συνέπεια η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό για την ανάπτυξη της ενεργειακής αγοράς.



**Διάγραμμα 3.5 Εξέλιξη Αιολικών στην Ελλάδα μέχρι το έτος 2001**  
Πηγή: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.)

Το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της και ιδιαίτερα αυτές των νησιών.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε πριν από 25 χρόνια περίπου, σαν μια προσπάθεια καταγραφής του ανέμου και εκτίμησης του αιολικού δυναμικού από τη Δ.Ε.Η./ΔΕΜΕ (Διεύθυνση Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας). Τα αποτελέσματα σχετικής μελέτης της Δ.Ε.Η. δείχνουν τη δυνατότητα κάλυψης 6,46 TWh/έτος από αιολική ενέργεια που αντιπροσωπεύει το 15 % των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Το ποσό αυτό κατανέμεται στις Κυκλάδες με 3,15 TWh/έτος, την Εύβοια με 0,96 TWh/έτος, την ηπειρωτική χώρα με 1,61 TWh/έτος και την Κρήτη με 0,74 TWh/έτος.

Επίσης, έχει αποδειχτεί από τη Δ.Ε.Η., ότι η εκμετάλλευση μόνο του 10 % του γνωστού αιολικού δυναμικού, περίπου 1200 MW αιολικής ισχύος, είναι οικονομικά βιώσιμη, ενώ οποιαδήποτε μικρότερη διείσδυση είναι οικονομικά επικερδής.



Από το 1982 έως το 1994 εγκαταστάθηκαν ανεμογεννήτριες στην Άνδρο, τα Ψαρά, τη Σάμο, τη Χίο, την Κρήτη, την Εύβοια, τη Σαμοθράκη, την Ικαρία, την Κάρπαθο, τη Λήμνο, την Κύθνο και τη Σκύρο, οι οποίες παράγουν συνολικά ισχύ 27 MW. Το πρώτο αιολικό πάρκο κατασκευάστηκε στην Κύθνο και άρχισε να λειτουργεί το 1982 περιλαμβάνοντας 5 ανεμογεννήτριες, συνολικής ισχύος αρχικά 20 KW και αργότερα 33 KW. Μέχρι το 1994 είχαν εγκατασταθεί συνολικά 13 αιολικά πάρκα σε νησιά του Αιγαίου.

Το 1991 στο πλαίσιο ενός δεκαετούς αναπτυξιακού προγράμματος που εξήγγειλε η Δ.Ε.Η., υπογράφηκαν συμβάσεις για την κατασκευή αιολικών πάρκων στη Σάμο (2 MW), τη Χίο (2 MW), την Άνδρο (1,5 MW), τη Λέσβο (2 MW), τα Ψαρά (2 MW), την Εύβοια (5 MW), και την Κρήτη (5 MW) με 50 % χρηματοδότηση από τα κοινοτικά προγράμματα ΜΟΠ (Μεσογειακά Ολοκληρωμένα Προγράμματα) και VALOREN. Το αιολικό πάρκο της Εύβοιας που τέθηκε σε λειτουργία το 1993 με 17 ανεμογεννήτριες, και το αιολικό πάρκο στη Σητεία της Κρήτης είναι τα 2 μεγαλύτερα της Μεσογείου. Σε αυτά περιλαμβάνονται από το 1990 το αιολικό πάρκο της Σαμοθράκης, ισχύος 220 KW, που αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες.

Με την αλλαγή του νομικού καθεστώτος, στα τέλη του 1994 και ουσιαστικά στα μέσα του 1995 (εκδόθηκαν τα σχετικά προεδρικά διατάγματα), εκδηλώθηκε ζωηρότατο ενδιαφέρον, κυρίως από ιδιώτες και οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης οι οποίοι απέκτησαν δικαίωμα κατασκευής και λειτουργίας αιολικών μονάδων (όπως και μονάδων άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας).

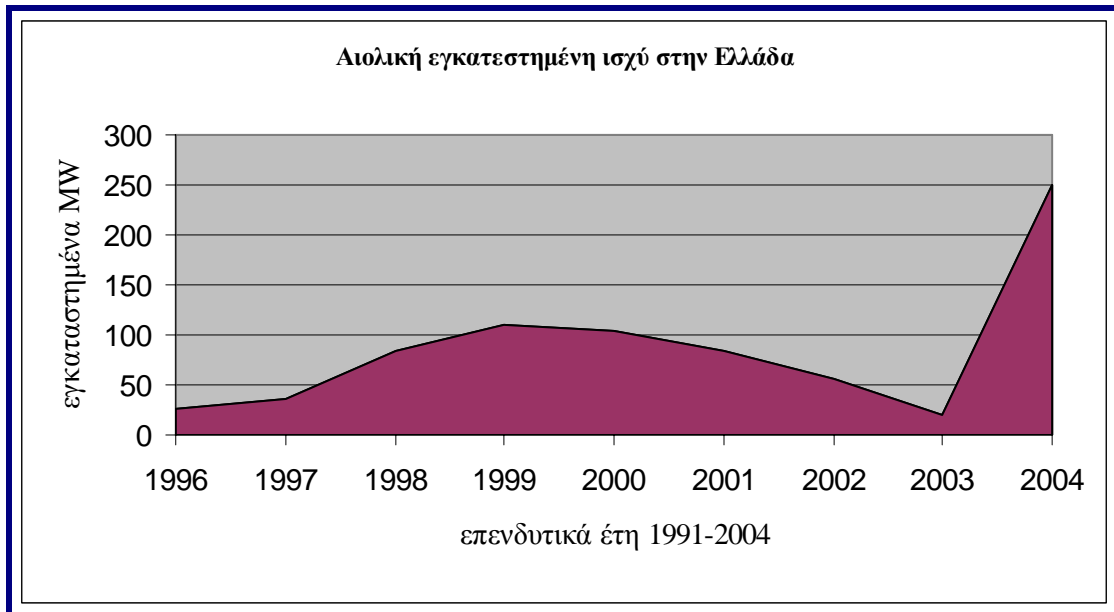
Το πρώτο εξάμηνο του 1998, 5 έργα συνολικής ισχύος 26,5 MW έχουν λάβει την απαιτούμενη άδεια εγκατάστασης ενώ το 1997, 8 έργα αιολικής ενέργειας συνολικής ισχύος 40 MW ολοκλήρωσαν τη διαδικασία αδειοδότησης.



**Εικόνα 3.5** Αιολικό Πάρκο στο Ποργάρι Εύβοιας (5,4 MW)



Η εγκαταστημένη ισχύς από αιολικά πάρκα για την περίοδο από το 1996 έως το 1999 πενταπλασιάστηκε, από 27 MW σε 110 MW, το έτος 2000 εγκαταστάθηκαν 150 MW, το 2001 εγκαταστάθηκαν 84 MW, το 2002 εγκαταστάθηκαν 57 MW και το 2003 εγκαταστάθηκαν μόνο 20 MW, αλλά μέχρι και το 2005 παρατηρείται αύξηση με ρυθμό ρεκόρ στην εγκαταστημένη ισχύ. (διάγραμμα 3.6)



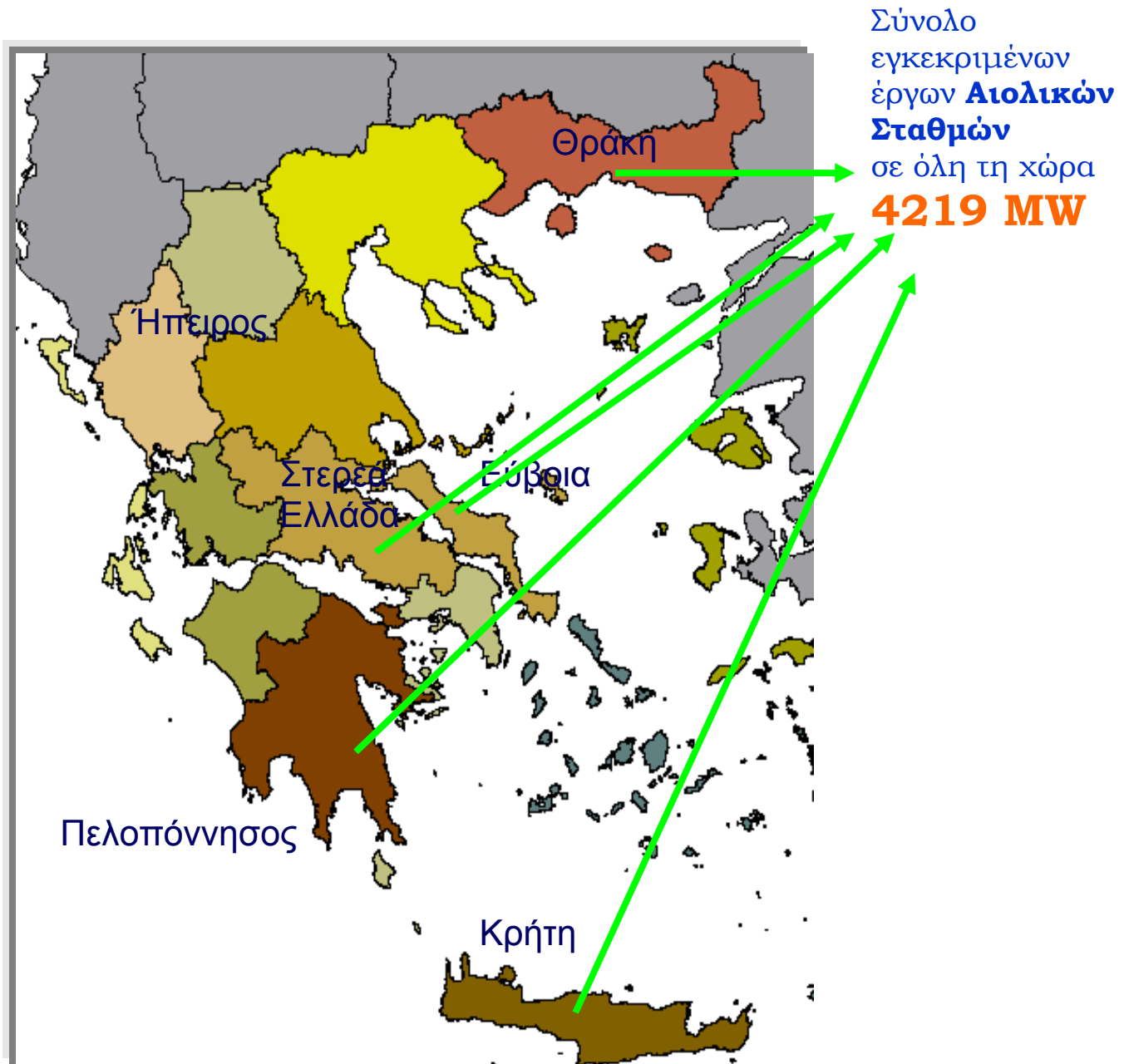
**Διάγραμμα 3.6** Εγκατεστημένη ισχύς ανά έτος από τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα έως το έτος 2004

Πηγή: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.)



**Εικόνα 3.6** Αιολικό Πάρκο στη Σητεία Κρήτης (27,5 MW)





Σχήμα 3.3 *Εγκεκριμένα έργα Αιολικών σταθμών στην Ελλάδα*  
Πηγή: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), 2004



### 3.7 Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη στην Κρήτη τόσο από άποψη μελετών όσο και από άποψη εφαρμογής.

Η σύγχρονη ανάπτυξη Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε τα πρώτα Αιολικά Πάρκα στην περιοχή της μονής Τοπλού στη Σητεία του νομού Λασιθίου. Ένα από αυτά αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες ισχύος 300 KW και 3 ανεμογεννήτριες ισχύος 500 KW (συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,6 MW).

Έκτοτε, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, οδήγησε πολλούς επενδυτές να υλοποιήσουν δεκάδες εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.

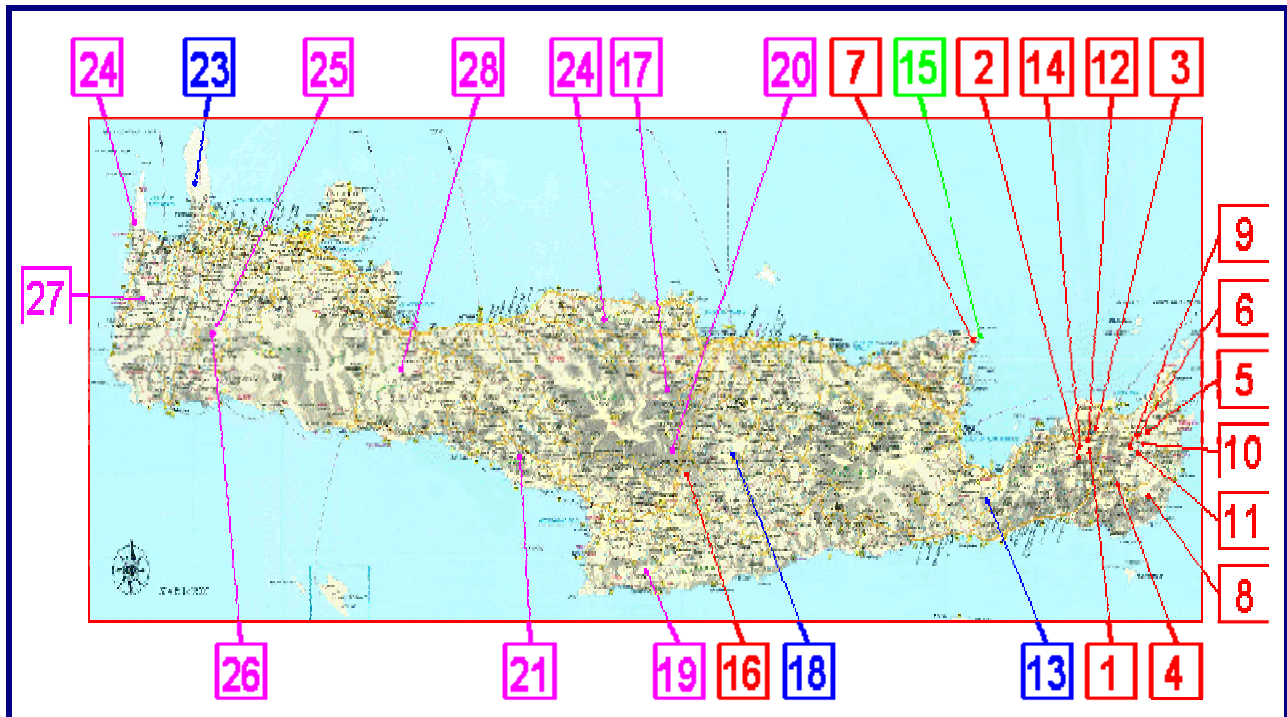
Στην Κρήτη την περίοδο 2000-2002 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 10 % της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



**Εικόνα 3.7** Άποψη του Αιολικού Πάρκου στο ακρωτήριο Αη Γιάννης Βρουχά του Νομού Λασιθίου στη Σητεία Κρήτης (6,6 MW)



Τα Αιολικά Πάρκα για τα οποία έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) παρουσιάζονται παρακάτω. (Σχήμα 3.4 και Πίνακας 3.3) :



- *Εν λειτουργία*
- *Άδεια παραγωγής*
- *Άδεια υπό ανάκληση*
- *Επέκταση*

**Σχήμα 3.4 Τα Αιολικά Πάρκα στην Κρήτη για τα οποία έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη Ρ.Α.Ε**

**Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης, 17/02/2004**





Ημερ. Έκδοσης	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΙΣΧΥΣ (MW)	Τεχνολογία	Νομός	Δήμος/Κοιν.	Θέση	
1	18/06/01	ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	5,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΒΙΓΛΙ
2	18/06/01	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ ΑΕ	10,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ
3	18/06/01	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ ΑΕ	10,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΑΓΡΙΑΙΔΑ/ΒΕΛΗΡΑΣ
4	18/06/01	ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.	9,90	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΛΕΥΚΗΣ	ΧΑΝΑΡΑΣ
5	16/07/01	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ	10,20	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΠΛΑΚΟΚΕΡΑΤΙΑ ΜΗΤΑΤΟΥ
6	22/10/01	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗ ΑΒΕΕ	3,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ
7	22/10/01	ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ	5,94	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ - ΒΡΟΥΧΑ
8	04/12/01	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΗΤΕΙΑΣ ΑΕ	1,20	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΛΕΥΚΗΣ	ΜΑΡΕ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΖΗΡΟΥ
9	09/07/03	ΙWECO ΧΩΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	4,50	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΧΩΝΟΣ
10	27/12/01	ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	2,70	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΠΙΣΚΟΠΙΑΝΕΣ/ΠΙΣΚΟΛΑΚΟΣ
11	27/12/01	ΔΕΗ ΑΕ	3,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ
12	18/07/02	ENERCON ΕΛΛΑΣ Α.Ε.	2,50	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΟ
13	18/07/02	ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΒΕΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΣΜΑΙΛΟΓΓΟΣΙ
14	15/09/03	WRE HELLAS SA	2,40	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ
15	27/01/04	ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ	11,90	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Λασιθίου	ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ - ΒΡΟΥΧΑ
16	16/07/01	ΙWECO ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ ΑΕΒΕΕ	4,95	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΝΤΑΓΑ ΣΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ
17	27/12/01	ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΚΡΟΥΣΩΝΑ	ΒΟΣΚΕΡΟ
18	18/07/02	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ Α.Ε ΚΑΙ ΣΙΑ ΕΠΑΝΩΣΗΦΗΣ 1 ΕΕ	6,30	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΝΙΚΟΥ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	ΕΠΑΝΩΣΗΦΗ
19	06/11/2003	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΟΙΡΩΝ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	5,25	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΜΟΙΡΩΝ	ΑΝΤΙΣΚΑΡΙΟΥ
20	06/11/03	ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	14,45	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΠΕΡΔΙΚΟΥΡΥΦΗ
21	06/11/03	ΔΕΗ ΑΕ - ΔΕΜΕ	9,90	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Ρεθύμνου	ΛΑΜΠΗΣ	ΝΟΤΙΚΟ -ΚΟΙΡΙΝΟ
22	10/12/03	ΑΙΟΛΙΚΟ ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ ΑΕ	5,00	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Ρεθύμνου	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ
23	27/12/01	ENVIRECO ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΗΤΗΣ-ΣΠΑΘΑ ΑΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΟΛΥΜΠΑΡΙΟΥ	ΑΚΡΩΤΗΡΙ ΣΠΑΘΑ
24	03/12/02	ΜΕΤΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ ΑΕ	3,30	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΙΣΣΑΜΟΥ	ΠΛΑΤΑΝΟΣ
25	14/10/03	ENVITEC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	5,40	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Χανίων	ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ & ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΣΕΛΙΝΟΥ	ΒΑΡΔΙΑ
26	06/11/03	ENVITEC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	5,40	Αιολικά Διασυνδ. Σύστημα	Χανίων	ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ	ΒΑΤΑΛΙ
27	06/11/03	ΥΑΡΟΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.	9,35	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΙΣΣΑΜΟΥ	ΡΟΒΑΣ
28	10/12/03	ΤΑΛΩΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	2,40	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Χανίων	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΣΗ ΓΩΝΙΑΣ	ΚΑΤΩ ΑΓΟΡΙ

**Πίνακας 3.3 Αρχείο μητρώου αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ΡΑΕ**  
 Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης , 17/02/2004





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

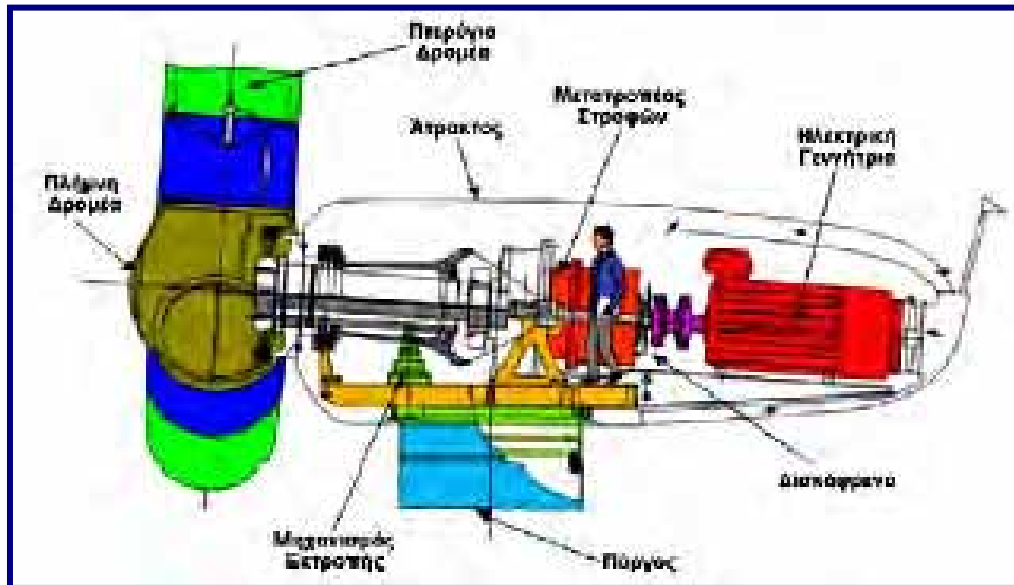
### **4.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ**

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 απολήψιμης 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.



*Εικόνα 4.1 Ανεμογεννήτρια*

## 4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



Εικόνα 4.2 Μέρη μιας ανεμογεννήτριας

Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι συνδεδεμένα με ένα περιστρεφόμενο άξονα. Ο άξονας περνάει μέσα σε ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης όπου αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής. Το κιβώτιο συνδέεται με έναν άξονα μεγάλης ταχύτητας περιστροφής ο οποίος κινεί μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα τροφοδοτώντας απευθείας την κατανάλωση, ή να συνδέονται και να διοχετεύουν την ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχον δίκτυο. Στην πρώτη περίπτωση (σε μικρές εγκαταστάσεις) επειδή ο άνεμος δεν είναι συνεχώς διαθέσιμος, είναι δυνατόν να γίνεται χρήση μιας ή περισσότερων νηζελογεννητριών οι οποίες λειτουργούν παράλληλα με τις ανεμογεννήτριες. Η δεύτερη περίπτωση αφορά τη μαζική εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας όπου συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών (αιολικό πάρκο) εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μια συγκεκριμένη θέση, διοχετεύοντας το σύνολο της παραγωγής.

### 4.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

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 εξής ανεμογεννήτριες :**

- **Οριζόντιου άξονα**, οι οποίες 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). (Εικόνα 4.3)

- **Κατακόρυφου άξονα**, οι οποίες εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονάς των είναι κάθετος σε αυτή καθώς και στην επιφάνεια της γης. (Εικόνα 4.3)



*Εικόνα 4.3 Τύποι ανεμογεννητριών*



Οι Α/Γ κατακόρυφου άξονα έχουν κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα σε σχέση με τις Α/Γ οριζοντίου άξονα που θα αναφέρουμε παρακάτω:

Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα δεν χρειάζονται σύστημα προσανατολισμού, το οποίο είναι άκρως απαραίτητο για τις μηχανές οριζοντίου άξονα.

Στις μηχανές κατακόρυφου άξονα το παραγόμενο μηχανικό έργο μεταφέρεται μέσω κατακόρυφου άξονα απ' ευθείας στο έδαφος, όπου βρίσκεται τοποθετημένη και η ηλεκτρική γεννήτρια, σε αντίθεση με τις μηχανές οριζοντίου άξονα.

Στις μηχανές κατακόρυφου άξονα η κατασκευή του πύργου στήριξης είναι απλή, ενώ στις μηχανές οριζοντίου άξονα ο πύργος στήριξης έχει ειδικές απαιτήσεις.

Στις μηχανές κατακόρυφου άξονα δεν υπάρχει η δυνατότητα και η ανάγκη ρύθμισης του βήματος της πτερωτής για τον έλεγχο της ισχύος της μηχανής, πράγμα που είναι απαραίτητο για τις μηχανές οριζοντίου άξονα.

Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα παρουσιάζουν σημαντικό πρόβλημα κατά την εκκίνηση, και απαιτείται εξωτερική βοήθεια, πράγμα που δεν εμφανίζεται στις μηχανές οριζοντίου άξονα.

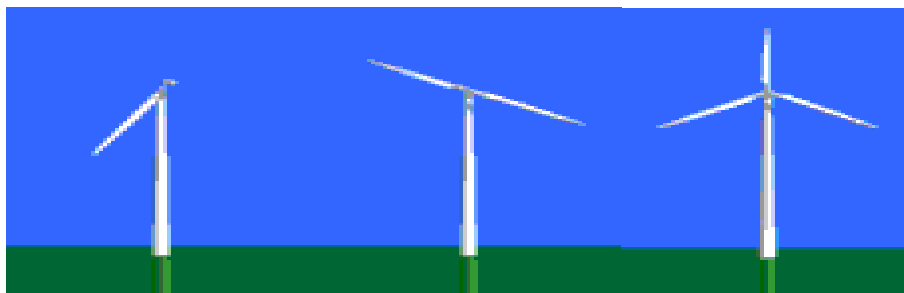
Εκμεταλλεύονται μικρότερες ταχύτητες ανέμου αφού βρίσκονται κοντά στο έδαφος.

Έχουν μικρότερο συντελεστή ισχύος.

Η στερέωση στο έδαφος απαιτεί εγκαταστάσεις που καταλαμβάνουν μεγάλο εμβαδόν.

Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι Α/Γ οριζοντίου άξονα, με 3 πτερύγια σε ποσοστό πάνω από 90%.

Στην αγορά υπάρχουν οι **τρίπτερες**, οι **δίπτερες** και οι **μονόπτερες**. Ο λόγος που έχουν επικρατήσει οι τρίπτερες είναι γιατί σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους μπορεί να ναι πιο ακριβή σε κόστος (παραπάνω πτερύγια) αλλά δεν χρειάζονται τόσο μεγάλη ταχύτητα ανέμου για να παράγουν το ίδιο ποσό ενέργειας. (Εικόνα 4.4)



Εικόνα 4.4 Τύποι πτερόγωσης μιας Α/Γ



#### 4.3.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ (pitch controlled wind turbines)

Σε μια Α/Γ μεταβλητού βήματος ο ηλεκτρονικός ελεγκτής της ελέγχει την παραγωγή ισχύος αρκετές φορές ανά δευτερόλεπτο. Όταν η παραγωγή ισχύος γίνει πάρα πολύ υψηλή, στέλνει μια εντολή στο μηχανισμό ελέγχου βήματος των πτερυγίων ο οποίος στρέφει αμέσως τα πτερύγια ελαφρώς από τον αέρα. Αντιθέτως, τα πτερύγια γυρίζουν ξανά στον αέρα όταν η έντασή του μειώνεται πάλι. Έτσι τα πτερύγια του δρομέα πρέπει να είναι σε θέση να γυρίσουν γύρω από το διαμήκη άξονά τους. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας της Α/Γ τα πτερύγια μειώνουν κατά ένα βαθμό το βήμα τους έτσι ώστε ο δρομέας να γυρίζει συγχρόνως.

Ο σχεδιασμός μιας Α/Γ μεταβλητού βήματος απαιτεί κάποια έξυπνη εφαρμοσμένη τεχνική για να σιγουρευτεί ότι τα πτερύγια ρίχνουν ακριβώς το ποσό (όσο βήμα δηλαδή) που απαιτείται. Σε μια Α/Γ ελεγχόμενου βήματος, ο υπολογιστής θα ρίξει γενικά το βήμα των πτερυγίων μερικούς βαθμούς κάθε φορά που αλλάζει ο αέρας προκειμένου να κρατηθούν τα πτερύγια στη βέλτιστη γωνία έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή για όλες τις ταχύτητες αέρα. Ο μηχανισμός ελέγχου λειτουργεί συνήθως χρησιμοποιώντας υδραυλικά.

#### 4.3.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΕΔΗΣ (stall controlled wind turbines)

Οι Α/Γ passive stall (παθητικής αεροδυναμικής πέδης) προσαρμόζουν τα πτερύγια τους επάνω στην πλήμνη σε μια σταθερή γωνία. Η γεωμετρία του σχήματος των πτερυγίων, τα οποία σχεδιάστηκαν αεροδυναμικά, έχει ως σκοπό να εξασφαλίσει ότι τη στιγμή που η ταχύτητα του ανέμου γίνεται πάρα πολύ υψηλή, δημιουργείται μια αναταραχή στην πλευρά του πτερυγίου που δεν αντιμετωπίζει τον αέρα. Αυτό το φαινόμενο αποτρέπει στη δύναμη άνωσης του πτερυγίου να ενεργήσει στο δρομέα.

Έτσι συνειδητοποιούμε ότι ενώ η πραγματική ταχύτητα του ανέμου στη περιοχή αυξάνεται, η γωνία της επίθεσης του πτερυγίου θα αυξηθεί, μέχρι το σημείο που αρχίζει να εμφανίζεται το παραπάνω φαινόμενο. Εάν εξετάσουμε βαθύτερα ένα πτερύγιο για μια active stall Α/Γ θα παρατηρήσουμε ότι είναι στριμμένο ελαφρώς καθώς κινούμαστε κατά μήκος του διαμήκους άξονά της. Αυτό γίνεται εν μέρει προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι η αεροδυναμική πέδη των πτερυγίων γίνεται βαθμιαία παρά απότομα όταν η ταχύτητα αέρα φθάνει στην κρίσιμη τιμή της.





Το βασικό πλεονέκτημα της αεροδυναμικής πέδης είναι ότι αποφεύγει τα κινούμενα μέρη στο δρομέα και ένα σύνθετο σύστημα ελέγχου. Αφ' ετέρου, ο αεροδυναμικός έλεγχος πέδης αντιπροσωπεύει ένα πολύ σύνθετο αεροδυναμικό πρόβλημα σχεδίου, και τις σχετικές προκλήσεις σχεδίου στη δομική δυναμική ολόκληρης της Α/Γ, π.χ. για να αποφύγει τις αεροδυναμικά προκληθείσες δονήσεις. Περίπου τα δύο τρίτα Α/Γ που είναι εγκατεστημένες αυτήν την περίοδο στον κόσμο είναι αυτόματης αεροδυναμικής πέδης.

#### 4.3.3 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΕΔΗΣ (active stall controlled wind turbines)

Ένας αυξανόμενος αριθμός μεγαλύτερων Α/Γ (1 MW και επάνω) αναπτύσσεται με έναν μηχανισμό ελέγχου ισχύος μέσω αεροδυναμικής πέδης. Τεχνικά οι Α/Γ ελεγχόμενης αεροδυναμικής πέδης μοιάζουν με τις Α/Γ μεταβλητού βήματος, δεδομένου ότι έχουν στρεφόμενα πτερύγια. Προκειμένου λοιπόν να αποκτηθεί μια αρκετά μεγάλη ροπή (δύναμη περιστροφής) στις χαμηλές ταχύτητες αέρα, οι μηχανές συνήθως θα προγραμματιζόντουσαν να στέψουν τα πτερύγιά τους σαν μια μεταβλητού βήματος Α/Γ στις χαμηλές ταχύτητες αέρα. (Συχνά χρησιμοποιούν μόνο μερικά σταθερά βήματα ανάλογα με την ταχύτητα αέρα). Όταν η μηχανή φθάνει στην ονομαστική ισχύ της, θα παρατηρήσουμε ότι έχει μια σημαντική διαφορά από τις Α/Γ μεταβλητού βήματος: Εάν η γεννήτρια τείνει να υπερφορτωθεί, η Α/Γ θα στρέψει τα πτερύγιά της στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που μια μεταβλητού βήματος Α/Γ θα τα έστρεφε. Με άλλα λόγια, θα αυξήσει τη γωνία της επίθεσης των πτερυγίων προκειμένου να κάνει τα πτερύγια να εκμεταλλευτούν καλύτερα το φαινόμενο stall, σπαταλώντας κατά συνέπεια την υπερβολική ενέργεια στον αέρα.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της ελεγχόμενης αεροδυναμικής πέδης είναι ότι κάποιος μπορεί να ελέγξει την παραγωγή ισχύος ακριβέστερα απ' ό,τι με την παθητική αεροδυναμική πέδη, ώστε να αποφύγει την υπερβολική αύξηση της ισχύος της μηχανής στην αρχή ενός μπουρινιού. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η Α/Γ μπορεί να ρυθμιστεί σχεδόν ακριβώς στην ονομαστική της ισχύ σε όλες τις υψηλές ταχύτητες ανέμου. Μια Α/Γ παθητικής αεροδυναμικής πέδης έχει συνήθως μια πτώση στην παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος για τις υψηλότερες ταχύτητες αέρα, καθώς τα πτερύγιά τους επηρεάζονται περισσότερο από το φαινόμενο stall. Ο μηχανισμός μεταβλητού βήματος χρησιμοποιείται συνήθως χρησιμοποιώντας την υδραυλική ή τους βηματικούς κινητήρες.

Παρόλα αυτά για τον έλεγχο βήματος είναι κατά ένα μεγάλο μέρος μια οικονομική ερώτηση εάν αξίζει να πληρώσει κανείς για την προστιθέμενη πολυπλοκότητα της μηχανής, όταν προστίθεται ο μηχανισμός ελέγχου βήματος.

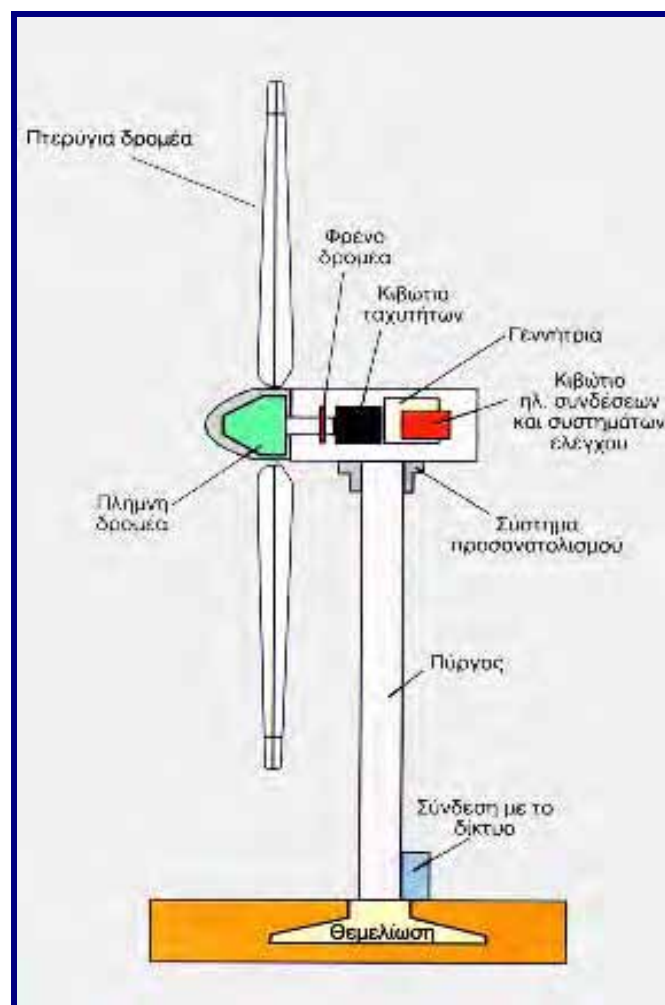


#### 4.4 ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι : Διάμετρος δρομέα, 40 μέτρα και ύψος 40-50 μέτρα, ενώ αυτής των τριών MW οι διαστάσεις είναι 80 και 80–100 μέτρα αντίστοιχα.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη (Εικόνα 4.5) :



Εικόνα 4.5 Μέρη μιας ανεμογεννήτριας



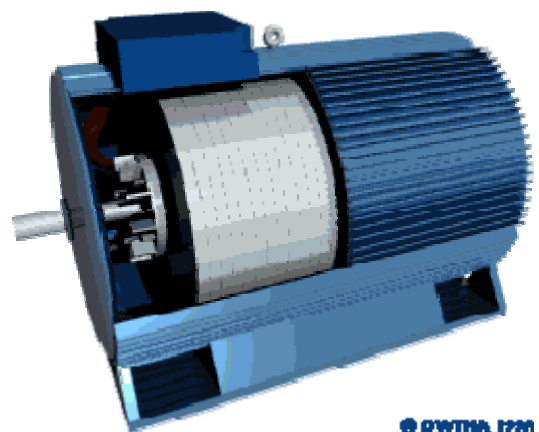


- ▶ **Το δρομέα**, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα
- ▶ **το σύστημα μετάδοσης της κίνησης**, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής
- ▶ **την ηλεκτρική γεννήτρια**, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας
- ▶ **το σύστημα προσανατολισμού**, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου
- ▶ **τον πύργο**, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα
- ▶ **τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου**, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.



© 1998 www.WINDPOWER.org

Εικόνα 4.6 Πίνακας Ελέγχου



© ΣΩΤΗΡΑ 1770

Εικόνα 4.7 Ηλεκτρική Γεννήτρια



## 4.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

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.

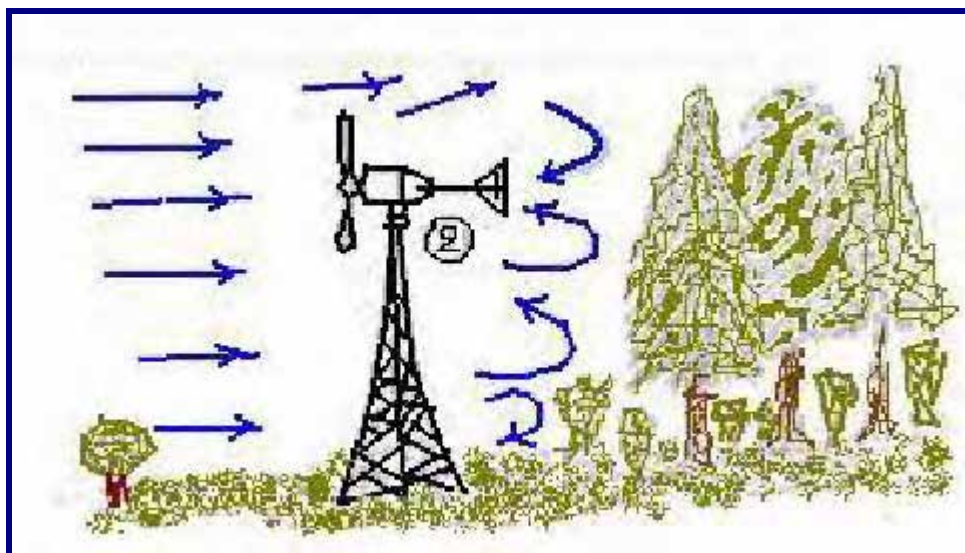


Η πιο πρακτική λύση στο πρόβλημα επιλογής θέσης ανεμογεννήτριας, είναι να χρησιμοποιήσουμε υπάρχουσες πληροφορίες για τον προσδιορισμό περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό, τέτοιο που να δικαιολογεί την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης. Έπειτα, μέσα στις περιοχές αυτές, επιλέγονται τοποθεσίες στις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

#### 4.6 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

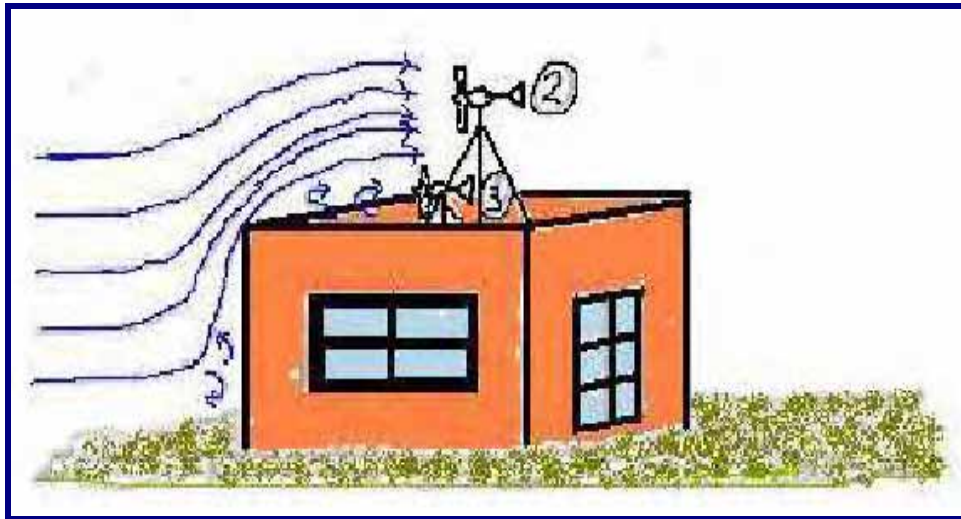
Η επιλογή της θέσης εγκατάστασης μιας Α/Γ είναι από τα πιο σημαντικά θέματα και απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις και μετρήσεις. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται μερικοί βασικοί κανόνες για μια τέτοια επιλογή. (Εικόνες 4.8 έως 4.11)

- ➡ Η ανεμογεννήτρια πρέπει να είναι 5 έως 7 μέτρα ψηλότερη από τα δέντρα. Τα ανοίγματα μεταξύ των δέντρων είναι χρήσιμα για καλύτερη κυκλοφορία του ανέμου. (Εικόνα 4.8)



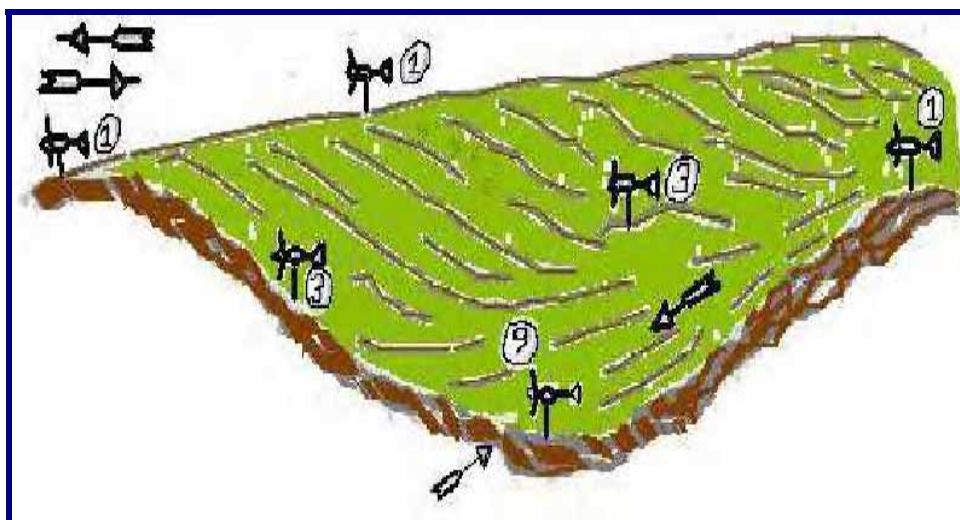
Εικόνα 4.8 Κατάλληλη τοποθέτηση Α/Γ

➡ Σε περιπτώσεις μικρών αυτόνομων ανεμογεννητριών, η ανεμογεννήτρια πρέπει να είναι τοποθετημένη πάνω στις κολώνες ενός αντικραδασμικού κτιρίου. Επιπλέον πρέπει το ύψος της ανεμογεννήτριας να είναι τουλάχιστον 5 έως 7 μέτρα. (Εικόνα 4.9)



Εικόνα 4.9 Κατάλληλη τοποθέτηση Α/Γ

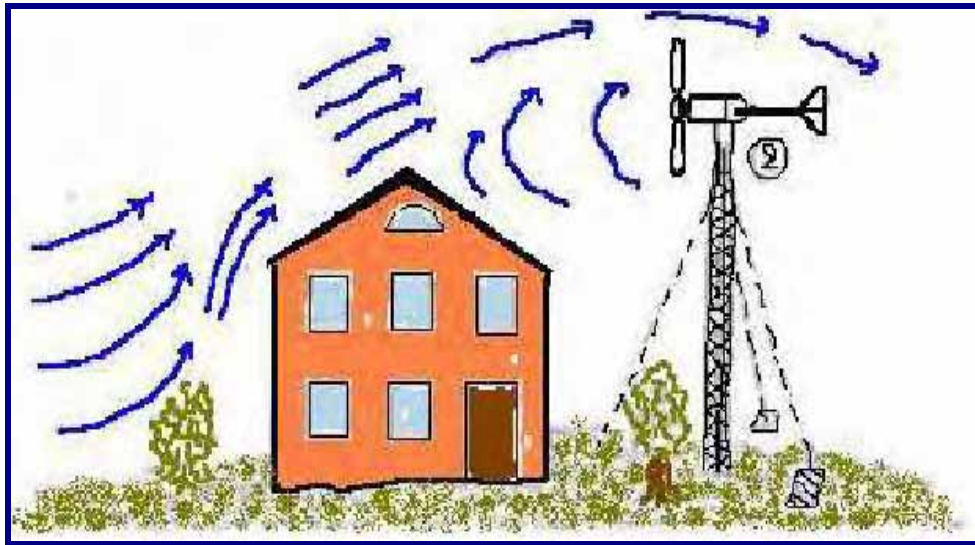
➡ Θέση 1 : η πιο κατάλληλη, Θέση 2 : κάπως κατάλληλη,  
Θέση 3 : πιθανώς ακατάλληλη (Εικόνα 4.10)



Εικόνα 4.10 Κατάλληλη τοποθέτηση Α/Γ



► Τα διάφορα εμπόδια του ανέμου όπως κτίρια, δέντρα οδηγούν τα ρεύματα του αέρα πάνω απ' την ανεμογεννήτρια. Μια καλύτερη τοποθέτηση είναι με μια μικρή κλίση (στο πλάι) του κτιρίου απ' ότι πίσω από το κτίριο ή η ανεμογεννήτρια πρέπει να είναι 50 % ψηλότερη από το κτίριο. (Εικόνα 4.11)



*Εικόνα 4.11 Κατάλληλη τοποθέτηση Α/Γ*



## 4.7 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

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 σε ορισμένους μια αρνητική 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 ανεμογεννήτριας 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 καμπικά 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 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 της πλειονότητας του κοινού για τις ανεμογεννήτριες είναι θετικές 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.



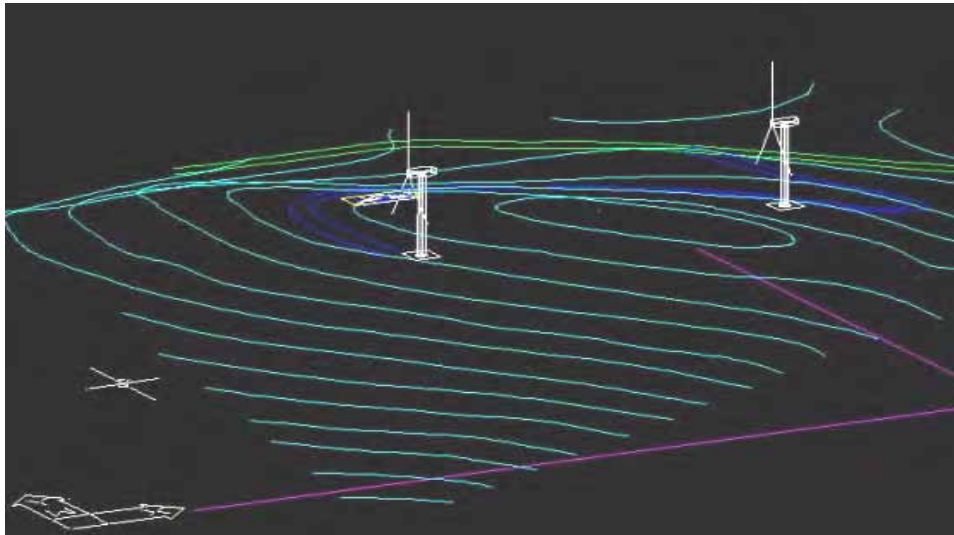
*Εικόνα 4.12 Ανεμογεννήτριες*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από σειρές ανεμογεννητριών που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική έτσι γίνεται η εκμετάλλευση του τοπικού αιολικού δυναμικού που αποτελείται από μια ανεξάντλητη φυσική πηγή. Η λειτουργία των ανεμογεννητριών δεν απαιτεί πρώτες ύλες, εκτός από την αιολική ενέργεια, και δεν εκπέμπει καμία μορφή ρύπου ή αποβλήτων. Επίσης, το παραγόμενο προϊόν μεταφέρεται απευθείας στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. προς κατανάλωση και, επομένως, δεν απαιτείται κανενός είδους μετατροπή πρώτης ύλης ή προϊόντος.



*Εικόνα 5.1 Σχεδιασμός Αιολικού Πάρκου*



*Εικόνα 5.2 Αιολικό Πάρκο*

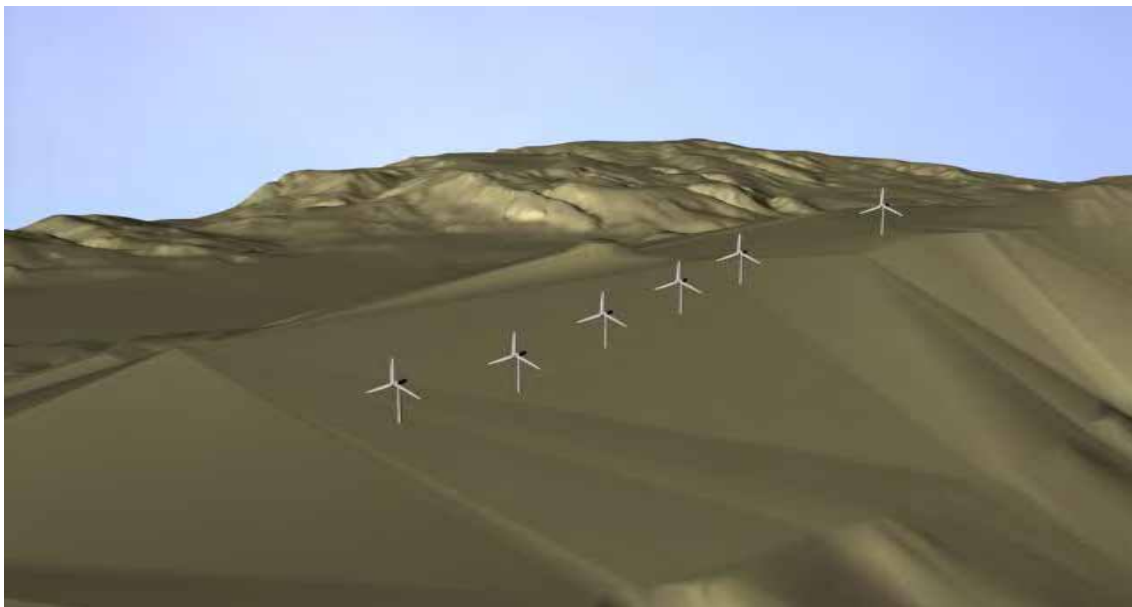




## 5.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Το υψηλό αιολικό δυναμικό της εξεταζόμενης περιοχής δεν αποτελεί το μόνο κριτήριο για την επιλογή της. Άλλοι παράμετροι που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην εξέταση είναι:

- Τα γειτονικά δίκτυα με τη ΔΕΗ ανάλογης ισχύος και η ύπαρξη δρόμων πρόσβασης.
- Αποστάσεις από τις κοντινότερες κοινότητες.
- Το αρχαιολογικό ενδιαφέρον για την εξεταζόμενη περιοχή.
- Η θέση της ΑΓ σε σχέση με τους αναμεταδότες της ΕΡΤ και του ΟΤΕ.
- Αποστάσεις από τα αεροδρόμια.
- Ειδικά προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας (NATURA, RAMSAR, κλπ.)



Εικόνα 5.3 Φωτορεαλισμός Αιολικού Πάρκου



### 5.3 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Η ιδέα των θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων ξεκίνησαν 20 χρόνια πριν. Η κατασκευή τους όμως άρχισε από το 1991. Από την αρχή πίστευαν ότι τα θαλάσσια Πάρκα είναι μια ελπιδοφόρα νέα τεχνολογία λόγω του σημαντικού ποσού ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται.

Πριν την κατασκευή των πρώτων θαλάσσιων πάρκων άρχισε ένας διάλογος με όσους επηρέαζε αυτό. Και φυσικά δεν ήταν άλλοι από συλλόγους ψαράδων, ομάδες προστασίας πουλιών, περιβαλλοντικά συμβούλια και τουριστικούς παράγοντες.

Απ' όλες τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και τεχνολογίας, ο παράκτιος αέρας έχει τα υψηλότερα ποσά ενέργειας. Γι αυτό και στις περισσότερες περιοχές της γης (υπάρχουν ελάχιστες εξαιρέσεις) το θαλάσσιο Αιολικό Πάρκο δεν είναι ανταγωνιστικό με το χερσαίο.



Εικόνα 5.4 Θαλάσσιο Αιολικό Πάρκο στη Δανία



## 5.4 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ - ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ν. 2244/94 και 2773/99) η ΔΕΗ είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια από ανεξάρτητο παραγωγό. Η τιμή πώλησης της KWh συνδέεται με τα τιμολόγια των καταναλωτών. Συγκεκριμένα, για το διασυνδεδεμένο δίκτυο και για τον Ανεξάρτητο Παραγωγό η τιμή πώλησης καθορίζεται στο 90% του τιμολογίου Β2. Επιπλέον, παρέχεται ένα σταθερό επιχειρησιακό περιβάλλον, αφού υπογράφονται μακροχρόνιες (10 ετών) συμβάσεις πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, μέσω του αναπτυξιακού νόμου 2601/98 τα Αιολικά Πάρκα χρηματοδοτούνται με ένα ποσοστό 40% που οδηγεί στην πλήρη απόσβεση της επένδυσης από 2 - 7 χρόνια, ανάλογα με το αιολικό δυναμικό της περιοχής και την ονομαστική ισχύ του σταθμού. Μια εναλλακτική πηγή χρηματοδότησης μπορεί να είναι τα Κοινοτικά Προγράμματα (Ενεργειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα).

Η χωροθέτηση αποτελεί μία απαραίτητη προϋπόθεση για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης για τον αιολικό σταθμό. Για την εγκατάσταση του αιολικού σταθμού απαιτείται επίσης και η άδεια εγκατάστασης, η λήψη της οποίας απαιτεί 1 με 2 χρόνια, ενώ η άδεια λειτουργίας εκδίδεται μετά την εγκατάσταση του σταθμού.

Όσον αφορά στη λήψη της άδειας παραγωγής, βάσει του νόμου 2773/99, ιδρύθηκε μια ανεξάρτητη αρχή ενέργειας (ΡΑΕ), όπου οι ενδιαφερόμενοι επενδυτές / εταιρείες / κοινοπραξίες μπορούν να καταθέτουν μια αίτηση και ένα φάκελο μελέτης. Η ΡΑΕ, με τη σειρά της, εξετάζει κάθε αίτηση ξεχωριστά και διαμορφώνει μια γνώμη για αυτή· αυτή η γνώμη κοινοποιείται στον Υπουργό Ανάπτυξης, ο οποίος λαμβάνει και την τελική απόφαση για την έκδοση άδειας παραγωγής ή όχι.



Εικόνα 5.5 Αιολικό Πάρκο





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **6.1 ΑΝΕΜΟΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ**

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.λ.π.). 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.

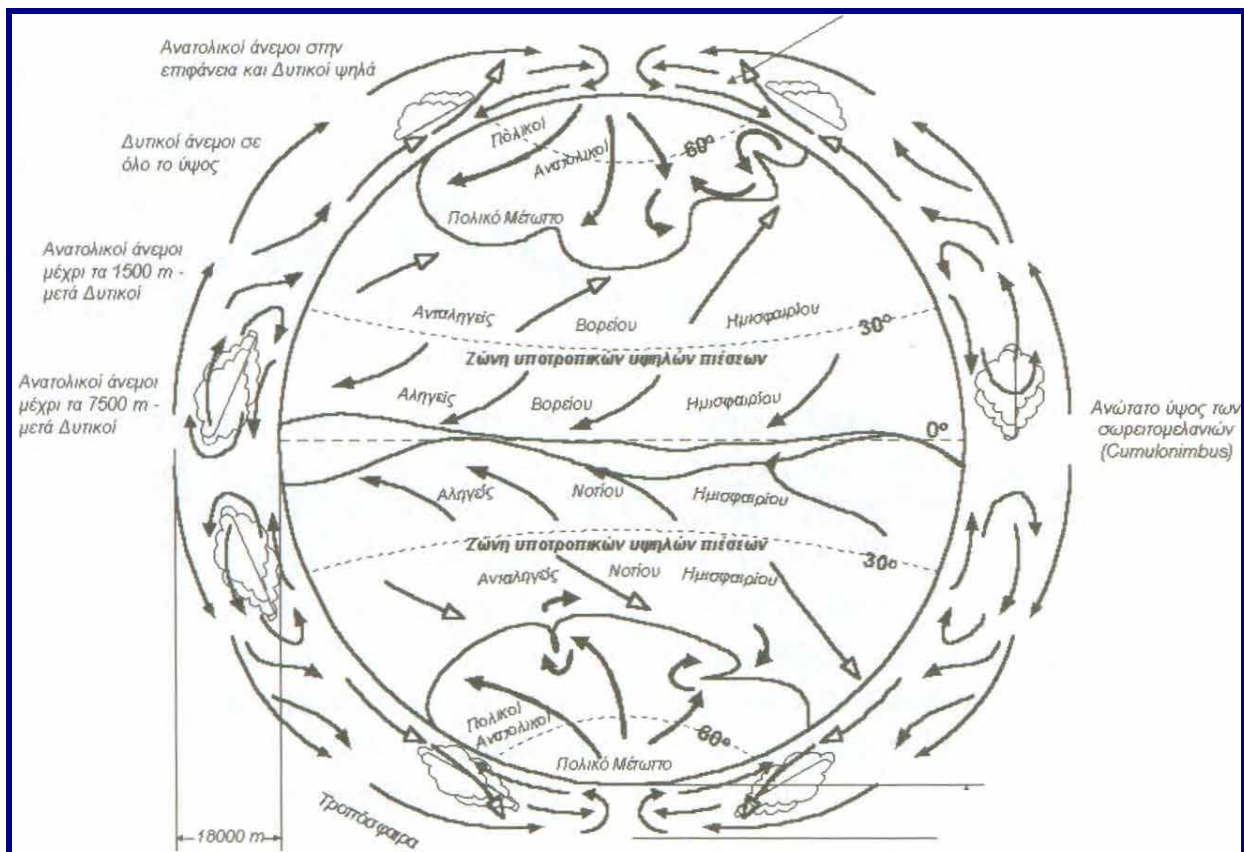
Παράλληλα, η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση ψυχρών αερίων επιφανειακών μαζών προς τα δυτικά, ενώ ο θερμός αέρας μετακινείται σε μεγαλύτερα ύψη και προς τα ανατολικά. (σχήμα 6.1)

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.



**Σχήμα 6.1 Πεδίο ανέμων γύρω από τον πλανήτη μας**

**Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” Ιωάννης Καλδέλης**





## 6.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

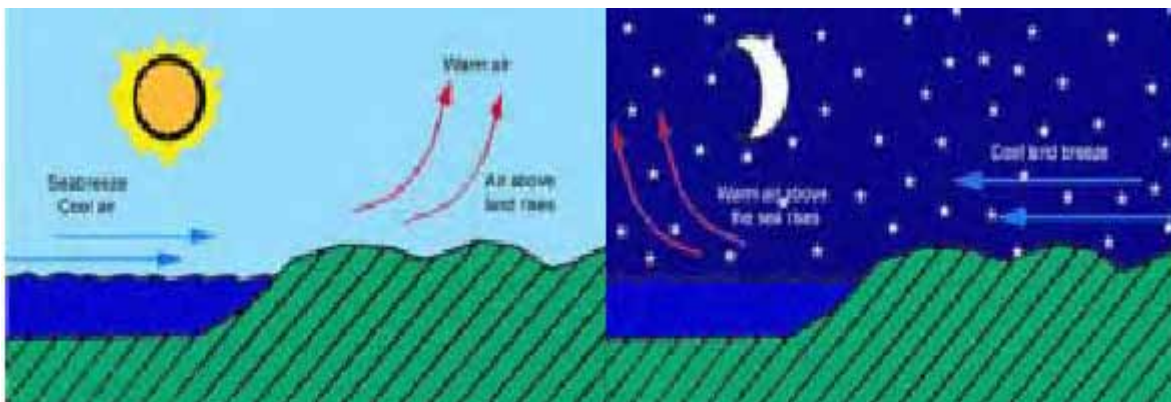
Ο άνεμος, δηλαδή ο κινούμενος ατμοσφαιρικός αέρας, προκαλείται από την ηλιακή ακτινοβολία, την περιστροφή της γης αλλά επηρεάζεται και από το ανάγλυφο της κάθε περιοχής, την ύπαρξη θάλασσας κ.λ.π. Η κίνηση του αέρα διέπεται από τους νόμους που περιγράφουν την τυρβώδη ροή συνεκτικού ρευστού.

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.



Εικόνα 6.1 Ροή του ανέμου

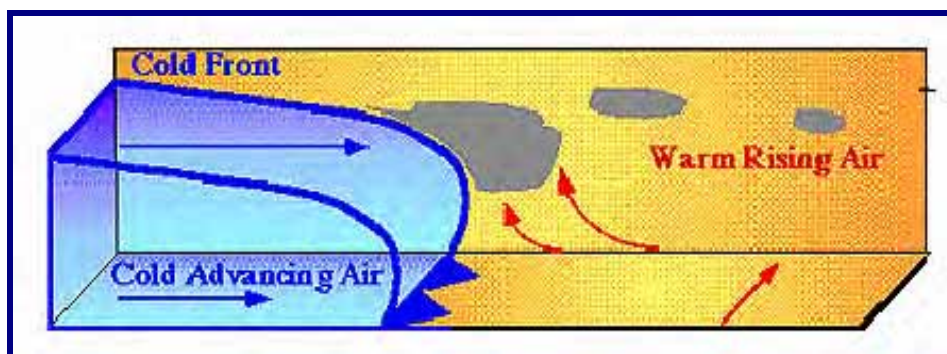


## 6.3 ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ

Αέριες μάζες είναι μεγάλα σώματα αέρα με παρόμοιες καταστάσεις θερμοκρασίας και υγρασίας σε όλη την έκτασή τους. Σχηματίζονται συνήθως σε μεγάλες επίπεδες επιφάνειες όπου ο αέρας μπορεί να παραμείνει στάσιμος για αρκετό διάστημα και να λάβει τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Υγρές αέριες μάζες σχηματίζονται συνήθως στις θάλασσες, ενώ στους πόλους δημιουργούνται κρύες, ηπειρωτικές, πολικές αέριες μάζες. Όταν μία αέρια μάζα μετακινείται από την αρχική περιοχή σχηματισμού της, τότε αλλάζει η κατάσταση θερμοκρασίας και υγρασίας της καθώς συναντά διαφορετικές συνθήκες επιφανείας.

## 6.4 ΜΕΤΩΠΑ

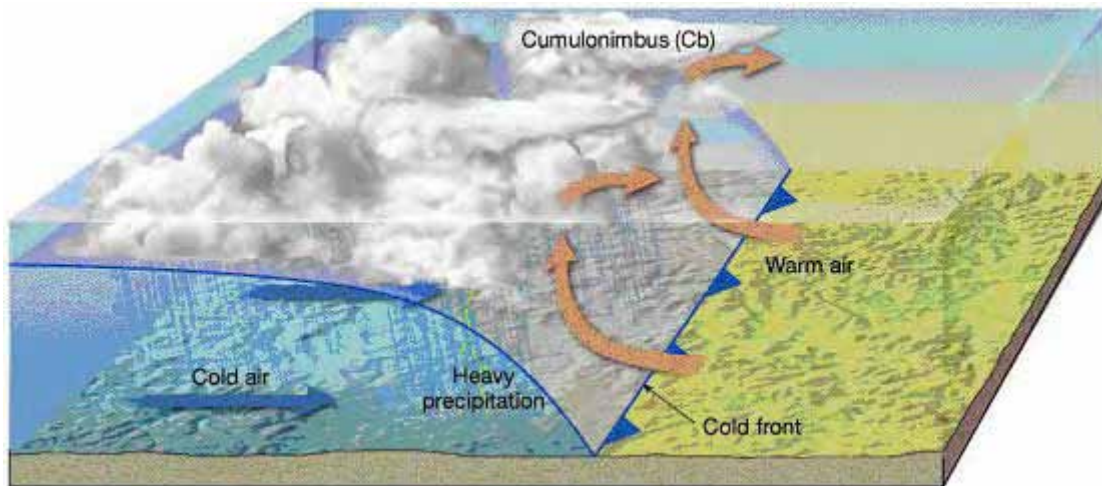
Ένα μέτωπο ορίζεται ως η μεταβατική ζώνη ανάμεσα σε δύο αέριες μάζες με διαφορετική πυκνότητα. Εκτείνονται τόσο οριζόντια όσο και κατακόρυφα. Υπάρχουν στάσιμα μέτωπα, ψυχρά μέτωπα και θερμά μέτωπα. (Σχήμα 6.2) :



Σχήμα 6.2 Μέτωπα του ανέμου

**Στάσιμα μέτωπα:** Τα στάσιμα μέτωπα εκδηλώνονται σε περίπτωση που δύο γειτονικές αέριες μάζες με διαφορετικά χαρακτηριστικά δεν αντικαθιστούν η μία την άλλη. Απεικονίζονται με εναλλασσόμενα σύμβολα ψυχρών και θερμών μετώπων σε διαφορετικές πλευρές της μετωπικής γραμμής. Οι δυνάμεις που εξισορροπούν αυτές τις αέριες μάζες συμπεριφέρονται κατά τρόπο που η μετωπική ζώνη να κινείται πολύ λίγο ή καθόλου. Τα μέτωπα αυτά σχηματίζονται συνήθως σε μεγάλες Πολικές αέριες μάζες που κινούνται νότια πάνω από ολοένα θερμότερη θάλασσα.

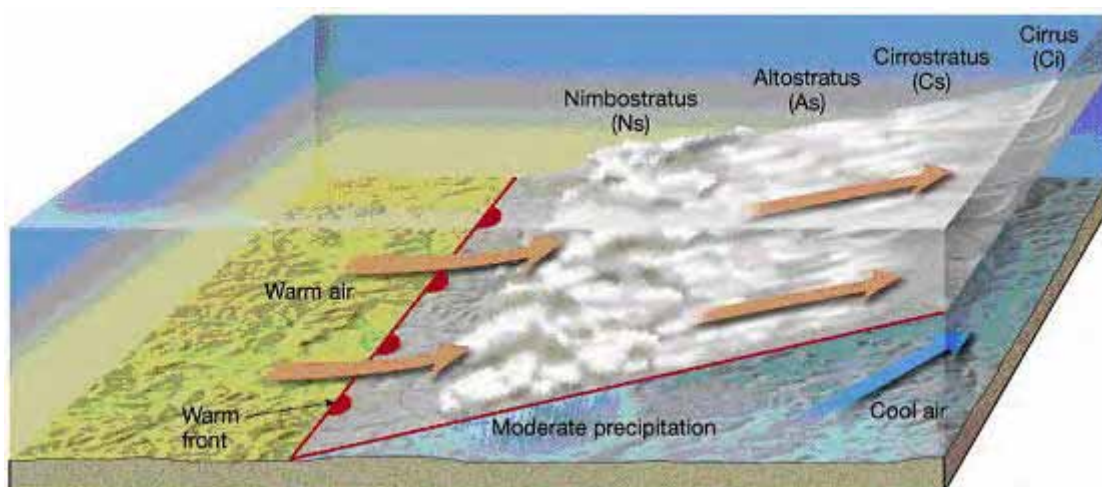
**Ψυχρό μέτωπο:** Αν ο αέρας στην ψυχρή πλευρά της μετωπικής ζώνης προχωρεί στην περιοχή όπου πριν ο αέρας που επικρατούσε ήταν πιο θερμός, το μέτωπο λέγεται ψυχρό. Στους μετεωρολογικούς χάρτες τα ψυχρά μέτωπα απεικονίζονται ως οδοντωτά τριγωνικά σχήματα που δείχνουν προς την κατεύθυνση της κίνησης. (Σχήμα 6.3) :



**Σχήμα 6.3 Κατακόρυφη τομή ενός ψυχρού μετώπου.**

Πηγή: The Atmosphere, 8th edition, Lutgens and Tarbuck, 2001

**Θερμό μέτωπο:** Αν ο αέρας στη ψυχρή πλευρά του μετώπου υποχωρεί δίνοντας τη θέση του στο θερμότερο αέρα, το μέτωπο λέγεται θερμό και απεικονίζεται στους μετεωρολογικούς χάρτες από ημικυκλικά σύμβολα τα οποία δείχνουν προς την κατεύθυνση της μετωπικής κίνησης, που στην περίπτωση αυτή είναι η κατεύθυνση του ψυχρότερου αέρα. (Σχήμα 6.4) :



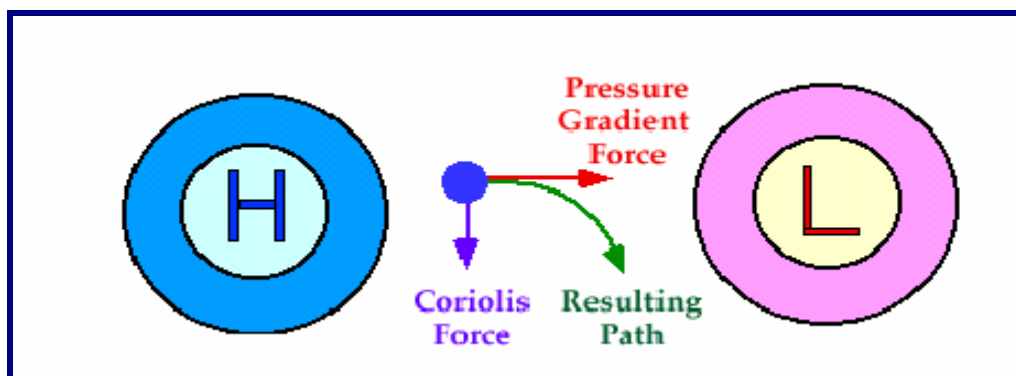
**Σχήμα 6.4 Κατακόρυφη τομή ενός θερμού μετώπου.**

Πηγή: The Atmosphere, 8th edition, Lutgens and Tarbuck, 2001

## 6.5 ΓΕΩΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΙ

Μία αέρια μάζα που βρίσκεται αρχικά σε ηρεμία, θα αρχίσει να κινείται από μια περιοχή υψηλής πίεσης προς μια περιοχή χαμηλής πίεσης λόγω της αναπτυσσόμενης δύναμης. Με την έναρξη όμως της κίνησης αυτής αρχίζει και η επενέργεια της δύναμης Coriolis και η συνεπαγόμενη απόκλιση προς τα δεξιά (αν είναι στο νότιο ημισφαίριο).

Καθώς η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται μεγαλώνει και η απόκλιση μέχρι η δύναμη Coriolis να είναι ίση με την δύναμη λόγω της διαφοράς των πιέσεων. Τότε ο άνεμος κινείται παράλληλα με τις ισοβαρείς, και ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος. (Σχήμα 6.5) :



**Σχήμα 6.5 Διαδικασία δημιουργίας γεωστροφικού ανέμου**

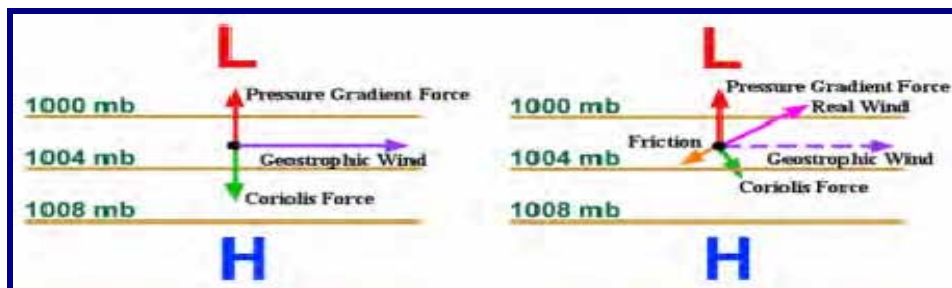
## 6.6 ΑΝΕΜΟΙ ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Οι γεωστροφικοί άνεμοι κινούνται παράλληλα με τις ισοβαρείς ένεκα της δύναμης Coriolis και της δύναμης λόγω της διαφοράς πίεσης. Όμως στην πραγματικότητα οι άνεμοι δεν είναι γεωστροφικοί, ειδικά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, διότι επηρεάζονται από το ανάγλυφο του εδάφους. Όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια του εδάφους τόσο τα χαρακτηριστικά της επιφανείας επηρεάζουν λιγότερο τους ανέμους μέχρι να γίνουν πραγματικά γεωστροφικοί. Αυτό συμβαίνει σε ένα χαρακτηριστικό ύψος που θεωρείται το επάνω όριο του οριακού στρώματος, και εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, τον άνεμο, και την κατακόρυφη διακύμανση της θερμοκρασίας.



Εξαρτάται επίσης από την ώρα της ημέρας και την εποχή του χρόνου, όμως συνήθως το οριακό στρώμα εκτείνεται από την επιφάνεια μέχρι 1-2 χιλιόμετρα ύψος.

Στο οριακό στρώμα η τυρβώδης τριβή που εξασκεί η Γη στον αέρα μειώνει την ταχύτητα των ανέμων και αναγκάζει τους ανέμους να μην είναι γεωστροφικοί.



## 6.7 ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΙ

Ο άνεμος θερμαίνεται κοντά στην περιοχή του ισημερινού και κινείται βόρεια και νότια στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Κοντά στο γεωγραφικό πλάτος των 30° η δύναμη Coriolis εμποδίζει την περαιτέρω κίνηση προς τον βορρά. Σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη υπάρχουν περιοχές υψηλής πίεσης, καθώς ο αέρας αρχίζει να βυθίζεται πάλι προς χαμηλότερα στρώματα. Με την άνοδο του αέρα κοντά στον ισημερινό δημιουργούνται καταστάσεις χαμηλής πίεσης κοντά στο έδαφος και ως αποτέλεσμα αναπτύσσονται άνεμοι που σπεύδουν να καταλάβουν τον χώρο. Στους πόλους αντίθετα υπάρχει υψηλή πίεση λόγω της ψύξης του αέρα. Σαν συνέπεια οι επικρατούντες διευθύνσεις του ανέμου λαμβάνοντας υπόψη την διορθωτική επίδραση της δύναμης Coriolis είναι όπως φαίνεται στον πίνακα (6.1) :

<b>Γεωγραφικό πλάτος</b>	90-60° B	60-30° B	30-0° B	0-30° N	30-60° N	60-90° N
<b>Διεύθυνση</b>	ΒΑ	ΝΔ	ΒΑ	ΝΑ	ΒΔ	ΝΑ

**Πίνακας 6.1 Διευθύνσεις του πλανητικού ανέμου ανάλογα με το γεωγραφικό του πλάτος**



*Εικόνα 6.2 Ροή του ανέμου*

## 6.8 ΤΟΠΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΙ - ΒΟΥΝΑ ΚΑΙ ΚΟΙΛΑΔΕΣ

Οι περιοχές κοντά σε βουνά προκαλούν τοπικούς ανέμους καθώς οι νότιες πλαγιές και ο υπερκείμενος αέρας θερμαίνονται, η πυκνότητα του αέρα μειώνεται και σαν συνέπεια υπάρχει κίνηση του αέρα προς τα υψηλότερα επίπεδα, ακολουθώντας την κλίση του εδάφους. Κατά την διάρκεια της νύχτας η κίνηση αυτή αντιστρέφεται και αναπτύσσονται άνεμοι με κατεύθυνση από την κορυφή προς την κοιλάδα.



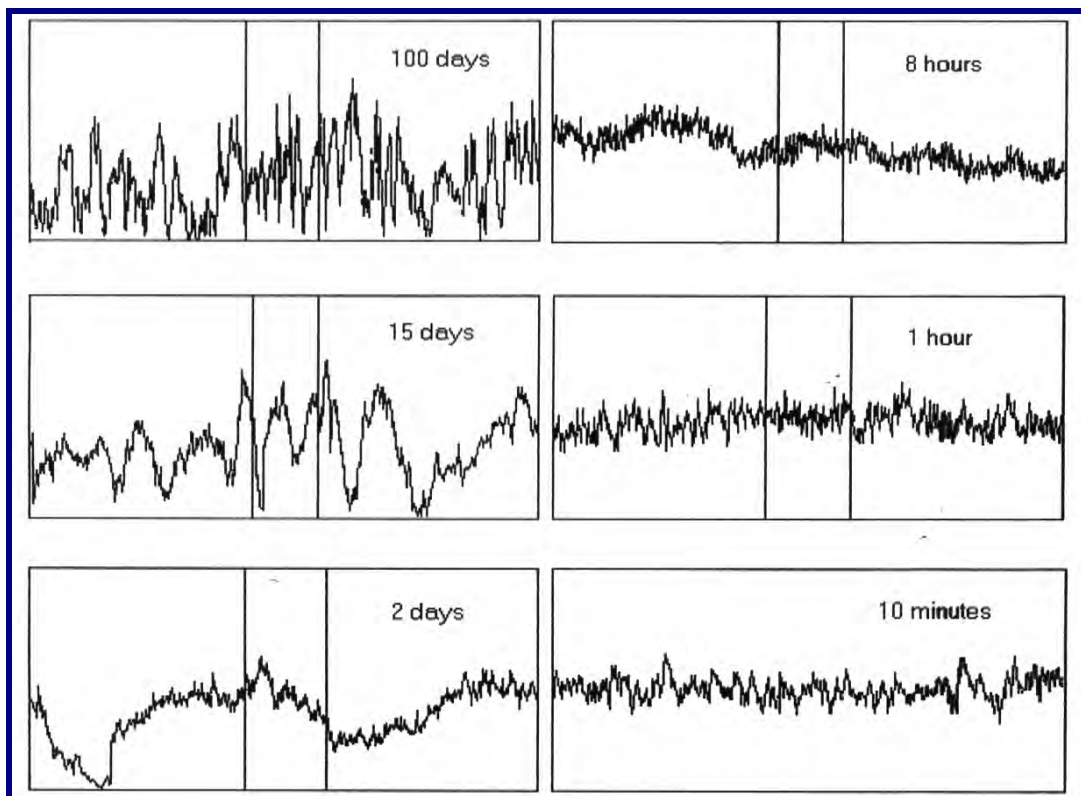
*Εικόνα 6.3 Ροή του ανέμου κοντά σε βουνά*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ

Η ταχύτητα του ανέμου σε ορισμένη θέση δεν παραμένει σταθερή με το χρόνο. Μεταβάλλεται και κατά μέγεθος και κατά διεύθυνση, από χρόνο σε χρόνο (ετήσια), από εποχή σε εποχή (εποχιακή), από παροδικά κλιματολογικά συστήματα (συνοπτική), από μέρα σε μέρα (ημερήσια) και από δευτερόλεπτο σε δευτερόλεπτο (τυρβώδης). Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τυπικές μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου σε διαφορετικές περιόδους για μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Η περιοχή ανάμεσα στις 2 κάθετες γραμμές στο διάγραμμα των 100 ημερών, αναφέρεται στο διάγραμμα των 15 ημερών κ.ο.κ.



**Σχήμα 7.1** *Μεταβολή της Ταχύτητας του Ανέμου με το Χρόνο*  
Πηγή: Wind Farm



Οι αλλαγές αυτές, σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, είναι δυνατό να δημιουργήσουν προβλήματα στην πρόβλεψη της ενεργειακής απόδοσης ενός αιολικού πάρκου (ετήσιας και εποχιακής) και στην πραγματοποίηση ορθών μετρήσεων ταχύτητας.

Μπορούμε όμως να παρατηρήσουμε ότι παρόλο που η ταχύτητα μεταβάλλεται συνεχώς, παραμένει σταθερή σε ένα διάστημα από 10 λεπτά έως 1 ώρα (φασματικό κενό). Εάν η μέση περίοδος για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας ληφθεί σε αυτό το διάστημα, τότε οι συνοπτικές και οι ημερήσιες μεταβολές μπορούν να διαχωριστούν από αυτές που οφείλονται στην τύρβη.

Γενικά επιλέγεται περίοδος μετρήσεων από 10 λεπτά έως 1 ώρα για τους εξής λόγους:

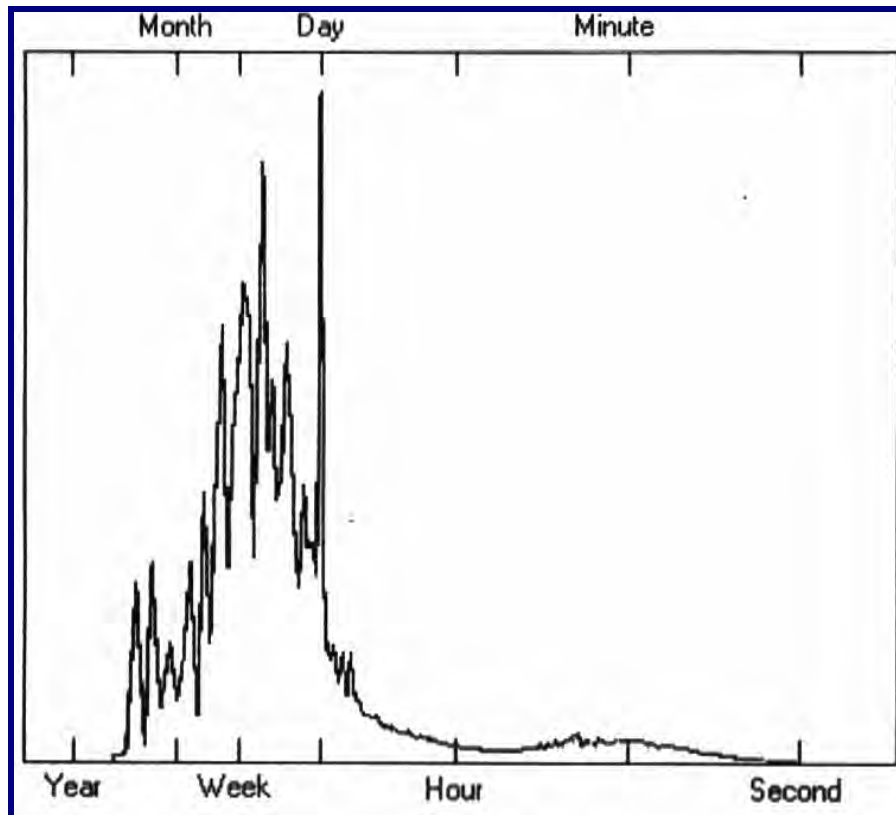
- Εμπίπτει στο φασματικό κενό οπότε εξάγονται σταθερές μέσες τιμές.
- Είναι αρκετά μικρό χρονικό διάστημα ώστε να αποτυπώσει “ριπές” ανέμου, δηλαδή ξαφνικούς ανέμους ιδιαίτερα μεγάλης έντασης ( $>9,3\text{m/s}$ ) και μικρής διάρκειας ( $<20\text{sec}$ ).
- Εάν ληφθούν μικρότερα χρονικά διαστήματα, οι σειρές μετρήσεων θα είναι τεράστιες και η αξιολόγηση τους θα είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι απαραίτητη για ενεργειακούς σκοπούς. Η τιμή της τύρβης της ροής απαιτείται για τον υπολογισμό των μεταβαλλόμενων φορτίων που επιδρούν στην ανεμογεννήτρια και που οδηγούν στην κόπωση των υλικών της μηχανής. Η ριπή ανέμου που μπορεί να εμφανιστεί στην περιοχή εγκατάστασης κατά τη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας (20 χρόνια) είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της πιθανότητας μηχανολογικής αστοχίας της μηχανής.

Η μεταβλητότητα της ταχύτητας του ανέμου σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα αποτυπώνεται στο φάσμα συχνοτήτων του Van de Hoven. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, η κυρίαρχη συνεισφορά στην μεταβολή της ταχύτητας προέρχεται από παροδικά κλιματολογικά συστήματα (συνοπτικοί άνεμοι).

Οι συνοπτικές μεταβολές έχουν χρονική διάρκεια ολίγων ημερών και συντελούν σε μεγάλες μεταβολές της ταχύτητας. Οι ημερήσιες μεταβολές μπορεί επίσης να είναι σημαντικές όπως επίσης και οι τυρβώδεις μεταβολές διάρκειας μερικών λεπτών έως δευτερολέπτων.





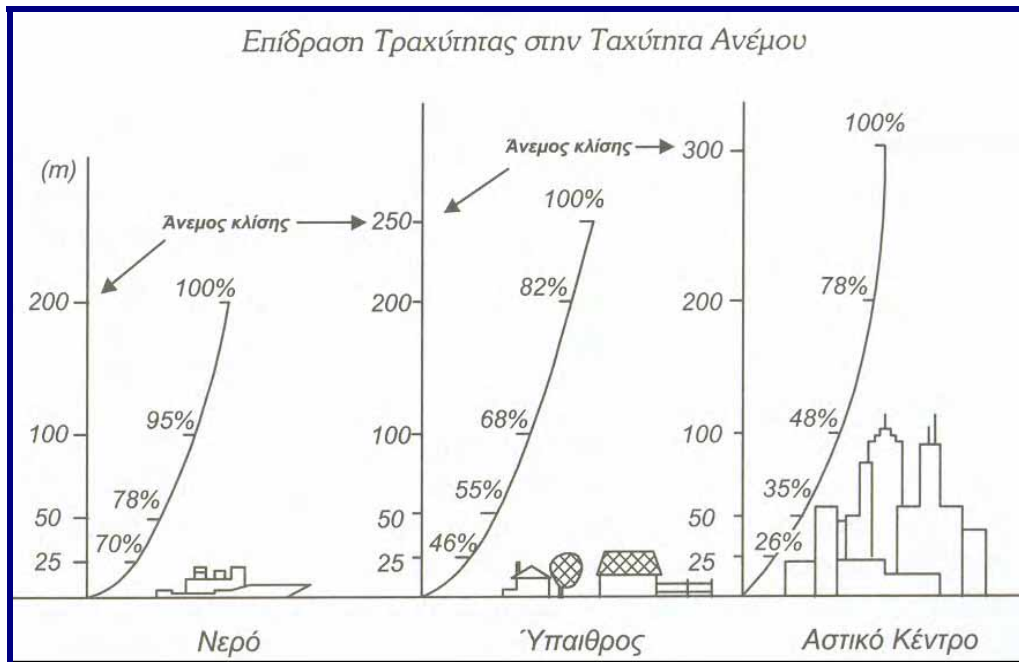
**Σχήμα 7.2 Φάσμα συχνοτήτων Van de Hoven**  
Πηγή: Wind Farm

Το ενδιαφέρον συμπέρασμα που προκύπτει από το φάσμα είναι ότι υπάρχει ένα “φασματικό κενό”, δηλαδή μια περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας υπάρχει ελάχιστη μεταβολή, μεταξύ 10 λεπτών και 2 ωρών. Όπως αναφέραμε αν επιλεγθεί περίοδος μετρήσεων σε αυτό το διάστημα, τότε είναι δυνατό να διαχωριστούν οι ημερήσιες και συνοπτικές μεταβολές, από την τύρβη και τις ριπές ανέμου. Με τον τρόπο αυτόν, εξαγονται πληροφορίες τόσο για την ενεργειακή απόδοση όσο και για τη μηχανολογική καταπόνηση των ανεμογεννητριών.

## 7.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

### 7.2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

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. Παρακάτω 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. (Σχήμα 7.3)



**Σχήμα 7.3 Επίδραση τραχύτητας στην ταχύτητα του ανέμου**  
Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” Ιωάννης Καλδέλης



## 7.2.2 ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

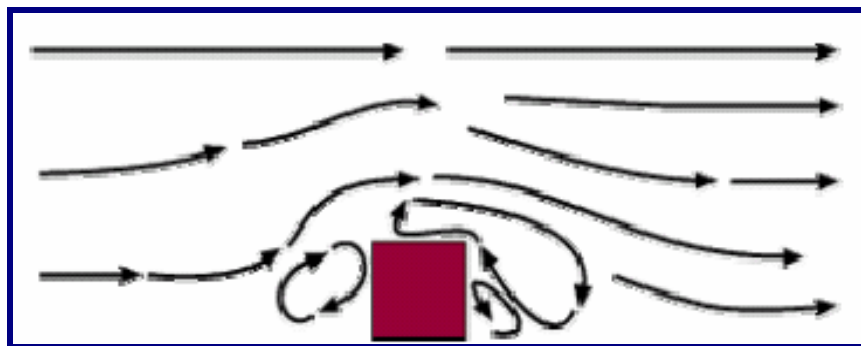
<i>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>z<sub>0</sub> (m)</i>
Πάγος, Βούρκος	Λεία Επιφάνεια	$\approx 10^{-5}$
Ήρεμη Θάλασσα, Χιονισμένη Περιοχή	Επίπεδη ή Λοφώδης Περιοχή	$\approx 10^{-4}$
Άμμος, Έρημος, Υψηλή Παραλία	Εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων και την παρουσία αμμολόφων ή κυματώσεων	$\approx 3 \cdot 10^{-4}$
Χιονισμένη Αγροτική Περιοχή	Ομαλή Επιφάνεια	$\approx 10^{-3}$
Γυμνό Έδαφος	Μεγαλύτερες τιμές για οργωμένο	$10^{-3} \div 10^{-2}$
Γρασίδι-Χόρτα	Ύψους από 0.02 ÷ 0.1m	0.003÷0.01
	Ύψους από 0.25 ÷ 1.0m	0.04÷0.1
Αεροδρόμιο- Διάδρομος	Περιοχή Διαδρόμου	$\approx 0.02$
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 7.1** Τυπικές τιμές τραχύτητας για διάφορα είδη επιφανειών  
 Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” Ιωάννης Καλδέλης



### 7.2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ

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.



**Σχήμα 7.4 Τοπικά εμπόδια στον άνεμο**

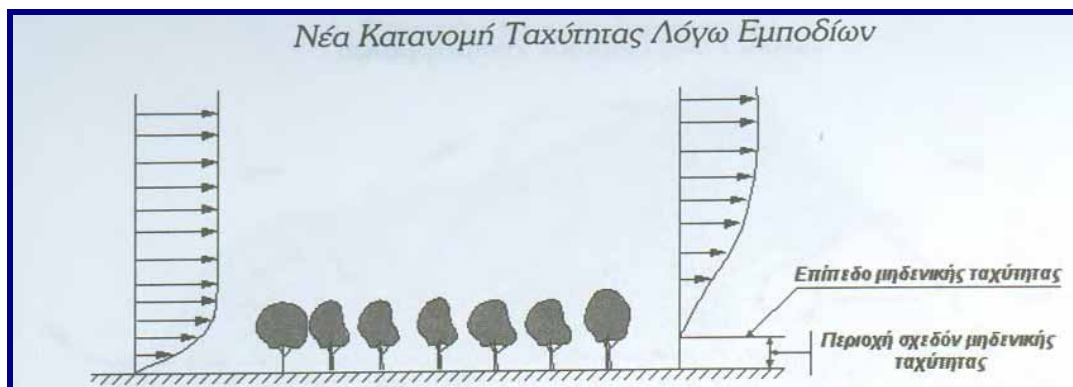
Πηγή: [www.aegean.gr](http://www.aegean.gr) (Σημειώσεις αιολικής ενέργειας)

Η παρουσία συστοιχίας δένδρων έχει σαν αποτέλεσμα το μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου μέχρι και το ύψος της κορυφής των δένδρων (βλέπε σχήμα 7.4), 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.

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 πέρα 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.

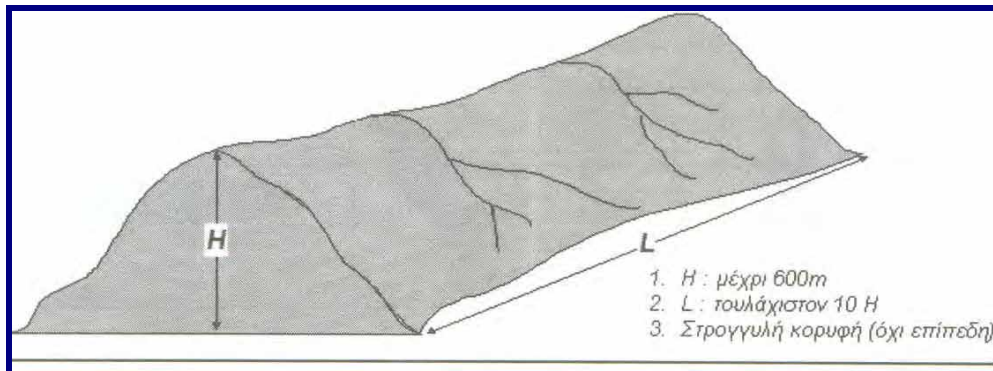


**Σχήμα 7.5 Νέα κατανομή ταχύτητας λόγω εμποδίων**  
Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” *Ιωάννης Καλδέλης*

#### 7.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

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.

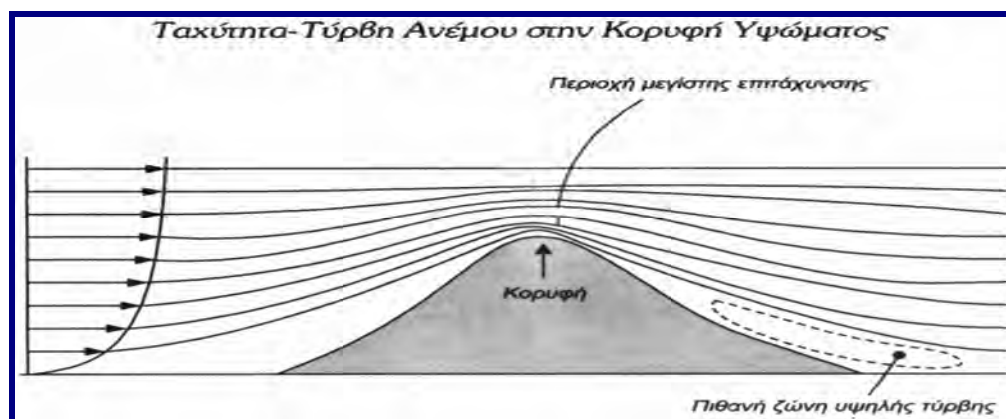
Η έννοια της λοφοσειράς λαμβάνεται κάθετη στην επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.6. Το μέγιστο ύψος της λοφοσειράς δεν υπερβαίνει τα εξακόσια (600m) μέτρα, ενώ το πλάτος της είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο του ύψους της λοφοσειράς. Η ανάλυσή μας βασίζεται στην υπόθεση ότι ο άνεμος περνάει επάνω από τη λοφοσειρά και δεν την παρακάμπτει κινούμενος πλαγίως.



**Σχήμα 7.6 Τυπική Λοφοσειρά**

Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” **Ιωάννης Καλδέλης**

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. (Σχήμα 7.7)



**Σχήμα 7.7 Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος**

Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας” **Ιωάννης Καλδέλης**



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.



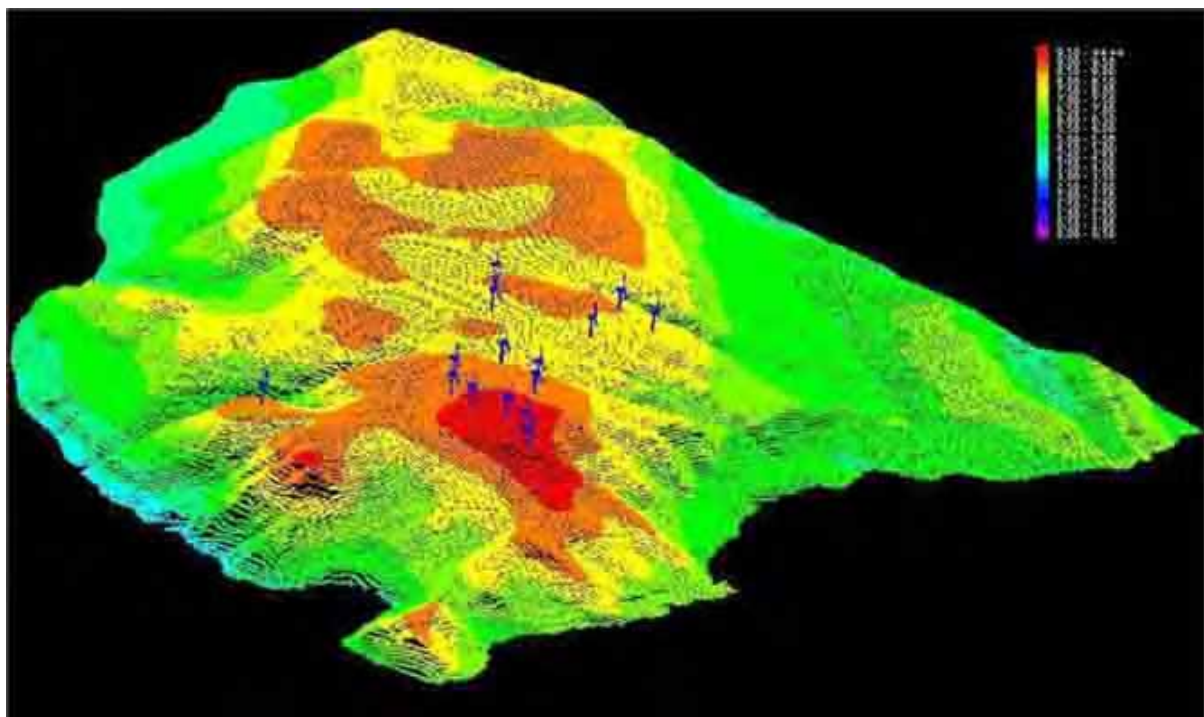


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### 8.1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η ακριβής γνώση της ποιότητας του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής αποτελεί ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα, που συχνά σχετίζεται με την επιτυχία ή την αποτυχία μιας αιολικής επένδυσης. Για το σκοπό αυτό γίνονται εκτεταμένες χρονικά μετρήσεις της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου στις υποψήφιες περιοχές.

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 εξαγάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου.



**Εικόνα 8.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της εκτίμησης αιολικού δυναμικού περιοχής της Κρήτης σε τρισδιάστατη απεικόνιση με χωροθετημένες Α/Γ**  
Πηγή : Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης [www.wel.gr](http://www.wel.gr)



## 8.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

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.

Οι μετρητικές διατάξεις που τοποθετούνται σε ένα ιστό είναι το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης και πολλές φορές τοποθετούνται σε ζευγάρια, έτσι ώστε στην περίπτωση που το ένα καταστραφεί, να έχουμε ενδείξεις από το άλλο.

Τα όργανα συνδέονται σε ένα καταγραφικό (data logger) (Εικόνα 8.2) 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.



Εικόνα 8.2 Data Logger

### 8.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ ΕΝΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ



*Εικόνα 8.3 Διαδικασία ανέγερσης ενός μετεωρολογικού ιστού*



## 8.4 Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

### ◆ 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 πιο γνωστά είναι τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα. Αυτά αποτελούνται από έναν κατακόρυφο άξονα στην κορυφή του οποίου υπάρχουν τρεις ή τέσσερις οριζόντιοι βραχίονες συμμετρικά τοποθετημένοι (Εικόνα 8.4). 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:

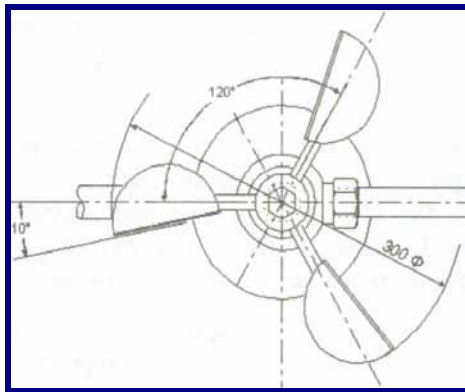
α. Μηχανικό στροφόμετρο, που καταγράφει τον αριθμό των περιστροφών των κυπέλλων από τη στιγμή ενάρξεως λειτουργίας του οργάνου.

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

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.





*Εικόνα 8.4 Κυπελλοφόρο Ανεμόμετρο*

Μέχρι σήμερα έχουν αναφερθεί αρκετές προσπάθειες συσχέτισης της ταχύτητας του ανέμου "V" με τη γραμμική ταχύτητα "u" περιστροφής των κυπέλλων, πράγμα που εάν επιτευχθεί θα διευκολύνει τη βαθμονόμηση των ανεμόμετρων. Εν γένει, ο λόγος "V/u" 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

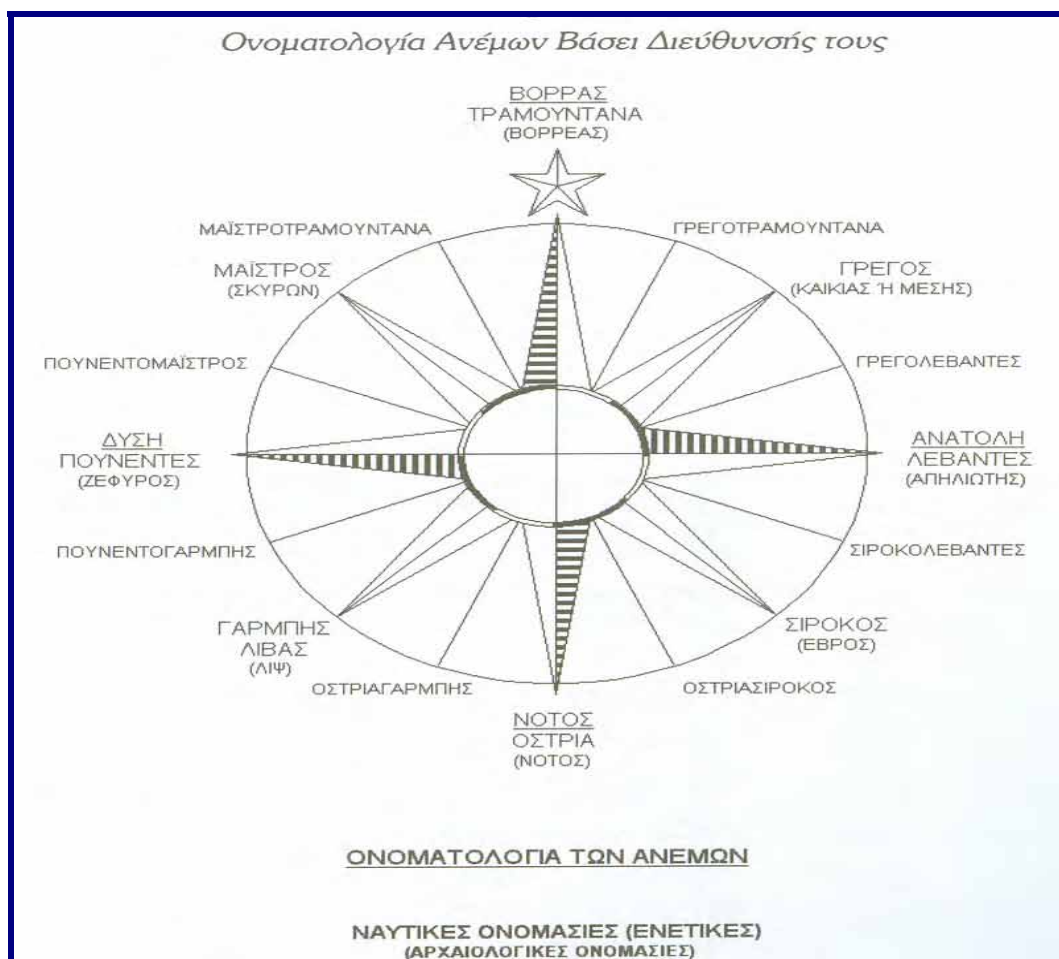
Σε μια τοποθεσία με ομοιόμορφη κατανομή εμποδίων με μέσο ύψος εμποδίων "H", το όργανο πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος "10+H" μέτρων από το έδαφος, όπου  $H_{max}=12m$ . Στην περίπτωση ύπαρξης εμποδίων γύρω από το όργανο, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην εύρεση της βέλτιστης θέσης του οργάνου οι διαστάσεις των εμποδίων, εφ' όσον είναι απαραίτητο να γίνουν μετρήσεις στην περιοχή αυτή.



Αντίστοιχες διορθώσεις πρέπει να ληφθούν υπόψη 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 8.1 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, όπου καθορίζονται οι κυκλικοί τομείς για κάθε μία από τις 32 διευθύνσεις. (Πίνακας 8.1)



**Σχήμα 8.1 Ονοματολογία ανέμων βάσει τη διεύθυνσή τους.**





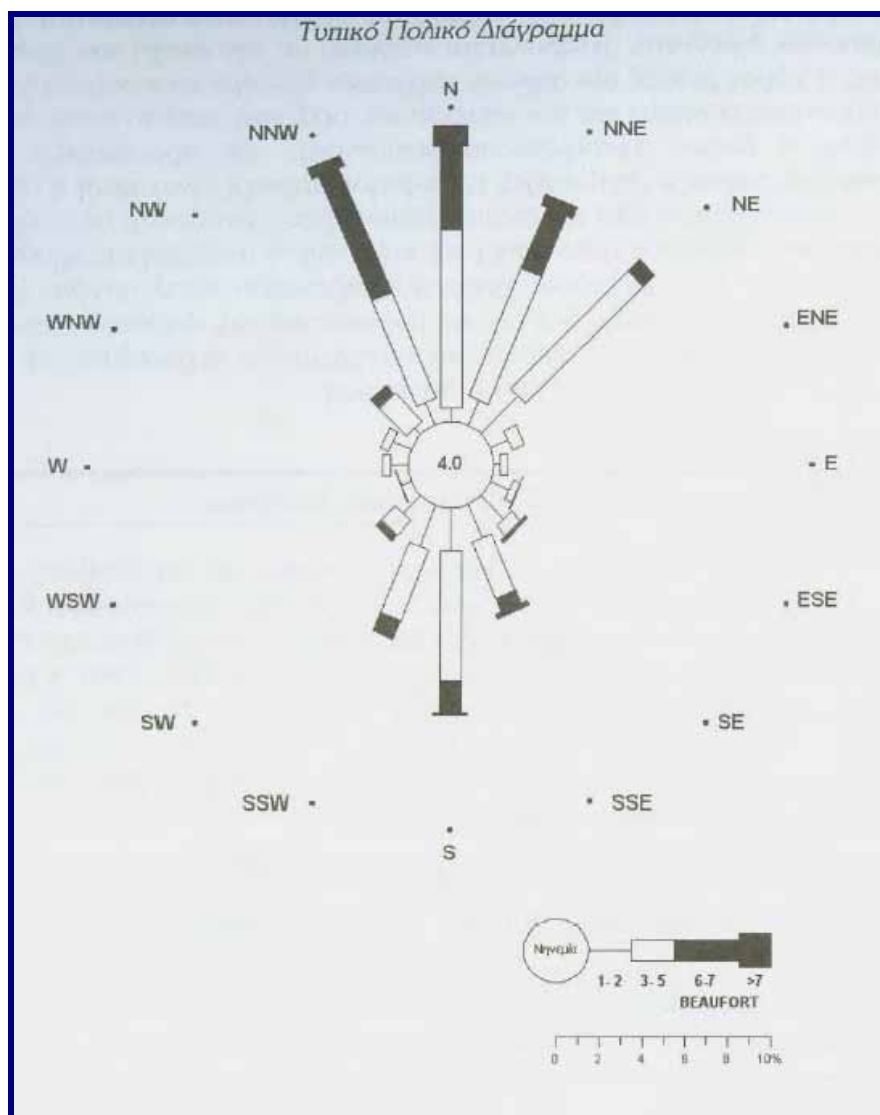
Διεύθυνση	Αντιστοιχ. (°)	Τομέας (°)	Διεύθυνση	Αντιστοιχ. (°)	Τομέας (°)
N	360.00	355-005	S	180.00	175-185
N'E	11.25	006-016	S'W	191.25	186-196
NNE	22.50	017-028	SSW	202.50	197-208
NE'N	33.75	029-039	SW'S	213.75	209-219
NE	45.00	040-050	SW	225.00	220-230
NE'E	56.25	051-061	SW'W	236.25	231-241
ENE	67.50	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 8.1 Διευθύνσεις ανέμου σε μοίρες και τομείς**  
**Πηγή: “Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας ” Ιωάννης Καλδέλης**





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 8.2). 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 8.2 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 και 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 (Εικόνα 8.5). 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.



Εικόνα 8.5 Ανεμοδείκτης





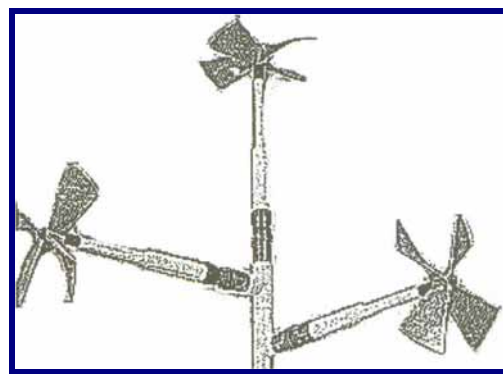
Ένας ακριβής ανεμοδείκτης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 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.



Εικόνα 8.6 Ανεμόμετρο με ανεμοδείκτη



Εικόνα 8.7 Τριαξονικός Ανεμογράφος

Για μικρομετεωρολογικές κυρίως εφαρμογές χρησιμοποιούνται πλέον εξελιγμένοι τύποι ανεμογράφων. Ο τριαξονικός ανεμογράφος, χρησιμοποιείται για να καταγράψει και τις τρεις συνιστώσες της ταχύτητας του ανέμου, δηλαδή 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. (Εικόνα 8.7)



## 8.5 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 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 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. (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 ενέργειας.



## Ανάλυση του αιολικού άτλαντα

Ο κύριος στόχος του WAsP είναι δίπτυχος. Πρώτα διορθώνει τα ανεμολογικά δεδομένα που έχουν μετρηθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο και τα μετατρέπει σε ένα σύνολο που να περιγράφει το ανεμολογικό κλίμα μιας περιοχής τον αποκαλούμενο “αιολικό άτλαντα”. Μετά, χρησιμοποιεί αυτά τα σύνολα δεδομένων ώστε να εκτιμήσει τις ανεμολογικές συνθήκες σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο σημείο και ύψος στην περιοχή.

Η δημιουργία αιολικού άτλαντα με το WAsP ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- ⊕ Τα υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα, είτε σε μορφή χρονοσειρών είτε σε κλιματολογικό πίνακα μεταφέρονται σ' ένα φάκελο του δίσκου.
- ⊕ 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 εισαχθούν.
- ⊕ 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.
- ⊕ 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 υπολογισμοί πραγματοποιούνται για να δώσουν το αιολικό δυναμικό σε μερικά, ορισμένα, ύψη και σε διάφορες τραχύτητες του εδάφους.
- ⊕ 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.



## 8.6 ΤΕΧΝΙΚΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Το θαυμάσιο αιολικό δυναμικό των νησιών του Αιγαίου σε συνδυασμό με την εμπορική και τεχνολογική ωριμότητα των Α/Γ και το τωρινό υψηλό κόστος παραγωγής της Η/Ε με συμβατικά μέσα ευνοούν την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στα νησιά του Αιγαίου. Η εγκατάσταση Α/Γ για την παραγωγή Η/Ε γίνεται ολοένα πιο δημοφιλής και αποδεκτή σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.

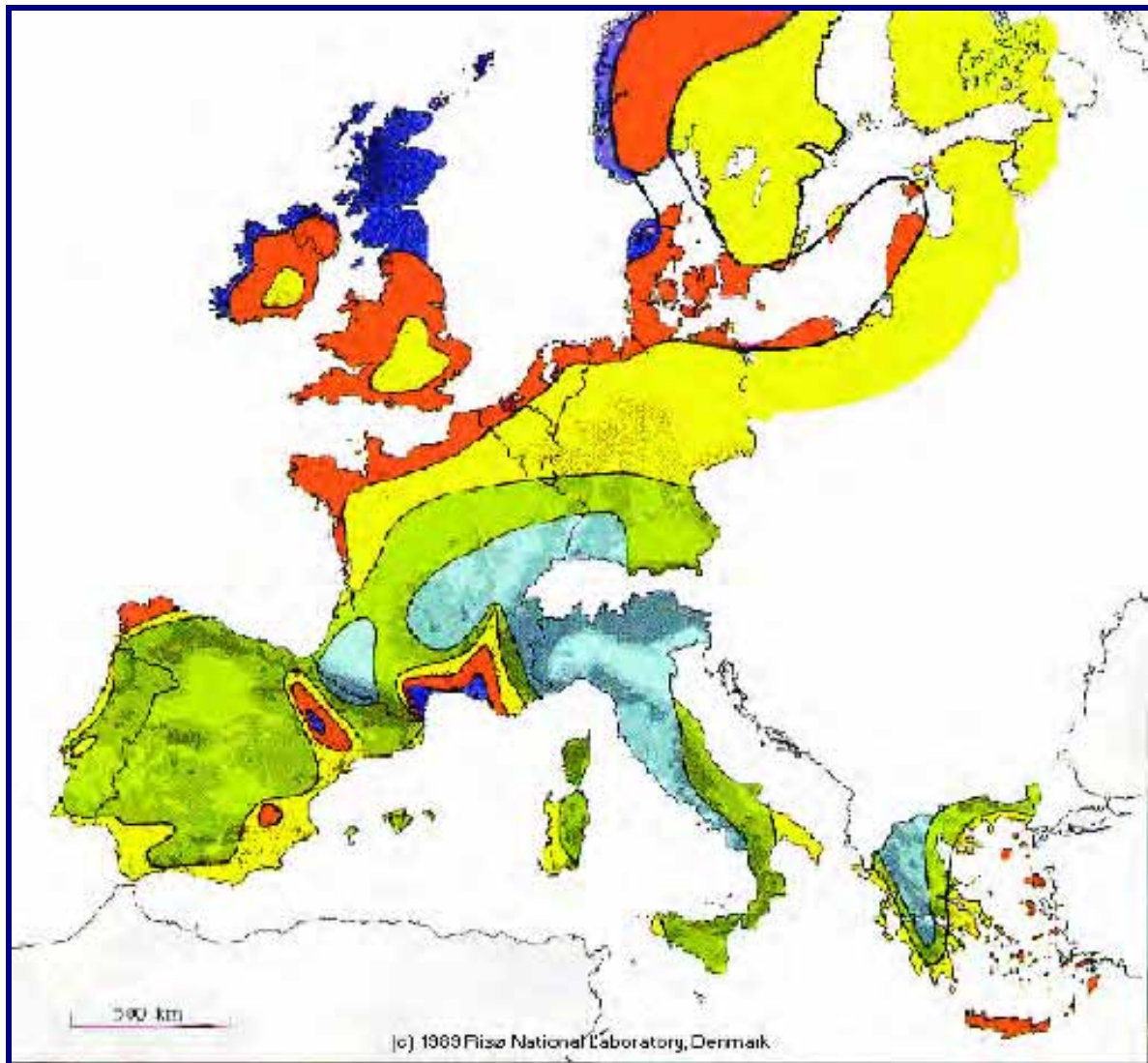
Όπως προαναφέρθηκε, ο υπολογισμός του τεχνικά αξιοποιήσιμου αιολικού δυναμικού είναι μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία ακόμα και αν ληφθεί υπόψη μόνο η διαθεσιμότητα του ανέμου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας που χρησιμοποιούμε. Η μέση μηνιαία ή ετήσια ταχύτητα ανέμου και ο βαθμός απόδοσης των ανεμογεννητριών δεν αρκούν για τον υπολογισμό. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ακριβώς την μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου κατά την διάρκεια του έτους.

Είναι προτιμότερο για τον προσδιορισμό της ταχύτητας του ανέμου να χρησιμοποιηθούν πίνακες του Ευρωπαϊκού Αιολικού Άτλαντα που εκφράζουν την ταχύτητα του ανέμου συναρτήσει του ύψους και της τραχύτητας του εδάφους για τις περιοχές που μας ενδιαφέρουν. Στον **πίνακα 8.2** φαίνονται οι μέσες ετήσιες ταχύτητες των ανέμων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας ενώ στον **πίνακα 8.3** φαίνονται για όλη την Ευρώπη μετρημένες σε ύψος 50 μέτρων και για κάθε είδους τοπική μορφολογία.

<b>ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΠΟ Δ.Ε.Η. / ΔΕΜΕ</b>		
<b>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</b>	<b>ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)</b>	<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</b>
Άνδρος	9,7	1981-1990
Τήνος	9,5	1987-1990
Μύκονος	10,8	1983-1990
Σύρος	8,1	1988-1990
<b>Κρήτη</b>	<b>8,1</b>	<b>1981-1983</b>
Λήμνος	8,1	1986-1990
Λέσβος	8,7	1987-1990
Χίος	8,1	1986-1989
Σάμος	10,4	1986-1990
Εύβοια	9,2	1989-1990
Κάρπαθος	9,6	1983-1989
Σκύρος	6,5	1987-1989
Σαμοθράκη	6,6	1986-1989

**Πίνακας 8.2 Μετρήσεις του Αιολικού Δυναμικού από Δ.Ε.Η. / ΔΕΜΕ**  
 Πηγή: «Το δυναμικό των εγχώριων ενεργειακών πόρων» Γ.Τσιλιγκιρίδης





	Προστατευμένη περιοχή		Ανοιχτή περιοχή		Παραθαλάσσια		Ανοιχτή θάλασσα		Λόφοι και γκρεμοί	
	$m s^{-1}$	$W m^{-2}$	$m s^{-1}$	$W m^{-2}$	$m s^{-1}$	$W m^{-2}$	$m s^{-1}$	$W m^{-2}$	$m s^{-1}$	$W m^{-2}$
	> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
	5.0 - 6.0	150 - 250	6.5 - 7.5	300 - 500	7.0 - 8.5	400 - 700	8.0 - 9.0	600 - 800	10.0 - 11.5	1200 - 1800
	4.5 - 5.0	100 - 150	5.5 - 6.5	200 - 300	6.0 - 7.0	250 - 400	7.0 - 8.0	400 - 600	8.5 - 10.0	700 - 1200
	3.5 - 4.5	50 - 100	4.5 - 5.5	100 - 200	5.0 - 6.0	150 - 250	5.5 - 7.0	200 - 400	7.0 - 8.5	400 - 700
	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	

**Πίνακας 8.3 Ταχύτητες ανέμων σε όλη την Ευρώπη**

Πηγή: “Riso National Laboratory, Denmark – Wind Energy and Atmospheric Physics Department” <http://www.windatlas.dk>





## 8.7 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί πως αποδίδει ένα ήδη εγκατεστημένο αιολικό πάρκο ή μια ανεμογεννήτρια στην περιοχή ενδιαφέροντος. Το δυναμικό των Α/Γ σε μια περιοχή μπορεί να εκτιμηθεί χονδρικά μελετώντας την απόδοση των εγκατεστημένων Α/Γ σε περιοχές με την ίδια μορφολογία και τα ίδια μετεωρολογικά στοιχεία με την εξεταζόμενη. Δυστυχώς ο ακριβής θεωρητικός υπολογισμός του δυναμικού των Α/Γ επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους οι οποίες πρέπει να είναι μετρημένες με ακρίβεια σε τοπικό επίπεδο κατά την διάρκεια του έτους (π.χ. γνώση με ακρίβεια της ταχύτητας του ανέμου σε ωριαία ή ημερήσια βάση).

Μετά τον υπολογισμό του τεχνικά αξιοποιήσιμο αιολικού δυναμικού λαμβάνονται υπόψη κάποιες απώλειες της τάξεως του 10-15%. Αυτές οι απώλειες οφείλονται στην σκίαση των Α/Γ μεταξύ τους, σε επικαθίσεις σκόνης και αλάτων στα πτερύγια, στην διαθεσιμότητα του δικτύου, στις μικρές απώλειες μεταφοράς κ.λ.π. Είναι πιθανό, λόγω των τοπικών ιδιαιτεροτήτων, να υπάρξει κάποια μικρή διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα των υπολογισμών και στην πραγματικά παραγόμενη ενέργεια. Η κύρια παράμετρος που καθορίζει το αιολικό δυναμικό είναι η κατανομή της ταχύτητας του ανέμου. Η μάρκα και ο τύπος της ανεμογεννήτριας της ίδιας ισχύος οδηγούν σε διαφορές της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας το πολύ κατά ποσοστό 10%. Συγχρόνως, αν μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης των Α/Γ είναι ήπια, τότε η ταχύτητα αυξάνεται ελάχιστα με το ύψος.

Ένας επιπλέον παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η διακύμανση της ζήτησης Η/Ε. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να παράγεται περισσότερη Η/Ε από την απαιτούμενη οπότε η πλεονάζουσα θα πρέπει να αποθηκεύεται σε κάποιες άλλες εγκαταστάσεις ή να αξιοποιείται με κάποιον τρόπο (π.χ. αφαλάτωση νερού) ή να γειώνεται. Έτσι, επιβάλλεται να συγκρίνουμε την ζήτηση Η/Ε κάθε χρονικής περιόδου κατά την διάρκεια του χρόνου με την προβλεπόμενη παραγωγή. Με αυτή την σύγκριση ελέγχουμε κατά πόσο συμπίπτει η παραγωγή με την ζήτηση. Σύμφωνα με τον νόμο 2244/94, το ανώτερο όριο παραγωγής Η/Ε με χρήση ΑΠΕ σε ένα αυτόνομο δίκτυο είναι ίσο με 30% του μεγίστου φορτίου του.



## 8.8 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

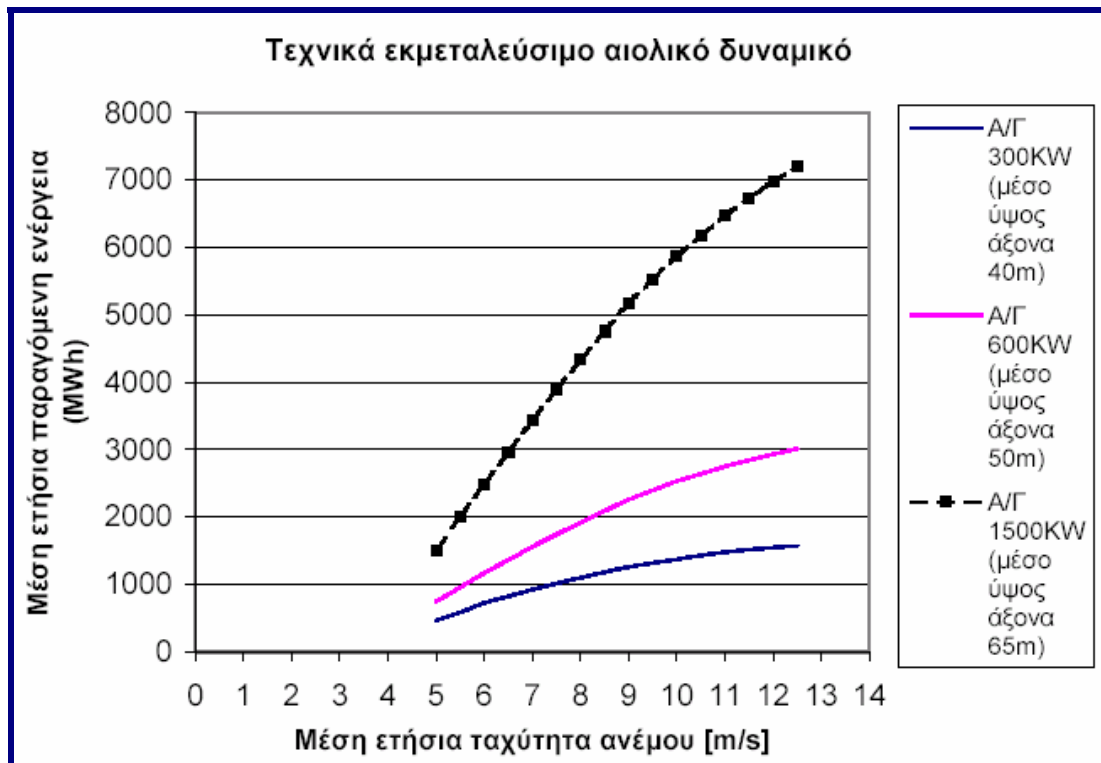
Από την έρευνα «Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα νησιά του νοτίου Αιγαίου» του Υπουργείου Ανάπτυξης, προκύπτουν ο **πίνακας 8.4** και το **διάγραμμα 8.1**. Σε αυτήν την έρευνα έχουν εξεταστεί 3 εναλλακτικά σενάρια εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων με Α/Γ 300 kW που αποτελούν χαρακτηριστικό μέγεθος Α/Γ της προηγούμενης γενιάς, με Α/Γ 600 kW που είναι οι πιο αντιπροσωπευτικές της τωρινής αιολικής τεχνολογίας και με Α/Γ των 1500 kW που θα αποτελέσουν σύντομα το συνηθισμένο μέγεθος Α/Γ. Επιπλέον η μέση απόδοση για κάθε Α/Γ που προέκυψε ως μέσος όρος των αποδόσεων των Α/Γ διαφόρων κατασκευαστών και η παράμετρος μορφής της κατανομής Weibull θεωρήθηκε ίση με 1.75.

<b>ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>			
<b>Μέση ταχύτητα ανέμου (m/sec)</b>	<b>Α/Γ 300 KW (μέσο ύψος άξονα 40 m) MWh</b>	<b>Α/Γ 600 KW (μέσο ύψος άξονα 50 m) MWh</b>	<b>Α/Γ 1500 KW (μέσο ύψος άξονα 65 m) MWh</b>
5	465	744,6	1504,3
5,5	585	954,6	1997,2
6	721,4	1164,6	2490
6,5	824,5	1363,1	2163,2
7	924,8	1562,2	3436,3
7,5	1014,5	1741,1	3884,6
8	1101	1919,5	4332,9
8,5	1180,9	2089,7	4756,6
9	1255,4	2258	5180,3
9,5	1317,5	2396,7	5525,6
10	1372,4	2531,5	5870,8
10,5	1427,4	2640	6171,8
11	1476,6	2748,5	6472,5
11,5	1514,7	2839,2	6727,9
12	1545,9	2930	6983,2
12,5	1567	3010	7192,9

**Πίνακας 8.4 Μέση Ετήσια Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας**

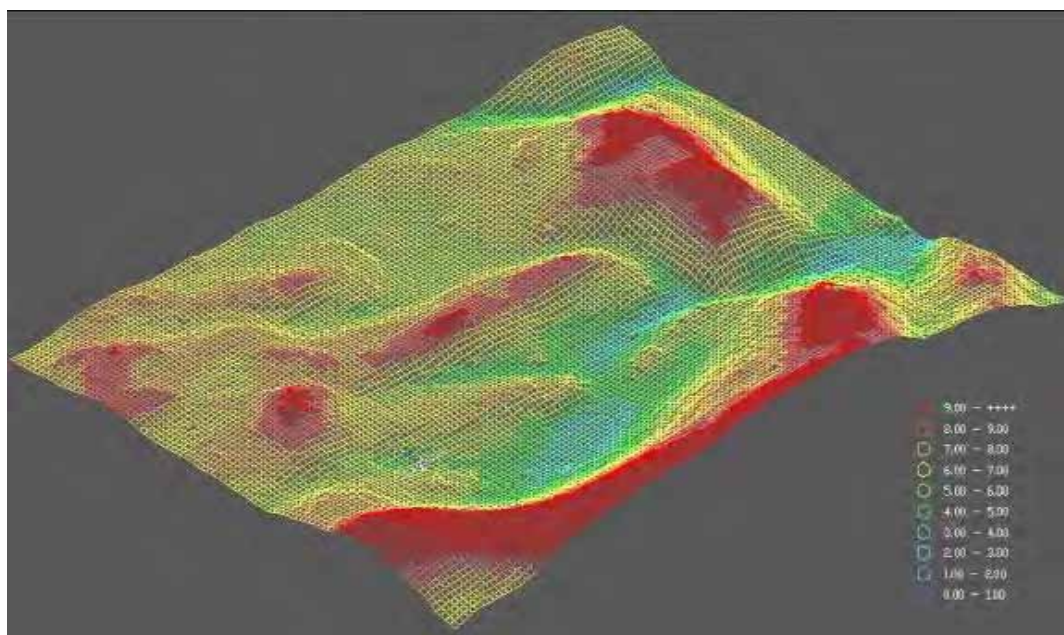
**Πηγή: “Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα νησιά του νοτίου Αιγαίου” Δημήτρης Νομίδης, Νοέμβριος 1999**





**Διάγραμμα 8.1 Μέσο ετήσιο αιολικό δυναμικό συναρτήσει ταχύτητας ανέμου, Νοέμβριος 1999**

Πηγή: “Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα νησιά του νοτίου Αιγαίου”



**Εικόνα 8.8 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της εκτίμησης αιολικού δυναμικού σε τρισδιάστατη απεικόνιση**

Πηγή : Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης [www.wel.gr](http://www.wel.gr)

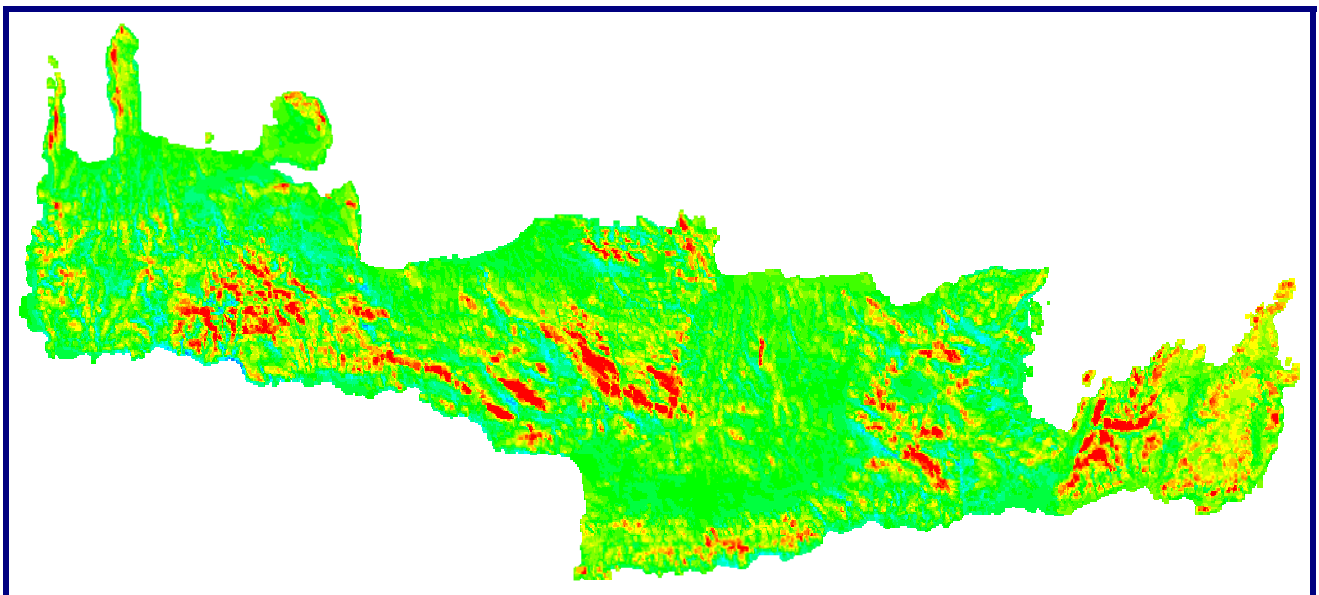




## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**

### **9.1 ΑΙΟΛΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**

Ο αιολικός χάρτης είναι ένας χάρτης όπου σημειώνεται το αιολικό δυναμικό, η δυνατότητα δηλαδή της περιοχής για παραγωγή ενέργειας από την πνοή του ανέμου. Ο αιολικός χάρτης είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια του μελετητή μηχανικού για μια αξιόπιστη και άρτια οικονομοτεχνική μελέτη αιολικού συστήματος. Είναι το εργαλείο αυτό με το οποίο θα προσδιοριστεί, σε μια πρώτη φάση, η διαθέσιμη ενέργεια του ανέμου για μετατροπή σε άλλη μορφή ενέργειας, ζητούμενη για την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων.



**Σχήμα 9.1 Αιολικός Χάρτης της Κρήτης**

**Πηγή : Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης [www.wel.gr](http://www.wel.gr)**

Όσον αφορά τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης δημιουργήθηκε από το Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι. Κρήτης χρησιμοποιώντας ανεμολογικά δεδομένα 48 ανεμογράφων οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα μέρη του νησιού. Το σύνολο αυτών των μετρήσεων καλύπτει μία χρονική περίοδο άνω των 10 ετών. Η ορθότητα του χάρτη τεκμηριώνεται συνεχώς από επιπρόσθετα στοιχεία νέων χρονικών περιόδων ή νέων ανεμογράφων που τοποθετούνται στο νησί.

Ο Αιολικός Χάρτης της Κρήτης αποτελεί πολύτιμο εργαλείο με ποικίλες εφαρμογές και μπορεί να συνδυαστεί εύκολα με πληροφορίες ανάλογου χαρακτήρα για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

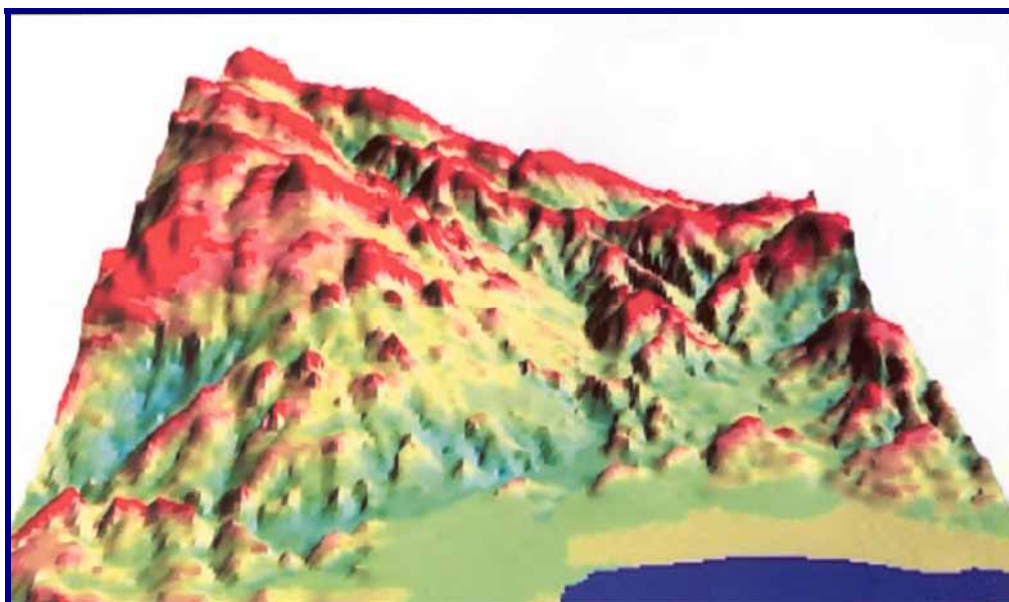


Όσον αφορά τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης είναι μια προσομοίωση της πνοής του Ανέμου πάνω από το νησί εκφρασμένη σε μέσες ετήσιες στατιστικές παραμέτρους της στο χώρο μεταξύ του εδάφους του νησιού, μιας επιφάνειας που απέχει από το έδαφος 250 περίπου μέτρα και μιας κυλινδρικής επιφάνειας με γενέτειρα που τέμνει την ακτογραμμή του Νησιού. Το νησί Ντία, όπως και μερικά μικρότερα νησάκια περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς.

Οι Παράμετροι που δίδονται από τον Αιολικό Χάρτη είναι:

- Η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου.
- Η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας ανά διεύθυνση.
- Η κατανομή της πιθανότητας της μέσης δεκάλεπτης ταχύτητας ανά διεύθυνση.
- Το ροδόγραμμα του ανέμου.

Οι παραπάνω παράμετροι δίδονται σε κάθε σημείο ευθείας κάθετης στο επίπεδο της θάλασσας και σε σημεία ορθοκανονικού κάρναβου με βήμα ανάλογο της διακριτότητας που επιθυμείται. Ο Γενικός Αιολικός Χάρτης της Κρήτης, όπως αυτός υπολογίστηκε στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας του ΤΕΙ Κρήτης, έχει κάρναβο με βήμα 200 μέτρων, στο σύνολό του και σε περιοχές που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ή έχει τοποθετηθεί ιστός μετρήσεων, με βήμα 20 μέτρων.

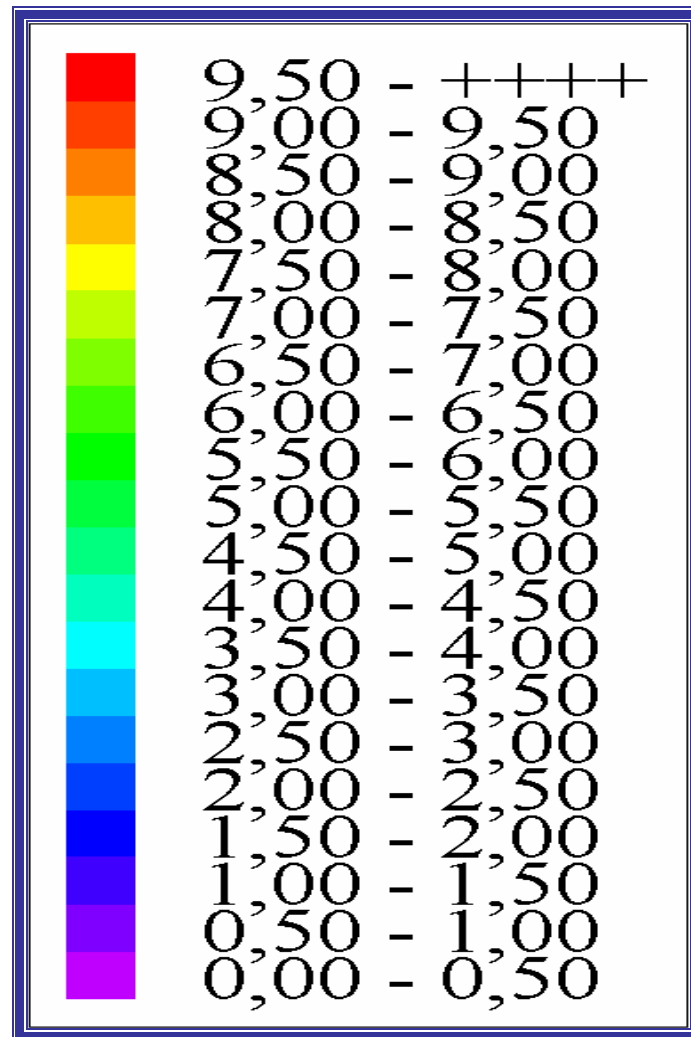


**Εικόνα 9.1** Τρισδιάστατη άποψη του αιολικού δυναμικού της περιοχής της Ιεράπετρας

**Πηγή :** Α.Π.Ε. Πρόγραμμα ALTENER II



Όπως φαίνεται από το σχήμα 9.1 (“Αιολικός Χάρτης” της Κρήτης) το αιολικό δυναμικό που υπολογίστηκε από το πρόγραμμα WASP αντιστοιχεί σε μια χρωματική κλίμακα στην οποία απεικονίζονται οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec. Παρακάτω παρουσιάζεται αυτή η κλίμακα με τιμές της ταχύτητας του ανέμου από 0 m/sec έως 9,50 m/sec και άνω. (Εικόνα 9.2)



Εικόνα 9.2 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)



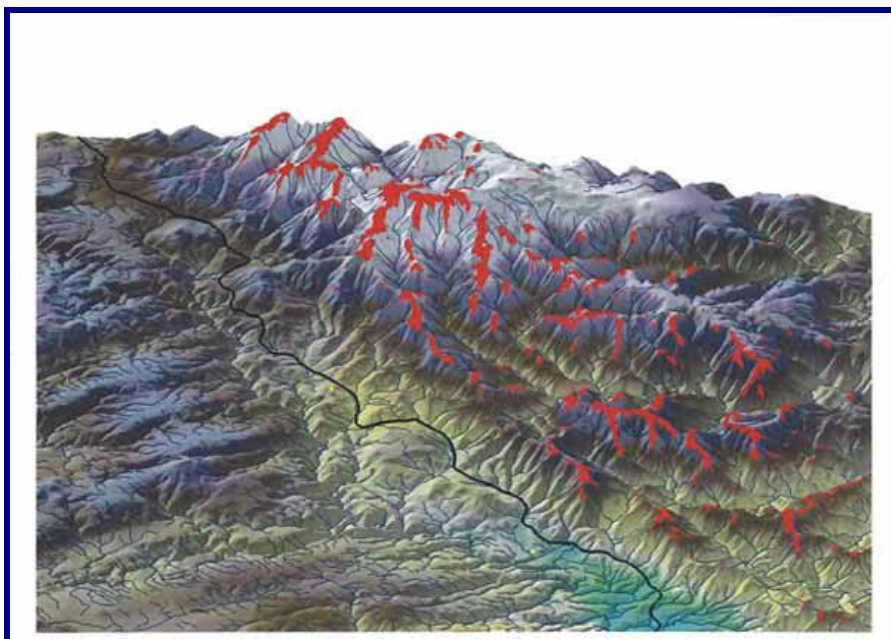
## 9.2 ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

**Στόχος της εκτίμησης του Αιολικού Δυναμικού, για ενεργειακές εφαρμογές, σε ορισμένο σημείο είναι:**

- Η αποτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του ανέμου σε ετήσια βάση.
- Η πρόβλεψη της τύρβης
- Η πρόβλεψη ριπών, ικανών να καταστρέψουν ή να βλάψουν, γενικότερα, τεχνικά έργα, όπως και η κατανομή της ταχύτητας στο χώρο κατά την εμφάνιση αυτών των ριπών.

Ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών αυτών σε ευρύτερες του ενός σημείου περιοχές οδηγεί στην κατάστρωση του Αιολικού Χάρτη της περιοχής. Ο υπολογισμός του Αιολικού Χάρτη γίνεται σε κάρναβο, συνήθως ορθοκανονικό, με βήμα ανάλογο της απαιτούμενης διακριτότητας και ακρίβειας των υπολογισμών. Για τον υπολογισμό λαμβάνονται υπ' όψιν:

- Η ορογραφία της ευρύτερης περιοχής,
- Εμπόδια χαρακτηριστικής διάστασης μεγαλύτερης του 1/6 του ύψους μέτρησης από την στάθμη του εδάφους (Α.Σ.Ε.)
- Η τραχύτητα του εδάφους
- Η περιστροφική κίνηση της γης.
- Μετρήσεις κατάλληλα τεκμηριωμένες.



**Εικόνα 9.3** Τρισδιάστατη άποψη του αιολικού δυναμικού της περιοχής της Κρήτης

Πηγή : Α.Π.Ε. Πρόγραμμα ALTENER II





### 9.3 ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Πέραν των μετρήσεων της ΕΜΥ στα αεροδρόμια του Ηρακλείου και των Χανίων οι οποίες καλύπτουν περισσότερα από 30 χρόνια, μια σειρά φορέων εκτελούν μετρήσεις και τηρούν σχετικά αρχεία μετρήσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αξιοποιήσιμες, για εκτίμηση αιολικού δυναμικού, μετρήσεις είναι αυτές σε ιστούς άνω των 10 μέτρων και σε διαστήματα μικρότερα της μιας ώρας με μέσες τιμές και λοιπές στατιστικές παραμέτρους. Μετρήσεις της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων και άλλων υπηρεσιών του Υπουργείου Γεωργίας ως επί το πλείστον, δεν συμβάλλουν στην αξιολόγηση του Αιολικού Δυναμικού.

Στους παρακάτω πίνακες 9.1, 9.2 και 9.3 φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και στον χάρτη (Σχήμα 9.2) οι θέσεις στις οποίες έχουν ληφθεί οι μετρήσεις αυτές και οι φορείς διεξαγωγής των μετρήσεων.

Ας σημειωθεί ότι όλοι οι φορείς αυτοί είναι απόλυτα αξιόπιστοι και οι μετρήσεις τους έχουν ληφθεί από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό και με αξιόπιστο μετρητικό εξοπλισμό.

Για τον υπολογισμό του Αιολικού Χάρτη της Κρήτης χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις δημοσιευμένες σε εκδόσεις όπως ο Ευρωπαϊκός Αιολικός Άτλας του RISOE, η έκθεση του Πανεπιστημίου Κρήτης για το Αιολικό Δυναμικό του Νησιού, οι μετρήσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης, στατιστικά επεξεργασμένες μετρήσεις της ΔΕΗ και μετρήσεις από τα αεροδρόμια του Ηρακλείου και των Χανίων. Μετρήσεις από τα υφιστάμενα Αιολικά, στην Μεγάλη Βρύση (IWECO) και στη Σητεία (Κρυά, Ανεμόεσσα και Αχλάδια) παρεχωρήθησαν για χρήση στον υπολογισμό του Αιολικού Χάρτη. Οι μετρήσεις της ΔΕΗ στο Βρουχά, περιοχή Αι Γιάννη παρεχωρήθησαν από τα Πλαστικά Κρήτης για χρήση. Οι μετρήσεις του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας της τελευταίας 10ετίας αποτέλεσαν το βασικό δίκτυο μετρήσεων, επί του οποίου βασίστηκαν οι υπολογισμοί. Συνολικά, για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν 48 από τους διατιθέμενους σταθμούς. Οι υπόλοιποι σταθμοί χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικά για επιβεβαίωση των μετρήσεων λόγω ελλιπούς τεκμηρίωσής τους. Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν μπήκαν σε ομάδες ώστε να είναι ταυτόχρονες, ή επικαλυπτόμενες για διάστημα μεγαλύτερο των 4 μηνών, ροζέτες με κατανομές ταχύτητας ‘μπιναρισμένες’ με τον ίδιο τρόπο και μέσες τιμές στην ίδια περίοδο (10λεπτες ή ωριαίες). (Σχήμα 9.2)



**Πίνακας ετήσιων μετρήσεων Αιολικού δυναμικού στην Κρήτη από το εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης.**

Α/Α	Υψόμετρο m	ύψος ιστού	Περίοδος		V mean m/sec	Κύρια Διεύθυνση	Weibul		Gust m/sec
			Από	Μέχρι			k	C	
1	215	10	1/1/1991	31/12/1991	5,68	NE	1,6	6,55	19,2
2	215	10	1/1/1992	31/12/1992	5,91	NE-ENE	1,69	6,6	20,4
3	215	10	1/1/1993	31/1/1993	5,94	NE	1,74	6,72	21,3
4	110	10	29/6/1990	29/6/1991	5,62	NNW	1,7	6,31	28
5	110	10	29/6/1991	10/6/1992	5,88	NNW	1,71	6,53	27
6	235	10	1/1/1991	31/12/1991	3,75	BBA	1,51	4,59	17
7	500	10	16/9/2000	15/9/2001	8,84	B-BA	1,86	10,03	37,8
8	500	10	16/9/2001	15/9/2002	8,87	B-BA	1,82	10,1	37
9	1088	10	1/1/2001	21/12/2001	9,2	B	1,85	10,6	44,7
10	928	10	6/12/2000	15/11/2001	8,9	ΝΔ-ΒΑ	1,48	10,3	86
11	908	10	6/12/2000	5/12/2001	8,7	BBA	1,57	10,0	83,1
12	542	10	13/9/2001	13/9/2003	6,9	BBA	1,78	7,8	42,1
13	243	10	13/4/2002	10/4/2003	7,5	ΒΔ	1,75	8,8	31,6
14	243	40	13/4/2002	10/4/2003	9,2	ΔΒΔ	1,72	10,6	39
15	1295	10	1/4/2001	31/3/2002	8,6	ΔΒΔ	1,84	9,9	51,3
16	1295	10	1/4/2002	31/3/2003	7,5	ΔΒΔ	1,64	8,5	58,4

**Πίνακας 9.1 Ετήσιες μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη**  
 Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης





**Πίνακας διαθέσιμων μετρήσεων Αιολικού δυναμικού στην Κρήτη  
 από το Πανεπιστήμιο Κρήτης (Καθ. Χαλδούπης Χρήστος)**

Α/Α	Υψό- μετρο Μ	ύψος Ιστού	Περίοδος		V mean m/sec	Κύρια Διεύθυνση	Weibul		Gust m/sec	
			Από	Μέχρι			k	C		
1	250	10	1988	1990	9,8	WN	1,65	11,8		10 min
2	200	10	1/10/1988	31/12/1992	7,5	W-WN	1,75	8,8		10 min
3	820	10	1/7/1987	30/11/1989	4	WN-SW	1,15	3,6		10 min
4	680	10	12/10/1987	15/11/1989	9,3	NW-N	1,95	10,6		10 min
5	350	10	1/12/1987	1/12/1990	5,7	W-NW	2,15	6		10 min
6	240	10	6/1/1991	28/9/1992	5,4	NE-NW	1,49	6,26		10 min
7	X	10	17/6/1990	26/5/1991	4,6	X	1,62	5,3		10 min
8	X	10	1990	1991	5,7	X	2,39	6,4		10 min
9	1100	10	1/12/1987	1/8/1988	5,1	WS-W	1,95	5,6		10 min
10	100	10	1/3/1992	20/4/1993	4,5	S-SW	2,35	4		10 min
11	170	10	1/3/1992	10/6/1992	5,5	SW	1,25	6		10 min
12	150	10	10/12/1991	30/3/1993	4,6	WS-W	1,75	4,8		10 min
13	150	10	5/1/1992	5/2/1993	9	EN	2,25	10,6		10 min
14	1750	10	8/4/1986	25/11/1986	7,86	BBA	1,87	10,3		5 min

**Πίνακας 9.2 Διαθέσιμες μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη**  
 Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης





Πίνακας μετρήσεων Αιολικού δυναμικού στην Κρήτη από Δ.Ε.Η, ΔΕΜΕ και RISOE European Wind Atlas VII									Φορέας μέτρησης
Α/Α	Υψόμετρο m	ύψος ιστού	Περίοδος		V mean m/sec	Κύρια Διεύθυνση	Weibul		
			Από	Μέχρι			k	C	
1	800	10	1/5/1982	20/4/1983	8,2	BBA	X	X	ΔΕΜΕ
2	800	30	1/1/1981	31/12/1981	8,5	BBA	X	X	ΔΕΜΕ
3	255	10	1/1/1992	31/12/1992	8,6	W-NNW	X	X	ΔΕΜΕ
4	255	10	1/1/1993	31/12/1993	8,2	W-NNW	X	X	ΔΕΜΕ
5	255	10	1/1/1994	31/12/1994	9,4	W-NNW	X	X	ΔΕΜΕ
6	X	10	1/8/1980	30/12/1980	5,1	X	X	X	ΔΕΜΕ
	X	10	1/1/1981	31/8/1981	4,76	X	X	X	ΔΕΜΕ
7	X	30	1/1/1980	30/12/1980	6,55	X	X	X	ΔΕΜΕ
	X	30	1/1/1981	30/10/1980	6,02	X	X	X	ΔΕΜΕ
8	55	30	1/1/1981	30/10/1981	5,5	NW-ENE	1,61	6,6	European Wind Atlas
9	65	30	1993	1994	7,1	NW-ENE	1,37	8	European Wind Atlas
10	185	30	1993	1994	7,3	NNE	1,89	8,3	European Wind Atlas
11	677	30	1993	1994	8,5	NW	1,73	9,6	European Wind Atlas
12	760	30	1993	1994	9,6	WNW	2	11	European Wind Atlas
13	210	30	1993	1994	7,9	W	1,85	9	European Wind Atlas
14	20	30	1993	1994	4	W	1,53	4,6	European Wind Atlas
15	295	30	1993	1994	6,1	W-WSW	1,77	7,1	European Wind Atlas
16	540	30	1993	1994	5	WNW	1,6	5,7	European Wind Atlas
17	790	30	1993	1994	7,8	WNW	1,71	9	European Wind Atlas
18	25	30	1/1/1983	31/12/1983	6,3	N	X	X	ΟΑΔΥΚ
19	25	30	1/1/1984	31/12/1984	6,0	N	X	X	ΟΑΔΥΚ
20	25	30	1/1/1985	31/12/1985	5,6	N	X	X	ΟΑΔΥΚ

**Πίνακας 9.3 Μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη**  
 Πηγή: Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης







**Σχήμα 9.2 Σταθμοί μέτρησης ανέμου στην Κρήτη**  
Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

Ο παραπάνω χάρτης απεικονίζει τους 50 σταθμούς μέτρησης ανέμου που έχουν εγκατασταθεί στην Κρήτη οι οποίοι λειτουργούν τουλάχιστον ένα έτος. Οι σταθμοί της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) λειτουργούν πάνω από 25 έτη και είναι καταγεγραμμένες μέσες ωριαίες τιμές. Οι σταθμοί που λειτουργούν κατά τα τελευταία 5 έτη καταγράφουν μέσες δεκάλεπτες τιμές.

Από το Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας του ΤΕΙ Κρήτης έχουν τοποθετηθεί 6 ιστοί οι οποίοι στον χάρτη φαίνονται με **βεραμάν** χρώμα. Οι σταθμοί με **ιώδες** χρώμα βρίσκονται σε αιολικά πάρκα, οι ιδιοκτήτες των οποίων παρεχώρησαν ευγενικά μέρος των μετρήσεών τους για επαλήθευση του Αιολικού Χάρτη του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας. Οι σταθμοί που έχουν τοποθετηθεί από το Πανεπιστήμιο Κρήτης φαίνονται με **ανοιχτό καφέ** χρώμα, της Δ.Ε.Η./ΔΕΜΕ με **κόκκινο** χρώμα, του Πολυτεχνείου Κρήτης με **μπλε** χρώμα, με **σκούρο καφέ** του Euro, Wind Atlas V. II και τέλος με **πράσινο** χρώμα της Ε.Μ.Υ.

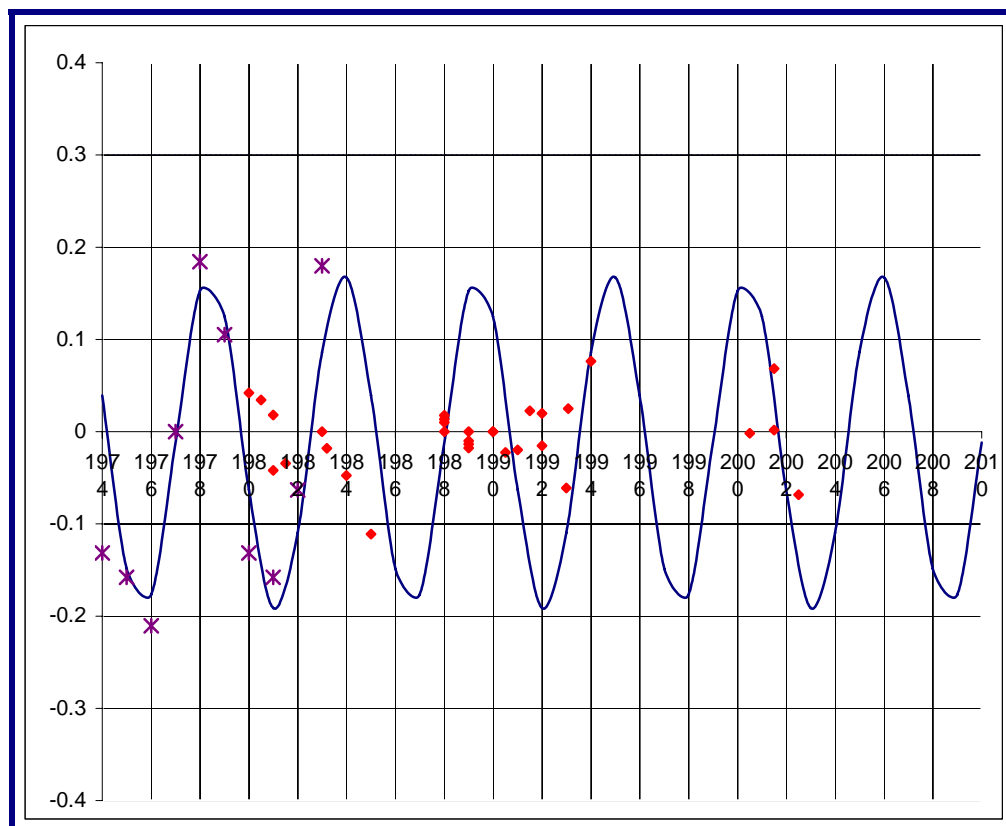
Αξίζει να σημειωθεί ότι για τον Αιολικό Χάρτη χρησιμοποιήθηκαν οι σταθμοί για τους οποίους υπάρχει πλήρης τεκμηρίωση, δηλαδή :

- ακριβής θέση
- καταγραφή εμποδίων σε απόσταση 500 μέτρων από τη θέση του ιστού
- εκτίμηση της τραχύτητας του εδάφους



Στο διάγραμμα 9.1 που ακολουθεί φαίνονται οι μέσες ετήσιες τιμές της ταχύτητας του ανέμου κανονικοποιημένες ως προς τη μέση τιμή τους. Οι ομάδες των μετρήσεων αυτών έχουν διάρκεια μεγαλύτερη των δύο χρόνων. Φαίνεται ότι γενικά, σε όλη την Κρήτη, το Αιολικό Δυναμικό παρουσιάζει μια πενταετή περίοδο μεταβολής και αναμένονται διαφορές στην ετήσια μέση τιμή της ταχύτητας μέχρι και 18% επί της μέσης πενταετούς τιμής η οποία αναμένεται να είναι και μέση εικοσαετής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μη σύμπτωση των μετρήσεων με την θεωρητική, περίπου ημιτονοειδή, αναμενόμενη περιοδικότητα του Αιολικού Δυναμικού, ίσως οφείλεται στην κανονικοποίηση ως προς μέση τιμή μετρήσεων σε περιόδους μικρότερες των 5 ετών. Λαμβανομένων υπ' όψιν των εκατονταετών μετρήσεων στο Hesseloe που αναφέρθηκαν παραπάνω, η τελευταία αυτή παρατήρηση πρέπει να ελεγχθεί.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η επιλογή των ανεμογράφων για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης έγινε με βάση την απόκλισή τους από την μέση τιμή και με βάση την θέση τους στο ανάγλυφο του εδάφους. Ανεμογράφοι που βρίσκονται σε ψηλές και σχετικά οξείες κορυφογραμμές παρουσίασαν μικρές μεταβολές στην πάροδο δύο και τριών χρόνων.



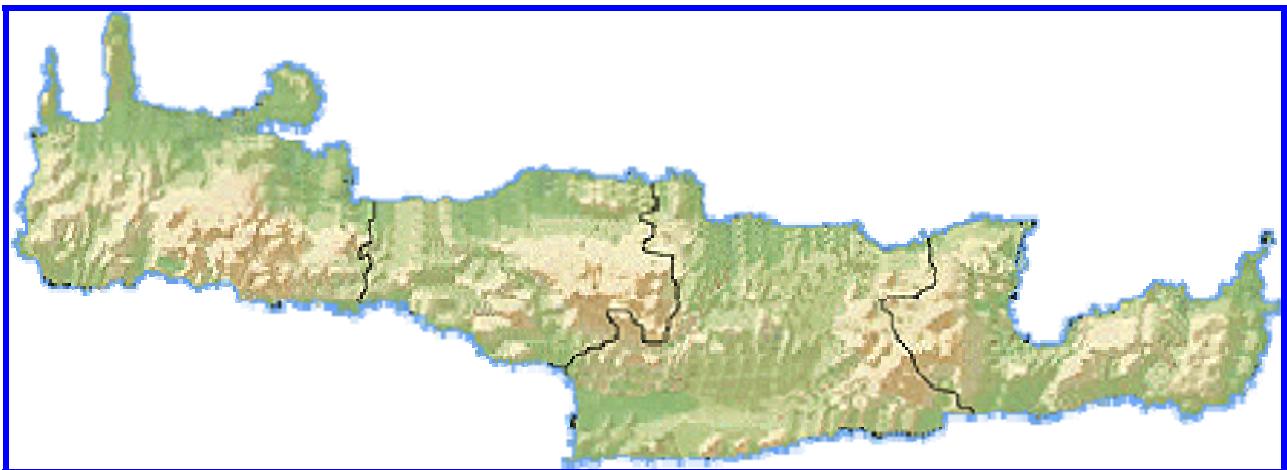
**Διάγραμμα 9.1 Κανονικοποιημένες μέσες ετήσιες τιμές της ταχύτητας του Ανέμου στην Κρήτη. Με x είναι σημειωμένες οι τιμές του αεροδρομίου του Ηρακλείου.**



## 9.4 ΤΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ ΚΑΙ Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ

Η Κρήτη αποτελεί μια πτυχή του φλοιού της Γης στη μέση της Μεσογείου. Είναι πολύ ορεινή και το τοπίο της είναι από τους βασικούς λόγους ανάπτυξης ισχυρού αιολικού δυναμικού. Οι περιοχές των κορυφογραμμών παρουσιάζουν τα μέγιστα της μέσης ταχύτητας, αλλά και, συνήθως τα ελάχιστα της τύρβης ενώ οι κατανομές της ταχύτητας είναι περίπου σταθερές καθ' ύψος. Η εμφάνιση αρνητικής κλίσης της κατανομής της ταχύτητας ως προς το ύψος, σε περιοχές με κλίσεις εδάφους μεγαλύτερες του 60%, είναι ένα σύνηθες φαινόμενο.

Για τους λόγους αυτούς η περιγραφή του ανάγλυφου πρέπει να γίνεται με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Ισοδιάσταση μεγαλύτερη των 20 μέτρων εισάγει μεγάλες αποκλίσεις από την πραγματικότητα λόγω της εξομάλυνσης του εδάφους στην διαδικασία της προσομοίωσης. Μετά από πολλές δοκιμές φάνηκε ότι ανεκτή ισοδιάσταση για περιοχές με έντονη ορογραφία είναι αυτή των 20 μέτρων προκειμένου να γίνει μια πρώτη εκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού. Οι ροζέτες του ανέμου, όπως και η καθ' ύψος κατανομή της μέσης ετήσιας τιμής παρουσιάζουν αποκλίσεις από την πραγματικότητα μη αποδεκτές για την εγγύηση χωροθέτησης Αιολικών Πάρκων. Για το λόγο αυτό, σε περιοχές που υπήρχαν τεκμηριωμένοι ανεμογράφοι, η ορογραφία περιγράφει με ισοδιάσταση 4 μέτρων σε ακτίνα περίπου 3000 μέτρων από τα σημεία μέτρησης.



**Σχήμα 9.3 Ανάγλυφο της Κρήτης**  
Πηγή: <http://www.chania-guide.gr>



## 9.5 Η ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΕΜΠΟΔΙΑ

Η τραχύτητα που εισήχθη είναι μεταβλητή στην περιοχή των ανεμογράφων σε 16 ή 12 τομείς, στις αντίστοιχες διευθύνσεις του ανέμου και με την προσομοίωση εμποδίων σε απόσταση 100 υψών του ανεμογράφου (10μετροι και τριαντάμετροι οι περισσότεροι ενώ υπάρχουν και 2 στα 40 μέτρα). Η επίδραση της τραχύτητας στην ταχύτητα μελετήθηκε αριθμητικά με δοκιμές και λάθη και με τη χρήση του WAsP V8.0. βρέθηκε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση της τραχύτητας στους υπολογισμούς.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και με τη χρήση του WAsP έγιναν οι υπολογισμοί σε 20 περίπου διαμερίσματα της Κρήτης και ελέγχθηκαν τα αποτελέσματα με μετρήσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, για κάθε κομμάτι του χάρτη, χρησιμοποιήθηκαν τουλάχιστον τρεις ανεμογράφοι ενώ για την ένωση των χαρτών υπήρξαν περιοχές επικαλυπτόμενες για την σύγκριση και την συμβατότητα των ορίων των υπολογιστικών πλεγμάτων.

Οι υπολογισμοί έχουν γίνει ανά 200 μέτρα ενώ σε πάνω από 20 περιοχές (βουνοκορφές με ενδιαφέρον ή με εγκατεστημένα Αιολικά Πάρκα), το πλέγμα πύκνωσε στα 50 μέτρα και χωροθετήθηκαν οι εκεί ανεμογεννήτριες για επαλήθευση του μοντέλου.

Όλοι οι υπολογισμοί έγιναν στα 50 μ από τη στάθμη του εδάφους. Στις περιοχές των ανεμογράφων έγιναν υπολογισμοί σε πολλά σημεία καθ' ύψος.

Σε πολλές περιοχές με έντονο ανάγλυφο υπολογίστηκε η τύρβη και η διάτμηση με το WAsP Engineering.



## 9.6 Η ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Ο υπολογισμός του Αιολικού Δυναμικού έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό WAsP 8.0 που αναπτύχθηκε από το RISOE. Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιείται χρόνια από πολλούς χρήστες ανά τον κόσμο και αποτελεί ένα από τα πιο αξιόπιστα εργαλεία στον χώρο του.

### **Για το υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού είναι απαραίτητος:**

- ο ψηφιακός χάρτης της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος
- μετρήσεις ανέμου κοντά ή μέσα στην περιοχή.
- στοιχεία που αφορούν την τραχύτητα του εδάφους.

Οι δυνατότητες του λογισμικού αυτού όσον αφορά την αξιοπιστία των υπολογισμών του, βρίσκονται μέσα στα πλαίσια των λογισμικών που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα από διάφορους οργανισμούς όπως είναι το Κ.Α.Π.Ε. σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί στο συνέδριο της Κοπεγχάγης το 2001 όπου παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα μίας σύγκρισης μεταξύ διάφορων λογισμικών από την Ελλάδα και αλλού.

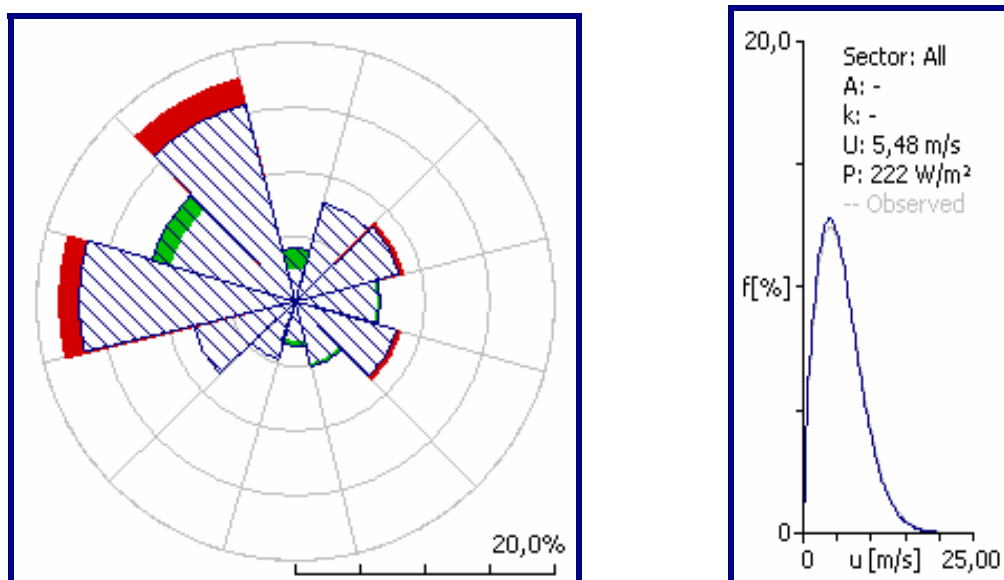
### **Η αξιοπιστία των υπολογισμών αυτών εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:**

- ⊕ Την αξιοπιστία των ανεμολογικών μετρήσεων οι οποίες εξαρτώνται από την θέση και την τεκμηρίωση του ανεμογράφου, την διαθεσιμότητα του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κτλ.
- ⊕ Τη χρονική διάρκεια των μετρήσεων.
- ⊕ Την απόσταση του σημείου των μετρήσεων από την περιοχή
- ⊕ Την σωστή τοποθέτηση του ανεμογράφου στον ψηφιακό χάρτη πριν την έναρξη των υπολογισμών (Πρέπει να ληφθεί υπόψη η ακρίβεια της περιγραφής του ανάγλυφου).
- ⊕ Την σωστή εκτίμηση των χαρακτηριστικών του εδάφους δηλ, της τραχύτητας
- ⊕ Την μορφολογία του εδάφους της περιοχής στην οποία γίνεται ο υπολογισμός. Όσο πιο έντονη τόσο μεγαλύτερο ποσοστό σφάλματος υπάρχει.



## 9.7 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

- Συλλογή όλων των διαθέσιμων μετρήσεων.
- Έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων και τεκμηρίωσή τους. Χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις με διάρκεια μετρήσεων μεγαλύτερη ή ίση του ενός έτους ώστε να πληρούν τις προϋποθέσεις που τίθενται από την ΡΑΕ στον Οδηγό Αξιολόγησης.
- Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν μετρήσεις μέσα στην περιοχή ενδιαφέροντος λαμβάνονται μετρήσεις από την κοντινότερη περιοχή. Σύμφωνα με τις οδηγίες του WASP η απόσταση από τον ανεμογράφο για να μπορούν να υπάρξουν αξιόπιστοι υπολογισμοί πρέπει να είναι μικρότερη των 50 χλμ. Λόγω της έντονης ορογραφίας που χαρακτηρίζει την Κρήτη η απόσταση αυτή λαμβάνεται 30χλμ, ώστε να αποφευχθούν σφάλματα που οφείλονται σε αυτή την αιτία.
- Το λογισμικό που χρησιμοποιείται διαθέτει υπολογισμό πρόβλεψης του σφάλματος που γίνεται κατά την τοποθέτηση του ανεμογράφου στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Κατά την τοποθέτηση γίνεται βελτιστοποίηση της θέσης ώστε να υπάρχει το μικρότερο δυνατό σφάλμα. Παρακάτω (Σχήμα 9.4) δίνεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού του σφάλματος το οποίο αναφέρεται στην λάθος εκτίμηση των συχνοτήτων ανά διεύθυνση. Με κόκκινο χρώμα σημειώνεται υποεκτίμηση της συχνότητας και με πράσινο η υπερεκτίμηση.



**Σχήμα 9.4 Υπολογισμός μέσω του προγράμματος WASP του σφάλματος που αναφέρεται στη λάθος εκτίμηση των συχνοτήτων ανά διεύθυνση**

**Πηγή: Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης**



■ Η τραχύτητα της περιοχής υπολογίζεται από κατά τόπους επισκέψεις ή φωτογραφίες. Η συνήθεις τιμές της στην ορεινή και χωρίς βλάστηση Κρήτη, κυμαίνονται μεταξύ 0,05 και 0,1 μέτρα.

■ Το σφάλμα λόγω της ορογραφίας μπορεί να εκτιμηθεί βάση υπολογισμών του λογισμικού (αριθμός RIX). Σύμφωνα με την εμπειρία του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας, η διασταύρωση των υπολογισμών των προερχόμενων από περισσότερους του ενός ανεμογράφους, αποτελεί ισχυρότερο κριτήριο για την τεκμηρίωση των υπολογισμών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 48 ανεμογράφοι :

- Κάθε ανεμογράφος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ανεμολογικών συνθηκών στην θέση των υπόλοιπων ανεμογράφων και εξάγονται συμπεράσματα για την αξιοπιστία των υπολογισμών από τα σφάλματα που παρατηρούνται, όσον αφορά την σύμπτωση των συχνοτήτων των διευθύνσεων και τους συντελεστές  $k$  και  $C$  της κατανομής Weibull.
- Στην συνέχεια οι ανεμογράφοι χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ανεμολογικών συνθηκών σε θέσεις μέσα αλλά και γύρω από την περιοχή ενδιαφέροντος. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται και αξιολογούνται με το ίδιο τρόπο όπως προηγουμένως.
- Λαμβάνονται υπόψη εμπειρικοί παράγοντες όπως είναι η κατανομή των διευθύνσεων σε κορυφογραμμές με μεγάλο μήκος και κλίση, όπου αναμένεται οι διευθύνσεις του ανέμου να είναι κάθετες στην κατά μήκος νοητή γραμμή της κορυφογραμμής ή η χρονολογική διαφορά των μετρήσεων με βάση μελέτη που έχει εκπονηθεί από την σύγκριση μεγάλου αριθμού μετρήσεων (άνω των 30 σημείων) στην περιοχή της Κρήτης.
- Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων γίνεται η επιλογή του καταλληλότερου ανεμογράφου και στη συνέχεια ο υπολογισμός του Αιολικού Δυναμικού της περιοχής.

Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού της εν λόγω περιοχής για την οποία γίνεται τεχνοοικονομική μελέτη. Σε σχετικό διάγραμμα δίνονται οι θέσεις της περιοχής και οι ανεμογράφοι οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν κατά την μελέτη του Αιολικού Δυναμικού της περιοχής.

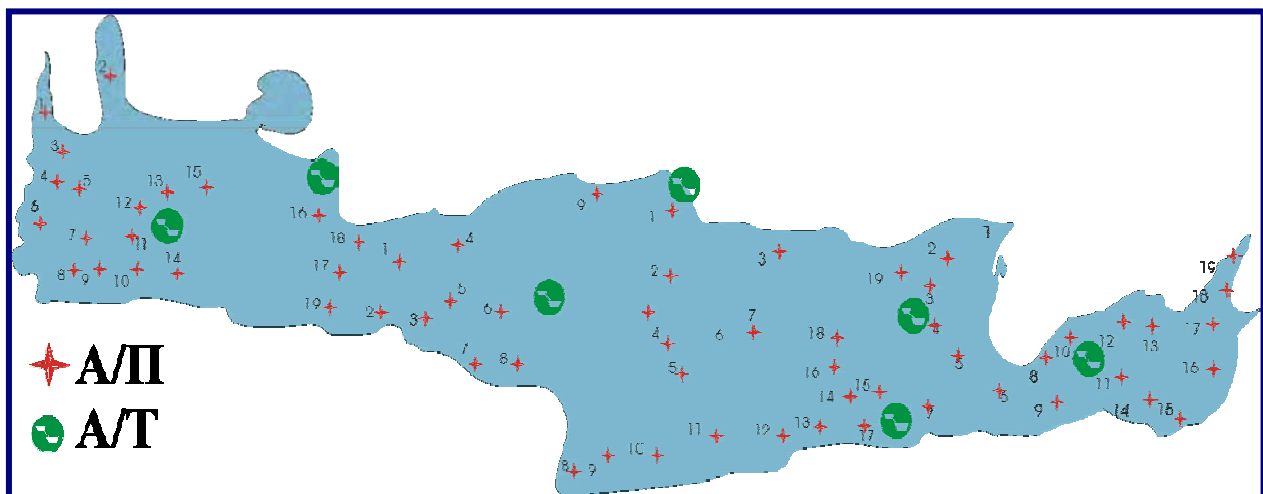
Πρέπει να τονιστεί ότι τα περισσότερα μοντέλα υπολογισμού του Αιολικού Δυναμικού αντιμετωπίζουν προβλήματα σε περιοχές με έντονη μορφολογία εδάφους από την εισαγωγή σφαλμάτων. Σε περιπτώσεις όπως αυτές της Κρήτης είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση περισσότερων από ενός ανεμογράφων για την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Κατά τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στο γεγονός αυτό.





## 9.8 ΜΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Παρακάτω (Σχήμα 9.5) φαίνεται μια εκτίμηση για το Αιολικό Δυναμικό της Κρήτης, την διασπορά του στο νησί και την απασχόληση των ανεμογεννητριών. Οι θέσεις που προτείνονται έχουν μέση ετήσια ταχύτητα μεγαλύτερη από 6,8 m/s και έως 10,5 m/s και δέχονται Α/Γ κλάσεων Ι και ΙΙ κατά την IEC. Η εγκατεστημένη ισχύς υπολογίστηκε με Α/Γ ισχύος 1 MW και διάμετρο πτερύγωσης 55 και 60 μέτρα για τις κλάσεις Ι και ΙΙ αντίστοιχα ενώ το ύψος της πλήμνης κρατήθηκε σταθερό και ίσο με 50 μέτρα από τη στάθμη του εδάφους. Υπάρχουν βάσιμες ενδείξεις ότι η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς, που εδώ υπολογίζεται σε 2735 MW με ετήσια παραγωγή κοντά στις 10 TWh, μπορεί να φτάσει τα 4GW αν εγκατασταθούν μεγαλύτερες μονάδες, των 2, 3, και 4 MW. Στην περίπτωση αυτή η παραγόμενη ετήσια ενέργεια θα ξεπερνά τις 25 TWh. Ας σημειωθεί ότι κατά την επόμενη 5ετία, η ζήτηση δεν προβλέπεται να αυξηθεί άνω των 5 TWh και η ισχύς δεν θα αυξηθεί άνω των 800 MW.



**Σχήμα 9.5** *Θέσεις Εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων και Αντλησιοταμιευτήρων στην Κρήτη. Το πλήθος των 2735 Α/Γ προέκυψε με την υπόθεση της Α/Γ 1MW με διάμετρο ρότορα 55 μέτρα και πλήμνη στα 45 μέτρα από τη στάθμη του εδάφους*

Πηγή: Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης



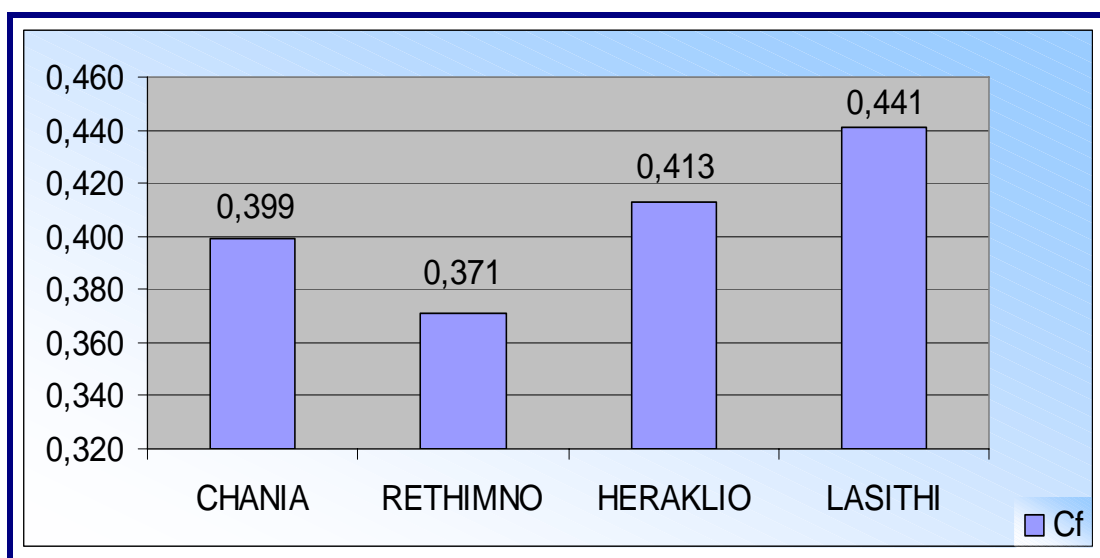


Σύμφωνα με τον ανωτέρω χάρτη, στην Κρήτη χωράνε περίπου ανά νομό Αιολικά Πάρκα ισχύος που παρουσιάζεται στον πίνακα 9.4. Οι τιμές του πίνακα αυτού έχουν προκύψει θεωρώντας ότι εγκαθίστανται ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος 1 MW. Αν εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος, κάτι που μελλοντικά είναι πολύ πιθανό, τότε οι δυνατότητες εγκατάστασης αιολικής ισχύος αυξάνουν.

Επίσης στο διάγραμμα 9.2 παρουσιάζεται ο μέσος συντελεστής απασχόλησης των Αιολικών Πάρκων ανά νομό

Αιολική Ισχύς (MW)	Χανιά	Ρέθυμνο	Ηράκλειο	Λασιθί
	794	279	745	917
<b>Σύνολο (MW): 2.735</b>				

**Πίνακας 9.4** Δυνατότητες εγκατάστασης αιολικής ισχύος στην Κρήτη ανά νομό με ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος 1 MW  
Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης



**Διάγραμμα 9.2** Ο μέσος συντελεστής απασχόλησης των Αιολικών Πάρκων ανά Νομό .

Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης



## 9.9 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Νομός Ρεθύμνης		Vm (m/s)	N (W/Gs)	Pr (kw)	Ενέργεια (GWh)	Cf
	1	8,0	38	38000	129,92	0,390
	2	7,5	48	48000	145,83	0,350
	3	8,0	35	35000	119,67	0,390
	4	7,5	28	28000	85,07	0,350
	5	7,5	32	32000	97,22	0,350
	6	8,0	42	42000	143,60	0,390
	7	8,0	22	22000	75,22	0,390
	8	8,0	16	16000	54,70	0,390
	9	7,5	18	18000	54,69	0,350
	ΣΥΝΟΛΟ		279	279000	905,91	Cf=0,371

**Πίνακας 9.5 Το Αιολικό Δυναμικό του Νομού Ρεθύμνης**



Νομός Ηρακλείου		Vm (m/s)	N (W/Gs)	Pr (kW)	Ενέργεια (GWh)	Cf
	1	8,0	58	58000	198,30	0,390
	2	8,0	36	36000	123,09	0,390
	3	7,5	28	28000	85,07	0,350
	4	8,5	18	18000	68,40	0,430
	5	9,0	32	32000	133,79	0,480
	6	9,5	38	38000	173,35	0,520
	7	9,0	20	20000	83,62	0,480
	8	8,0	38	38000	129,92	0,390
	9	8,0	62	62000	211,98	0,390
	10	7,5	64	64000	194,44	0,350
	11	8,5	38	38000	144,40	0,430
	12	8,5	34	34000	129,20	0,430
	13	8,0	32	32000	109,41	0,390
	14	8,5	58	58000	220,40	0,430
	15	9,0	44	44000	183,96	0,480
	16	8,0	44	44000	150,44	0,390
	17	8,0	47	47000	160,70	0,390
	18	8,0	28	28000	95,73	0,390
	19	8,5	26	26000	98,80	0,390
		<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>745</b>	<b>745000</b>	<b>2695,00</b>	<b>Cf=0,413</b>

**Πίνακας 9.6 Το Αιολικό Δυναμικό του Νομού Ηρακλείου**



Νομός Χανίων		Vm (m/s)	N (W/Gs)	Pr (kW)	Ενέργεια (GWh)	Cf
	1	9,0	38	38000	158,88	0,480
	2	8,0	78	78000	266,69	0,390
	3	8,0	32	32000	109,41	0,390
	4	8,0	44	44000	150,44	0,390
	5	9,0	38	38000	158,88	0,480
	6	8,0	88	88000	300,88	0,390
	7	8,0	22	22000	75,22	0,390
	8	9,0	18	18000	75,26	0,480
	9	8,5	28	28000	106,40	0,430
	10	9,0	46	46000	192,32	0,480
	11	8,5	38	38000	144,40	0,430
	12	8,0	42	42000	143,60	0,390
	13	7,5	58	58000	176,21	0,350
	14	7,5	24	24000	72,91	0,350
	15	8,0	47	47000	160,70	0,390
	16	7,5	42	42000	127,60	0,350
	17	8,0	35	35000	119,67	0,390
	18	7,5	48	48000	145,83	0,350
	19	8,0	28	28000	95,73	0,390
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>794</b>	<b>794000</b>	<b>2781,01</b>	<b>Cf=0,399</b>

**Πίνακας 9.7 Το Αιολικό Δυναμικό του Νομού Χανίων**

N (W/Gs)	Pr (kW)	Ενέργεια (GWh)	Cf
2.735	2.735,000	9.927,86	0,41

**Πίνακας 9.8 Συνολικό Αιολικό Δυναμικό Κρήτης**





## ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

### ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ “ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ” ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΕΜΟΥ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

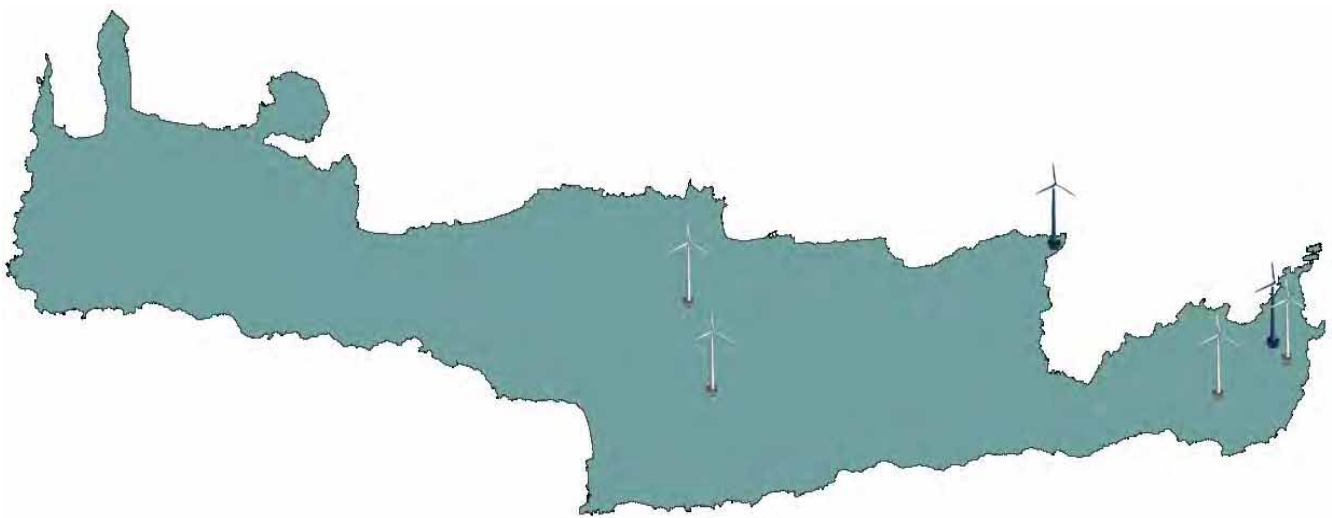
### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο δεύτερο μέρος που ακολουθεί γίνεται εκτενής παρουσίαση των Αιολικών Πάρκων που έχουν εγκατασταθεί στην Κρήτη και βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και σε αυτά που πρόκειται να λειτουργήσουν στο άμεσο μέλλον.

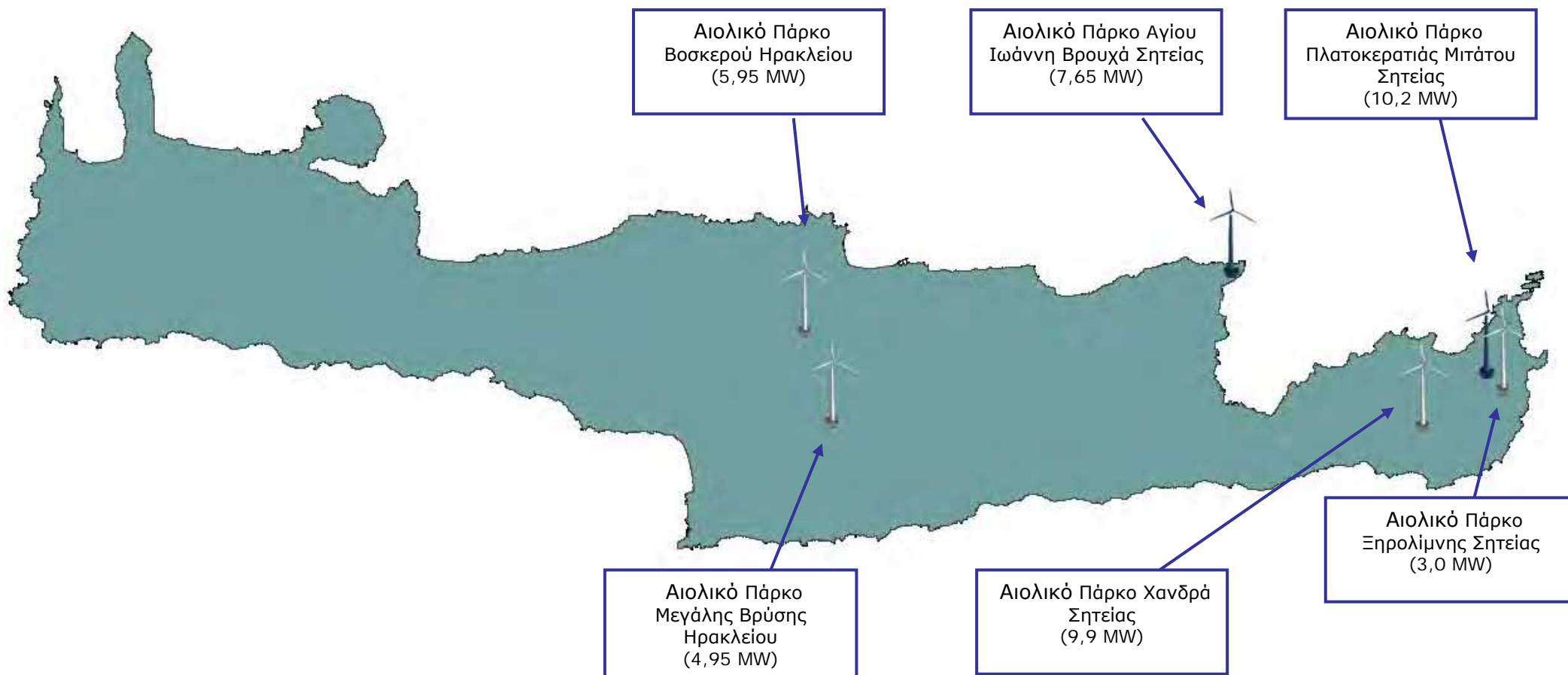
Η παρουσίαση αφορά σε μια περιγραφή των χαρακτηριστικών των Αιολικών Πάρκων όπως η εταιρία κατασκευής του έργου, η θέση εγκατάστασης, οι άδειες παραγωγής, ο τύπος καθώς και ο αριθμός των ανεμογεννητριών που έχουν εγκατασταθεί, η συνολική ισχύς και γενικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά για κάθε Αιολικό Πάρκο.

Για τα Αιολικά Πάρκα που είναι εγκατεστημένα στις περιοχές Βοσκορό Ηρακλείου, Άγιο Ιωάννη Βρουχά Λασιθίου, Μεγάλη Βρύση Ηρακλείου, Χανδρά Λασιθίου, Πλατοκερατιά Λασιθίου και Ξηρολίμνη Λασιθίου, κατόπιν συνεργασίας με τους υπεύθυνους των εν λόγω Αιολικών Πάρκων, έγινε συλλογή επιπρόσθετων στοιχείων που αφορούν τη χωροθέτηση και τις συντεταγμένες των ανεμογεννητριών καθώς και τις μέσες ετήσιες ταχύτητες του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια έτσι ώστε να γίνει σύγκριση αυτών με τα δεδομένα που προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης που έχει δημιουργηθεί στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του ΤΕΙ Κρήτης. (Χάρτες 1.1 και 1.2)

Για τη δημιουργία του “Αιολικού Χάρτη” χρησιμοποιήθηκαν ανεμολογικά δεδομένα 48 ανεμογράφων οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα μέρη του νησιού. Το σύνολο αυτών των μετρήσεων καλύπτει μία χρονική περίοδο άνω των 10 ετών.



**Χάρτης 1.1 Απεικόνιση των 6 Αιολικών Πάρκων**



**Χάρτης 1.2 Απεικόνιση των 6 Αιολικών Πάρκων και της ισχύς τους σε MW στις περιοχές Βοσκερό, Αγίου Ιωάννη Βρουχά, Πλατοκερατιάς Μιτάτου, Μεγάλης Βρύσης, Χανδρά και Ξηρολίμνης**



## 1.2 ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη στην Κρήτη τόσο από άποψη μελετών όσο και από άποψη εφαρμογής.

Το πρώτο Αιολικό Πάρκο του κόσμου και το μεγαλύτερο στον καιρό του (13000 ανεμαντλίες συνολικής εγκατεστημένης ισχύος πάνω από 5MW) κατασκευάστηκε από τον Παπαδάκη Μανόλη (Σπιρτοκούτης) στο οροπέδιο Λασιθίου της Ανατολικής Κρήτης προοριζόμενο σχεδόν αποκλειστικά για άντληση υπόγειων αποθεμάτων νερού και άρδευση των καλλιεργειών.

Στα Ανώγια του νομού Ρεθύμνης εγκαταστάθηκε η πρώτη ανεμογεννήτρια ισχύος 150 kW γύρω στο 1980.

Η ανάπτυξη όμως των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε κατά το 1990 με τα Αιολικά Πάρκα που εγκαταστάθηκαν από τη Δ.Ε.Η. στη μονή Τοπλού στη Σητεία του νομού Λασιθίου. Ένα από τα πρώτα Αιολικά Πάρκα που εγκατέστησε η Δ.Ε.Η. αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες ισχύος 300 KW και 3 ανεμογεννήτριες ισχύος 500 KW (συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,6 MW).

Στην Κρήτη σήμερα λειτουργούν 19 Αιολικά Πάρκα, ο μεγαλύτερος αριθμός των οποίων είναι συγκεντρωμένος στην Ανατολική Κρήτη και συγκεκριμένα στο νομό Λασιθίου (εγκατεστημένης ισχύος 78,0 MW), με συνολική εγκατεστημένη ισχύς για όλη την Κρήτη 98,25 MW. Παράλληλα με τις νέες αδειοδοτήσεις που δρομολογούνται, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς πρόκειται να αυξηθεί κατά 100,67 MW.

Στους πίνακες 1.1 και 1.2 που ακολουθούν αναφέρονται αναλυτικά το πλήθος των Αιολικών Πάρκων ανά νομό καθώς και η εγκατεστημένη αιολική ισχύς. Επίσης αναφέρονται το πλήθος και η ισχύς των Αιολικών Πάρκων που πρόκειται να λειτουργήσουν μελλοντικά. **(Πηγή: ΠΑΕ, 15 Ιουλίου 2005)**





<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ</b>			
	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΑΝΑ ΝΟΜΟ</b>
<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟ</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>ΛΑΣΙΘΙ</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>19</b>
<b>ΡΕΘΥΜΝΟ</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>ΧΑΝΙΑ</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>38</b>

**Πίνακας 1.1 Αιολικά Πάρκα στην Κρήτη**

<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ (MW)</b>			
	<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (MW)</b>	<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (MW)</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΑΝΑ ΝΟΜΟ (MW)</b>
<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟ</b>	<b>10,9</b>	<b>38,0</b>	<b>48,9</b>
<b>ΛΑΣΙΘΙ</b>	<b>78,0</b>	<b>12,42</b>	<b>90,42</b>
<b>ΡΕΘΥΜΝΟ</b>	<b>0</b>	<b>22,1</b>	<b>22,1</b>
<b>ΧΑΝΙΑ</b>	<b>9,35</b>	<b>28,15</b>	<b>37,5</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ (MW)</b>	<b>98,25</b>	<b>100,67</b>	<b>198,92</b>

**Πίνακας 1.2 Ισχύς των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη**





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

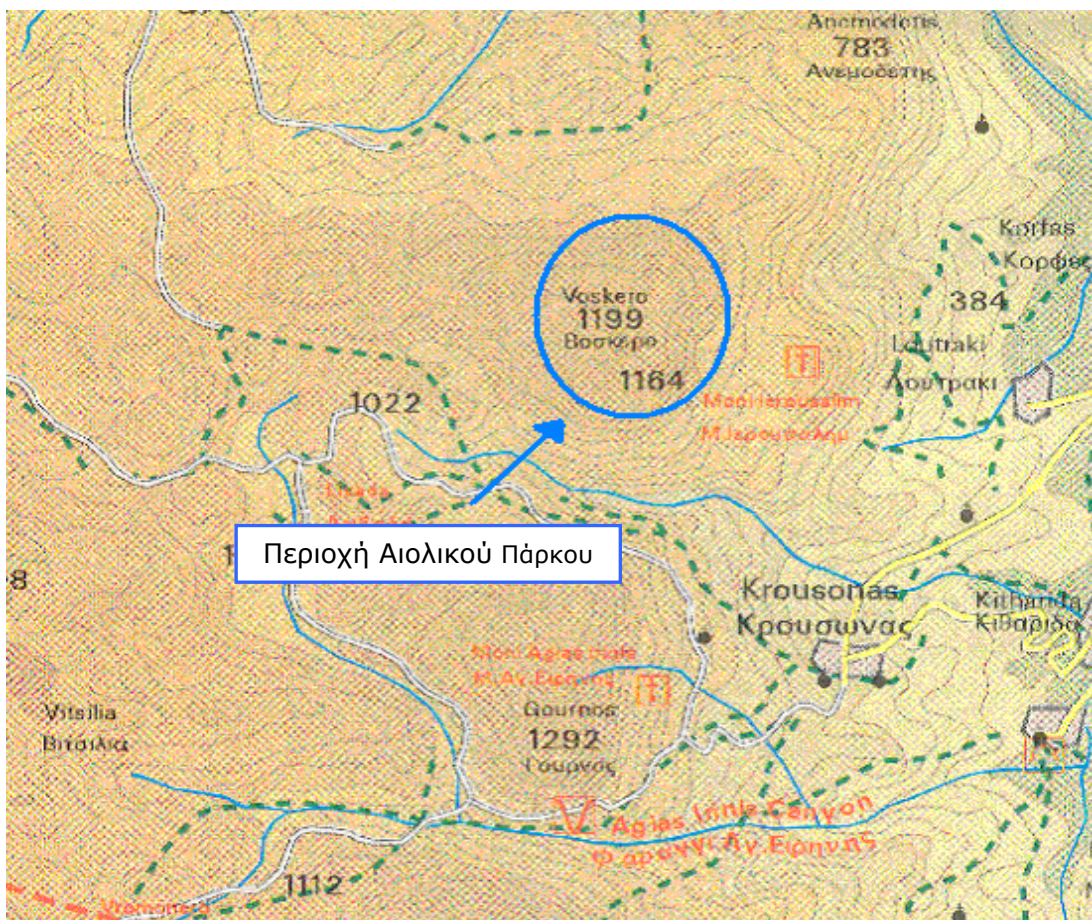
### **2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΟΣΚΕΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Βοσκερό του Δήμου Κρουσώνα του νομού Ηράκλειου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 7 ανεμογεννήτριες VESTAS 52 και η συνολική του ισχύς είναι 5,95 MW.

Το μήκος ανάπτυξης του έργου είναι περίπου 4000 μέτρα επί της κορυφογραμμής που εκτείνεται ΒΔ του χωριού Κρουσώνα.

Στον χάρτη κλίμακας 1:100.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 2.1)

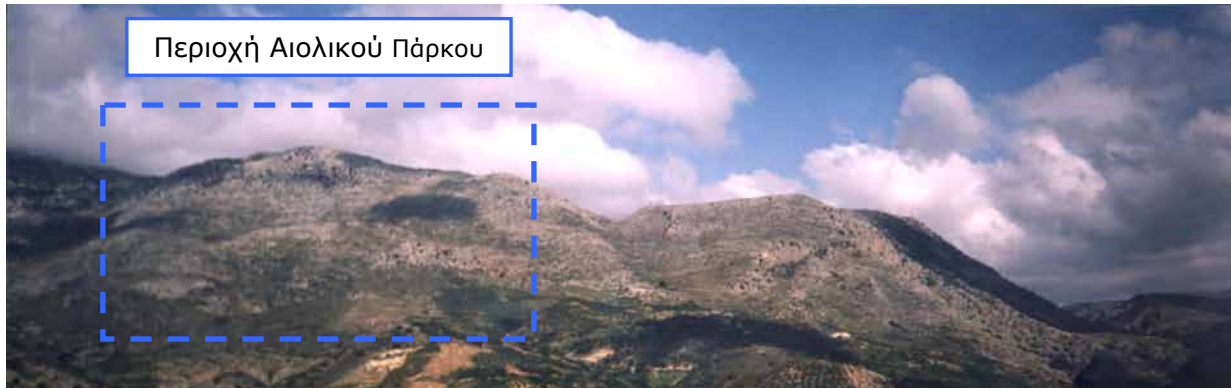


**Χάρτης 2.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:100.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**

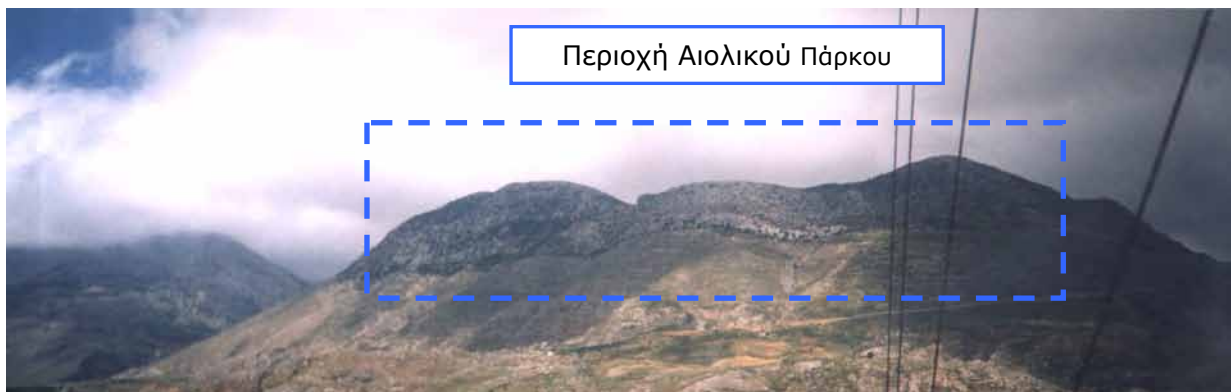




## Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 2.1** Η άποψη της περιοχής Αιολικού Πάρκου όπως αυτή φαίνεται από το χωριό Κρουσώνα



**Εικόνα 2.2** Η άποψη της περιοχής Αιολικού Πάρκου όπως αυτή φαίνεται από κατεύθυνση προς Λουτράκι



**Εικόνα 2.3** Η άποψη της περιοχής Αιολικού Πάρκου όπως αυτή φαίνεται από το χωριό Τύλισο



Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 7 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί.

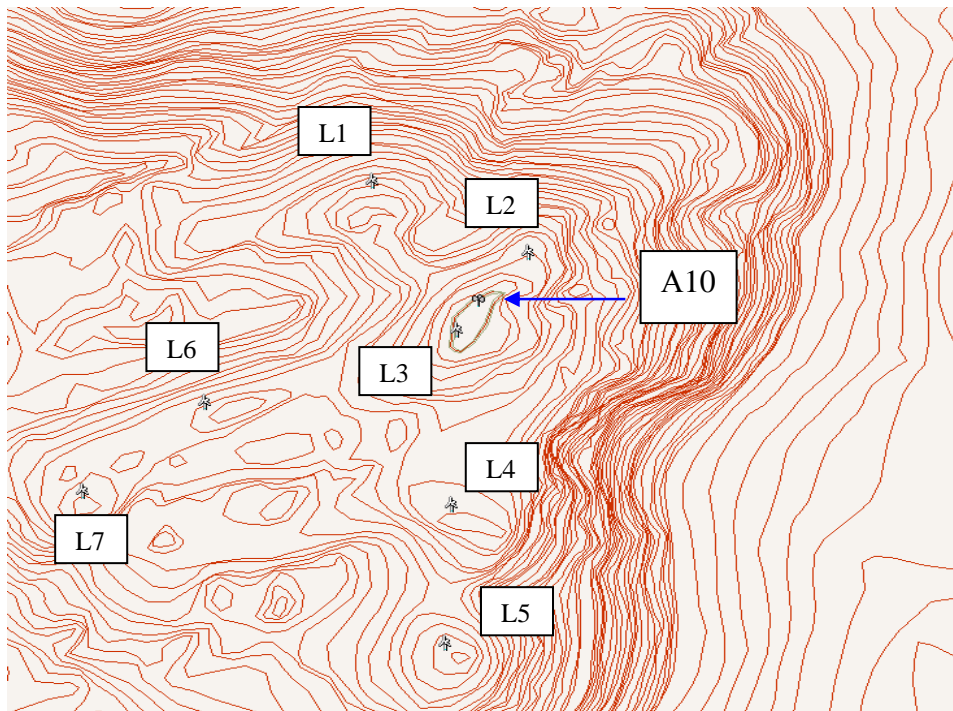
	X	Y	Z <sub>E</sub>	Z <sub>Θ</sub>
L1	587543	3901971	55	1169
L2	587774	3901839	55	1184
L3	587668	3901694	55	1196
L4	587660	3901368	55	1172
L5	587651	3901109	55	1161
L6	587294	3901558	55	1165
L7	587112	3901392	55	1172
A10	587702	3901750	10	1168

**Πίνακας 2.1 Συντεταγμένες των 7 ανεμογεννητριών και του ανεμογράφου**

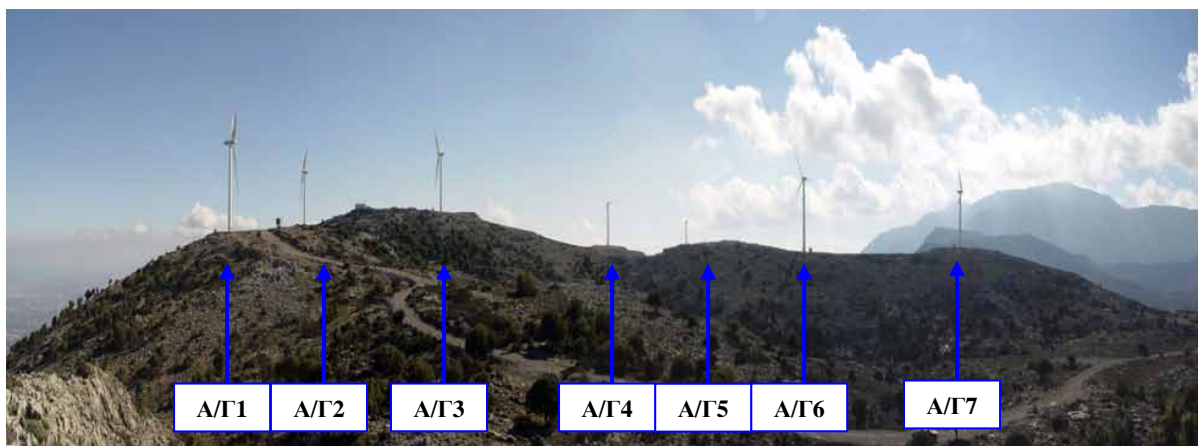
Αναλυτικά απεικονίζονται με:

- Με **L** (1 έως 7) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **A10** συμβολίζεται ο δεκάμετρος ανεμολογικός ιστός.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.
- Με **Z<sub>Θ</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια της θάλασσας.

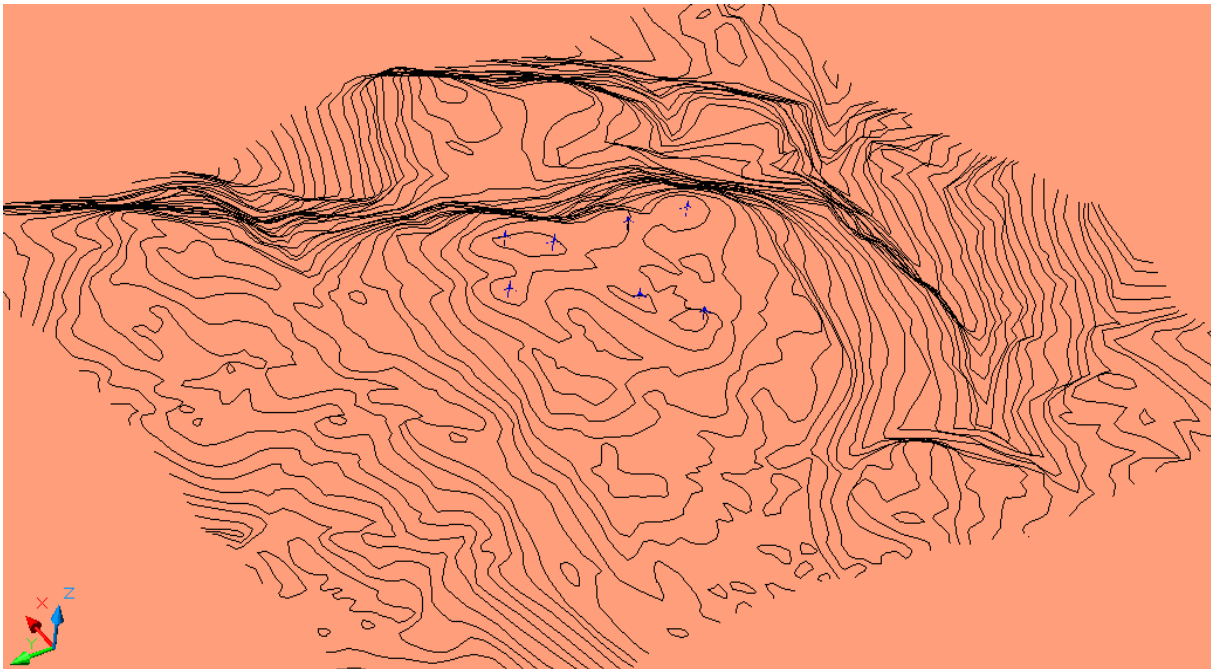
Οι θέσεις των ανεμογεννητριών, καθώς επίσης και η θέση του μετεωρολογικού ιστού (στα 10 μέτρα) απεικονίζονται στο σχέδιο 2.1



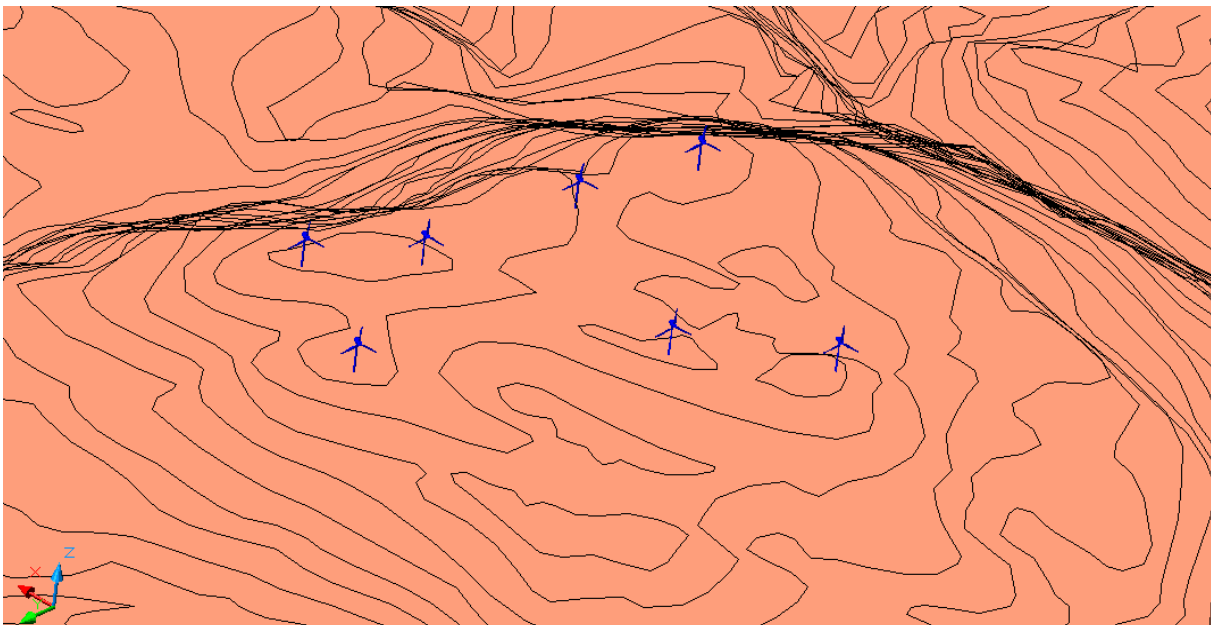
**Σχέδιο 2.1 Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Βοσκερό όπως αυτή προκύπτει από σχετική μελέτη**



**Εικόνα 2.4 Οι υφιστάμενες Α/Γ εσωτερικά του Αιολικού Πάρκου**



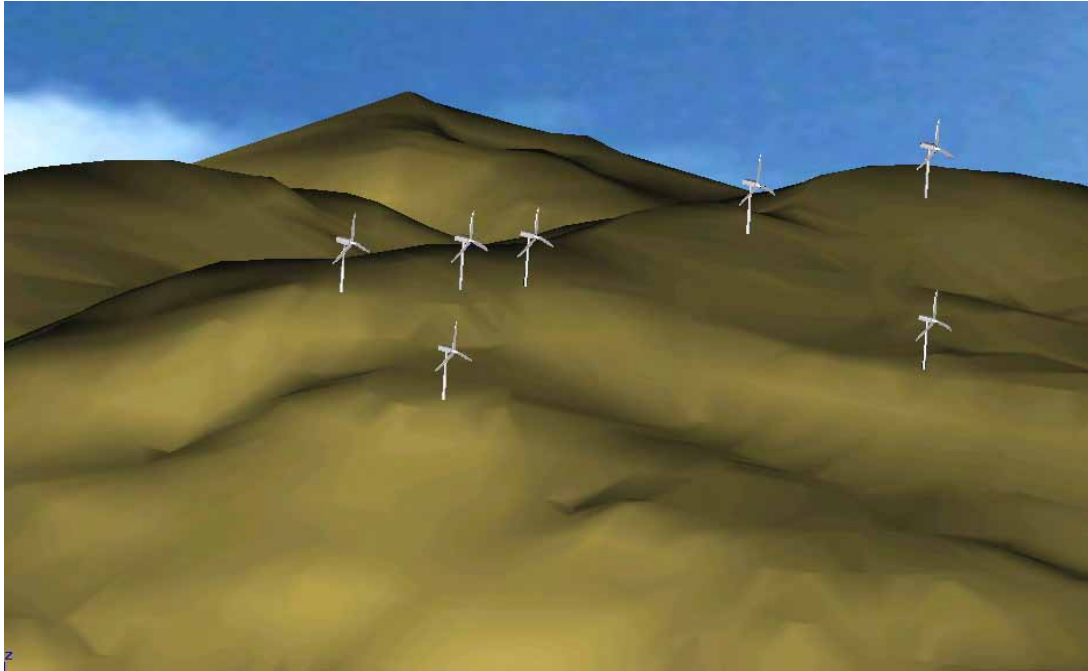
**Σχέδιο 2.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Βοσκερό όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



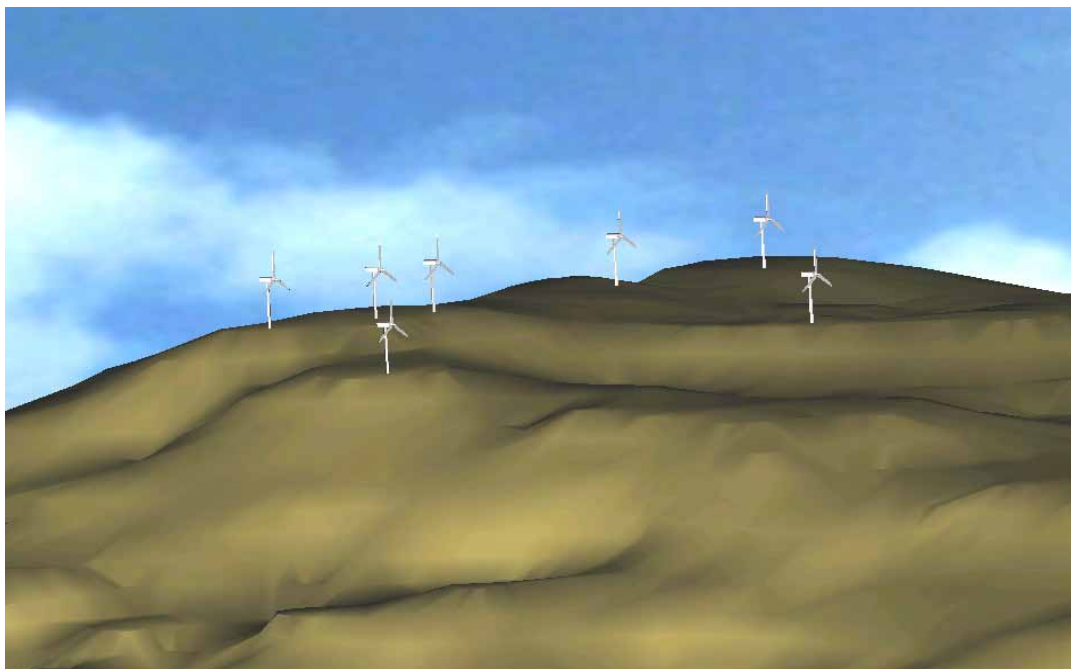
**Σχέδιο 2.3** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Βοσκερό όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



## 2.2 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 2.5 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 2.6 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



2.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΟΣΚΕΡΟ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΡΟΥΣΩΝΑ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00229</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>14/10/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.229/οικ. 17994</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01489</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>243</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS V52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>7</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>52</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>26,2/19,2</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>51</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>49</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Μ/Σ)</b>	<b>50</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (Μ/Σ)</b>	<b>25</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΕΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Μ/Σ)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>850</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>5,95</b>

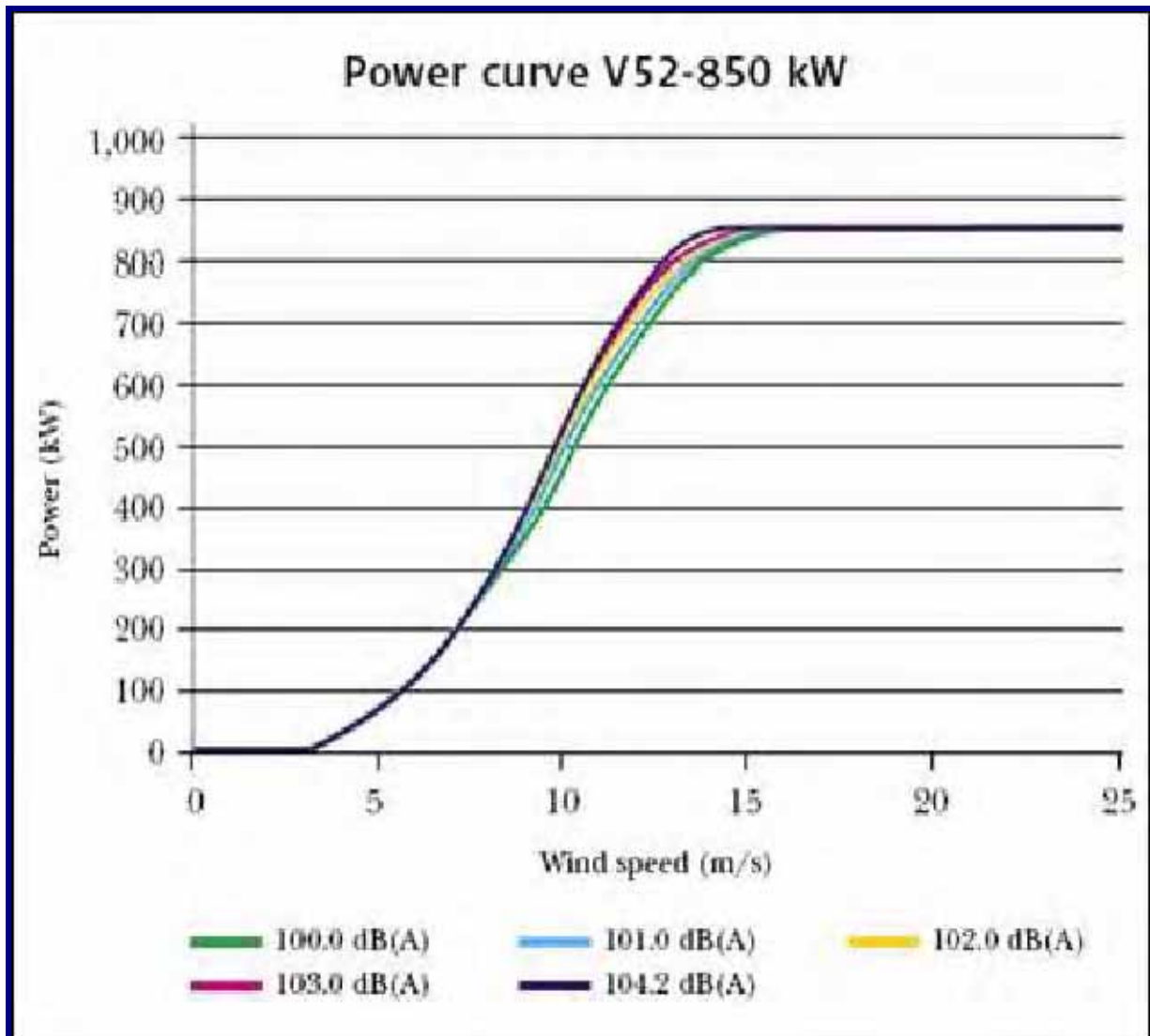
Πίνακας 2.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στη περιοχή Βοσκερό είναι V 52 ισχύος 850 kW της εταιρείας Vestas.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 2.1** Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ



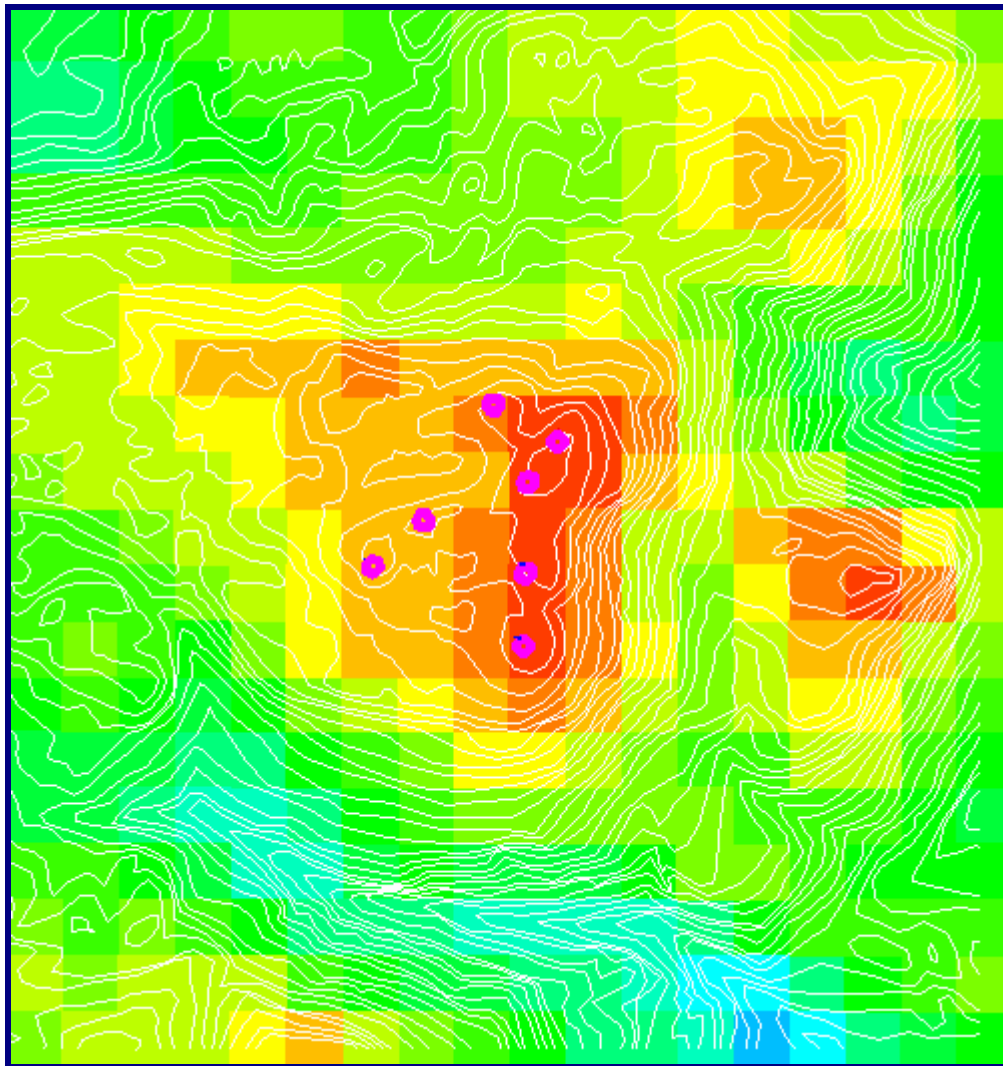
**Εικόνα 2.7** *Ανεμογεννήτρια VESTAS*  
Πηγή: [www.ascog.org](http://www.ascog.org)



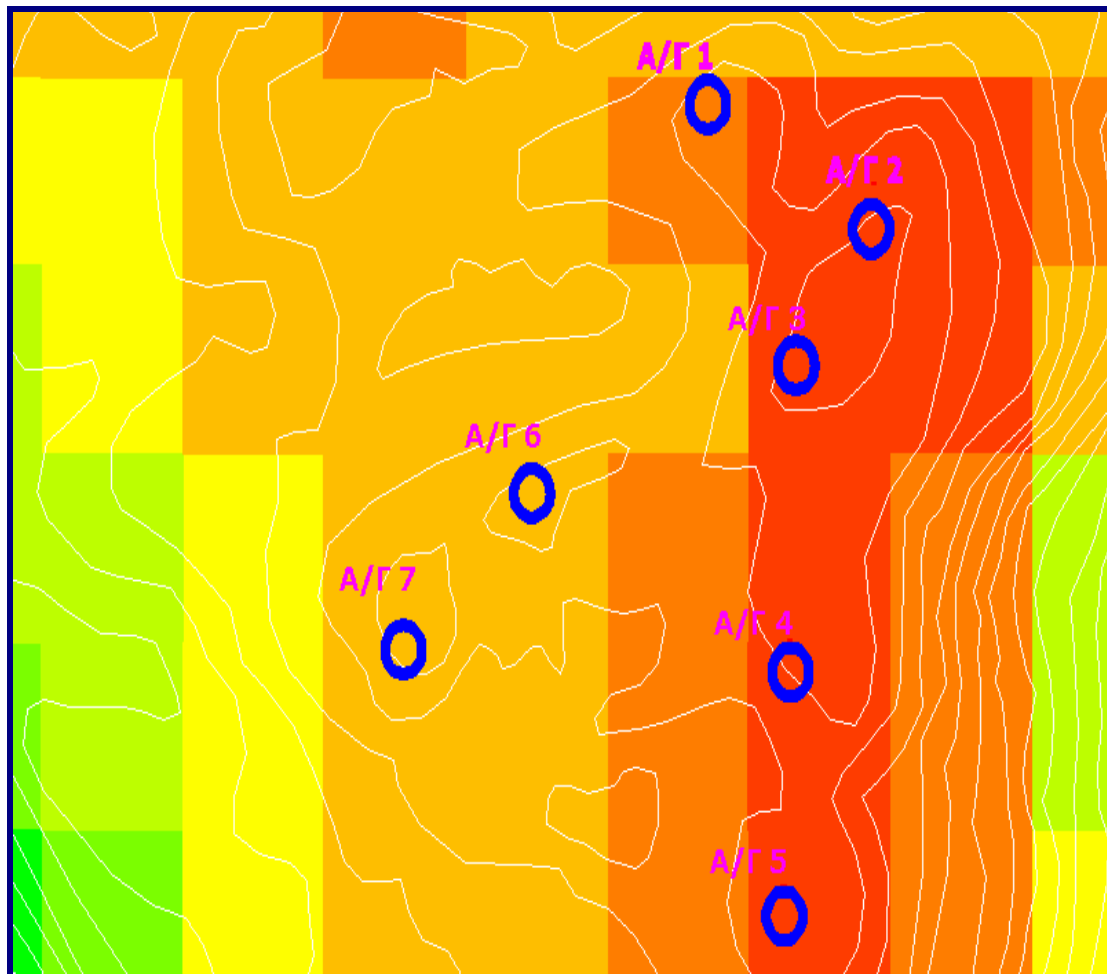
## 2.4 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 2.8 και 2.9 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή Βοσκορό στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 7 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 2.10 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

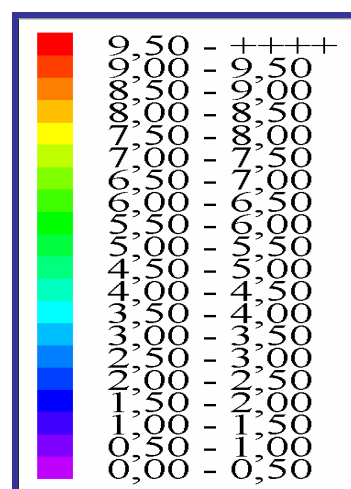
Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι αρκετά υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 8 m/sec έως 9,5 m/sec.



Εικόνα 2.8 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή



Εικόνα 2.9 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στο Αιολικό Πάρκο



Εικόνα 2.10 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)



## 2.5 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΣΚΕΡΟΥ

Στον πίνακα 2.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 7 Α/Γ από 17 Δεκεμβρίου του 2004 έως 19 Ιανουαρίου του 2005, καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η 7<sup>η</sup> Α/Γ λειτούργησε μόνο 98 ημίωρα (περίπου 2 ημέρες) γι αυτό η μετρούμενη μέση ετήσια ταχύτητα έχει χαμηλή τιμή.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004-2005		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΣΚΕΡΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ		
	από	έως				
				$V_m$ (m/sec)	$V_{mi}$ (m/sec)	
L1	17/12/2004	19/1/2005	6,3	8,7		
L2	15/12/2004	19/1/2005	7,6	9,3		
L3	17/12/2004	19/1/2005	7,4	9,2		
L4	07/1/2005	19/1/2005	6,4	9,3		
L5	15/12/2004	19/1/2005	7,9	9,2		
L6	15/12/2004	19/1/2005	6,8	8,3		
L7	15/1/2005	19/1/2005	4,5	8,2		
			<b><math>V_m</math> μέσο</b>	<b>6,7</b>	<b><math>V_{mi}</math> μέσο</b>	<b>7,9</b>

**Πίνακας 2.3 Μετρούμενες και υπολογισμένες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού**




## 2.6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

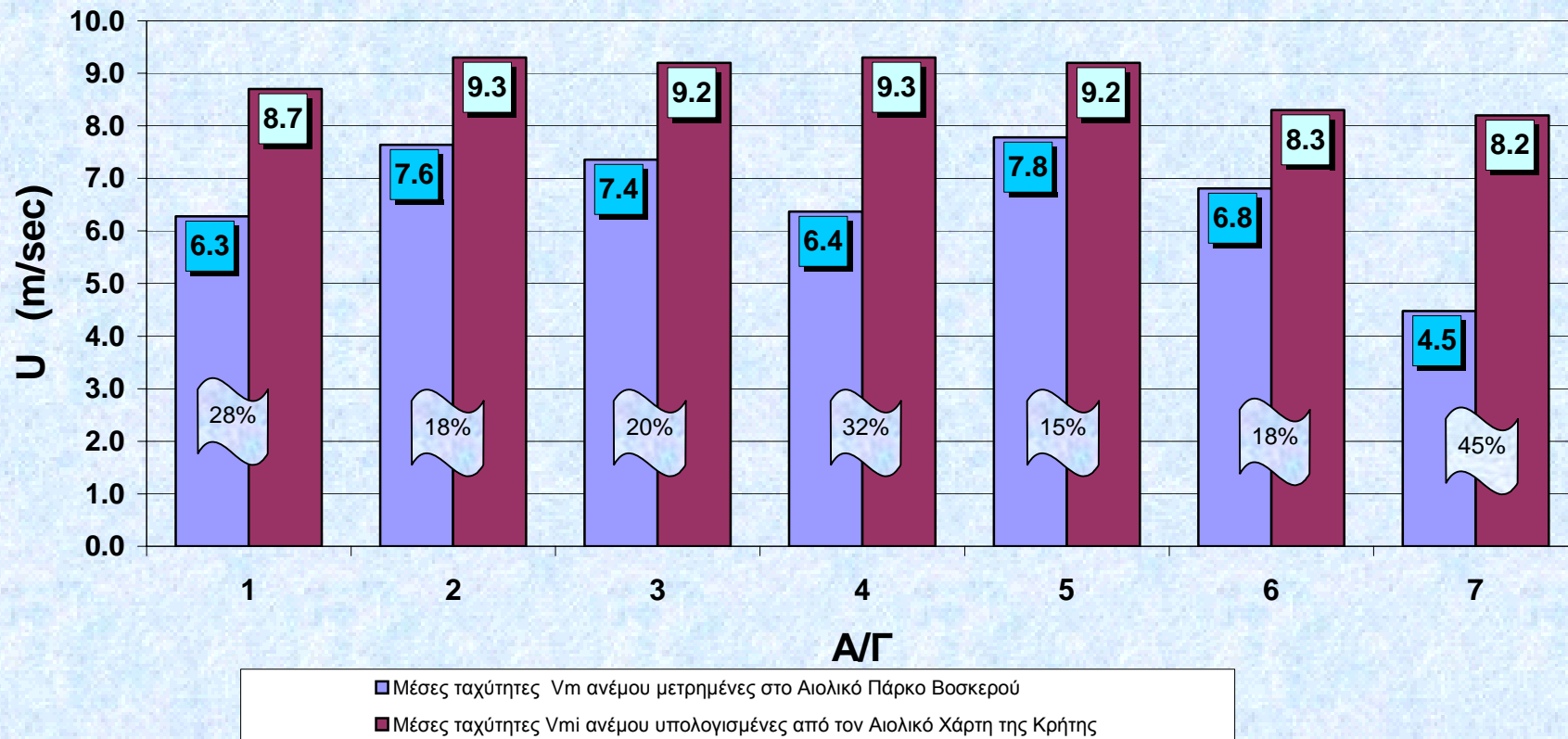
Παρακάτω παρουσιάζονται με **V<sub>m</sub>** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 7 Α/Γ το χρονικό διάστημα από 17 Δεκεμβρίου 2004 έως 19 Ιανουαρίου 2005, με **V<sub>mi</sub>** οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **k<sub>1</sub>** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με **k<sub>2</sub>** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ					
Α/Γ	V <sub>m</sub>	V <sub>mi</sub>	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	(V <sub>mi</sub> - V <sub>m</sub> ) / V <sub>mi</sub> (Απόκλιση)
1	6,3	8,7	0,94	0,98	+28%
2	7,6	9,3	1,14	1,05	+18%
3	7,4	9,2	1,10	1,04	+20%
4	6,4	9,3	0,95	1,05	+32%
5	7,8	9,2	1,17	1,04	+15%
6	6,8	8,3	1,02	0,93	+18%
7	4,5	8,2	0,67	0,92	+45%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>46,7</b>	<b>62,2</b>			
<b>V<sub>μέσο</sub></b>	<b>6,7</b>	<b>8,9</b>			

Πίνακας 2.4 *Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Βοσκερού*

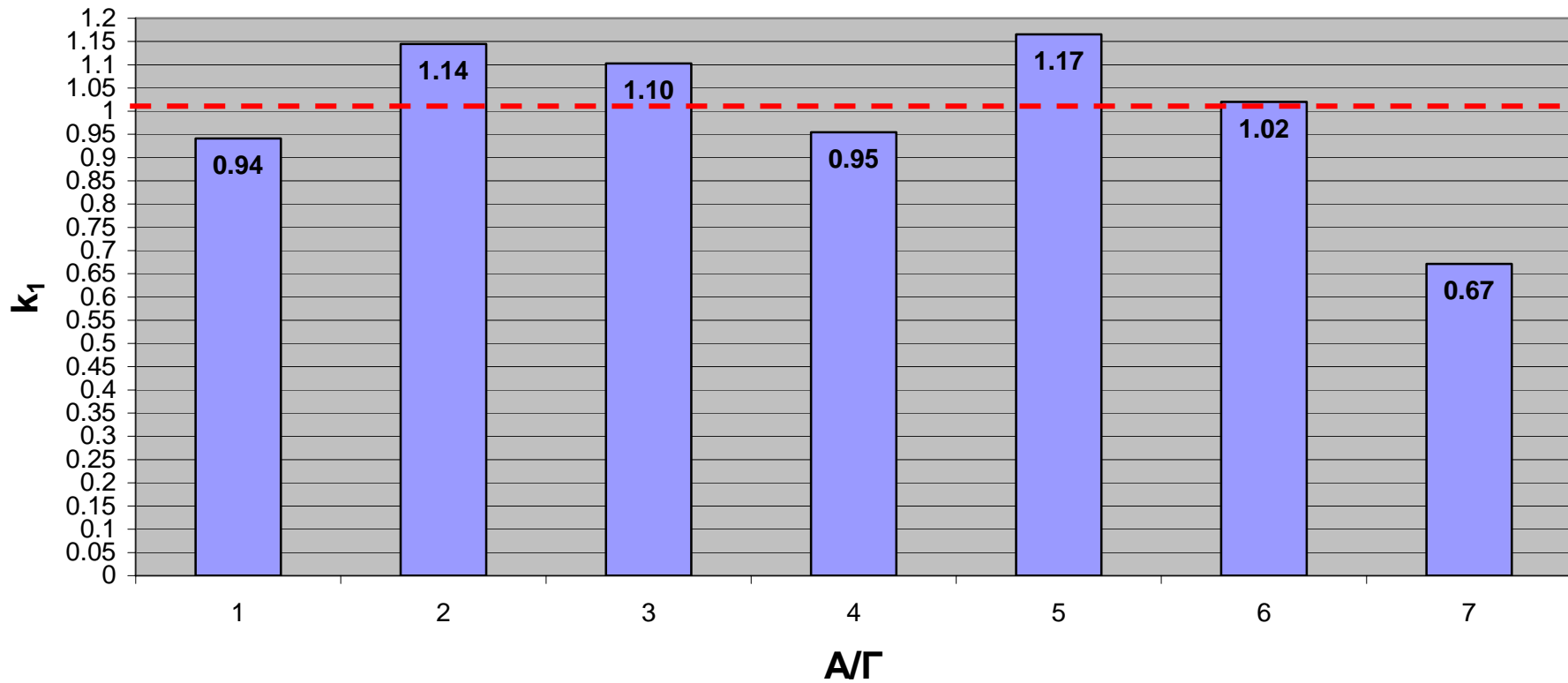
## Ταχύτητες ανέμου στο Βοσκερό (Α/Γ 1-7)

  $(V_{mi}-V_m)/V_{mi}$   
(Απόκλιση)



**Διάγραμμα 2.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από τον "Αιολικό Χάρτη"**

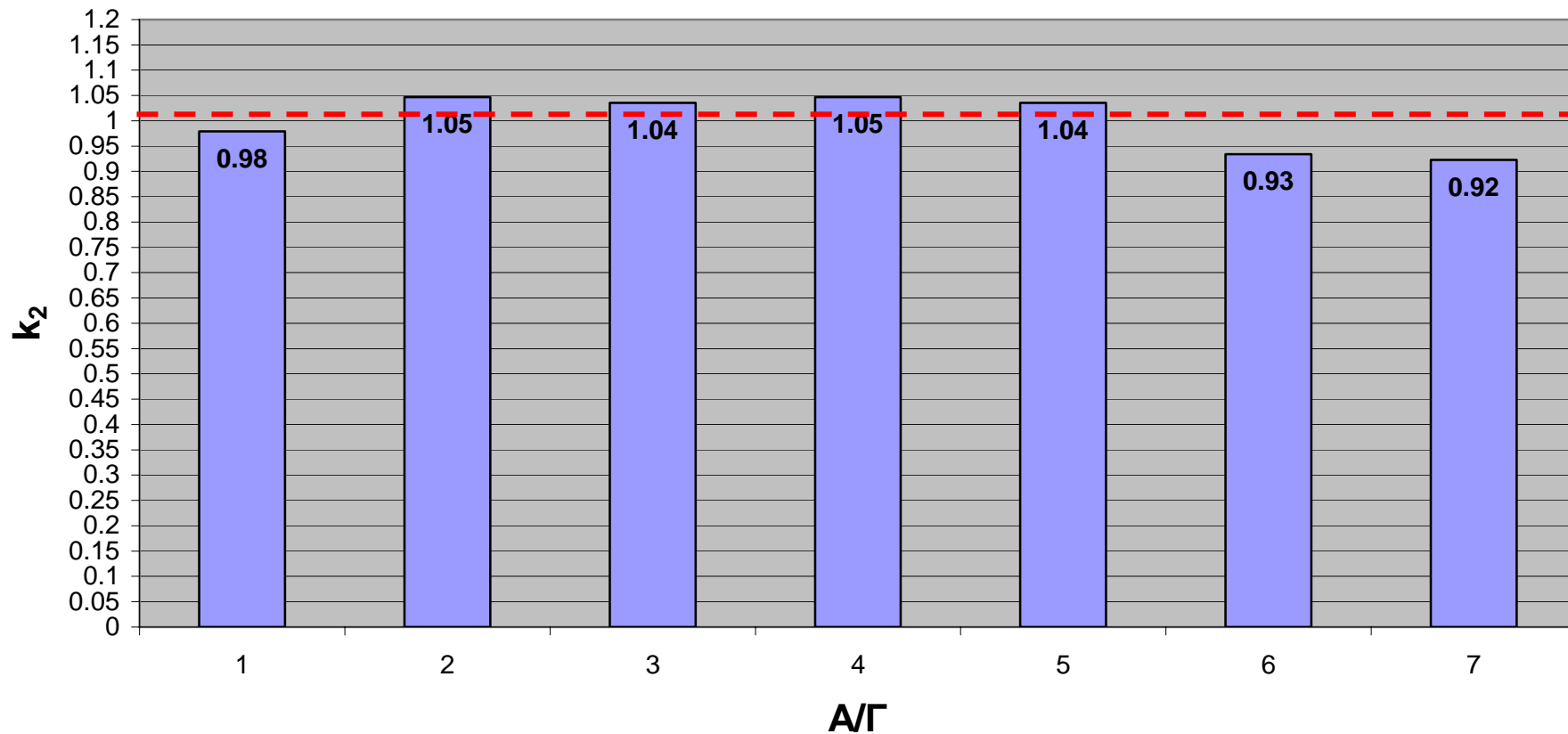
Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες μετρημένες ταχύτητες Α/Γ στη περιοχή Βοσκερό



Διάγραμμα 2.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου



Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για την περιοχή του Βοσκορού



Διάγραμμα 2.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου A/G ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου



## 2.7 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τούς ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα 1 μηνός και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mi}$ ).

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3

Το διάγραμμα 2.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο του Βοσκορού ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,..7}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 2.5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,06
L2	+ 0,14
L3	+ 0,10
L4	- 0,05
L5	+ 0,17
L6	+ 0,02
L7	- 0,33

Πίνακας 2.5 Απόκλιση της μετρημένης μέσης ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της





## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4

Το διάγραμμα 2.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{mi_{1,2,3,...7}} / V_{mi \text{ μέσο}}$ .

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 2.6

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,02
L2	+ 0,05
L3	+ 0,04
L4	+ 0,05
L5	+ 0,04
L6	- 0,07
L7	- 0,08

Πίνακας 2.6 **Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της**

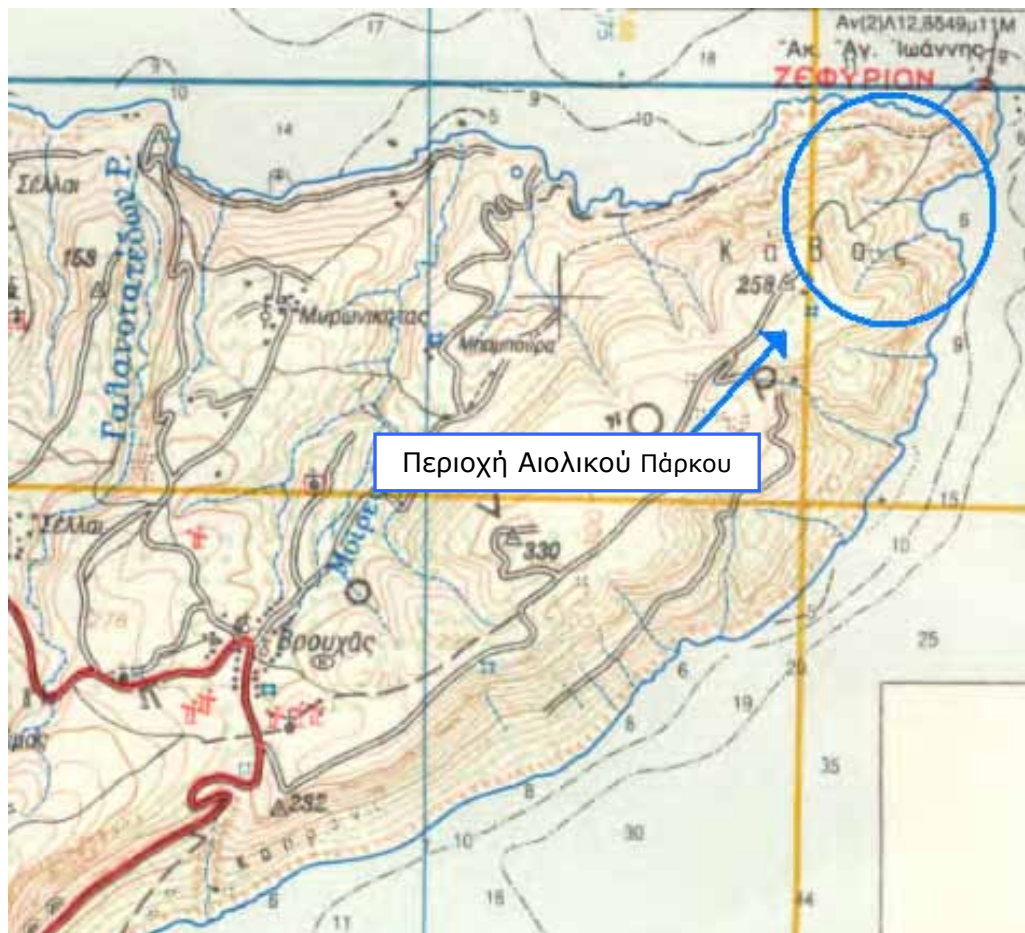
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **3. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΓΙΑΝΝΗ ΒΡΟΥΧΑ ΣΗΤΕΙΑΣ**

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Αγίου Ιωάννη δημοτικό διαμέρισμα Βρουχά του Δήμου Αγίου Νικολάου του νομού Λασιθίου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 9 ανεμογεννήτριες VESTAS 52 και η συνολική του ισχύς είναι 7,65 MW.

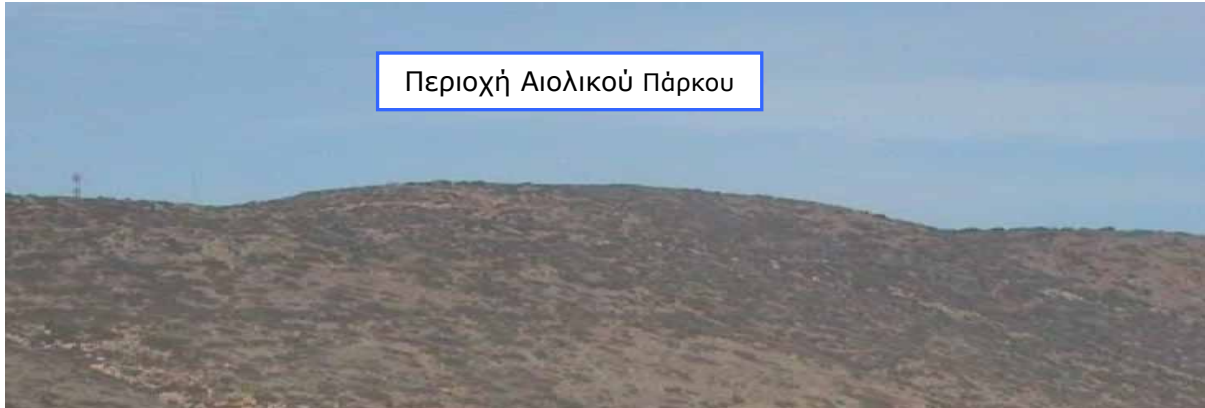
Στον χάρτη κλίμακας 1:50.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 3.1)



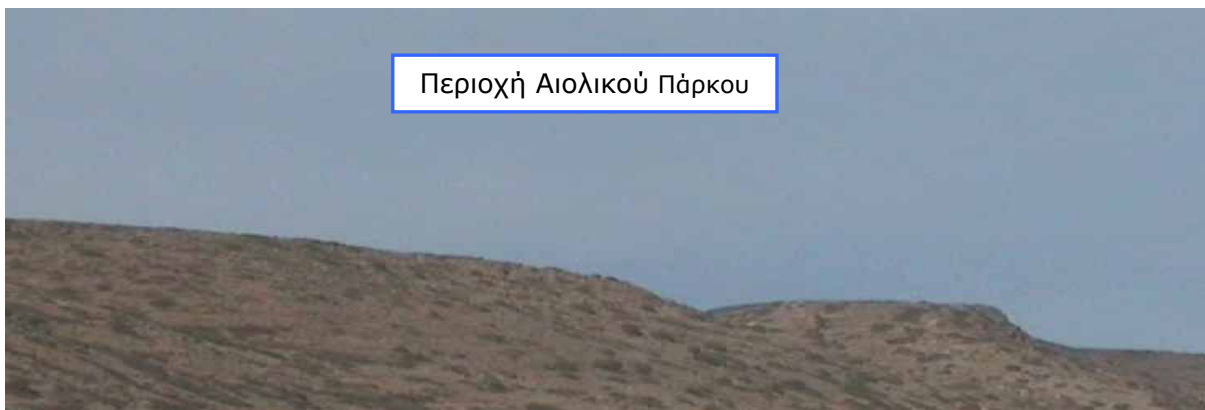
**Χάρτης 3.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:50.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**



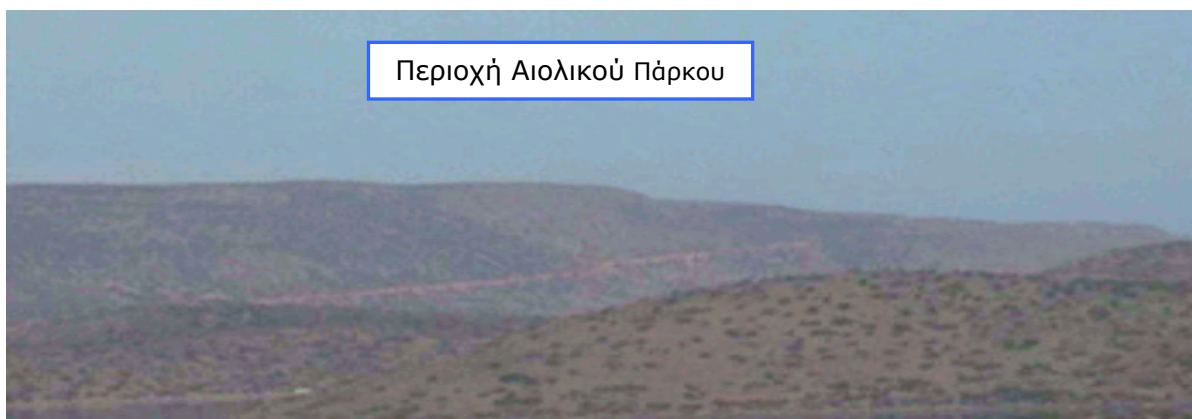
## Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



Εικόνα 3.1 Η άποψη της περιοχής του Αιολικού Πάρκου



Εικόνα 3.2 Η άποψη της περιοχής του Αιολικού Πάρκου



Εικόνα 3.3 Η άποψη της περιοχής του Αιολικού Πάρκου



Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 9 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 3.1 που ακολουθεί

	X	Y	Z <sub>E</sub>
L1	659023	3910249	55
L2	659338	3910268	55
L3	659382	3910379	55
L4	659437	3910486	55
L5	659498	3910586	55
L6	659249	3910649	55
L7	659725	3910851	55
L8	659832	3910989	55
L9	659792	3911104	55

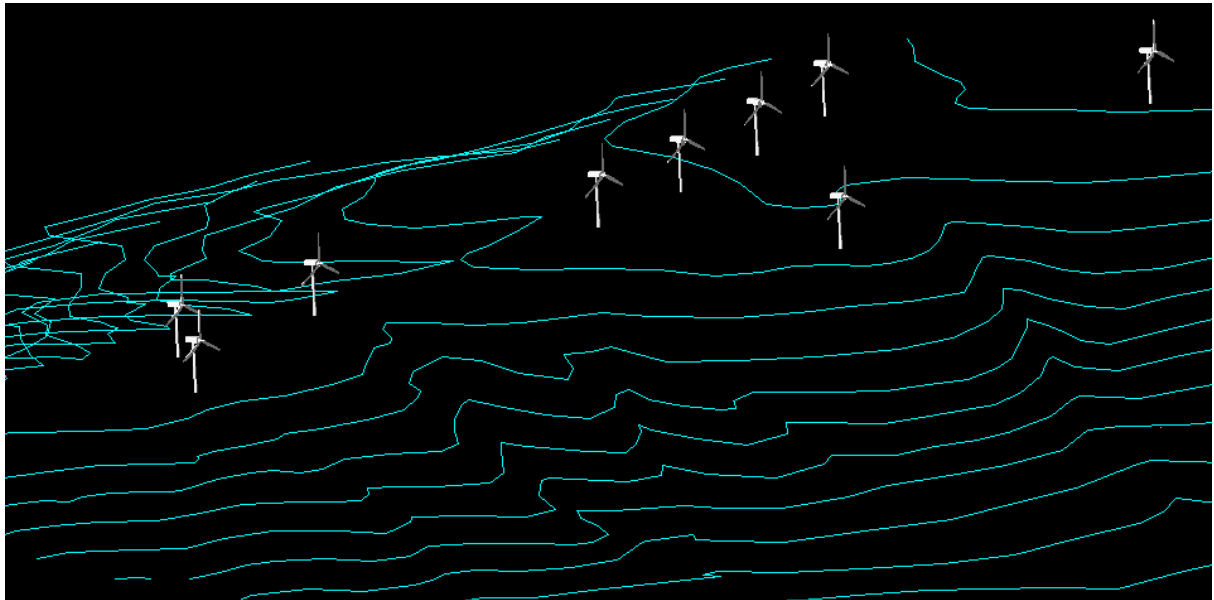
**Πίνακας 3.1 Συντεταγμένες των 9 ανεμογεννητριών**

Αναλυτικά απεικονίζονται με :

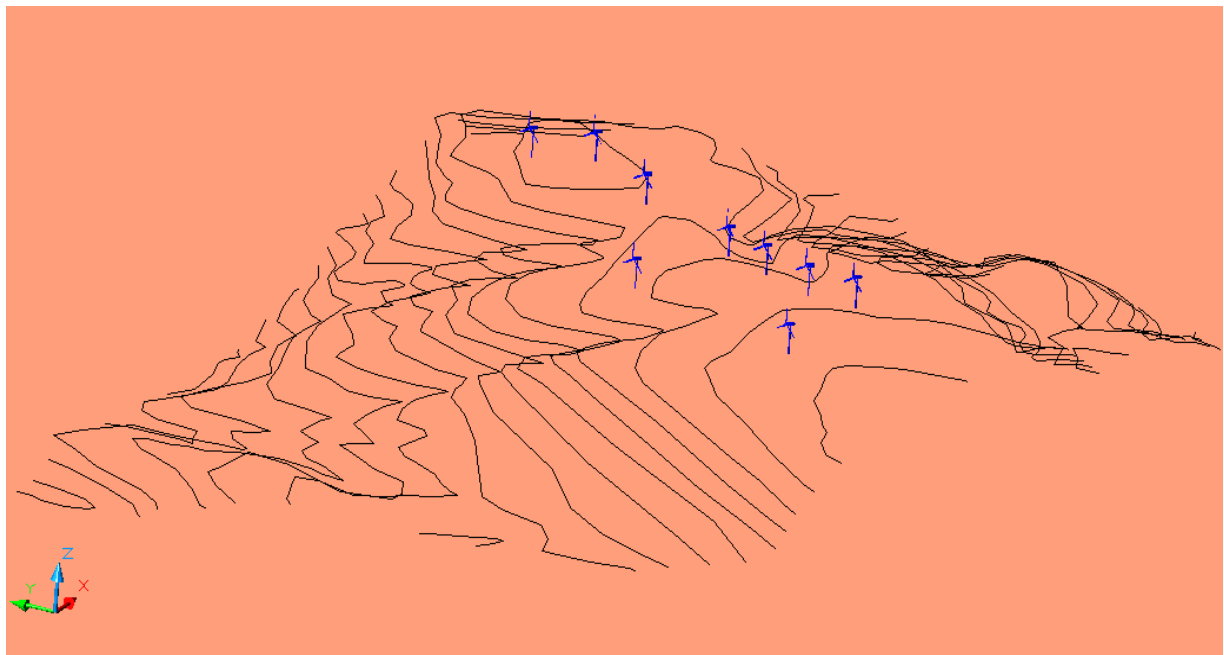
- Με **L** (1 έως 9) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.



Η εγκατάσταση των 9 ανεμογεννητριών στην περιοχή Αγίου Ιωάννη Βρουχά απεικονίζονται στα σχέδια 3.1 και 3.2



**Σχήμα 3.1** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Αγίου Ιωάννη Βρουχά όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



**Σχήμα 3.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Αγίου Ιωάννη Βρουχά όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



## 3.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 3.4** Οι υφιστάμενες Α/Γ εσωτερικά του Αιολικού Πάρκου

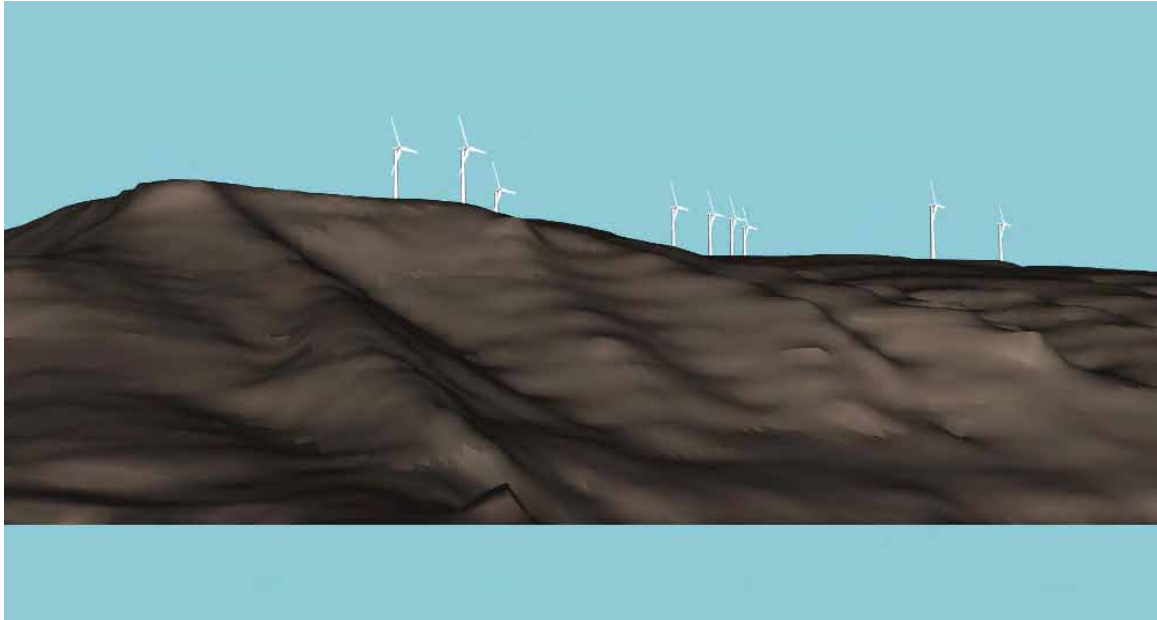


**Εικόνα 3.5** Οι υφιστάμενες Α/Γ εσωτερικά του Αιολικού Πάρκου

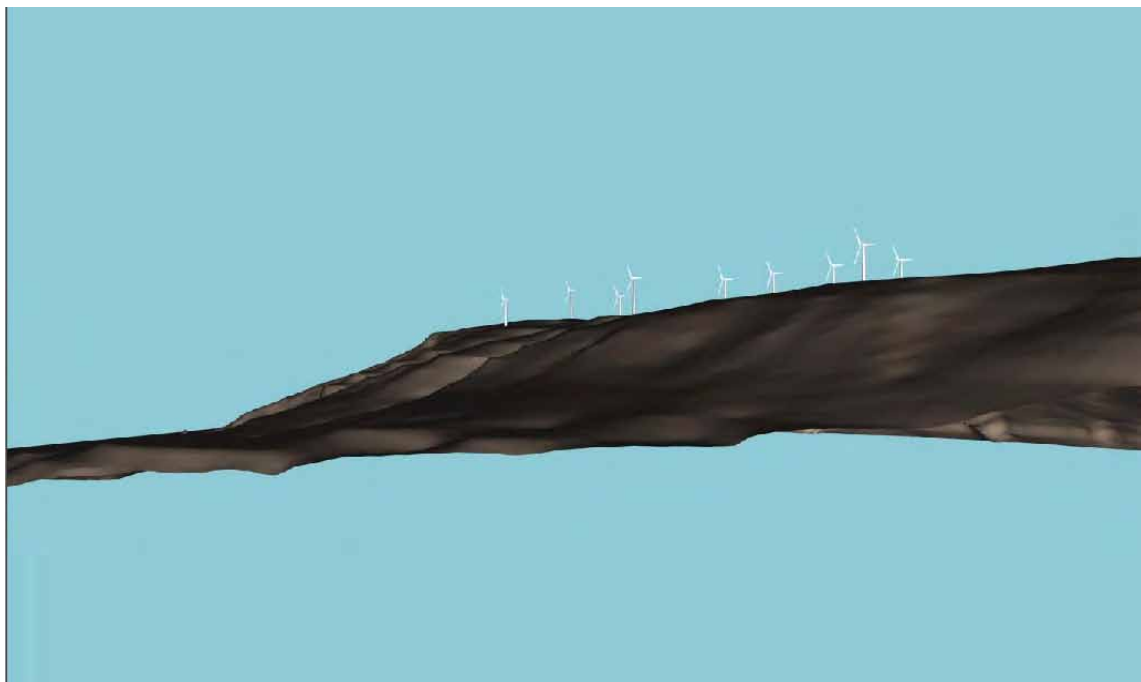




### 3.3 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 3.6 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 3.7 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**

3.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

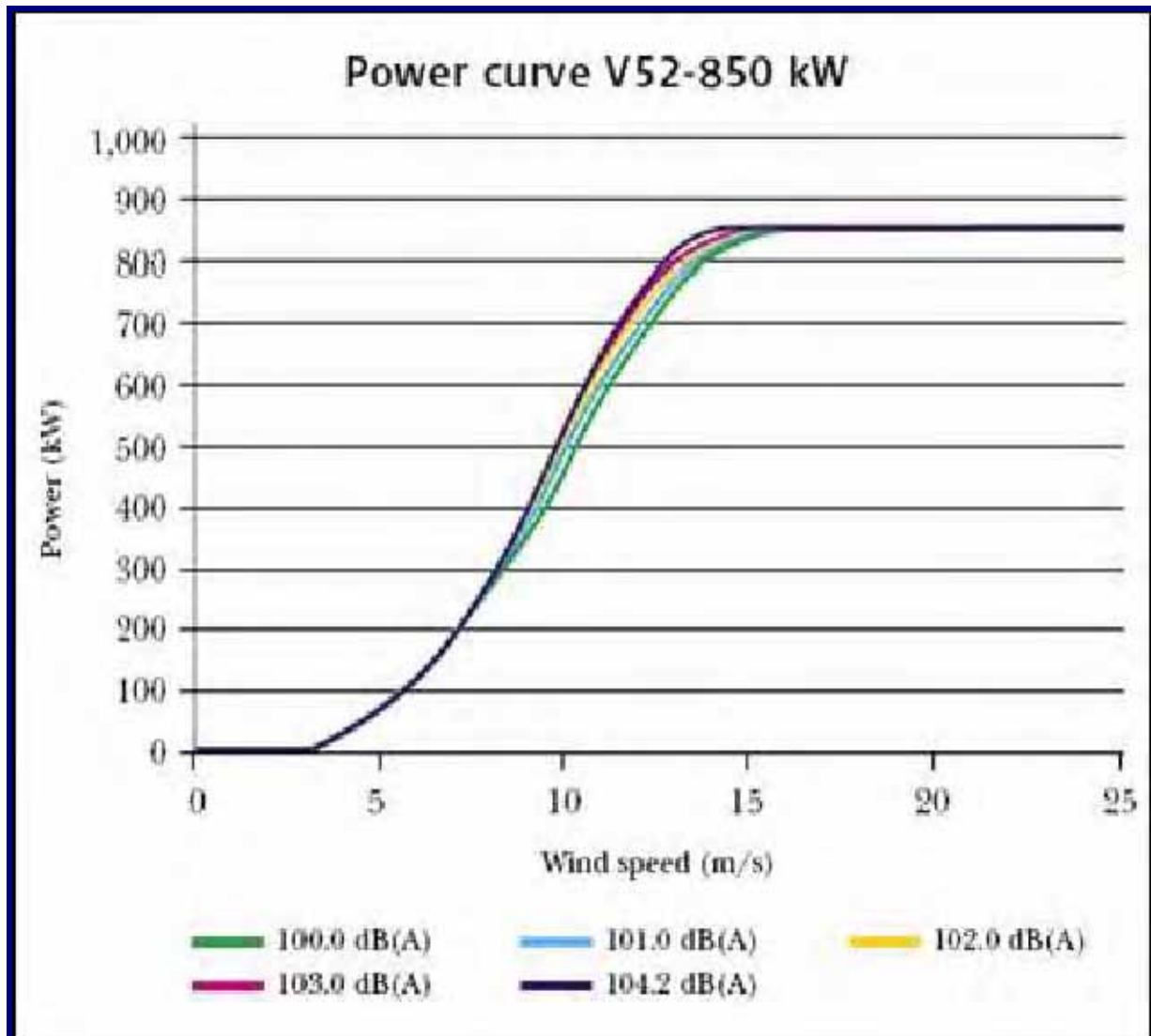
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ/ΒΡΟΥΧΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00165</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>22/10/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.142Α/3023</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00372</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>224</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS V52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>9</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>52</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>25</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>55</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>49</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Μ/Σ)</b>	<b>30</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (Μ/Σ)</b>	<b>25</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΕΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Μ/Σ)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>850</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>7,65</b>

Πίνακας 3.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Αγίου Ιωάννη Βρουχά είναι V52 ισχύος 850 kW της εταιρείας Vestas.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 3.1** Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ



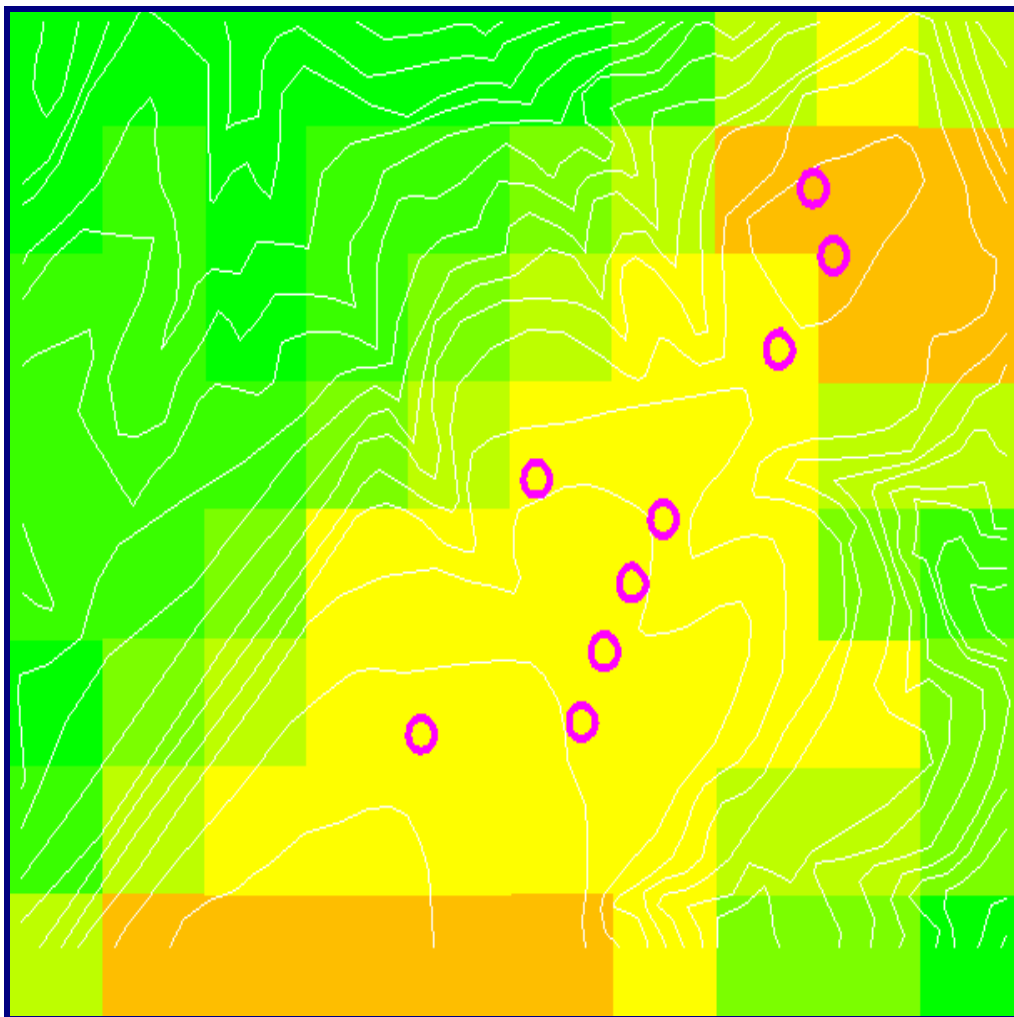
**Εικόνα 3.8** *Ανεμογεννήτρια VESTAS*  
Πηγή: [www.vrmedialab.dk](http://www.vrmedialab.dk)



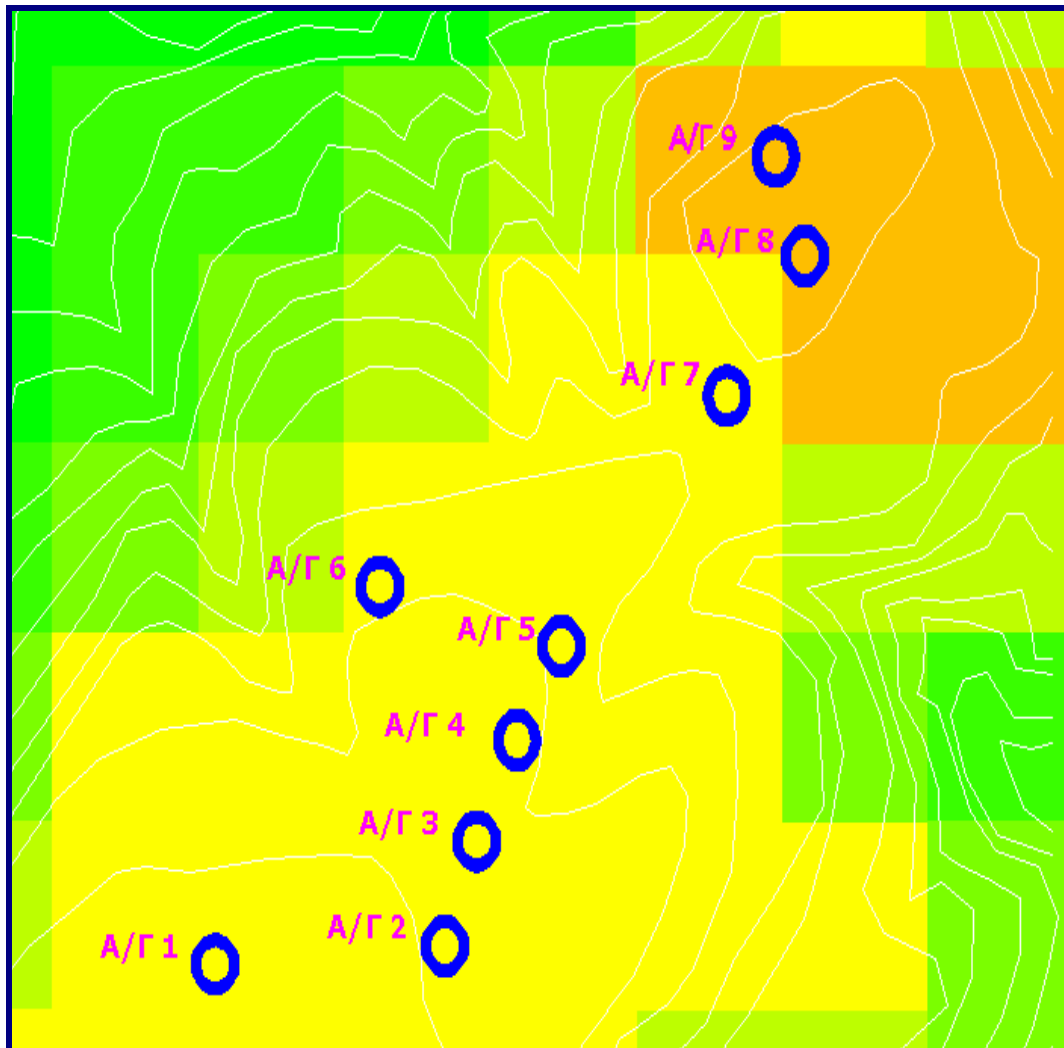
### 3.5 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 3.9 και 3.10 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή Αγίου Ιωάννη Βρουχά στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 9 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 3.11 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

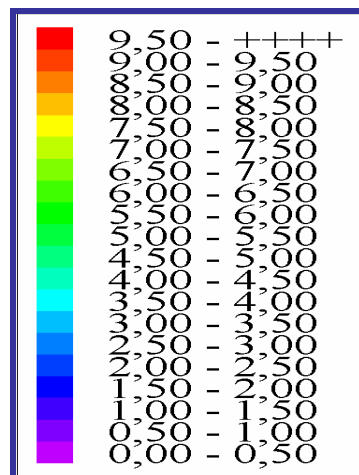
Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι σχετικά υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 7,5 m/sec έως 8,5 m/sec.



Εικόνα 3.9 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή



Εικόνα 3.10 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στο Αιολικό Πάρκο



Εικόνα 3.11 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)





### 3.6 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΒΡΟΥΧΑ

Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 9 Α/Γ από Μάρτιο έως Δεκέμβριο του 2004 καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΒΡΟΥΧΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ		
	από	έως				
				$V_m$ (m/sec)	$V_{mi}$ (m/sec)	
L1	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,2	7,7		
L2	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,6	7,7		
L3	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,8	7,8		
L4	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,7	7,8		
L5	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,0	7,8		
L6	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,4	7,6		
L7	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,1	7,9		
L8	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,2	8,2		
L9	ΜΑΡΤΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,8	8,3		
			<b><math>V_m</math> μέσο</b>	<b>8,7</b>	<b><math>V_{mi}</math> μέσο</b>	<b>7,9</b>

**Πίνακας 3.3 Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Αγίου Ιωάννη Βρούχα**



### 3.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Παρακάτω παρουσιάζονται με **V<sub>m</sub>** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 9 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Μάρτιο έως Δεκέμβριο του 2004, με **V<sub>mi</sub>** οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **k<sub>1</sub>** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με **k<sub>2</sub>** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

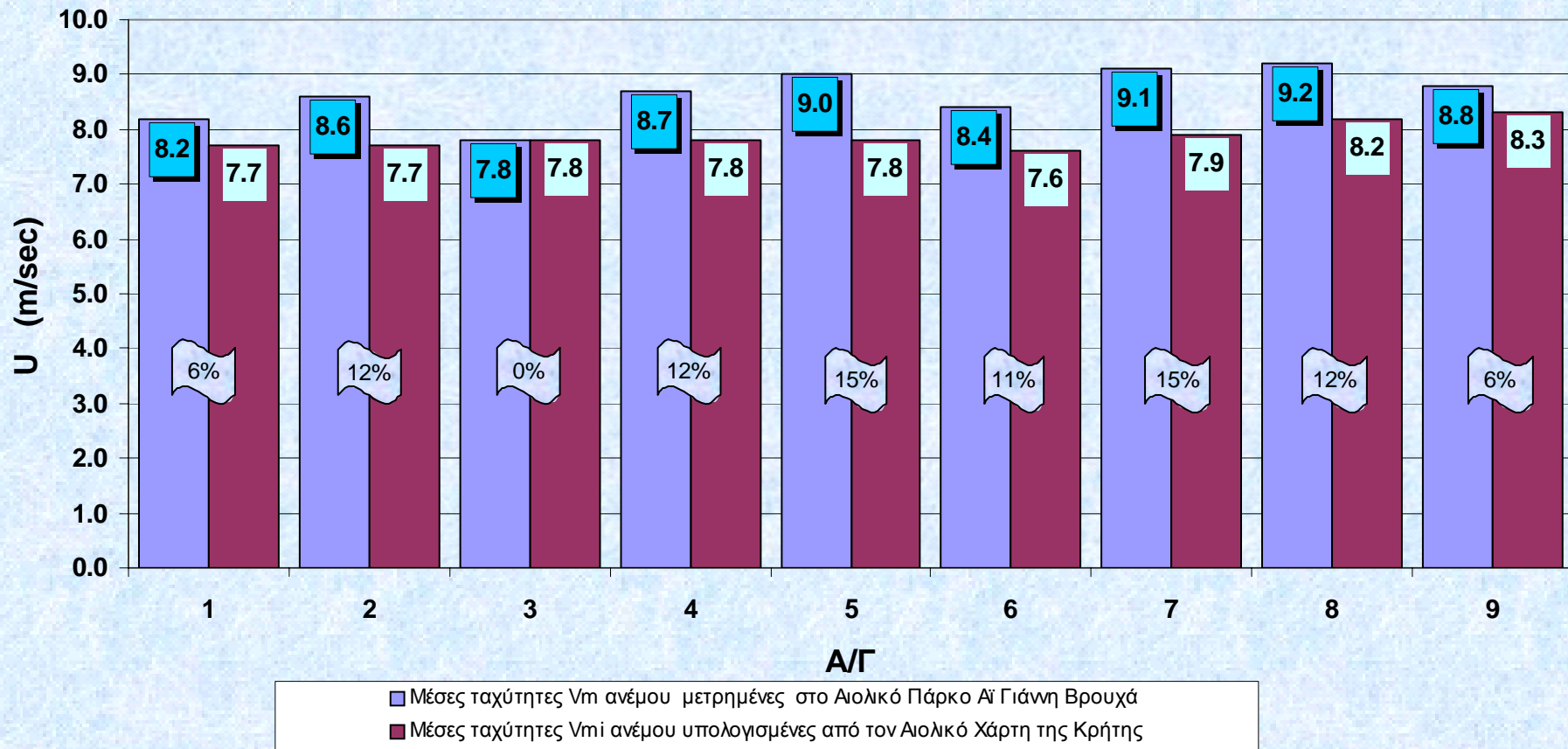
ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ					
Α/Γ	V <sub>m</sub>	V <sub>mi</sub>	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	(V <sub>mi</sub> - V <sub>m</sub> ) / V <sub>mi</sub> (Απόκλιση)
1	8,2	7,7	0,95	0,98	-6%
2	8,6	7,7	1,00	0,98	-12%
3	7,8	7,8	0,90	0,99	0%
4	8,7	7,8	1,01	0,99	-12%
5	9,0	7,8	1,04	0,99	-15%
6	8,4	7,6	0,97	0,97	-11%
7	9,1	7,9	1,06	1,00	-15%
8	9,2	8,2	1,07	1,04	-12%
9	8,8	8,3	1,02	1,06	-6%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>69,0</b>	<b>62,5</b>			
<b>V<sub>μέσο</sub></b>	<b>8,6</b>	<b>7,9</b>			

Πίνακας 3.4 *Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Αγίου Ιωάννη Βρουχά*



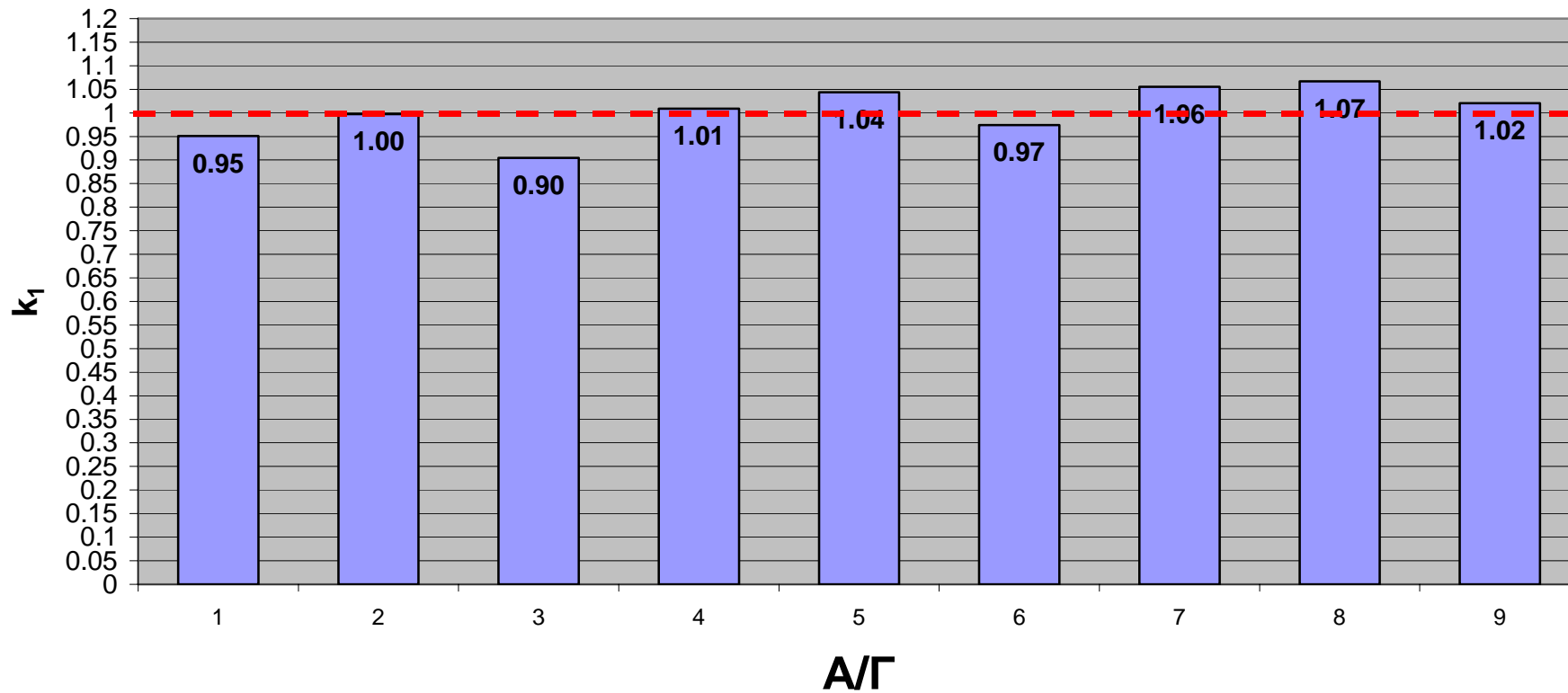
## Ταχύτητες ανέμου στον Αϊ Γιάννη Βρουχά (Α/Γ 1-9)

( $V_{mi}$ - $V_{ετησ\ m}$ )/ $V_{mi}$   
(Απόκλιση)



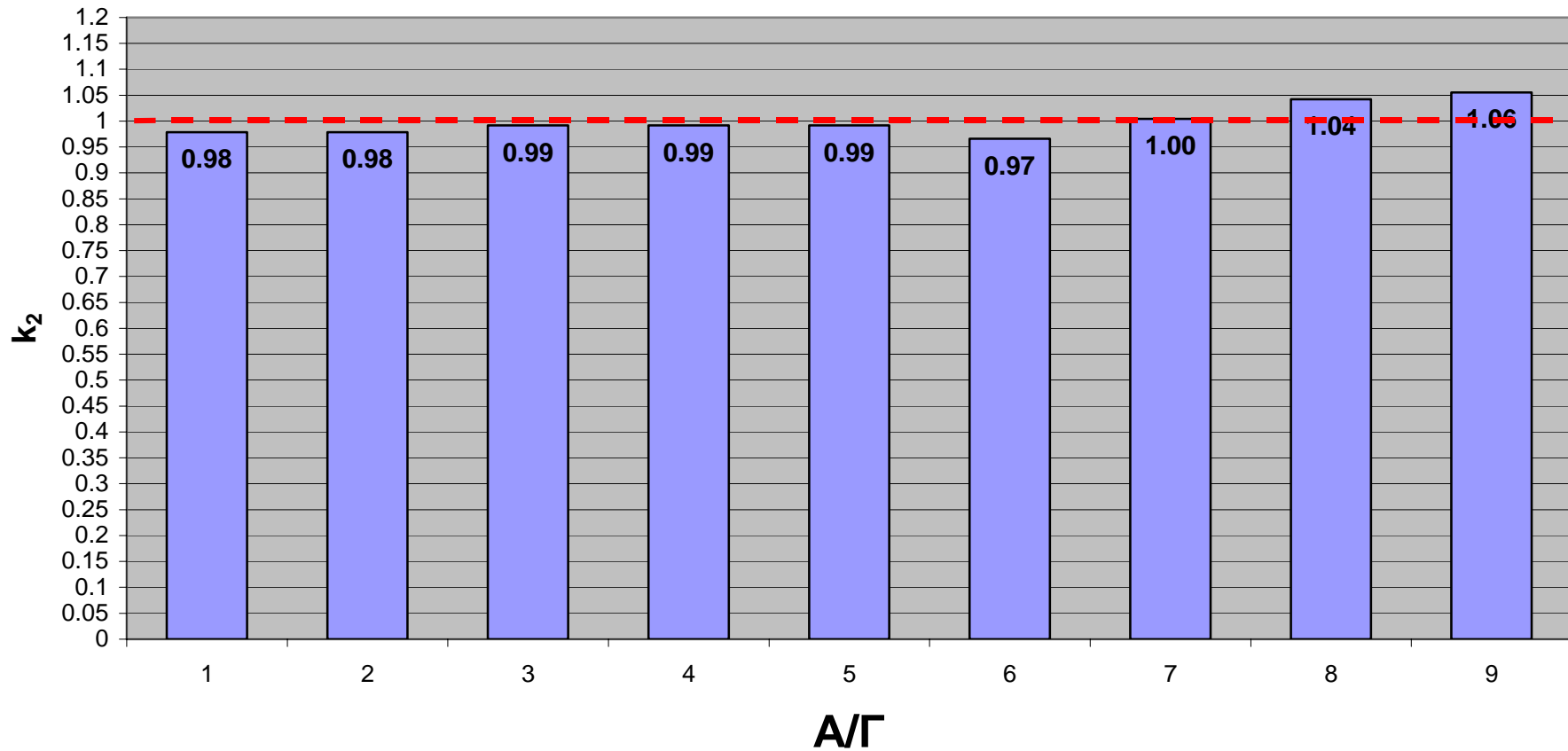
Διάγραμμα 3.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από τον "Αιολικό Χάρτη"

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες μετρημένες ταχύτητες A/Γ στη περιοχή Αϊ Γιάννη Βρουχά



Διάγραμμα 3.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου A/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης  
μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για τη περιοχή του Αϊ Γιάννη Βρουχά



Διάγραμμα 3.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου A/G ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου



### 3.8 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τους ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Μάρτιο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον "Αιολικό Χάρτη" της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mi}$ ).

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3

Το διάγραμμα 3.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο του Αγίου Ιωάννη Βρουχά ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,..,9}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 3.5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,05
L2	0
L3	- 0,1
L4	+ 0,01
L5	+ 0,04
L6	- 0,03
L7	+ 0,06
L8	+ 0,07
L9	+ 0,02

Πίνακας 3.5 Απόκλιση της μετρημένης τιμής ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της





### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4

Το διάγραμμα 3.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{mi_{1,2,3,...9}} / V_{mi \text{ μέσο}}$ .

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 3.6

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
Α/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,02
L2	- 0,02
L3	- 0,01
L4	- 0,01
L5	- 0,01
L6	- 0,03
L7	0
L8	+ 0,04
L9	+ 0,06

Πίνακας 3.6 **Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της**



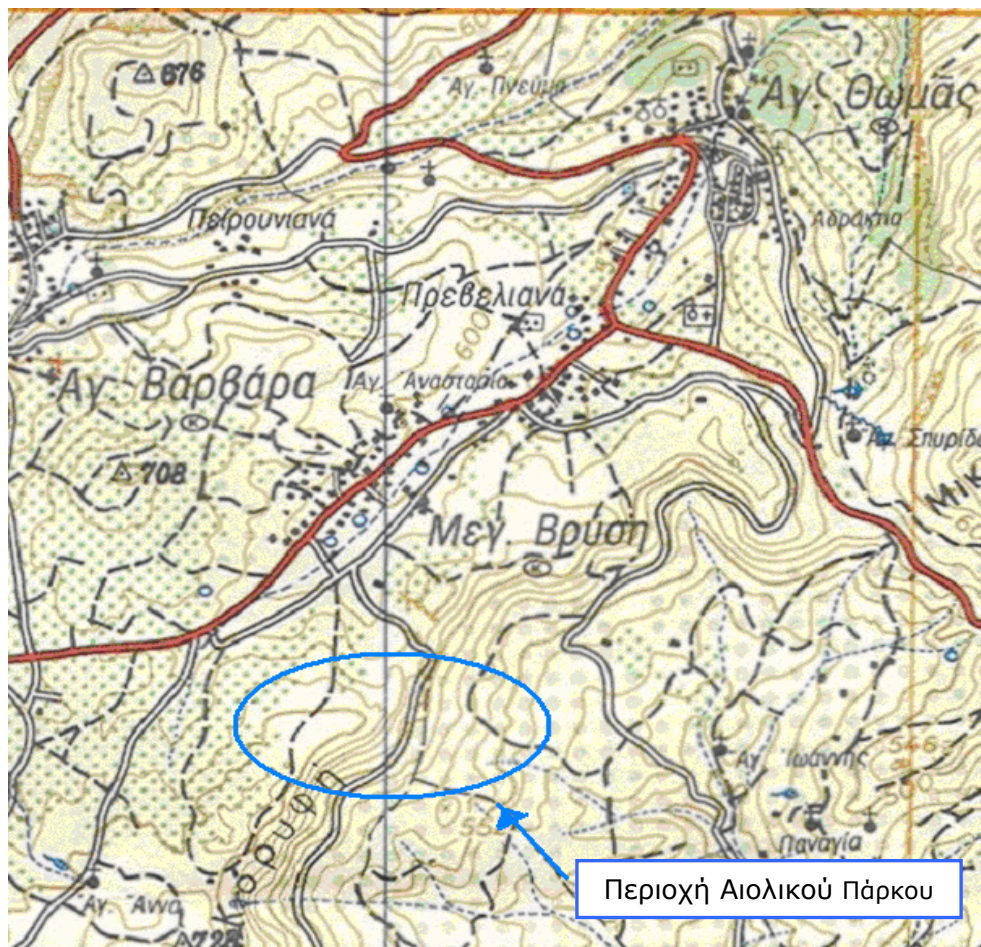
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

#### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «IWECO ΑΕΒΕΕ» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Ντάγα που είναι μεταξύ των οικισμών Μεγάλης Βρύσης και Άνω Μουλιών του Δήμου Αγίας Βαρβάρας του νομού Ηρακλείου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 9 ανεμογεννήτριες Zond 43 και η συνολική του ισχύς είναι 4,95 MW.

Στον χάρτη κλίμακας 1:50.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 4.1)



**Χάρτης 4.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:50.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**





Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 9 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί.

	X	Y	Z <sub>E</sub>
L1	591735	3885441	40,5
L2	591647	3885498	40,5
L3	591962	3885605	40,5
L4	591838	3885914	40,5
L5	591753	3885973	40,5
L6	592260	3886102	40,5
L7	592135	3886113	40,5
L8	592054	3886124	40,5
L9	591974	3886184	40,5

**Πίνακας 4.1 Συντεταγμένες των 9 ανεμογεννητριών**

Αναλυτικά απεικονίζονται με :

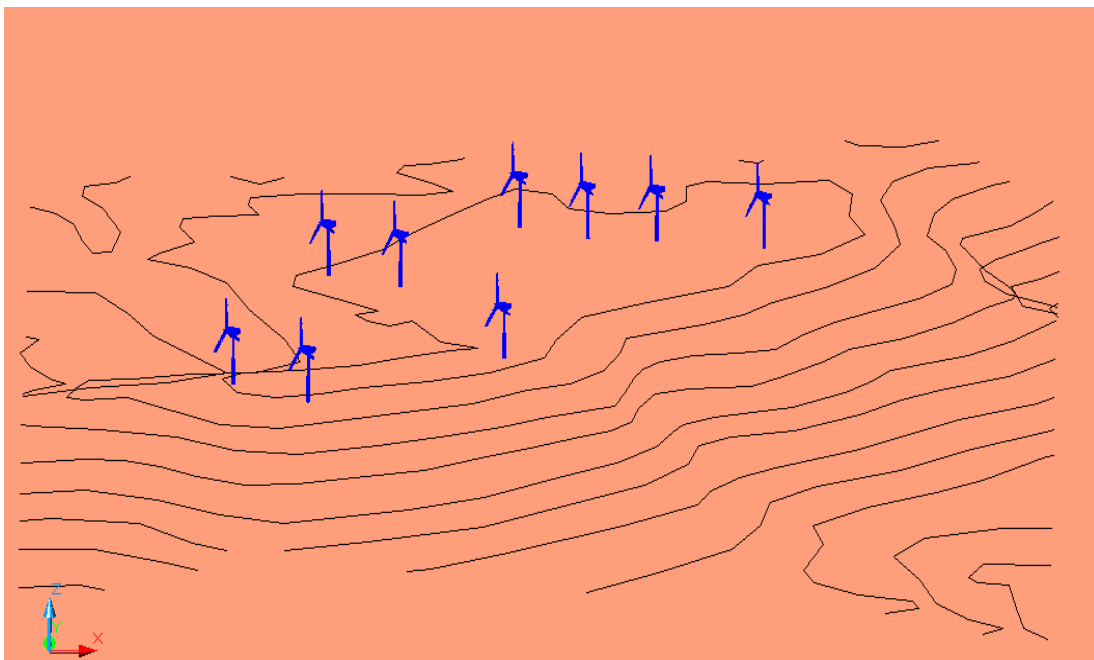
- Με **L** (1 έως 9) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.



Η εγκατάσταση των 9 ανεμογεννητριών στην περιοχή Μεγάλη Βρύση απεικονίζονται στα σχήματα 4.1 και 4.2.



**Σχήμα 4.1** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Μεγάλη Βρύση όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



**Σχήμα 4.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Μεγάλη Βρύση όπως αυτή προκύπτει από το Autocad





## 4.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 4.1** Αιολικό Πάρκο Μεγάλης Βρύσης



**Εικόνα 4.2** Αιολικό Πάρκο Μεγάλης Βρύσης





### 4.3 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 4.3 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 4.4 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**

4.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

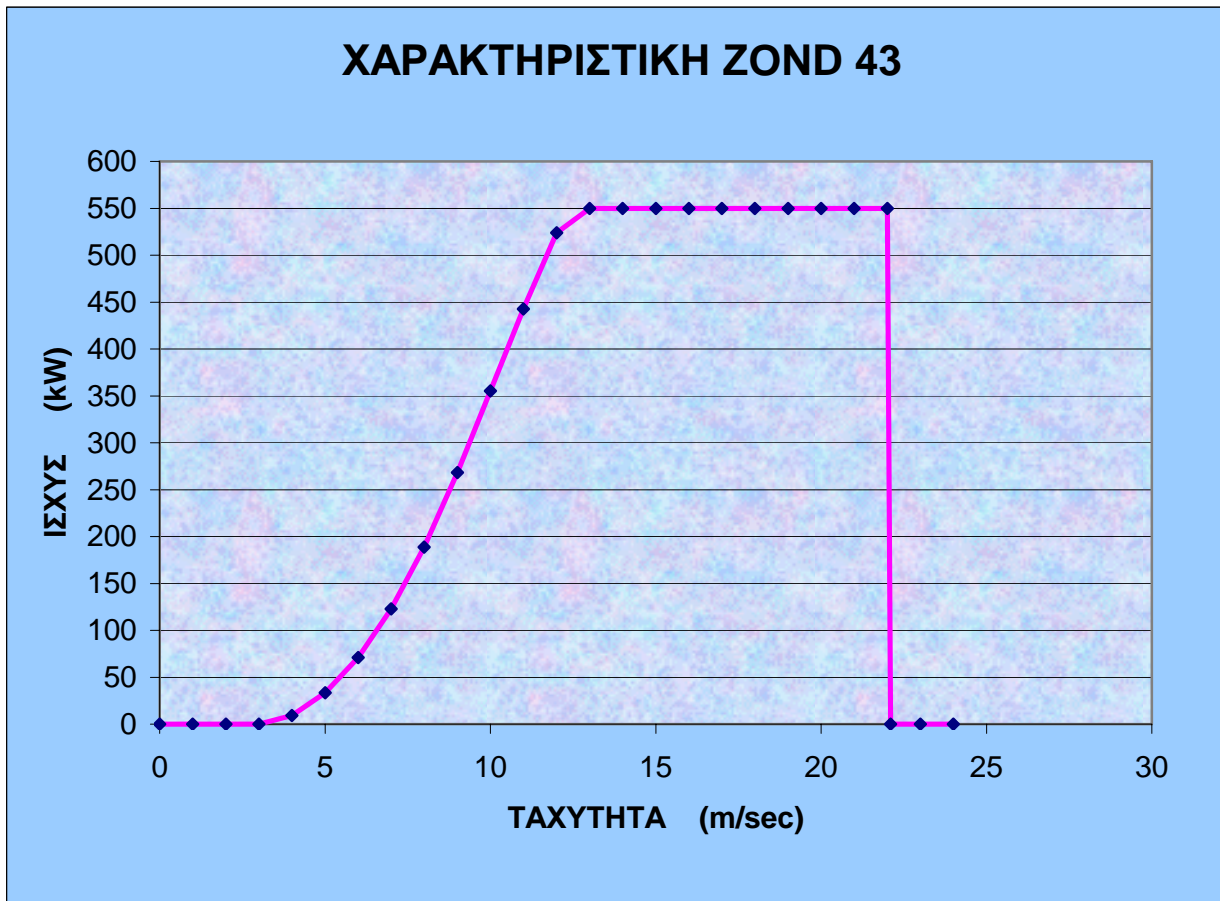
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΙWECO ΑΕΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>΄ΝΤΑΓΑ΄ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00084</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>16/07/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.009/2257</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00099</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>23</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ZOND Z43</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>9</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>43</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>29,5</b>
<b>΄ΥΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>40,5</b>
<b>΄ΥΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>38,9</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (M/S)</b>	<b>N/A</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (M/S)</b>	<b>29,1</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΕΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (M/S)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>550</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>4,95</b>

Πίνακας 4.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Μεγάλη Βρύση είναι Zond 43 ισχύος 550 kW.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 4.1 Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ**



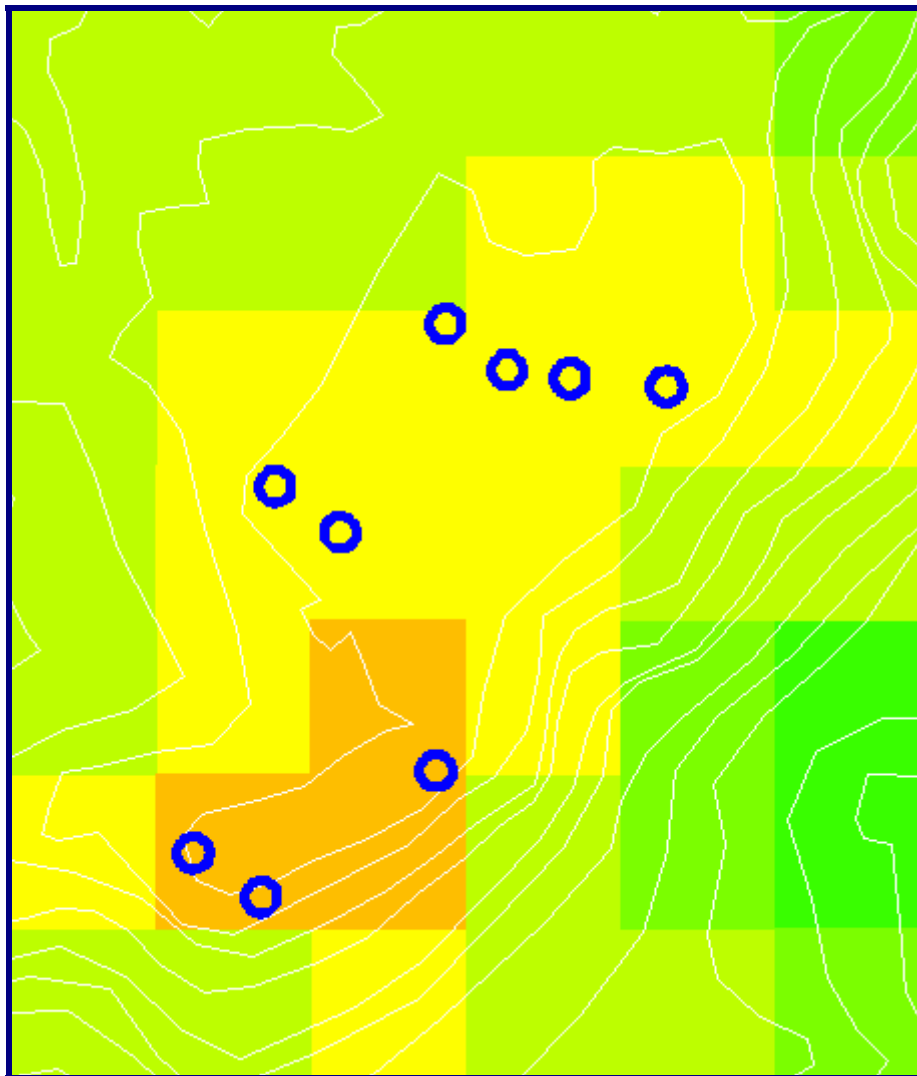
**Εικόνα 4.5** *Ανεμογεννήτρια ZOND*  
**Πηγή:** [www.jillthayer.com](http://www.jillthayer.com)



#### 4.5 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 4.6 και 4.7 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή της Μεγάλης Βρύσης στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 9 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 4.8 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 7,0 m/sec έως 8,5 m/sec.



Εικόνα 4.6 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή





#### 4.6 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ

Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 8 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Σημειώνεται ότι για το έτος 2004 η 6<sup>η</sup> Α/Γ ήταν εκτός λειτουργίας και δεν έχουμε στη διάθεσή μας μετρήσεις ταχύτητας ανέμου. Συνεπώς μετρήσεις πάρθηκαν από τις 8 Α/Γ και όχι από τις συνολικά 9 Α/Γ που έχουν εγκατασταθεί στο Αιολικό Πάρκο.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ
	από	έως		
			V <sub>m</sub> (m/sec)	V <sub>mi</sub> (m/sec)
L1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,8	8,1
L2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,3	8,3
L3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,4	8,2
L4	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,3	7,7
L5	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,6	7,5
L6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	-	-
L7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,6	7,6
L8	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8	7,6
L9	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,4	7,3
			<b>V<sub>m</sub> μέσο 7,5</b>	<b>V<sub>mi</sub> μέσο 7,8</b>

**Πίνακας 4.3 Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Μεγάλη Βρύση.**





#### 4.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

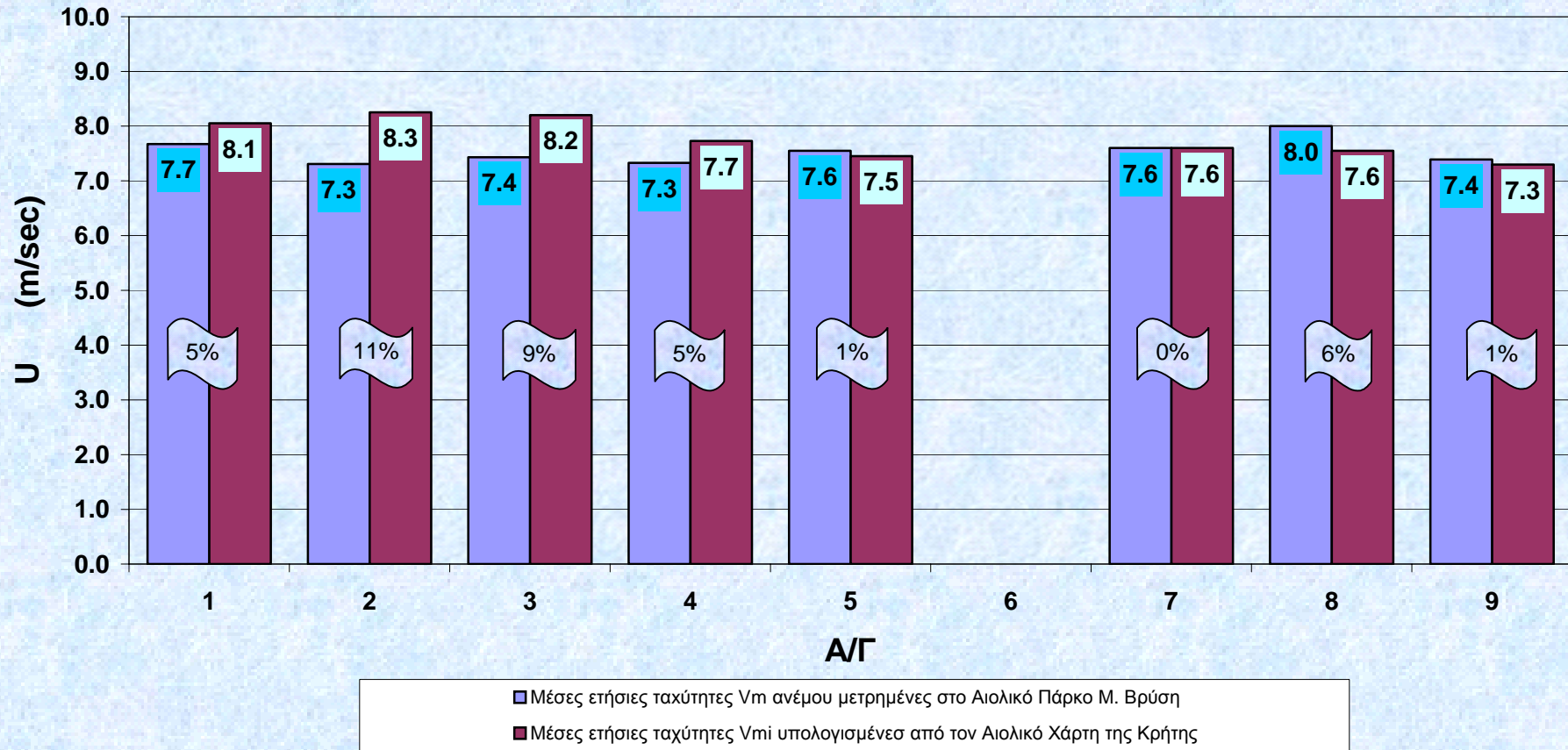
Παρακάτω παρουσιάζονται με  $V_m$  οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 8 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με  $V_{mi}$  οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με  $k_1$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με  $k_2$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ					
Α/Γ	$V_m$	$V_{mi}$	$k_1$	$k_2$	$(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ (Απόκλιση)
1	7,7	8,1	1,02	1,04	+5%
2	7,3	8,3	0,97	1,06	+11%
3	7,4	8,2	0,99	1,06	+9%
4	7,3	7,7	0,97	1,00	+5%
5	7,6	7,5	1,00	0,96	-1%
6	-	-	-	-	-
7	7,6	7,6	1,01	0,98	0%
8	8,0	7,6	1,06	0,97	-6%
9	7,4	7,3	0,98	0,94	-1%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>60,3</b>	<b>62,1</b>			
<b><math>V_{μέσο}</math></b>	<b>7,5</b>	<b>7,8</b>			

Πίνακας 4.4 *Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Μεγάλη Βρύση*

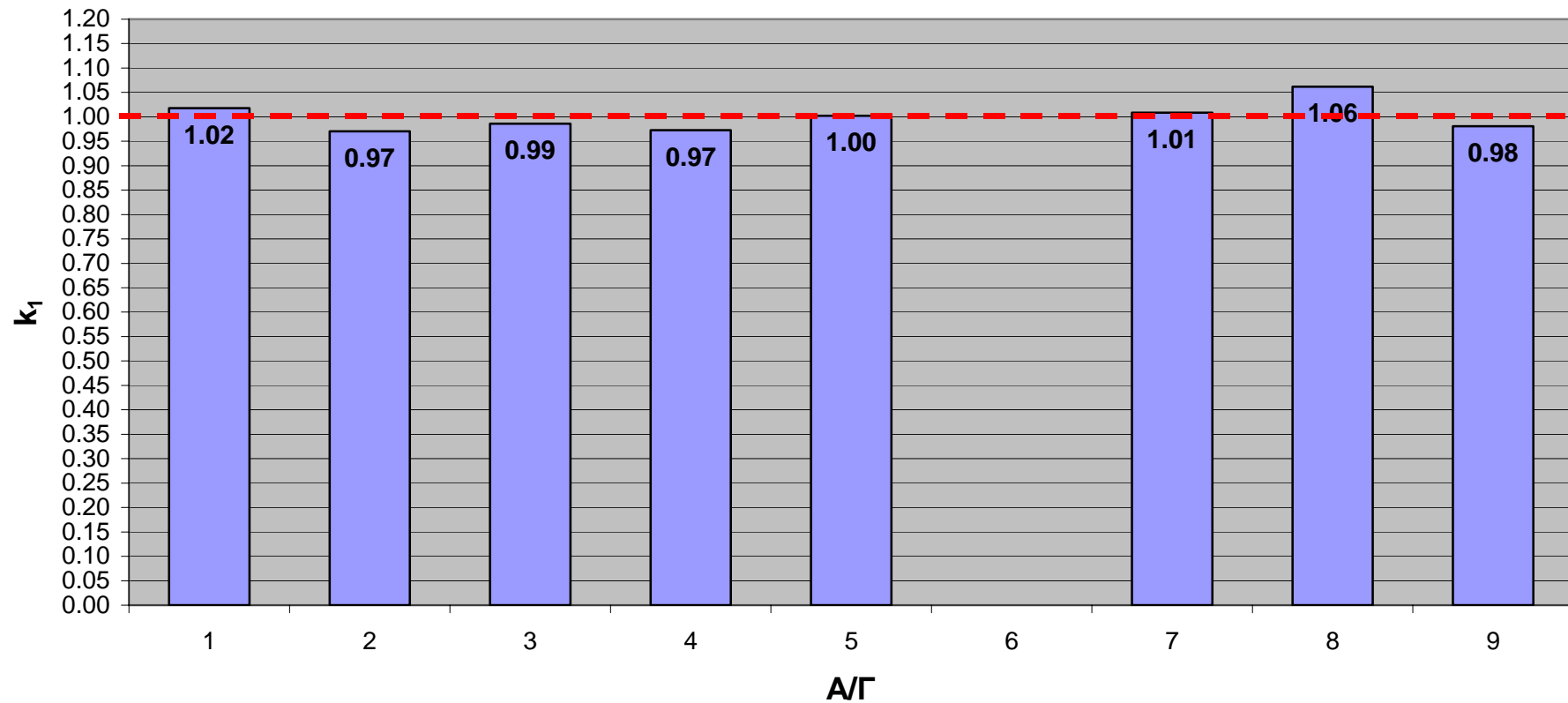
## Ετήσιες Ταχύτητες ανέμου στη Μ. Βρύση (Α/Γ 1-9)

( $V_{mi}$ - $V_{ετησ m}$ )/ $V_{mi}$   
(Απόκλιση)



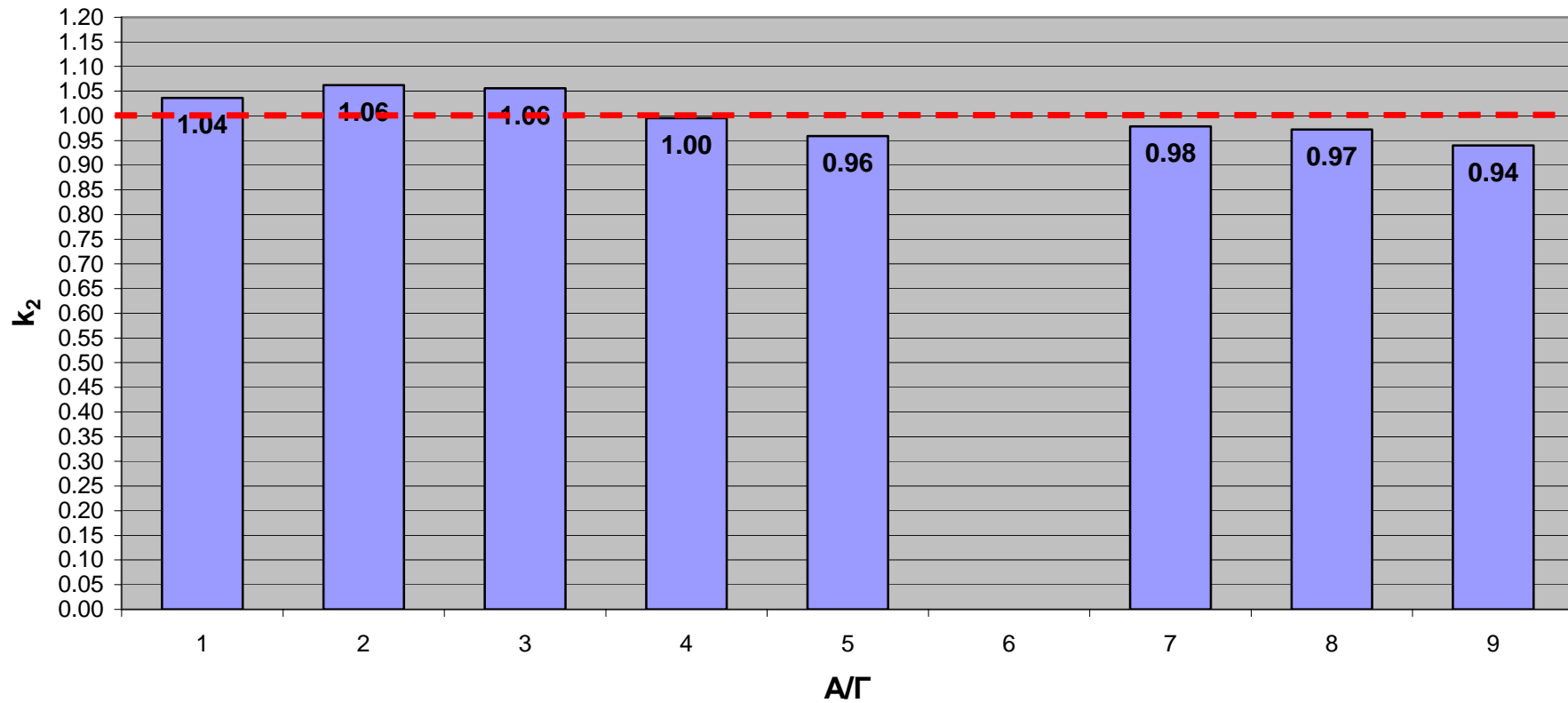
**Διάγραμμα 4.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από τον "Αιολικό Χάρτη"**

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες  
μετρημένες ταχύτητες A/Γ στη περιοχή Μ. Βρύση



Διάγραμμα 4.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου A/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για την περιοχή της Μ. Βρύσης



Διάγραμμα 4.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου



## 4.8 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τούς ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{m_i}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{m_i}$ ).

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3

Το διάγραμμα 4.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο της Μεγάλης Βρύσης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,...9}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 4.5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	+ 0,02
L2	- 0,03
L3	- 0,01
L4	- 0,03
L5	0
L6	-
L7	+ 0,01
L8	+ 0,06
L9	+ 0,02

Πίνακας 4.5 Απόκλιση της μετρημένης τιμής ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της





#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4

Το διάγραμμα 4.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{mi_{1,2,3,...9}} / V_{mi \text{ μέσο}}$ .

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 4.6

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,02
L2	- 0,02
L3	- 0,01
L4	- 0,01
L5	- 0,01
L6	- 0,03
L7	0
L8	+ 0,04
L9	+ 0,06

Πίνακας 4.6 *Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της*

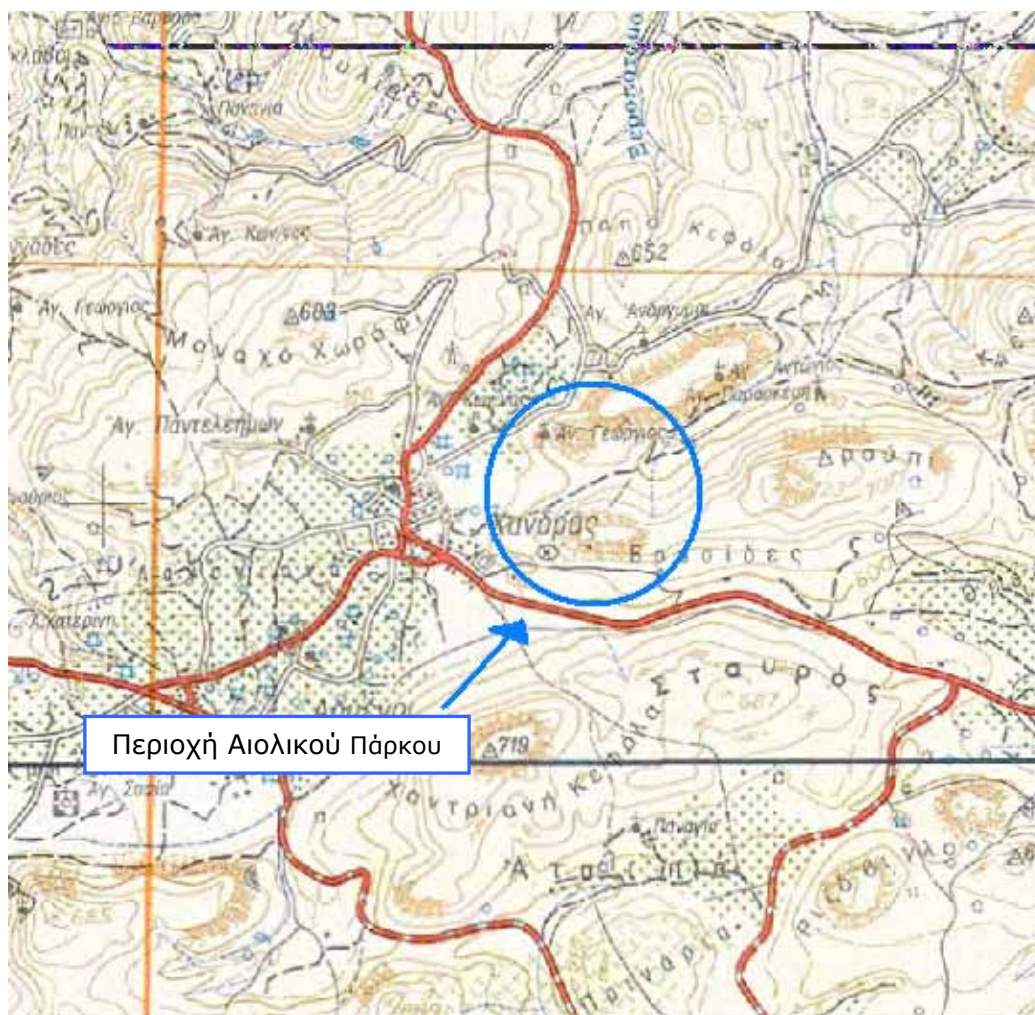
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΝΔΡΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

#### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Χανδρά Σητείας του Δήμου Λεύκης του νομού Λασιθίου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 18 ανεμογεννήτριες Zond 43 και η συνολική του ισχύς είναι 9,9 MW.

Στον χάρτη κλίμακας 1:50.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 5.1)



**Χάρτης 5.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:50.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**



Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 18 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί.

	X	Y	Z <sub>E</sub>
L1	691615	3885343	40,5
L2	691511	3885274	40,5
L3	691413	3885221	40,5
L4	691331	3885113	40,5
L5	691216	3885038	40,5
L6	691064	3884978	40,5
L7	690964	3884896	40,5
L8	690737	3884968	40,5
L9	690684	3884829	40,5
L10	690607	3884746	40,5
L11	690552	3884643	40,5
L12	690448	3884544	40,5
L13	690347	3884418	40,5
L14	690251	3884308	40,5
L15	690098	3884146	40,5
L16	689998	3884077	40,5
L17	689887	3884025	40,5
L18	689762	3884020	40,5

**Πίνακας 5.1 Συντεταγμένες των 18 ανεμογεννητριών**

Αναλυτικά απεικονίζονται με :

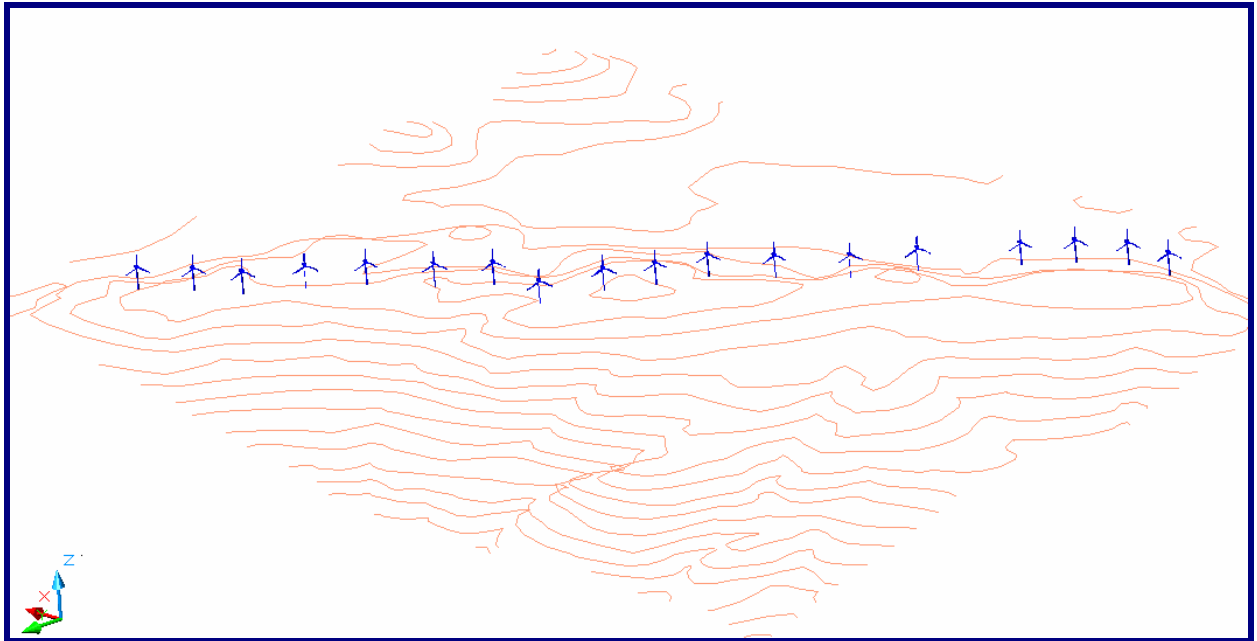
- Με **L** (1 έως 18) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.



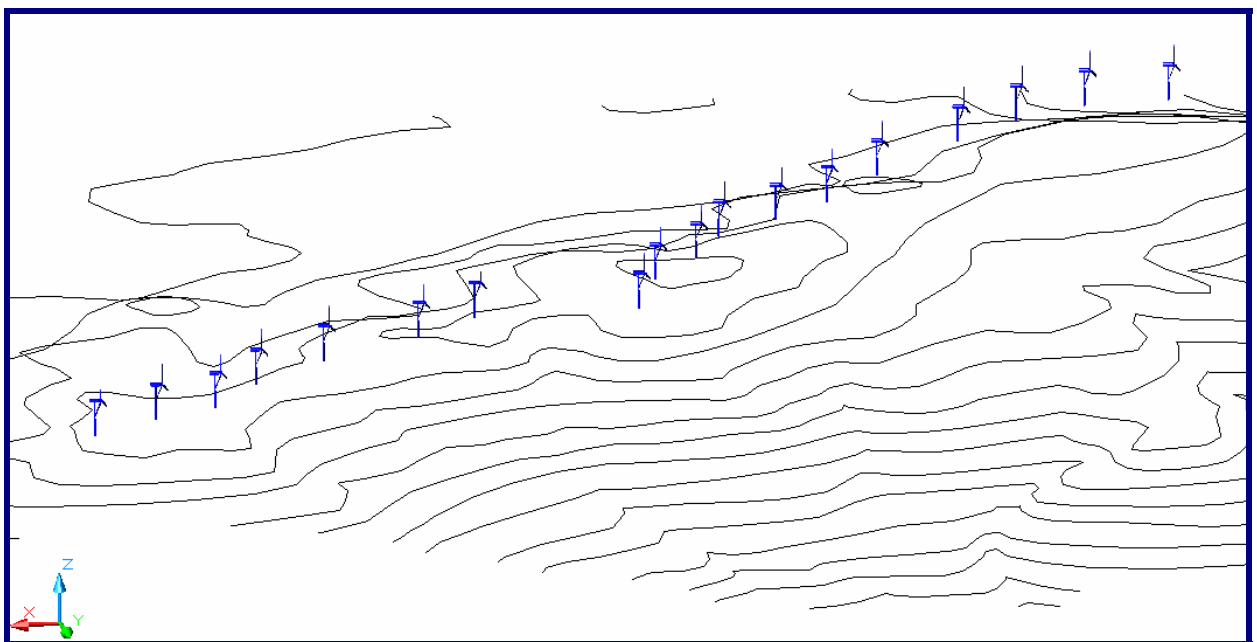




Η εγκατάσταση των 18 ανεμογεννητριών στην περιοχή Χανδρά απεικονίζονται στα σχήματα 5.1 και 5.2



**Σχήμα 5.1** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Χανδρά όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



**Σχήμα 5.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Χανδρά όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



## 5.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 5.1** Άποψη Αιολικού Πάρκου Χανδρά



**Εικόνα 5.2** Άποψη Αιολικού Πάρκου Χανδρά

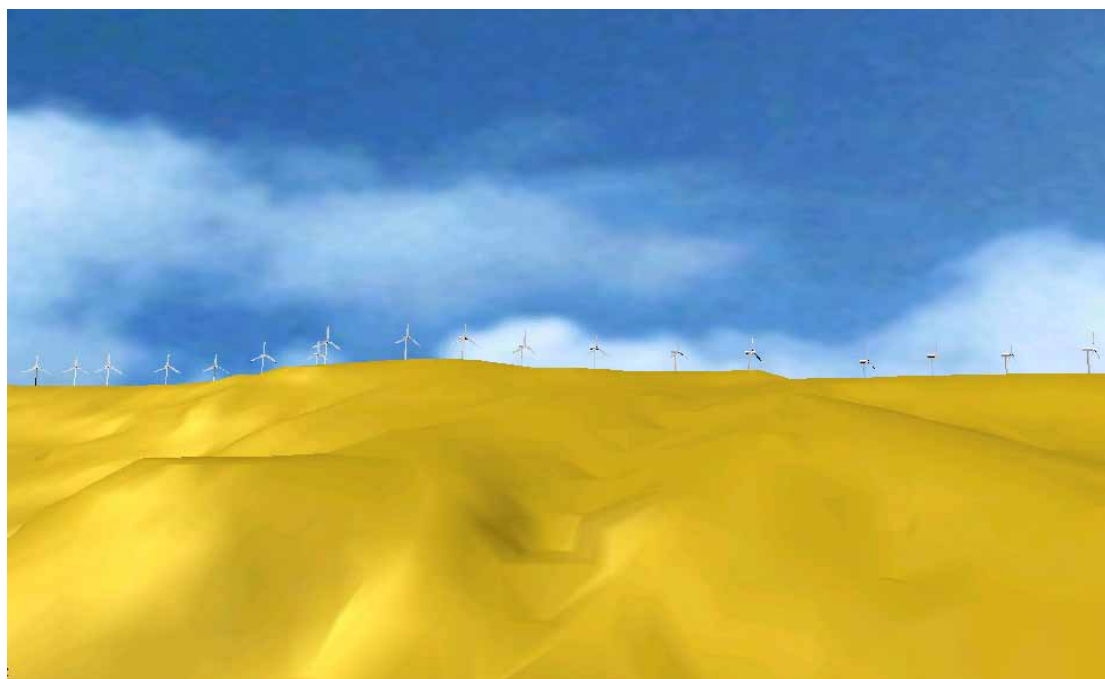




### 5.3 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 5.3 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 5.4 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



5.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

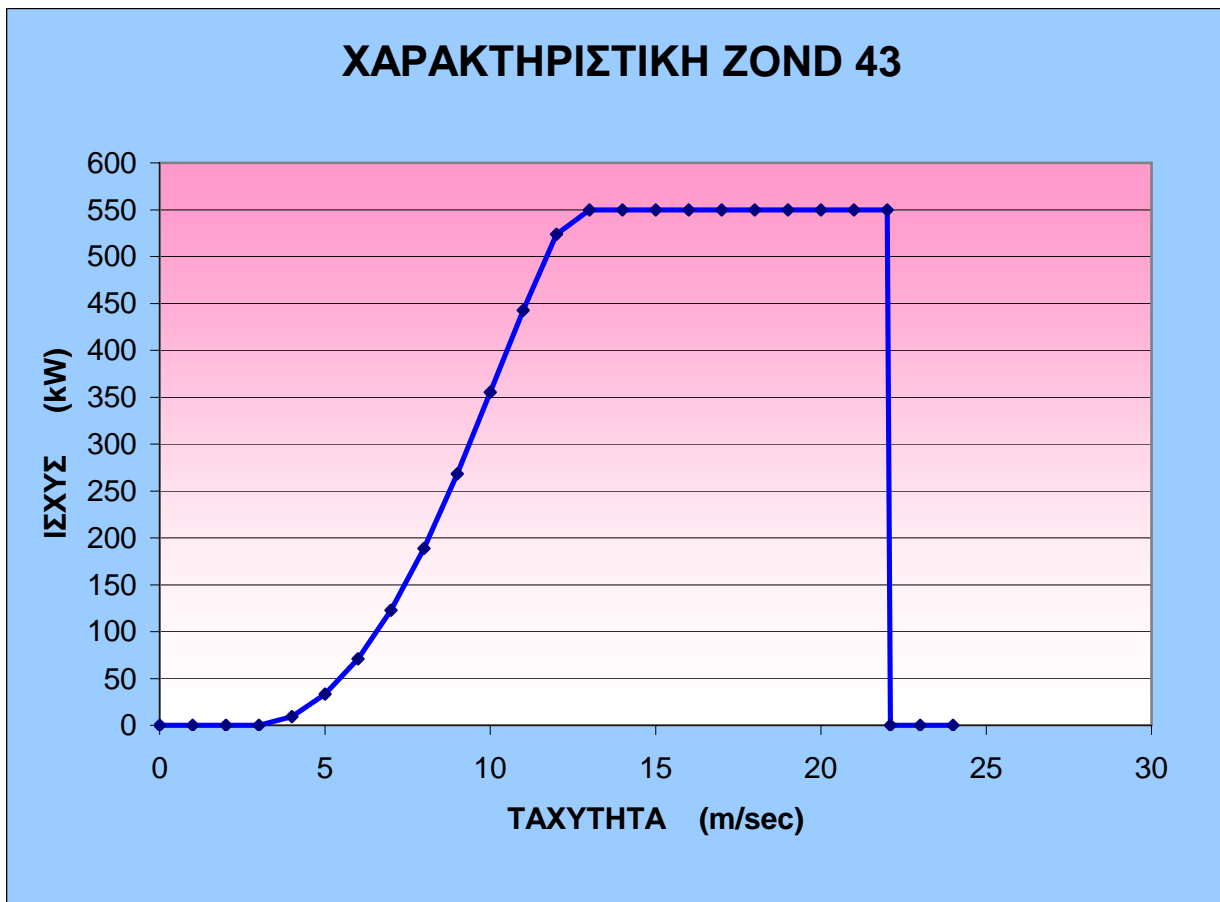
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΧΑΝΔΡΑΣ ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΕΥΚΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00053</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/06/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.008/2256</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00076</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>22</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ZOND Z43</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>18</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>43</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>29,5</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>40,5</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>38,9</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Μ/S)</b>	<b>N/A</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (Μ/S)</b>	<b>29,1</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΕΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Μ/S)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>550</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>9,9</b>

Πίνακας 5.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Χανδρά Σητείας είναι Zond 43 ισχύος 550 kW.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 5.1** Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ



**Εικόνα 5.5** *Ανεμογεννήτρια ZOND*  
**Πηγή:** [www.engineering.sdstate.edu](http://www.engineering.sdstate.edu)

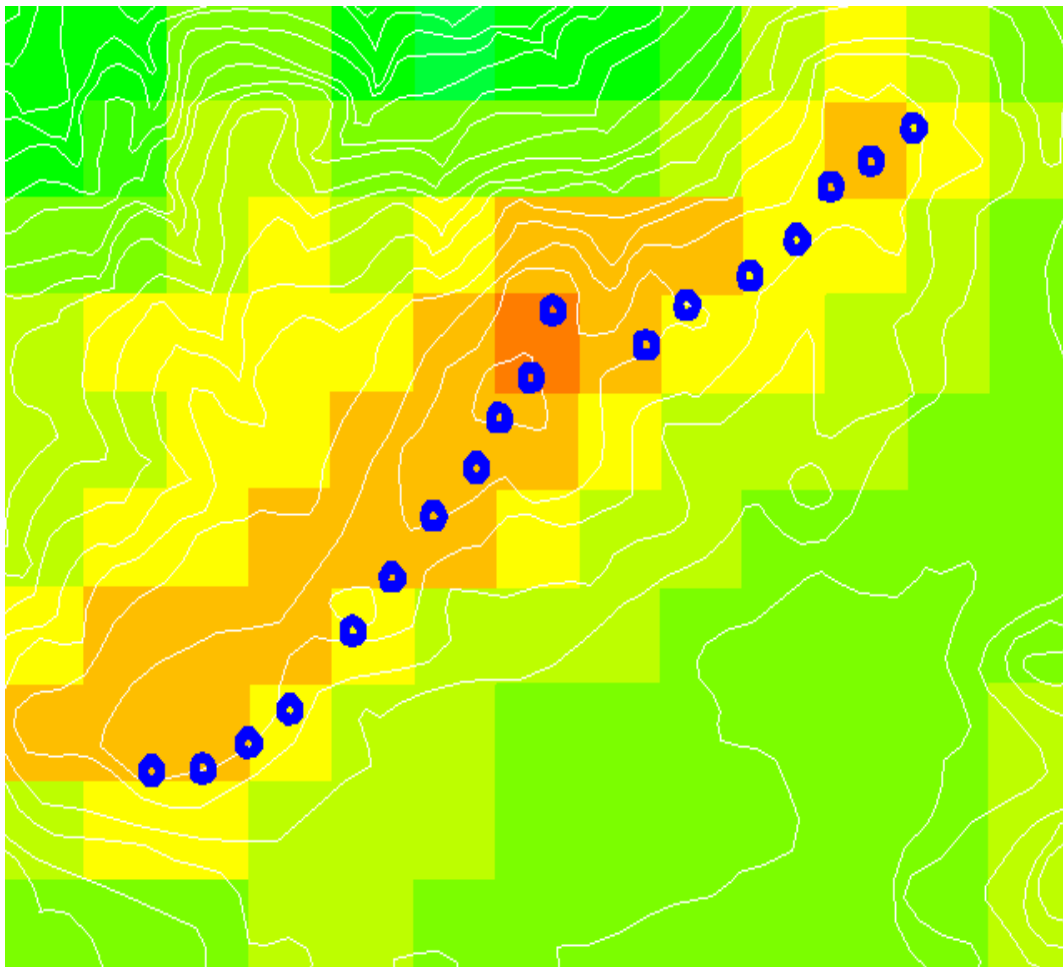




## 5.5 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 5.6 και 5.7 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή του Χανδρά Σητείας στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 18 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 5.8 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 7,0 m/sec έως 8,5 m/sec.



Εικόνα 5.6 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή







## 5.6 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΧΑΝΔΡΑ

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 18 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΧΑΝΔΡΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ		
	από	έως				
			$V_m$ (m/sec)	$V_{mi}$ (m/sec)		
L1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8	7,8		
L2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,3	8,3		
L3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,7	8,1		
L4	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,9	7,8		
L5	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,9	7,8		
L6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,6	7,8		
L7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,3	8,4		
L8	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,6	8,7		
L9	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,4	8,6		
L10	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,9	8,3		
L11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,1	8,2		
L12	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,1	8,3		
L13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,9	8,2		
L14	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,9	7,4		
L15	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,4	7,4		
L16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,4	8,1		
L17	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,6	8,2		
L18	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	7,5	8,1		
			<b><math>V_m</math> μέσο</b>	<b>7,9</b>	<b><math>V_{mi}</math> μέσο</b>	<b>8,1</b>

**Πίνακας 5.3 Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Χανδρά Σητείας.**





## 5.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ


Παρακάτω παρουσιάζονται με  $V_m$  οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 18 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με  $V_{mi}$  οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με  $k_1$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με  $k_2$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

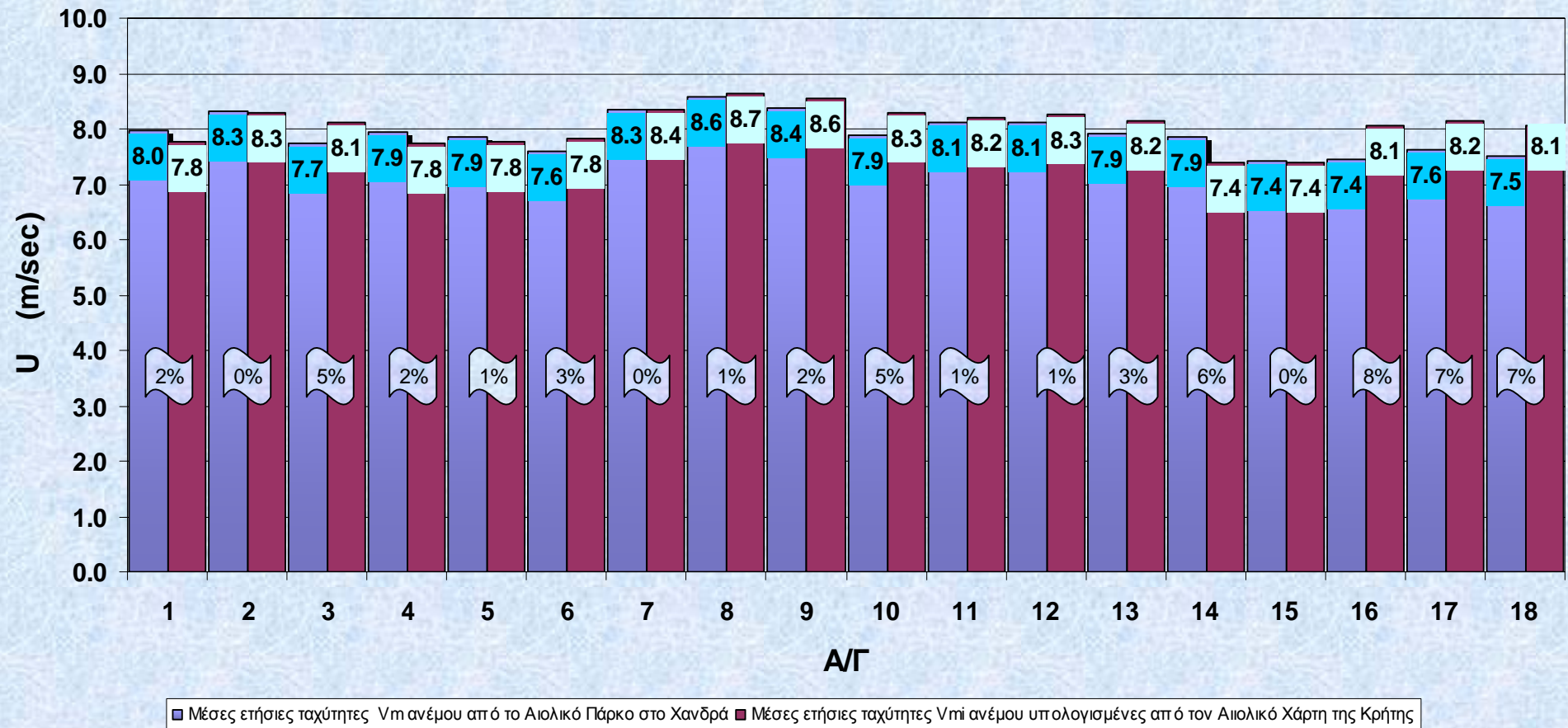
ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ					
A/Γ	$V_m$	$V_{mi}$	$k_1$	$k_2$	$(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ (Απόκλιση)
1	8,0	7,8	1,01	0,96	-2%
2	8,3	8,3	1,05	1,03	0%
3	7,7	8,1	0,98	1,01	+5%
4	7,9	7,8	1,00	0,96	-2%
5	7,9	7,8	0,99	0,96	-1%
6	7,6	7,8	0,96	0,97	+3%
7	8,3	8,4	1,05	1,03	0%
8	8,6	8,7	1,08	1,07	+1%
9	8,4	8,6	1,06	1,06	+2%
10	7,9	8,3	1,00	1,03	+5%
11	8,1	8,2	1,02	1,02	+1%
12	8,1	8,3	1,03	1,02	+1%
13	7,9	8,2	1,00	1,01	+3%
14	7,9	7,4	0,99	0,92	-6%
15	7,4	7,4	0,94	0,92	0%
16	7,4	8,1	0,94	1,00	+8%
17	7,6	8,2	0,96	1,01	+7%
18	7,5	8,1	0,95	1,00	+7%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>142,6</b>	<b>64,6</b>			
<b><math>V_{μέσο}</math></b>	<b>7,9</b>	<b>8,1</b>			

Πίνακας 5.4 *Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του Αιολικού Πάρκου Χανδρά*



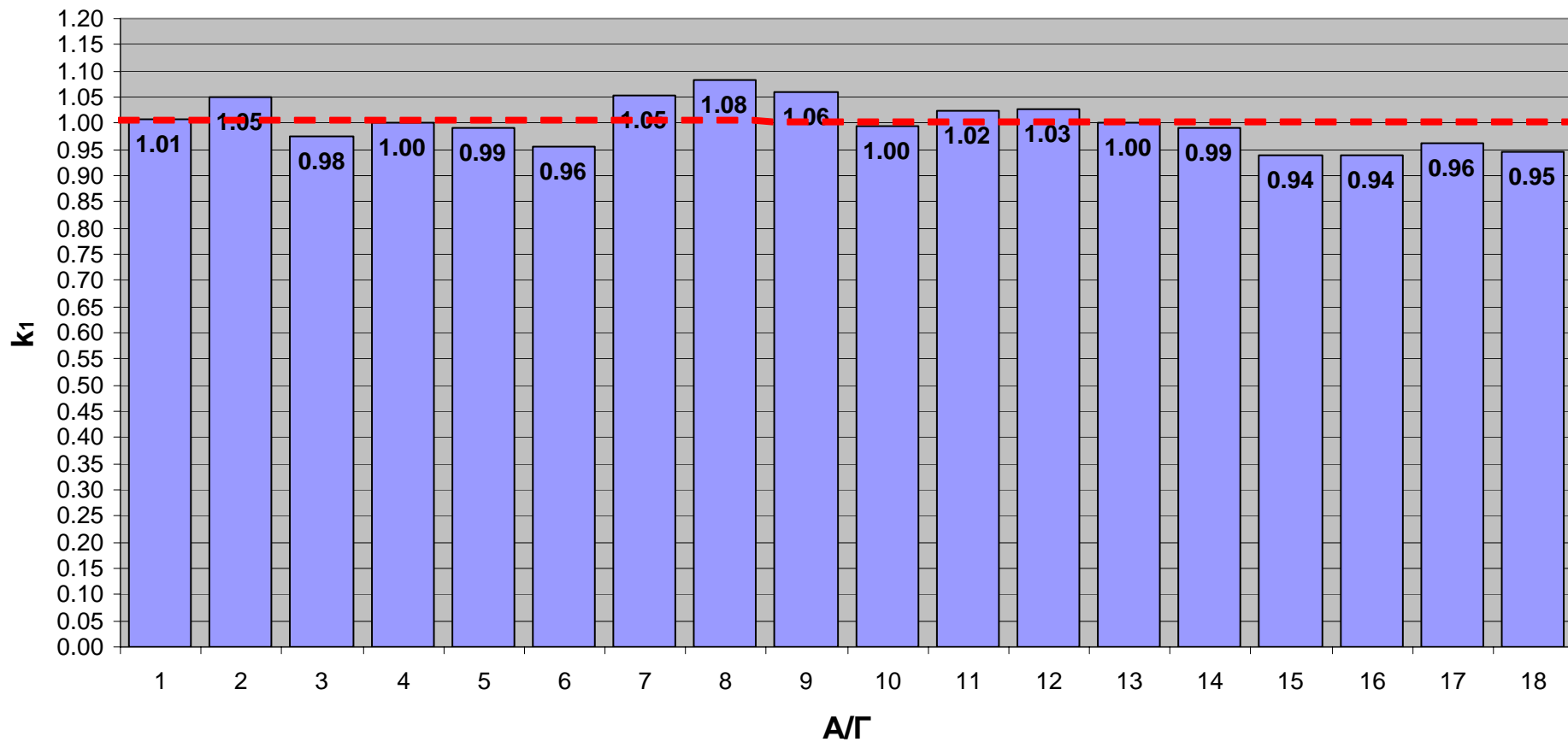
## Ετήσιες Ταχύτητες ανέμου στο Χανδρά (Α/Γ 1-18)

  $(V_{mi}-V_m)/V_{mi}$   
(Απόκλιση)



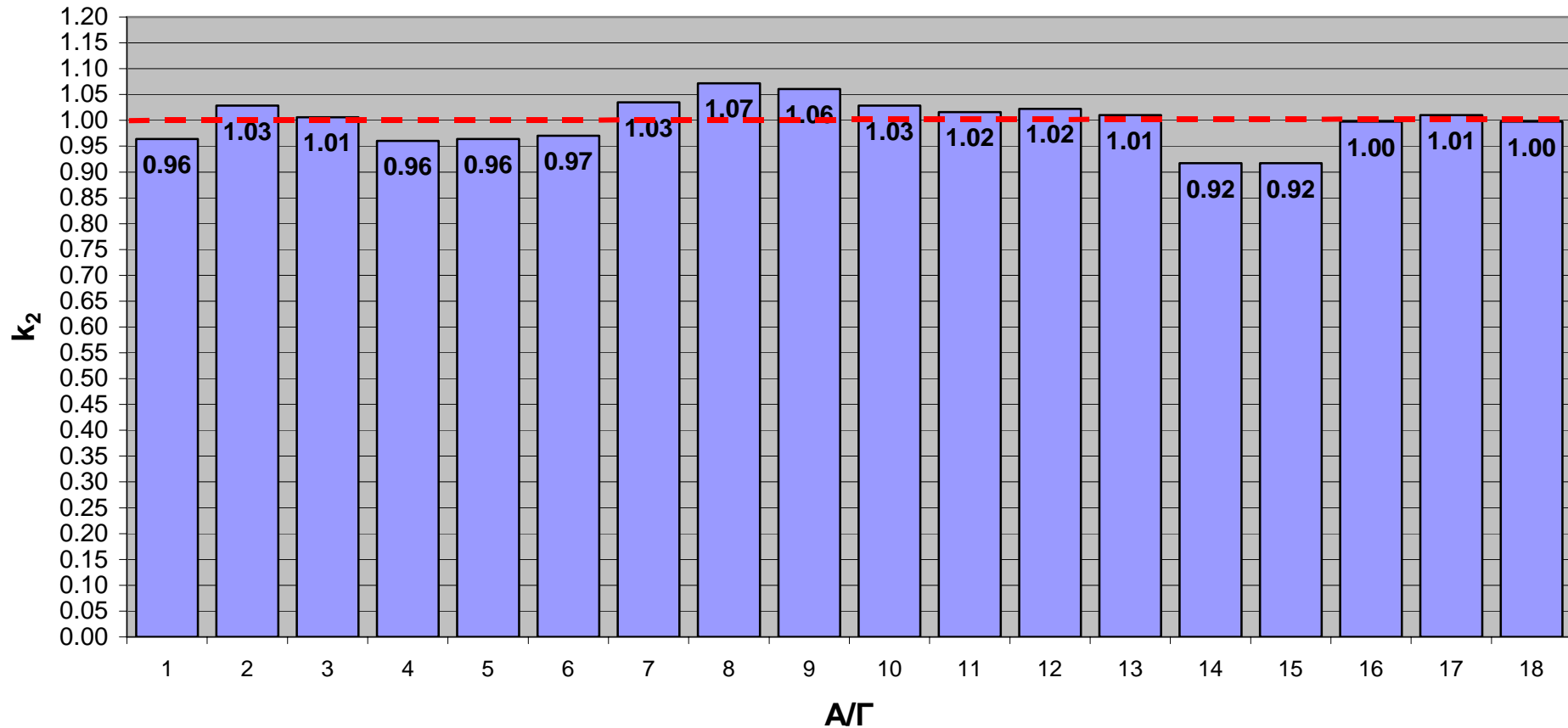
**Διάγραμμα 5.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από τον "Αιολικό Χάρτη"**

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες μετρημένες ταχύτητες Α/Γ στην περιοχή Χανδρά



Διάγραμμα 5.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για την περιοχή του Χανδρά



Διάγραμμα 5.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου



## 5.8 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τους ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mi}$ ).

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	+ 0,01
L2	+ 0,05
L3	- 0,02
L4	0
L5	- 0,01
L6	- 0,04
L7	+ 0,05
L8	+ 0,08
L9	+ 0,06
L10	0
L11	+ 0,02
L12	+ 0,03
L13	0
L14	- 0,01
L15	- 0,06
L16	- 0,06
L17	- 0,04
L18	- 0,05

Πίνακας 5.5 *Απόκλιση της μετρημένης τιμής ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της*





Το διάγραμμα 5.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο του Χανδρά Σητείας ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,...18}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. (Πίνακας 5.5)

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,04
L2	+ 0,03
L3	+ 0,01
L4	- 0,04
L5	- 0,04
L6	- 0,03
L7	+ 0,03
L8	+ 0,07
L9	+ 0,06
L10	+ 0,03
L11	+ 0,02
L12	+ 0,02
L13	+ 0,01
L14	- 0,08
L15	- 0,08
L16	0
L17	+ 0,01
L18	0

Πίνακας 5.6 Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της





Το διάγραμμα 5.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  **$V_{mi_{1,2,3,..18}} / V_{mi \text{ μέσο}}$** .

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. (Πίνακας 5.6)



Εικόνα 5.9 Άποψη Αιολικού Πάρκου Χανδρά





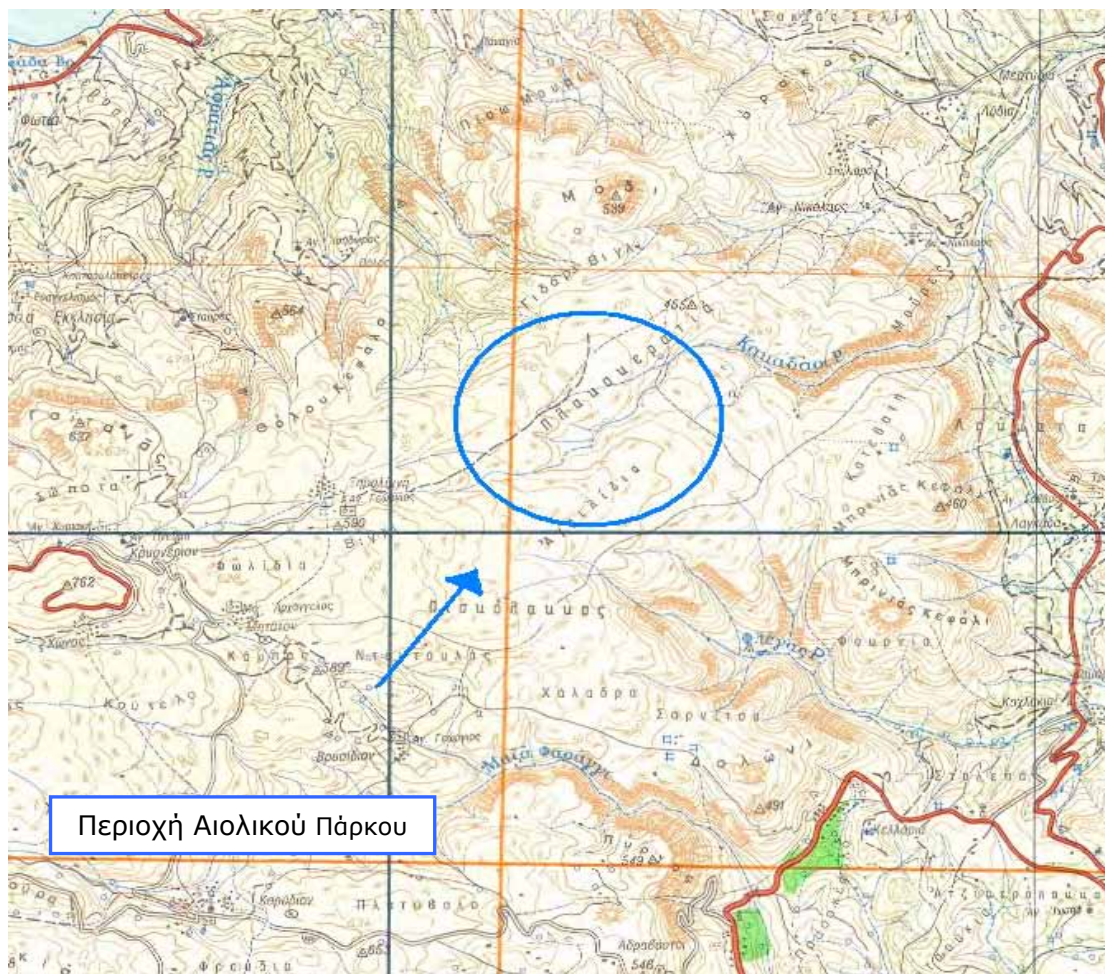
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **6. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑΣ ΜΙΤΑΤΟΥ ΣΗΤΕΙΑΣ**

#### 6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου του Δήμου Ιτάνου του νομού Λασιθίου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 17 ανεμογεννήτριες BONUS και η συνολική του ισχύς είναι 10,2 MW.

Στον χάρτη κλίμακας 1:50.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 6.1)



**Χάρτης 6.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:50.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**





## Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



Εικόνα 6.1 Η ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου Πλατοκερατιάς Μιτάτου



Εικόνα 6.2 Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Μιτάτου



Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 6.1 που ακολουθεί.

	X	Y	Z <sub>E</sub>
L1	700275	3893695	42
L2	700393	3893767	42
L3	700497	3893849	42
L4	700595	3893956	42
L5	700692	3894078	42
L6	700795	3894195	42
L7	700858	3894291	42
L8	700936	3894378	42
L9	700970	3894464	42
L10	701063	3894531	42
L11	700537	3893100	42
L12	700640	3893162	42
L13	700754	3893249	42
L14	700847	3893331	42
L15	700905	3893417	42
L16	701010	3893449	42
L17	701093	3893516	42

**Πίνακας 6.1 Συντεταγμένες των 17 ανεμογεννητριών**

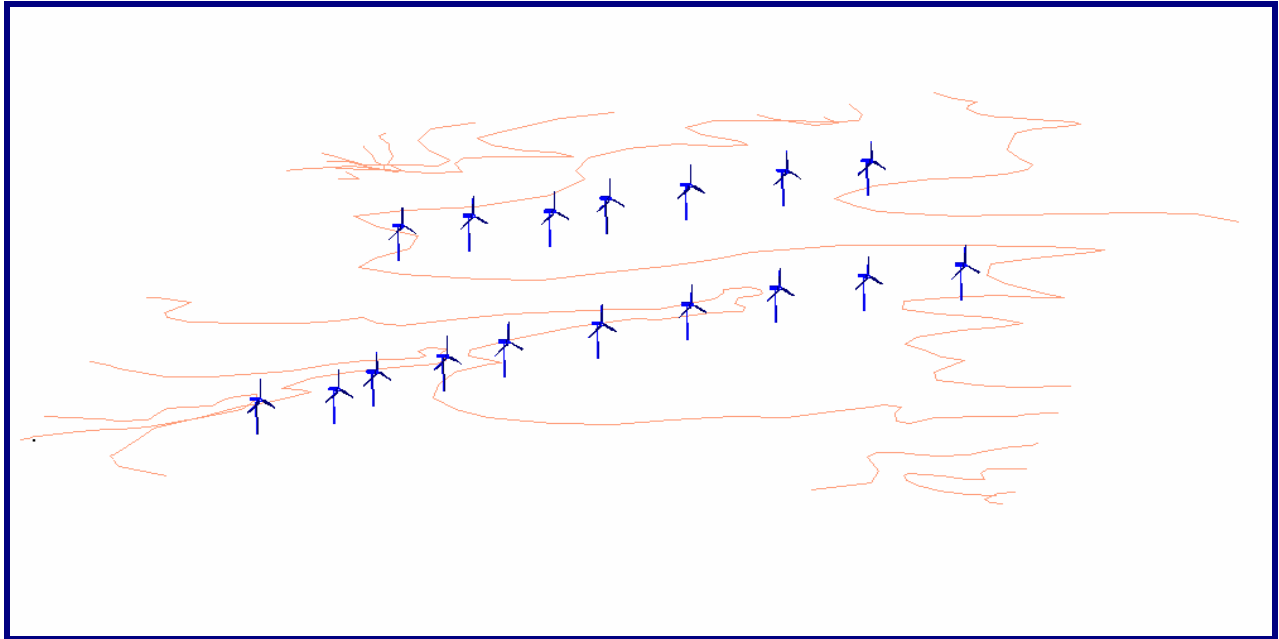
Αναλυτικά απεικονίζονται με:

- Με **L** (1 έως 17) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.

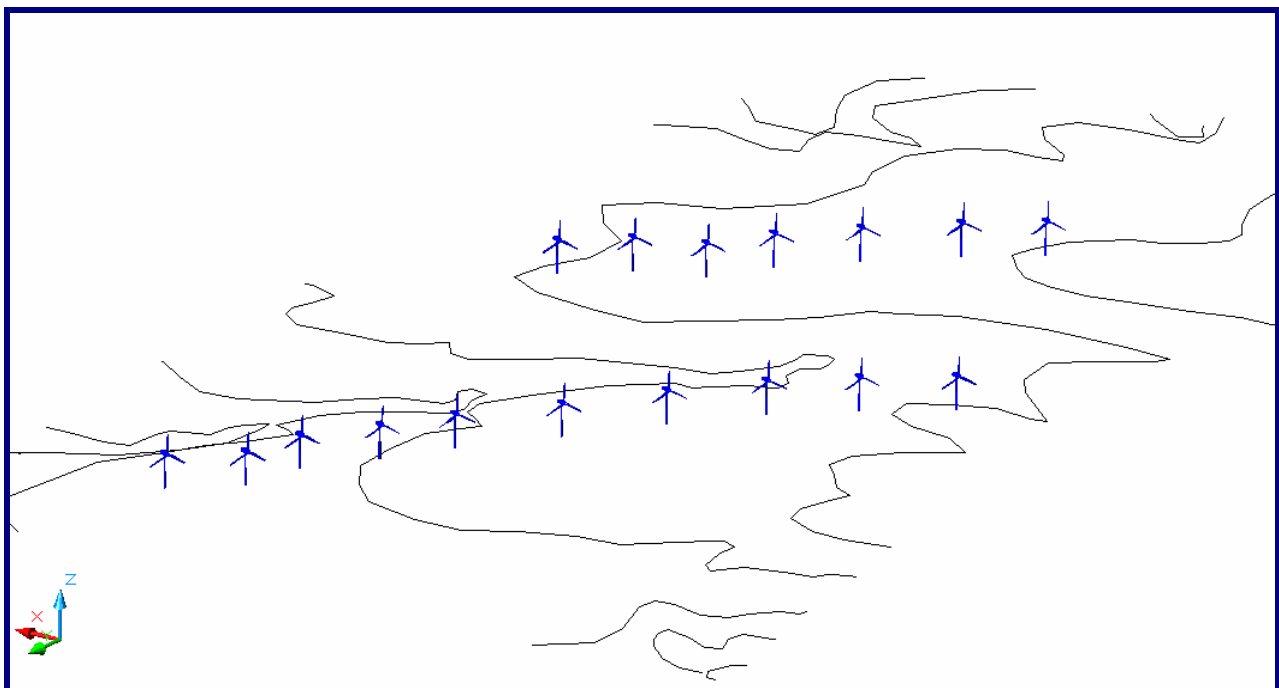




Η εγκατάσταση των 17 ανεμογεννητριών στην περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου απεικονίζονται στα σχήματα 6.1 και 6.2



**Σχήμα 6.1** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



**Σχήμα 6.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



## 6.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 6.3 Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Μιτάτου**



**Εικόνα 6.4 Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Μιτάτου**





### 6.3 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 6.5 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 6.6 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**

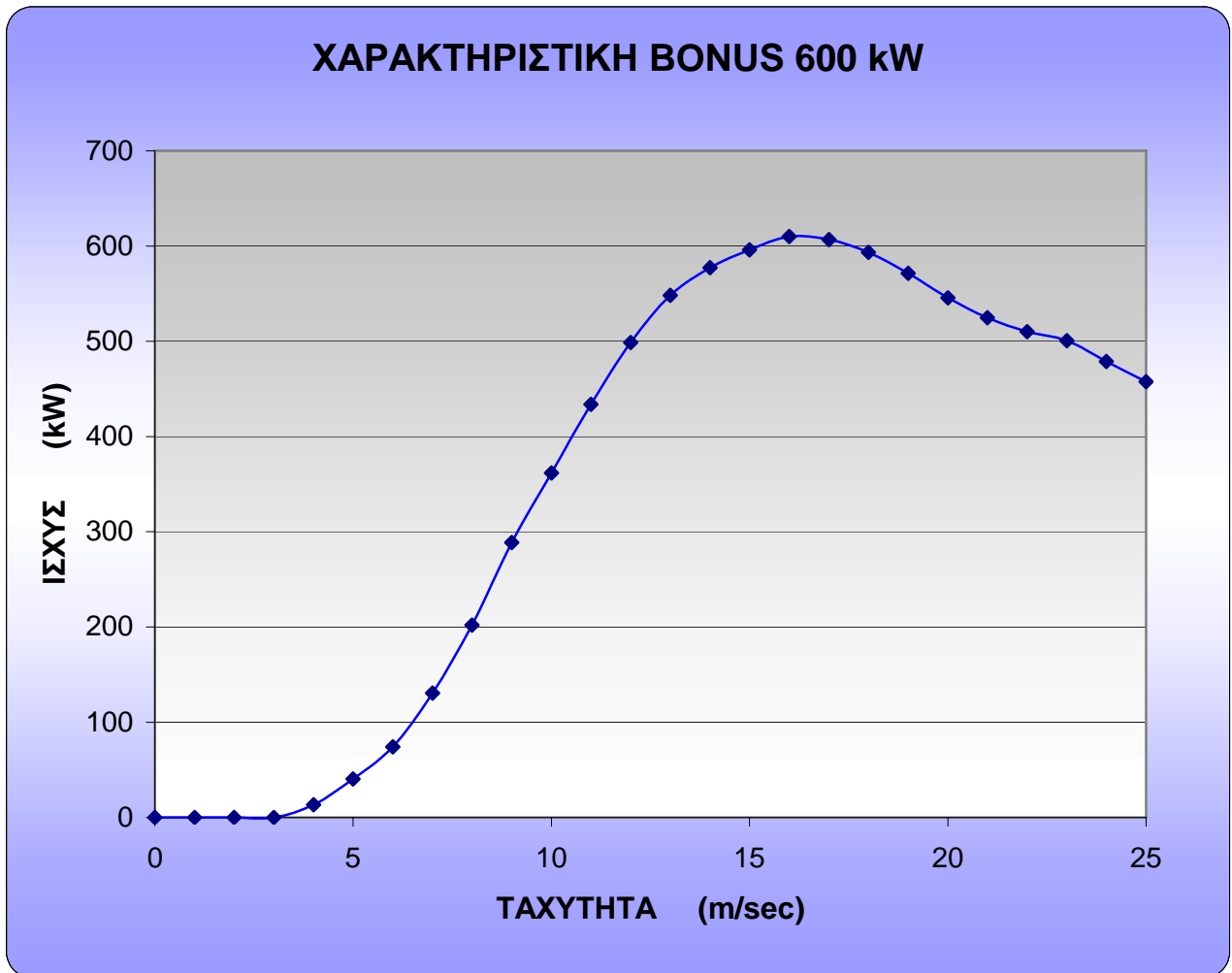
6.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ ΜΙΤΑΤΟΥ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00080</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>16/07/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.009/2257</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00099</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>23</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>17</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>44</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>18/27</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>42</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>40</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Μ/S)</b>	<b>34</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (Μ/S)</b>	<b>25</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΕΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Μ/S)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>10,2</b>

Πίνακας 6.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου είναι BONUS ισχύος 600 kW. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 6.1 Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ**





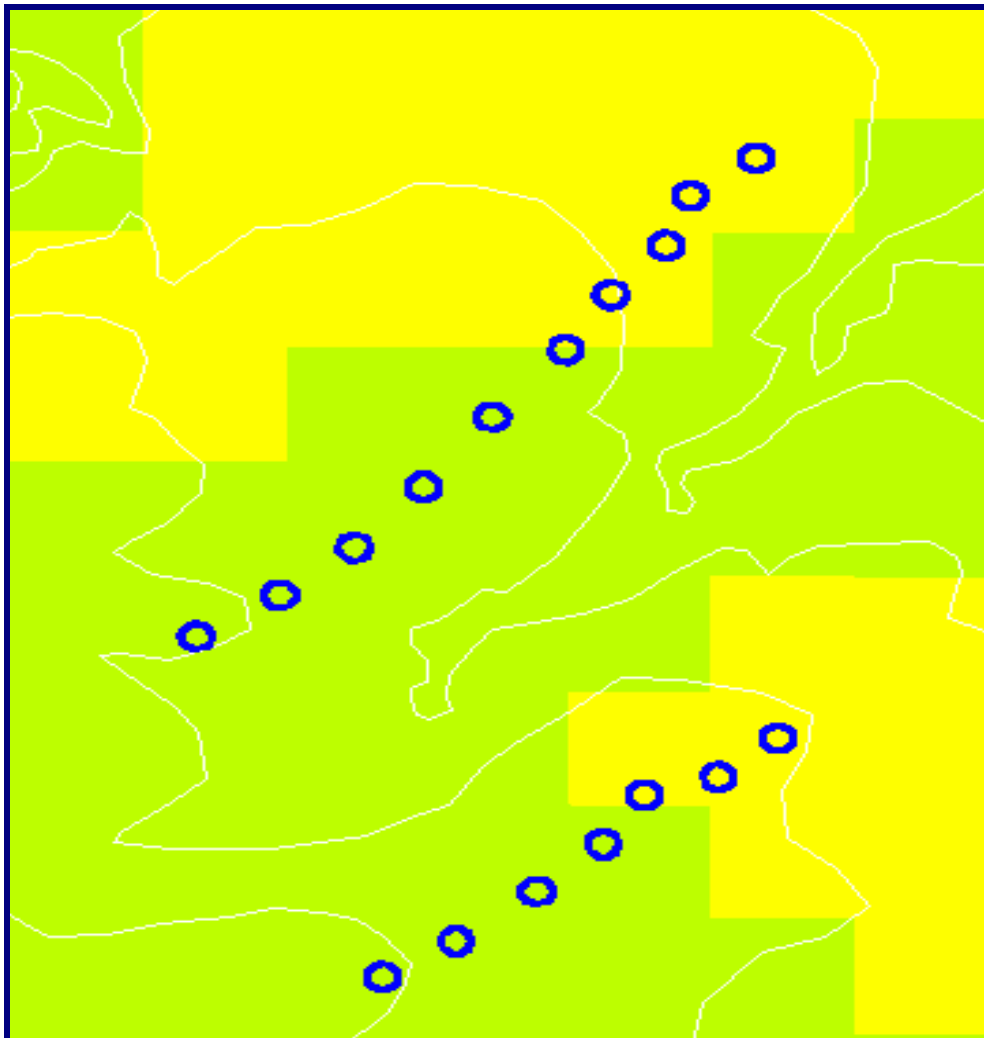
**Εικόνα 6.7** *Ανεμογεννήτρια BONUS*  
Πηγή: [www.afm.dtu.dk](http://www.afm.dtu.dk)



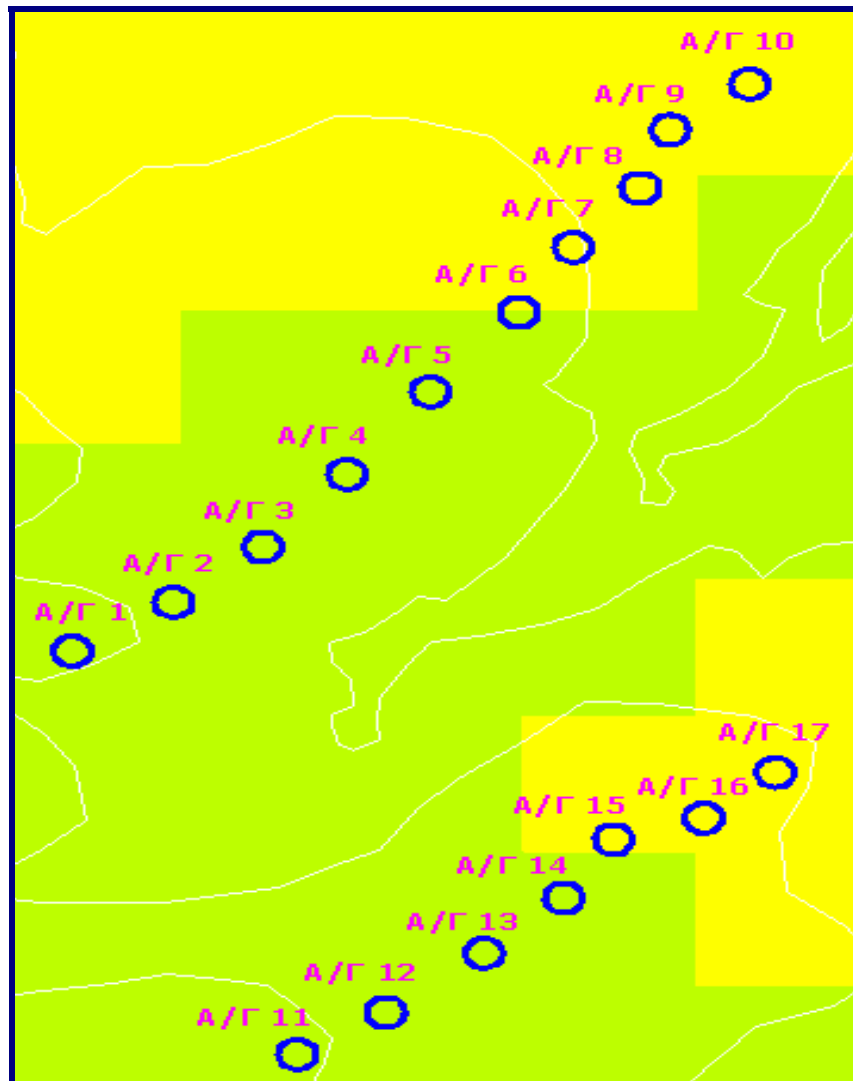
## 6.5 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 6.8 και 6.9 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή της Πλατοκερατιάς Μιτάτου στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 17 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 6.10 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

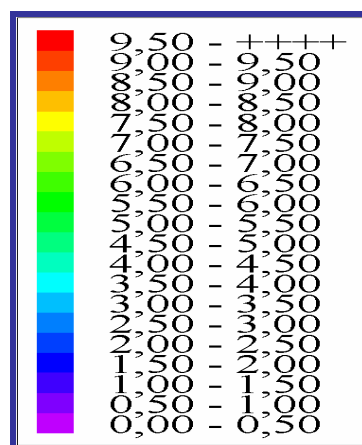
Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι σχετικά υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 7,0 m/sec έως 8,0 m/sec.



Εικόνα 6.8 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή



Εικόνα 6.9 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στο Αιολικό Πάρκο



Εικόνα 6.10 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)





## 6.6 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑΣ ΜΙΤΑΤΟΥ

Στον πίνακα 6.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 17 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ		
	από	έως				
				$V_m$ (m/sec)	$V_{mi}$ (m/sec)	
L1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,9	7,4		
L2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,7	7,4		
L3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,9	7,5		
L4	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,7	7,5		
L5	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,0	7,5		
L6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,0	7,6		
L7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	8,7	7,8		
L8	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,0	7,7		
L9	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,2	7,7		
L10	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,8		
L11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,3		
L12	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,8	7,3		
L13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,6	7,4		
L14	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,5		
L15	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,0	7,7		
L16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,3	7,8		
L17	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,8		
			<b><math>V_m</math> μέσο</b>	<b>9,1</b>	<b><math>V_{mi}</math> μέσο</b>	<b>7,8</b>

**Πίνακας 6.3** Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Μιτάτου.





## 6.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ


Παρακάτω παρουσιάζονται με **V<sub>m</sub>** οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 17 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με **V<sub>mi</sub>** οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **k1** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με **k2** οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

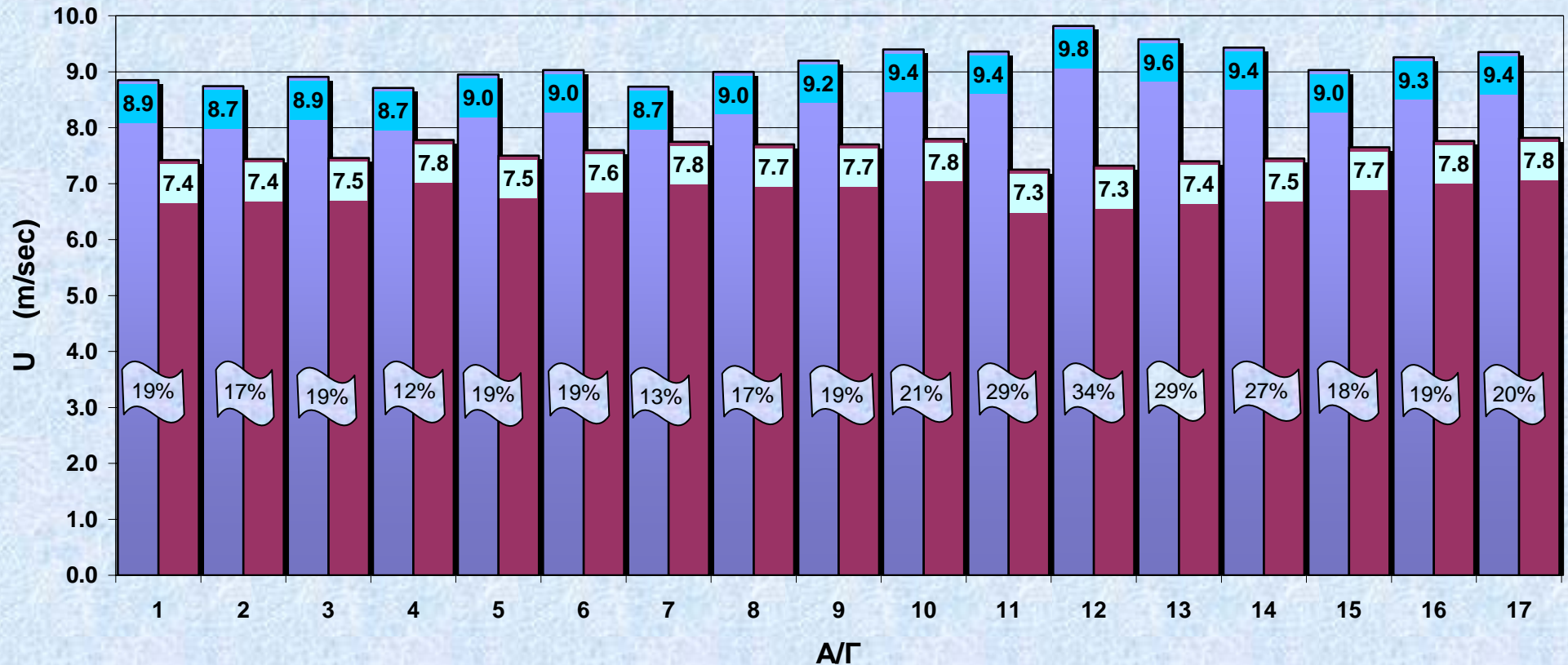
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ</b>					
<b>Α/Γ</b>	<b>V<sub>m</sub></b>	<b>V<sub>mi</sub></b>	<b>k1</b>	<b>k2</b>	<b>(V<sub>mi</sub> - V<sub>m</sub>) / V<sub>mi</sub> (Απόκλιση)</b>
<b>1</b>	8,9	7,4	0,97	0,98	-19%
<b>2</b>	8,7	7,4	0,96	0,98	-17%
<b>3</b>	8,9	7,5	0,98	0,98	-19%
<b>4</b>	8,7	7,8	0,95	1,03	-12%
<b>5</b>	9,0	7,5	0,98	0,99	-19%
<b>6</b>	9,0	7,6	0,99	1,00	-19%
<b>7</b>	8,7	7,8	0,96	1,02	-13%
<b>8</b>	9,0	7,7	0,98	1,02	-17%
<b>9</b>	9,2	7,7	1,01	1,02	-19%
<b>10</b>	9,4	7,8	1,03	1,03	-21%
<b>11</b>	9,4	7,3	1,02	0,96	-29%
<b>12</b>	9,8	7,3	1,07	0,97	-34%
<b>13</b>	9,6	7,4	1,05	0,98	-29%
<b>14</b>	9,4	7,5	1,03	0,98	-27%
<b>15</b>	9,0	7,7	0,99	1,01	-18%
<b>16</b>	9,3	7,8	1,01	1,02	-19%
<b>17</b>	9,4	7,8	1,02	1,03	-20%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>155,4</b>	<b>128,8</b>			
<b>V<sub>μέσο</sub></b>	<b>9,1</b>	<b>7,6</b>			

**Πίνακας 6.4 Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του Αιολικού Πάρκου Πλατοκερατιάς Μιτάτου**



## Ετήσιες Ταχύτητες ανέμου στην Πλατοκερατιά Μιτάτου (ΑΓ 1-17)

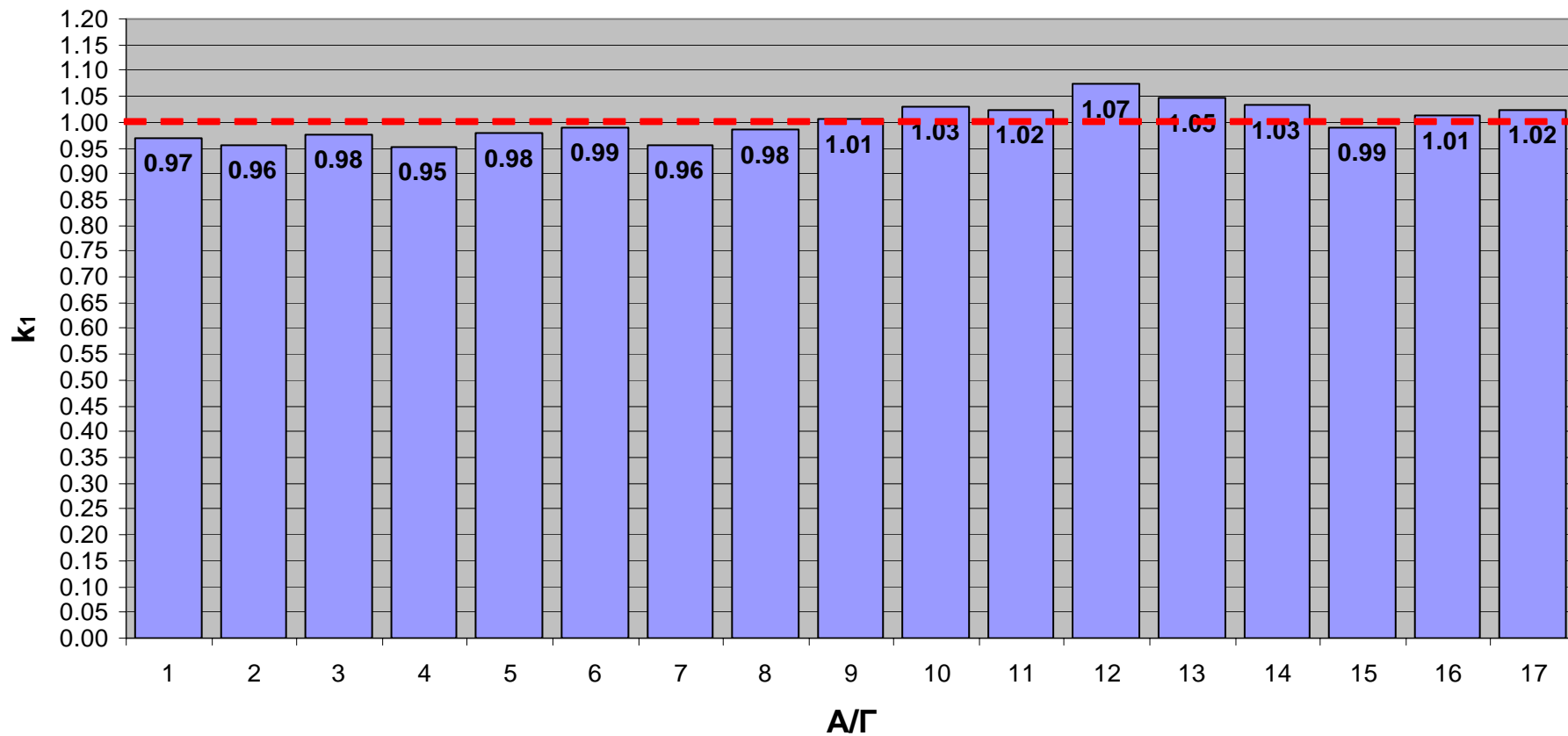
  $(V_{mi}-V_m)/V_{mi}$   
(Απόκλιση)



■ Μέσες ετήσιες ταχύτητες  $V_m$  ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς ■ Μέσες ετήσιες ταχύτητες  $V_{mi}$  ανέμου υπολογισμένες από τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης

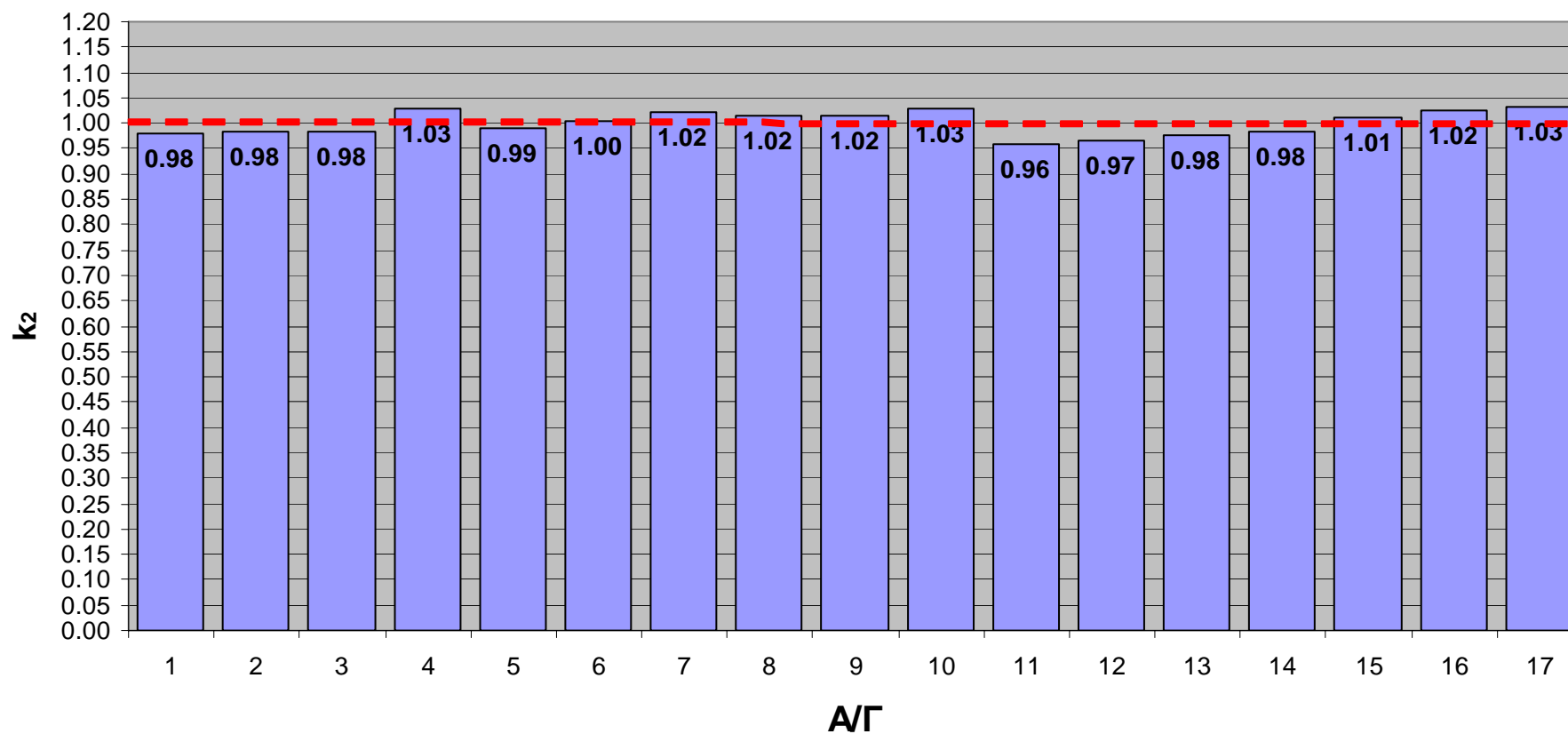
**Διάγραμμα 6.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από τον Αιολικό Χάρτη**

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες μετρημένες ταχύτητες Α/Γ στη περιοχή Πλατοκερατιά Μιτάτου



Διάγραμμα 6.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης, μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για την περιοχή της Πλατοκερατιάς Μιτάτου



Διάγραμμα 6.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου





## 6.8 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τούς ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mi}$ ).

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
Α/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,03
L2	- 0,04
L3	- 0,02
L4	- 0,05
L5	- 0,02
L6	- 0,01
L7	- 0,04
L8	- 0,02
L9	+ 0,01
L10	+ 0,03
L11	+ 0,02
L12	+ 0,07
L13	+ 0,05
L14	+ 0,03
L15	- 0,01
L16	+ 0,01
L17	+ 0,02

Πίνακας 6.5 *Απόκλιση της μετρημένης τιμής ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της*





Το διάγραμμα 6.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο της Πλατοκερατίας Μιτάτου ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,...17}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. (Πίνακας 6.5)

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,02
L2	- 0,02
L3	- 0,02
L4	+ 0,03
L5	- 0,01
L6	0
L7	+ 0,02
L8	+ 0,02
L9	+ 0,02
L10	+ 0,03
L11	- 0,04
L12	- 0,03
L13	- 0,02
L14	- 0,02
L15	+ 0,01
L16	+ 0,02
L17	+ 0,03

Πίνακας 6.6 Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της





Το διάγραμμα 6.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  **$V_{mi}_{1,2,3,..17} / V_{mi}$  μέσο**.

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. (Πίνακας 6.6)



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

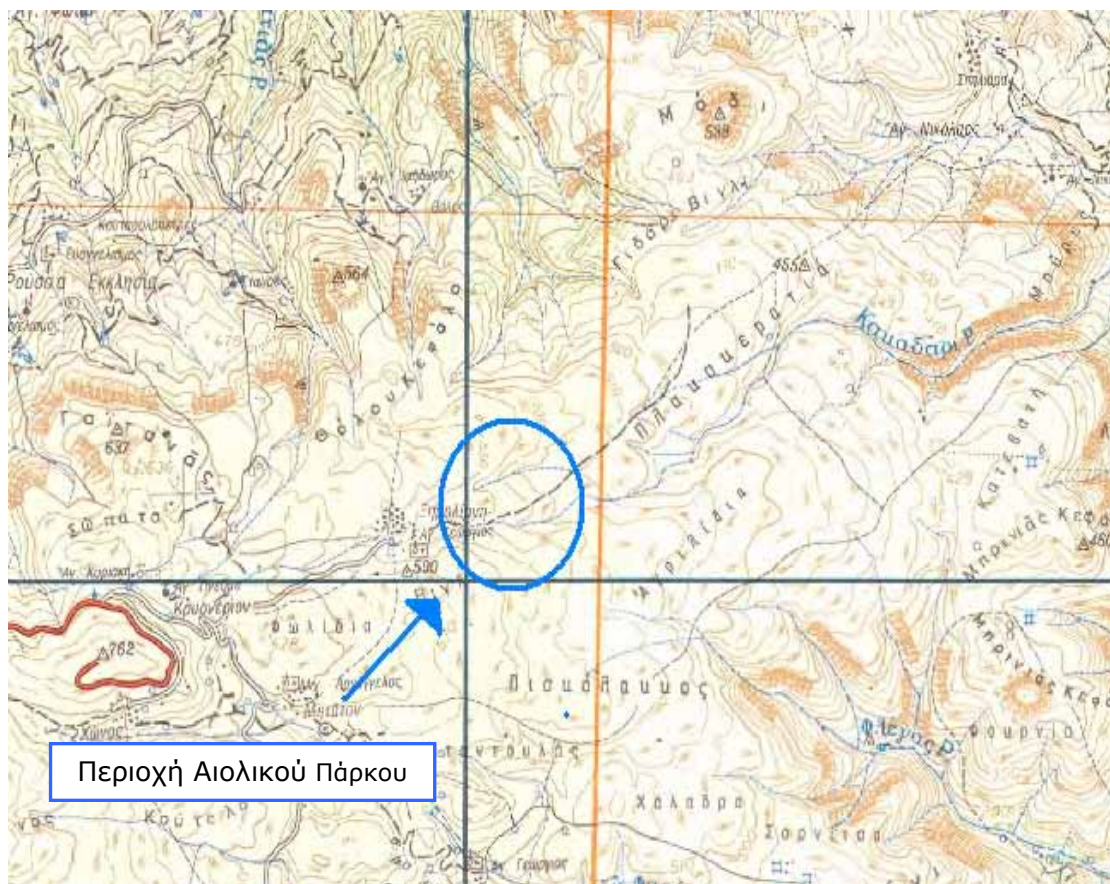
### **7. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ ΣΗΤΕΙΑΣ**

#### 7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Αιολικό Πάρκο ιδιοκτησίας «ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ» έχει εγκατασταθεί στην περιοχή Ξηρολίμνη του Δήμου Ιτάνου του νομού Λασιθίου στην Κρήτη. Στο Αιολικό Πάρκο έχουν εγκατασταθεί 5 ανεμογεννήτριες BONUS και η συνολική του ισχύς είναι 3 MW.

Σημειώνεται ότι το Αιολικό Πάρκο της Ξηρολίμνης είναι επέκταση του Αιολικού Πάρκου της Πλατοκερατιάς Μιτάτου και απέχει απ' αυτό γύρω στα 300 μέτρα.

Στον χάρτη κλίμακας 1:50.000 απεικονίζεται η θέση του αιολικού πάρκου. (Χάρτης 7.1)



**Χάρτης 7.1 Απόσπασμα χάρτη κλίμακας 1:50.000 όπου φαίνεται η περιοχή εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου**





## Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 7.1** Η άποψη της περιοχής Αιολικού Πάρκου Ξηρολίμνης



**Εικόνα 7.2** Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης





Το Αιολικό Πάρκο αποτελείται από 5 ανεμογεννήτριες των οποίων οι συντεταγμένες φαίνονται στον πίνακα 7.1 που ακολουθεί.

	X	Y	Z <sub>E</sub>
L1	700625	3892688	42
L2	700734	3892722	42
L3	700887	3892767	42
L4	700984	3892847	42
L5	701091	3892884	42

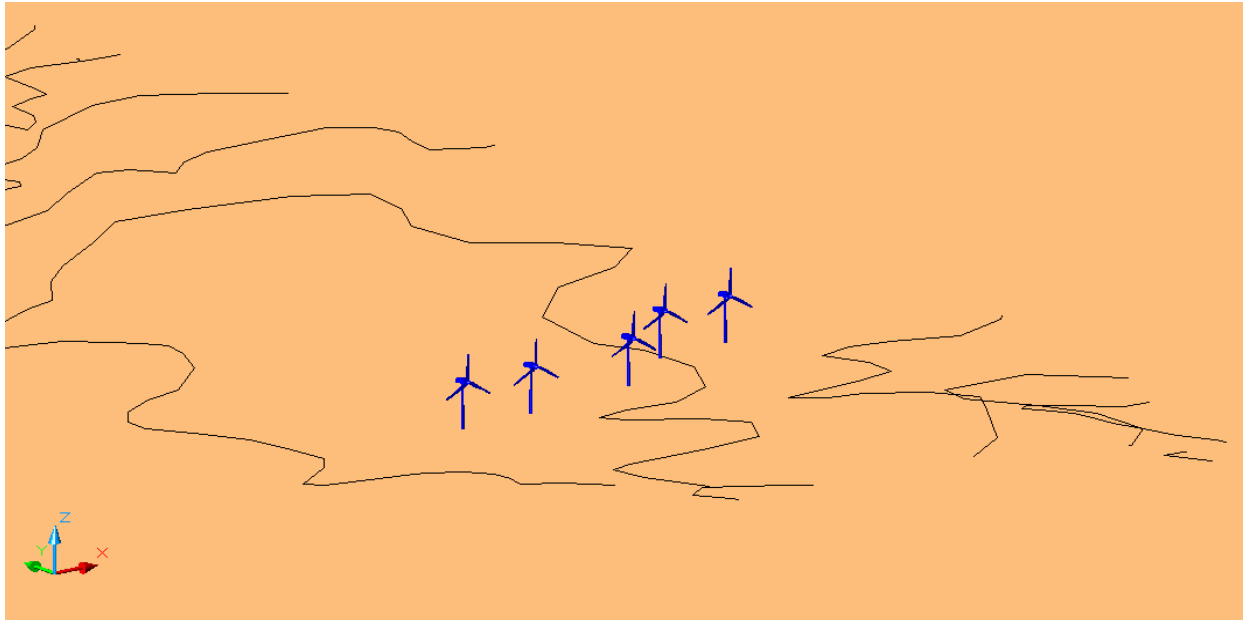
**Πίνακας 7.1 Συντεταγμένες των 5 ανεμογεννητριών**

Αναλυτικά απεικονίζονται με :

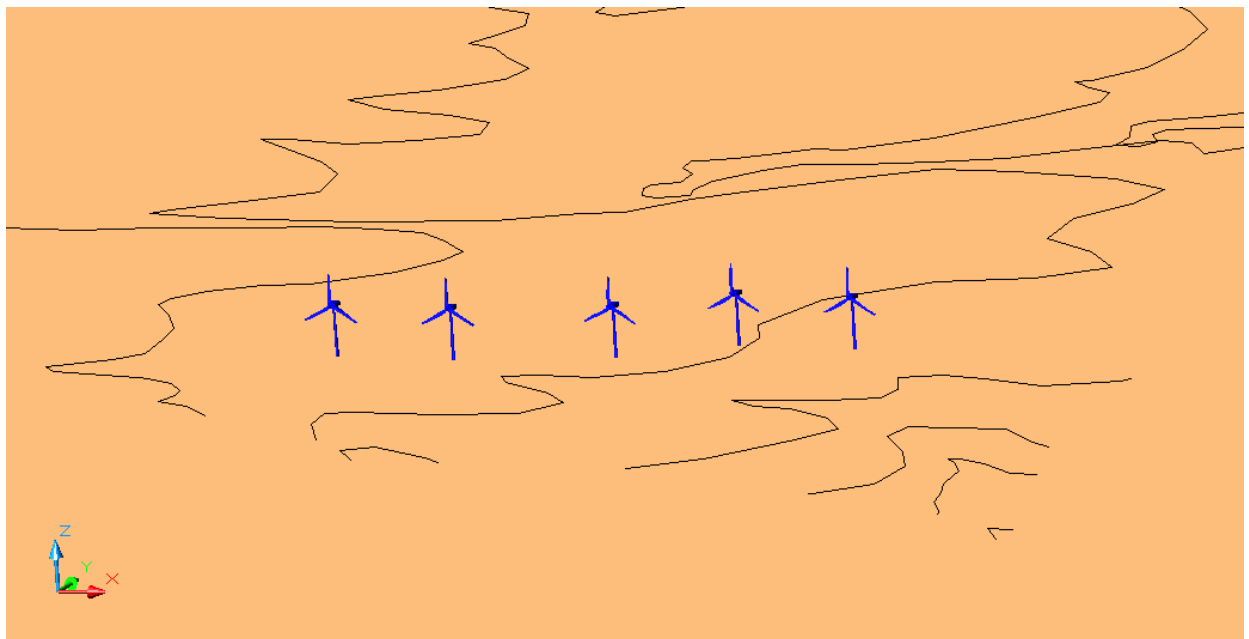
- Με **L** (1 έως 5) συμβολίζονται οι ανεμογεννήτριες.
- Με **X** και **Y** συμβολίζονται οι συντεταγμένες των επιμέρους στοιχείων, βάσει του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων.
- Με **Z<sub>E</sub>** συμβολίζεται η υψομετρική διαφορά σε μέτρα της πλήμνης από την επιφάνεια του εδάφους.



Η εγκατάσταση των 5 ανεμογεννητριών στην περιοχή Ξηρολίμνη απεικονίζονται στα σχήματα 7.1 και 7.2



**Σχήμα 7.1** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Ξηρολίμνη όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



**Σχήμα 7.2** Η εγκατάσταση των Α/Γ στην περιοχή Ξηρολίμνη όπως αυτή προκύπτει από το Autocad



## 7.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



Εικόνα 7.3 Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης



Εικόνα 7.4 Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης





### 7.3 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ



**Εικόνα 7.5 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



**Εικόνα 7.6 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου όπως προκύπτει από το πρόγραμμα 3D Studio Max**



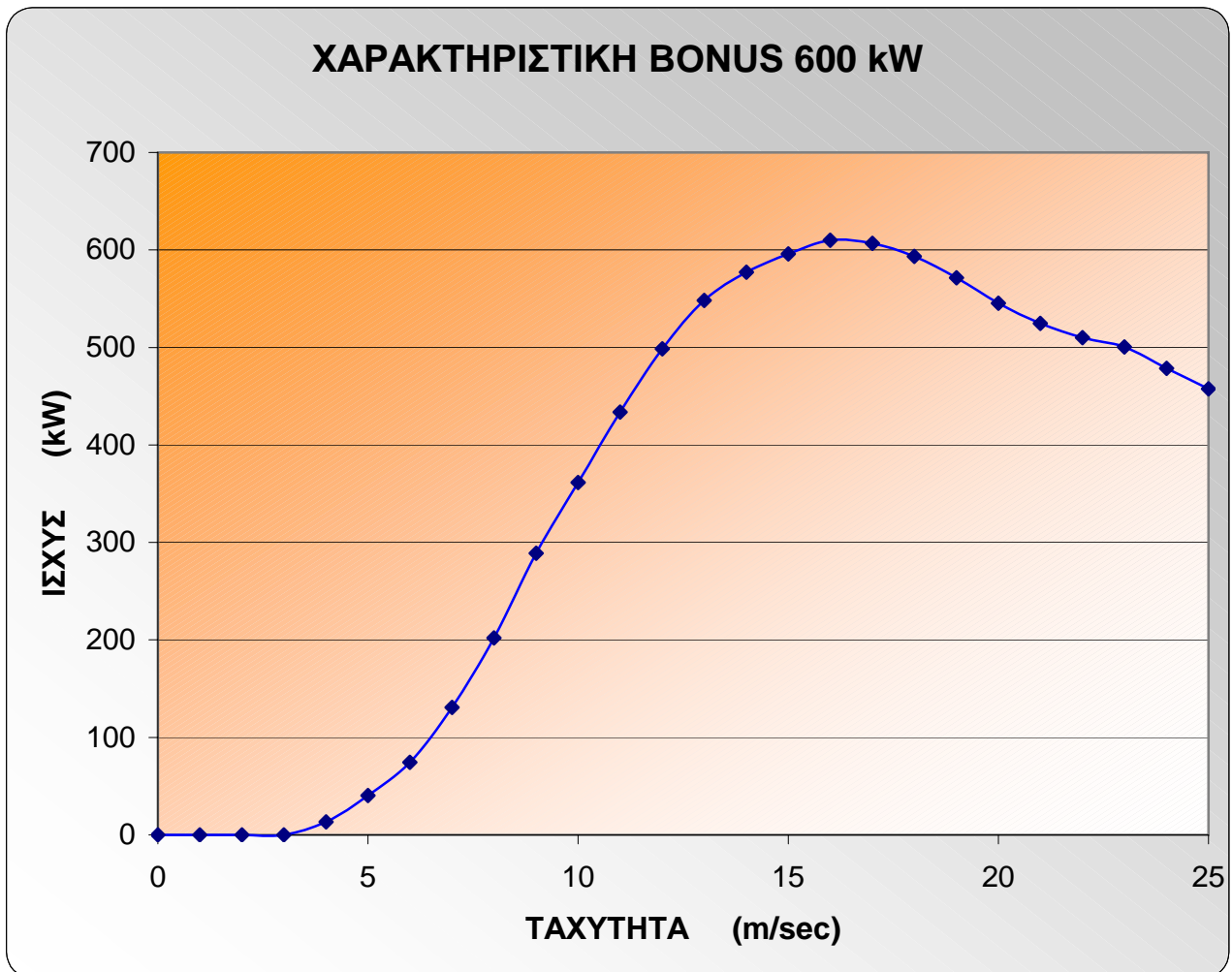
7.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00163</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>22/10/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.215/3131</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00332</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>223</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>5</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>44</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡ. ΡΟΤΟΡΑ (RPM)</b>	<b>18/27</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>42</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>40</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ ΔΕΚΑΛΕΠΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (M/S)</b>	<b>34</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ (M/S)</b>	<b>25</b>
<b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (M/S)</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>3</b>

Πίνακας 7.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Ο τύπος της ανεμογεννήτριας που επιλέχθηκε για το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Ξηρολίμνη είναι BONUS ισχύος 600 kW. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος της εν λόγω ανεμογεννήτριας.



**Διάγραμμα 7.1 Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της Α/Γ**



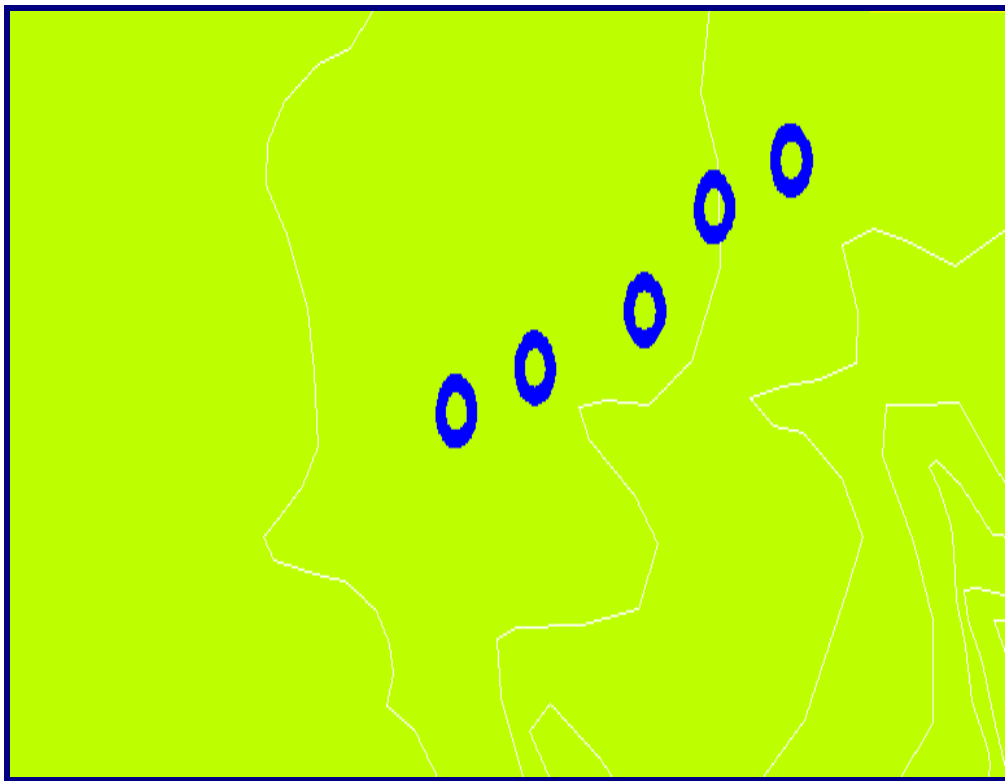
**Εικόνα 7.7** *Ανεμογεννήτρια BONUS*  
**Πηγή:** [www.afm.dtu.dk](http://www.afm.dtu.dk)



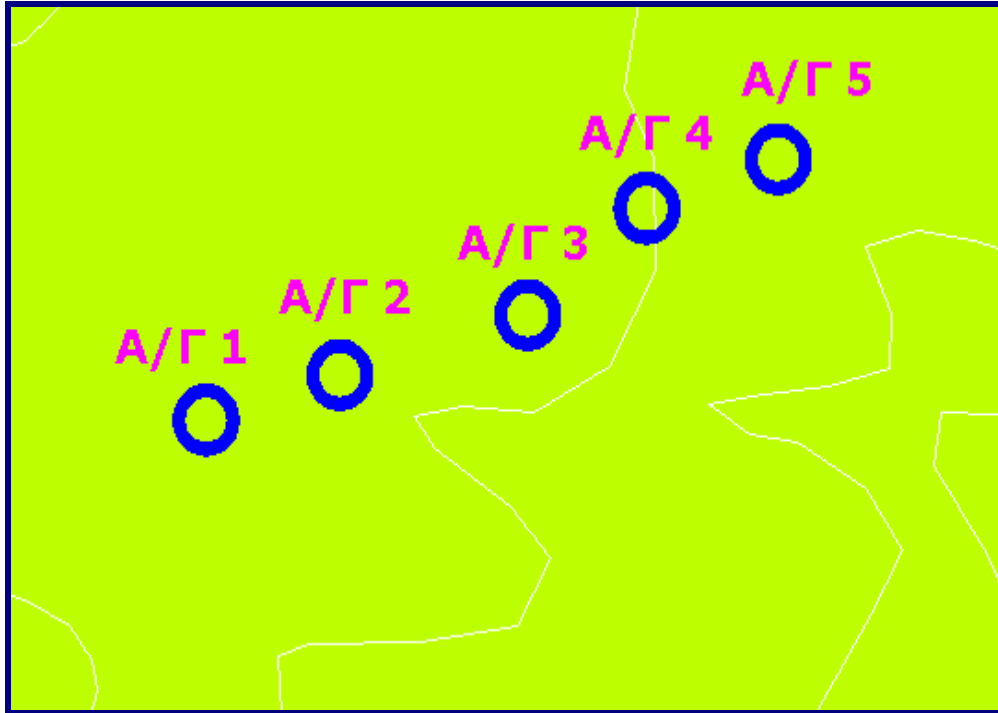
## 7.5 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στις εικόνες 7.8 και 7.9 απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή της Ξηρολίμνης στην οποία έχει εγκατασταθεί το Αιολικό Πάρκο, η χωροθέτηση των 5 ανεμογεννητριών καθώς και το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό φαίνεται από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Στην εικόνα 7.10 απεικονίζεται η χρωματική κλίμακα της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου σε m/sec.

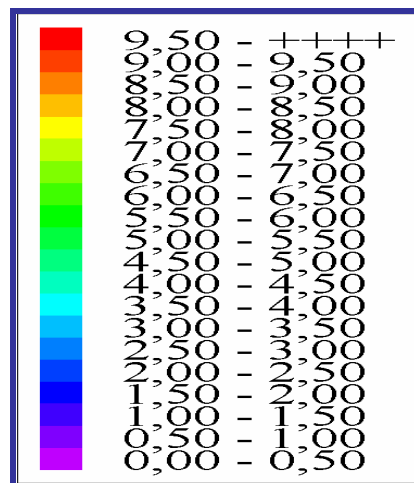
Από την εικόνα διαπιστώνεται ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι σχετικά υψηλό, δεδομένου ότι η ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 7,0 m/sec έως 7,5 m/sec.



Εικόνα 7.8 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στην ευρύτερη περιοχή



Εικόνα 7.9 Αιολικό Δυναμικό και εγκατάσταση Α/Γ στο Αιολικό Πάρκο



Εικόνα 7.10 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)



## 7.6 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ

Στον πίνακα 7.3 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 5 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης.

Α/Γ	ΕΤΟΣ 2004		ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ		
	από	έως				
			$V_m$ (m/sec)	$V_{mi}$ (m/sec)		
L1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,2		
L2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,3	7,3		
L3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,7	7,3		
L4	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,5	7,3		
L5	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	9,4	7,4		
			<b><math>V_m</math> μέσο</b>	<b>9,5</b>	<b><math>V_{mi}</math> μέσο</b>	<b>7,3</b>

**Πίνακας 7.3** Μετρούμενες και υπολογισμένες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου στο Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης.



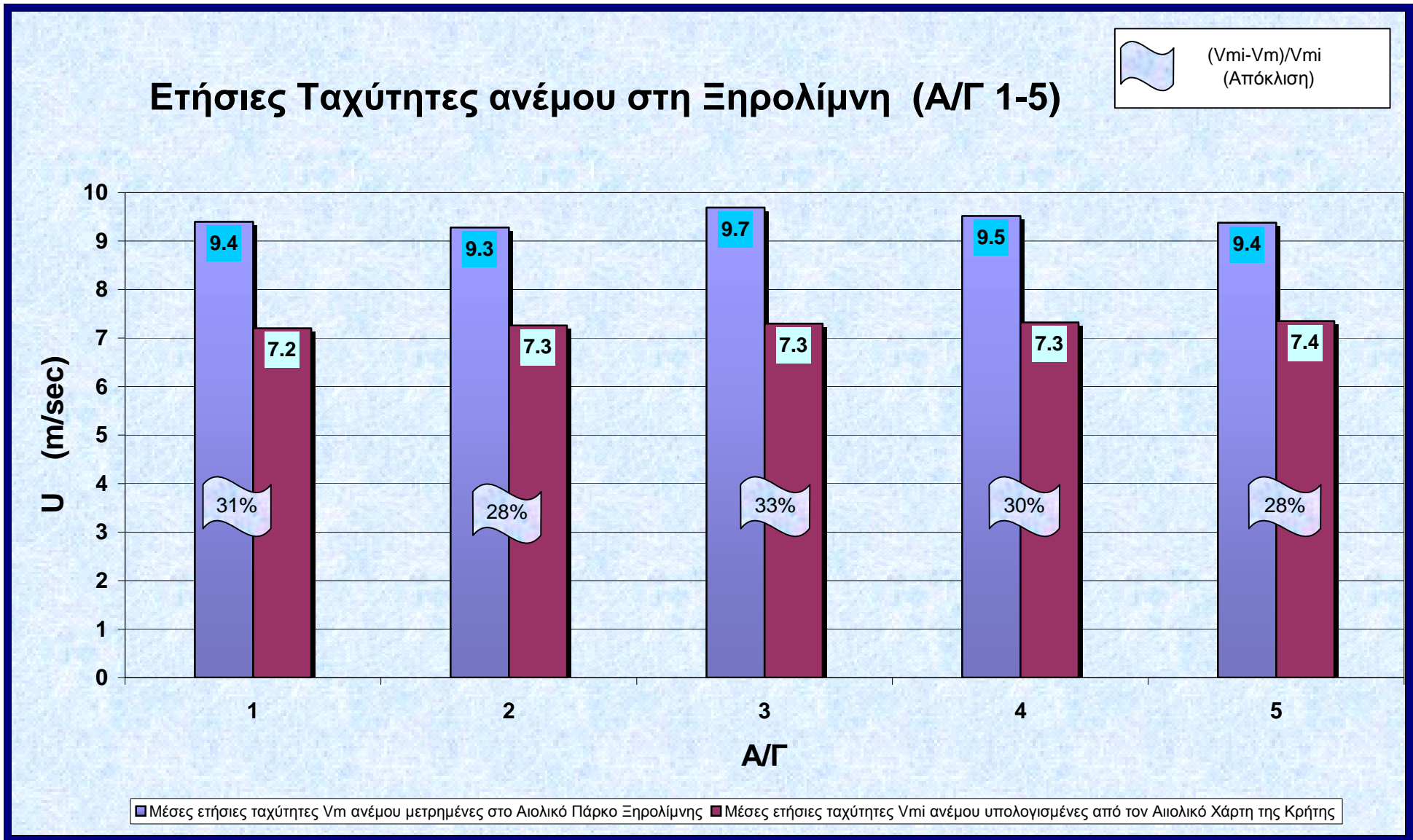
## 7.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Παρακάτω παρουσιάζονται με  $V_m$  οι μετρούμενες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 5 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με  $V_{mi}$  οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με  $k_1$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρημένες τιμές της ταχύτητας του ανέμου ως προς τη μέση μετρημένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου, με  $k_2$  οι κανονικοποιημένες μέσες μετρούμενες τιμές της ταχύτητας του ανέμου όπως αυτές προκύπτουν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, ως προς τη μέση υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου από τον “Αιολικό Χάρτη” και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ					
Α/Γ	$V_m$	$V_{mi}$	$k_1$	$k_2$	$(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ (Απόκλιση)
1	9,4	7,2	0,99	0,99	-31%
2	9,3	7,3	0,98	1,00	-28%
3	9,7	7,3	1,02	1,00	-33%
4	9,5	7,3	1,01	1,00	-30%
5	9,4	7,4	0,99	1,01	-28%
ΣΥΝΟΛΟ	47,3	36,4			
$V_{μέσο}$	9,5	7,3			

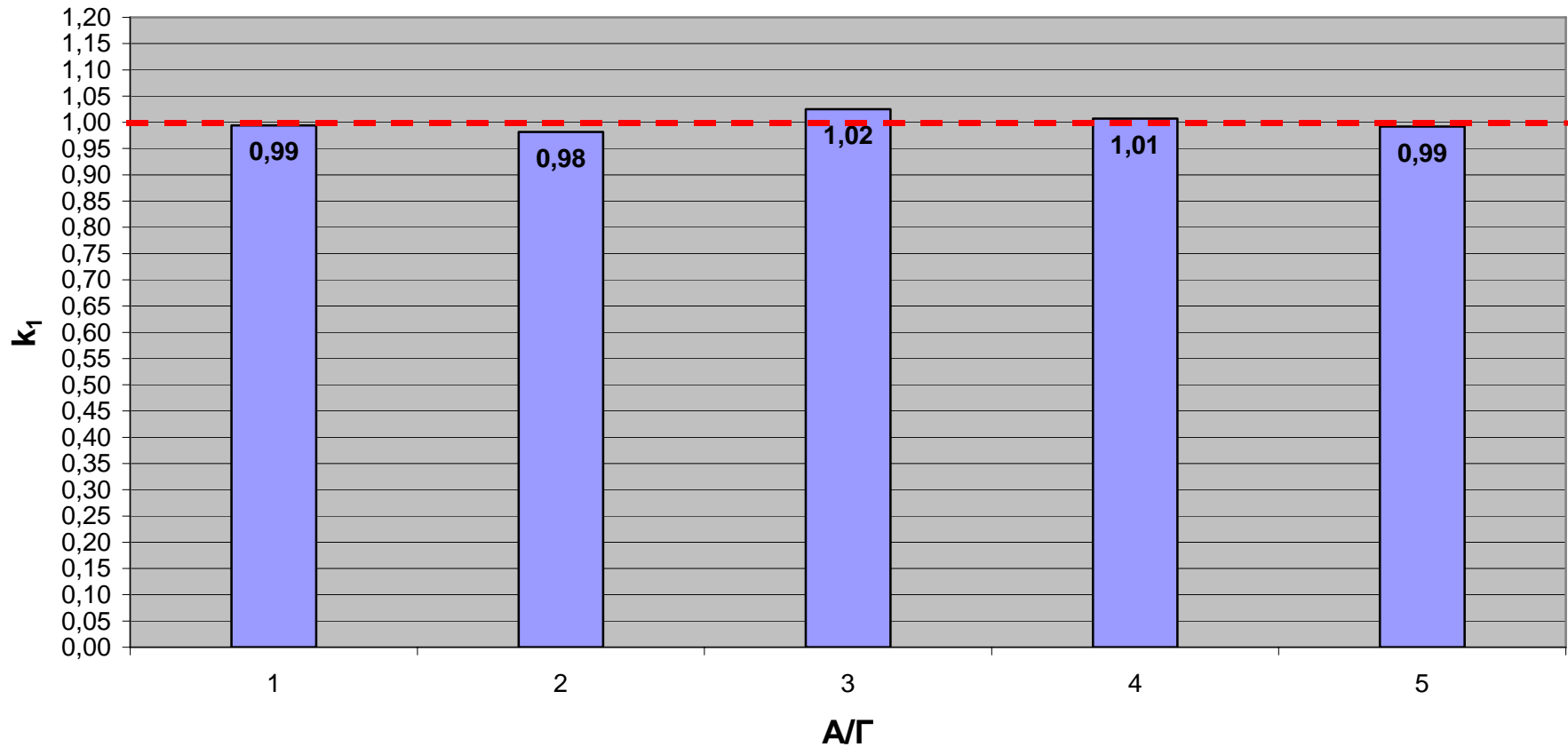
Πίνακας 7.4 Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Ξηρολίμνης





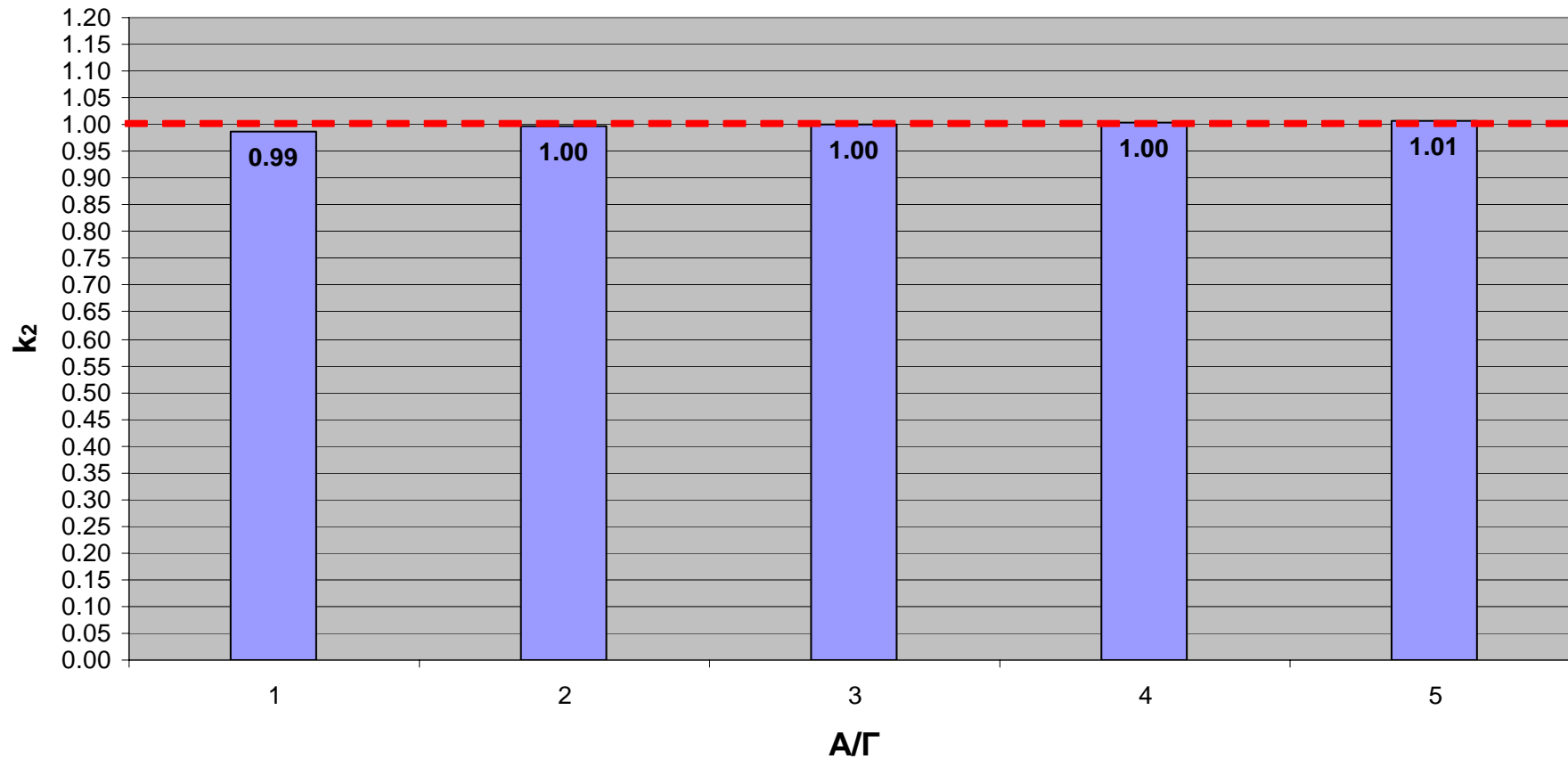
**Διάγραμμα 7.2 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου**

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα, μέσες μετρημένες ταχύτητες Α/Γ στην περιοχή Ξηρολίμνη



Διάγραμμα 7.3 Κανονικοποιημένες, μέσες μετρημένες ταχύτητες ανέμου Α/Γ ως προς τη μέση μετρημένη ταχύτητα ανέμου

Κανονικοποιημένες, ως προς τη μέση ταχύτητα με βάση τον Αιολικό Χάρτη της Κρήτης, μέσες ταχύτητες του Αιολικού Χάρτη για την περιοχή της Ξηρολίμνης



Διάγραμμα 7.4 Κανονικοποιημένες, μέσες υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου A/G ως προς τη μέση υπολογισμένη ταχύτητα ανέμου



## 7.8 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.2

Σ' αυτό το διάγραμμα απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ( $V_m$ ) από τούς ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mi}$ ).

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.3

Το διάγραμμα 7.3 απεικονίζει τις κανονικοποιημένες μετρημένες μέσες ταχύτητες ( $V_m$ ) από το Αιολικό Πάρκο της Ξηρολίμνης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες μετρημένες ταχύτητες ( $V_m$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε μετρούμενη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{m_{1,2,3,..5}} / V_m$  μέσο.

Η απόκλιση της μετρημένης τιμής της ταχύτητας  $V_m$  για κάθε ανεμογεννήτρια από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 7.5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_m$ ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,01
L2	- 0,02
L3	+ 0,02
L4	+ 0,01
L5	- 0,01

Πίνακας 7.5 Απόκλιση της μετρημένης τιμής ταχύτητας από το Αιολικό Πάρκο ως προς τη μέση τιμή της





## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.4

Το διάγραμμα 7.4 παρουσιάζει τις κανονικοποιημένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς την μέση τιμή τους.

Οι κανονικοποιημένες υπολογισμένες ταχύτητες ( $V_{mi}$ ) προκύπτουν διαιρώντας κάθε υπολογισμένη τιμή της ταχύτητας του ανέμου για κάθε ανεμογεννήτρια με την μέση τιμή της δηλαδή  $V_{mi_{1,2,3,..5}} / V_{mi \text{ μέσο}}$ .

Η απόκλιση της υπολογισμένης τιμής της ταχύτητας  $V_{mi}$  από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης ως προς τη μέση τιμή της παρουσιάζεται στον πίνακα 7.6

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ	
A/Γ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{mi}$ ΑΠΟ ΤΟΝ “ΑΙΟΛΙΚΟ ΧΑΡΤΗ” ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΗΣ (μονάδες)
L1	- 0,01
L2	0
L3	0
L4	0
L5	- 0,01

**Πίνακας 7.6 Απόκλιση της υπολογισμένης τιμής ταχύτητας από τον “Αιολικό Χάρτη” ως προς τη μέση τιμή της**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

### **8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Με βάση την σύγκριση μεταξύ προβλεπόμενων τιμών από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης και μετρούμενων τιμών της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου σε Αιολικά Πάρκα πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση του “Αιολικού Χάρτη” και αποδείχτηκε ότι :

**A.** Στα Αιολικά Πάρκα Αγίου Ιωάννη Βρουχά, Μεγάλης Βρύσης και Χανδρά οι αποκλίσεις είναι αρκετά μικρές δηλαδή κυμαίνονται από 0 % έως 15 % που σημαίνει ότι ο “Αιολικός Χάρτης” της Κρήτης ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα με βάση την ανάλυση των δεδομένων και δεν χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση όσον αφορά τις συγκεκριμένες περιοχές.

**B.** Στα Αιολικά Πάρκα Βοσκερού, Πλατοκερατιάς Μιτάτου και Ξηρολίμνης παρατηρούνται μεγάλες αποκλίσεις οι οποίες κυμαίνονται από 12 % έως 45 % γεγονός που καθίστα ανάγκη την περαιτέρω βελτίωση του “Αιολικού Χάρτη”.

Η προσπάθεια για τη βελτίωση του “Αιολικού Χάρτη” θα γίνει μέσω του προγράμματος WAsP.

<b>A/A</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ</b>	<b>ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (%)</b>	<b>ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (%)</b>
1	Βοσκερό	+15	+45
2	Άγιος Ιωάννης Βρουχά	0	-15
3	Μεγάλη Βρύση	0	+11
4	Χανδρά	0	+8
5	Πλατοκερατιά Μιτάτου	-12	-34
6	Ξηρολίμνη	-28	-33

**Πίνακας 8.1 Αποκλίσεις επί τοις % των 6 Αιολικών Πάρκων**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**

### **9.1 ΤΟΠΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΟΥ “ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ”**

Μετά τη σύγκριση μεταξύ προβλεπόμενων τιμών από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης και μετρούμενων τιμών της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου στα Αιολικά Πάρκα, παρουσιάστηκαν μεγάλες αποκλίσεις στα Αιολικά Πάρκα Βοσκερού Ηρακλείου, Ξηρολίμνης Σητείας και Πλατοκερατιάς Σητείας γεγονός το οποίο θεωρήθηκε αναγκαίο να γίνουν τοπικές επεμβάσεις για την διόρθωση του Αιολικού Χάρτη με βάση το υπολογιστικό πρόγραμμα του WAsP.

Τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα του WAsP 8.0 παρουσιάζονται εκτενέστερα στο κεφάλαιο αυτό.

### **9.2 ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΣΚΕΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

Οι αποκλίσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ προβλεπόμενων τιμών από τον “Αιολικό Χάρτη” και μετρούμενων τιμών της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο κυμαίνονται από +15% έως +45% για το λόγο αυτό υπολογίστηκε εκ νέου το αιολικό δυναμικό της περιοχής μέσω του προγράμματος WAsP 8.0.

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού της περιοχής χρησιμοποιήθηκε μια χρονοσειρά 12 μηνών (από 28/05/2003 έως 28/05/2004) από ανεμογράφο στα 40 μέτρα Από τη Στάθμη του Εδάφους (Α.Σ.Ε) που είναι εγκατεστημένος στην ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου. (Χάρτης 9.1)

#### **9.2.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Η θέση του ανεμογράφου προσδιορίστηκε και με GPS σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ 87

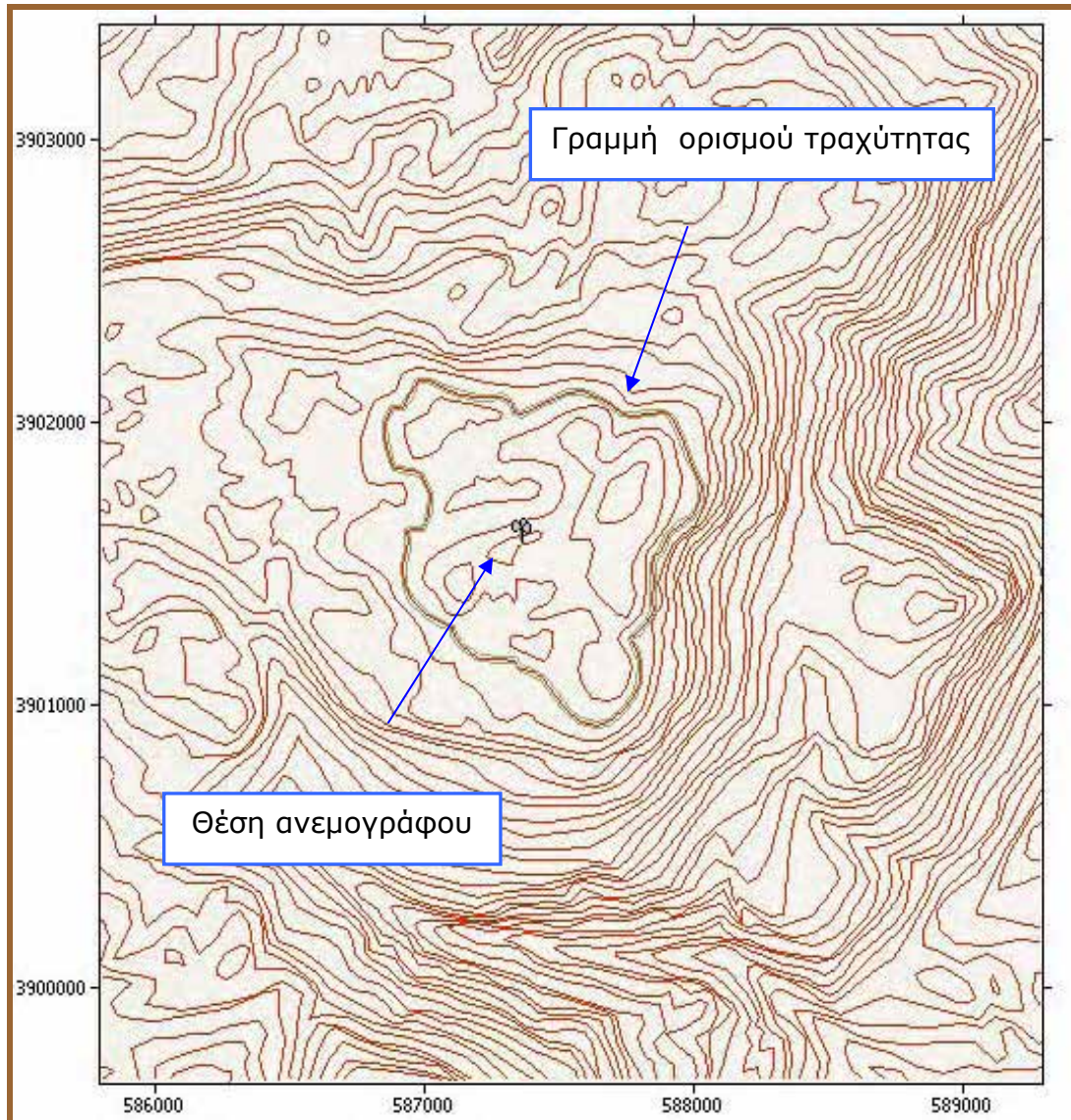
<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)</b>
<b>587357.49</b>	<b>3901577.63</b>	<b>40</b>

**Πίνακας 9.1 Συντεταγμένες και υψόμετρο του ανεμογράφου**





Στον χάρτη 9.1 φαίνεται η θέση στην οποία έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος μέσα στο Αιολικό Πάρκο της περιοχής Βοσκερού όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WASP.



**Χάρτης 9.1 Θέση του ανεμογράφου εντός του Αιολικού Πάρκου**

Από σχετικές μελέτες που έχουν γίνει στο Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας η μορφολογία του εδάφους έχει κατά μέσο όρο τραχύτητα 0,03 έως 0,06 μέτρα. Η τιμή η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι 0,03 μέτρα.





### 9.2.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Οι υπολογισμοί που έγιναν με την χρήση του λογισμικού WAsP 8.0 ήταν η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της εν λόγω περιοχής.

Τα δεδομένα που εισάγαμε στο πρόγραμμα WAsP 8.0 είναι:

- Ο χάρτης σε format WAsP (.map) στον οποίο έχουν οριστεί ισοϋψείς που ορίζουν την διαφορετική τραχύτητα δεξιά και αριστερά τους. Έτσι για την ισοϋψή γύρω από την κορυφογραμμή εγκατάστασης του ανεμογράφου μέσα στην περιοχή ορίσθηκε τραχύτητα  $z=0,03$  μέτρα.
- Ο Wind Atlas που περιέχει το μετεωρολογικό σταθμό (ανεμογράφο) και τα δεδομένα των ανεμολογικών μετρήσεων.
- Η καμπύλη παραγωγής της ανεμογεννήτριας VESTAS 52 / 850 KW.
- Η χωροθέτηση του Αιολικού Πάρκου που περιέχει τις συντεταγμένες των 7 ανεμογεννητριών με hub height στα 50 μέτρα.

Το WAsP μπορεί να μας δώσει προβλέψεις για την παραγόμενη ετήσια ενέργεια του Αιολικού Πάρκου καθώς και αναλυτικά στοιχεία για κάθε ανεμογεννήτρια που έχουν να κάνουν με τη μέση ταχύτητα, σκίαση από γειτονικές ανεμογεννήτριες και απώλειες ανά περιοχή διεύθυνσης του ανέμου.

### 9.2.3 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Στον πίνακα 9.2 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες του Αιολικού Πάρκου σε σύστημα ΕΓΣΑ 87

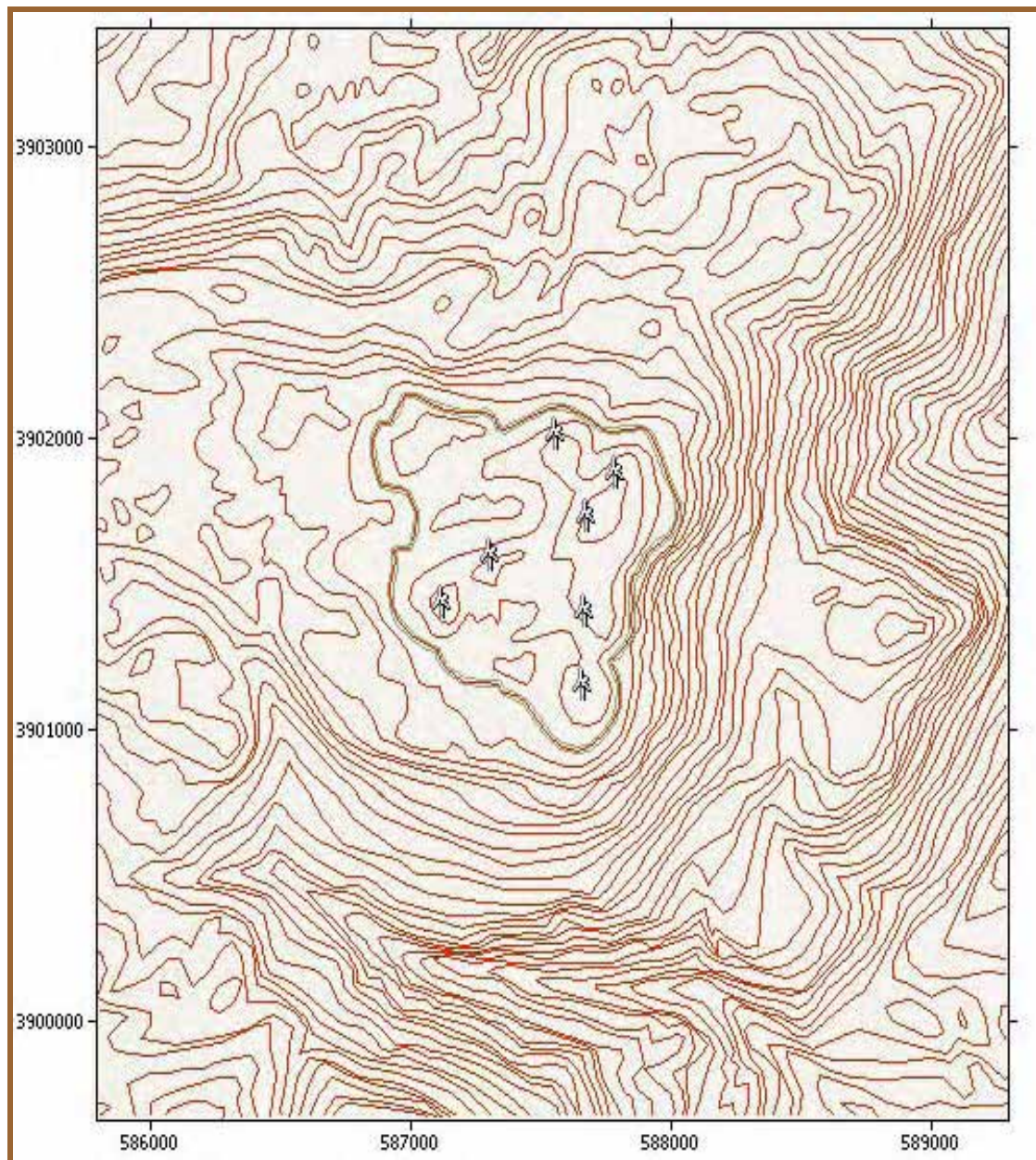
A/A	X	Y
L1	587543	3901971
L2	587774	3901839
L3	587668	3901694
L4	587660	3901368
L5	587651	3901109
L6	587294	3901558
L7	587112	3901392

**Πίνακας 9.2 Συντεταγμένες των 7 ανεμογεννητριών**





Στον χάρτη 9.2 φαίνεται η χωροθέτηση των 7 ανεμογεννητριών μέσα στο Αιολικό Πάρκο της περιοχής Βοσκερού όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WASP.

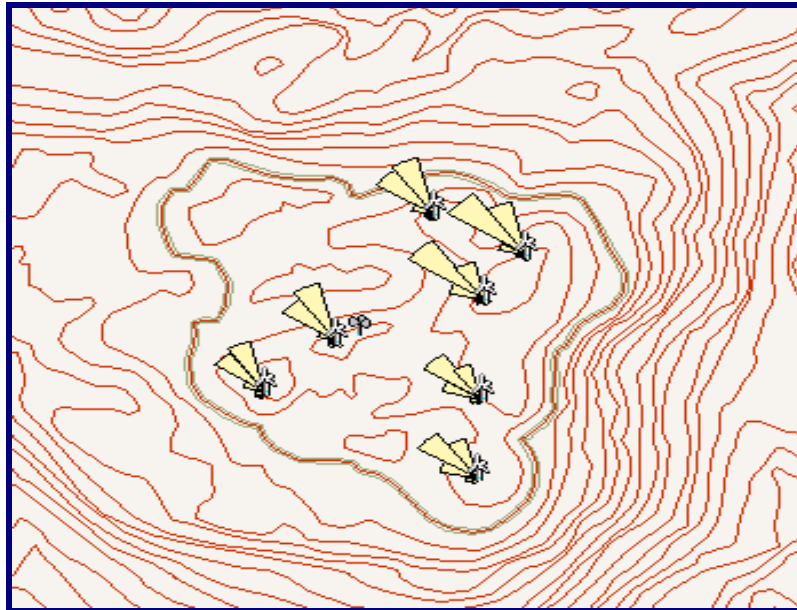


**Χάρτης 9.2 Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου**

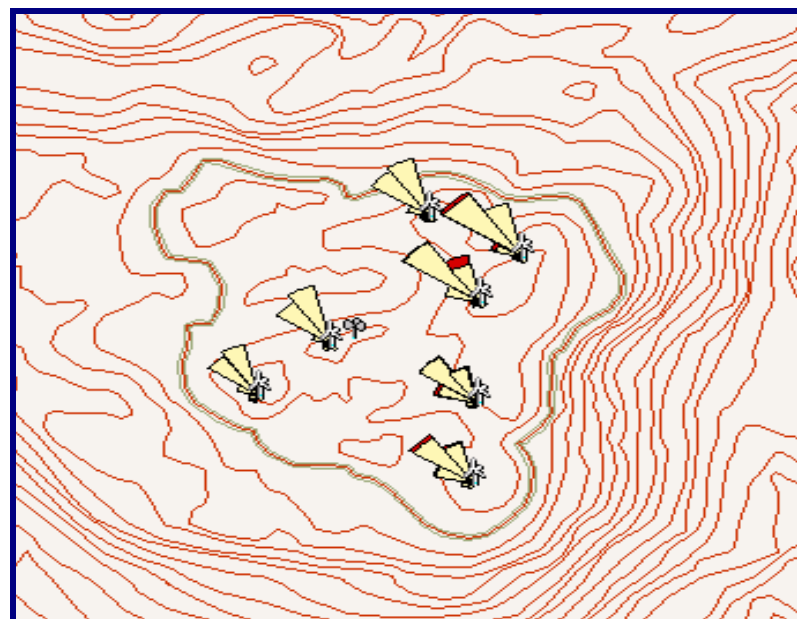


#### 9.2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στην εικόνα 9.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα παραγωγής ενέργειας σε GWh για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση του ανέμου και στην εικόνα 9.2 η συνολική παραγωγή ενέργειας σε GWh συμπεριλαμβανομένων και των απωλειών.



Εικόνα 9.1 Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



Εικόνα 9.2 Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας και απωλειών για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



### 9.2.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΒΟΣΚΕΡΟΥ

Με βάση το πρόγραμμα WAsP 8.0 προκύπτουν τα στοιχεία του Αιολικού Πάρκου στη θέση Βοσκερό. (Πίνακας 9.3)

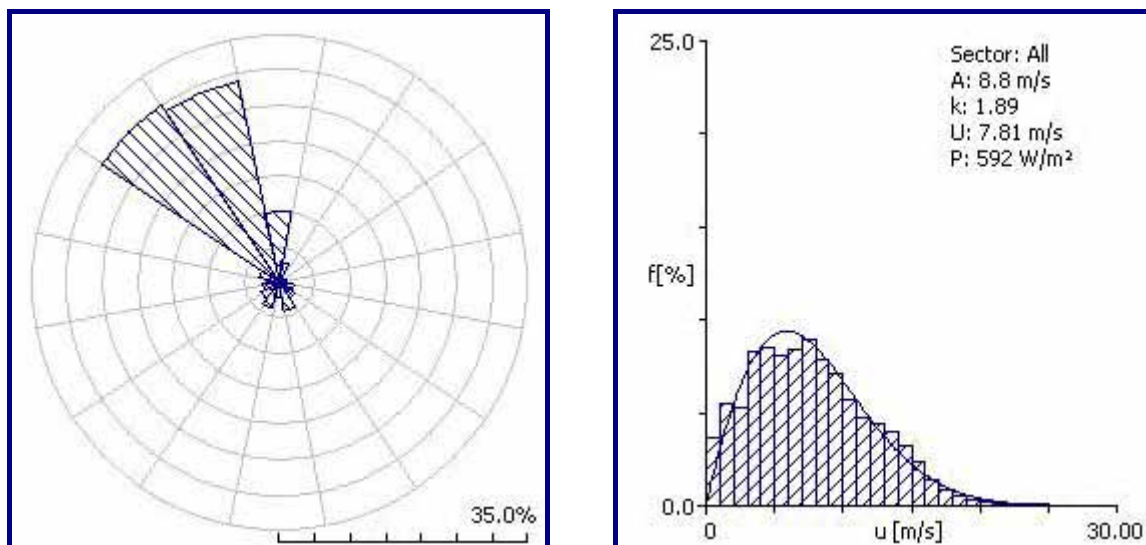
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS 52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>7</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>5,95 MW</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>8,1 m/sec</b>
<b>ΥΨΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ</b>	<b>50 m</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (NET ΑΕΡ)</b>	<b>20.651 MWh</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΣ (GROSS ΑΕΡ)</b>	<b>21.297 MWh</b>

Πίνακας 9.3 Στοιχεία του Αιολικού Πάρκου

Χρησιμοποιώντας το υποπρόγραμμα WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) και OWC (Observed Wind Climate), μετατρέπουμε τις μετρήσεις του ανεμογράφου (ταχύτητα, διεύθυνση και τυπική απόκλιση) σε ροδόγραμμα, μια μορφή που μπορούμε και να σχολιάσουμε εύκολα μετά από οπτική παρατήρηση, αλλά και να την εισάγουμε στο λογισμικό για τον υπολογισμό μας όπως παρατηρούμε και στην εικόνα 9.3

### The observed wind climate for the site

-	Weibull fit	Combined	Discrepancy
Mean wind speed	7.81 m/s	7.70 m/s	-1.37%
Mean power density	592 W/m <sup>2</sup>	592 W/m <sup>2</sup>	-0.07%

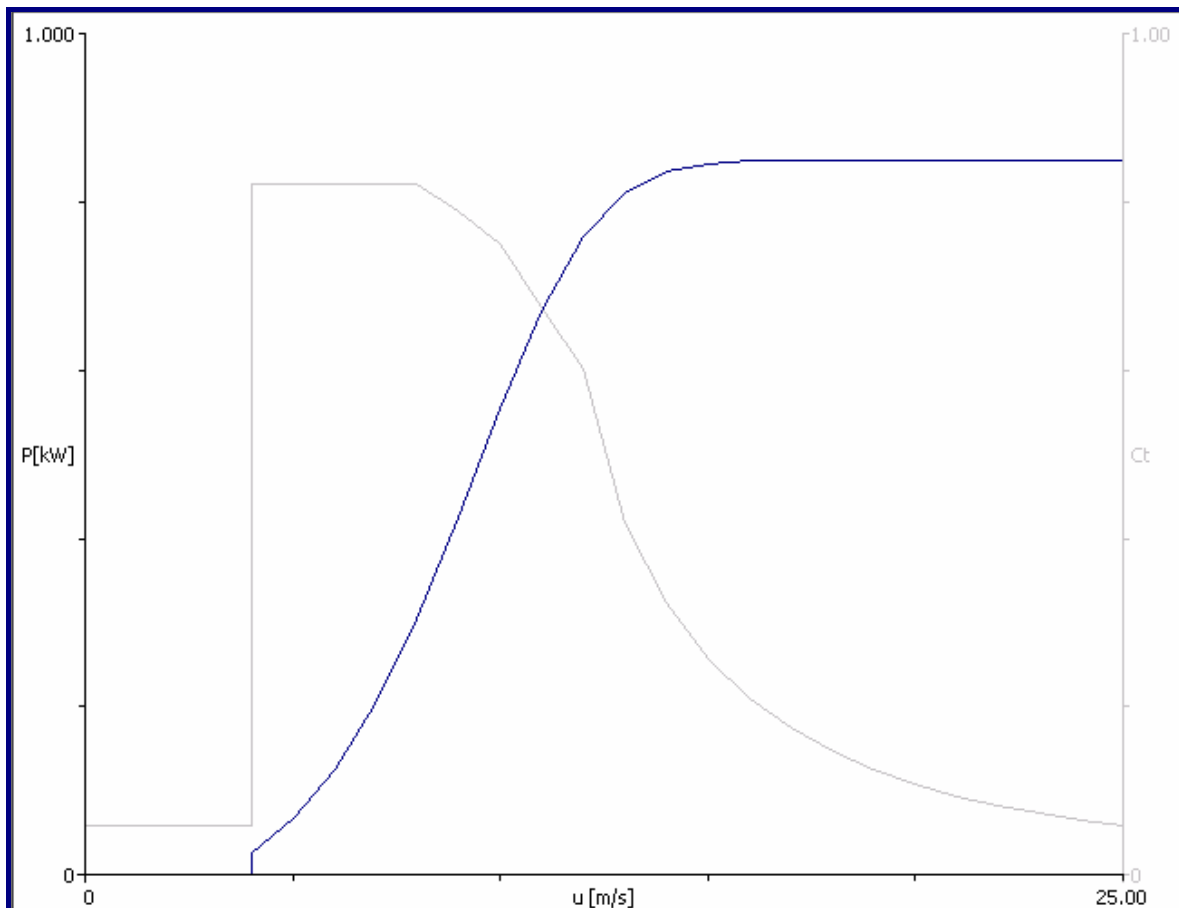


**Εικόνα 9.3 Ροδόγραμμα του ανεμογράφου και σχετικά μεγέθη του**

Κάνοντας ανάλυση των μετρήσεων του ανέμου στη θέση που έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος, παρατηρούμε ότι η μέση ταχύτητα είναι  $U_{mean}=7,81$  m/sec με κύρια διεύθυνση ΒΔ, πυκνότητα ισχύος  $P_d=592$  W/m<sup>2</sup>, ο συντελεστής Weibull- $A=8,8$  (ο συντελεστής συνήθως γράφεται με το γράμμα C αλλά το λογισμικό μας το εμφανίζει με το γράμμα A) και ο συντελεστής Weibull- $k=1,89$ .



Η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας VESTAS 52, 850 KW που είναι ο τύπος της μηχανής που έχει εγκατασταθεί στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού δίνεται παρακάτω : (Διάγραμμα 9.1)



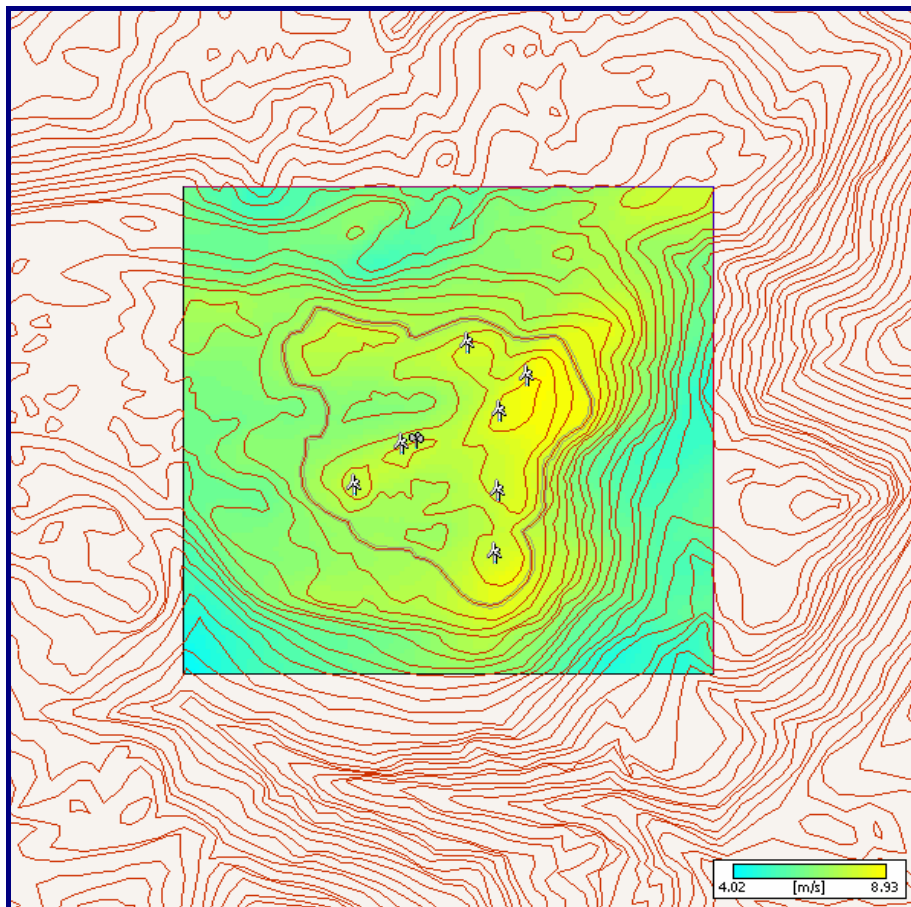
**Διάγραμμα 9.1 Καμπύλη ισχύος της Α/Γ VESTAS 52, 850 KW**

## 9.2.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες μετρήσεις και η εκτίμηση των παραμέτρων του ανέμου, όπως προκύπτουν από το πρόγραμμα WAsP 8.0 καθώς και τα ανεμολογικά δεδομένα, καταλήγουμε σε κάποια πρώτα συμπεράσματα ειδικά για το αιολικό δυναμικό της περιοχής, πάντα με τις επιφυλάξεις για τυχόν ατέλειες του προγράμματος. Επιπλέον, δεν μπορεί να αποφευχθεί το σφάλμα στην εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, καθώς ο άνεμος είναι ένα στοχαστικό φαινόμενο, πράγμα που σημαίνει ότι έχει ιδιαίτερη σημασία οι μετρήσεις και οι εκτιμήσεις του αιολικού δυναμικού να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερης διάρκειας (δεκαετής).

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά καθώς η μέση ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται στα 8,1 m/sec.

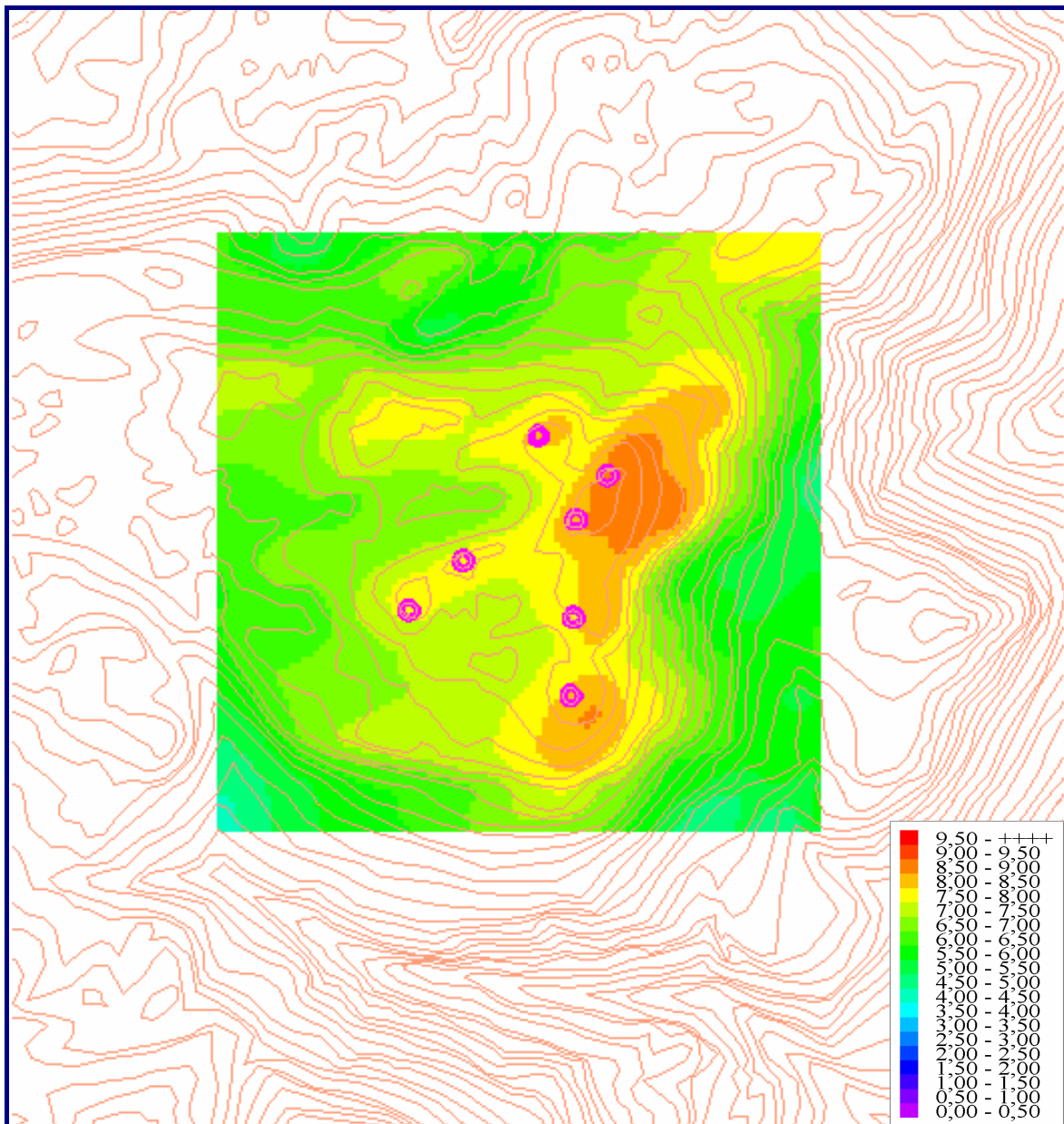
Στην εικόνα 9.4 φαίνεται το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό υπολογίστηκε από το πρόγραμμα WAsP 8.0. Η χρωματική κλίμακα αντιστοιχεί σε αυτή του προγράμματος WAsP.



**Εικόνα 9.4 Αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως προκύπτει από το πρόγραμμα WAsP**



Με τη βοήθεια του προγράμματος `mpg2dxf3d` έγινε προσαρμογή της χρωματικής κλίμακας έτσι ώστε να ταυτίζεται με την χρωματική κλίμακα του εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας με την οποία προσδιορίστηκε το αιολικό δυναμικό του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης. (Εικόνα 9.5)



**Εικόνα 9.5 Αιολικό δυναμικό της περιοχής**





### 9.2.7 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΣΩ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WASP

Στον πίνακα 9.4 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 7 Α/Γ από 17 Δεκεμβρίου του 2004 έως 19 Ιανουαρίου του 2005, καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WASP 8.0. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 28/05/2003 έως 28/05/2004.

Η 7<sup>η</sup> Α/Γ λειτούργησε μόνο 98 ημίωρα (περίπου 2 ημέρες) γι αυτό η μετρούμενη μέση ετήσια ταχύτητα έχει χαμηλή τιμή.

A/A	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΣΚΕΡΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΟ WASP
	$V_m$ (m/sec)	$V_{mw}$ (m/sec)
L1	6,3	8,1
L2	7,6	8,8
L3	7,4	8,4
L4	6,4	7,9
L5	7,9	8,1
L6	6,8	7,8
L7	4,5	7,7
	<b><math>V_m</math> μέσο = 6,7</b>	<b><math>V_{mw}</math> μέσο = 8,1</b>

Πίνακας 9.4 *Μετρούμενες και υπολογισμένες τιμές ταχύτητας ανέμου από το WASP στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού*



### 9.2.8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ


Παρακάτω παρουσιάζονται με  $V_m$  οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 7 Α/Γ το χρονικό διάστημα από 17 Δεκεμβρίου 2004 έως 19 Ιανουαρίου 2005, με  $V_{mw}$  οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ .

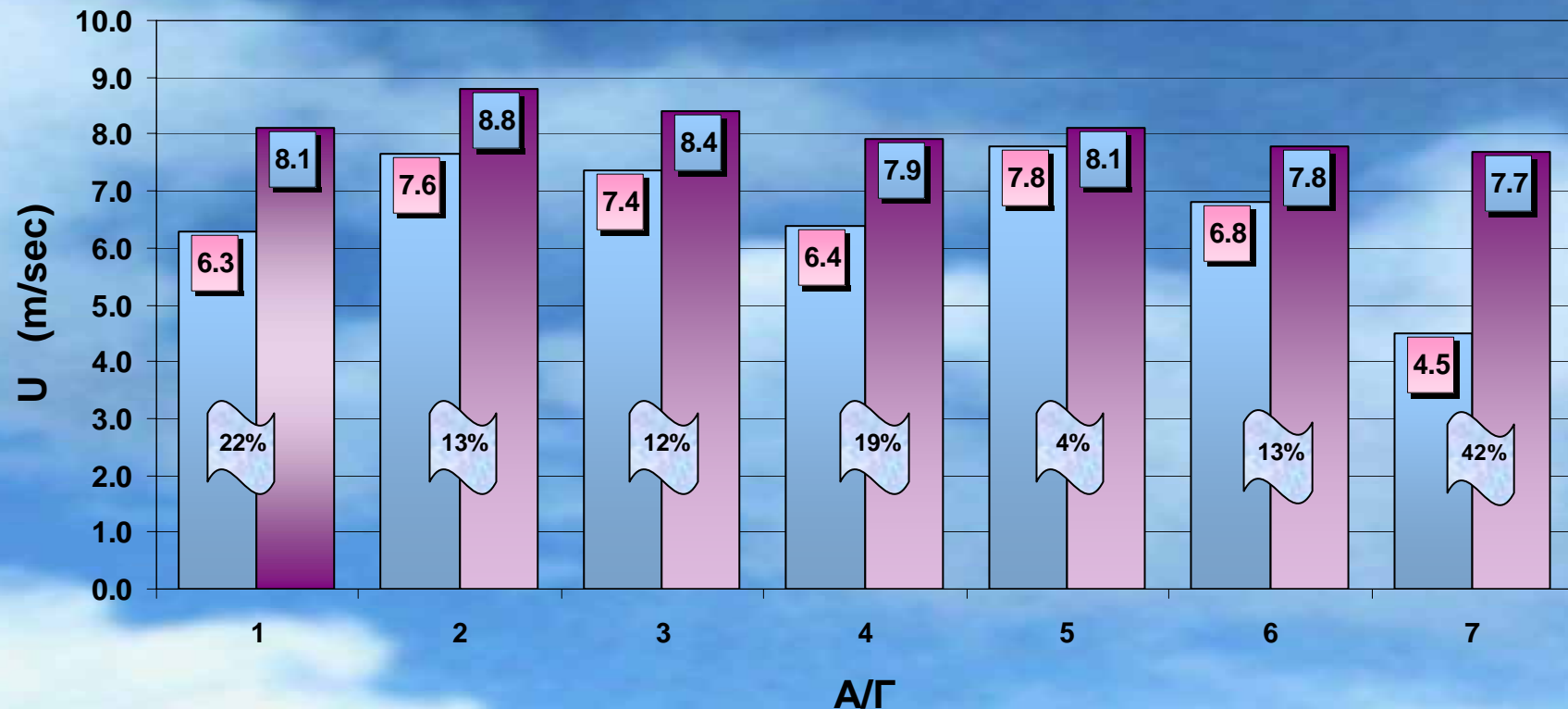
ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ			
Α/Γ	$V_m$	$V_{mw}$	$(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ (Απόκλιση)
1	6,3	8,1	+22%
2	7,6	8,8	+13%
3	7,4	8,4	+12%
4	6,4	7,9	+19%
5	7,8	8,1	+4%
6	6,8	7,8	+13%
7	4,5	7,7	+42%
ΣΥΝΟΛΟ	46,7	56,8	
Μέσο	6,7	8,1	

Πίνακας 9.5 *Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Βοσκερού*

Στο διάγραμμα 9.2 απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου ( $V_m$ ) από τους ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου ( $V_{mw}$ ) που προέκυψαν από το πρόγραμμα του WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 28 Μαΐου 2003 έως 28 Μαΐου 2004. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mw}$ ).

## Ταχύτητες ανέμου στο Βοσκερό (Α/Γ 1-7)

  $(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$   
(Απόκλιση)



■ Μέσες ταχύτητες  $V_m$  ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο Βοσκερού  
■ Μέσες ταχύτητες  $V_{mw}$  ανέμου υπολογισμένες από το πρόγραμμα WAsP

**Διάγραμμα 9.2 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από το πρόγραμμα WAsP**



## 9.2.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 9.6 παρουσιάζονται με **Vm** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 7 Α/Γ το χρονικό διάστημα από 17 Δεκεμβρίου 2004 έως 19 Ιανουαρίου 2005, με **Vmi** οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **Vmw** οι ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 28/05/2003 έως 28/05/2004, από την σχέση  $(Vmi - Vm) / Vmi$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου από τις 7 ανεμογεννήτριες του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης και τέλος από την σχέση  $(Vmw - Vm) / Vmw$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που προέκυψαν από το πρόγραμμα WAsP 8.0.

<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ</b>					
<b>A/Γ</b>	<b>Vm</b>	<b>Vmi</b>	<b>Vmw</b>	<b><math>(Vmi - Vm) / Vmi</math> (Απόκλιση)</b>	<b><math>(Vmw - Vm) / Vmw</math> (Απόκλιση)</b>
<b>1</b>	6,3	8,7	8,1	+28%	+22%
<b>2</b>	7,6	9,3	8,8	+18%	+13%
<b>3</b>	7,4	9,2	8,4	+20%	+12%
<b>4</b>	6,4	9,3	7,9	+32%	+19%
<b>5</b>	7,8	9,2	8,1	+15%	+4%
<b>6</b>	6,8	8,3	7,8	+18%	+13%
<b>7</b>	4,5	8,2	7,7	+45%	+42%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>46,7</b>	<b>62,2</b>	<b>56,8</b>		
<b>Vμέσο</b>	<b>6,7</b>	<b>8,9</b>	<b>8,1</b>		

**Πίνακας 9.6 Γενικός πίνακας αποκλίσεων**



Μετά την επέμβαση που έγινε μέσω του προγράμματος WAsP για την τοπική διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης στην περιοχή Βοσκερό συμπεραίνουμε ότι οι αποκλίσεις μειώθηκαν, αφού πριν την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” κυμαίνονταν από +15% έως +45% ενώ μετά την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” οι αποκλίσεις κυμαίνονται από +4% έως +42%.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι ικανοποιητικά καθώς προσεγγίστηκαν περισσότερο οι μετρούμενες τιμές ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο, όμως το ποσοστό των αποκλίσεων εξακολουθεί να είναι σχετικά υψηλό και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μετρήσεις των ταχυτήτων του ανέμου από το Αιολικό Πάρκο αφορούν μια μικρή χρονική περίοδο. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου από το Αιολικό Πάρκο μετρήθηκαν κατά τη χρονική περίοδο 17/12/2004 έως 19/01/2005 ενώ οι υπολογισμοί με βάση το πρόγραμμα WAsP έγιναν κατά χρονική περίοδο 28/05/2003 έως 28/05/2004 συνεπώς αναφερόμαστε σε διαφορετικές χρονικές περιόδους που αυτό δικαιολογεί τις σχετικά μεγάλες αποκλίσεις.

Το ποσοστό της απόκλισης που ανέρχεται στο 42% της 7<sup>ης</sup> ανεμογεννήτριας είναι κατά πολύ υψηλό γιατί λειτούργησε μόνο 98 ημίωρα (περίπου 2 ημέρες).



**Εικόνα 9.6 Αιολικό Πάρκο Βοσκερού Ηρακλείου**



### 9.3 ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑΣ ΜΙΤΑΤΟΥ ΣΗΤΕΙΑΣ

Οι αποκλίσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ προβλεπόμενων τιμών από τον “Αιολικό Χάρτη” και μετρούμενων τιμών της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο κυμαίνονται από -12% έως -34% για το λόγο αυτό υπολογίστηκε εκ νέου το αιολικό δυναμικό της περιοχής μέσω του προγράμματος WAsP 8.0.

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού της περιοχής χρησιμοποιήθηκε μια χρονοσειρά 12 μηνών (από το 1999 έως το 2000) από ανεμογράφο στα 40 μέτρα Από τη Στάθμη του Εδάφους (Α.Σ.Ε) που είναι εγκατεστημένος στην ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου. (Χάρτης 9.3)

#### 9.3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

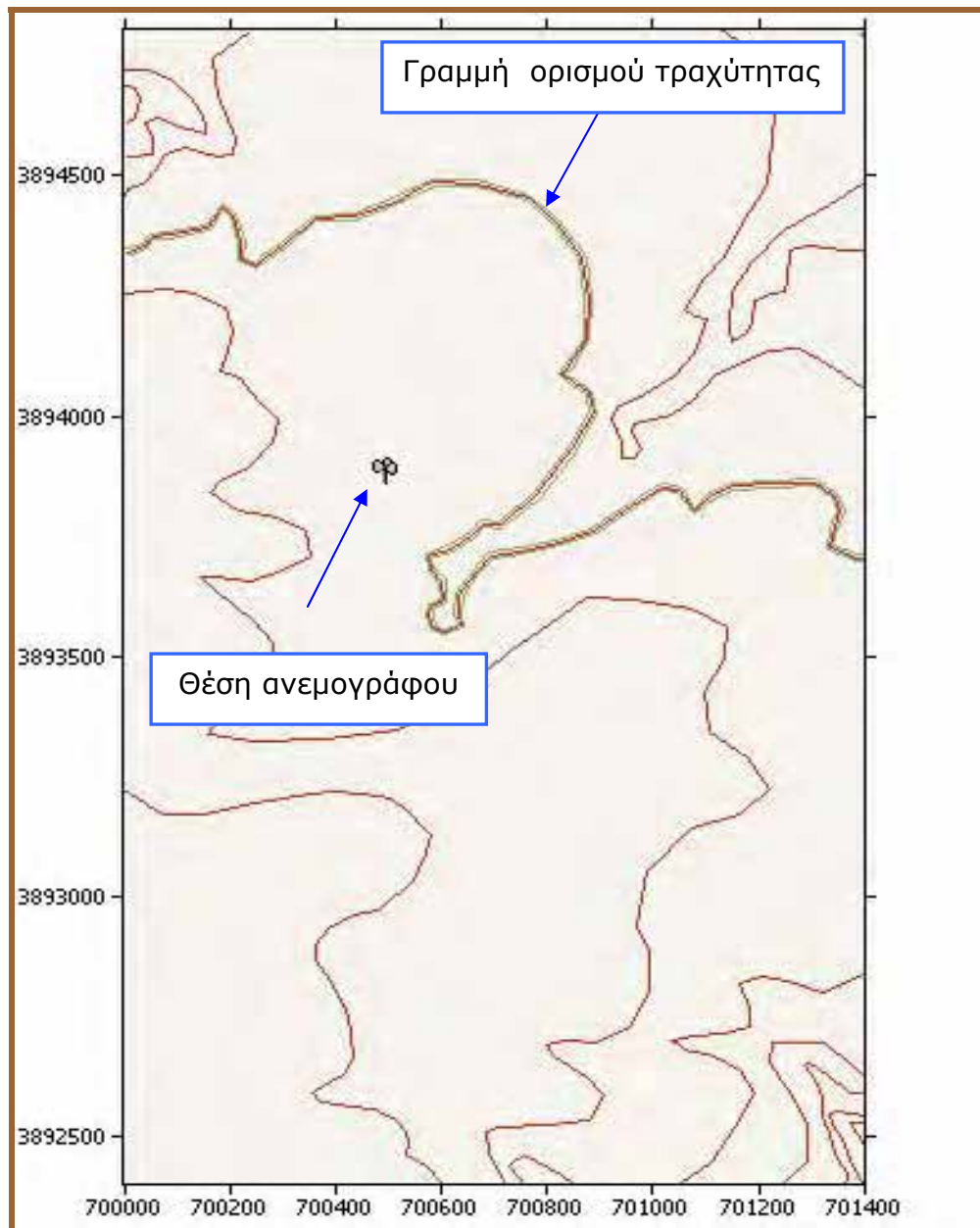
Η θέση του ανεμογράφου προσδιορίστηκε και με GPS σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ 87

Χ	Υ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
700496.53	3893859.25	40

**Πίνακας 9.7 Συντεταγμένες και υψόμετρο του ανεμογράφου**

Στον χάρτη 9.3 φαίνεται η θέση στην οποία έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος μέσα στο Αιολικό Πάρκο της περιοχής Πλατοκερατίας Μιτάτου όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WAsP.

Από σχετικές μελέτες που έχουν γίνει στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας η μορφολογία του εδάφους έχει κατά μέσο όρο τραχύτητα 0,03 έως 0,06 μέτρα. Η τιμή η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι 0,03 μέτρα.



**Χάρτης 9.3 Θέση του ανεμογράφου εντός του Αιολικού Πάρκου**



### 9.3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Οι υπολογισμοί που έγιναν με την χρήση του λογισμικού WAsP 8.0 ήταν η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της εν λόγω περιοχής.

Τα δεδομένα που εισάγαμε στο πρόγραμμα WAsP 8.0 είναι:

- Ο χάρτης σε format WAsP (.map) στον οποίο έχουν οριστεί ισοϋψείς που ορίζουν την διαφορετική τραχύτητα δεξιά και αριστερά τους. Έτσι για την πλησιέστερη ισοϋψή στον ανεμογράφο μέσα στην περιοχή ορίστηκε τραχύτητα  $z=0,03$  μέτρα.
- Ο Wind Atlas που περιέχει το μετεωρολογικό σταθμό (ανεμογράφο) και τα δεδομένα των ανεμολογικών μετρήσεων.
- Η καμπύλη παραγωγής της ανεμογεννήτριας BONUS Mk IV / 600 KW.
- Η χωροθέτηση του Αιολικού Πάρκου που περιέχει τις συντεταγμένες των 17 ανεμογεννητριών με hub height στα 50 μέτρα.

Το WAsP μπορεί να μας δώσει προβλέψεις για την παραγόμενη ετήσια ενέργεια του Αιολικού Πάρκου καθώς και αναλυτικά στοιχεία για κάθε ανεμογεννήτρια που έχουν να κάνουν με τη μέση ταχύτητα, σκίαση από γειτονικές ανεμογεννήτριες και απώλειες ανά περιοχή διεύθυνσης του ανέμου.





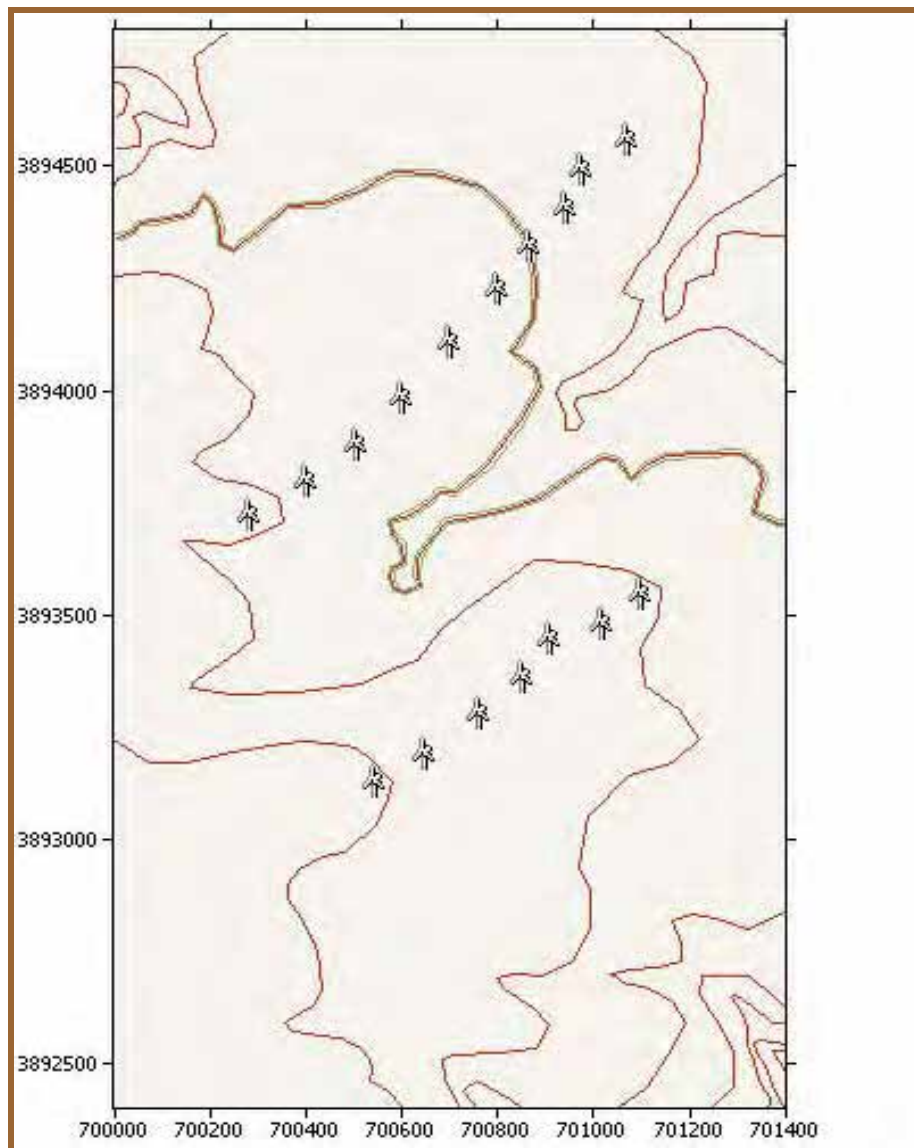
### 9.3.3 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Στον πίνακα 9.8 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες του Αιολικού Πάρκου σε σύστημα ΕΓΣΑ 87

A/A	X	Y
L1	700275	3893695
L2	700393	3893767
L3	700497	3893849
L4	700595	3893956
L5	700692	3894078
L6	700795	3894195
L7	700858	3894291
L8	700936	3894378
L9	700970	3894464
L10	701063	3894531
L11	700537	3893100
L12	700640	3893162
L13	700754	3893249
L14	700847	3893331
L15	700905	3893417
L16	701010	3893449
L17	701093	3893516

**Πίνακας 9.8 Συντεταγμένες των 17 ανεμογεννητριών**

Στον χάρτη 9.4 φαίνεται η χωροθέτηση των 17 ανεμογεννητριών μέσα στο Αιολικό Πάρκο της περιοχής Πλατοκερατιάς Μιτάτου όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WAsP.

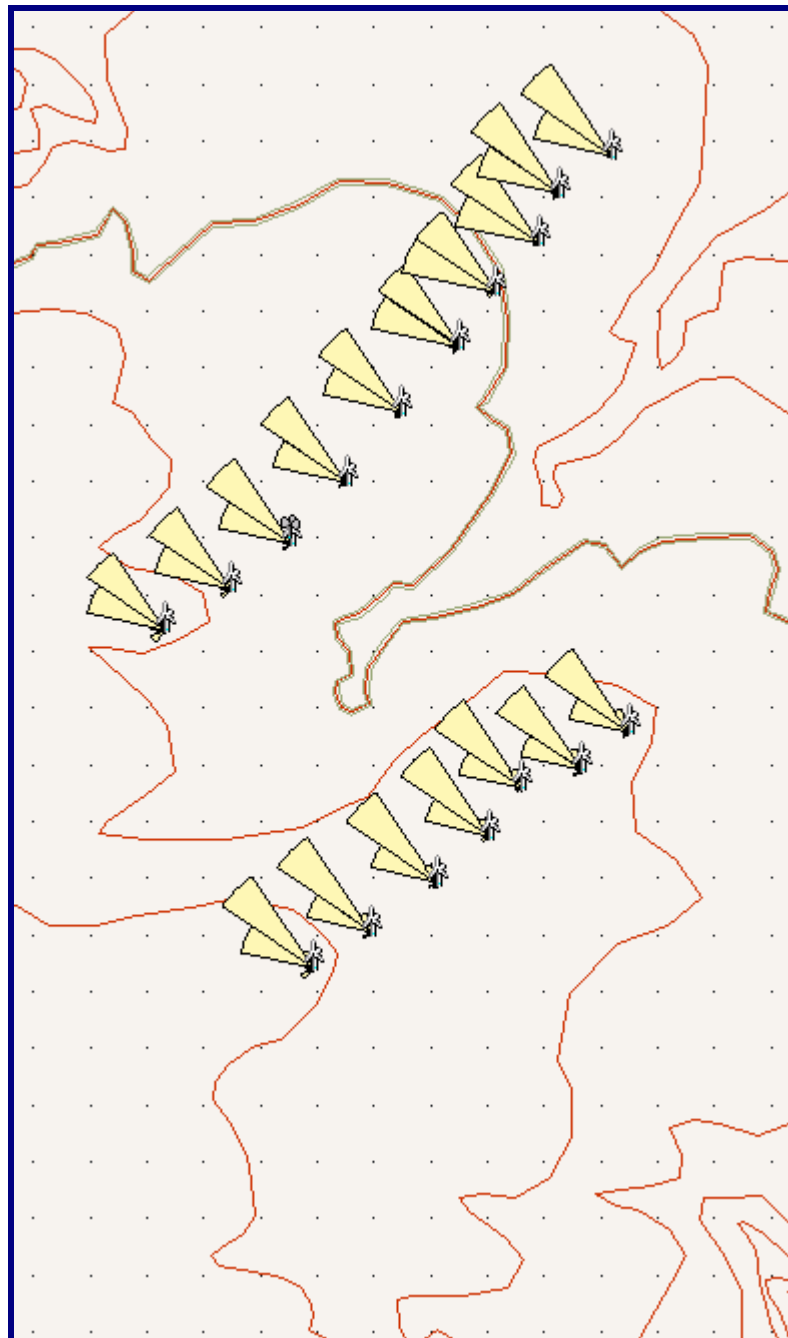


**Χάρτης 9.4 Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου**

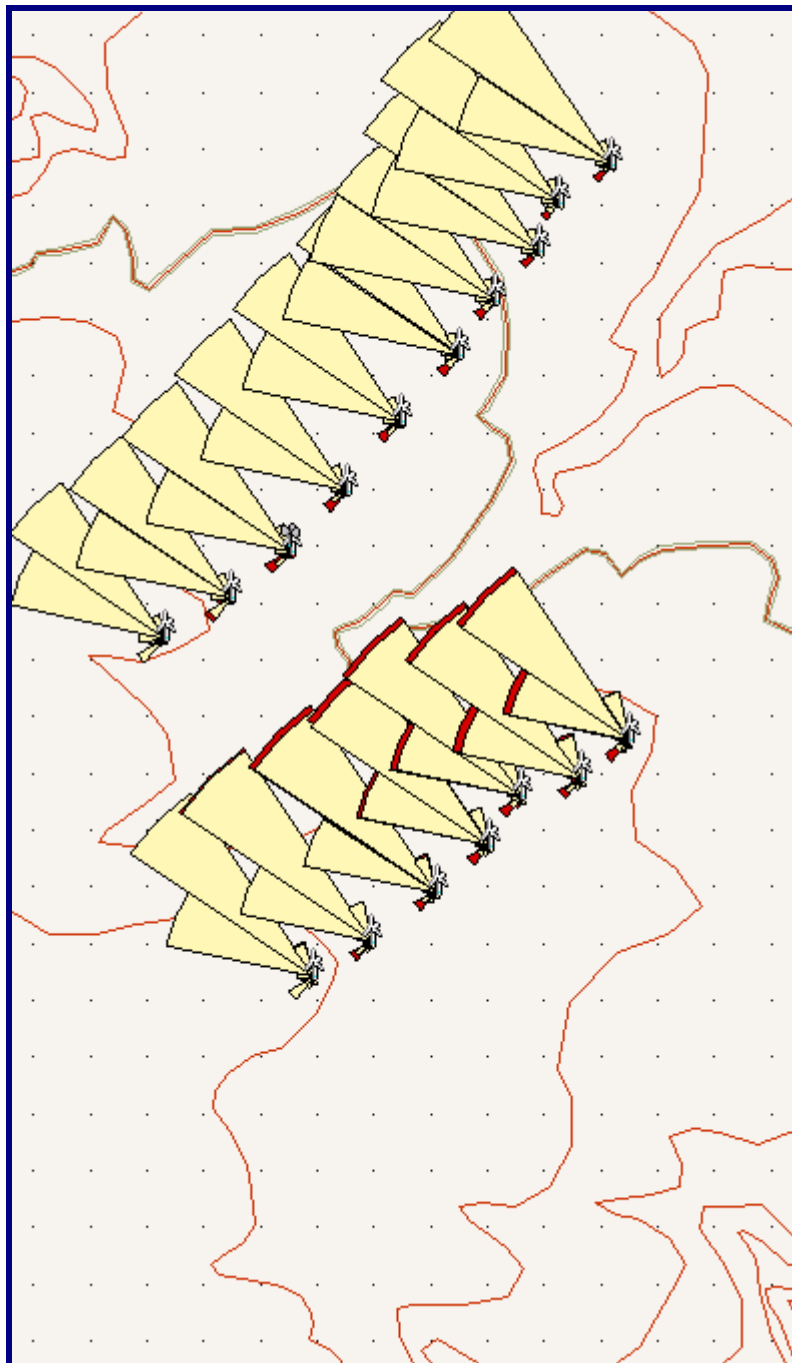


### 9.3.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στην εικόνα 9.7 παρουσιάζεται το διάγραμμα παραγωγής ενέργειας σε GWh για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση του ανέμου και στην εικόνα 9.8 η συνολική παραγωγή ενέργειας σε GWh συμπεριλαμβανομένων και των απωλειών.



**Εικόνα 9.7 Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση**



**Εικόνα 9.8** Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας και απωλειών για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



### 9.3.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑΣ ΜΙΤΑΤΟΥ

Με βάση το πρόγραμμα WAsP 8.0 προκύπτουν τα στοιχεία του Αιολικού Πάρκου στη θέση Πλατοκερατιάς Μιτάτου. (Πίνακας 9.9)

<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS 600 KW</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>17</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>10,2 MW</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>9,6 m/sec</b>
<b>ΥΨΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ</b>	<b>50 m</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (NET ΑΕΡ)</b>	<b>43.460 MWh</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (GROSS ΑΕΡ)</b>	<b>44.829 MWh</b>

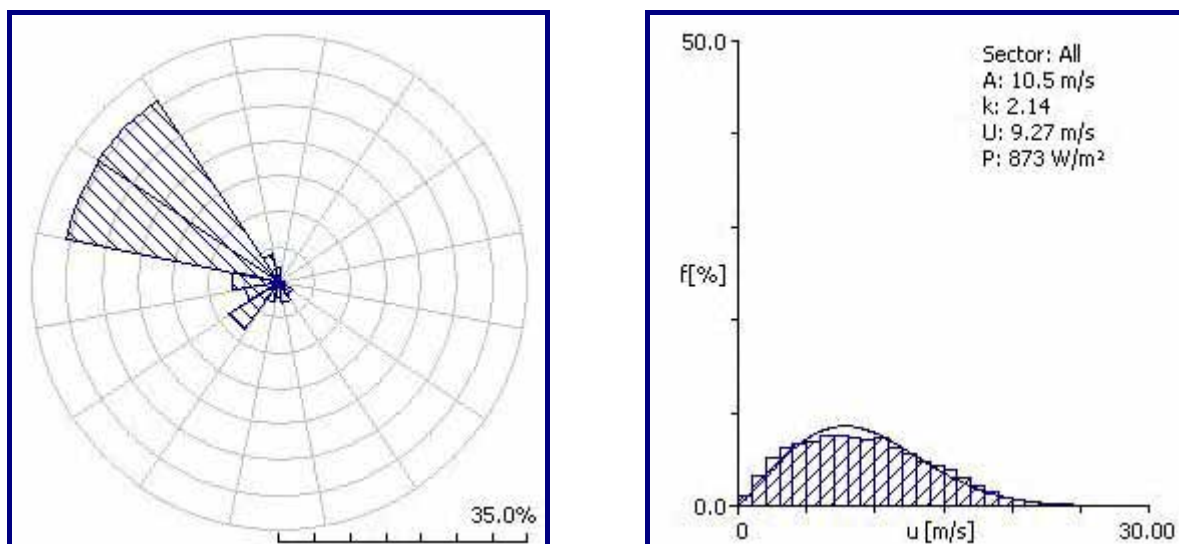
Πίνακας 9.9 Στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Χρησιμοποιώντας το υποπρόγραμμα WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) και OWC (Observed Wind Climate), μετατρέπουμε τις μετρήσεις του ανεμογράφου (ταχύτητα, διεύθυνση και τυπική απόκλιση) σε ροδόγραμμα, μια μορφή που μπορούμε και να σχολιάσουμε εύκολα μετά από οπτική παρατήρηση, αλλά και να την εισάγουμε στο λογισμικό για τον υπολογισμό μας όπως παρατηρούμε και στην εικόνα 9.9

### The observed wind climate for the site

-	Weibull fit	Combined	Discrepancy
Mean wind speed	9.27 m/s	9.28 m/s	0.15%
Mean power density	873 W/m <sup>2</sup>	874 W/m <sup>2</sup>	0.07%

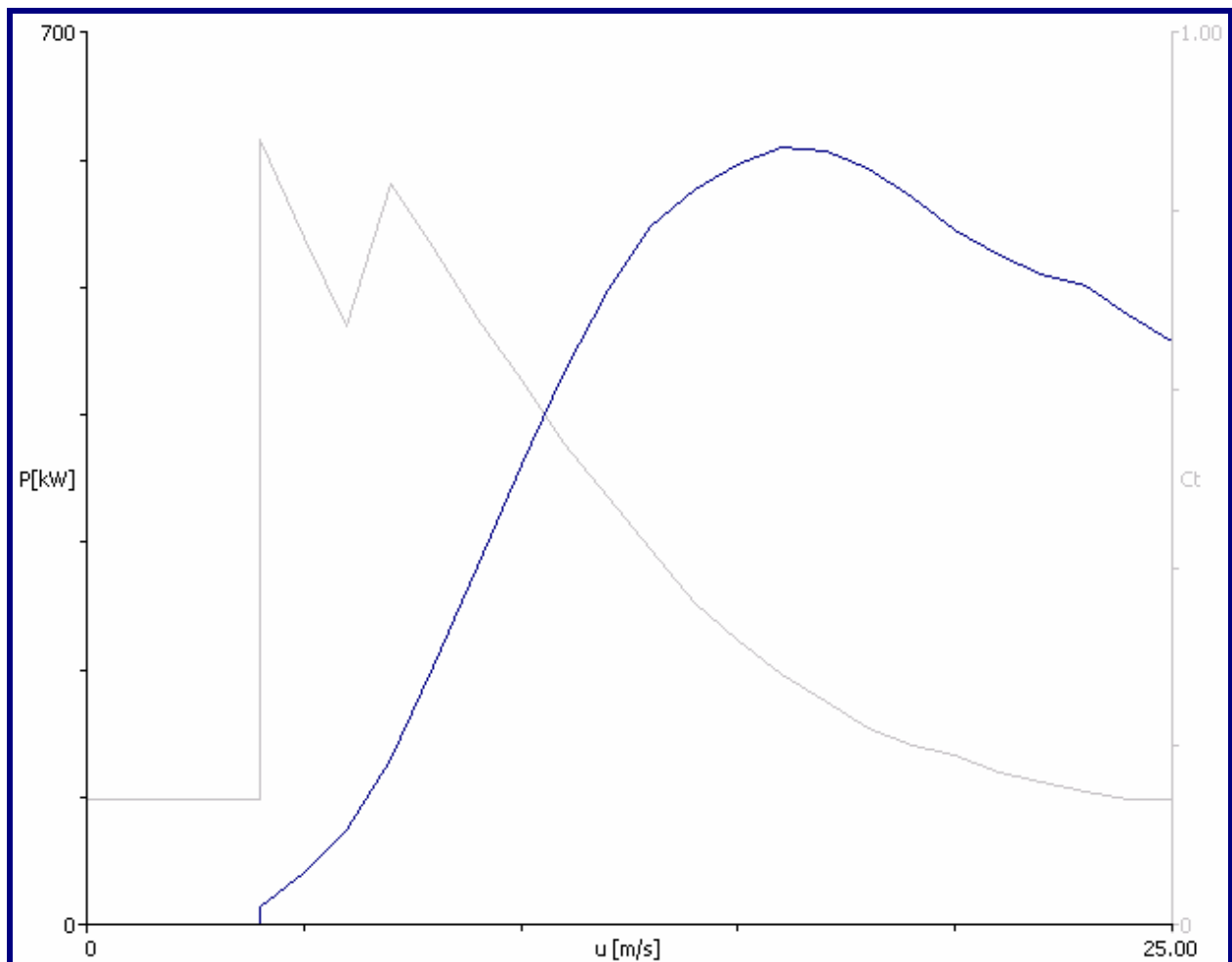


**Εικόνα 9.9 Ροδόγραμμα του ανεμογράφου και σχετικά μεγέθη του**

Κάνοντας ανάλυση των μετρήσεων του ανέμου στη θέση που έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος, παρατηρούμε ότι η μέση ταχύτητα είναι  $U_{mean}=9,28$  m/sec με κύρια διεύθυνση ΒΔ, πυκνότητα ισχύος  $P_d=874$  W/m<sup>2</sup>, ο συντελεστής Weibull-A=10,5 (ο συντελεστής συνήθως γράφεται με το γράμμα C αλλά το λογισμικό μας το εμφανίζει με το γράμμα A) και ο συντελεστής Weibull-k=2,14.



Η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας BONUS Mk IV παραγωγής 600 KW που είναι ο τύπος της μηχανής που έχει εγκατασταθεί στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατίας Μιτάτου δίνεται παρακάτω : (Διάγραμμα 9.3)



**Διάγραμμα 9.3 Καμπύλη ισχύος της Α/Γ BONUS Mk IV 600 KW**

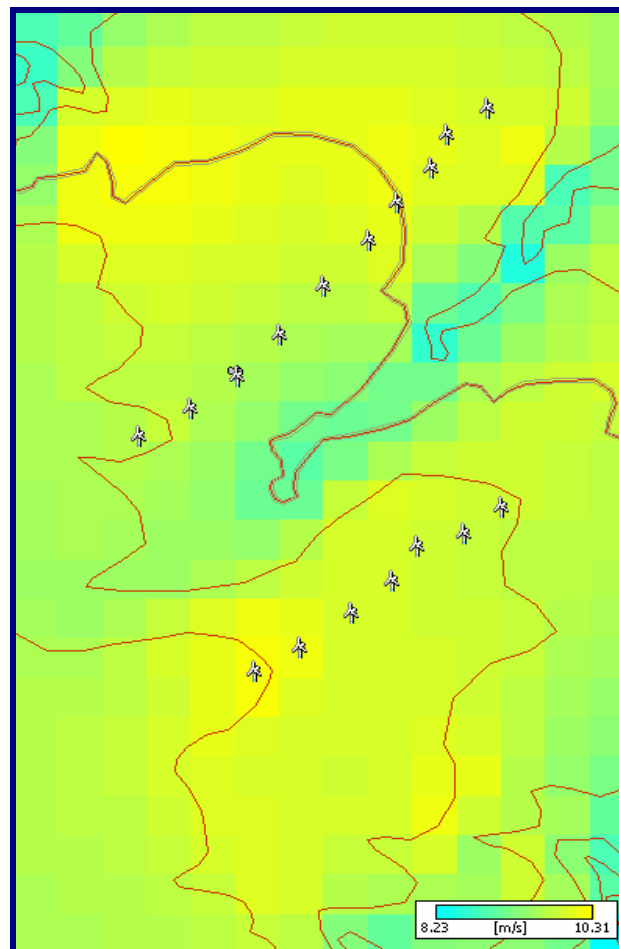


### 9.3.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες μετρήσεις και η εκτίμηση των παραμέτρων του ανέμου, όπως προκύπτουν από το πρόγραμμα WAsP 8.0 καθώς και τα ανεμολογικά δεδομένα, καταλήγουμε σε κάποια πρώτα συμπεράσματα ειδικά για το αιολικό δυναμικό της περιοχής, πάντα με τις επιφυλάξεις για τυχόν ατέλειες του προγράμματος. Επιπλέον, δεν μπορεί να αποφευχθεί το σφάλμα στην εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, καθώς ο άνεμος είναι ένα στοχαστικό φαινόμενο, πράγμα που σημαίνει ότι έχει ιδιαίτερη σημασία οι μετρήσεις και οι εκτιμήσεις του αιολικού δυναμικού να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερης διάρκειας (δεκαετής).

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα είναι πολύ ικανοποιητικά καθώς η μέση ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται στα 9,6 m/sec.

Στην εικόνα 9.10 φαίνεται το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό υπολογίστηκε από το πρόγραμμα WAsP 8.0. Η χρωματική κλίμακα αντιστοιχεί σε αυτή του προγράμματος WAsP.



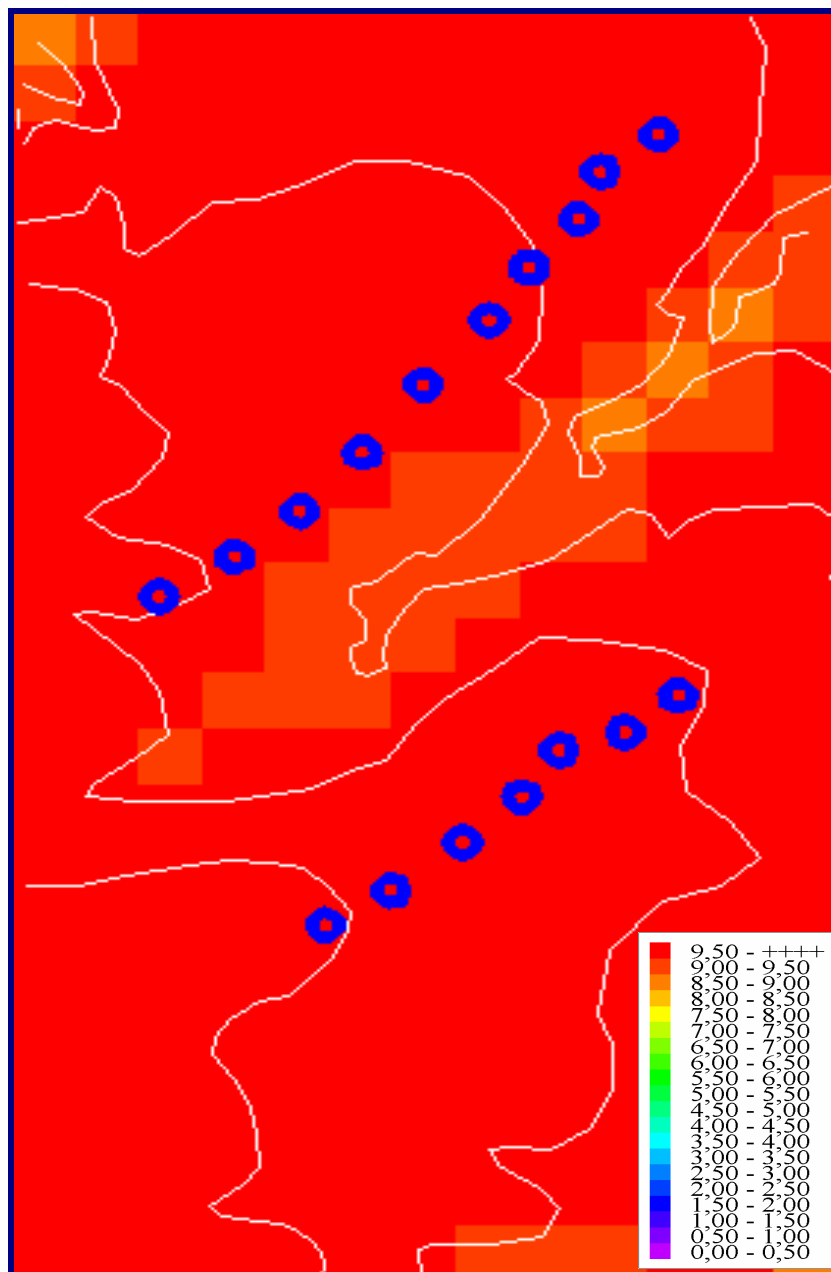
**Εικόνα 9.10 Αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως προκύπτει από το πρόγραμμα WAsP**







Με τη βοήθεια του προγράμματος `mpg2dxf3d` έγινε προσαρμογή της χρωματικής κλίμακας έτσι ώστε να ταυτίζεται με την χρωματική κλίμακα του εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας με την οποία προσδιορίστηκε το αιολικό δυναμικό του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης. (Εικόνα 9.11)



**Εικόνα 9.11 Αιολικό δυναμικό της περιοχής**



### 9.3.7 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΣΩ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WASP

Στον πίνακα 9.10 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 17 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WASP 8.0. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως 2000.

A/A	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΟ WASP
	$V_m$ (m/sec)	$V_{mw}$ (m/sec)
L1	8,9	9,4
L2	8,7	9,4
L3	8,9	9,3
L4	8,7	9,4
L5	9,0	9,5
L6	9,0	9,7
L7	8,7	9,8
L8	9,0	9,8
L9	9,2	9,7
L10	9,4	9,7
L11	9,4	9,9
L12	9,8	9,8
L13	9,6	9,7
L14	9,4	9,6
L15	9,0	9,6
L16	9,3	9,6
L17	9,4	9,4
	$V_m$ μέσο = 9,1	$V_{mw}$ μέσο = 9,6

Πίνακας 9.10 Μετρούμενες και υπολογισμένες τιμές ταχύτητας ανέμου από το WASP στο Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς





### 9.3.8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Παρακάτω παρουσιάζονται με **V<sub>m</sub>** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 17 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με **V<sub>mw</sub>** οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ			
Α/Γ	V <sub>m</sub>	V <sub>mw</sub>	$(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ (Απόκλιση)
1	8,9	9,4	+6%
2	8,7	9,4	+7%
3	8,9	9,3	+4%
4	8,7	9,4	+7%
5	9,0	9,5	+6%
6	9,0	9,7	+7%
7	8,7	9,8	+11%
8	9,0	9,8	+8%
9	9,2	9,7	+5%
10	9,4	9,7	+3%
11	9,4	9,9	+5%
12	9,8	9,8	0%
13	9,6	9,7	+1%
14	9,4	9,6	+2%
15	9,0	9,6	+6%
16	9,3	9,6	+4%
17	9,4	9,5	+2%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>155,4</b>	<b>163,4</b>	
<b>Μέσο</b>	<b>9,1</b>	<b>9,6</b>	


Πίνακας 9.11 Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Πλατοκερατιάς Μιτάτου

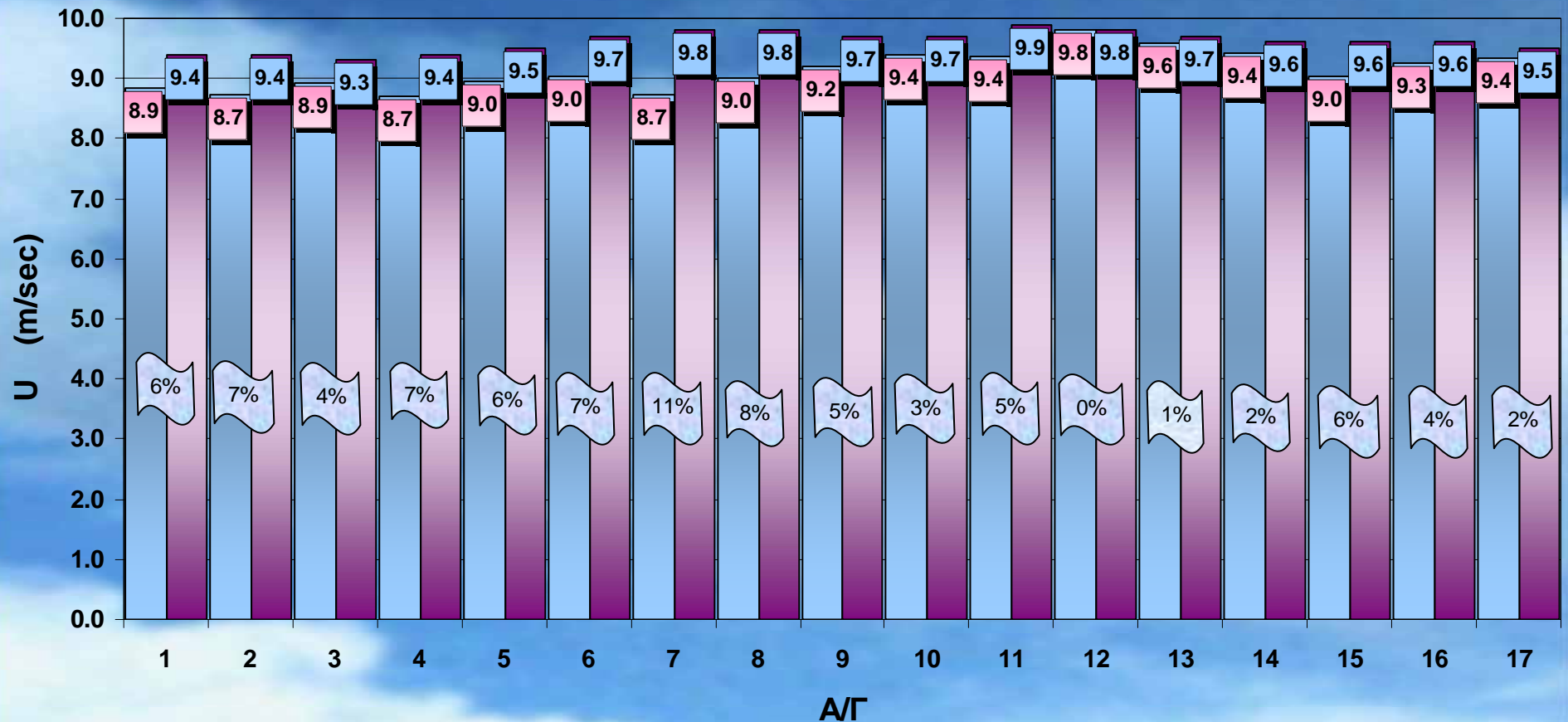


**Εικόνα 9.12 Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατιάς Μιτάτου**

Στο διάγραμμα 9.4 απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου ( $V_m$ ) από τούς ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου ( $V_{mw}$ ) που προέκυψαν από το πρόγραμμα του WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως το 2000. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$  ,  $V_{mw}$ ).

## Ετήσιες Ταχύτητες ανέμου στην Πλατοκερατιά Μιτάτου (ΑΓ 1-17)

  $(V_{mw}-V_m)/V_{mw}$   
(Απόκλιση)



■ Μέσες ετήσιες ταχύτητες  $V_m$  ανέμου από το Αιολικό Πάρκο Πλατοκερατίας ■ Μέσες ετήσιες ταχύτητες  $V_{mw}$  ανέμου υπολογισμένες από το πρόγραμμα WAsP

**Διάγραμμα 9.4 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από το πρόγραμμα WAsP**



### 9.3.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ</b>					
<b>Α/Γ</b>	<b>V<sub>m</sub></b>	<b>V<sub>mi</sub></b>	<b>V<sub>mw</sub></b>	<b>(V<sub>mi</sub> - V<sub>m</sub>) / V<sub>mi</sub> (Απόκλιση)</b>	<b>(V<sub>mw</sub> - V<sub>m</sub>) / V<sub>mw</sub> (Απόκλιση)</b>
1	8,9	7,4	9,4	-19%	+6%
2	8,7	7,4	9,4	-17%	+7%
3	8,9	7,5	9,3	-19%	+4%
4	8,7	7,8	9,4	-12%	+7%
5	9,0	7,5	9,5	-19%	+6%
6	9,0	7,6	9,7	-19%	+7%
7	8,7	7,8	9,8	-13%	+11%
8	9,0	7,7	9,8	-17%	+8%
9	9,2	7,7	9,7	-19%	+5%
10	9,4	7,8	9,7	-21%	+3%
11	9,4	7,3	9,9	-29%	+5%
12	9,8	7,3	9,8	-34%	0%
13	9,6	7,4	9,7	-29%	+1%
14	9,4	7,5	9,6	-27%	+2%
15	9,0	7,7	9,6	-18%	+6%
16	9,3	7,8	9,6	-19%	+4%
17	9,4	7,8	9,5	-20%	+2%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>155,4</b>	<b>128,8</b>	<b>163,4</b>		
<b>Μέσο</b>	<b>9,1</b>	<b>7,6</b>	<b>9,6</b>		

**Πίνακας 9.12 Γενικός πίνακας αποκλίσεων**



Στον πίνακα 9.12 παρουσιάζονται με **Vm** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 17 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με **Vmi** οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **Vmw** οι ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως 2000, από την σχέση  $(Vmi - Vm) / Vmi$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου από τις 17 ανεμογεννήτριες του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης και τέλος από την σχέση  $(Vmw - Vm) / Vmw$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που προέκυψαν από το πρόγραμμα WAsP 8.0.

Μετά την επέμβαση που έγινε μέσω του προγράμματος WAsP για την τοπική διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης στην περιοχή Πλατοκερατιάς Μιτάτου συμπεραίνουμε ότι οι αποκλίσεις μειώθηκαν σημαντικά, αφού πριν την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” κυμαίνονταν από -12% έως -34% ενώ μετά την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” οι αποκλίσεις κυμαίνονται από 0% έως +11%.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι πολύ ικανοποιητικά καθώς προσεγγίσθηκαν περισσότερο οι μετρούμενες τιμές ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου από το Αιολικό Πάρκο μετρήθηκαν κατά τη χρονική περίοδο από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 ενώ οι υπολογισμοί με βάση το πρόγραμμα WAsP έγιναν κατά χρονική περίοδο από 1999 έως 2000 συνεπώς αναφερόμαστε σε διαφορετικές χρονικές περιόδους που αυτό επηρεάζει το αποτέλεσμα των αποκλίσεων.



## 9.4 ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ ΣΗΤΕΙΑΣ

Οι αποκλίσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ προβλεπόμενων τιμών από τον “Αιολικό Χάρτη” και μετρούμενων τιμών της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο κυμαίνονται από -28% έως -33% για το λόγο αυτό υπολογίστηκε εκ νέου το αιολικό δυναμικό της περιοχής μέσω του προγράμματος WAsP 8.0.

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού της περιοχής χρησιμοποιήθηκε μια χρονοσειρά 12 μηνών μηνών (από το 1999 έως το 2000) από ανεμογράφο στα 40 μέτρα Από τη Στάθμη του Εδάφους (Α.Σ.Ε) που είναι εγκατεστημένος στην ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου. (Χάρτης 9.5)

### 9.4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η θέση του ανεμογράφου προσδιορίστηκε και με GPS σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ 87

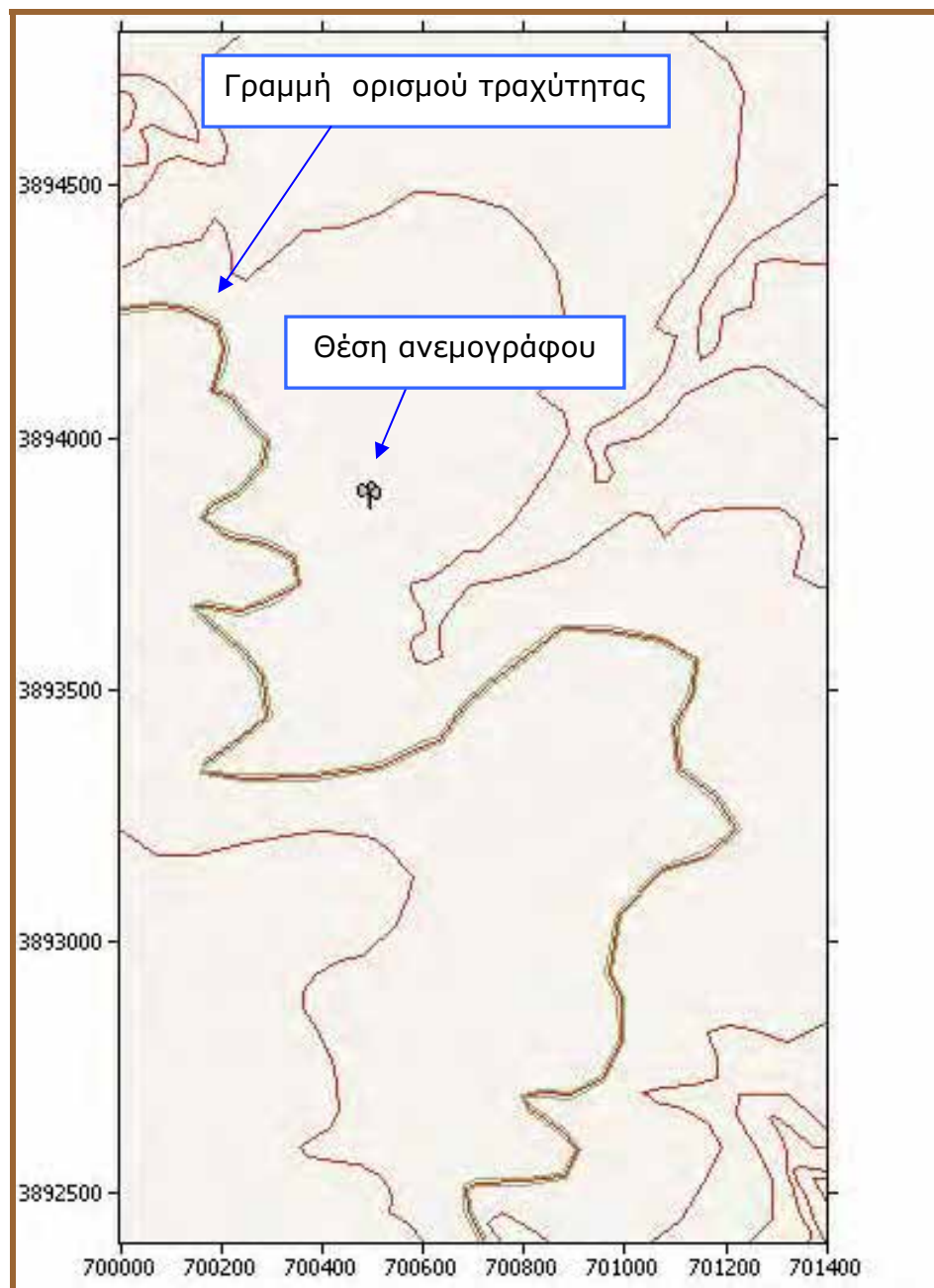
Χ	Υ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
700496.53	3893859.25	40

**Πίνακας 9.13 Συντεταγμένες και υψόμετρο του ανεμογράφου**

Στον χάρτη 9.5 φαίνεται η θέση στην οποία έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος στην ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου της περιοχής Ξηρολίμνης όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WAsP.

Από σχετικές μελέτες που έχουν γίνει στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας η μορφολογία του εδάφους έχει κατά μέσο όρο τραχύτητα 0,03 έως 0,06 μέτρα. Η τιμή η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι 0,03 μέτρα.





**Χάρτης 9.5 Θέση του ανεμογράφου εντός του Αιολικού Πάρκου**



#### 9.4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Οι υπολογισμοί που έγιναν με την χρήση του λογισμικού WAsP 8.0 ήταν η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της εν λόγω περιοχής.

Τα δεδομένα που εισάγαμε στο πρόγραμμα WAsP 8.0 είναι:

- Ο χάρτης σε format WAsP (.map) στον οποίο έχουν οριστεί ισοϋψείς που ορίζουν την διαφορετική τραχύτητα δεξιά και αριστερά τους. Έτσι για την πλησιέστερη ισοϋψή στον ανεμογράφο μέσα στην περιοχή ορίστηκε τραχύτητα  $z=0,03$  μέτρα.
- Ο Wind Atlas που περιέχει το μετεωρολογικό σταθμό (ανεμογράφο) και τα δεδομένα των ανεμολογικών μετρήσεων.
- Η καμπύλη παραγωγής της ανεμογεννήτριας BONUS Mk IV / 600 KW.
- Η χωροθέτηση του Αιολικού Πάρκου (wind farm) που περιέχει τις συντεταγμένες των 5 ανεμογεννητριών με hub height στα 50 μέτρα.

Το WAsP μπορεί να μας δώσει προβλέψεις για την παραγόμενη ετήσια ενέργεια του Αιολικού Πάρκου καθώς και αναλυτικά στοιχεία για κάθε ανεμογεννήτρια που έχουν να κάνουν με τη μέση ταχύτητα, σκίαση από γειτονικές ανεμογεννήτριες και απώλειες ανά περιοχή διεύθυνσης του ανέμου.

#### 9.4.3 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

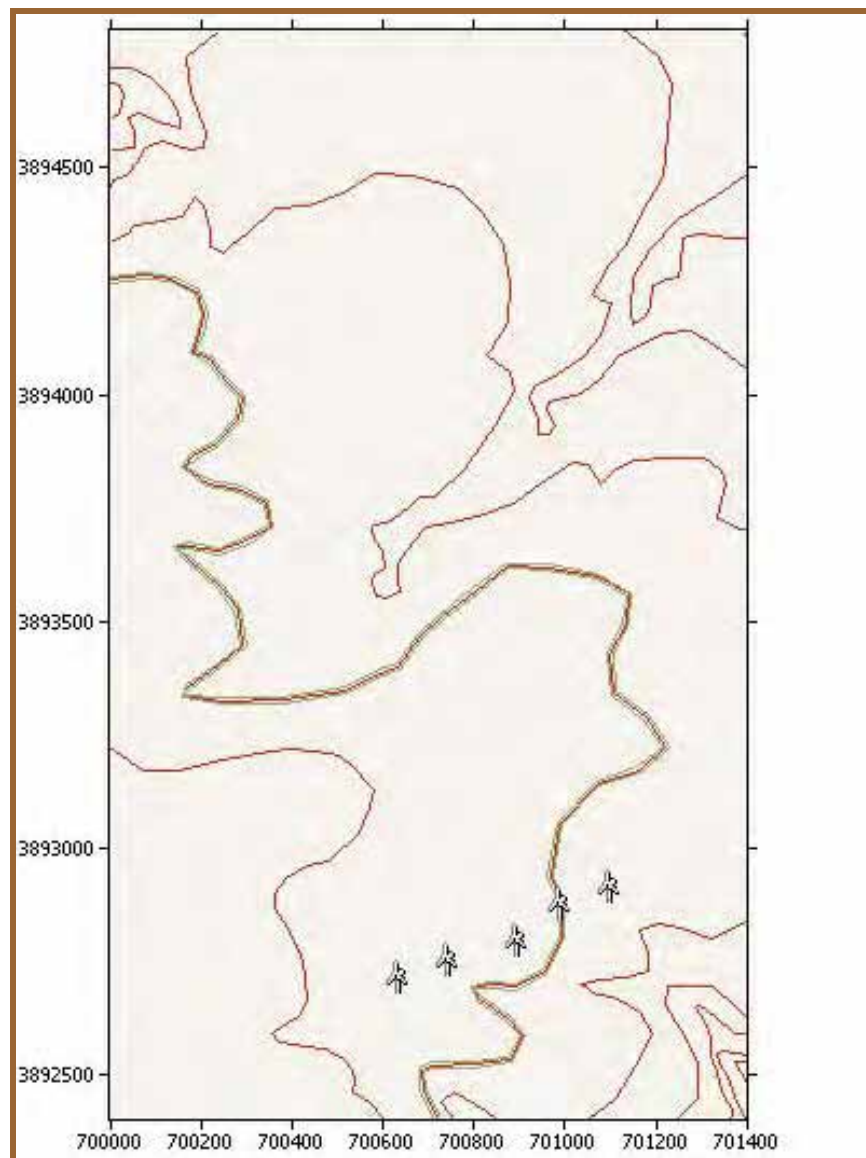
Στον πίνακα 9.14 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες του Αιολικού Πάρκου σε σύστημα ΕΓΣΑ 87

A/A	X	Y
L1	700625	3892688
L2	700734	3892722
L3	700887	3892767
L4	700984	3892847
L5	701091	3892884

Πίνακας 9.14 Συντεταγμένες των 5 ανεμογεννητριών



Στον χάρτη 9.6 φαίνεται η χωροθέτηση των 5 ανεμογεννητριών μέσα στο Αιολικό Πάρκο της περιοχής Ξηρολίμνης όπως αυτή προέκυψε από το πρόγραμμα WASP.

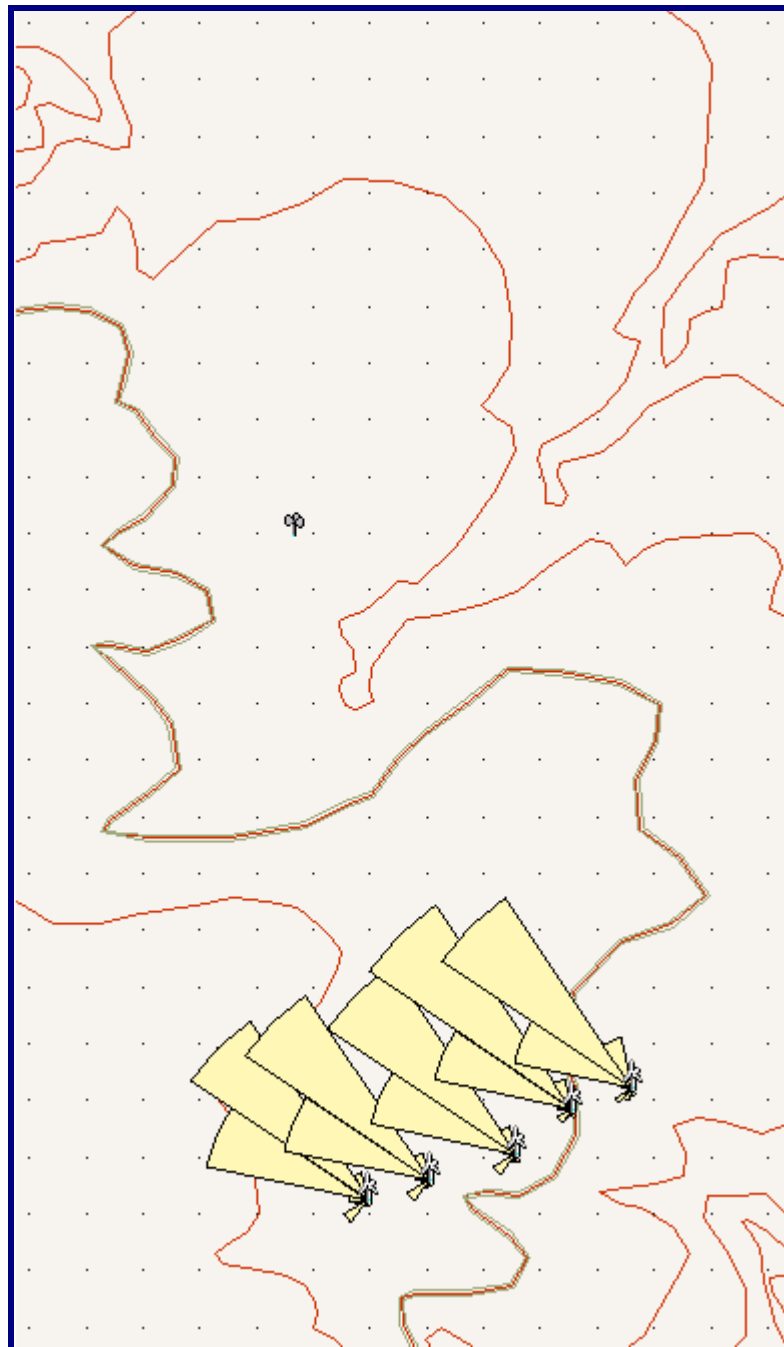


**Χάρτης 9.6 Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου**

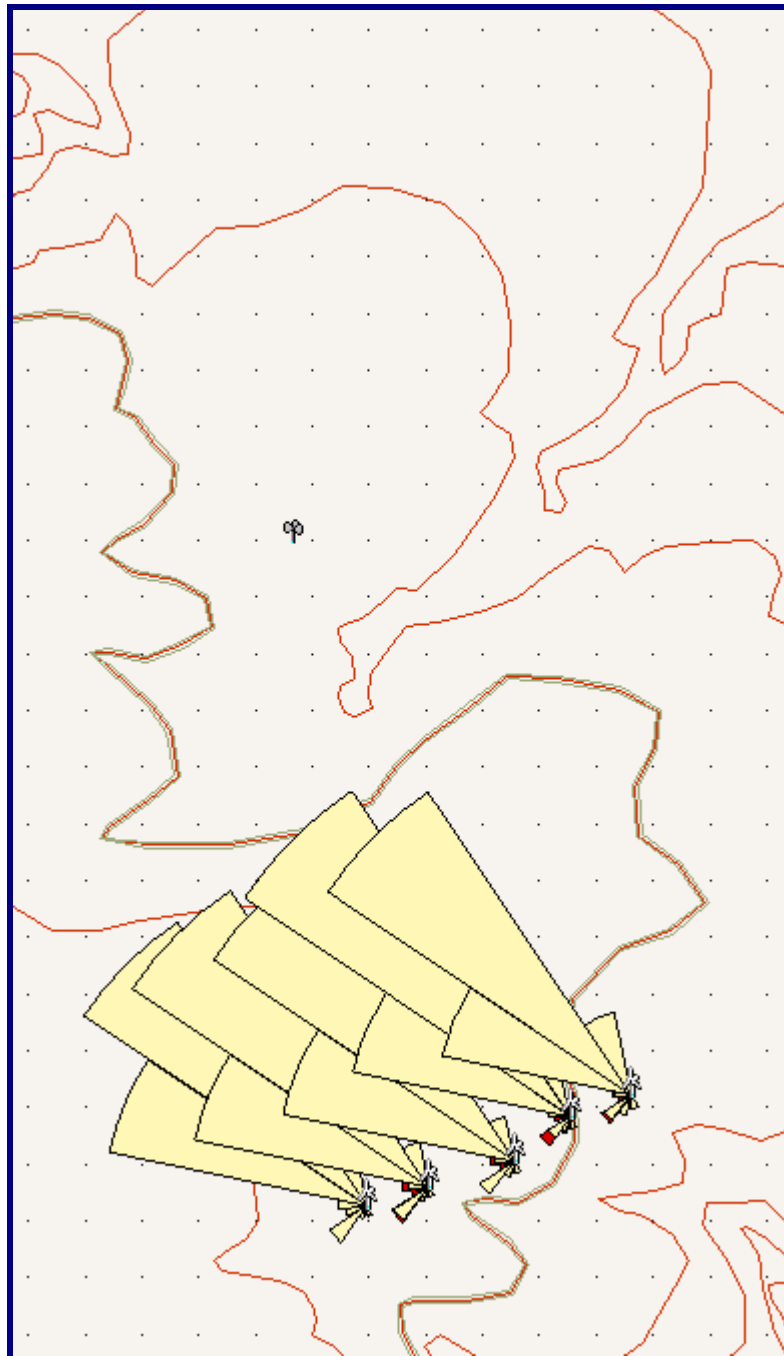


#### 9.4.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στην εικόνα 9.13 παρουσιάζεται το διάγραμμα παραγωγής ενέργειας σε GWh για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση του ανέμου και στην εικόνα 9.14 η συνολική παραγωγή ενέργειας σε GWh συμπεριλαμβανομένων και των απωλειών.



Εικόνα 9.13 Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας για κάθε Α/Γ ανά διεύθυνση



**Εικόνα 9.14** Διάγραμμα παραγωγής ενέργειας και απωλειών για κάθε Α/Τ ανά διεύθυνση



#### 9.4.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ

Με βάση το πρόγραμμα WAsP 8.0 προκύπτουν τα στοιχεία του Αιολικού Πάρκου στη θέση Ξηρολίμνης. (Πίνακας 9.15)

<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS 600 KW</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>5</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>3 MW</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>9,7 m/sec</b>
<b>ΥΨΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ</b>	<b>50 m</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (NET ΑΕΡ)</b>	<b>13.085 MWh</b>
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΣ (GROSS ΑΕΡ)</b>	<b>13.253 MWh</b>

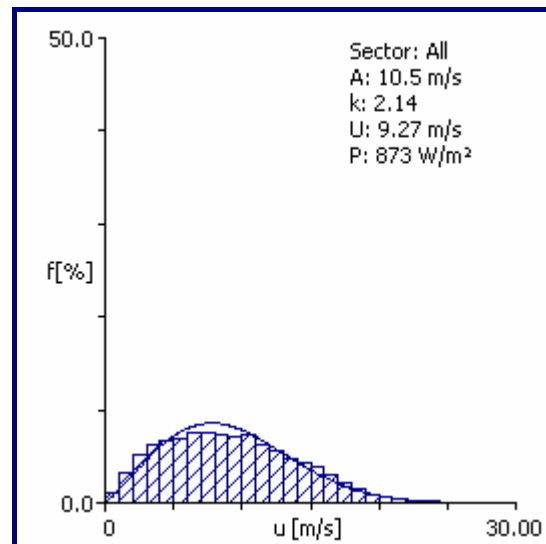
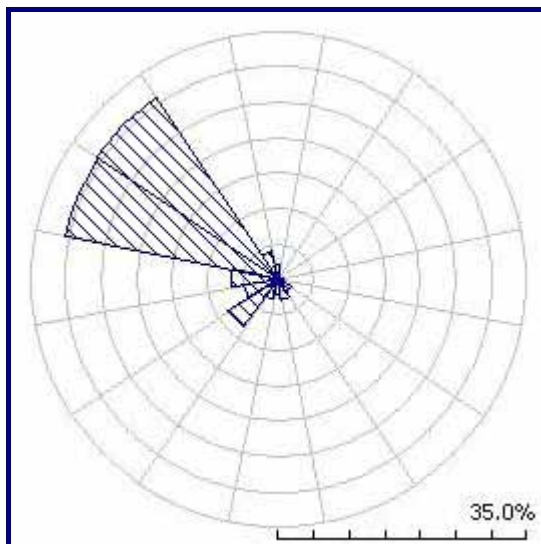
Πίνακας 9.15 Στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



Χρησιμοποιώντας το υποπρόγραμμα WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) και OWC (Observed Wind Climate), μετατρέπουμε τις μετρήσεις του ανεμογράφου (ταχύτητα, διεύθυνση και τυπική απόκλιση) σε ροδόγραμμα, μια μορφή που μπορούμε και να σχολιάσουμε εύκολα μετά από οπτική παρατήρηση, αλλά και να την εισάγουμε στο λογισμικό για τον υπολογισμό μας όπως παρατηρούμε και στην εικόνα 9.15

### The observed wind climate for the site

-	Weibull fit	Combined	Discrepancy
Mean wind speed	9.27 m/s	9.28 m/s	0.15%
Mean power density	873 W/m <sup>2</sup>	874 W/m <sup>2</sup>	0.07%

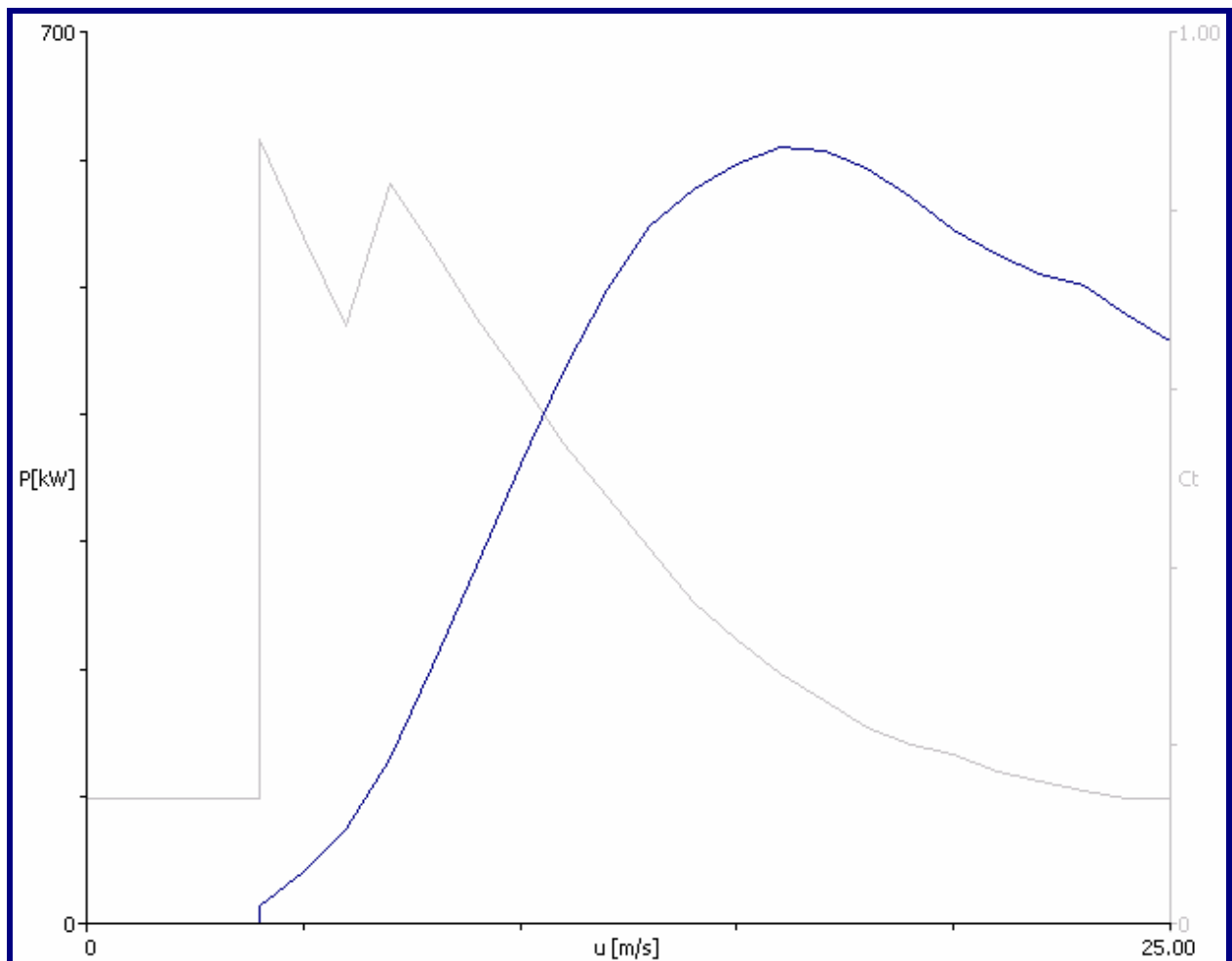


**Εικόνα 9.15 Ροδόγραμμα του ανεμογράφου και σχετικά μεγέθη του**

Κάνοντας ανάλυση των μετρήσεων του ανέμου στη θέση που έχει εγκατασταθεί ο ανεμογράφος, παρατηρούμε ότι η μέση ταχύτητα είναι  $U_{mean}=9,28$  m/sec με κύρια διεύθυνση ΒΔ, πυκνότητα ισχύος  $P_d=874$  W/m<sup>2</sup>, ο συντελεστής Weibull-A=10,5 (ο συντελεστής συνήθως γράφεται με το γράμμα C αλλά το λογισμικό μας το εμφανίζει με το γράμμα A) και ο συντελεστής Weibull-k=2,14.



Η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας BONUS Mk IV παραγωγής 600 KW που είναι ο τύπος της μηχανής που έχει εγκατασταθεί στο Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης δίνεται παρακάτω : (Διάγραμμα 9.5)



**Διάγραμμα 9.5 Καμπύλη ισχύος της Α/Γ BONUS Mk IV 600 KW**



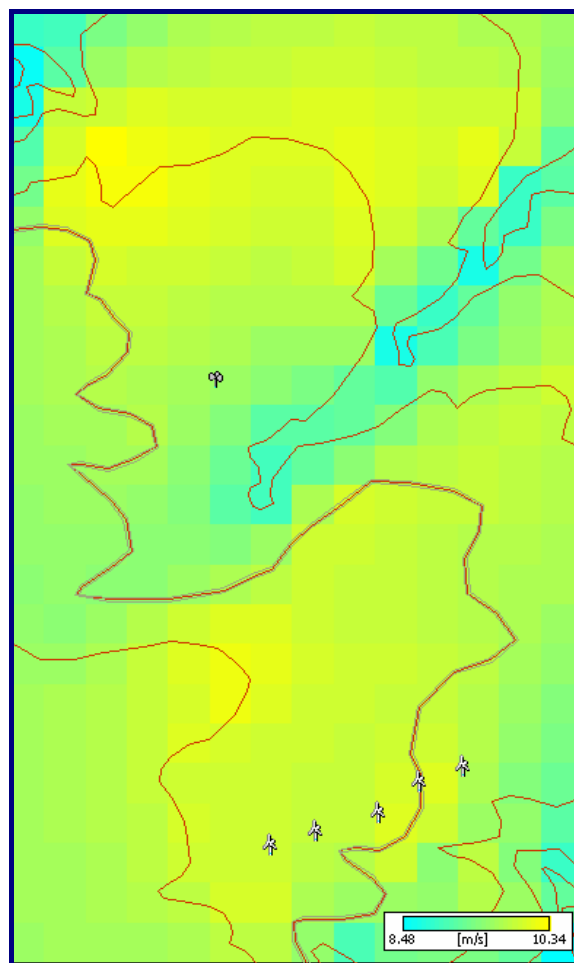


#### 9.4.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες μετρήσεις και η εκτίμηση των παραμέτρων του ανέμου, όπως προκύπτουν από το πρόγραμμα WAsP 8.0 καθώς και τα ανεμολογικά δεδομένα, καταλήγουμε σε κάποια πρώτα συμπεράσματα ειδικά για το αιολικό δυναμικό της περιοχής, πάντα με τις επιφυλάξεις για τυχόν ατέλειες του προγράμματος. Επιπλέον, δεν μπορεί να αποφευχθεί το σφάλμα στην εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, καθώς ο άνεμος είναι ένα στοχαστικό φαινόμενο, πράγμα που σημαίνει ότι έχει ιδιαίτερη σημασία οι μετρήσεις και οι εκτιμήσεις του αιολικού δυναμικού να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερης διάρκειας (δεκαετής).

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα είναι πολύ ικανοποιητικά καθώς η μέση ταχύτητα ανέμου κυμαίνεται στα 9,7 m/sec.

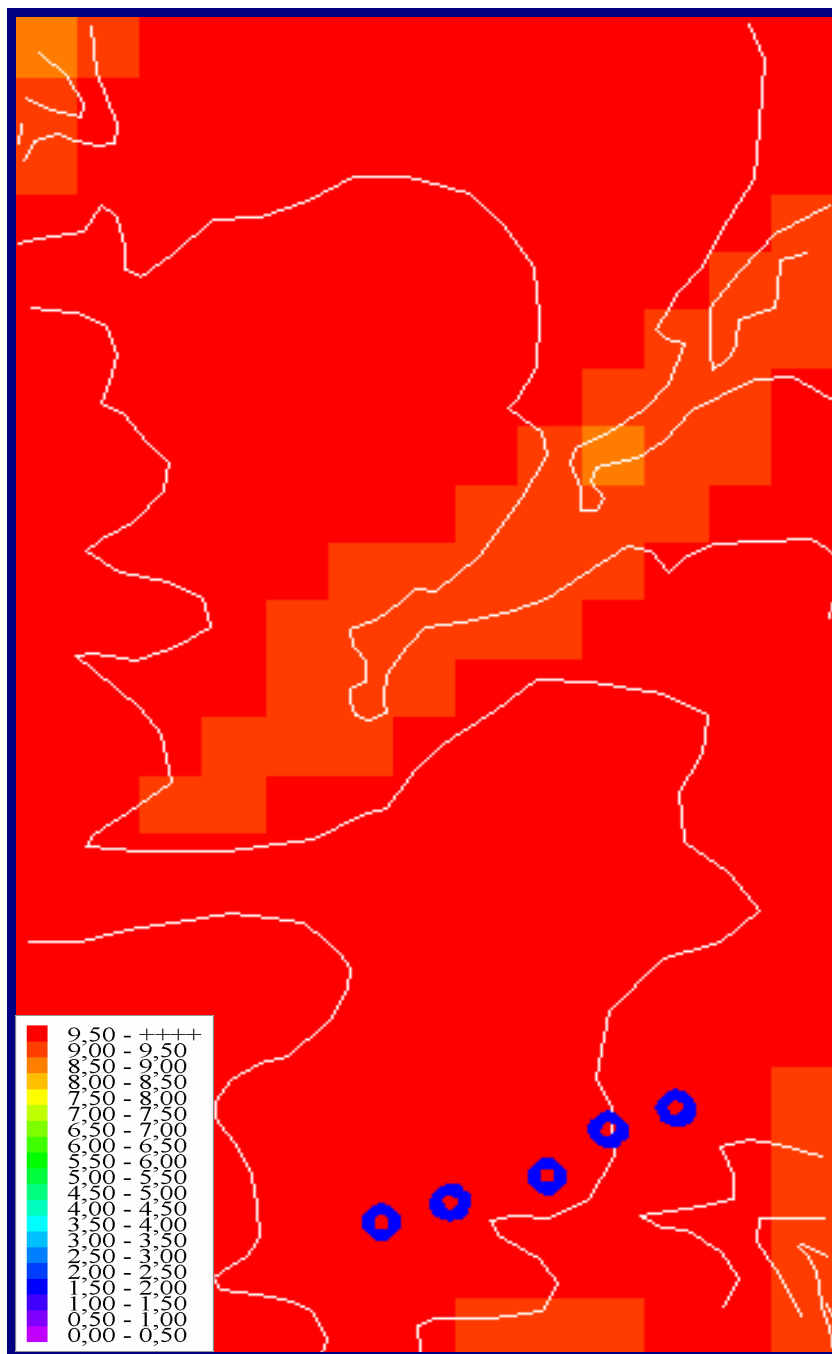
Στην εικόνα 9.16 φαίνεται το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως αυτό υπολογίστηκε από το πρόγραμμα WAsP 8.0. Η χρωματική κλίμακα αντιστοιχεί σε αυτή του προγράμματος WAsP.



**Εικόνα 9.16 Αιολικό δυναμικό της περιοχής όπως προκύπτει από το πρόγραμμα WAsP**



Με τη βοήθεια του προγράμματος `mpg2dxf3d` έγινε προσαρμογή της χρωματικής κλίμακας έτσι ώστε να ταυτίζεται με την χρωματική κλίμακα του εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας με την οποία προσδιορίστηκε το αιολικό δυναμικό του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης. (Εικόνα 9.17)



**Εικόνα 9.17 Αιολικό δυναμικό της περιοχής**



#### 9.4.7 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΣΩ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WASP

Στον πίνακα 9.16 παρουσιάζονται οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 5 Α/Γ από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, καθώς επίσης και οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WASP 8.0. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως 2000.

A/A	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΟ WASP
	$V_m$ (m/sec)	$V_{mw}$ (m/sec)
L1	9,4	9,7
L2	9,3	9,6
L3	9,7	9,7
L4	9,5	9,9
L5	9,4	9,6
	<b><math>V_m</math> μέσο = 9,5</b>	<b><math>V_{mw}</math> μέσο = 9,7</b>

Πίνακας 9.16 *Μετρούμενες και υπολογισμένες τιμές ταχύτητας ανέμου από το WASP στο Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης*



#### 9.4.8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ


Παρακάτω παρουσιάζονται με  $V_m$  οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 5 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με  $V_{mw}$  οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP και τέλος η απόκλιση η οποία υπολογίζεται από την σχέση  $(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ .

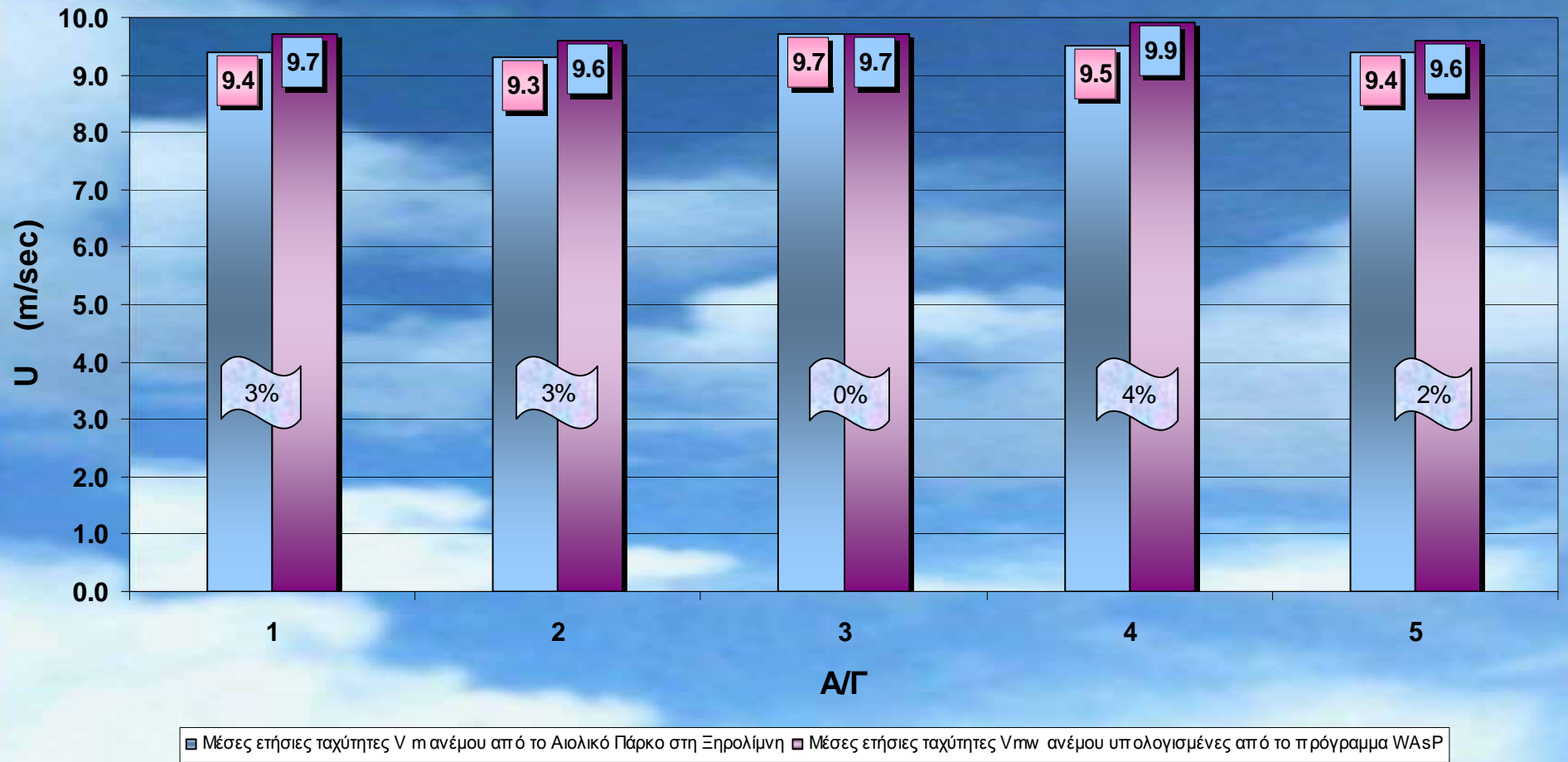
ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ			
Α/Γ	$V_m$	$V_{mw}$	$(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ (Απόκλιση)
1	9,4	9,7	+ 3%
2	9,3	9,6	+ 3%
3	9,7	9,7	0%
4	9,5	9,9	+ 4%
5	9,4	9,6	+ 2%
ΣΥΝΟΛΟ	47,3	48,5	
$V_{μέσο}$	9,5	9,7	

Πίνακας 9.17 Τιμές ταχυτήτων του ανέμου του αιολικού πάρκου Ξηρολίμνης

Στο διάγραμμα 9.6 απεικονίζονται οι μετρημένες μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου ( $V_m$ ) από τους ανεμογράφους των Α/Γ για το διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 και οι υπολογισμένες ταχύτητες ανέμου ( $V_{mw}$ ) που προέκυψαν από το πρόγραμμα του WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως το 2000. Επίσης η απόκλιση των ταχυτήτων ως προς και τις δυο τιμές ( $V_m$ ,  $V_{mw}$ ).

## Ετήσιες Ταχύτητες ανέμου στη Ξηρολίμνη (Α/Γ 1-5)

  $(V_{mw}-V_m)/V_{mw}$   
(Απόκλιση)



**Διάγραμμα 9.6 Σύγκριση τιμών ταχύτητας ανέμου μετρημένες στο Αιολικό Πάρκο με αυτές που υπολογίστηκαν από το πρόγραμμα WAsP**



#### 9.4.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 9.18 παρουσιάζονται με **V<sub>m</sub>** οι μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου που πάρθηκαν από τους ανεμογράφους των 5 Α/Γ το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004, με **V<sub>mi</sub>** οι ταχύτητες που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης, με **V<sub>mw</sub>** οι ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από το λογισμικό πρόγραμμα WAsP 8.0. Τα ανεμολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ταχυτήτων πάρθηκαν τη χρονική περίοδο από 1999 έως 2000, από την σχέση  $(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου από τις 5 ανεμογεννήτριες του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που υπολογίσθηκαν από τον “Αιολικό Χάρτη” της Κρήτης και τέλος από την σχέση  $(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$  υπολογίζεται η απόκλιση ανάμεσα στις μετρούμενες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου του Αιολικού Πάρκου και τις ταχύτητες ανέμου που προέκυψαν από το πρόγραμμα WAsP 8.0.

ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ					
Α/Γ	V <sub>m</sub>	V <sub>mi</sub>	V <sub>mw</sub>	$(V_{mi} - V_m) / V_{mi}$ (Απόκλιση)	$(V_{mw} - V_m) / V_{mw}$ (Απόκλιση)
1	9,4	7,2	9,7	-31%	+3%
2	9,3	7,3	9,6	-28%	+3%
3	9,7	7,3	9,7	-33%	0%
4	9,5	7,3	9,9	-30%	+4%
5	9,4	7,4	9,6	-28%	+2%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>47,3</b>	<b>36,4</b>	<b>48,5</b>		
V <sub>μέσο</sub>	<b>9,5</b>	<b>7,3</b>	<b>9,7</b>		

Πίνακας 9.18 Γενικός πίνακας αποκλίσεων



Μετά την επέμβαση που έγινε μέσω του προγράμματος WAsP για την τοπική διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” της Κρήτης στην περιοχή Ξηρολίμνης συμπεραίνουμε ότι οι αποκλίσεις μειώθηκαν σημαντικά, αφού πριν την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” κυμαίνονταν από -28% έως -33% ενώ μετά την διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” οι αποκλίσεις κυμαίνονται από 0% έως +4%.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι πολύ ικανοποιητικά καθώς προσεγγίστηκαν περισσότερο οι μετρούμενες τιμές ταχύτητας ανέμου από το Αιολικό Πάρκο. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου από το Αιολικό Πάρκο μετρήθηκαν κατά τη χρονική περίοδο από Ιανουάριο έως Δεκέμβριο του 2004 ενώ οι υπολογισμοί με βάση το πρόγραμμα WAsP έγιναν κατά χρονική περίοδο από 1999 έως 2000 συνεπώς αναφερόμαστε σε διαφορετικές χρονικές περιόδους που αυτό επηρεάζει το αποτέλεσμα των αποκλίσεων.



**Εικόνα 9.18 Αιολικό Πάρκο Ξηρολίμνης**



## 9.5 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων συμπεραίνουμε ότι ο “Αιολικός Χάρτης” της Κρήτης που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι. Κρήτης για τις περιοχές Χανδρά Ηρακλείου, Μεγάλη Βρύση Ηρακλείου και Αγίου Ιωάννη Βρουχά Λασιθίου είναι αξιόπιστος, εκτός από κάποιες περιοχές.

Για τις περιοχές Πλατοκερατιά και Ξηρολίμνη Λασιθίου λόγω των μεγάλων αποκλίσεων κρίθηκε αναγκαίο να πραγματοποιηθεί διόρθωση του “Αιολικού Χάρτη” μέσω του προγράμματος WAsP και τα αποτελέσματα της προσπάθειας αυτής θεωρούνται επιτυχή καθώς προσεγγίστηκαν οι επιθυμητές τιμές της ταχύτητας του ανέμου. Συνεπώς ο Χάρτης θεωρείται αξιόπιστος και σε αυτές τις περιοχές μετά την διόρθωσή του. Τέλος για την περιοχή Βοσκορό Ηρακλείου, δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ένα σαφές συμπέρασμα γιατί τα ανεμολογικά δεδομένα που είχαμε στη διάθεσή μας αφορούν μικρή χρονική περίοδο.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάσαμε συγκεκριμένες περιοχές του “Αιολικού Χάρτη” και τα συμπεράσματα που προέκυψαν περιορίζονται στις εν λόγω περιοχές και όχι σε ολόκληρο τον “Αιολικού Χάρτη”.

Συμπερασματικά, ο “Αιολικός Χάρτης” της Κρήτης αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για την προεκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης και μπορούμε να βασιστούμε σε αυτόν για μια κατ’ αρχήν επιλογή τοποθεσίας για εγκατάσταση Αιολικού Πάρκου. Για την προμελέτη των Αιολικών Πάρκων χρειάζεται λεπτομερέστερη προσέγγιση.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10**

### **10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα Αιολικά Πάρκα που έχουν εγκατασταθεί στην Κρήτη και βρίσκονται σε λειτουργία.

Η παρουσίαση αφορά σε μια περιγραφή των χαρακτηριστικών των Αιολικών Πάρκων όπως η εταιρία κατασκευής του έργου, η θέση εγκατάστασης, οι άδειες παραγωγής, ο τύπος και ο αριθμός των ανεμογεννητριών που έχουν εγκατασταθεί, καθώς και η συνολική ισχύς του κάθε σταθμού.

Ο συνολικός αριθμός των Αιολικών Πάρκων που έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν στην Κρήτη ανέρχεται σε 19 των οποίων η συνολική ισχύς είναι 98,25 MW.

Συγκεκριμένα, για το νομό Λασιθίου λειτουργούν 16 Αιολικά Πάρκα με συνολική ισχύς 78 MW. Στο νομό Ηρακλείου λειτουργούν 2 Αιολικά Πάρκα με συνολική ισχύς 10,9 MW. Στο νομό Χανίων λειτουργεί 1 Αιολικό Πάρκο με συνολική ισχύς 9,35 MW. Τέλος, στο νομό Ρεθύμνης δεν λειτουργεί κανένα Αιολικό Πάρκο έως σήμερα.



## 10.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΒΙΓΛΙ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΙΓΛΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00032</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/06/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.017/2363</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00114</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>46</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>10</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>5</b>

Πίνακας 10.1 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





### 10.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00038</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/06/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.013/2361</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00117</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>48</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>20</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>10</b>

Πίνακας 10.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





#### 10.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΓΡΙΛΙΔΑ / ΒΕΛΗΡΑΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΓΡΙΛΙΔΑ / ΒΕΛΗΡΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00039</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/06/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.016/2362</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00112</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>47</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>20</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>10</b>

Πίνακας 10.3 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.5 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΚΑΜΙΝΑΚΙΑ ΧΟΡΔΑΚΙ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΗΤΕΙΑΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΚΑΜΙΝΑΚΙΑ ΧΟΡΔΑΚΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΕΥΚΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00085</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>16/07/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.018/2364</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00118</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>45</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ΤΑΣΚΕ</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>1</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>0,5</b>

Πίνακας 10.4 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 10.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΧΑΝΔΡΑ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΧΑΝΔΡΑΣ ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΕΥΚΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00053</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/06/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.008/2256</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00076</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>22</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ZOND Z43</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>18</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>43</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>40,5</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>38,9</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>550</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>9,9</b>

Πίνακας 10.5 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.7 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ ΜΙΤΑΤΟΥ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ ΜΙΤΑΤΟΥ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00080</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>16/07/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.009/2257</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00099</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>23</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>17</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡ'ΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>44</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>42</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>40</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>10,2</b>

Πίνακας 10.6 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.8 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΙWECO ΑΕΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>“ΝΤΑΓΑ” ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00084</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>16/07/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.009/2257</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00099</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>23</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ZOND Z43</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>9</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>43</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>40,5</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>38,9</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>4,95</b>

Πίνακας 10.7 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου







## 10.9 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00163</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>22/10/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.215/3131</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00332</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>223</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>BONUS</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>5</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>44</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>42</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>40</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>3</b>

Πίνακας 10.8 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.10 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ/ΒΡΟΥΧΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00623</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>24/09/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.870/4511</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-02260</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ – 00478</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS V52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>14</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>52</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>55</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>49</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>850</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>11,9</b>

Πίνακας 10.9 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.11 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΜΑΡΕ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΗΤΕΙΑΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΜΑΡΕ – ΠΕΡΙΟΧΗ ΖΗΡΟΥ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΕΥΚΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00220</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>04/12/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.204/3120</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00334</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>267</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON E40</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>2</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 10.10 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΧΩΝΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΙWECO ΧΩΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΧΩΝΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00221</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>09/07/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.231/2194</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01230</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>276</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ZOND Z43</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>9</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>43</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>40,5</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>38,9</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>4,5</b>

Πίνακας 10.11 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



### 10.13 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΒΟΣΚΕΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΟΣΚΕΡΟ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΡΟΥΣΩΝΑ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ - 00229</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>14/10/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.229/οικ. 17994</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01489</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>243</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS V52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>7</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>52</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>51</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>49</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>850</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>5,95</b>

Πίνακας 10.12 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.14 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΙΣΚΟΛΑΚΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΕΝΤΕΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΙΣΚΟΠΙΑΝΕΣ / ΠΙΣΚΟΛΑΚΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00259</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>27/12/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.162/22237</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00337</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Β - 00135</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>NEG MICON</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>3</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>900</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>2,7</b>

Πίνακας 10.13 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.15 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>Δ.Ε.Η. Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00282</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>27/12/2001</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.215/22240</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00368</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Β – 00289</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	-
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	-
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	-
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	-
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	-
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	-
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>3</b>

Πίνακας 10.14 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.16 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΥΒΟΛΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ENERCON ΕΛΛΑΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΥΒΟΛΟ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00330</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/07/2002</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.305/3338</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00373</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Β – 00226</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON Ε40</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>5</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>500</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>2,5</b>

Πίνακας 10.15 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.17 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΡΟΒΑ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΡΟΒΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΙΣΣΑΜΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00584</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.760/7893</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01481</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00285</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>VESTAS V52</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>11</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>52</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>51</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>49</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (ΚW)</b>	<b>850</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>9,35</b>

Πίνακας 10.16 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





10.18 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ  
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ  
ΛΑΣΙΘΙΟΥ  
(ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ  
ΚΡΥΩΝ ΙΣΧΥΟΣ 10 MW)

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00633</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>10/02/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.960/8849</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01627</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00560</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON E40</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>2</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (Μ)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 10.17 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





10.19 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ  
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΓΡΙΛΙΔΑΣ / ΒΕΛΙΡΑΣ  
ΛΑΣΙΘΙΟΥ  
(ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΑΓΡΙΛΙΔΑ/  
ΒΕΛΙΡΑ ΙΣΧΥΟΣ 10 MW)

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΓΡΙΛΙΔΑ / ΒΕΛΗΡΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00634</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>10/02/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.959/8848</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01631</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00559</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON E40</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>2</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 10.18 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 10.20 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΒΙΓΛΙ ΛΑΣΙΘΙΟΥ (ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΟ ΒΙΓΛΙ ΙΣΧΥΟΣ 10 MW)

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΙΓΛΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΣΗΤΕΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00636</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>10/02/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.958/8847</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01626</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00558</b>
<b>ΤΥΠΟΣ Α/Γ</b>	<b>ENERCON E40</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ</b>	<b>2</b>
<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗΣ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΛΗΜΝΗΣ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΎΨΟΣ ΠΥΛΩΝΑ (M)</b>	<b>-</b>
<b>ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗ (KW)</b>	<b>600</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 10.19 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11**

### **11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα Αιολικά Πάρκα που έχει χορηγηθεί άδεια παραγωγής και πρόκειται να λειτουργήσουν στο άμεσο μέλλον. Η παρουσίαση αφορά σε μια περιγραφή των χαρακτηριστικών των Αιολικών Πάρκων όπως η εταιρία κατασκευής του έργου, η θέση εγκατάστασης, οι άδειες παραγωγής και η συνολική ισχύς του κάθε σταθμού.

Ο συνολικός αριθμός των Αιολικών Πάρκων που πρόκειται να λειτουργήσουν στην Κρήτη ανέρχεται σε 19 των οποίων η συνολική ισχύς είναι 100,67 MW.

Συγκεκριμένα, πρόκειται να λειτουργήσουν στο νομό Λασιθίου 3 Αιολικά Πάρκα με συνολική ισχύς 12,42 MW, στο νομό Ηρακλείου 6 Αιολικά Πάρκα με συνολική ισχύς 38,0 MW, στο νομό Χανίων 7 Αιολικά Πάρκα με συνολική ισχύς 28,15 MW. Τέλος, στο νομό Ρεθύμνης πρόκειται να λειτουργήσουν 3 Αιολικά Πάρκα συνολικής ισχύος 22,1 MW.



## 11.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΕΠΑΝΩΣΗΦΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΕΠΑΝΩΣΗΦΗΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00255</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>18/07/2002</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.269/10992</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00331</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>209</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>6,3</b>

Πίνακας 11.1 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



### 11.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΣΜΑΪΛΟΓΓΟΣΙ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΣΜΑΪΛΟΓΓΟΣΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00339</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>13/12/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.280/22111</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-02346</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Β – 00196</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>4,62</b>

Πίνακας 11.2 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



#### 11.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	WRE HELLAS SA
<b>ΕΡΓΟ</b>	ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	ΣΗΤΕΙΑΣ
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	ΛΑΣΙΘΙΟΥ
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	ΑΔ – 00340
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	04/03/2004
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	Δ6/Φ17.400/1808
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	ΡΑ-01347
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	405
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	3

Πίνακας 11.3 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## 11.5 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΑΝΟ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΜΕΤΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΑΝΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΙΣΣΑΜΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00393</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.281Α/οικ. 19766</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01480</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Β - 00172</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>4,25</b>

Πίνακας 11.4 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΒΑΡΔΙΑ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΕΝΒΙΤΕC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕC ΠΗΓΕC ΕΝΕΡΓΕΙΑC Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΑΡΔΙΑ</b>
<b>ΔΗΜΟC - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΜΟΥCΟΥΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΣΕΛΙΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟC</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑC</b>	<b>ΑΔ – 00564</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟCΗC ΑΔΕΙΑC ΠΑΡΑΓΩΓΗC</b>	<b>14/10/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.953/8049</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗCΗC ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01485</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗCΗC</b>	<b>Γ - 00511</b>
<b>CΥΝΟΛΙΚΗ ΙCΧΥC ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>5,4</b>

Πίνακας 11.5 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.7 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΝΤΙΣΚΑΡΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΟΙΡΩΝ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΝΤΙΣΚΑΡΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΜΟΙΡΩΝ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00573</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.002/13012</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-00415</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>41</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>5,25</b>

Πίνακας 11.6 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.8 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΒΑΤΑΛΙ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΕΝΒΙΤΕC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕC ΠΗΓΕC ΕΝΕΡΓΕΙΑC Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΒΑΤΑΛΙ</b>
<b>ΔΗΜΟC - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΜΟΥCΟΥΡΩΝ</b>
<b>ΝΟΜΟC</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑC</b>	<b>ΑΔ – 00574</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟCΗC ΑΔΕΙΑC ΠΑΡΑΓΩΓΗC</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.797/οικ. 19772</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗCΗC ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01483</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗCΗC</b>	<b>Γ - 00359</b>
<b>CΥΝΟΛΙΚΗ ΙCΧΥC ΠΑΡΚΟΥ (ΜW)</b>	<b>5,4</b>

Πίνακας 11.7 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.9 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΕΡΔΙΚΟΚΟΡΥΦΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΕΡΔΙΚΟΚΟΡΥΦΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00581</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.712/3730</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01482</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00157</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>14,45</b>

Πίνακας 11.8 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.10 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΚΑΤΩ ΑΓΟΡΙ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΤΑΛΩΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΚΑΤΩ ΑΓΟΡΙ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΑΣΗ ΓΩΝΙΑΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00595</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>10/12/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.887/22054</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01640</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00498</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>2,4</b>

Πίνακας 11.9 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.11 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΝΟΤΙΚΟ – ΚΟΠΡΙΝΟ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>Δ.Ε.Η. Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΝΟΤΙΚΟ-ΚΟΠΡΙΝΟ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΑΜΠΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΡΕΘΥΜΝΗΣ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00596</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>06/11/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.930/7953</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01484</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00524</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>9,9</b>

Πίνακας 11.10 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΡΕΘΥΜΝΗΣ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00599</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>10/12/2003</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.965/22001</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01639</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00557</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>5</b>

Πίνακας 11.11 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





### 11.13 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΚΑΛΟΓΕΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗ ΑΒΕΕ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΚΑΛΟΓΕΡΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΓΑΖΙΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00637</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>28/03/2005</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.950/4674</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-02482</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00481</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>3,6</b>

Πίνακας 11.12 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



#### 11.14 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ ΛΑΣΙΘΙΟΥ (ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ ΙΣΧΥΟΣ 10,2 MW)

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ Α.Β.Ε.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΟΚΕΡΑΤΙΑ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΙΤΑΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΛΑΣΙΘΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00638</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>23/12/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.952/14993</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-02344</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ – 00569</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>4,8</b>

Πίνακας 11.13 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.15 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ-ΠΑΠΟΥΡΑ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΗ ΟΛΥΜΠΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ Α.Ε. ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ-ΠΑΠΟΥΡΑ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΙΣΣΑΜΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00688</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>02/06/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.898/7050</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01634</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00497</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>6,3</b>

Πίνακας 11.14 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.16 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΑΝΟ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΜΕΤΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΠΛΑΤΑΝΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΙΣΣΑΜΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00692</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>02/16/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.909/8835</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01632</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00532</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>1,7</b>

Πίνακας 11.15 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.17 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΓΙΟΥ ΚΥΡΙΛΛΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΓΙΟΣ ΚΥΡΙΛΛΟΣ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΓΟΡΤΥΝΑ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00705</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>30/06/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.201/10252</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01809</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>235</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>7,2</b>

Πίνακας 11.16 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.18 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΚΟΡΥΦΗ ΧΑΝΙΩΝ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΛΑΔΑΚΑΚΟΣ Π. &amp; ΣΙΑ ΟΕ (ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ ΟΕ)</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΚΟΡΥΦΗ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΧΑΝΙΩΝ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00744</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>30/06/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.890/7863</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01654</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ – 00506</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>2,7</b>

Πίνακας 11.17 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.19 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΚΟΥΜΙΑ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>Δ.Ε.Η. Α.Ε.</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΑΚΟΥΜΙΑ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΛΑΜΠΗΣ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΡΕΘΥΜΝΗΣ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00765</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>24/09/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.931/7954</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01636</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ - 00523</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>7,2</b>

Πίνακας 11.18 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου



## 11.20 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥΡΛΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ</b>	
<b>ΕΤΑΙΡΕΙΑ</b>	<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ &amp; ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΙΑΝΝΟΥ (Δ.Ε.Π.Τ.Α.Β.)</b>
<b>ΕΡΓΟ</b>	<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ</b>
<b>ΘΕΣΗ ΠΑΡΚΟΥ</b>	<b>ΤΟΥΡΛΟΥ</b>
<b>ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΒΙΑΝΝΟΥ</b>
<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>
<b>ΜΗΤΡΩΟ ΑΔΕΙΑΣ</b>	<b>ΑΔ – 00766</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>30/01/2004</b>
<b>ΑΡ. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΥΠΑΝ</b>	<b>Δ6/Φ17.885/7855</b>
<b>ΑΡ. ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ ΡΑΕ</b>	<b>ΡΑ-01633</b>
<b>ΑΡ. ΑΙΤΗΣΗΣ</b>	<b>Γ – 00499</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΚΟΥ (MW)</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 11.19 Γενικά στοιχεία του Αιολικού Πάρκου





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ **“Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας”, Ιωάννης Κλεάνθη Καλδέλλης, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 1999**
- ▶ **“Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Κρήτη”, Πρόγραμμα ALTENER II, Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης, ΚΑΠΕ Ιούνιος 1996**
- ▶ **Σημειώσεις Μαθήματος “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας” Δ.Γ. Χρηστάκης – Δ. Κατσαπρακάκης, Ηράκλειο 2002**
- ▶ **“Σημειώσεις Υπολογιστικού Προγράμματος WAsP”, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο 2002**
- ▶ **Τεχνική Έκθεση 63/2003-04-07 “Ο Αιολικός Χάρτης της Κρήτης”, Δ.Γ. Χρηστάκης, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο 2003**
- ▶ **“Ανεμοκινητήρες”, Γ. Μπεργελές, εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1994**
- ▶ **“Αιολική Ενέργεια”, Αλ. Αλεξάκης, εκδόσεις Μιχ. Σιδέρης, Αθήνα 2002**
- ▶ **Έκθεση της ΡΑΕ Μαΐου 2002, “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)”, Αθήνα Φεβρουάριος 2003**
- ▶ **“Το δυναμικό των εγχώριων ενεργειακών πόρων”, Γεώργιος Τσιλιγκιρίδης, 5ο συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας Γ' τόμος**
- ▶ **“Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα νησιά του νοτίου Αιγαίου”, Δημήτριος Νομίδης, Νοέμβριος 1999**
- ▶ **Περιοδικό “EWEA (European Wind Energy Association)” Απρίλιος 2005**
- ▶ **Εφημερίδα “Έθνος της Κυριακής”, 26/9/2004**





## ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- ▶ [www.rae.gr](http://www.rae.gr) **Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας**
- ▶ [www.cres.gr](http://www.cres.gr) **Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**
- ▶ [www.wel.gr](http://www.wel.gr) **Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι. Κρήτης**
- ▶ [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr) **Υπουργείο Ανάπτυξης**
- ▶ [www.spitia.gr](http://www.spitia.gr)
- ▶ [www.kpe-kastor.cas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.cas.sch.gr)
- ▶ [www.greenpeace.gr](http://www.greenpeace.gr)
- ▶ [www.energotech.gr](http://www.energotech.gr)
- ▶ [www.ecorec.gr](http://www.ecorec.gr)
- ▶ [http-www2.ekke.gr](http://http-www2.ekke.gr)
- ▶ [www.energia.gr](http://www.energia.gr)
- ▶ [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- ▶ [www.techteam.gr](http://www.techteam.gr)
- ▶ [http-aix.meng.auth.gr](http://http-aix.meng.auth.gr)
- ▶ [www.pysics4u.gr](http://www.pysics4u.gr)
- ▶ [http-www.aegean.gr](http://http-www.aegean.gr)
- ▶ [http://1gym-ag-parask.att.sch.gr](http://http://1gym-ag-parask.att.sch.gr)
- ▶ [http://1tee-chiou.chi.sch.gr](http://http://1tee-chiou.chi.sch.gr)
- ▶ [www.windpower.org](http://www.windpower.org)
- ▶ [www.vestas.com](http://www.vestas.com)
- ▶ [www.enercon.de](http://www.enercon.de)

