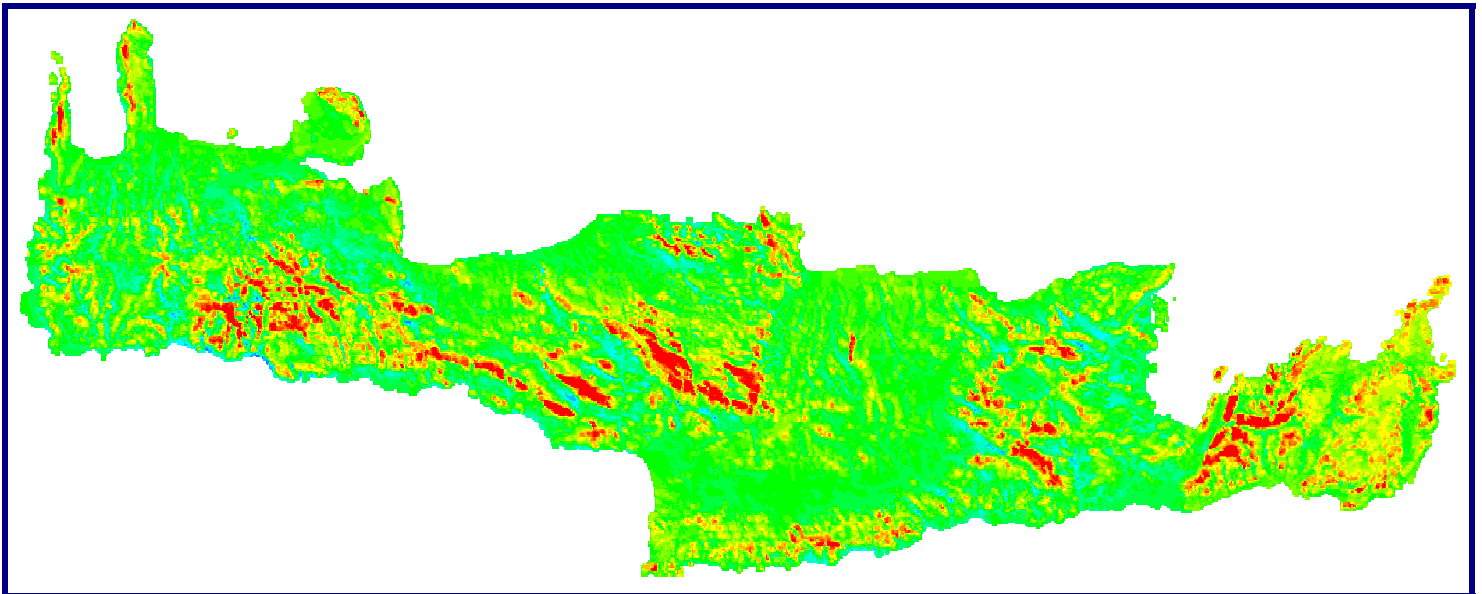


## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### ΘΕΜΑ:

**“Εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.  
Κοινή γνώμη, επενδυτές & τοπική αυτοδιοίκηση.  
Αντιδράσεις και προοπτικές.”**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :

ΚΑΤΣΑΠΡΑΚΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ :

ΣΠΑΝΟΥ ANNA

ΧΕΛΙΔΩΝΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΕΘΕΩΡΗΘΗ:

ΚΑΤΣΑΠΡΑΚΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

## ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Αφιερώνω την παρούσα πτυχιακή εργασία  
στους γονείς μου, στην αδερφή Βαγγελιώ  
και στον γιο μου ΣΤΡΑΤΟ.

*Σπανού Άννα*

Αφιερώνω την παρούσα πτυχιακή εργασία  
στους γονείς μου, στο Κώστα, στο σύντροφο μου και στο  
παιδί που περιμένω

*Χελιδώνη Κατερίνα*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή και εισηγητή μας κ. Κατσαπρακάκη Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε, για την υπομονή που επέδειξε, για τις γνώσεις που μας μετέδωσε, τις συμβουλές του καθώς και για τον χρόνο που μας αφιέρωσε.

Ευχαριστούμε, επίσης, το προσωπικό του εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας & Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ για όσα μας προσέφερε κατά τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε τους δικούς μας ανθρώπους για την ηθική υποστήριξη που μας προσέφεραν κατά την διάρκεια της σπουδαστικής μας διαδρομής.

Αξίζει να αναφερθεί η συνεργασία μας με τους:

### Δήμους:

- Λεύκης,
- Καστελίου,
- Φοίνικα,
- Ανατολικού Σελίνου,
- Ρούβα,
- Ζαρού,
- Σητείας,
- Βιάννου,
- Ν.Καζαντζάκη,
- Αρκαλοχωρίου,

### Επενδυτές:

- Πλαστικά Κρήτης,
- Δομική Κρήτης Α.Ε,
- Καράτζης Α.Ε

Καθώς και τους κατοίκους από το νομό Λασιθίου (Ιεράπετρα, Κεντρά Ιεράπετρας, Επισκοπή Ιεράπετρας, Ίτανος, Σητεία, Πισκοκέφαλο Σητείας, Χανδράς Σητείας, Άγιο Νικόλαο, Ελούντα, ) από το νομό Χανίων(Βάμος, Κυδωνία, Κίσσαμος, Βρύσσεσ,) Ρεθύμνου( Κουλούκωνας) και Ηρακλείου( Αγία Βαρβάρα, Μεγάλη Βρύση, Βοσκερό, Γάζι, Χερσόνησος, Βιάννος, Γούβες, Κρουσώνα, Τύλισο.

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

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	7
---------------	---

## Α ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	9
----------------------------	---

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	12
2.2 Μορφές των Α.Π.Ε. ....	13
2.3 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. ....	16
2.4 Μειονεκτήματα των Α.Π.Ε. ....	17
2.5 Ενεργειακή κατάσταση στην Κρήτη.....	17

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αιολική Ενέργεια.....	19
3.2 Αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας: Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα.....	20
3.3 Η Αιολική Ενέργεια στην Κρήτη.....	24

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Η Ανεμογεννήτρια και ο τρόπος λειτουργίας της. Κατηγορίες ανεμογεννητριών.....	29
4.2 Επιλογή θέσης εγκατάστασης Ανεμογεννητριών.....	31
4.3 Παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή μιας ανεμογεννήτριας.....	32

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Αιολικά Πάρκα.....	36
5.2 Κριτήρια για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης ενός Αιολικού Πάρκου.....	37
5.3 Νομοθεσία – Αδειοδότηση.....	38

5.4	Αιολικά Πάρκα στην Κρήτη.....	38
-----	-------------------------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1	Αιολικό Δυναμικό.....	41
6.2	Η τεχνική προσδιορισμού του Αιολικού Δυναμικού μιας περιοχής.....	42
6.3	Το λογισμικό Waspr.....	46
6.4	Αξιοποιήσιμο Αιολικό Δυναμικό.....	47

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1	Αιολικός Χάρτης της Κρήτης.....	49
7.2	Αριθμητικές μέθοδοι για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης.....	51
7.3	Οι μετρήσεις του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης.....	52
7.4	Η τεκμηρίωση του Αιολικού Δυναμικού.....	58
7.5	Το ανάγλυφο της Κρήτης και η περιγραφή του.....	59
7.6	Μέθοδος υπολογισμού του Αιολικού Χάρτη της Κρήτης.....	60
7.7	Εκτίμηση του Αιολικού δυναμικού της Κρήτης.....	61
7.8	Το Αιολικό Δυναμικό ανά νομό στην Κρήτη.....	63

## Β ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή.....	68
---------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

«Απόψεις της Τοπικής Αυτοδιοίκησης για τις εγκαταστάσεις των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.  
Αντιδράσεις – διαθέσεις και προθέσεις»

### Ερωτήσεις:

- 1) Ποια είναι η γνώμη της Δημοτικής Αρχής, του Δημοτικού Συμβουλίου και γενικότερα του Δήμου για την Αιολική Ενέργεια;.....70
- 2) Είναι η Δημοτική αρχή ενημερωμένη για τα οικονομικά πλεονεκτήματα και τα οφέλη της χρήσης της Αιολικής Ενέργειας;.....71
- 3) Έχετε εμπλακεί σε κάποιο Αιολικό Πάρκο; Αν ναι, με ποια ιδιότητα.....72
- 4) Δημιουργήθηκαν προβλήματα σε σχέση με την υλοποίηση του Αιολικού Πάρκου ; Αν ναι, ποια ήταν ;..... 73
- 5) Πως αξιολογείται την συνεργασία μεταξύ σχεδιαστών και εκτελεστών του Αιολικού πάρκου;..... 74
- 6) Θεωρείται την έως σήμερα δραστηριοποίηση της Δημοτικής Κοινότητας σχετικά με την χρήση της Αιολικής Ενέργειας σωστή και επιτυχημένη;.....75
- 7) Τι θα έπρεπε να αλλαχθεί τελείως κατά την γνώμη σας σχετικά με την χρήση Αιολικής Ενέργειας;..... 76
- 8) Πάνω σε τι χρειάζεστε ακόμη συμβουλή ή υποστήριξη;..... 76
- 9) Ποιες εμπειρίες θα θέλατε να μεταδώσετε;.....76
- 10) Πάνω σε ποια θέματα θα διενεργούσατε διαφορετικά βλέποντας τα πράγματα σήμερα;.....77
- 11) Θα προχωρούσατε στην υλοποίηση ενός νέου Αιολικού Πάρκου εφόσον το θεσμικό πλαίσιο σας καλύπτει;.....77
- 12) Τι άλλο αξίζει να αναφερθεί κατά την γνώμη σας;.....77
- 13) Ποια θα έπρεπε να ήταν η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών και των κατοικημένων περιοχών/ κτιρίων;..... 78
- 14) Πόσες ανεμογεννήτριες γίνονται αποδεκτές στην περιοχή γύρω από την πόλη/χωριό σας;..... 79
- 15) Δώστε μια εκτίμηση σχετικά με το ποσοστό των κατοίκων που αποδέχονται το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή σας..... 80

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

«Απόψεις του γηγενούς πληθυσμού της Κρήτης σχετικά με τις υλοποιήσεις εγκαταστάσεων των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.»

### Ερωτήσεις:

- 1) Πόσο υψηλό θα έπρεπε να ήταν κατά την γνώμη σας το μερίδιο παραγωγής ενέργειας για κάθε τύπο από τους τρεις παρακάτω;.....82
- 2) Πως θα έπρεπε να μοιραστεί το μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας;.....83
- 3) Ποιο μερίδιο Αιολικής Ενέργειας θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να καλυφθεί;..... 84
- 4) Που βλέπεις τα περισσότερα πλεονεκτήματα στην λειτουργία ανεμογεννητριών (πολλαπλές επιλογές είναι δυνατές).....85
- 5) Που βλέπεις τα κυριότερα μειονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία των ανεμογεννητριών;..... 86
- 6) Ποια είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές (π.χ άνεμος, νερό, ήλιος και βιομάζα);.....87
- 7) Ποια είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας από την Αιολική Ενέργεια;.....88
- 8) Θα δεχόσασταν υψηλότερο κόστος για το ηπίως παραγόμενο ρεύμα;..... 89
- 9) Ποια δήλωση είναι η καταλληλότερη για να περιγράψετε την αντίδραση σας όταν πρωτοακούσατε για την δημιουργία Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας;.....90
- 10) Πόσο μακριά από το σπίτι σας εγκαταστάθηκαν οι ανεμογεννήτριες ;.....91
- 11) Σε ποια απόσταση από χωριά /πόλεις θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες χωρίς να ενοχλούν;..... 92
- 12) Πόσες ανεμογεννήτριες θα μπορούσαν κατά την γνώμη σας να εγκατασταθούν κοντά σε χωριό/πόλη χωρίς να ενοχλούν;.....93
- 13) Πώς αξιολογείται την γνώμη της Δημοτικής Αρχής σχετικά με το Αιολικό Πάρκο;..... 94



- 14) Πόσο υψηλά θεωρείτε τα οικονομικά πλεονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία του Αιολικού Πάρκου για τον Δήμο σας;.....95
- 15) Αισθάνεστε επαρκώς ενημερωμένοι εν' όψει εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου;.....96
- 16) Σε ποιο χρόνο ενημερωθήκατε σχετικά με το σχέδιο Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας;.....97
- 17) Πως ενημερωθήκατε για το σχέδιο Αιολικού Πάρκου;..... 98
- 18) Ποια άτομα ήρθαν σε επαφή μαζί σας λίγο πριν την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου;..... 99
- 19) Έχετε οικονομικό μερίδιο σε Αιολικό Πάρκο;..... 100
- 20) Πήρατε μέρος στον σχεδιασμό και στην διεκπεραίωση της διαδικασίας;...101

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

«Απόψεις επενδυτών σχετικά με τις υλοποιήσεις εγκαταστάσεων των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.»

- 3.1 Επενδυτές.....103
- 3.2 Γενικά συμπεράσματα.....105
- Βιβλιογραφία & Χρήσιμες Ιστοσελίδες..... 106

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση αντιδράσεων του γηγενούς πληθυσμού της Κρήτης σχετικά με τις υλοποιήσεις εγκαταστάσεων Αιολικών Πάρκων στο νησί, μέσω της διενέργειας στατιστικής έρευνας.

Η έρευνα μέσω ερωτηματολογίων επεκτείνεται στους επενδυτές, στις δημοτικές αρχές και σε κατοίκους του νησιού με σκοπό την εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων σχετικά με:

- Κριτήρια επιλογής τοποθεσιών
- Δυσκολίες στη διαδικασία αδειοδότησης – υλοποίησης
- Διαθέσεις τοπικής αυτοδιοίκησης
- Προθέσεις τοπικής αυτοδιοίκησης για πιο ενεργό ρόλο στην εισροή Αιολικής Ενέργειας στην Κρήτη.

Τέλος με βάση τα συμπεράσματα από την αξιολόγηση θα προταθούν βελτιώσεις για τις μελλοντικές εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων.

## Α ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### **1.1 Ιστορική αναδρομή**

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του άνεμου έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Ο άνθρωπος έχει εκμεταλλευτεί την αιολική ενέργεια από νωρίς στην ιστορία του, χρησιμοποιώντας την για πρώτη φορά για την κίνηση των πλοίων. Άλλες δραστηριότητες όπου χρησιμοποιήθηκε η αιολική ενέργεια ήταν το άλεσμα των δημητριακών, αλλά και η άντληση νερού για το πότισμα των καλλιεργειών ή για την μεταφορά του στη θάλασσα από τις πλημμυρισμένες περιοχές.

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 τις

Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι (κατακόρυφου άξονα) κατασκευάστηκαν στην Περσία τον 6<sup>ο</sup> έως τον 9<sup>ο</sup> αιώνα τις, ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στην Κίνα το 13<sup>ο</sup> αιώνα τις

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 τις οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση των νερών από τις περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερη στάθμη από αυτήν της θάλασσας.

Κατά την διάρκεια του 17<sup>ου</sup> αιώνα οι ανεμόμυλοι αντικαταστάθηκαν από τους ατμοστροβίλους και τον επόμενο αιώνα οι Δανοί « εκμεταλλεύτηκαν» τον άνεμο παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.



**Εικόνα 1.1 Τύποι παραδοσιακών Ανεμόμυλων**

- **Ελλάδα:**

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 15<sup>ο</sup> 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. Παρόλα αυτά οι τοποθεσίες των παλαιών ανεμόμυλων αποτελούν ένδειξη περιοχών με αξιόλογο αιολικό δυναμικό.



**Εικόνα 1.2 Ένας κατεστραμμένος ανεμόμυλος και μια σύγχρονη Α/Γ.**

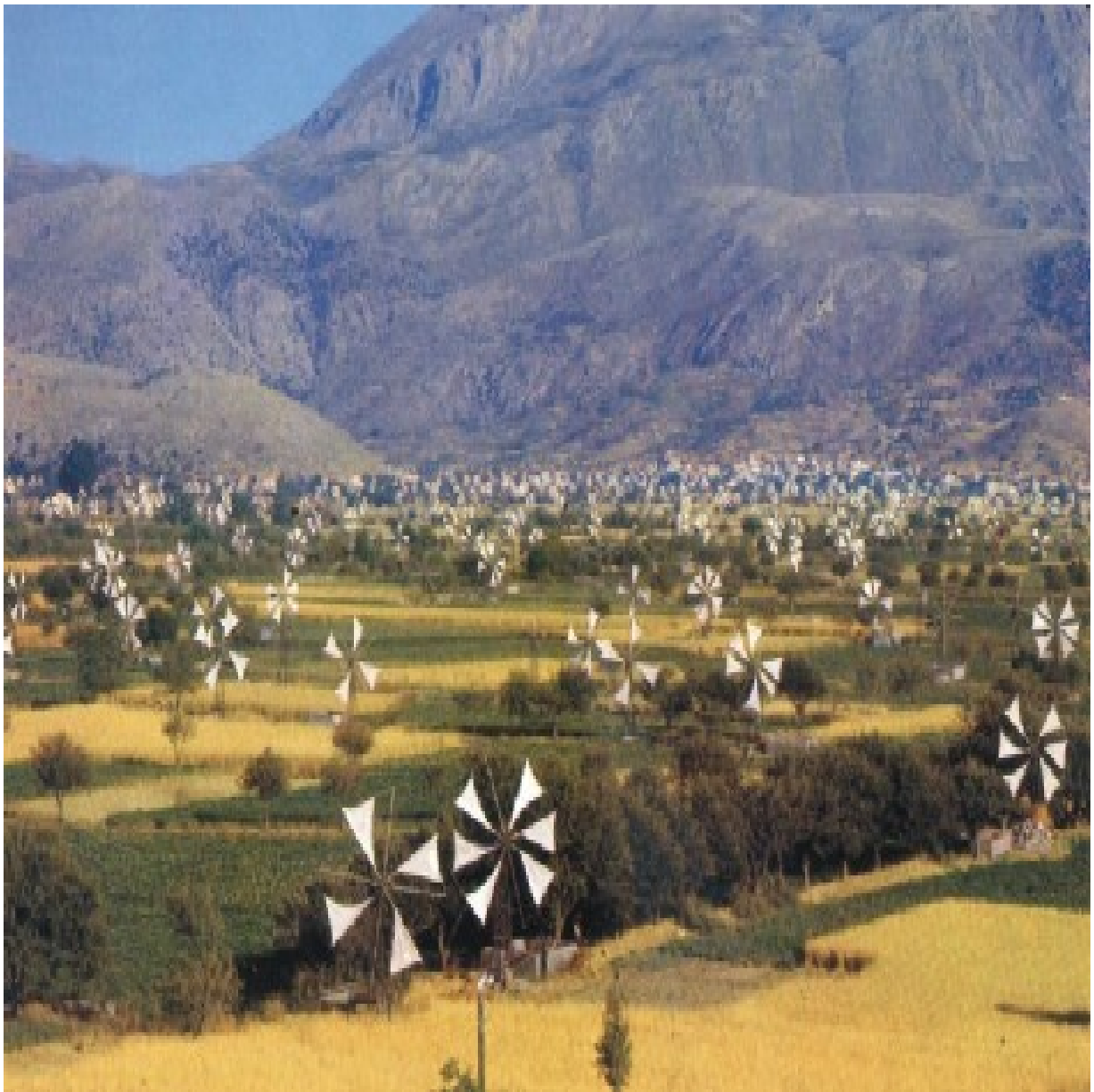
- **Κρήτη:**

Η σχέση ανάμεσα στην Κρήτη και την Αιολική ενέργεια ξεκινάει από την αρχαιότητα. Ας θυμηθούμε ότι οι Μινωίτες εκμεταλλεύθηκαν από τους πρώτους την ισχύ του ανέμου στη στεριά και στη θάλασσα.

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 γνωστό ως «Σπιρτοκούτης» στο οροπέδιο Λασιθίου 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.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων.



**Εικόνα 1.3** Το οροπέδιο του Λασιθίου με τους χιλιάδες ανεμόμυλους

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### ***2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας***

Είναι πηγές ενέργειας που υπάρχουν σε αφθονία στο περιβάλλον που δεν εξαντλούνται αλλά αντιθέτως ανανεώνονται και μετατρέπονται σε διάφορες μορφές ενέργειας όπως ηλεκτρική, θερμική, αιολική κ.λ.π. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον αφενός οφείλεται στην επίλυση του ενεργειακού προβλήματος και αφετέρου στο ότι πρόκειται για πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον.

Αυτές οι φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας δίνουν στο καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με την χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φθηνή μέθοδος προκαλεί την μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή τοξικών αερίων.

Για πολλές χώρες οι ΑΠΕ αποτελούν μια σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στην 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 την ρύπανση του περιβάλλοντος.

Συνεπώς 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, είναι να επιτύχει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.



Εικόνα 2.1 Παραγωγή ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

## 2.2 Μορφές των Α.Π.Ε.

Οι μορφές των ΑΠΕ είναι οι εξής:

### ➤ Αιολική Ενέργεια:

Είναι 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.





Εικόνα 2.2 Φ/Β – Α/Γ (Ηλιακή –Αιολική 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.



Εικόνα 2.3 Υδροηλεκτρική 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.).





Εικόνα 2.4 Βιομάζα

➤ **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.



Εικόνα 2.5 Γεωθερμία

➤ **Αστικά Απορρίμματα:**

Η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους στο γενικότερο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής διαχείρισης και τελικής απόθεσης τους.

➤ **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.

Από τεχνολογική και οικονομική πλευρά , η πιο ώριμη μορφή καθαρής ενέργειας είναι σήμερα η Αιολική Ενέργεια, η οποία συμβάλει στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών, προσφέροντας συγχρόνως ποικίλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Η συνεχώς αυξανόμενη υλοποίηση ιδιωτικών επενδύσεων που παρατηρείται τελευταία στην Ευρώπη επιβεβαιώνει ότι σταδιακά η Αιολική Ενέργεια θα μπορέσει να αντιμετωπίσει τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας.

### *2.3 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.*

**Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. είναι :**

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας ( ειδικά άνεμος και ήλιος)
- 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.
- 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.
- Προσφέρουν την δυνατότητα νέων θέσεων εργασίας σε όλα τα στάδια κατασκευής, μεταφοράς εγκατάστασης, συντήρησης, φύλαξης των ανεμογεννητριών στα αιολικά και ηλιακά πάρκα

### *2.4 Μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.*

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

- 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.

## 2.5 Ενεργειακή κατάσταση στην ΚΡΗΤΗ

Τα τελευταία χρόνια η Κρήτη λόγω της ανάπτυξης του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων αλλά και της τουριστικής ανάπτυξης παρουσιάζει σημαντική αύξηση της ενεργειακής της ζήτησης. Σήμερα στην Κρήτη λειτουργούν δύο σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ.

Στην περιοχή Λινοπεράματα του νομού Ηρακλείου λειτουργεί σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής εγκατεστημένης ισχύος 192,8MW. Αποτελείται από 6 ατμοστροβλικές μονάδες, 4 μονάδες ντίζελ και 2 αεριοστροβλικές μονάδες.

Στην περιοχή Ξυλοκαμάρα του νομού Χανίων λειτουργεί σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού εγκατεστημένης ισχύος 327,6 MW. Αποτελείται από 7 αεριοστροβλικές μονάδες, 2 μονάδες συνδυασμένου κύκλου και 1ατμοστροβλική μονάδα. Επιπλέον, έχουν αρχίσει οι διαδικασίες κατασκευής τρίτου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής στον Αθερινόλακο του νομού Λασιθίου ισχύος 160MW περίπου, ενώ προγραμματίζεται και η κατασκευή τέταρτου ηλεκτροπαραγωγού σταθμού ισχύος 200MW περίπου στο νομό Ρεθύμνου.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η Κρήτη παρουσιάζει ενεργειακά προβλήματα όπως κι όλες οι νησιωτικές περιοχές:

- Μεγάλη ενεργειακή ζήτηση από το πετρέλαιο (86%) σε σχέση με την Ηπειρωτική Ελλάδα, που οφείλετε στην αλματώδη ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και του τουρισμού.
- Αυστηροί περιβαλλοντικοί περιορισμοί και μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις ζήτησης φορτίου (εξαιτίας του τουρισμού).
- Υψηλό κόστος ενέργειας. Πέρα από την αναγκαία μεταφορά των απαιτούμενων καυσίμων για την λειτουργία των συμβατικών σταθμών το κόστος επιβαρύνεται και από την υπολειτουργία αεριοστροβίλων εγκατεστημένων στο νησί που έχουν κόστος καυσίμου πολύ υψηλότερο σε σύγκριση με το μέσο κόστος παραγωγής του συστήματος.
- Μεγάλο και άμεσο πρόβλημα παροχής ηλεκτρικής ισχύος. Οι διακοπές του ηλεκτρικού ρεύματος οφείλονται είτε σε πτώσεις είτε σε ανωμαλίες στο σύστημα μεταφοράς, είτε σε έλλειψη ικανότητας του συστήματος παραγωγής να καλύψει την συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
- Μη σημαντικό φορτίο βάσης λόγω έλλειψης μεγάλων βιομηχανικών μονάδων. Ο συντελεστής φορτίου είναι χαμηλότερος από τον αντίστοιχο συντελεστή του ηλεκτρικού συστήματος της χώρας.

Αξίζει να αναφερθεί ότι για το έτος 2000 η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή στην Κρήτη ανέρχεται σε 2138,893GWH.

Συμπερασματικά, γίνεται αντιληπτό ότι η εκμετάλλευση των ΑΠΕ στην Κρήτη καθίσταται κάτι περισσότερο από αναγκαία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη γι' αυτό είναι και ανανεώσιμη. Δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί την μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από την μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους.



Εικόνα 3.1 Αιολικό Πάρκο

Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι από τεχνικοοικονομικής 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.

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). Επίσης η σωστή αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας θα βελτιώσει το παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο, χωρίς 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.

### **3.2 Αξιοποίηση της Αιολικής ενέργειας: Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα**

**Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας είναι τα εξής:**

- Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων.
- 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.

**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 συμπιέσει 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.

### 3.3 Η Αιολική Ενέργεια στην Κρήτη

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) κι αυτό γιατί 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 προνομιά να διαθέτει ένα από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Συγκεκριμένα η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη και στην Κρήτη, ένα από τα πιο προνομιά νησιά της Ελλάδας 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.



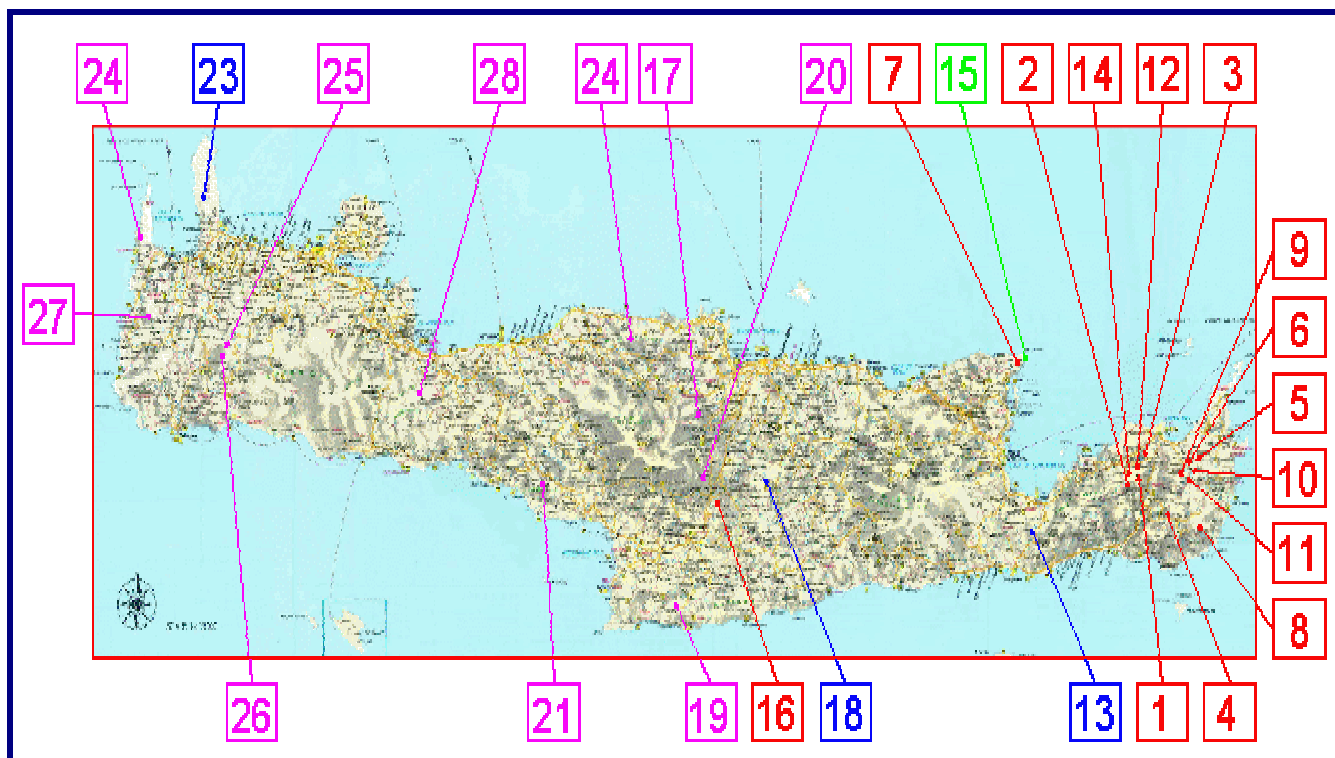


**Εικόνα 3.2** Αιολικό Πάρκο στον Άη Γιάννη Βρουχά στη Σητεία Λασιθίου



**Εικόνα 3.3** Αιολικό Πάρκο στη Σητεία Κρήτης (27,5 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. Εκδοσης	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	ΑΓΡΙΛΙΔΑ/ΒΕΛΗΡΑΣ
4	18/06/01	ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.	9,90	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΛΕΥΚΗΣ	ΧΑΝΔΡΑΣ
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	ΕΗΡΟΛΙΜΝΗ

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 ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ
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	ΣΜΑΙΛΟΓΤΟΣΙ
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	ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ 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 3.5 Αρχείο μητρώου αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ΡΑΕ

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Η Ανεμογεννήτρια και ο τρόπος λειτουργίας της. Κατηγορίες Ανεμογεννητριών



Εικόνα 4.1 Ανεμογεννήτρια *BONUS*

Πηγή: [www.afm.dtu.dk](http://www.afm.dtu.dk)

Στις μέρες η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται με μηχανές που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα τροφοδοτώντας απευθείας την κατανάλωση ή να συνδέονται και να διοχετεύουν την ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχον δίκτυο.

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.

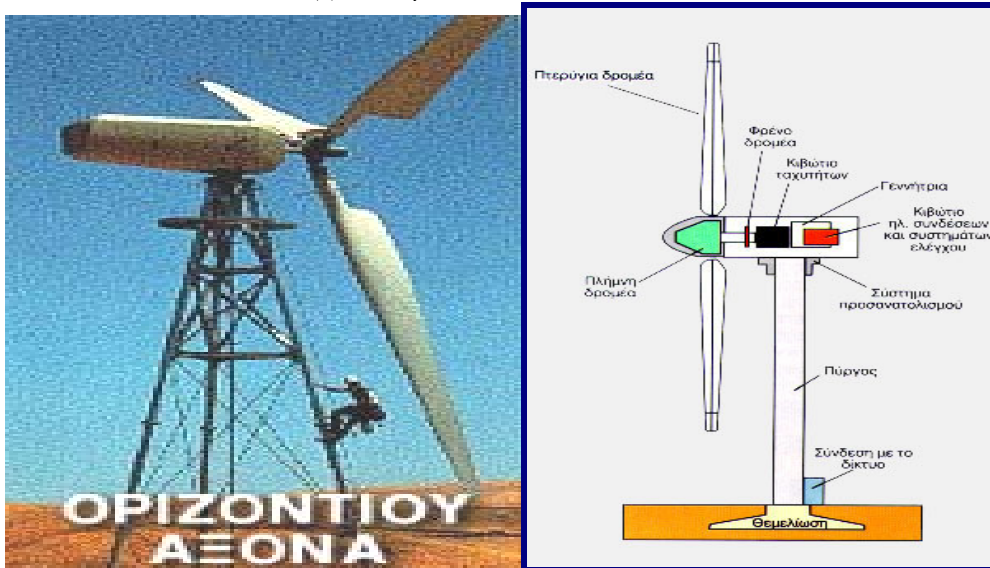
Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα τροφοδοτώντας απευθείας την κατανάλωση, ή να συνδέονται και να διοχετεύουν την ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχον δίκτυο. Στην πρώτη περίπτωση (σε μικρές εγκαταστάσεις) επειδή ο άνεμος δεν είναι συνεχώς διαθέσιμος, είναι δυνατόν να γίνεται χρήση μιας ή περισσότερων 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.

Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου:

### ➤ Οριζόντιου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου (head on), ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την κατεύθυνση του ανέμου (cross-wind). Απαιτούν σύστημα προσανατολισμού αναγκάζοντας έτσι τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου. Ο πύργος στήριξης είναι πολύπλοκος, σωληνωτός ή δικτυωτός και στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.

Οι συγκεκριμένες είναι οι πλέον διαδεδομένες στην παγκόσμια αγορά, με τρία πτερούγια σε ποσοστό πάνω από 90% σε σύγκριση με τις δίπτερες και μονόπτερες. Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι ότι παρόλο το ακριβές κόστος τους δεν χρειάζονται μεγάλη ταχύτητα ανέμου για να παράγουν το ίδιο ποσό ενέργειας με τους άλλους δύο τύπους



### ➤ Κατακόρυφου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα 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. Δεν χρειάζονται σύστημα προσανατολισμού. Ο πύργος στήριξης είναι απλούστερος. Χρησιμοποιούνται σε μικρότερες ταχύτητες ανέμου επειδή βρίσκονται κοντά στο έδαφος. Επίσης έχουν μικρότερο συντελεστή ισχύος σε σχέση με τους οριζοντίου και η εγκατάστασή τους καταλαμβάνει αρκετή έκταση.

## 4.2 Επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών.



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. Οι 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.

Για την ορθή επιλογή 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.

### 4.3 Παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή μιας 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. Η επιλογή αυτή θα είναι η βέλτιστη, μόνον εφόσον γίνει σωστή και λεπτομερής αξιολόγηση των ακόλουθων παραμέτρων:

#### ➤ **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.

Για να κρίνουμε την οικονομική βιωσιμότητα μιας θέσης ανεμογεννήτριας, χρειαζόμαστε πληροφορίες για το μέγεθος και τις διακυμάνσεις του ανέμου μέσα σ' ένα έτος.

Σε περίπτωση η εγκατάσταση γίνει κοντά σε υπάρχοντες δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας το κόστος εγκατάστασης είναι αισθητά μειωμένο.

#### ➤ **Επιδράσεις στο περιβάλλον**

Η ανεμογεννήτρια μπορεί 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.

### ▪ 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 επικάθονται 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.

## 4 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. Παρατηρούμε 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.

### ▪ 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.

#### ▪ 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.

#### ▪ 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.

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».

#### 5. 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.

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.

Τέλος 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.

Επιπλέον 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Αιολικά Πάρκα



**Εικόνα 5.1 Αιολικό Πάρκο**

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.

## 5.2 Κριτήρια για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης ενός Αιολικού Πάρκου.

Για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης ενός Αιολικού Πάρκου εκτός το υψηλό αιολικό δυναμικό (μεγάλη διάρκεια ισχυρών ανέμων και περιορισμένη ύπαρξη περιόδων νηνεμίας) που θα πρέπει να διαθέτει η συγκεκριμένη περιοχή θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα ακόλουθα κριτήρια:

➤ *Οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή ενέργειας.*

Αν η εγκατάσταση γίνει κοντά σε υπάρχοντες δρόμους ή δίκτυα της ΔΕΗ ανάλογης ισχύος, το κόστος της είναι μικρό. Επίσης το κόστος της παραγόμενης kWh ποικίλει ανάλογα με τις διακυμάνσεις του ανέμου ανά έτος.

➤ *Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.*

Με στόχο την αποφυγή περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει το αιολικό πάρκο να μην εγκατασταθεί κοντά σε κατοικημένη περιοχή και αεροδρόμιο, ούτε να βρίσκεται κοντά σε αναμεταδότες της τηλεόρασης ή σε δίκτυα του ΟΤΕ επίσης να μην αποτελεί εναέριο πέρασμα αποδημητικών πουλιών μέσω ειδικών προγραμμάτων περιβαλλοντικής προστασίας.

➤ *Κανονισμοί – περιορισμοί στην χρήση γης.*

Πρέπει να ληφθούν υπόψη τοπικοί νόμοι και κανονισμοί , που πιθανόν να εμποδίσουν την εγκατάσταση αιολικού πάρκου, όπως νόμοι για την προστασία αρχαιολογικών χώρων.

➤ *Αντιμετώπιση μετεωρολογικών συνθηκών*

Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και τον χρόνο ζωής της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης αυτής γι' αυτό πριν από κάθε εγκατάσταση του αιολικού πάρκου πρέπει να ελέγχετε κλιματολογικά η περιοχή από τον παγετό, την υγρασία , συχνές βροχοπτώσεις, υπερβολικά ισχυρούς ανέμους.



Εικόνα 5.2 Ροή του ανέμου

➤ *Αποδοχή εγκατάστασης αιολικού πάρκου από το κοινό.*

Το κοινό θα πρέπει να ενημερώνεται για τα έργα υποδομής τα οποία αποσκοπούν στην ανάπτυξη της περιοχής δημιουργώντας παράλληλα νέες θέσεις εργασίας.

### 5.3 Νομοθεσία-Αδειοδότηση

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.

### 5.4 Αιολικά Πάρκα στην Κρήτη

Στους επόμενους πίνακες 5.3 & 5.4 αναφέρονται αναλυτικά το πλήθος των αιολικών πάρκων ανά νομό της Κρήτης, καθώς και η εγκατεστημένη αιολική ισχύς.

Επίσης αναφέρονται το πλήθος και η ισχύς των αιολικών πάρκων που πρόκειται να λειτουργήσουν μελλοντικά.

(Πηγή ΡΑΕ, 15 Ιουλίου 2005)

## ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

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

Πίνακας 5.3  
στην Κρήτη

Αιολικά Πάρκα

<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>

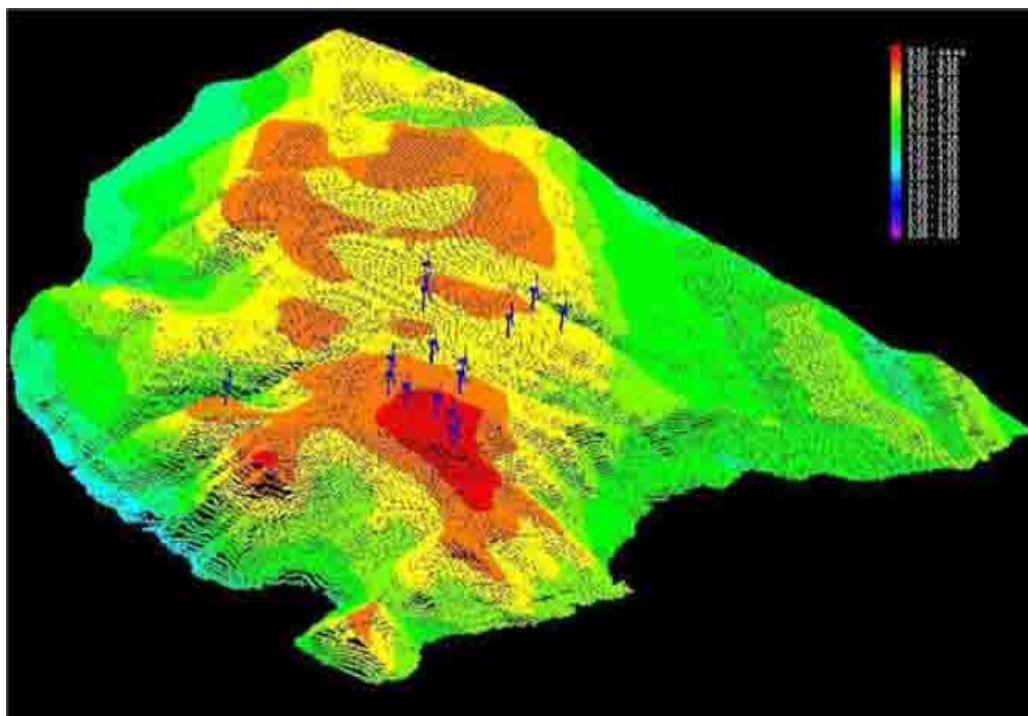
Πίνακας 5.4  
Αιολικών  
Κρήτη

*Ισχύς των  
Πάρκων στην*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **6.1 Αιολικό δυναμικό**

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 οι περισσότερες περιοχές 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 χιλιομέτρα γύρω από τον ανεμογράφο, μπορούμε να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου.



**Εικόνα 6.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της εκτίμησης αιολικού δυναμικού περιοχής της Κρήτης σε τρισδιάστατη απεικόνιση με χωροθετημένες Α/Γ**  
**Πηγή : Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης [www.wel.gr](http://www.wel.gr)**

## 6.2 Η τεχνική προσδιορισμού του Αιολικού δυναμικού μιας περιοχής.

### ➤ Ένταση του ανέμου

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

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

Από τα κλασικά 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 6.2). 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 6.2 Κυπελλοφόρο Ανεμόμετρο**

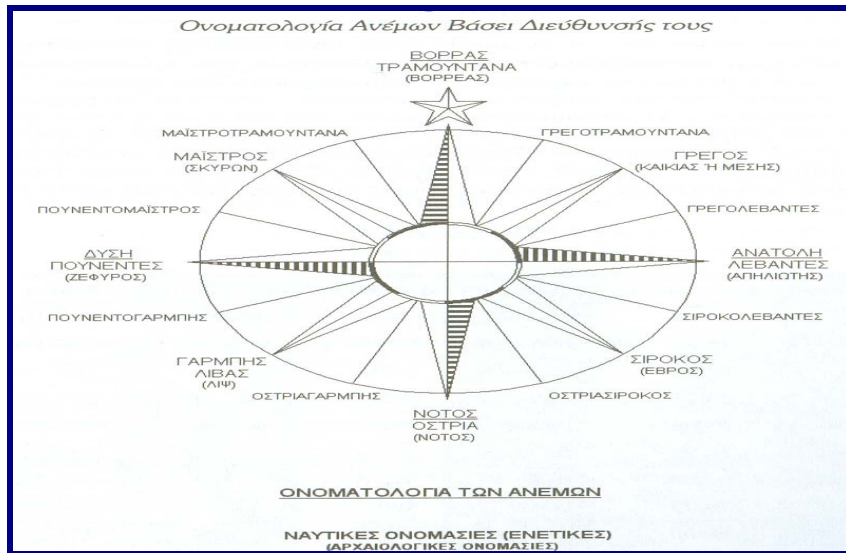
Ένα βασικό μειονέκτημα των ανεμόμετρων αυτού του τύπου είναι το γεγονός ότι δεν έχουν συμμετρική απόκριση στην αύξηση ή μείωση της έντασης του ανέμου, δεδομένου ότι τα κύπελλα του οργάνου εξακολουθούν λόγω αδράνειας να περιστρέφονται ακόμα και όταν ο άνεμος σταματήσει. Στις περιπτώσεις αυτές οι ενδείξεις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

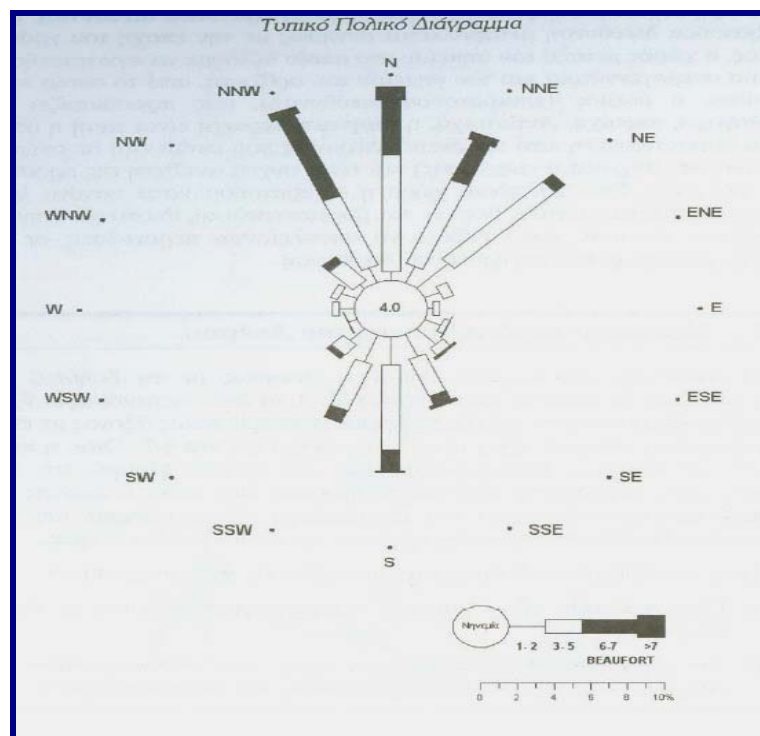
#### ➤ Διεύθυνση του ανέμου

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 6.3 δίνεται η ονοματολογία των ανέμων με βάση ναυτικές, ενετικές και αρχαιοελληνικές ονομασίες. Η διεύθυνση του ανέμου είναι συνάρτηση του αληθούς βορρά, και μετρείται 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.



**Σχήμα 6.3 Ονοματολογία ανέμων βάσει τη διεύθυνσή τους.**

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 6.4). 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 6.4 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 προσηνεμη 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 προσηνεμης 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 6.5). 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.

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 κατεύθυνση. Αυτό επιτυγχάνεται με την ακριβή αντιστάθμιση των ελασμάτων με τη χρήση αντίβαρου.

γ. Εμφανίζει τη μέγιστη ροπή στρέψης για αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με την κλίση του οργάνου.

Εικόνα 6.5



του με

διεύθυνση.

ελασμάτων με

δεδομένη

αδράνεια του

Ανεμοδείκτης

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.

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.

## 6.3 Το λογισμικό WASP

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

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

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 Ατλαντα.*

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.

## 6.4 Αξιοποιήσιμο Αιολικό δυναμικό.

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.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι μέσες ετήσιες ταχύτητες των ανέμων της Κρήτης σε σχέση με διάφορες άλλες περιοχές της Ελλάδας.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΠΟ Δ.Ε.Η. / ΔΕΜΕ		
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
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 6.6 Μετρήσεις του Αιολικού Δυναμικού από Δ.Ε.Η. / ΔΕΜΕ**  
Πηγή: «Το δυναμικό των εγχώριων ενεργειακών πόρων» Γ.Τσιλιγκιρίδης

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 μετροημένες 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 αξιοποιήσιμου 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 ιδιοτεροτήτων, 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

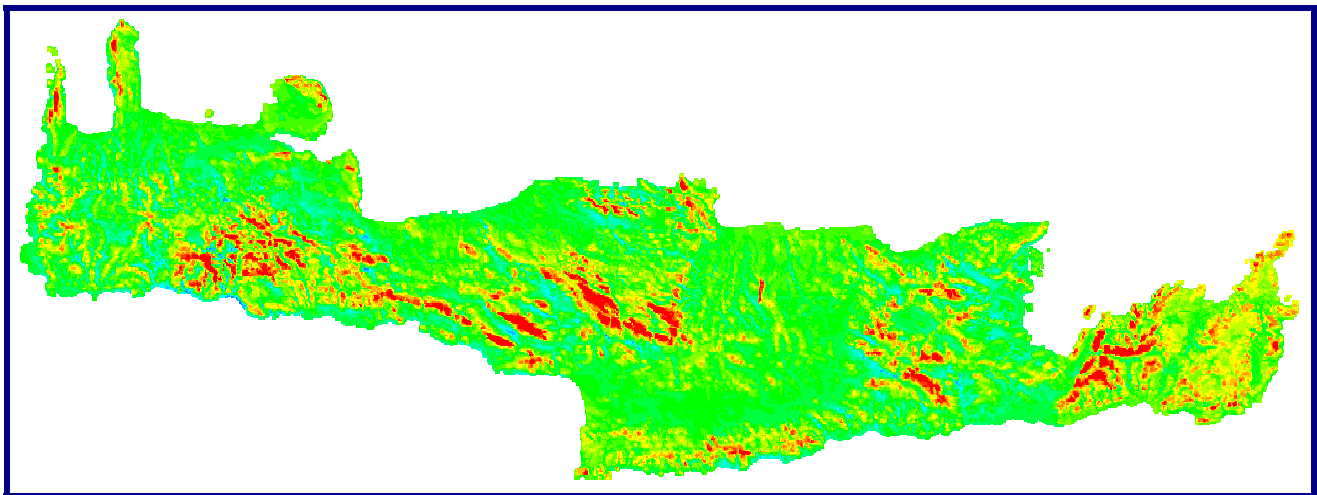
### 7.1 Αιολικός χάρτης της Κρήτης.

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

Ο Αιολικός Χάρτης 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.

Αποτελεί πολύτιμο εργαλείο με ποικίλες εφαρμογές και μπορεί να συνδυαστεί εύκολα με πληροφορίες ανάλογου χαρακτήρα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. 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.



Σχήμα 7.1 Αιολικός Χάρτης της Κρήτης

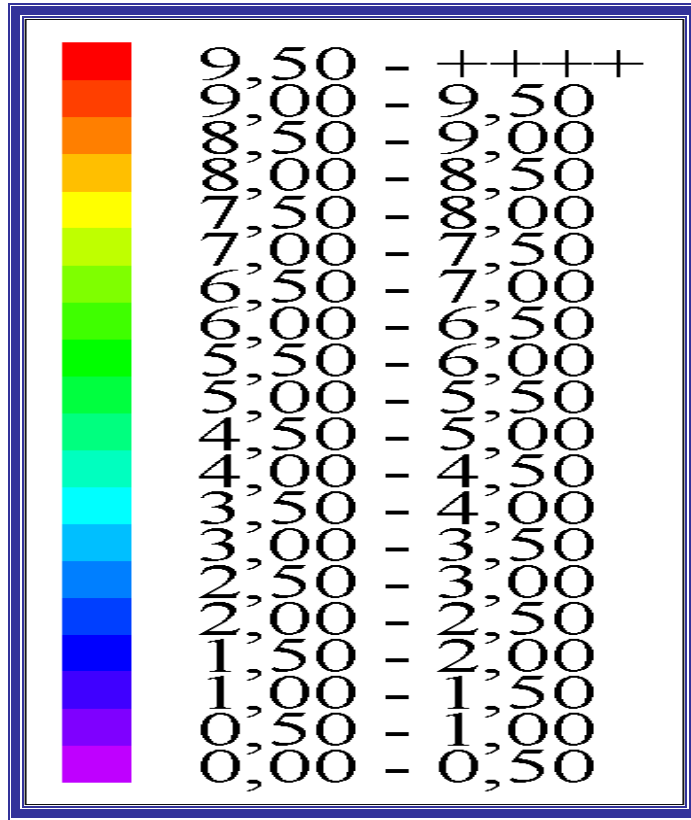
Πηγή : Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης [www.wel.gr](http://www.wel.gr)

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 κάνναβου με βήμα ανάλογο της διακριτότητας που επιθυμείται. Ο Γενικός Αιολικός Χάρτης της Κρήτης, όπως αυτός υπολογίστηκε στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας του ΤΕΙ Κρήτης, έχει κάνναβο με βήμα 200 μέτρων, στο σύνολό του και σε περιοχές που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ή έχει τοποθετηθεί ιστός μετρήσεων, με βήμα 20 μέτρων.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 7.1 ("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 7.2)



Εικόνα 7.2 Χρωματική κλίμακα μέσης ετήσιας τιμής ταχύτητας ανέμου (m/sec)



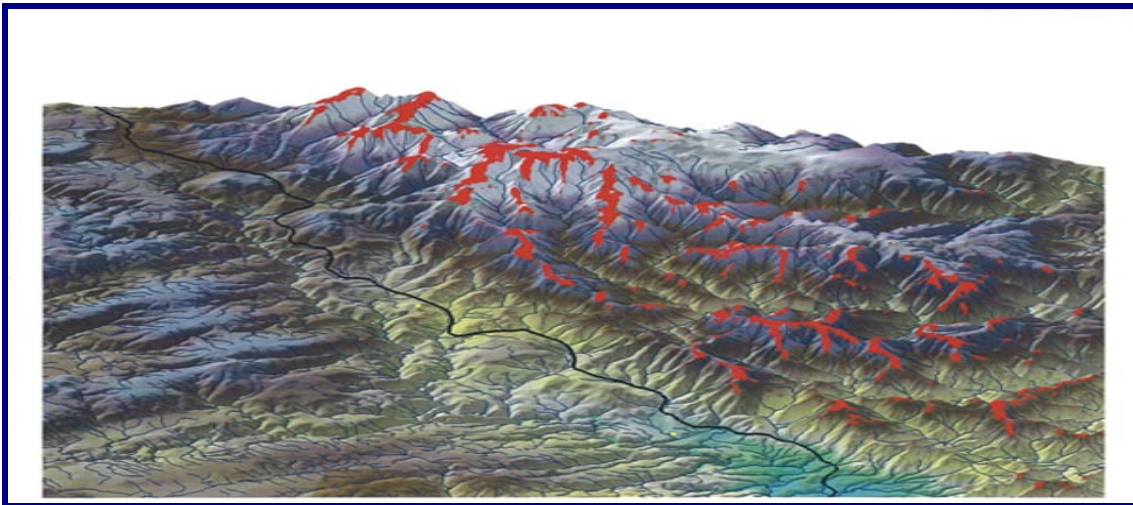
## 7.2 Αριθμητικές μέθοδοι για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού της Κρήτης.

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.
- Τεκμηριωμένες Μετρήσεις.



Εικόνα 7.3 Τρισδιάστατη άποψη του αιολικού δυναμικού της περιοχής της Κρήτης

Πηγή : Α.Π.Ε. Πρόγραμμα ALTENER II



### 7.3 Οι μετρήσεις του αιολικού δυναμικού της Κρήτης.

Αξιοποιήσιμες μετρήσεις, για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, είναι αυτές που γίνονται σε ιστούς άνω των 10 μέτρων και σε διαστήματα μικρότερα της μιας ώρας με μέσες τιμές και λοιπές στατιστικές παραμέτρους..

Στους παρακάτω πίνακες 7.4, 7.5 και 7.6 φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και στον χάρτη (Σχήμα 7.5) οι θέσεις στις οποίες έχουν ληφθεί οι μετρήσεις αυτές και οι φορείς διεξαγωγής των μετρήσεων.

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 (Κρούα, 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 7.4 Ετήσιες μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη  
 Πηγή: Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

Πίνακας μετρήσεων Αιολικού δυναμικού στην Κρήτη από Δ.Ε.Η, ΔΕΜΕ και RISOE European Wind Atlas VII											Φορέας μετρήσεως	Ποιο Κρήτης (Καθ. από το	
Δ/Δ	Υψόμετρο	Ώρες	Περίοδος		V mean	Κύρια	Weibul				Gust	Weibul	Gust
Δ/Δ	Υψόμετρο	Ώρες	Από	Μέχρι	μέσο όρος	Διεύθυνση	Κ	C	Κύρια	Διεύθυνση	m/sec	C	m/sec
	Μ	Ώρες	Από	Μέχρι	Μέχρι	Διεύθυνση	Διεύθυνση	Διεύθυνση					
1	800	10	1/5/1982	30/4/1983	8,2	BBA	X	X	ΔΕΜΕ				
2	800	10	1/1/1981	31/12/1981	8,5	BBA	X	X	ΔΕΜΕ	1,6	10 min	6,55	19,2
3	255	10	1/1/1992	31/12/1992	8,6	W-NW	X	X	ΔΕΜΕ				
4	255	10	1/1/1994	31/12/1994	9,4	W-NW	X	X	ΔΕΜΕ				
5	255	10	1/1/1994	31/12/1994	9,4	W-NW	X	X	ΔΕΜΕ	1,69	10 min	6,6	20,4
6	820	10	1/1/1981	31/12/1981	4,76	X	X	X	ΔΕΜΕ				
7	680	10	1/1/1981	31/12/1981	6,29	N	X	X	ΔΕΜΕ	1,7	10 min	6,31	28
8	350	10	1/12/1981	31/10/1981	10,6	W-NW	X	X	European Wind Atlas	1,71	10 min	6,53	27
9	240	10	6/1/1991	28/9/1991	31,12	N-E	X	X	European Wind Atlas	1,51	10 min	4,59	17
10	65	10	1/7/1991	28/3/1991	15,24	N-E	X	X	European Wind Atlas	1,86	10 min	10,03	37,8
11	185	10	1/20/1991	17/30/2001	7,5	N-E	X	X	European Wind Atlas	1,82	10 min	10,1	37
12	760	10	1/1/1991	31/12/1991	8,5	NW	X	X	European Wind Atlas	1,85	10 min	10,6	44,7
13	100	10	1/12/1991	31/11/1991	15,11	W-SW	X	X	European Wind Atlas	1,48	10 min	10,3	86
14	170	10	1/3/1991	31/12/1991	8,5	W	X	X	European Wind Atlas	1,57	10 min	10,0	83,1
15	150	10	10/12/1991	30/3/1991	43,9	W	X	X	European Wind Atlas	1,78	10 min	7,8	42,1
16	150	10	5/1/1991	13/4/2002	10,4	N	X	X	European Wind Atlas	1,75	10 min	8,8	31,6
17	295	10	1993	1994	6,1	W-SW	1,77	7,1	Atlas				
18	1750	10	8/4/1981	25/11/1981	10,4	BBA	X	X	European Wind Atlas	1,72	5 min	10,6	39
19	540	10	1993	1994	5	WNW	1,6	5,7	Atlas				
20	790	10	1/4/2001	31/3/2002	8,6		X	X	European Wind Atlas	1,84	9,9	51,3	
21	25	10	1/4/2002	31/3/2003	7,8	WNW	1,71	9	Atlas				
22	25	10	1/4/1983	31/12/1983	6,3	N	X	X	ΟΑΔΥΚ	1,64	8,5	58,4	
23	25	10	1/1/1984	31/12/1984	6,0	N	X	X	ΟΑΔΥΚ				
24	25	10	1/1/1985	31/12/1985	5,6	N	X	X	ΟΑΔΥΚ				

Πίνακας 7.5 Διαθέσιμες μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη  
 Πηγή: Εργαστήρι Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

## Πίνακας 7.6 Μετρήσεις αιολικού δυναμικού στην Κρήτη

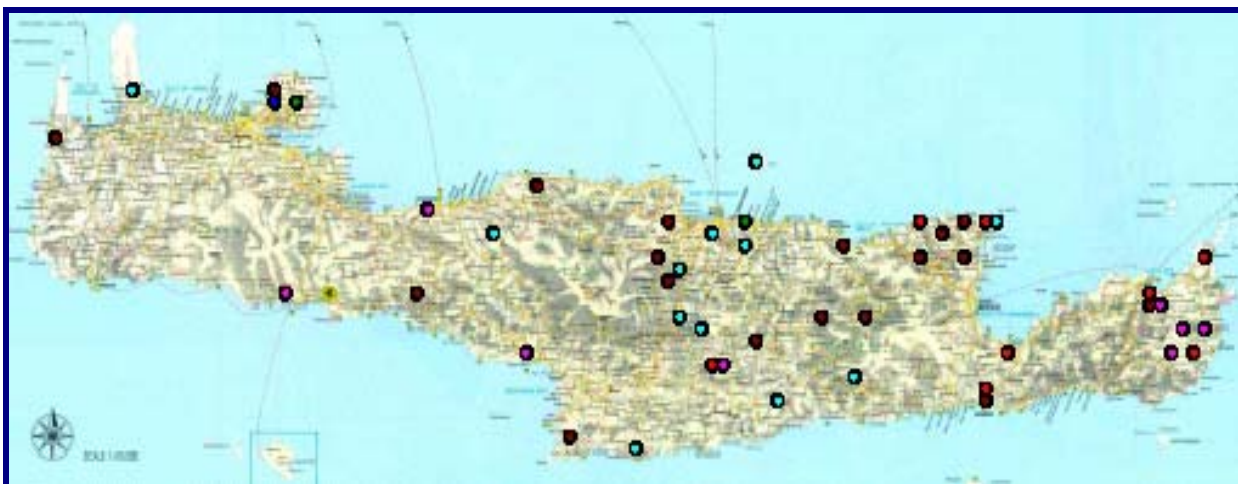
Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

Ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει τους 50 σταθμούς μέτρησης άνεμου 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

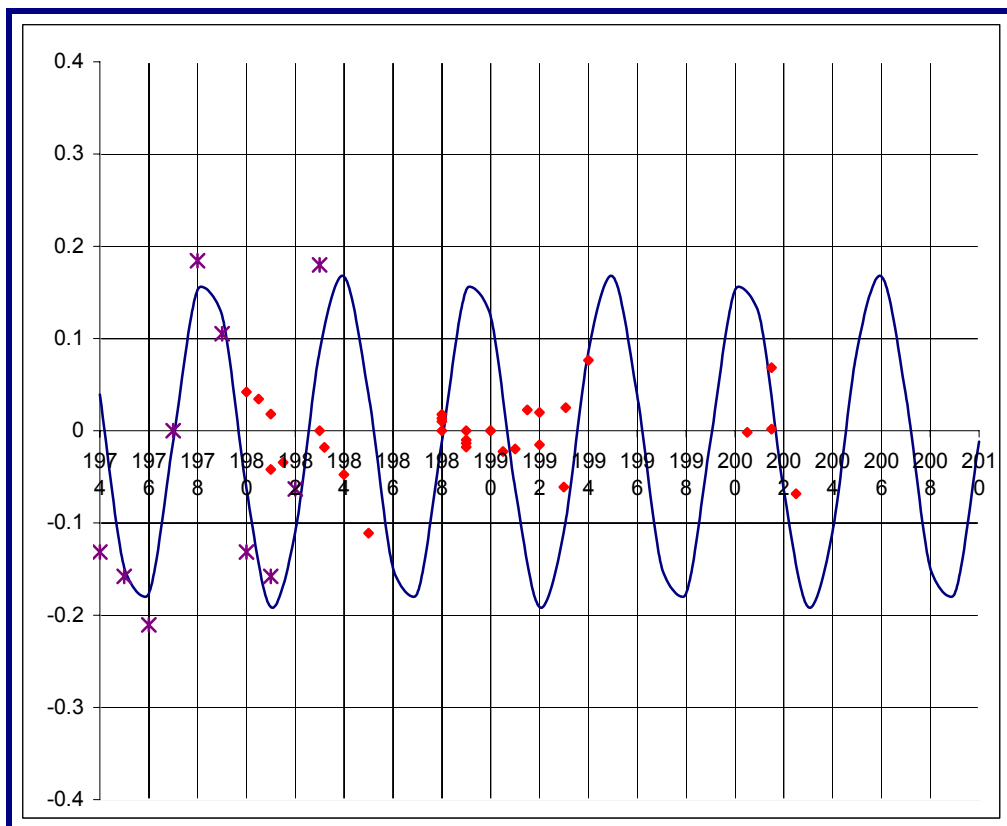


### Σχήμα 7.7 Σταθμοί μέτρησης ανέμου στην Κρήτη Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

Στο διάγραμμα 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.

Η επιλογή των ανεμογράφων για τον υπολογισμό του Αιολικού Δυναμικού της Κρήτης έγινε με βάση την απόκλιση 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 7.8 Κανονικοποιημένες μέσες ετήσιες τιμές της ταχύτητας του Ανέμου στην Κρήτη. Με x είναι σημειωμένες οι τιμές του αεροδρομίου του Ηρακλείου.

## 7.4 Η τεκμηρίωση του αιολικού δυναμικού

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.

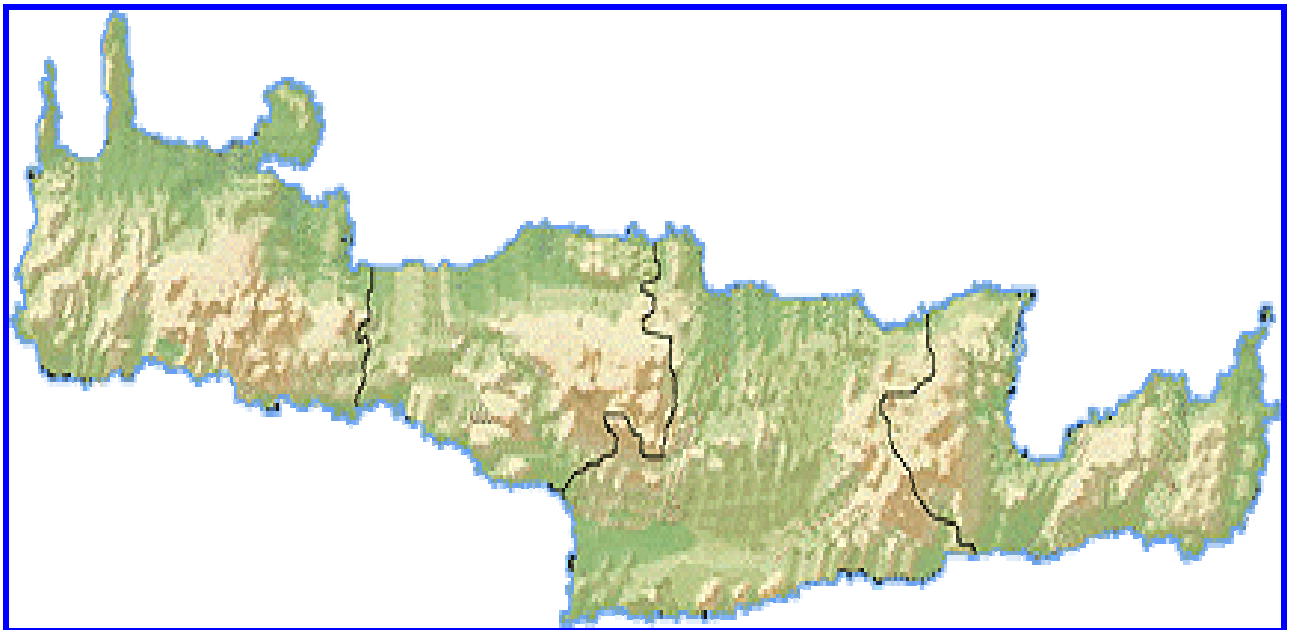
*Η αξιοπιστία των υπολογισμών αυτών εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:*

- 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.

## 7.5 Το ανάγλυφο της Κρήτης και η περιγραφή του.

Η Κρήτη 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 7.9 Ανάγλυφο της Κρήτης  
Πηγή: <http://www.chania-guide.gr>

## 7.6 Μέθοδος υπολογισμού του αιολικού χάρτη της Κρήτης.

Κάποιοι από τους μεθόδους υπολογισμού του αιολικού χάρτη της Κρήτης είναι οι ακόλουθοι :

- 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.

- 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 :

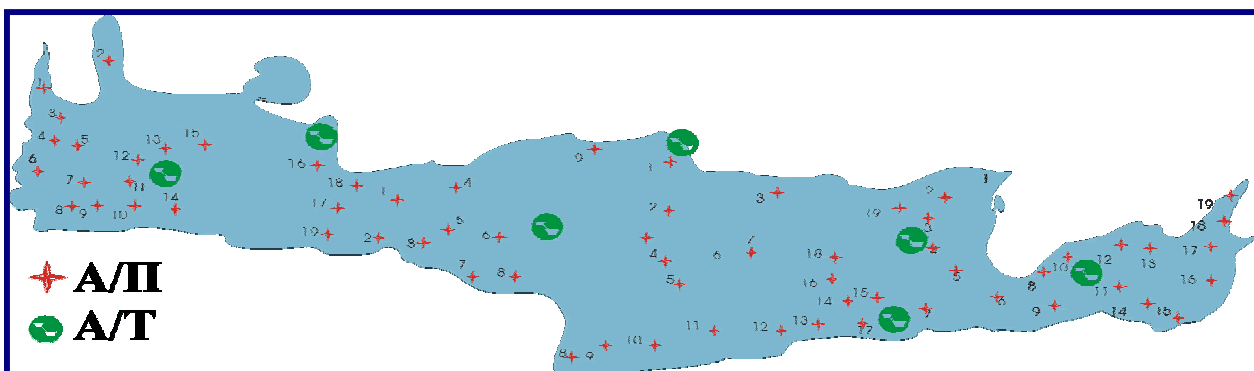
- Κάθε ανεμογράφος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ανεμολογικών συνθηκών στην θέση των υπόλοιπων ανεμογράφων και εξάγονται συμπεράσματα για την αξιοπιστία των υπολογισμών από τα σφάλματα που παρατηρούνται, όσον αφορά την σύμπτωση των συχνοτήτων των διευθύνσεων και τους συντελεστές  $k$  και  $C$  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.

## 7.7 Εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της Κρήτης.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι θέσεις εγκατάστασης των αιολικών πάρκων και των αντλησιοταμιευτήρων στην Κρήτη.





**Σχήμα 7.10** Θέσεις Εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων και Αντλιοσταμιευτήρων 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: Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτης

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 I και II κατά την IEC. Η εγκατεστημένη ισχύς υπολογίστηκε με Α/Γ ισχύος 1 MW και διάμετρο πτερύγωσης 55 και 60 μέτρα για τις κλάσεις I και II 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.

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 7.11**  
Δυνατότητες εγκατάστασης αιολικής ισχύος στην Κρήτη ανά νομό με ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος 1 MW  
Πηγή: Εργαστήριο Αιολικής

Ενέργειας ΤΕΙ Κρήτη

## 7.8 Το αιολικό δυναμικό ανά νομό στην Κρήτη.

➤ ΝΟΜΟΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

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
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>279</b>	<b>279000</b>	<b>905,91</b>	<b>Cf=0,371</b>

➤ ΝΟΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Νομός Ηρακ λείου		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
	ΣΥΝΟΛΟ		745	745000	2695,00	Cf=0,413

➤ ΝΟΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ

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>

➤ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

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

## **B ΜΕΡΟΣ**

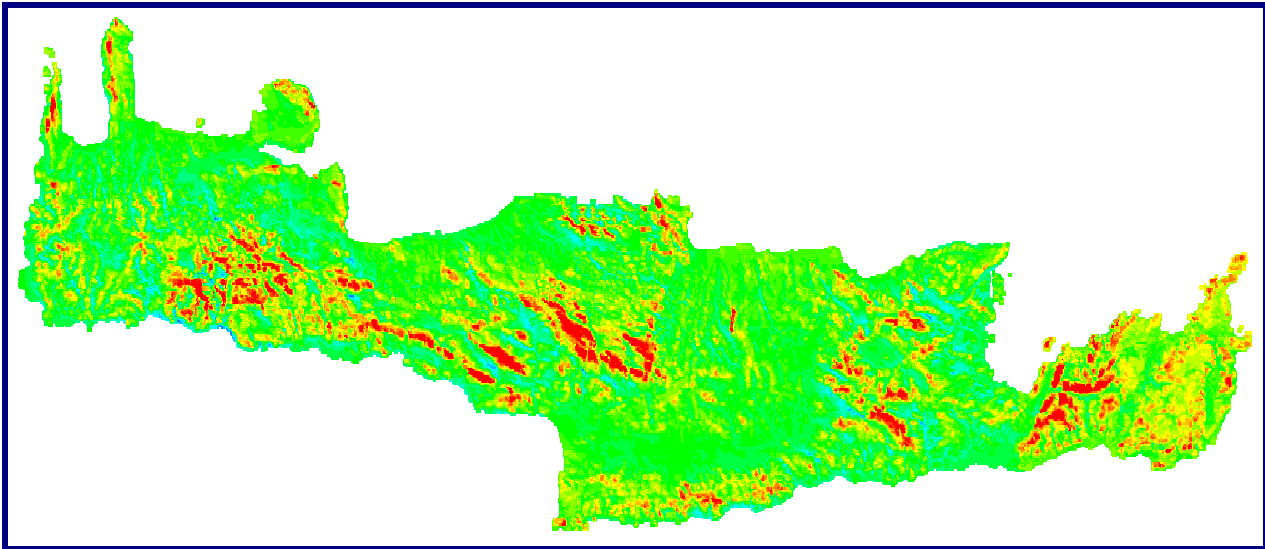
### ***ΕΙΣΑΓΩΓΗ***

Στο δεύτερο μέρος που ακολουθεί γίνεται εκτενής παρουσίαση των απαντήσεων, στα ερωτηματολόγια που αφορούν την Αιολική ενέργεια, των Δημοτικών Αρχών, των επενδυτών και των κατοίκων από τους τέσσερις νομούς της Κρήτης (Λασιθίου, Ηρακλείου, Ρεθύμνου και Χανίων).

Σκοπός της έρευνα είναι η εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων σχετικά με τα κριτήρια επιλογής τοποθεσιών, με τις δυσκολίες στην διαδικασία αδειοδότησης – υλοποίησης, με τις διαθέσιμες και τις προθέσεις της τοπικής αυτοδιοίκησης για ποιο ενεργό ρόλο στην εισροή αιολικής ενέργειας στην Κρήτη.

Η στατιστική έρευνα εντάσσεται στο πρόγραμμα Wind Tech Know, ενταγμένο στην Κοινοτική πρωτοβουλία Interreg III C North και υλοποιείται για την γεωγραφική έκταση της Κρήτης από το εργαστήριο της Αιολική ενεργείας του Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Τέλος με βάση τα συμπεράσματα από την αξιολόγηση θα προταθούν βελτιώσεις για τις μελλοντικές εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

«Απόψεις της Τοπικής Αυτοδιοίκησης για τις εγκαταστάσεις των  
Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.  
Αντιδράσεις – διαθέσεις και προθέσεις»



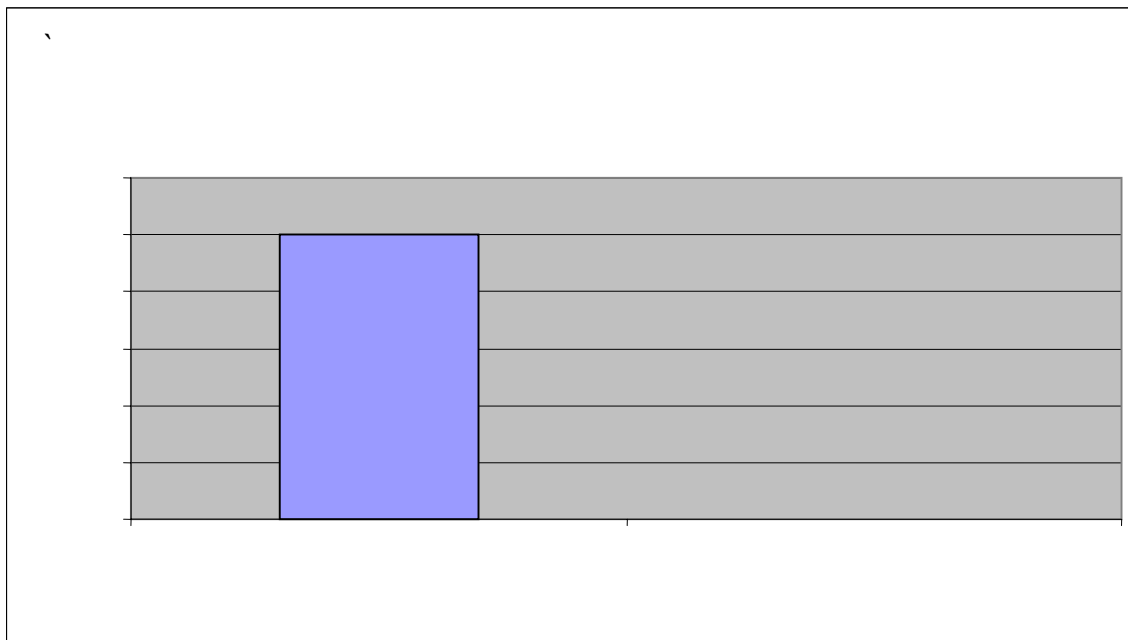
### Ερωτήσεις

1) Ποια είναι η γνώμη της Δημοτικής Αρχής, του Δημοτικού Συμβουλίου και γενικότερα του Δήμου για την Αιολική Ενέργεια;

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Θετική	10	100
2	Αρνητική	0	0
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Η γνώμη της Δημοτικής Αρχής, του Δημοτικού Συμβουλίου και γενικότερα του Δήμου για την Αιολική Ενέργεια είναι 100% θετική. Τα Αιολικά Πάρκα μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην παραγωγή «καθαρής» ηλεκτρικής ενέργειας, ωφέλιμη, διότι προστατεύει το περιβάλλον. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ήπια και βασική εναλλακτική μορφή ενέργειας, χωρίς να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων αλλά ταυτόχρονα συμβάλλει στην εξοικονόμηση της ενέργειας. Αποβλέπει στην εξέλιξη και κάθε κίνηση εκσυγχρονισμού γίνεται αποδεκτή. Όταν το κλίμα και η τοποθεσία είναι ευνοικά δηλαδή όταν όλες οι προϋποθέσεις συγκλίνουν στην υλοποίηση του έργου, η τοπική αυτοδιοίκηση δεν έχει παρά να επωφεληθεί από αυτήν και να είναι εκμεταλλεύσιμη με το καλύτερο δυνατό τρόπο. Δεδομένου ότι πολλές επενδύσεις απαιτούν μεγάλο χρόμο ωρίμανσης, πολλές εγκρίσεις από υπηρεσίες και μεγάλα κεφάλαια δεν υλοποιούνται.

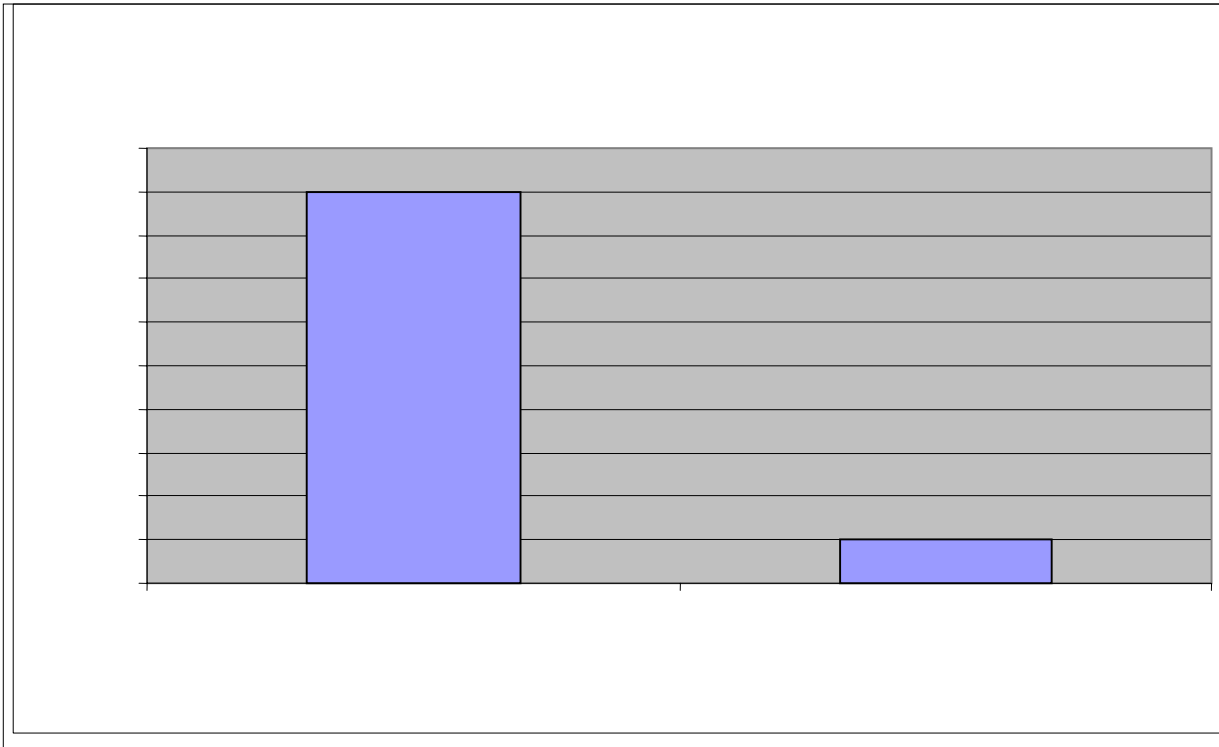
Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η Αιολική ενέργεια θεωρείται θετική και πρέπει να αξιοποιείται ενισχύοντας έτσι στο ενεργειακό δυναμικό της χώρας και καλείται επιτακτική ανάγκη η ένταξη της στην παραγωγή ενέργειας.



**2) Είναι η Δημοτική αρχή ενημερωμένη για τα οικονομικά πλεονεκτήματα και τα οφέλη της χρήσης της Αιολικής Ενέργειας;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	9	90
2	Όχι	1	10
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Κατά ένα μεγάλο ποσοστό, η Δημοτική Αρχή είναι ενημερωμένη για τα οικονομικά πλεονεκτήματα και τα οφέλη χρήσης της Αιολικής ενέργειας, τόσο από τον ίδιο τον δήμαρχο, όσο και τα ενημερωτικά έντυπα που αποστέλλονται κάθε φορά στο Δήμο. Ένα μικρό ποσοστό παρουσιάζεται να μην είναι επαρκώς ενημερωμένο. Θεωρούν ότι πρέπει να υπάρξει ένας ουσιαστικός τρόπος επαφής με ΑΕΙ-ΤΕΙ καθώς και άλλα ερευνητικά κέντρα που ασχολούνται με την Αιολική ενέργεια.



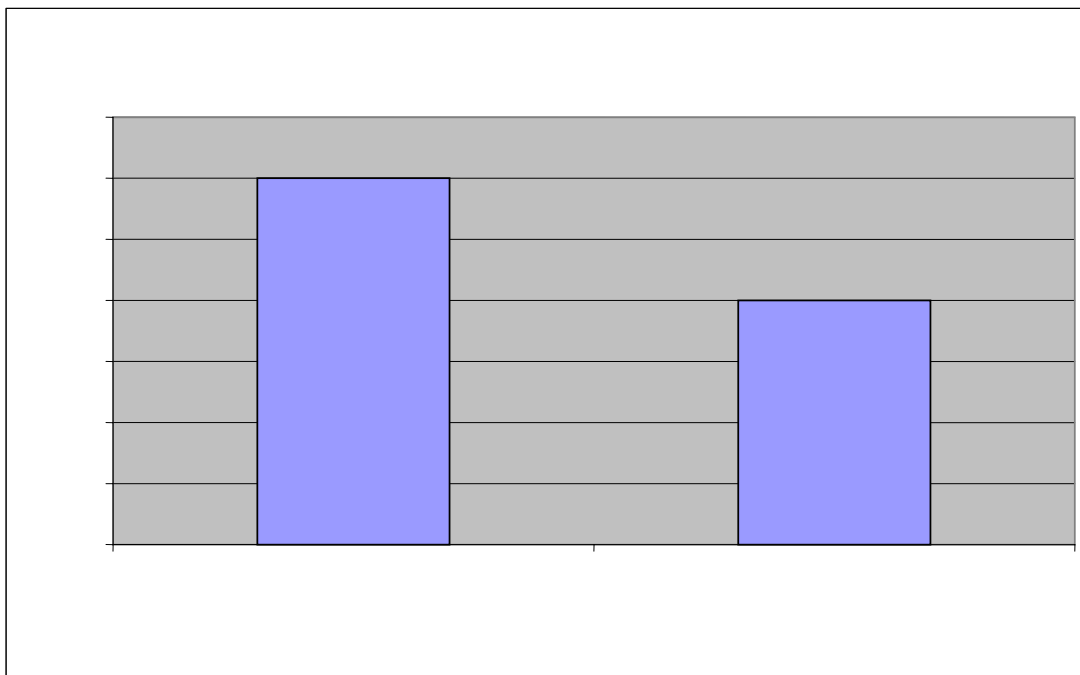
**3) Έχετε εμπλακεί σε κάποιο Αιολικό Πάρκο; Αν ναι, με ποια ιδιότητα.**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	6	60
2	Όχι	4	40
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Πάνω από το μισό ποσοστό των Δήμων έχει εμπλακεί σε κάποιο Αιολικό Πάρκο με διάφορες ιδιότητες το υπόλοιπο όχι ή δεν του δόθηκε η ευκαιρία..

Κάποιες από τις Δημοτικές Αρχές έχουν ήδη στην κατοχή τους άδεια λειτουργίας Αιολικού Πάρκου, έχοντας ήδη εγκαταστήσει Α/Γ στα όρια του Δήμου τους καθώς από σκοπούν στην δημιουργία νέων εγκαταστάσεων άμεσα. Υπάρχουν και Δημοτικές Αρχές που ήδη είναι μέτοχοι σε Αιολικά Πάρκα της περιοχής. Σε άλλη περίπτωση υπήρξε έγκριση άδειας μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία όμως ανακλήθηκε λόγω αδυναμίας εύρεσης πόρων.

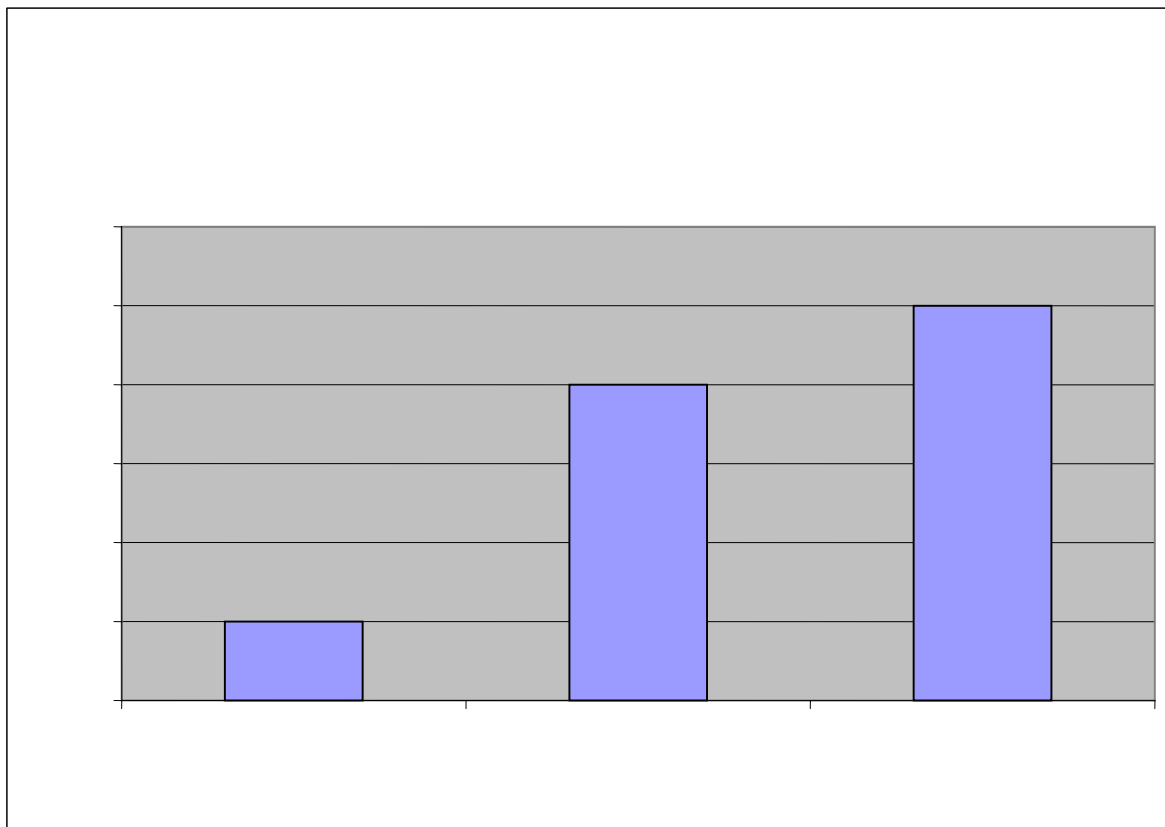
Πάντως το ενδιαφέρον από τις Δημοτικές Αρχές συνεχίζεται ιδιαίτερα τώρα που δίνεται η δυνατότητα σύμπραξης Δημοσίου και Ιδιωτικού τομέα.



4) Δημιουργήθηκαν προβλήματα σε σχέση με την υλοποίηση του Αιολικού Πάρκου ; Αν ναι, ποια ήταν ;

A/A	Δυνατές απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	1	10
2	Όχι	4	40
3	Καμία Απάντηση	5	50
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

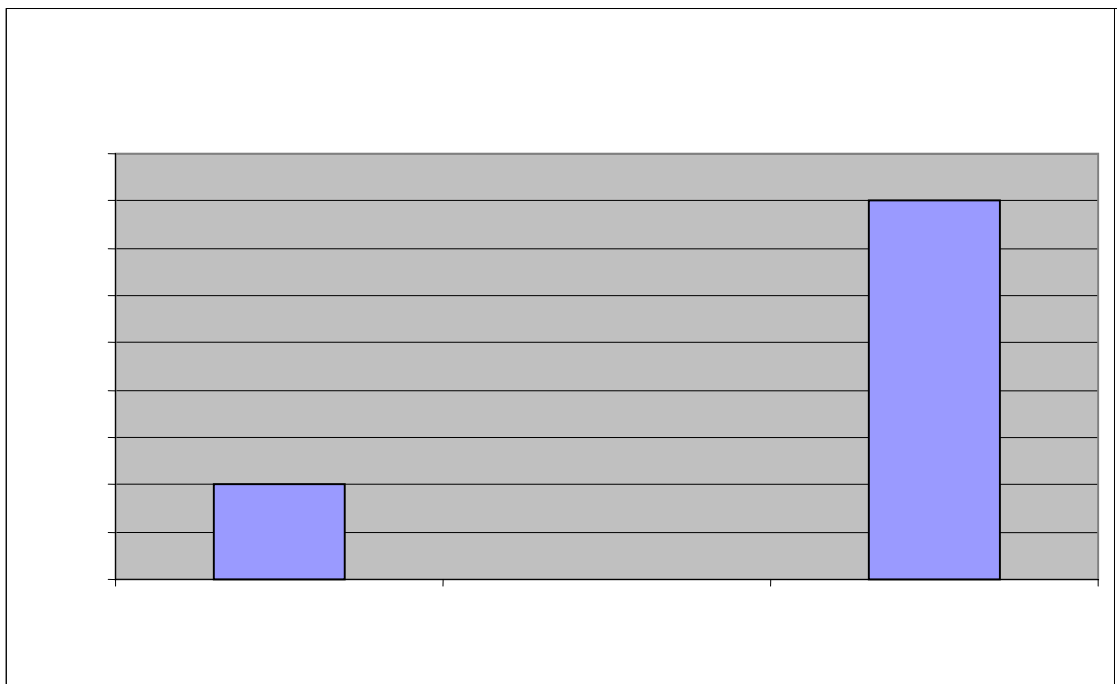
Ως επί το πλείστον, λόγω του ότι δεν ήταν σε όλες τις περιπτώσεις εφικτή η εμπλοκή σε Αιολικό Πάρκο, γι' αυτό ίσως να μην έχουν ανακύψει προβλήματα.



**5) Πως αξιολογείται την συνεργασία μεταξύ σχεδιαστών και εκτελεστών του Αιολικού πάρκου;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Θετική	2	20
2	Αρνητική	0	0
3	Καμία απάντηση	8	80
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Όσον αφορά την συνεργασία μεταξύ σχεδιαστών και εκτελεστών Αιολικού Πάρκου, δεν υπάρχει σαφή άποψη διότι κάποιες από τις Δημοτικές Αρχές δεν έχουν ανάλογη εμπειρία συνεργασίας.

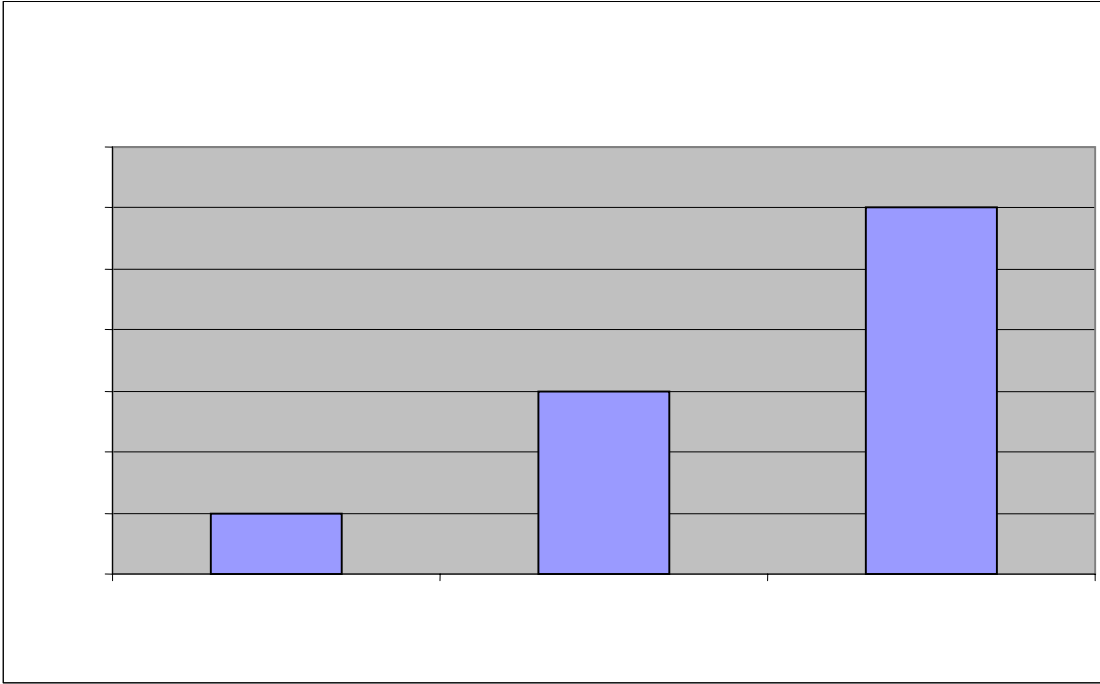


**6) Θεωρείται την έως σήμερα δραστηριοποίηση της Δημοτικής Κοινότητας σχετικά με την χρήση της Αιολικής Ενέργειας σωστή και επιτυχημένη;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	1	10
2	Όχι	3	30
3	Καμία απάντηση	6	60
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Η δραστηριοποίηση της Δημοτικής Κοινότητας σχετικά με την χρήση της Αιολικής Ενέργειας κρίνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό ουδέτερη. Κάποιοι Δήμοι θεωρούν την έως τώρα δραστηριοποίηση κάθε άλλο από επιτυχημένη, αφού τα όποια οικονομικά οφέλη τα καρπούνται ιδιώτες με ελάχιστο οικονομικό όφελος του Δήμου.

Άλλες Δημοτικές Αρχές πιστεύουν ότι εφόσον θα υλοποιηθεί κάποιο Αιολικό Πάρκο θα έχουν ανάλογη άποψη και άλλες αναζητούν νέους τρόπους εμπλοκής λόγω της μικρής δραστηριοποίησης της Δημοτικής Κοινότητας.



**7) Τι θα έπρεπε να αλλαχθεί τελείως κατά την γνώμη σας σχετικά με την χρήση Αιολικής Ενέργειας;**

Κάποιες από τις Δημοτικές Αρχές θεωρούν ότι τα Αιολικά Πάρκα πρέπει να αποτελούν κατά κύριο διαδημοτικά έργα δηλαδή ο σχεδιασμός να αποτελεί αντικείμενο της τοπικής αυτοδιοίκησης και τα οικονομικά συμφέροντα να τα επωφελούνται οι δημότες. Επιπλέον να δίδονται κατευθύνσεις για πιο διευρυμένη χρήση της Αιολικής Ενέργειας καθώς επίσης θα πρέπει να αντιμετωπιστεί η αισθητική πλευρά των Αιολικών Πάρκων.

**8) Πάνω σε τι χρειάζεστε ακόμη συμβουλή ή υποστήριξη;**

Συμβουλή ή υποστήριξη , αν ήταν δυνατόν, κάποιοι Δήμοι θα δεχόταν σε θέματα κυρίως που αφορούν τις όποιες πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων. Χρειάζονται ενημέρωση για την σωστή και ορθολογική αξιοποίηση της Αιολικής ενέργειας, ενημέρωση σε θέματα τεχνογνωσίας προκειμένου να δίνεται η δυνατότητα στους Ο.Τ.Α και τις επιχειρήσεις τους (να κατασκευάζουν Αιολικά Πάρκα),σε θέματα που αφορούν την λειτουργία των μονάδων παραγωγής ρεύματος από την Αιολική ενέργεια, σε θέματα διάθεσης της ενέργειας στο δίκτυο της Δ.Ε.Η και τεχνική υποστήριξη και καθοδήγηση για την υλοποίηση Αιολικού Πάρκου.

Επίσης χρηματοδοτικά προγράμματα είναι απαραίτητα για την υλοποίηση των εγκαταστάσεων.

**9) Ποιες εμπειρίες θα θέλατε να μεταδώσετε;**



Από τις σημαντικότερες εμπειρίες που θα ήθελαν να μεταδώσουν είναι κυρίως τα οικονομικά οφέλη (υψηλές χρηματοδοτήσεις) που προσφέρουν οι Αιολικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας.

**10) Πάνω σε ποια θέματα θα διενεργούσατε διαφορετικά βλέποντας τα πράγματα σήμερα;**

Υπάρχουν Δήμοι που δεν θα μπορούσαν να διενεργήσουν διαφορετικά βλέποντας τα πράγματα σήμερα διότι βρίσκονται ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο. Υπάρχουν άλλοι που θα προσπαθούσαν με κάθε τρόπο να αποκτήσουν δικό τους Αιολικό Πάρκο με σκοπό να αυξήσουν τα Δημοτικά τέλη πάνω από 2%

**11) Θα προχωρούσατε στην υλοποίηση ενός νέου Αιολικού Πάρκου εφόσον το θεσμικό πλαίσιο σας καλύπτει;**

Κατά ένα μεγάλο ποσοστό υπάρχουν Δήμοι που θα προχωρούσαν άμεσα και θετικά στην υλοποίηση αυτή κάτω από κάποιες προϋποθέσεις όπως:

- Να μην ενοχλεί το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον
- Να έχει βρεθεί η κατάλληλη τοποθεσία
- Να υπάρχει η διάθεση καλής συνεργασίας με τους εμπλεκόμενους φορείς
- Να βρίσκει σύμφωνους τους κατοίκους της περιοχής.

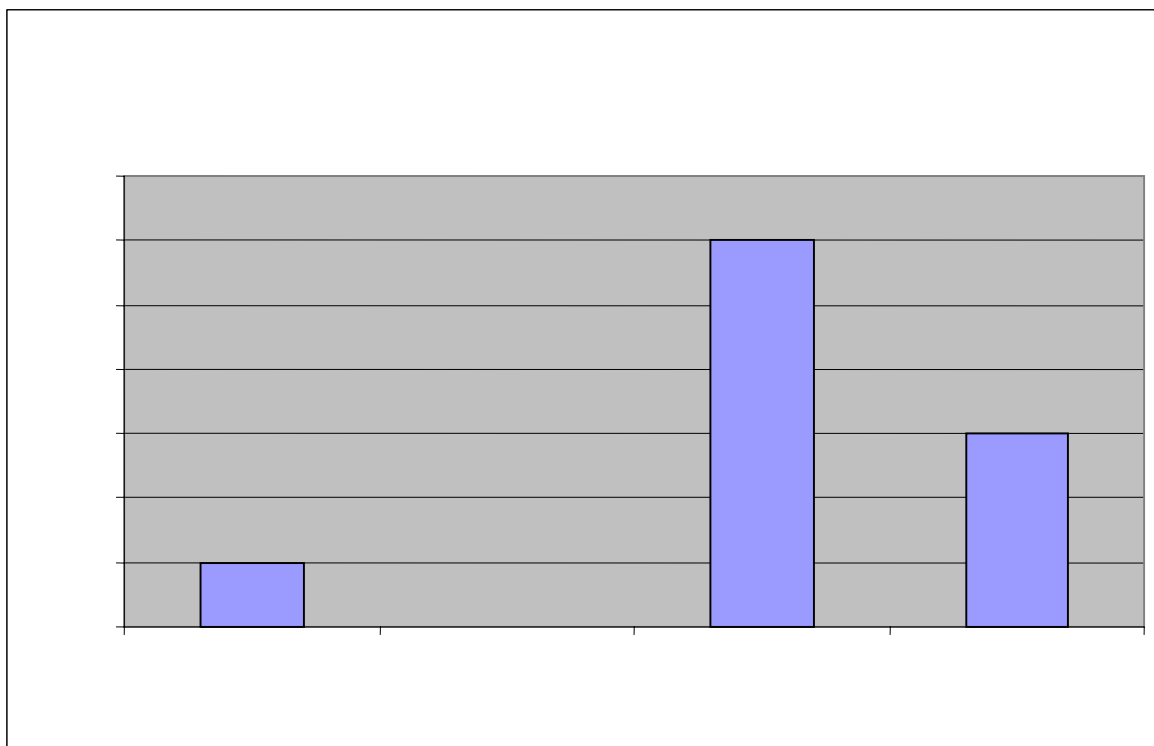
**12) Τι άλλο αξίζει να αναφερθεί κατά την γνώμη σας;**

Οι εκπρόσωποι των Δημοτικών Αρχών οφείλουν να ομολογήσουν ότι είναι διαθέσιμοι στην δημιουργία ενός, αν όχι, νέου Αιολικού πάρκου.

**13) Ποια θα έπρεπε να ήταν η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών και των κατοικημένων περιοχών/ κτιρίων;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό%
1	800m	1	10
2	1600m	0	0,0
3	3000m	7	70
4	Περισσότερο από 3000m	2	20
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Κατά την άποψη των περισσότερων Δημοτικών Αρχών η ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους θα πρέπει να είναι 3000m.

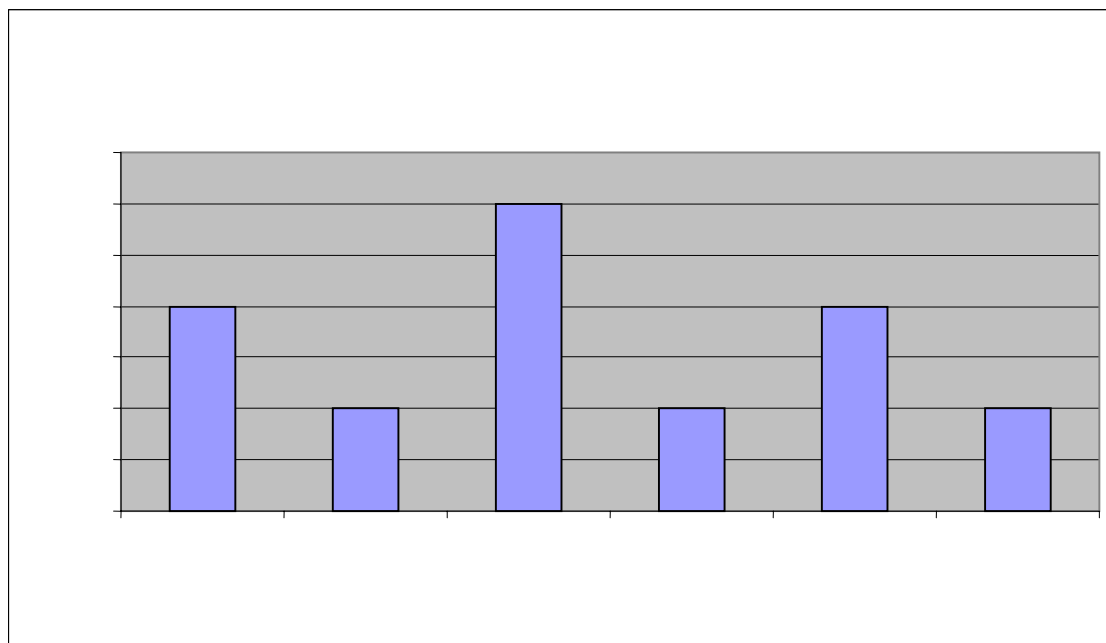


**14) Πόσες ανεμογεννήτριες γίνονται αποδεκτές στην περιοχή γύρω από την πόλη/χωριό σας;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	1 έως 4	2	20
2	5 έως 10	1	10

3	11 έως 15	3	30
4	16 έως 20	1	10
5	21 έως 30	2	20
6	Όσες χρειάζεται	1	10
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

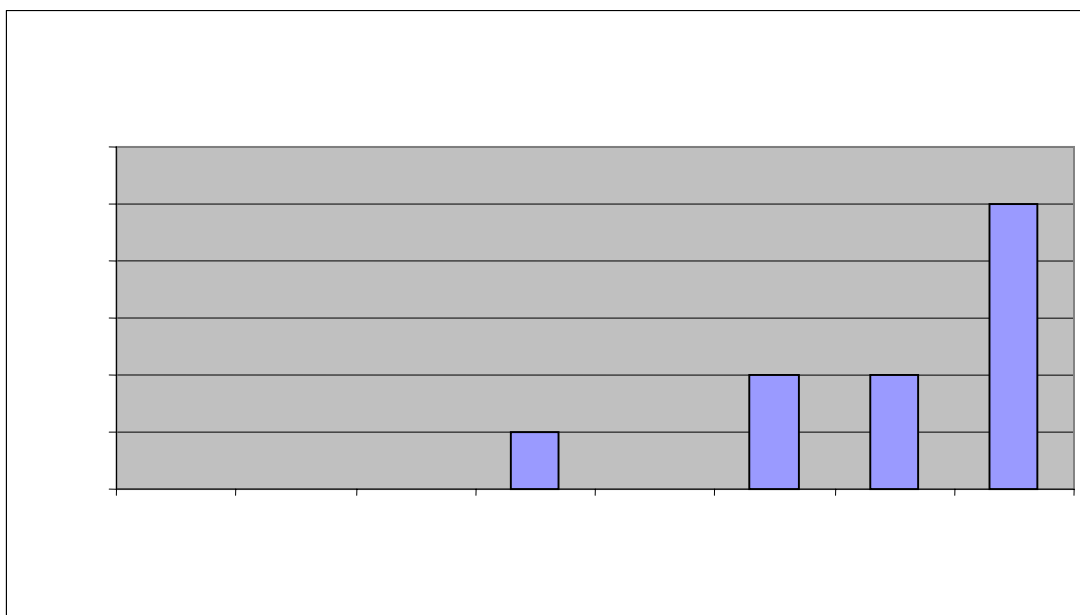
Οι περισσότεροι αποδεκτές ανεμογεννήτριες κατά την άποψη των εκπροσώπων των Δημοτικών Κοινοτήτων θεωρούνται οι 11 έως 15



15) Δώστε μια εκτίμηση σχετικά με το ποσοστό των κατοίκων που αποδέχονται το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή σας.

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	< 10%	0	0
2	10 – 20 %	0	0
3	21 – 30 %	0	0
4	31 – 40 %	1	10
5	41 – 50 %	0	0
6	51 – 60 %	2	20
7	61-70 %	2	20
8	> 70%	5	50
	Αριθμός ερωτηθέντων	10	100

Πάνω από το 70% των κατοίκων αποδέχεται την δημιουργία ή εγκατάσταση Αιολικού Πάρκου στην περιοχή τους.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

**«Απόψεις του γηγενούς πληθυσμού της Κρήτης σχετικά με τις υλοποιήσεις εγκαταστάσεων των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.»**

### Ερωτήσεις

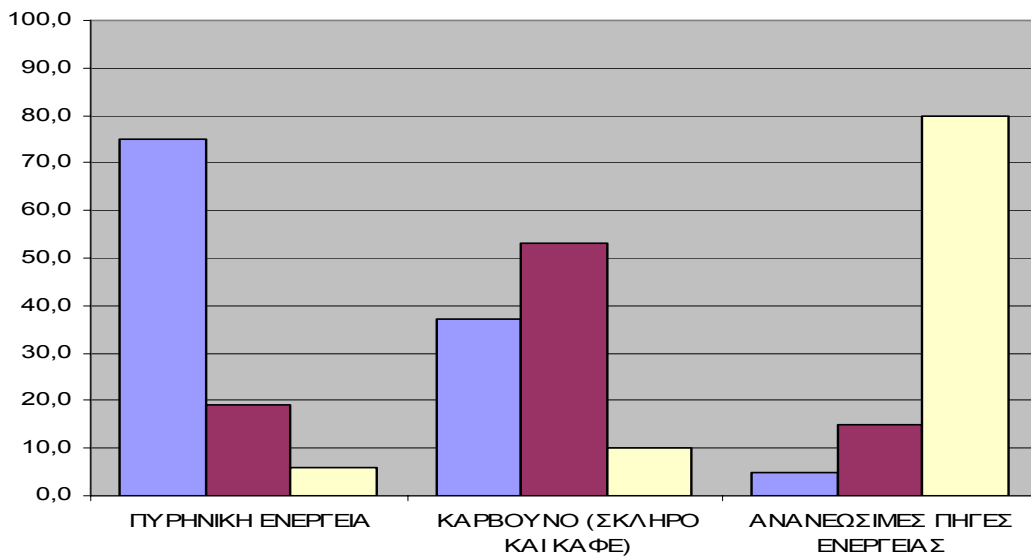
1) Πόσο υψηλό θα έπρεπε να ήταν κατά την γνώμη σας το μερίδιο παραγωγής ενέργειας για κάθε τύπο από τους τρεις παρακάτω;

Α/Α	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων				Ποσοστό %			
		Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό		Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό	
1	Πυρηνική ενέργεια	6	19	75	100	6,0	19,0	75,0	100
2	Κάρβουνο (σκληρό και καφέ)	10	53	37	100	10,0	53,0	37,0	100
3	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	80	15	5	100	80,0	15,0	5,0	100
	Αριθμός ερωτηθέντων				100				

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των κατοίκων στους τέσσερις νόμους της Κρήτης οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προτιμώνται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους ενέργειας.

**Πόσο υψηλό θα πρέπει να ήταν κατά την γνώμη σας το μερίδιο παραγωγής ενέργειας για κάθε τύπο από τους τρεις παρακάτω;**

■ ΧΑΜΗΛΟ  
■ ΜΕΤΡΙΟ  
■ ΥΨΗΛΟ

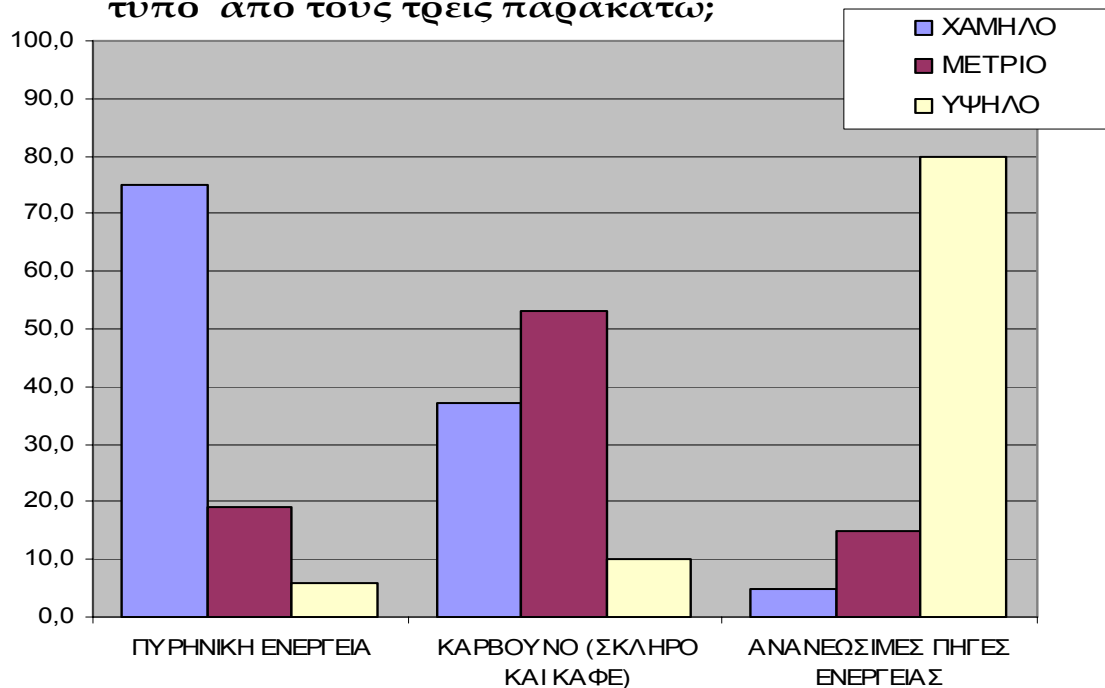


**2) Πως θα έπρεπε να μοιραστεί το μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας;**

Α/Α	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων				Ποσοστό %			
		Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό		Υψηλό	Μέτριο		
1	Υδροενέργεια	52	40	8	100	52,0	40,0	8,0	100
2	Ηλιακή Ενέργεια	64	33	3	100	64,0	33,0	3,0	100
3	Αιολική Ενέργεια	50	41	9	100	50,0	41,0	9,0	100
4	Βιομάζα	16	46	38	100	16,0	46,0	38,0	100
	Αριθμός ερωτηθέντων				100				100

Παρατηρούμε ότι από τις τέσσερις παραπάνω ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ηλιακή θεωρείται περισσότερο αποδεκτή ως πηγή ενέργειας, εν αντιθέσει με την βιομάζα κυρίως, που κατέχει το μικρότερο ποσοστό προτίμησης.

**Πόσο υψηλό θα πρέπει να ήταν κατά την γνώμη σας το μερίδιο παραγωγής ενέργειας για κάθε τύπο από τους τρεις παρακάτω;**



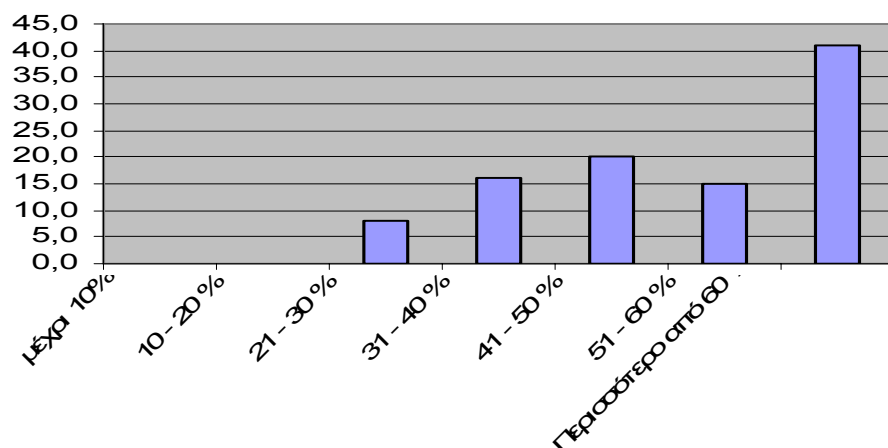
**3) Ποιο μερίδιο Αιολικής Ενέργειας θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να καλυφθεί;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Μέχρι 10%	0	0,0
2	10 – 20 %	0	0,0
3	21 – 30 %	8	8,0
4	31 – 40 %	16	16,0
5	41 – 50 %	20	20,0
6	51 – 60 %	15	15,0
7	Περισσότερο από 60 %	41	41,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων πιστεύει ότι πάνω από το 60% της ολική παραγωγής ενέργειας θα έπρεπε να καλυφθεί.



**Τι ποσοστό της ολικής παραγωγής ενέργειας θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να καλυφθεί ;**



**4) Που βλέπεις τα περισσότερα πλεονεκτήματα στην λειτουργία ανεμογεννητριών (πολλαπλές επιλογές είναι δυνατές)**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Χαμηλός περιβαλλοντικός αντίκτυπος	69	24,4
2	Συνεισφορά στην κλιματολογική προστασία	53	18,7
3	Εναλλακτικές στις συμβατικές πηγές ενέργειας (κάρβουνο, πυρηνική ενέργεια)	43	15,2
4	Ήπιος τρόπος παραγωγής ενέργειας	40	14,1
5	Οικονομική ανάπτυξη και δημιουργία θέσεων εργασίας	27	9,5
6	Πρόσθετο εισόδημα για την Δημοτική Κοινότητα	19	6,7
7	Πρόσθετο εισόδημα για Ιδιωτικούς φορείς (όπως συμφωνίες για εκμίσθωση γης)	15	5,3
8	Δυνατότητα επένδυσης χρημάτων	14	4,9
9	Άλλα	3	1,1
	Αριθμός πολλαπλών απαντήσεων	283	100,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	

Το κυριότερο και βασικότερο πλεονέκτημα που αφορά την λειτουργία των ανεμογεννητριών είναι ο χαμηλός περιβαλλοντικός αντίκτυπος.

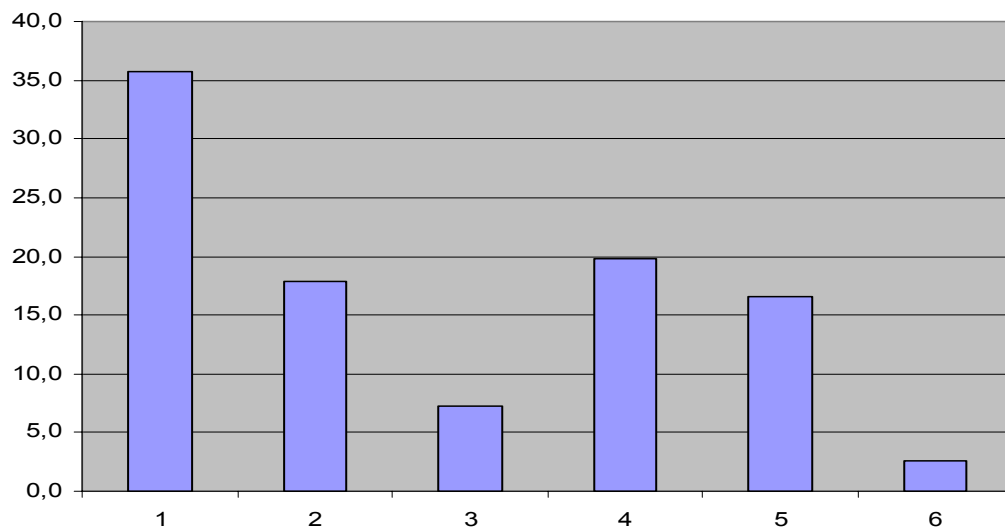


**5) Που βλέπεις τα κυριότερα μειονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία των ανεμογεννητριών; (πολλαπλές επιλογές είναι δυνατές)**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ηχορύπανση εξαιτίας της λειτουργίας τουρμπινών	54	35,8
2	Εδαφικές διαταραχές (κυρίως οπτική /αισθητική μόλυνση)	27	17,9
3	Σκίαση που προκλήθηκε από περιστροφικά τμήματα μηχανών / δράση φαρμάκων	11	7,3
4	Κίνδυνοι για την πανίδα (κυρίως για τα πουλιά)	30	19,9
5	Ανεπαρκής λειτουργία	25	16,6
6	Άλλα	4	2,6
	Σύνολο πολλαπλών απαντήσεων	151	100
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	

Η ηχορύπανση εξαιτίας της λειτουργίας τουρμπινών αξιολογείται ως το κυριότερο μειονέκτημα που προέρχεται από την λειτουργία των ανεμογεννητριών.

**Πού βλέπεις τα κυριότερα μειονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία των ανεμογεννητριών ;**

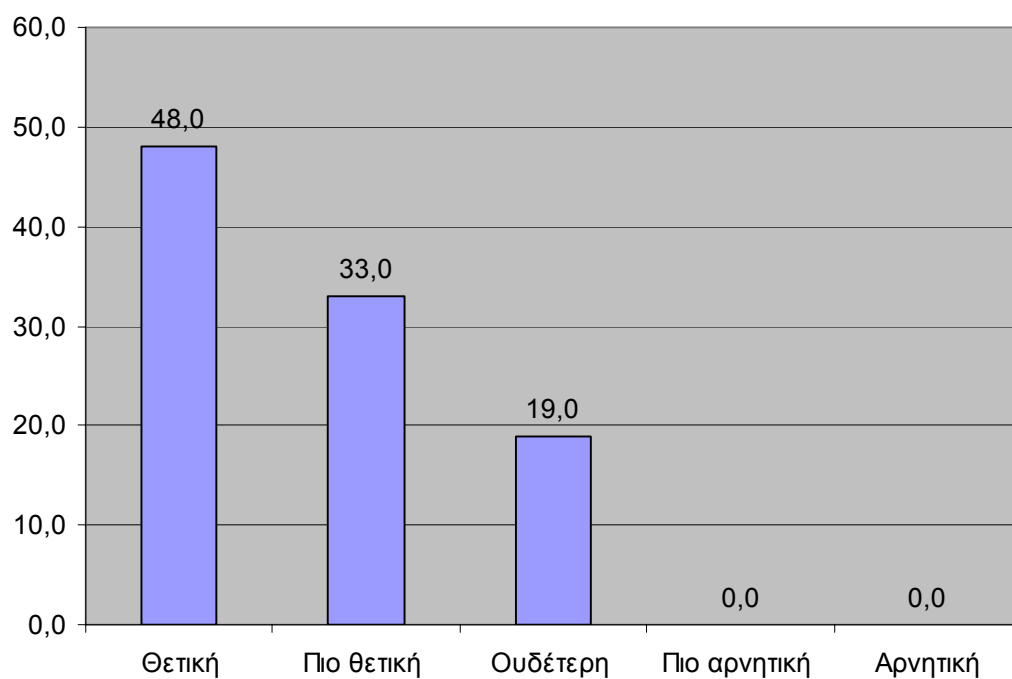


**6) Ποια είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές (π.χ άνεμος, νερό, ήλιος και βιομάζα);**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Θετική	48	48,0
2	Πιο θετική	33	33,0
3	Ουδέτερη	19	19,0
4	Πιο αρνητική	0	0,0
5	Αρνητική	0	0,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100

Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι από τους κατοίκους των τεσσάρων νομών της νήσου έχουν θετική άποψη για την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

**Ποιά είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας από  
Ανανεώσιμες πηγές ( π.χ άνεμος, νερό , ήλιος και βιομάζα) ;**

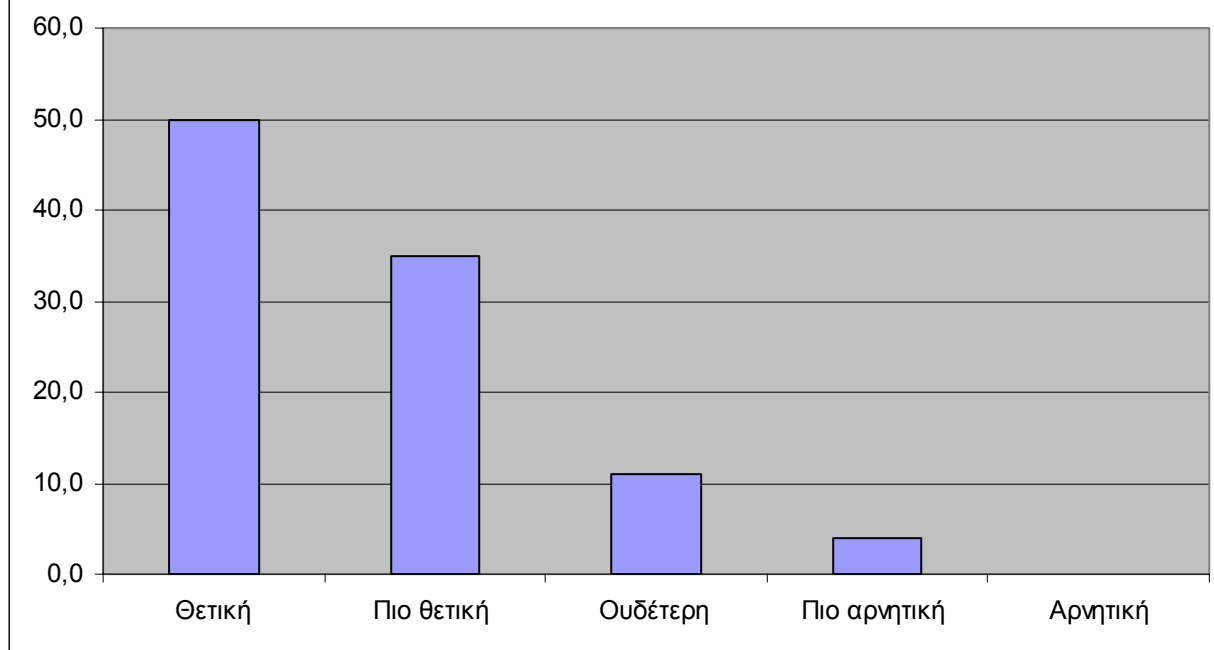


**7) Ποια είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας από την Αιολική Ενέργεια;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Θετική	50	50,0
2	Πιο θετική	35	35,0
3	Ουδέτερη	11	11,0
4	Πιο αρνητική	4	4,0
5	Αρνητική	0	0,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι από τους κατοίκους των τεσσάρων νομών της νήσου έχουν θετική άποψη για την παραγωγή Αιολικής ενέργειας.

**Ποιά είναι η γνώμη σας για την παραγωγή ενέργειας απο την Αιολική ενέργεια ;**

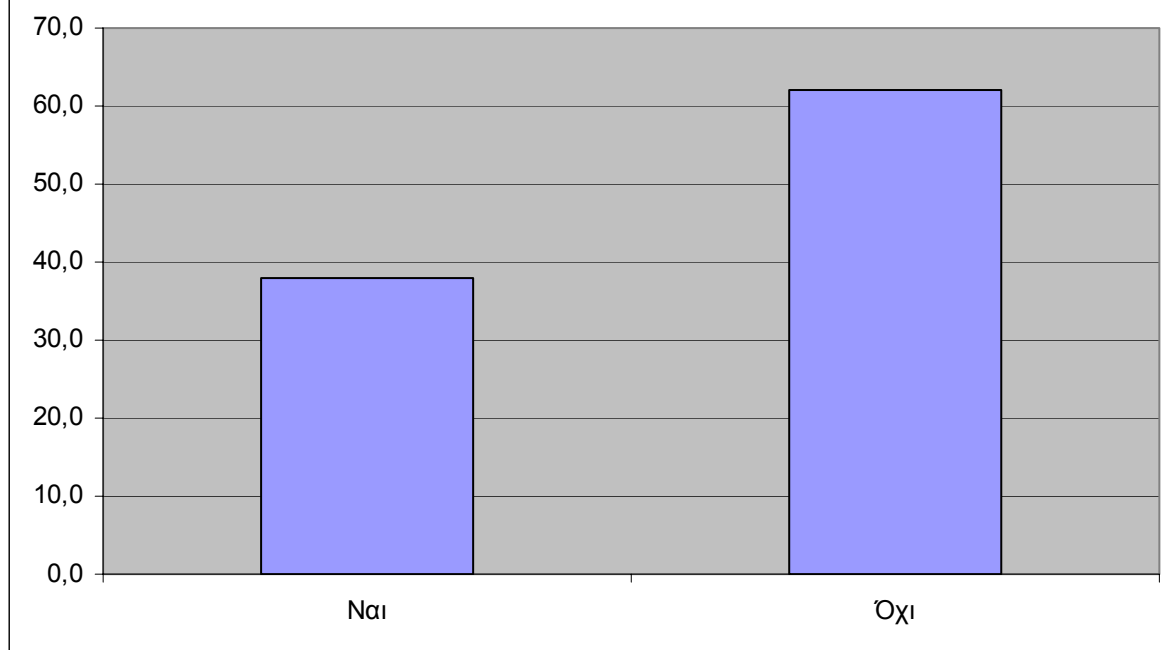


**8) Θα δεχόσασταν υψηλότερο κόστος για το ηπίως παραγόμενο ρεύμα;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	38	38,0
2	Όχι	62	62,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων δεν δέχεται την αύξηση κόστους για το ηπίως παραγόμενο ρεύμα.

**Θα δεχόσασταν υψηλότερο κόστος για το ηπίως  
παραγόμενο ρεύμα ;**

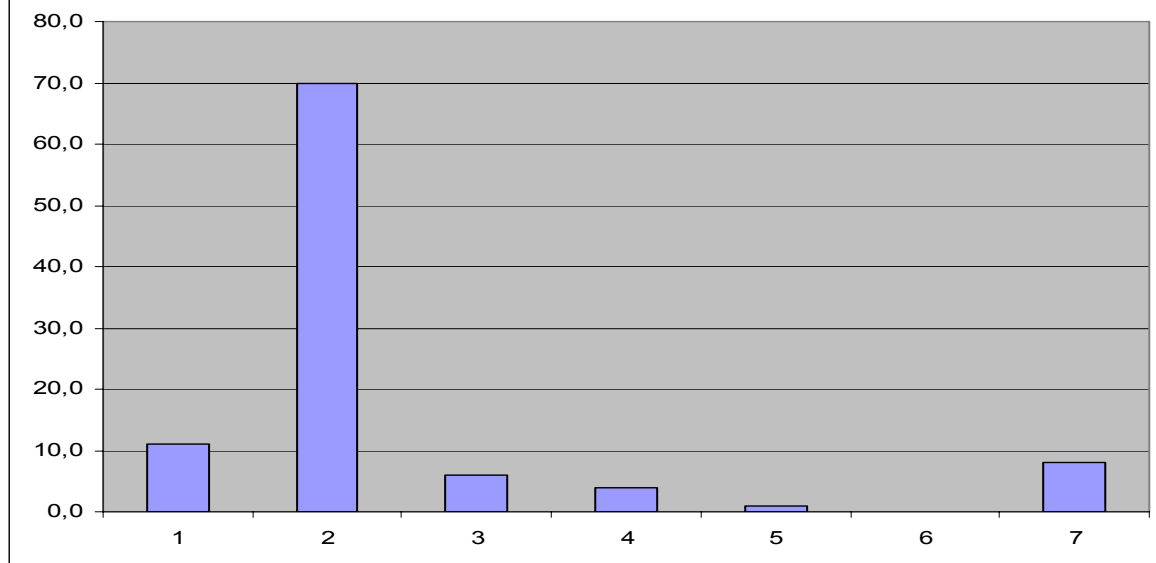


9) Ποια δήλωση είναι η καταλληλότερη για να περιγράψετε την αντίδραση σας όταν πρωτοακούσατε για την δημιουργία Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας;

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ήθελα να συμμετάσχω	11	11,0
2	Συμφωνούσα για την υλοποίηση του έργου	70	70,0
3	Η επιλεγμένη περιοχή ήταν μη προνομιούχα	6	6,0
4	Πολλές εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί κατά την γνώμη μου.	4	4,0
5	Δεν εγκρίνω	1	1,0
6	Προσπάθησα να παρεμποδίσω την υλοποίηση του έργου	0	0,0
7	Άλλα	8	8,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Η αντίδραση του κόσμου στην περίπτωση δημιουργίας Αιολικού Πάρκου είναι θετική κατά το 70%, όπου δηλώνουν ότι συμφωνούν για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου.

**Ποιά δήλωση είναι η καταλληλότερη για να περιγράψετε την αντίδρασή σας όταν πρωτοακούσατε για την δημιουργία Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας ;**



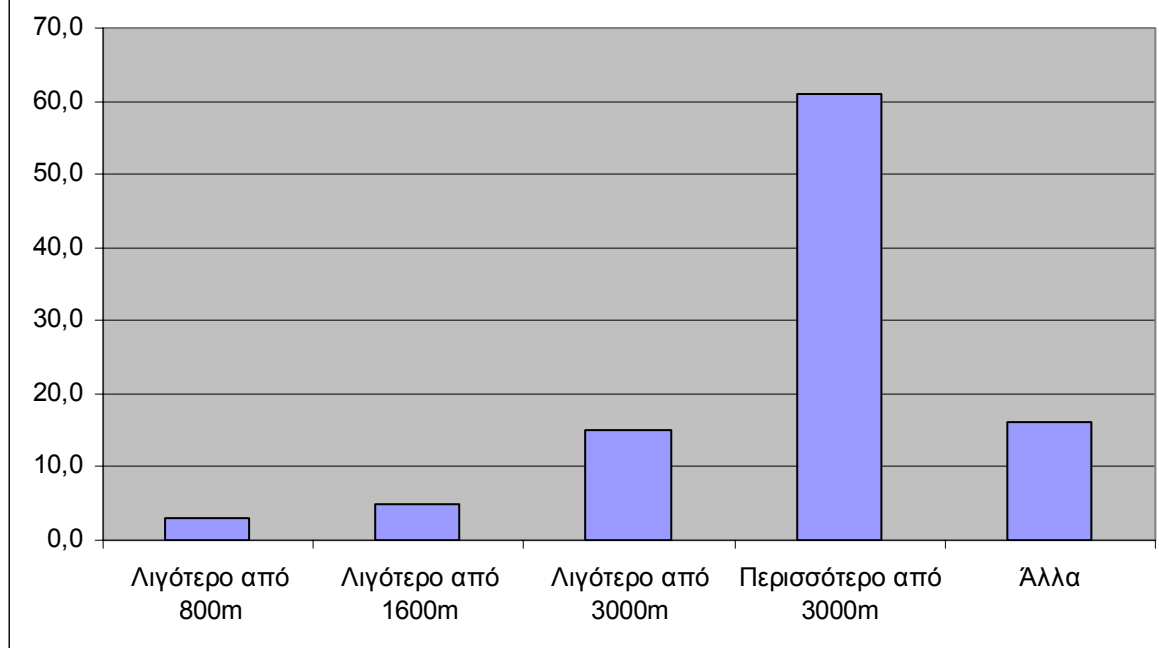
**10) Πόσο μακριά από το σπίτι σας εγκαταστάθηκαν οι Ανεμογεννήτριες ?**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Λιγότερο από 800m	3	3,0
2	Λιγότερο από 1600m	5	5,0
3	Λιγότερο από 3000m	15	15,0
4	Περισσότερο απο 3000m	61	61,0
5	Άλλα	16	16,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Παρατηρείται ο ότι στις περιοχές όπου διαμένουν οι 100 ερωτηθέντες συγκεκριμένα οι ανεμογεννήτριες έχουν εγκατασταθεί στους περισσότερους σε απόσταση πάνω από 3000μ από τα σπίτια τους.



**Πόσο μακριά απο το σπίτι σας εγκαταστάθηκαν οι ανεμογεννήτριες;**

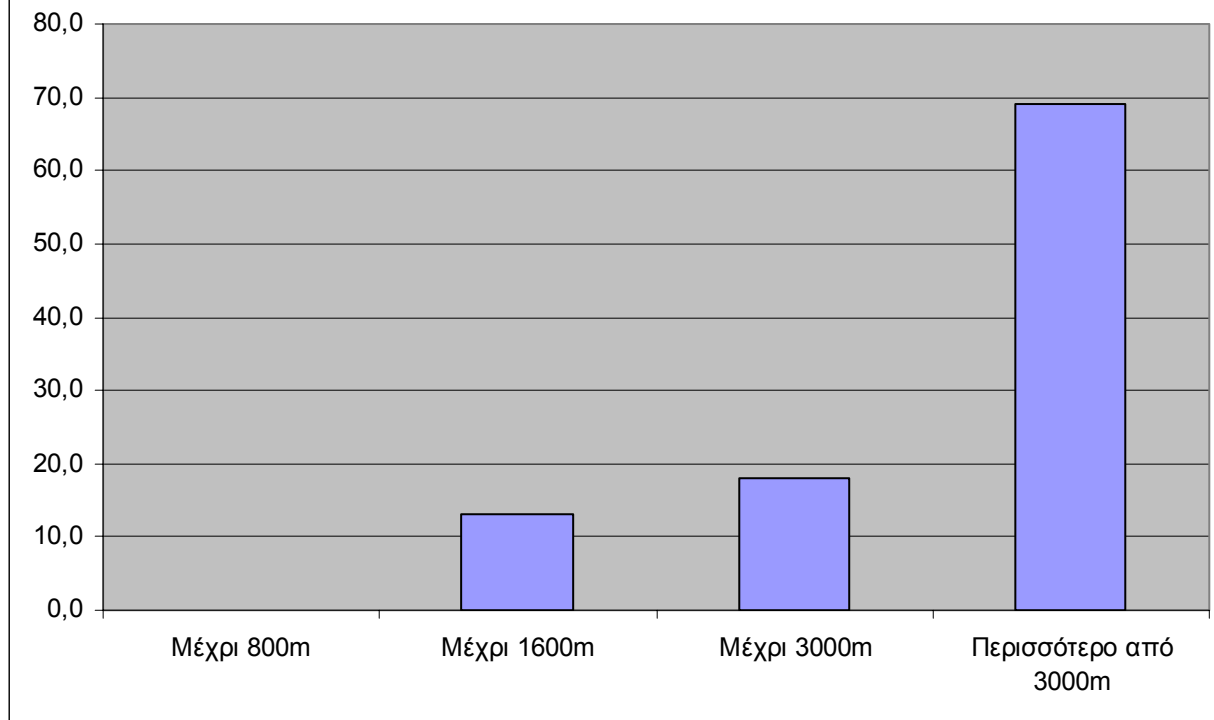


**11) Σε ποια απόσταση από χωριά /πόλεις θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες χωρίς να ενοχλούν;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Μέχρι 800m	0	0,0
2	Μέχρι 1600m	13	13,0
3	Μέχρι 3000m	18	18,0
4	Περισσότερο από 3000m	69	69,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Κατά το 69% των κατοίκων ανά την Κρήτη θεωρούν ότι οι ανεμογεννήτριες θα ήταν προτιμότερο να εγκαθίστανται σε απόσταση πάνω από 3000μ μακριά από τα σπίτια τους.

**Σε ποιά απόσταση απο χωριά / πόλεις θα έπρεπε κατά την γνώμη σας να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες χωρίς να ενοχλούν ;**

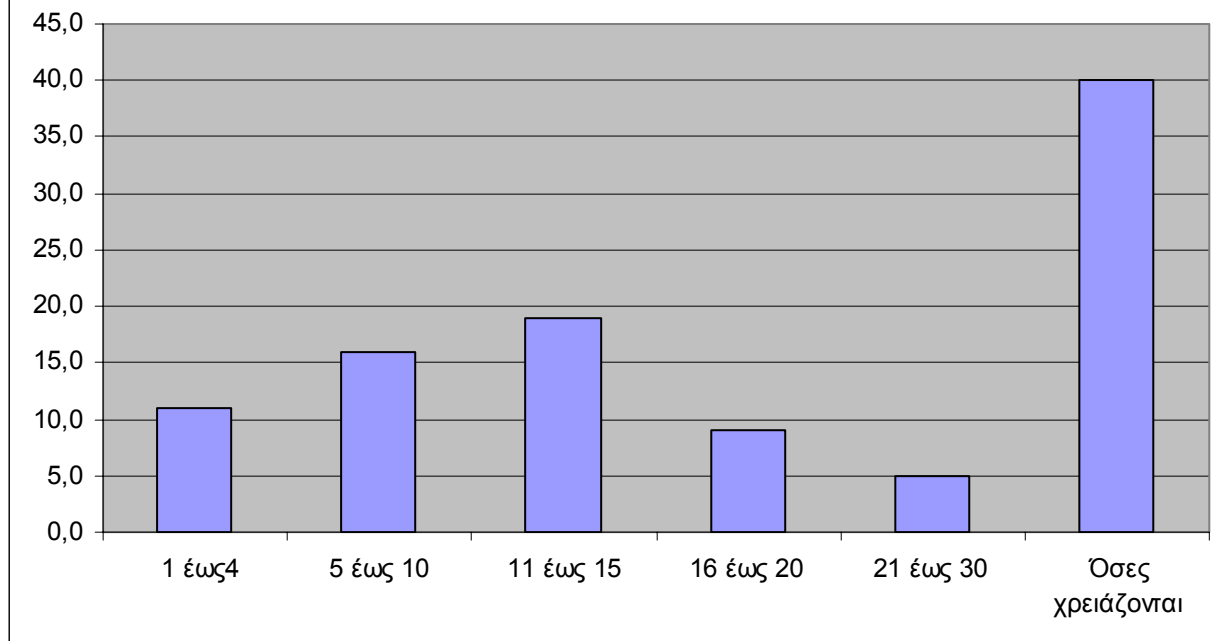


**12) Πόσες ανεμογεννήτριες θα μπορούσαν κατά την γνώμη σας να εγκατασταθούν κοντά σε χωριό/πόλη χωρίς να ενοχλούν;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	1 έως 4	11	11,0
2	5 έως 10	16	16,0
3	11 έως 15	19	19,0
4	16 έως 20	9	9,0
5	21 έως 30	5	5,0
6	Όσες χρειάζονται	40	40,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των κατοίκων πιστεύει ότι πρέπει να εγκαθίστανται όσες ανεμογεννήτριες χρειάζονται για τις εκάστοτε ανάγκες παραγωγής ενέργειας της περιοχής τους.

**Πόσες ανεμογεννήτριες θα μπορούσαν κατά την γνώμη σας να εγκατασταθούν κοντά σε χωριό / πόλη χωρίς να ενοχλούν ;**

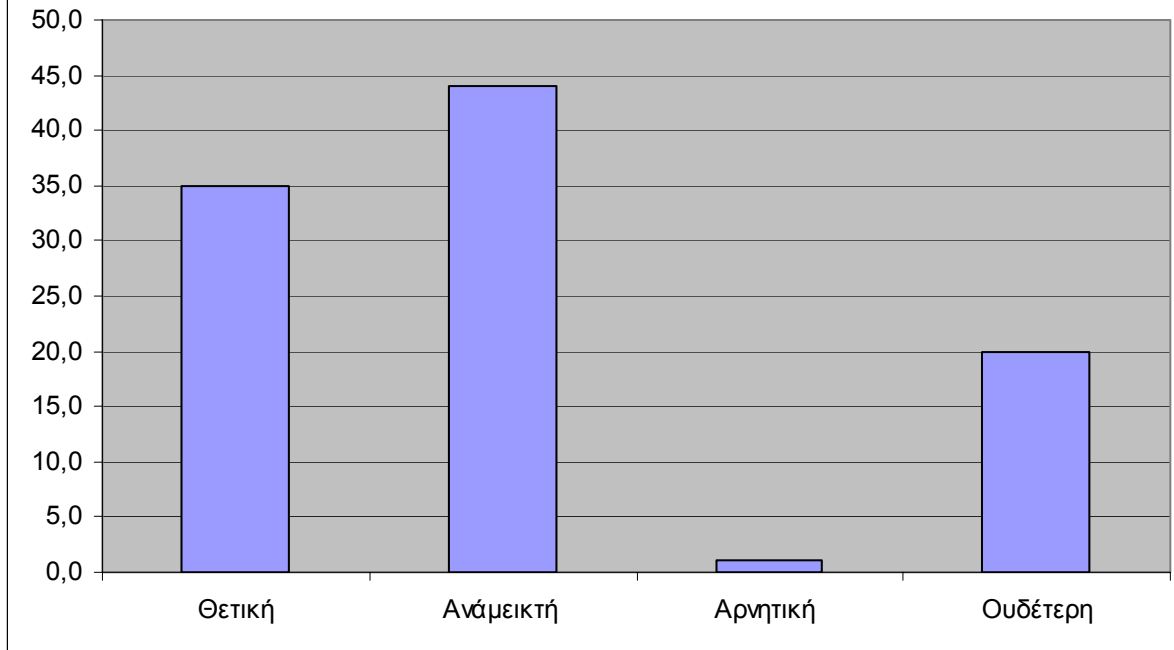


**13) Πώς αξιολογείται την γνώμη της Δημοτικής Αρχής σχετικά με το Αιολικό Πάρκο;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Θετική	35	35,0
2	Ανάμικτη	44	44,0
3	Αρνητική	1	1,0
4	Ουδέτερη	20	20,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Η γνώμη της Δημοτικής Αρχής σχετικά με το Αιολικό Πάρκο είναι ανάμικτη κατά κύριο λόγο.

**Πως αξιολογείτε την γνώμη της Δημοτικής Αρχής σχετικά με το Αιολικό Πάρκο ;**

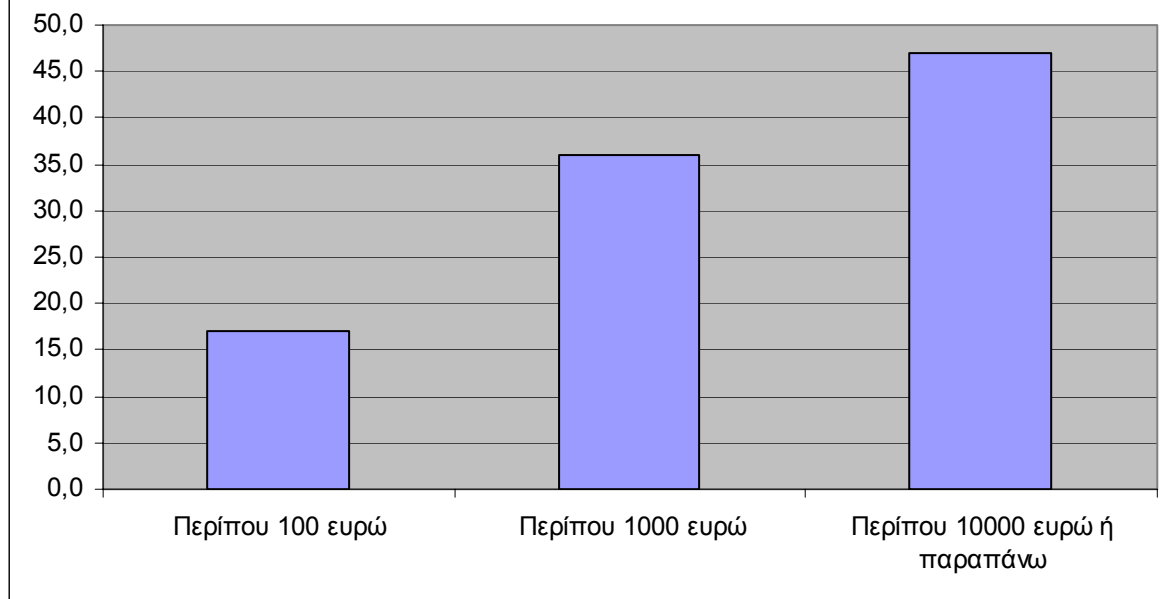


**14) Πόσο υψηλά θεωρείτε τα οικονομικά πλεονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία του Αιολικού Πάρκου για τον Δήμο σας;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Περίπου 100 ευρώ	17	17,0
2	Περίπου 1000 ευρώ	36	36,0
3	Περίπου 10000 ευρώ ή παραπάνω	47	47,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Το 47% των κατοίκων πιστεύει ότι το κέρδος από την λειτουργία Αιολικού Πάρκου αντιστοιχεί περίπου σε 10000 ευρώ ή παραπάνω.

**Πόσο υψηλά θεωρείται τα οικονομικά πλεονεκτήματα που προέρχονται από την λειτουργία του Αιολικού Πάρκου για τον Δήμο σας ;**



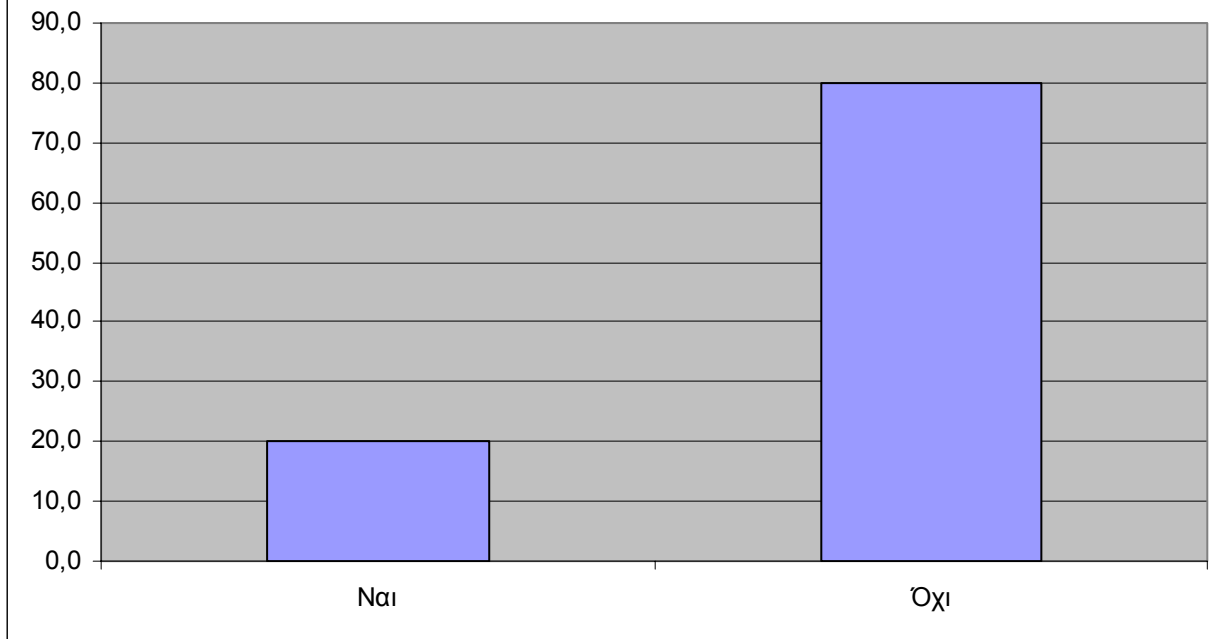
**15) Αισθάνεστε επαρκώς ενημερωμένοι εν' όψει εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	20	20,0
2	Όχι	80	80,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Στην ερώτηση μας για το πόσο αισθάνονται ενημερωμένοι οι κάτοικοι της νήσου εν' όψει Αιολικού Πάρκου παρατηρούμε ότι μόλις το 20% είναι επαρκώς ενημερωμένο.

Προτείνουν όχι μόνο να ενημερώνονται εγκαίρως από τους τοπικούς φορείς , τοπική αυτοδιοίκηση αλλά και πλήρως. Να υπάρξει δηλαδή σωστή προβολή των πλεονεκτημάτων που αφορούν την Αιολική ενέργεια από τις Δημοτικές Αρχές. Τα Μ.Μ.Ε. να ενημερώνουν συνεχώς και σωστά για τα πλεονεκτήματα που θα προκύψουν από την λειτουργία ενός τέτοιου έργου, αλλά και τις τυχόν αρνητικές συνέπειες που μπορεί να προκληθούν στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

**Αισθάνεστε επαρκώς ενημερωμένοι εν όψει εγκατάστασης  
Αιολικού Πάρκου ;**

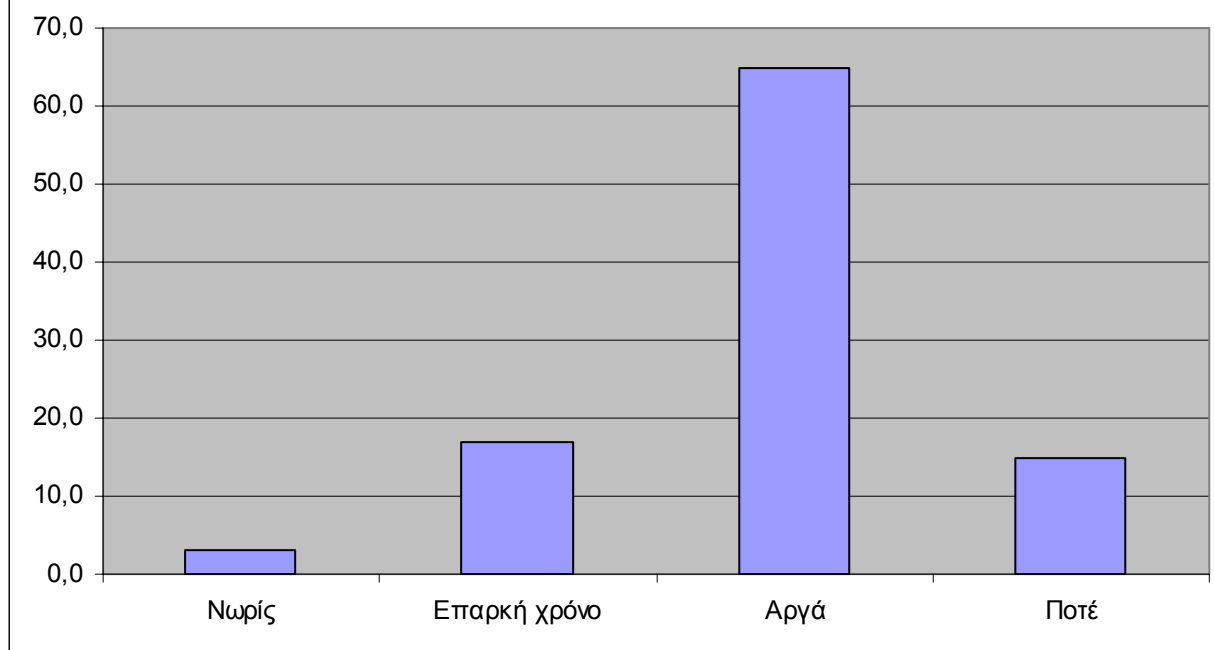


**16) Σε ποιο χρόνο ενημερωθήκατε σχετικά με το σχέδιο Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Νωρίς	3	3,0
2	Επαρκή χρόνο	17	17,0
3	Αργά	65	65,0
4	Πότε	15	15,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Σύμφωνα με τις δοθείσες απαντήσεις των κατοίκων φαίνεται ότι ενημερώνονται σχετικά αργά για την υλοποίηση Αιολικού πάρκου στην περιοχή τους.

**Σε ποίο χρόνο ενημερωθήκατε σχετικά με το σχέδιο  
Αιολικού Πάρκου στην περιοχή σας ;**



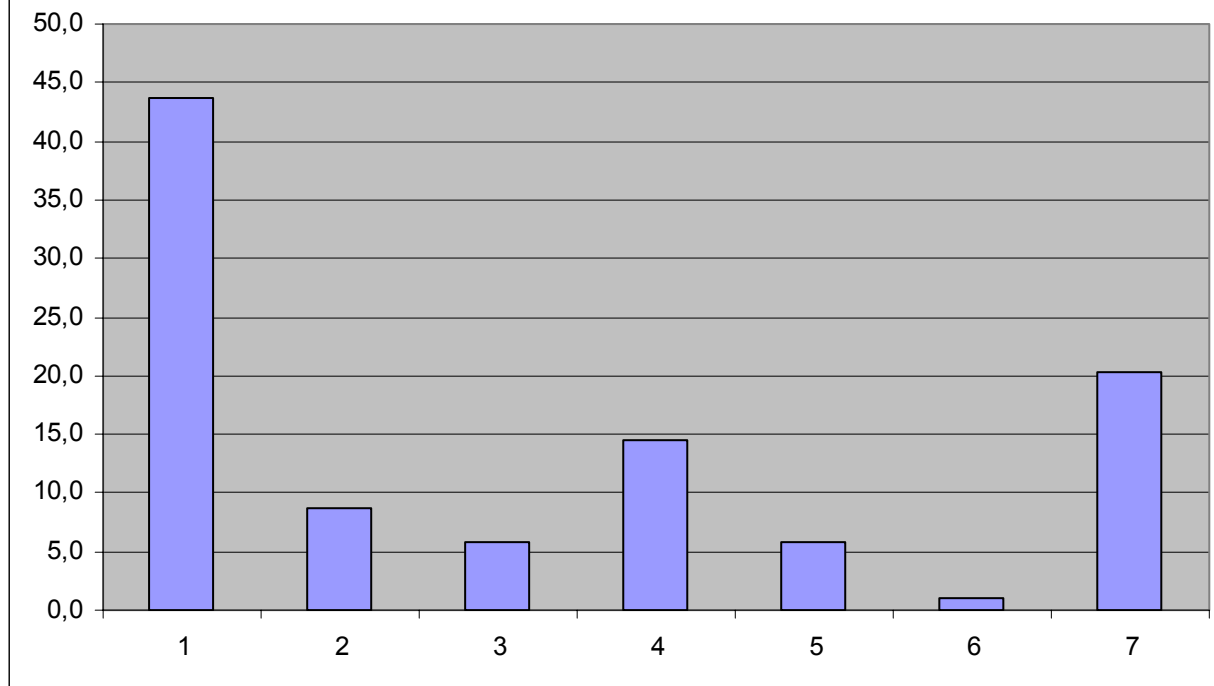
**17) Πως ενημερωθήκατε για το σχέδιο Αιολικού Πάρκου;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Εφημερίδα	45	43,7
2	Μπροσούρα	9	8,7
3	Internet	6	5,8
4	Μέσω αντιπροσώπων του Δήμου	15	14,6
5	Μέσω αντιπροσώπων του οργανισμού που έχει αναλάβει να εκτελέσει το έργο	6	5,8
6	Παρουσιάσεις	1	1,0
7	Άλλα	21	20,4
	Σύνολο απαντήσεων	103	100,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	

Οι κάτοικοι όπως φαίνεται, ενημερώνονται κατά κύριο λόγο από τις εφημερίδες.



### Πώς ενημερωθήκατε για το σχέδιο Αιολικού Πάρκου;

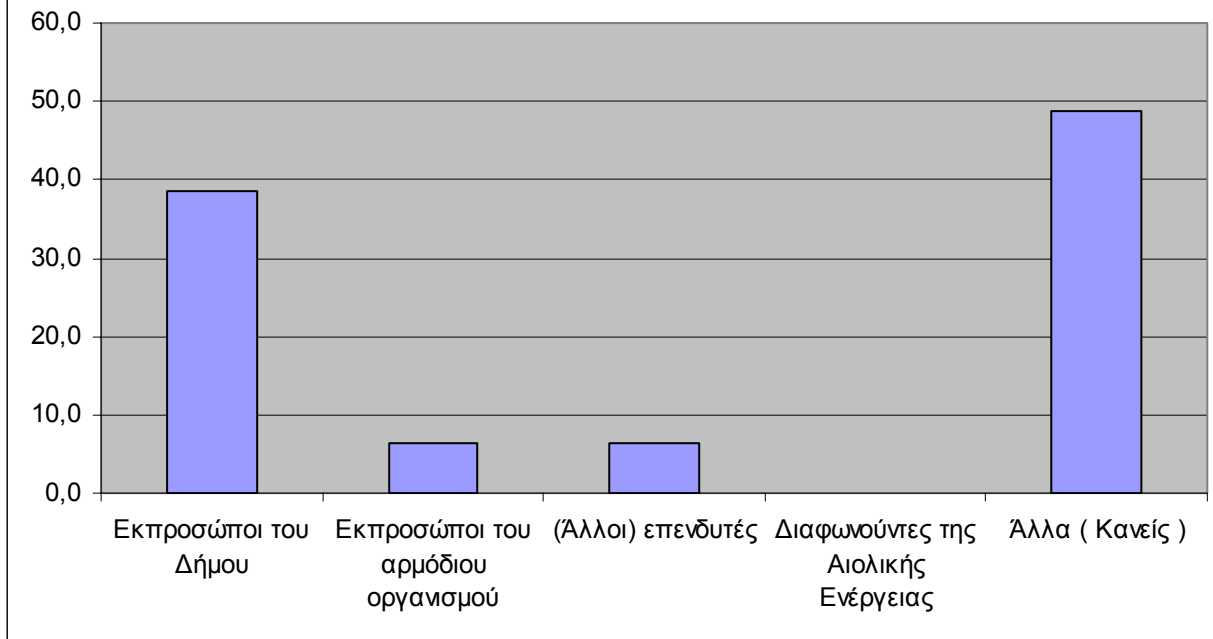


### 18) Ποια άτομα ήρθαν σε επαφή μαζί σας λίγο πριν την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου;

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Εκπρόσωποι του Δήμου	30	38,5
2	Εκπρόσωποι του αρμόδιου οργανισμού	5	6,4
3	(Άλλοι) Επενδυτές	5	6,4
4	Διαφωνούντες της Αιολικής ενέργειας	0	0,0
5	Άλλα	38	48,7
	Αριθμός ερωτηθέντων	78	100,0

Διαπιστώνεται ότι κατά το 38,5% οι κάτοικοι έρχονται σε επαφή με εκπροσώπους του Δήμου ενώ κατά το 48,7% δεν έχουν καμία επαφή.

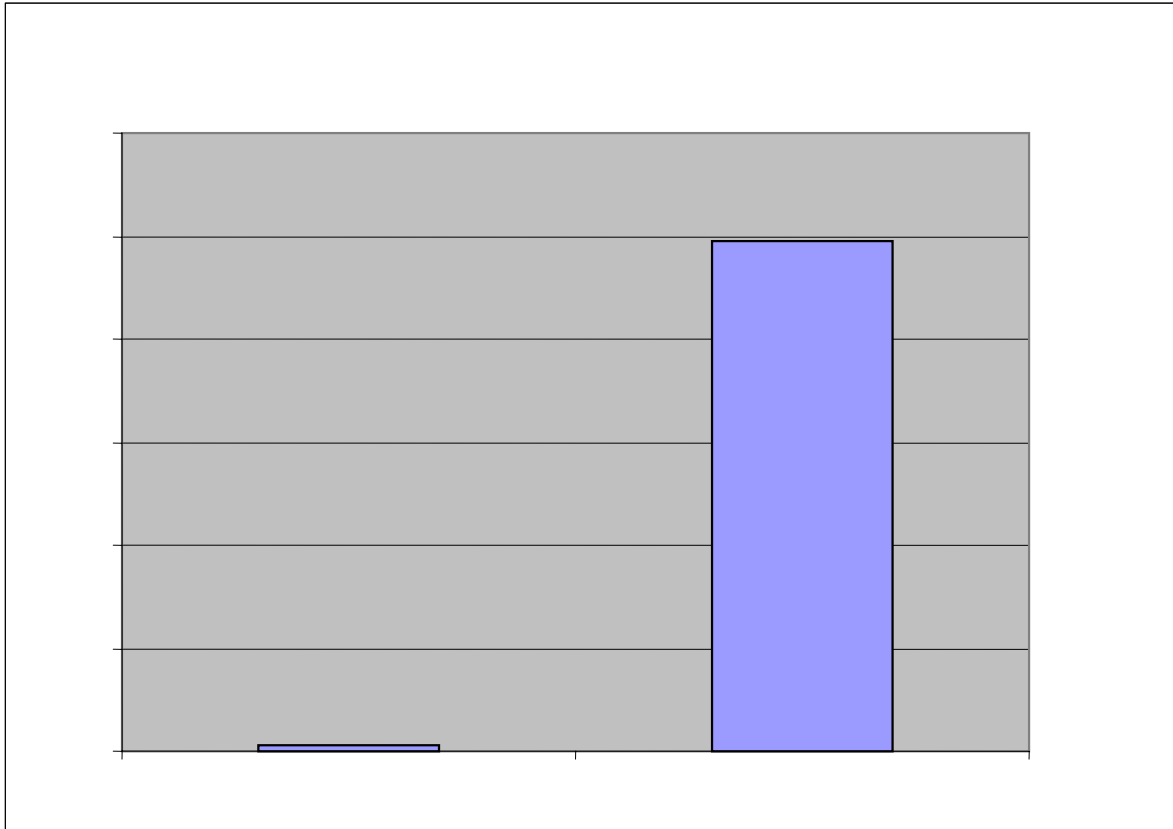
**Ποιά άτομα ήρθαν σε επαφή μαζί σας λίγο πριν την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου ;**



**19) Έχετε οικονομικό μερίδιο σε Αιολικό Πάρκο;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	1	1,0
2	Όχι	99	99,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Μονάχα το 1% των κατοίκων εκδήλωσε τέτοια ευχέρεια.

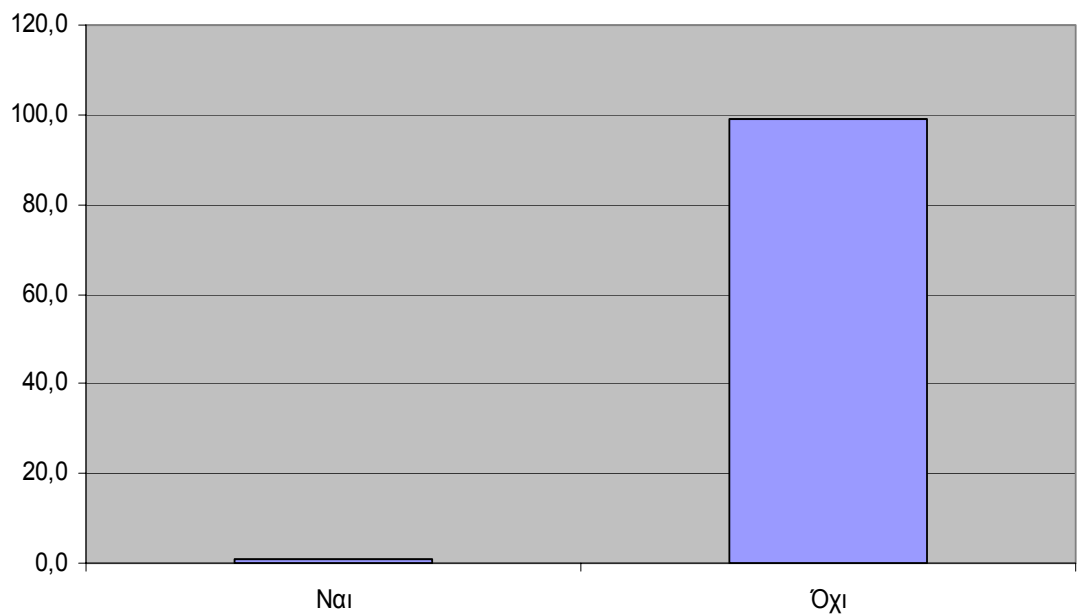


**20) Πήρατε μέρος στον σχεδιασμό και στην διεκπεραίωση της διαδικασίας;**

A/A	Δυνατές Απαντήσεις	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό %
1	Ναι	1	1,0
2	Όχι	99	99,0
	Αριθμός ερωτηθέντων	100	100,0

Το 1% των κατοίκων δήλωσε ότι έχει πάρει μέρος στο σχεδιασμό και στην διεκπεραίωση της διαδικασίας υλοποίησης Αιολικού Πάρκου.

Πήρατε μέρος στον σχεδιασμό και στην διεκπεραίωση της διαδικασίας;



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### **«Απόψεις επενδυτών σχετικά με τις υλοποιήσεις εγκαταστάσεων των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.»**

#### **3.1 Επενδυτές**

Η προσκείμενη έρευνα επεκτάθηκε επιπλέον και στους επενδυτές Αιολικών Πάρκων ανά την Κρήτη.

Συγκεκριμένα η « Καράτζης Α.Ε» έχει κάνει μονάχα αίτηση ενδιαφέροντος για τα Αιολικά Πάρκα στο παρελθόν. Τα « Πλαστικά Κρήτης» ωστόσο έχουν εμπλακεί σε Αιολικά Πάρκα στην περιοχή Βρουχά Αγίου Νικολάου-Νομού Λασιθίου με εγκαταστάσεις ισχύος 5,94MW, 7,65MW και 11,9 MW από το 2003 έως και σήμερα. Η « Δομική Κρήτης Α.Ε » έχει επίσης εμπλακεί σε Αιολικά Πάρκα σε τρεις περιοχές Βοσκερός Κρουσώνα –Νομού Ηρακλείου από το 2001-2005, Τουρλού Βιάννου-Νομού Ηρακλείου από το 2005-2006 και Κουλούκωνα- Νομού Ρεθύμνου από το 2004-2006, συμμετέχοντας σ'όλα αυτά τα έργα κάνοντας το σχεδιασμό των πάρκων.

Στα παραπάνω στοιχεία Αιολικών Πάρκων στα οποία έχουν εμπλακει οι επενδυτές παρατηρείται ότι τα κριτήρια επιλογής των τοποθεσιών είναι :

Τα «Πλαστικά Κρήτης» θεωρούν ότι η περιοχή Βρουχάς διαθέτει καλό αιολικό δυναμικό 9m/sec μέση ετήσια τιμή, έχει καλή τοπολογική διαμόρφωση, καλής ποιότητας αέρα, είναι σχετικά εύκολα

προσβάσιμη, υπήρξε εξαρχής κοινωνική αποδοχή από την τοπική κοινωνία και βρίσκεται μακριά από οικισμούς.

Η « Δομική Κρήτης Α.Ε» επέλεξε τις προαναφερθείσες περιοχές (Βοσκερός, Τουρλού, Κουλούκωνας) λόγω του καλού αιολικού δυναμικού που διαθέτουν.



**Εικόνα 3.1** Αιολικό Πάρκο στον Άη Γιάννη Βρουχά στη Σητεία Λασιθίου

Το ξεκίνημα για την υλοποίηση του έργου στο Βρουχά Αγίου Νικολάου πραγματοποιήθηκε σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα από την επίλυση του ιδιοκτησιακού, την έγκριση της τοπικής αυτοδιοίκησης, το σχεδιασμό- μελέτη του έργου, έως και την συνεργασία με τις αρμόδιες υπηρεσίες αδειοδότησης.

Τα ίδια ισχύουν και για τις περιοχές που έχει εμπλακεί η «Δομική Κρήτης Α.Ε» μονάχα που το χρονικό διάστημα υλοποίησης ήταν μεγαλύτερο λόγω γραφειοκρατίας.

Μετάπειτα είναι σημαντικό να αναφερθούν τα κριτήρια που θεωρήθηκαν βασικά για τον αριθμό και τις διαστάσεις των ανεμογεννητριών που επιλέχθηκαν. Όσον αφορά το Αιολικό Πάρκο στην περιοχή Βρουχά τα κριτήρια ήταν : οι προοπτικές επέκτασης σε σχέση με το διαθέσιμο χώρο, ο διαθέσιμος χώρος για την ορθή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών για την βέλτιστη απόδοσή τους (κύρια διεύθυνση ανέμου, σκιάσεις, ριπές κ.λ.π), η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ανεμογεννήτριας εκείνη την χρονική στιγμή.

Για τα Αιολικά Πάρκα της «Δομικής Κρήτης Α.Ε» τα κριτήρια ήταν: ο δρόμος πρόσβασης, κατάλληλος μόνο για ανεμογεννήτριες των 850KW, αριθμός ανεμογεννητριών εξαρτημένος από την άδεια παραγωγής.

Καμία ουσιαστική δυσκολία που θα είχε νόημα να αναφερθεί σχετικά με τον σχεδιασμό και την έγκριση εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου δεν προέκυψε στην περιοχή του Βρουχά. Αντίθετα, η « Δομικής Κρήτης Α.Ε » αντιμετώπισε κάποιο πρόβλημα σε συνεργασία με την πολεοδομία, διότι δεν είχε ξαναδώσει ανάλογη άδεια έως το 2003. Όμως με συνεννόηση της πολεοδομίας και με άλλες πολεοδομίες της Εύβοιας και του Λασιθίου το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε

Απ' όλη την διαδικασία εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων τα « Πλαστικά Κρήτης» έχουν την άποψη ότι όλο το κομμάτι της διαδικασίας θεωρείται επιτυχημένο και οφείλεται στην σωστή λήψη αποφάσεων, στην οργάνωση των απαραίτητων κινήσεων προκειμένου να τηρηθούν οι απαραίτητες διαδικασίες και προθεσμίες, καθώς και στην γρήγορη αντιμετώπιση τυχόν δυσκολιών. Η «Δομική Κρήτης Α.Ε» θεωρεί ως διαδικασία επιτυχημένη την έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων και τις

διαπραγματεύσεις με την τοπική κοινωνία. Γενικώς οι δραστηριότητες για την υλοποίηση των έργων ήταν στο σύνολο τους σωστές και επιτυχημένες.

Τα σημεία όπου θεωρούν οι επενδυτές ότι θα ενεργούσαν διαφορετικά σήμερα είναι αφενός για τα «Πλαστικά Κρήτης» ο σχεδιασμός πιθανής επέκτασης σε ότι αφορά υποδομές κ.λ.π, και αφετέρου για την «Δομική Κρήτης Α.Ε» η οικοδομική άδεια(οικίσκος ελέγχου και θεμέλια Α/Γ).

Επίσης στα σημεία που θα χρειαζόνταν βοήθεια ή υποστήριξη οι επενδυτές είναι : η προοπτική επέκτασης, ο σχεδιασμός και ρύθμιση τελικής χωροθέτησης, ο υπολογισμός Αιολικού Δυναμικού σε νέες προτεινόμενες θέσεις Α/Γ – χάρτης αιολικού δυναμικού και ανεύρεση χώρων με καλό αιολικό δυναμικό.

Κάποιες βασικές αλλαγές που θα έπρεπε κατά την γνώμη των επενδυτών να γίνουν στην χρήση Αιολικής Ενέργειας είναι: στα πράσινα πιστοποιητικά, στις τεχνικές αποθήκευσης ενέργειας, στην βελτίωση του βαθμού διείσδυσης των Αιολικών Πάρκων.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι οι επενδυτές θα ξεκινούσαν την υλοποίηση ενός νέου Αιολικού Πάρκου σε διαφορετική περιοχή από τις ήδη υπάρχουσες που έχουν εμπλακεί, πληρώνοντας τις παραπάνω προϋποθέσεις.

## 3.2 Γενικά συμπεράσματα

Με βάση τις δοθείσες απαντήσεις αφενός των εκπροσώπων της Δημοτικής αρχής, των επενδυτών και αφετέρου των κατοίκων της Κρήτης αποδεικνύεται ότι :

- Η γνώμη της Δημοτικής Αρχής και των κατοίκων για την αξιοποίηση και παραγωγή της Αιολικής Ενέργειας είναι θετική αφού είναι μια «καθαρή» μορφή ενέργειας , ήπια προς το περιβάλλον και φιλική προς τον άνθρωπο.
- Είναι διάσπαρτη και οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος δίνοντας την δυνατότητα κάλυψης ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο
- Αποτελεί πόλο ανάπτυξης και αναζωογόνησης του τόπου εγκατάστασης.
- Οι επενδύσεις αιολικής ενέργειας δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Υπάρχει ενδιαφέρον για την δημιουργία νέων εγκαταστάσεων Αιολικών Πάρκων.
- Δυνατότητα αξιοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων τα οποία να χρηματοδοτούνται από ελληνικούς και κοινοτικούς φορείς δεδομένου των υψηλών επιχορηγήσεων.
- Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει τα τελευταία χρόνια συμπιέσει 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 στην χώρα μας το υπάρχον αιολικό δυναμικό, καθώς και να αναπτυχθούν κατασκευαστικές μονάδες ανεμογεννητριών, μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε οικονομικά βιώσιμες αλλά και ελκυστικές επενδύσεις , λαμβάνοντας υπόψη στους ισολογισμούς μας τα παράλληλα οφέλη, που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομική ανεξαρτησία της χώρας μας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας , Ιωάννης Κλεάνθη Καλδέλλης, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 1999
- Σημειώσεις μαθήματος « Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» Δ.Γ Χρηστάκης – Δ. Κατσαπρακάκης, Ηράκλειο 2002
- « Ανεμοκινητήρες », Γ. Μπεργελές, εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1994
- « Αιολική Ενέργεια », Αλ. Αλεξάκης, εκδόσεις Μιχ. Σιδέρης, Αθήνα 2002

## **ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ**

- [www.wei.gr](http://www.wei.gr) Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι Κρήτης
- [www.Cres.gr](http://www.Cres.gr) Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- [www.kpe-kastor.cas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.cas.sch.gr)
- [www.energia.gr](http://www.energia.gr)
- [www.windpower.org](http://www.windpower.org)
- [www.enercon.de](http://www.enercon.de)



