

ΑΘΗΝΑ 2013

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 2.4 MW



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :

ΜΑΛΑΤΕΣΤΑΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

ΘΥΜΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ,

ΤΣΟΥΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2013

ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 2.4MW

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ** :.....( σ.2)

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** :.....( σ.6 )

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1** Εισαγωγικά

- 1.1 Εισαγωγή.....( σ.7)
- 1.2.1 Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα.....( σ.8)
- 1.2.2 Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη.....( σ.9)
- 1.2.3 Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξη υποδομών.....(σ.10)

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

- 2.1 ΑΠΕ και η δυνατότητα ενός μελλοντικού σχεδίου.....(σ.12)
- 2.2 Στροφή στις Α.Π.Ε. ....(σ.14)
- 2.3 Τι είναι ενέργεια ,μορφές Α.Π.Ε. , περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις.....(σ.15)

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** Αιολική Ενέργεια

- 3.1 Γενικά για την Αιολική Ενέργεια.....(σ.23)
- 3.2 Ιστορική αναδρομή.....(σ.24)
- 3.3 Ανεμόμυλοι.....(σ.26)
- 3.3.1 Ανεμόμυλοι στην Μέση Ανατολή σελίδα....(σ.27)
- 3.3.2 Οι πρώτοι ευρωπαϊκοί ανεμόμυλοι.....(σ.28)
- 3.4 Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας.....(σ.29)

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4** Ανεμογεννήτριες

- 4.1 Γενικά για τις Ανεμογεννήτριες .....(σ.32)
- 4.2 Βασικά μέρη που αποτελείται μια ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα.....(σ.38)
- 4.3 Πώς μια ανεμογεννήτρια λειτουργεί....(σ.41)

4.4 Η ανάπτυξη της τεχνολογίας .....	(σ.42)
4.5 Εφαρμογές των Ανεμογεννητριών.....	(σ.43)
4.6 Τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις στις ανεμογεννήτριες	
4.6.1 Ανεμογεννήτριες νέας τεχνολογίας....	(σ.44)
4.6.2 Οι δεινόσαυροι έμπνευση για πιο αεροδυναμικές ανεμογεννήτριες.....	(σ.45)
4.6.3 Μεγάλα τα περιθώρια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας και με την δημιουργία ατμοσφαιρικών γεννητριών.....	(σ.46)
4.6.4 Ανεμο-ηλιο-γέφυρες & Ανεμογεννήτριες σε δρόμους υψηλής ταχύτητας.....	(σ.49)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5      Αιολικό πάρκο**

5.1 Γενικά για τα Αιολικά Πάρκα.....	(σ.50)
5.2 Χερσαία-παράκτια-υπεράκτια αιολικά πάρκα.....	(σ.52)
5.3 οφέλη και ανησυχίες από την χρήση αιολικών πάρκων....	(σ.56)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6      Μελέτη αιολικού δυναμικού**

6.1 Εισαγωγή .....	(σ.64)
6.2 Χαρακτηριστικά του ανέμου .....	(σ.64)
6.3 Τύρβη και διάτμηση .....	(σ.65)
6.3.1 Μέθοδος υπολογισμού τύρβης.....	(σ.65)
6.3.2 Η διάτμηση .....	(σ.67)
6.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου .....	(σ.67)
6.4.1 Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους .....	(σ.67)
6.4.2 Επίδραση επιφανειακών εμποδίων.....	(σ.67)
6.5 Το αιολικό δυναμικό.....	(σ.69)
6.6.1 Ανεμόμετρο.....	(σ.71)
6.6.2 Διευθυνσιόμετρο.....	(σ.72)
6.7 Βασικές έννοιες αιολικής ενέργειας.....	(σ.73)
6.7.1 Ορισμός αιολικής ενέργειας.....	(σ.73)
6.7.2 Ισχύς ανέμου.....	(σ.73)
6.7.3 Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος.....	(σ.74)
6.7.4 Επίδραση της πυκνότητας του αέρα.....	(σ.75)
6.7.5 Το ιστόγραμμα πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου....	(σ.76)
6.7.6 Συντελεστής απασχόλησης (capacity factor) .....	(σ.77)
6.8 Υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp.....	(σ.78)
6.9 Αιολικός άτλαντας.....	(σ.78)
6.10 Αξιολόγηση αιολικού δυναμικού.....	(σ.79)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**      *Επιλογή περιοχής/ανεμογεννήτριας και ενεργειακή μελέτη πάρκου*

7.1 Εισαγωγή.....	(σ.80)
7.2 Τα κριτήρια επιλογής περιοχής μελέτης αιολικού πάρκου....	(σ.81)
7.3 Πρόσβαση περιοχής .....	(σ.81)
7.4 Αιολικό δυναμικό Περιοχής.....	(σ.82)
7.5 Επιλογή οικοπέδου για την πραγματοποίηση της μελέτης του αιολικού πάρκου .....	(σ.83)
7.6 Κριτήριο επιλογής ανεμογεννήτριας .....	(σ.85)
7.7 Προτεινόμενη ανεμογεννήτρια .....	(σ.85)
7.8 Χωροθέτηση αιολικού πάρκου .....	(σ.88)
7.9.1 Ενεργειακή μελέτη αιολικού πάρκου .....	(σ.90)
7.9.2 Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής ενέργειας .....	(σ.92)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**      *Κατασκευή και διασύνδεση αιολικού πάρκου*

8.1 Κατασκευή δρόμου προσπέλασης και εσωτερικής οδοποιίας Α/Π.....	(σ.93)
8.2 Διαμόρφωση πλατειών Α/Π.....	(σ.94)
8.3 Κατασκευή βάσεων θεμελίωσης Α/Γ.....	(σ.94)
8.4 Ανέγερση πύργου, πλήμνης και πτερυγίων των ανεμογεννητριών.....	(σ.95)
8.5 Κατασκευή οικίσκου ελέγχου και βοηθητικών χώρων. ....	(σ.95)
8.6 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.....	(σ.97)
8.7 Καλωδίωση πύργων των Α/Γ.....	(σ.98)
8.8 Δίκτυο σύνδεσης Α/Γ.....	(σ.98)
8.9 Κατασκευή καναλιού καλωδίων.....	(σ.98)
8.10 Εγκατάσταση καλωδίων.....	(σ.99)
8.11 Εσωτερικό δίκτυο Α/Π .....	(σ.101)
8.12 Σύστημα Γείωσης .....	(σ.102)
8.13 Προκαταρκτική εκτίμηση του τρόπου σύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα .....	(σ.105)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**      *Οικονομική μελέτη*

9.1. Εισαγωγή .....	(σ.106)
9.2. Ορισμοί και υπολογιζόμενοι δείκτες οικονομικότητας (AKE, ΕΟΟ, ΕΛΔ, ΚΕΟΟ, IRR, NPV, ERR, PBP) .....	(σ.107)
9.3. Παραμετρική Ανάλυση Επενδύσεων .....	(σ. 109)
9.4 Κόστος αιολικού πάρκου.....	(σ.110)
9.5 Συμπεράσματα από την οικονομική μελέτη.....	(σ.117)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10**      **Ανάπτυξη αιολικής ενέργειας**

- 10.1 Η Πορεία ανάπτυξης της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και διεθνώς.....(σ.120)**  
**10.2 88 νέα αιολικά εγκαταστάθηκαν το πρώτο 5μηνο του 2012 στην Ελλάδα.....(σ.129)**  
**10.3 Σταθερή ανάπτυξη 15,6% σε νέα αιολικά πάρκα παγκοσμίως.....(σ.132)**  
**10.4 50% αύξηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη στο πρώτο 6μηνο του 2012.....(σ.135)**  
**10.5 Η αιολική ενέργεια ξεπέρασε τα 100.000 MW στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....(σ.136)**  
**10.6 Αιολική ενέργεια: Στα 493 GW το 2016.....(σ.138)**  
**10.7 Περισσότερη αιολική ενέργεια μέχρι το 2050.....(σ.140)**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11**      **Νομοθεσία-αδειοδότηση-συστήματα στήριξης και προβλήματα που συναντώνται**

- 11.1 Γενικά αναπτυξιακά κίνητρα για την λειτουργία των ΑΠΕ και των Αιολικών Πάρκων από Ε.Ε. και Ελλάδα.....(σ.141)**  
**11.2 Νομοθεσία για την λειτουργία και την ανάπτυξη των ΑΠΕ και Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα .....(σ.144)**  
**11.3 Νομοθετικές ρυθμίσεις για τις ΑΠΕ.....(σ.148)**  
**11.4 Διαδικασία αδειοδότησης Αιολικών Εγκαταστάσεων .....(σ.154)**  
**11.5 Ειδικά Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών στον εθνικό χώρο και Συνθήκες Αγοράς.....(σ.157)**  
**11.6 Συστήματα στήριξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα .....(σ.158)**  
**11.7 Προβλήματα που συναντώνται .....(σ.159)**  
**11.7.2 Δυσκολίες επίτευξης ισορροπίας και αύξησης της ευελιξίας του συστήματος.....(σ.160)**  
**11.7.3 Προβλήματα διασύνδεσης των Αιολικών πάρκων με το Σύστημα Μεταφοράς.....(σ.161)**  
**11.7.4 Προβλήματα απορρόφησης νέας αιολικής ισχύος.....(σ.163)**  
**11.8 Συμπεράσματα από το νομοθετικό πλαίσιο.....(σ.163)**

**Βιβλιογραφία .....(σ.165)**

## Περίληψη

Η παρούσα θεωρητική πτυχιακή εργασία αφορά την μελέτη αιολικού πάρκου 2.4 MW. Με βάση αυτόν τον σκοπό του αντικείμενου της θα ασχοληθούμε γενικότερα με τις ΑΠΕ, την αιολική ενέργεια και όσα αφορούν ένα αιολικό πάρκο. Θα ασχοληθούμε με την αδειοδότηση, τη μελέτη και την κατασκευή του αιολικού πάρκου σε επιλεγμένη περιοχή αλλά και με τα οφέλη που θα προκύψουν. Την λογική που θα πρέπει να διεισδύσει η χώρα στο δρόμο της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης μέσω και της ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας.

Η εργασία αποτελείται από 11 κεφάλαια. Αρχικά στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια εισαγωγή για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα αλλά και την Ευρώπη. Ο επίλογος του κεφαλαίου θα μας συνδέσει με το **δεύτερο κεφάλαιο** Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπου θα μιλήσουμε για τον ρόλο των Α.Π.Ε. και μελλοντικών δυνατοτήτων. Στο **τρίτο κεφάλαιο** αιολική ενέργεια θα κάνουμε μια ιστορική αναδρομή και θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα χρησιμοποίησης αυτής της μορφής ενέργειας. Στο **κεφάλαιο τέσσερα** ανεμογεννήτριες και **κεφάλαιο πέντε** αιολικά πάρκα, θα ασχοληθούμε με τις τεχνολογίες, τις εφαρμογές και τα είδη των προαναφερθέντων. Το **έκτο κεφάλαιο** μελέτη αιολικού δυναμικού έχει να κάνει με ότι έχει σχέση με τον άνεμο το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής και τον τρόπο που υπολογίζεται. Στο **κεφάλαιο εφτά** έχουμε να κάνουμε με την επιλογή τόσο περιοχής για το αιολικό μας πάρκο όσο και ανεμογεννήτριας γράφοντας και όσα πρέπει να ξέρουμε για μια ενεργειακή μελέτη πάρκου. Στο **κεφάλαιο οχτώ** ασχολούμαστε συγκεκριμένα με την κατασκευή και διασύνδεση του αιολικού πάρκου στην επιλεγθείσα περιοχή. Το **κεφάλαιο εννιά** έχει να κάνει με την οικονομική μελέτη και το **κεφάλαιο δέκα** με την πορεία ανάπτυξης και εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Τέλος στο **ενδέκατο κεφάλαιο** περιγράφονται η νομοθεσία και τα συστήματα στήριξης της αιολικής ανάπτυξης και κατηγοριοποιούνται τα προβλήματα που συναντώνται.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**      **Εισαγωγικά**

### **1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Μαζί με τις άλλες κατηγορίες των Ήπιων Μορφών Ενέργειας (ΗΜΕ) η αιολική ενέργεια μπορεί να συμβάλει στην προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, αφού δεν απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα ρύπους που επιδεινώνουν το νομοτελικό ρόλο του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ακόμα σε τοπικό επίπεδο τα συστήματα αιολικής ενέργειας σε αντίθεση με τα συμβατικά δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον με τους επικίνδυνους ρύπους του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και των καρκινογόνων μικροσωματιδίων. Εκτιμάται πως κάθε KWH αιολικής ενέργειας μειώνει την εκπομπή των αερίων θερμοκηπίου κατά 1 kg το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), 0.0015 kg τα οξείδια του Αζώτου (NO<sub>x</sub>) και 0.012 kg το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>). Εκτιμάται ότι το 2100 οι ΑΠΕ θα καλύψουν πάνω από το 70% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης. Για τη χώρα μας, οι τρέχουσες υποχρεώσεις περιορισμού των ΑΤΘ απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κιότο, που προβλέπει συγκράτηση του ποσοστού αύξησης των συγκεντρώσεων κατά 25%, με έτος βάσης το 1990, για την περίοδο 2008-2012. Προς την κατεύθυνση αυτή, η ΕΕ, με την Οδηγία 2001/77/ΕΚ, υιοθετεί στόχο συμμετοχής της ενέργειας από ΑΠΕ κατά 22,1% στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, έως το 2010. Σύμφωνα με το συντηρητικό σενάριο της 4ης Εθνικής Έκθεσης του ΥΠΑΝ, ο στόχος αυτός αναμένεται να προσεγγιστεί ικανοποιητικά, με αναμενόμενη διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 18,5%. Επιπλέον, η ΕΕ, στη δέσμη μέτρων, που υιοθετεί το 2008 για το κλίμα και την ενέργεια, προβλέπει μείωση των ΑΤΘ κατά 20% και συμμετοχή 20% των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ως το 2020. Στο πλαίσιο αυτό, η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση σε 18% έως το 2020. Η συμβολή της αιολικής ενέργειας στην επίτευξη των παραπάνω στόχων αναμένεται να είναι καθοριστική, αφού σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες υπάρχει στον πλανήτη μας αρκετή ενέργεια μέσω των ανέμων για να καλυφθούν όλες οι παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι βέβαια να υπάρξει η ανάλογη πολιτική βούληση υπέρ της αιολικής ενέργειας και, παράλληλα, οι αναγκαίες τεχνολογικές βελτιώσεις.

### 1.2.1 Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα

Όσον αφορά στην Ελλάδα οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Στη δυτική Ελλάδα αν και υπάρχει μικρότερο αιολικό δυναμικό, διατίθεται ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη λόφων και υψωμάτων με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. Γνωστό για την εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας είναι το νησί της Κεφαλονιάς που διαθέτει τρία αιολικά πάρκα. Εντούτοις, η εγκατάσταση μεγάλων Α/Γ στην Ελλάδα αντιμετωπίζει δυσκολίες όπως αυτή της μεταφοράς και εγκατάστασης στις επιλεγείσες θέσεις, λόγω της φτωχής ή ανύπαρκτης υποδομής στις ορεινές κυρίως περιοχές όπου συνήθως καταγράφεται εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. Άλλη μια δυσκολία είναι η έλλειψη σχετικής εμπειρίας από τους εγχώριους επενδυτές και τους χρηματοδότες των έργων. Η Κρήτη παρουσιάζει το μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης των ΑΠΕ στη ζώνη της Μεσογείου.



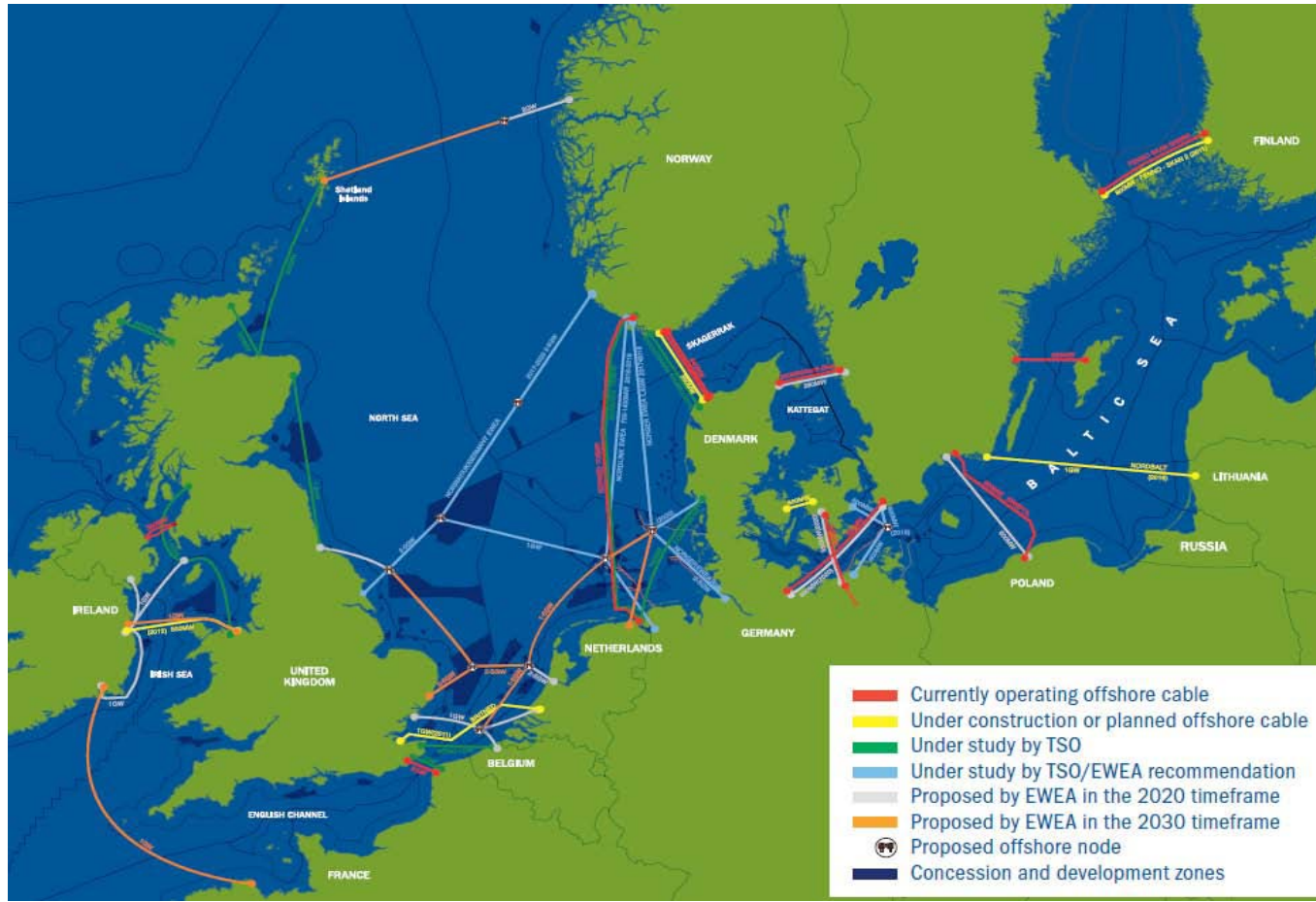


### 1.2.2 Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη

Η αιολική ενέργεια σε όλη την Ευρώπη χρησιμοποιείται ευρέως. Σύμφωνα με πρόσφατες μετρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA) οι Α/Γ σε όλη την Ευρώπη ξεπερνούν τις 13,000 με συνολική απόδοση 93,957 MW που είναι αρκετή για να καλύψει το 6,3% του ηλεκτρισμού της Ε.Ε. σύμφωνα με τα στοιχεία της EWEA, σε έτος με φυσιολογικές καιρικές συνθήκες. Χώρες-μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης έχουν στην κατοχή τους πάνω από το 98% των εγκαταστάσεων αυτών. Στατιστικά το 10.5% της συνολικής παραγωγής ενέργειας της Ε.Ε. προέρχεται πλέον από αιολική ενέργεια. Οι τρεις πρώτες χώρες σε αξιοποίηση και εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία, η Ισπανία και η Γαλλία. Ωστόσο αναλογικά με τον πληθυσμό, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βάση της αιολικής ξεπερνά το 20% στη Δανία. Θεωρητικά, η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της Ευρώπης στο μέγιστο θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Οι σκέψεις για το μέλλον της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας είναι πολύ θετικές. Η μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής εκτιμά ότι τη δεκαετία 2011-2020 θα εγκατασταθούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση 333 GW νέας ισχύος ηλεκτροπαραγωγής. Η αιολική ενέργεια θα φθάσει τα 136 GW δηλαδή το 41% των νέων εγκαταστάσεων, ποσοστό που είναι σαφώς το μεγαλύτερο από όλες τις τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής. Μάλιστα προβλέπεται από το Παγκόσμιου Συμβουλίου Αιολικής Ενέργειας (GWEC) πως οι εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας αναμένεται να υπερδιπλασιαστούν (να αγγίξουν τα 450GW) μέχρι το 2015. Άξιο αναφοράς είναι πως στην παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας, η Ευρώπη συνολικά παραμένει σταθερά δεύτερη σε δυναμικότητα πίσω από την Κίνα.

### 1.3 Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξη υποδομών

Μέχρι πρόσφατα οι αγορές της ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ελέγχονταν από έναν περιορισμένο αριθμό εταιριών. Το γεγονός αυτό καθιστούσε εξαιρετικά δύσκολη την είσοδο νέων επιχειρήσεων στην αγορά αυτή και την ενίσχυση του ανταγωνισμού προς όφελος των τελικών καταναλωτών. Το 2009 υιοθετήθηκε σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, μία νέα νομοθεσία, το 3ο Πακέτο Απελευθέρωσης της Ενεργειακής Αγοράς, η οποία στοχεύει στην δημιουργία κανόνων και προδιαγραφών που θα επιτρέψουν την συμμετοχή περισσότερων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά. Σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό, απαιτείται ο πλήρης διαχωρισμός των δραστηριοτήτων της παραγωγής και της μεταφοράς-διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό την τόνωση του ανταγωνισμού και την δημιουργία κινήτρων για την βελτίωση των δικτύων και την ανάπτυξη διασυνδέσεων μεταξύ γειτονικών χωρών, ώστε να επιτευχθεί μελλοντικά μια ολοκληρωμένη πανευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η αποτελεσματική λειτουργία μια ενιαίας ευρωπαϊκής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί ορισμένες σημαντικές αλλαγές σε σχέση με την υπάρχουσα δομή. Η Ευρώπη χρειάζεται ένα ηλεκτρικό σύστημα το οποίο θα χαρακτηρίζεται από ευελιξία και αξιοπιστία, γεγονός που επιβάλλει τον μετασχηματισμό του σημερινού συγκεντρωτικού μοντέλου, που βασίζεται σε συμβατικές μονάδες υψηλής εγκατεστημένης ισχύος, σε ένα πιο αποκεντρωμένο μοντέλο παραγωγής που θα διευκολύνει την διείσδυση της αιολικής ενέργειας και των υπολοίπων τεχνολογιών ΑΠΕ. Επίσης, η επιτυχία του εγχειρήματος αυτού εξαρτάται και από την ανάπτυξη νέων τεχνικών διαχείρισης του δικτύου (*smart grid, demand-side management*) καθώς και τεχνολογιών αποθήκευσης της περίσσειας ενέργειας από ΑΠΕ. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας συμβάλλει ταυτόχρονα στην βελτίωση των υποδομών των δικτύων και στην διεύρυνση των διασυνδέσεων των χωρών της Ευρώπης. Σε εθνικό επίπεδο, συχνά ο σχεδιασμός επενδύσεων αιολικής ενέργειας σε μη διασυνδεδεμένα νησιά συνοδεύεται και από μελέτη ανάπτυξης διασύνδεσης με την ηπειρωτική χώρα, που θα εξυπηρετεί την μεταφορά της παραγόμενης αιολικής ενέργειας στα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης. Αντίστοιχα, σε ευρύτερο επίπεδο η ανάπτυξη των αιολικών εγκαταστάσεων προωθεί την δημιουργία ενός κοινού ευρωπαϊκού ηλεκτρικού δικτύου, το οποίο θα επιτρέπει την μεταφορά ενέργειας μεταξύ των χωρών, μειώνοντας σημαντικά τους κινδύνους που σχετίζονται με την στοχαστικότητα της παραγωγής των ΑΠΕ, ενισχύοντας παράλληλα και την ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σχεδιαζόμενη ανάπτυξη των δικτύων, μέχρι το 2020, στην περιοχή της βόρειας Ευρώπης όπως παρουσιάζεται στο σχήμα παρακάτω.



Χάρτης 1.1 Σχέδιο ανάπτυξης ηλεκτρικών διασυνδέσεων στην βόρεια Ευρώπη μέχρι το 2020

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2      *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας***

### **2.1 ΑΠΕ και η δυνατότητα ενός μελλοντικού σχεδίου**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαπλώνονται ραγδαία. Για να αναφέρουμε δύο μόνο παραδείγματα, το 2009 οι ΑΠΕ συνολικά κάλυψαν το 10,3% των ενεργειακών αναγκών της Γερμανίας και η παγωμένη Ισλανδία θερμαίνεται σε ποσοστό 80% από γεωθερμικές πηγές. Στην ηλιόλουστη, ανεμόδαρτη, ορεινή, με άφθονες υδατοπτώσεις και ηφαιστειογενή πατρίδα μας, η ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική και γεωθερμική ενέργεια καλύπτουν χαμηλά ποσοστά των αναγκών μας για ηλεκτροπαραγωγή κυριαρχώντας το πετρέλαιο και ο λιγνίτης.

Πολλοί υπέρμαχοι της χρήσης υγρών και στερεών καυσίμων επικαλούνται ένα σωρό επιχειρήματα εναντίον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης και για αυτόν τον λόγο δεν μπορούν, προς το παρόν, να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις ανεμογεννήτριες υποστηρίζουν ότι δεν είναι κομψές από αισθητικής άποψης, αλλοιώνουν τη γραμμή των οριζόντων και προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών.
- Ακόμα και για τα υδροηλεκτρικά φράγματα σε ποτάμια υποστηρίζουν ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (ενώ η καύση πετρελαίου...).

Οι επιφυλάξεις αυτές, αν δεν υποκινούνται από ιδιοτελή συμφέροντα, μαρτυρούν αμάθεια και έλλειψη φαντασίας την προσκόλληση σε παλιές αντιλήψεις από τις οποίες δεν έχουν απαλλαγεί και πολλοί υπέρμαχοι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εννοούμε λέγοντας παλιές αντιλήψεις την τάση να επιλέγουμε πάντα μεγάλες κεντρικές μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντί πολλών μικρών και αποκεντρωμένων, αλλά και τη μονομέρεια στην επιλογή της πηγής σε κάθε περίπτωση. Οι εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας δείχνουν πως τέτοιες μεγάλες κεντρικές μονάδες παραγωγής δε χρειάζονται. Για την ηλεκτροδότηση των κτηρίων, είτε πρόκειται για κατοικίες είτε για κτήρια γραφείων ή επιχειρήσεων, επαρκούν πλαίσια με φωτοβολταϊκά κύτταρα που θα τοποθετηθούν στις ταράτσες και τα δώματα, δίπλα στους υπάρχοντες ηλιακούς θερμοσίφωνες. Για αγροκτήματα ή μεμονωμένες βιοτεχνίες η λύση είναι μια ή δύο το πολύ ανεμογεννήτριες. Και επειδή δε θα έχουμε πάντα λιακάδα ούτε θα φυσάει συνεχώς άνεμος, υπάρχει η δυνατότητα να αποθηκεύεται μέρος της παραγόμενης ενέργειας σε μπαταρίες, αλλά ακόμα πιο αποδοτικός θα είναι ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτή η αποκέντρωση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός της ανεξαρτησίας και της αυτοτέλειας που θα εξασφαλίζει στους καταναλωτές, θα επιφέρει και σημαντικές οικονομίες, από την κατάργηση των δικτύων μεταφοράς της ενέργειας. Σκεφθείτε μόνο πόσες χιλιάδες τόνοι καθαρού και πανάκριβου χαλκού θα εξοικονομηθούν με την κατάργηση των δικτύων. Για να μην αναφερθούμε στην οικονομία που θα προκληθεί από την κατάργηση ενός ποσοστού των κτηρίων που σήμερα στεγάζουν τα γραφεία και τις υπηρεσίες της ΔΕΗ. Ένα από τα πιο σύγχρονα παραδείγματα, είναι η πόλη MASDAR η πρώτη πόλη με 0% εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που χτίζεται αυτή τη στιγμή στα Η.Α.Ε λίγα χιλιόμετρα έξω από το Άμπου-Ντάμπι. Υπάρχει και το εγχείρημα της νήσου Σάμσο της Δανίας, που αποτέλεσε πείραμα στο πλαίσιο διαγωνισμού του υπουργείου Ενέργειας της χώρας το 1997, με σκοπό τη δημιουργία αναπτυξιακού σχεδίου για τη μετατροπή περιοχής σε 100% στηριζόμενης σε ΑΠΕ και κατάφερε να γίνει πραγματικότητα, βελτιώνοντας σημαντικά το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων και δημιουργώντας προηγούμενο στην ολοκληρωτική απεξάρτηση από τις συμβατικές και ρυπογόνες πηγές ενέργειας. Υπολογίζεται ότι, παγκοσμίως, στον ευρύτερο τομέα των ΑΠΕ (κατασκευή, μεταφορά, σχεδίαση, τοποθέτηση, συντήρηση, λειτουργία κτλ) απασχολούνται περισσότεροι από 2,3 εκατομμύρια εργαζόμενοι, ενώ στον τομέα της αιολικής ενέργειας εργάζονται περίπου 300.000 εξ αυτών με προοπτικές αύξησης έως και 300%, μέχρι το 2020.

## 2.2 Στροφή στις Α.Π.Ε.

Μετά τη δεύτερη ενεργειακή κρίση το 1979-80 η διεθνής κοινότητα άρχισε να αναγνωρίζει το πεπερασμένο των παγκοσμίων αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας (κάρβουνο, πετρέλαιο, ουράνιο κ.λ.π) σε σύγκριση με την ανεξέλεγκτη αύξηση των ρυθμών κατανάλωσης ενέργειας, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες του πλανήτη μας. Ταυτόχρονα η επιταχυνόμενη συσσώρευση επικινδύνων ρυπαντών (τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα ) και η αντίστοιχη καταστροφή του περιβάλλοντος, οδηγούν στην εμφάνιση σημαντικών προβλημάτων υγείας, υποβαθμίζοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής στις περισσότερες μεγαλουπόλεις. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας και η προσπάθεια ελέγχου της πυρηνικής σύνταξης έδωσαν προσωρινά κάποιες ελπίδες για την συνέχιση των υφιστάμενων ρυθμών ανάπτυξης. Δυστυχώς η αναμενόμενη όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, κυρίως από τη διάθεση των ραδιενεργών καταλοίπων και την πιθανότητα μείζονος ατυχήματος σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος προστασίας από τη ραδιενέργεια, έθεσε σοβαρά και αναπάντητα ερωτήματα που αφορούν τη βιωσιμότητα αντιστοίχων. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω προβλήματα που πηγάζουν από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας , αρκετοί ειδικοί πρότειναν την αξιοποίηση των ήπιων ή ανανεώσιμων πηγών ή εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως για παράδειγμα: η υδροηλεκτρική ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η βιομάζα, η θαλάσσια ενέργεια καθώς και η γεωθερμική ενέργεια. Φυσικά, οι Α.Π.Ε. δεν είναι δυνατόν τη στιγμή αυτή να επιλύσουν τα συνολικά ενεργειακά πρόβλημα της ανθρωπότητας, τουλάχιστον με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα. Εάν όμως η αξιοποίηση τους συνδυασθεί με την προσπάθεια εξοικονόμησης των συμβατικών πηγών ενέργειας και με την ορθολογική διαχείριση των υφιστάμενων ενεργειακών πόρων, είναι δυνατή η σταδιακή απομάκρυνση του εφιάλτη της ανθρωπότητας, δηλαδή του επερχόμενου ενεργειακού χειμώνα.

### **2.3 Τι είναι ενέργεια ,μορφές Α.Π.Ε. , περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις**

Ενέργεια είναι η ικανότητα-δυνατότητα ενός σώματος να παράγει έργο. Παραγωγή έργου σημαίνει αυτόματα και κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με τη φυσική επιστήμη, ενέργεια ορίζεται το ποσό του έργου που απαιτείται, προκειμένου ένα σύστημα να μεταβεί από αρχική κατάσταση σε τελική. Υπάρχουν διάφορες μορφές ενέργειας: θερμική (θερμότητα), φωτεινή (ακτινοβολία), κινητική, δυναμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική ενέργεια κλπ. Ως γνωστόν η ενέργεια δεν προέρχεται από το πουθενά ούτε και εξαφανίζεται. Απλά συνεχώς μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη. Διακρίνουμε τις Πρωτογενείς μορφές ενέργειας, όπως τους ορυκτούς άνθρακες, το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, τη βιομάζα, τις υδατοπτώσεις, την ενέργεια των παλιρροιών, την αιολική ενέργεια, την ηλιακή, τη γεωθερμική και την πυρηνική. Πρωτογενής ενέργεια ορίζεται η ενέργεια, με τη μορφή που αυτή πρωτίστως εντοπίζεται στη φύση. Οι πρωτογενείς μορφές ενέργειας είτε χρησιμοποιούνται όπως αυτές προσφέρονται στη φύση, είτε μετατρέπονται σε Δευτερογενείς μορφές ενέργειας (π.χ. ηλεκτρισμός) που μεταφέρονται ευχερέστερα και χρησιμοποιούνται πιο οικονομικά και πιο εύκολα. Βάσει του διεθνούς συστήματος μετρικών μονάδων (SI), μονάδα μέτρησης της ενέργειας αποτελεί το Joule, ενώ ως ρυθμός μεταβολής της ενέργειας ορίζεται η ισχύς, με μονάδα μέτρησης το Watt. Τέλος, κιλοβατώρα (KWh) ορίζεται η ενέργεια που καταναλώνεται από μηχανή ισχύος 1 KW, σε πλήρη λειτουργία, για διάστημα μίας ώρας.

Όλες οι μορφές ενέργειας βρίσκονται αποθηκευμένες με διάφορους τρόπους στη φύση. Οι ενεργειακές αυτές αποθήκες ή αλλιώς πηγές ενέργειας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

Τις *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας* (ή ήπιες) που ανανεώνονται συνεχώς και με φυσικό τρόπο και τις οποίες μπορούμε να τις χρησιμοποιούμε χωρίς το φόβο της εξάντλησής τους. Τέτοιες είναι ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια), ο άνεμος (αιολική ενέργεια), η βιομάζα (φυτά, απορρίμματα, αγροτικά παραπροϊόντα), το κινούμενο νερό (υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια που προέρχεται από τις παλίρροιες τα κύματα και τους ωκεανούς) και η γεωθερμία (γεωθερμική ενέργεια) .Η ηπιότητά εξασφαλίζεται από δύο βασικά χαρακτηριστικά τους. Αρχικά, από το γεγονός ότι η

εκμετάλλευσή τους δεν προϋποθέτει κάποιου είδους ενεργητική παρέμβαση στη φύση, όπως καύση ή εξόρυξη, αλλά προκύπτει από αξιοποίηση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στο περιβάλλον κι έπειτα, από το γεγονός της μη εκλύσεως στο περιβάλλον επιβλαβών, ρυπογόνων ουσιών από την εκμετάλλευσή τους . Προκειμένου να χαρακτηριστεί μια ανανεώσιμη πηγή αξιοποιήσιμη, πρέπει να συντρέχουν οι εξής προϋποθέσεις. Αρχικά, θεωρείται απαραίτητο, στην πηγή, να παράγεται ή να περικλείεται άφθονη, διαρκώς ανατροφοδοτούμενη ποσότητα ενέργειας<sup>3</sup>. Επιπλέον, προϋπόθεση αποτελεί, η προσβασιμότητα της πηγής να είναι τέτοια, ώστε να καθίσταται δυνατή η δέσμευση, αποθήκευση και, σε κάποιες περιπτώσεις, μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας. Τέλος, απαραίτητη είναι η ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογίας, που θα παρέχει τη δυνατότητα δέσμευσης και μετατροπής της εν λόγω ενέργειας σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο.

Τις Μη-ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας(ή συμβατικές) των οποίων τα αποθέματα εξαντλούνται με τη χρήση και δεν υπάρχει η δυνατότητα ανανέωσης τους μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα .Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι κυρίως τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, και άνθρακας) που αποτελούν, μαζί με τα προϊόντα τους (π.χ. βενζίνη, υγραέριο κλπ.), από το τέλος του 19ου αιώνα και όλο τον 20ο αιώνα την κύρια πηγή ενέργειας του ανθρώπου και δυστυχώς την πιο ρυπογόνα . Αναλυτικότερα τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα διακρίνονται σε :

Στερεά καύσιμα ή γαιάνθρακες. Πρόκειται για οργανικά ιζήματα, προερχόμενα από τη μακρά διεργασία ενανθράκωσης φυτικών υπολειμμάτων, η οποία, με τη συμβολή της πίεσης, της θερμοκρασίας και του χρόνου, συνετέλεσε στον εμπλουτισμό τους σε άνθρακα. Οι γαιάνθρακες κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα με τη θερμογόνο δύναμή τους, η οποία αυξάνεται ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα και αντιστρόφως ανάλογα με την περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο. Οι γαιάνθρακες, με αύξουσα σειρά θερμογόνου δύναμής τους, διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχους γαιάνθρακες, πισσούχους γαιάνθρακες και ανθρακίτη. Υγρά καύσιμα, Αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα υγρού καυσίμου αποτελεί το πετρέλαιο, αποτέλεσμα μακροχρόνιας διεργασίας, απουσία αέρα, ζωικών και φυτικών μικροοργανισμών, εγκλωβισμένων εντός των κοιλοτήτων του υπεδάφους. Αέρια καύσιμα, με κυριότερους εκπροσώπους το υγραέριο και φυσικό αέριο. Το τελευταίο συνιστά μείγμα υδρογονανθράκων, με κύριο συστατικό το μεθάνιο και σε μικρότερες αναλογίες το προπάνιο, βουτάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Εντοπίζεται σε υπόγειες κοιλότητες, όπου δημιουργείται, από μετασχηματισμό υδρόβιων μικροοργανισμών, υπό την επίδραση συνθηκών υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης, μόνο του ή σε συνδυασμό με πετρέλαιο.

Υγρά καύσιμα. Αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα υγρού καυσίμου αποτελεί το πετρέλαιο, αποτέλεσμα μακροχρόνιας διεργασίας, απουσία αέρα, ζωικών και φυτικών μικροοργανισμών, εγκλωβισμένων εντός των κοιλοτήτων του υπεδάφους.



Αέρια καύσιμα, με κυριότερους εκπροσώπους το υγραέριο και φυσικό αέριο. Το τελευταίο συνιστά μείγμα υδρογονανθράκων, με κύριο συστατικό το μεθάνιο και σε μικρότερες αναλογίες το προπάνιο, βουτάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Εντοπίζεται σε υπόγειες κοιλότητες, όπου δημιουργείται, από μετασχηματισμό υδρόβιων μικροοργανισμών, υπό την επίδραση συνθηκών υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης, μόνο του ή σε συνδυασμό με πετρέλαιο.

### Παραγωγή Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από την ενέργεια του ήλιου ,που καταφθάνει στη γη με μορφή ηλιακής ακτινοβολίας και εν πολλοίς, είναι υπεύθυνη για τη ζωή πάνω στη γη και την κίνηση των φυσικών φαινομένων. Όμως, η ενέργεια του ήλιου δεν είναι διαθέσιμη όλες τις ώρες και διαχέεται σε μεγάλη έκταση. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί μέσω των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων (για θέρμανση νερού), των παθητικών ηλιακών συστημάτων (για φυσική θέρμανση και δροσισμό), των ηλιοθερμικών συστημάτων καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων (για παραγωγή ηλεκτρισμού εικόνα 2.1).

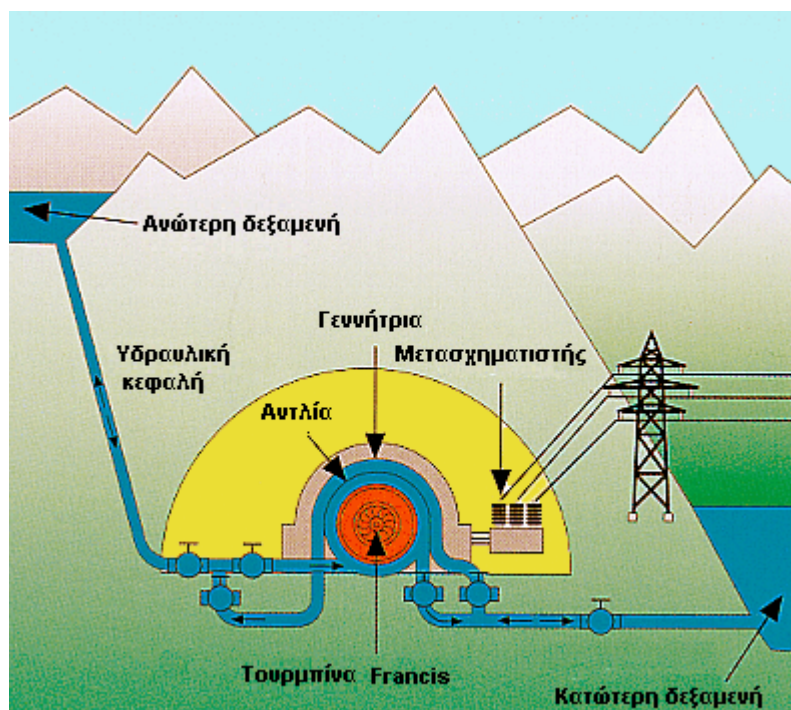


εικόνα 2.1 φωτοβολταϊκή εγκατάσταση

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από τη μετατροπή της ενέργειας του ανέμου (κινητική ενέργεια) σε ηλεκτρική .Η αιολική ενέργεια, όπως και η ηλιακή, είναι η πιο γρήγορα αναπτυσσόμενη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και χρησιμοποιείται παραδείγματος χάρη στην Κρήτη για την κάλυψη περισσότερου από το 11% της παραγωγής ηλεκτρισμού. Για να αξιοποιήσουμε την ενέργεια του ανέμου, χρησιμοποιούμε κυρίως τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική

Η βιομάζα πρόκειται για μορφή της ηλιακής ενέργειας, που δεσμεύεται με τη φωτοσύνθεση. Βιομάζα αποτελεί η ύλη οργανικής προέλευσης, με συνηθέστερες εκμεταλλεύσιμες μορφές τα απόβλητα και κατάλοιπα βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία(φυτικά και ζωικά), τη δασοκομία, τη βιομηχανία και τις οικιακές χρήσεις. Περιλαμβάνει τα υπολείμματα ξυλείας, τα αστικά στερεά απορρίμματα (σκουπίδια) και τα γεωργικά απορρίμματα ή παραπροϊόντα, όπως πυρηνόξυλο, κλαδιά ελιάς και αμπελιού, κλαδιά άλλων δέντρων, καυσόξυλα, άχυρα, υπολείμματα θερμοκηπίων, ακόμα και ολόκληρα φυτά από τις λεγόμενες ενεργειακές καλλιέργειες.

Η υδραυλική ενέργεια είναι πρόκειται για τη δυναμική ενέργεια, που περικλείει το νερό, κατά τη διαδικασία του κύκλου του και μετατρέπεται σε κινητική, κατά τη μετακίνησή του σε χαμηλότερα υψομετρικά επίπεδα. Η ενέργεια αυτή δεσμεύεται (εικόνα 2.2), με κατάλληλα υδροηλεκτρικά έργα και χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή, εξυπηρετώντας ταυτόχρονα κι άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανακοπή χειμάρρων. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα . Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία η ροή του νερού χρησιμοποιείται για την περιστροφή ενός στροβίλου συνδεδεμένου με μια γεννήτρια.



εικόνα 2.2 απεικόνιση

της υδραυλικής ενέργειας

*Η γεωθερμική ενέργεια Η γεωθερμία είναι η θερμότητα, η οποία εμπεριέχεται στα πετρώματα της γης, τους υπόγειους υδροφορείς και στα αέρια, τα οποία βρίσκονται εγκλωβισμένα σε κοιλότητες στο εσωτερικό της γης. Γνωστές πηγές, από τις οποίες παράγεται γεωθερμική ενέργεια, είναι οι πηγές geysers, οι οποίες αφθονούν στην Ισλανδία αλλά και σε άλλες περιοχές της γης. Οι εκμεταλλεύσιμες μορφές γεωθερμικής ενέργειας είναι τρεις, μορφή θερμού νερού που αναβλύζει από τις θερμές πηγές και χρησιμοποιείται για οικιακές κυρίως εφαρμογές, μορφή ατμού που χρησιμοποιείται σε στροβιλογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικού Ρεύματος και στέλνοντας νερό με πίεση στα θερμά στρώματα του υπεδάφους που μετατρέπεται σε ατμό εκμεταλλεύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής Ενέργειας.*

*Ενέργεια των παλιρροιών Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας δεν είναι καινούργιο φαινόμενο. Εκατοντάδες χρόνια πριν νερά από παλίρροια δεσμεύονταν στις εκβολές των ποταμών ώστε η αποθηκευμένη ενέργεια να κινεί νερόμυλους. Κατασκευάστηκαν φράγματα σε ποτάμια. Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας διέρχονταν μέσω θυρών στο φράγμα και γέμιζαν τη (φυσική) αποθήκη. Κατά την πλημμυρίδα έκλειναν της θύρες. Κατά την άμπωτη, που ακολουθούσε μετά από ώρες, το αποθηκευμένο νερό ελευθερωνόταν και κινούσε τους νερόμυλους. Η εκμετάλλευση της παλιρροιακής κινήσεως της θάλασσας μπορεί να πραγματοποιηθεί με υδροστροβίλους. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι ανάλογος με τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών σε τεχνητά φράγματα ή σε φυσικές υδατοπτώσεις.*

*Ενέργεια κυμάτων Τα αποθέματα ενέργειας των κυμάτων μπορούν να θεωρηθούν ανεξάντλητα. Ένας τρόπος αξιοποίησης τους είναι ο εξής: Ο πλωτήρας καθώς δέχεται πλευρικά τη δύναμη των κυμάτων τίθεται σε περιστροφική κίνηση, την οποία μπορεί με κατάλληλη διάταξη να μετατρέψει σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρόμοιοι πλωτήρες είναι ανοικτοί στο κάτω μέρος, το οποίο βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού και περιέχουν αέρα. Με τις κινήσεις αυτές των πλωτήρων που προκαλούνται από τις πλευρικές κρούσεις των κυμάτων, η πίεση του παγιδευμένου αέρα αυξομειώνεται ρυθμικά με τη βοήθεια κατάλληλης βαλβίδας και με τον πεπιεσμένο αέρα λειτουργεί ο στρόβιλος που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.*

*Ενέργεια των ωκεανών Αυτή στηρίζεται στη διαφορά θερμοκρασίας των στρωμάτων της θάλασσας.*

### Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την σημερινή κατάσταση

Η καύση ορυκτών καυσίμων παράγει διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), ένα αέριο που συντελεί σημαντικά στο φαινόμενο του «θερμοκηπίου», καθώς επίσης και άλλα οξείδια όπως θειικά ή οξείδια του αζώτου, που μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα την όξινη βροχή (η οποία είναι καταστρεπτική για τη χλωρίδα, το έδαφος, το θαλάσσιο οικοσύστημα και τις ανθρώπινες κατασκευές) και την αστική αιθαλομίχλη (που επιδεινώνει τα αναπνευστικά προβλήματα). Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ίσως το πιο σημαντικό αέριο που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει σε φυσιολογικά όρια στην ατμόσφαιρα. Μάλιστα είναι μέρος του αέρα που αναπνέουμε όλοι οι άνθρωποι καθώς και όλα τα ζώα. Για τα φυτά το διοξείδιο του άνθρακα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη τους (χρησιμοποιείται κατά την φωτοσύνθεση). Παρόλα αυτά, οι αυξημένες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα τις τελευταίες δεκαετίες, οι οποίες οφείλονται κατά κύριο λόγο στην καύση μεγάλων ποσοτήτων ορυκτών καυσίμων και στη μείωση των δασών, είναι ο κυριότερος υπεύθυνος για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, γνωστό από τις αρχές του 19ου αιώνα, αποτελεί φυσική διεργασία της ατμόσφαιρας, στην οποία οφείλεται η διατήρηση επιπέδων θερμοκρασίας ικανών να επιτρέψουν την ύπαρξη ζωής στη γη. Από την ηλιακή ακτινοβολία, που καταφθάνει στη γήινη ατμόσφαιρα, ένα μέρος ανακλάται πίσω στο διάστημα(30%). Το εναπομείναν 70% απορροφάται από την ατμόσφαιρα(32%), τα νέφη(3%), την επιφάνεια της γης και των ωκεανών(51%). Παράλληλα, η γη, λόγω της θέρμανσης που υφίσταται, εκπέμπει ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα. Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας της γης, σε σχέση με τον ήλιο, το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας αυτής έχει υπεριώδη μορφή. Η ατμόσφαιρα, εξαιτίας της αδιαφάνειάς της σε αυτά τα μήκη κύματος, απορροφά περισσότερο από 70% της υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία ενισχύει την εσωτερική παλμική και περιστροφική ενέργεια των μορίων της ατμόσφαιρας, προσδίδοντάς τους κινητική ενέργεια, που με της σειρά της, λόγω των συγκρούσεων και της τριβής μεταξύ των μορίων μετατρέπεται σε θερμική. Κατ' αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η θέρμανση του γήινου περιβάλλοντος και η διατήρηση μέσης θερμοκρασίας της τάξεως των +15ο C. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις των αερίων, που ευθύνονται για την απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας της γης, γεγονός που έχει, εν πολλοίς, συνδεθεί με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της.

Τα αέρια αυτά, γνωστά ως αέρια του θερμοκηπίου(ΑΤΘ), είναι το μεθάνιο(CH<sub>4</sub>), όζον(O<sub>3</sub>), υποξείδιο του αζώτου(N<sub>2</sub>O), χλωροφθοράνθρακες(CFC's), φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες(HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και διοξείδιο του άνθρακα(CO<sub>2</sub>). Πέραν των χλωροφθορανθράκων, που οφείλονται εξολοκλήρου στην ανθρώπινη δραστηριότητα, τα λοιπά ΑΤΘ αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό

ατμόσφαιρας, ενώ με την ανθρώπινη παρέμβαση σχετίζεται η αύξηση των συγκεντρώσεών τους. Αμεσότερα συνδεδεμένα με την παραγωγή ενέργειας θεωρούνται το CO<sub>2</sub>, που εκλύεται κατά την καύση συμβατικών καυσίμων και το O<sub>3</sub>, που σχετίζεται με τους ρύπους των οχημάτων . Σύμφωνα με τα σενάρια της EWEA, η αιολική ενέργεια μπορεί να μειώσει το κόστος αγοράς δικαιωμάτων ρύπων της ΕΕ κατά 8,3 δις € το 2020 και κατά 15 δις € το 2030, ενώ μπορεί ταυτόχρονα να εξοικονομήσει 27,7 δις € και 55,5 δις € για τα αντίστοιχα έτη από την ελάττωση της χρήσης εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων

Ο όρος παγκόσμιο κλίμα χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις πρότυπες, κοινές, μετεωρολογικές συνθήκες, που επικρατούν για μακρά χρονική περίοδο. Παρότι το παγκόσμιο κλίμα παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις ανά τους αιώνες, ανησυχητική χαρακτηρίζεται η ταχύτατη τάση μεταβολής των καιρικών συνθηκών, των τελευταίων χρόνων. Πρώτη ανησυχητική ένδειξη αποτέλεσε η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, τον τελευταίο αιώνα, κατά περίπου 0,5ο C. Μεγάλη μερίδα της επιστημονικής κοινότητας έχει σπεύσει να παραλληλίσει την αύξηση της θερμοκρασίας με την άνοδο της συγκέντρωσης των ΑΤΘ και κυρίως του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, ενώ πλήθος μελετών έχουν πραγματοποιηθεί προς την κατεύθυνση αυτή. Ωστόσο, παρά τον αδιαμφισβήτητο ρόλο του CO<sub>2</sub> στην απορρόφηση υπεριώδους ακτινοβολίας και την συνακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας, μερίδα επιστημόνων αμφισβητεί την ικανότητα της ανθρώπινης επέμβασης να επηρεάσει οριστικά το παγκόσμιο κλίμα, θεωρώντας τα παραιτηθέντα φαινόμενα μέρος φυσικών διεργασιών και υποστηρίζοντας την ικανότητα του γήινου συστήματος να αντιδρά στις μεταβολές και να αυτορυθμίζεται. Βέβαια, ανεξάρτητα από την υπερίσχυση κάποιας εκ των θεωριών, η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας της γης είναι γεγονός και πλήθος επιπτώσεων έχει αρχίσει να διαφαίνεται. Άμεση απόρροια της θερμοκρασιακής αύξησης αποτελούν η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως κυμάτων καύσωνα και τροπικών κυκλώνων, έντονης ξηρασίας και ερημοποίησης ξηρών περιοχών, ιδιαίτερα της Μεσογείου και Νότιας Αφρικής, έντονων βροχοπτώσεων, κυρίως στη Βόρεια Ασία, Βόρεια Ευρώπη και Αμερική. Επιπτώσεις παρουσιάζονται στην παγκόσμια βιοποικιλότητα, με απώλεια σημαντικού αριθμού ειδών της χλωρίδας και πανίδας. Ωστόσο, πέραν των πρωτογενών επιπτώσεων της ανόδου της θερμοκρασίας, σημαντικές είναι και οι δευτερογενείς συνέπειες. Αυτές

εξειδικεύονται στην υποβάθμιση παράκτιων συστημάτων, την ανεπάρκεια πόσιμου νερού, τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης για ψύξη και θέρμανση, τη μείωση των δασικών εκτάσεων, τον περιορισμό της καλλιεργήσιμης γης, τον υποσιτισμό, τη μετανάστευση. Οι επιστήμονες σε όλο τον κόσμο αναπτύσσουν υπολογιστικά μοντέλα προσπαθώντας να προβλέψουν πως οι κλιματολογικές αλλαγές θα επηρεάσουν τον πλανήτη, παρόλα αυτά είναι πολύ δύσκολο να υπάρξουν ακριβείς προβλέψεις. Μπορούμε να προστατεύσουμε το περιβάλλον και εμάς με την ανάπτυξη και χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και φυσικά με την ανάπτυξη και χρήση τεχνολογιών ορθολογικής Χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας και την ανάπτυξη μιας σωστής ενεργειακής συμπεριφοράς. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι αιολικές εγκαταστάσεις συνολικής ισχύος 50 MW, είναι ικανές να αποτρέψουν, σε ετήσια βάση, την έκλυση 128.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, 2.300 τόνων διοξειδίου του θείου, 180 τόνων οξειδίων του αζώτου και 120 τόνων αιωρούμενων σωματιδίων.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και γενικά των ΑΠΕ έχει οδηγήσει σε κλείσιμο συμβατικών και πυρηνικών σταθμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Την περίοδο 2000 – 2009 στην Ενωμένη Ευρώπη η συνολική εγκατεστημένη ισχύ των στερεών καυσίμων (άνθρακα, λιγνίτη) μειώθηκε κατά 12.010 MW, του πετρελαίου κατά 12.920 MW και των πυρηνικών κατά 7.205 MW. Η τάση αυτή είναι ολοένα και πιο έντονη. Χαρακτηριστικά το 2009, η συνολική καθαρή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος για ηλεκτροπαραγωγή στη Ευρώπη προήλθε κατά 77% από ΑΠΕ εκ των οποίων 50% αιολικά πάρκα και 21% φωτοβολταϊκά.

Ένας πολύ αξιόπιστος δείκτης για την συμβολή της αιολικής ενέργειας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής. Σύμφωνα με τα απολογιστικά στοιχεία της μεγαλύτερης κατασκευάστριας ο χρόνος αντιστάθμισης των εκπομπών που έχουν προκληθεί κατά την κατασκευή ανεμογεννητριών είναι 3,1 έως 6,8 μήνες ανάλογα με το προϊόν και το ενεργειακό μείγμα των τόπων παραγωγής και εγκατάστασης. Στην Ελλάδα ένα αιολικό πάρκο 40MW σε μια περιοχή με σχετικά καλό αιολικό δυναμικό παράγει ετησίως 110.000MWh και εξοικονομεί 93 χιλιάδες τόνους διοξειδίου του άνθρακα προσφέροντας όφελος της τάξης των 2,8 εκατομμυρίων ευρώ κάθε έτος στην εθνική οικονομία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3      Αιολική Ενέργεια**

### **3.1 Γενικά για την Αιολική Ενέργεια**

Αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας τους ανέμους. Λόγω της ιδιότητας του θερμού αέρα να διαστέλλεται, με συνέπεια να μειώνεται η πυκνότητα και το βάρος του, οι θερμές μάζες αέρα παρουσιάζουν ανοδική κίνηση. Αντίστοιχα, οι ψυχρές μάζες μετακινούνται προς τα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας, που έχουν κενωθεί. Η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" ή "πράσινες" πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το καύσιμο είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

Ο άνεμος, όπως από παλιά έχει διαπιστώσει ο άνθρωπος, είναι δυνατό να περιστρέψει ανεμόμυλους ή ανεμοτροχούς, να προωθήσει ιστιοφόρα πλοία και οχήματα ή να κινήσει αντικείμενα, να μας δώσει δηλαδή ενέργεια. Αυτή η ενέργεια, ονομάζεται αιολική (ο Αίολος ήταν ο "διαχειριστής" των ανέμων, κατά τους αρχαίους Έλληνες) και παράγεται από την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Αξιοποιείται στις μέρες μας ολοένα και περισσότερο, σε περιοχές όπου συχνά φυσούν ισχυροί άνεμοι. Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Αιόλου δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο τις ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια. Γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε σήμερα τις ανεμογεννήτριες, με τις οποίες μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.

### 3.2 Ιστορική αναδρομή

Ο άνθρωπος έχει εκμεταλλευτεί την αιολική ενέργεια από νωρίς στην ιστορία του. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για την κίνηση των πλοίων. Οι Κινέζοι, οι Πέρσες, οι Έλληνες και οι Αιγύπτιοι έχουν χρησιμοποιήσει τους ανεμόμυλους για πολλούς αιώνες ΠΧ και κυρίως για το άλεσμα των δημητριακών. Συγκεκριμένα οι Πέρσες χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους κάθετου άξονα, ο αρχαιότερος ανεμόμυλος εντοπίστηκε στην Περσία(900-500π.χ.). Επιπλέον, οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για άντληση νερού. Αυτή η εφαρμογή υπήρχε κυρίως στην Ολλανδία όπου οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για την άντληση νερού από τις πλημμυρισμένες περιοχές και την μεταφορά τους στη θάλασσα. Το 1900, οι Δανοί παρήγαγαν ηλεκτρισμό από τον άνεμο ενώ στην Αμερική ανεμόμυλοι μεταλλικής κατασκευής χρησιμοποιούνται επίσης για ηλεκτροδότηση . Το 1891λειτουργήσε στο Askon της Δανίας πειραματικός ανεμοκινητήρας με δύο ηλεκτρικές γεννήτριες (2Χ9KW) με διάμετρο 22.8 m κάτω από την επίβλεψη του καθηγητή P.LaCour ο οποίος Χρησιμοποίησε την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για ηλεκτρόλυση, έτσι ώστε να παράγει υδρογόνο που διοχετεύοταν στην εγκατάσταση αερίου για τον φωτισμό των κτιρίων ενός σχολείου. Αντίστοιχα τη δεκαετία του 1930 κατασκευάστηκε στη βαλτική μηχανή 100 KW, με σχεδιαστική επίβλεψη του Sabanin και Yuriev. Τέλος το 1940 κατασκευάζεται στο Vermont των Η.Π.Α. ένας πειραματικός δίπτερος ανεμοκινητήρας (ανεμογεννήτρια) σημαντικής ισχύος. Κατά τη διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου, η κατασκευαστική εταιρεία F.L.Smidth της Δανίας, κατασκεύασε ένα σημαντικό αριθμό ανεμογεννητριών με δύο και τρία πτερύγια. Μία από τις πρώτες μηχανές με τρία πτερύγια της εταιρείας F.L.Smidth εγκαταστάθηκε στο νησί Bogø, στη Δανία το 1942. Η ανεμογεννήτρια συνδυάστηκε με μία νηξελογεννήτρια για την ηλεκτροδότηση του νησιού. Το 1951 έγινε μια μετατροπή της μηχανής από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα 35 KW, με αποτέλεσμα να είναι η δεύτερη μηχανή στον κόσμο που παρήγαγε εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο μηχανικός Johannes Juul, μαθητής του Poul LaCour , κατασκεύασε την πρώτη ανεμογεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος στον κόσμο. Η μηχανή εγκαταστάθηκε στο Vester Egesborg, Δανία. Το 1956-57 ο Johannes Juul κατασκεύασε μια πρωτοποριακή μηχανή(200 KW) για την εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή Gedser στην νότια Δανία. Η ασύγχρονη μηχανή με τρία πτερύγια, ηλεκτρομαγνητικά μεταβαλλόμενης κλίσης, αποτελεί τη βάση ανάπτυξης των σύγχρονων ανεμογεννητριών. Για πρώτη φορά η μηχανή περιελάμβανε μηχανισμό φρένου για την προστασία της μηχανής από τις υψηλές ταχύτητες του ανέμου. Ο Juul σχεδίασε το σύστημα που ο μηχανισμός του περιελάμβανε τα φρένα στην άκρη τα οποία απελευθερώνταν από την φυγόκεντρο δύναμη όταν η ταχύτητα περιστροφής ξεπερνούσε κάποιο όριο. Η ανεμογεννήτρια που ήταν για αρκετά χρόνια η μεγαλύτερη στον κόσμο, αποδείχθηκε ιδιαίτερα ανθεκτική. Λειτουργήσε για 11 χρόνια χωρίς να απαιτηθεί συντήρηση. Από την δεκαετία του 1930 και άλλες ευρωπαϊκές χώρες(Ρωσία, Γαλλία) επιχειρούν να



εκουγχρονίσουν τις αιολικές μηχανές ηλεκτροπαραγωγής. Χρησιμοποιώντας παρόμοιες, μεταξύ τους, τεχνικές, κατασκευάζουν μηχανές, διαμέτρου 20-30m, μέγιστης ισχύος 32KW, παραμένοντας μακριά από το επιθυμητό αποτέλεσμα και αντιμετωπίζοντας σημαντικά προβλήματα ανθεκτικότητας των υλικών. Μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο, πραγματοποιούνται πιο αξιόλογες μελέτες, κυρίως στη Γαλλία, συντελώντας στην εξέλιξη της αιολικής τεχνολογίας και τον εντοπισμό των παραγόντων που προκαλούν θόρυβο. Μέγιστο επίτευγμα της φάσης αυτής αποτελεί η ανεμογεννήτρια *Best Romani*, τριών πτερυγίων, διαμέτρου 30m και απόδοσης 800KW. Μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο, στην Αμερική κατασκευάζονται οι ισχυρότερες ανεμογεννήτριες, από το MIT, σπάζοντας το φράγμα του 1MW. Η αιολική ενέργεια δεν θεωρήθηκε όμως σημαντική μέχρι τη δεκαετία του 70' όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας και προσπάθησε να ξανασχεδιάσει την ανεμογεννήτρια.

Στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά ανεμόμυλοι κυρίως στην Ανατολική Κρήτη για την άντληση ποτιστικού νερού από πηγάδια. Οι ανεμόμυλοι αυτοί είναι σιδερένιοι με υφασμάτινα πανιά, και αναφέρονται συγκεντρωμένοι κύρια στο οροπέδιο του Λασιθίου. Την εποχή της άνθησής τους, πριν το 1940, υπήρξαν χιλιάδες ανεμόμυλοι ενώ σήμερα λειτουργούν περίπου χίλιοι. Παράλληλα στη Σητεία αναφέρθηκε μια ενδιαφέρουσα μέθοδος αντλησιοταμίευσης, η οποία διερευνάται ως προς την οικονομικοτεχνική ελκυστικότητα της και σήμερα. Στην περίπτωση αυτή της Σητείας, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για την άντληση νερού με την βοήθεια ανεμόμυλων, το οποίο αποθηκεύεται σε υψηλή δεξαμενή. Στη συνέχεια η διαθέσιμη υδατόπτωση χρησιμοποιείται κατά βούληση σε προσκείμενους νερόμυλους. Σημαντικός αριθμός ανεμόμυλων βρέθηκε και στις Κυκλάδες, στη Ρόδο, στη Χίο και γενικότερα στα νησιά του Αιγαίου. Ο τύπος του ανεμόμυλου που αναπτύχθηκε στη πατρίδα μας είναι οριζοντίου άξονα, σε πέτρινο κτίσμα) Με πάνινα πτερύγια. Ενώ η πρώτη απόπειρα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια, πραγματοποιείται στην Κύθνο, γύρω στο 1982.



Εικόνα 3.1 Δυο από τις πρώτες ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιήθηκαν για ερευνητικά τεστ το 1897 στο Askon της Δανίας κατασκευασμένα από το μετεωρολόγο RoullaCour που θεωρείται πρωτοπόρος στην αιολική ενέργεια

### 3.3 Ανεμόμυλοι

Ο ανεμόμυλος, που αποτελεί πρόγονο των σημερινών ανεμογεννητριών, είναι αιολική μηχανή (δηλαδή μηχανή που μπορεί να εκμεταλλευτεί την κινητική/δυναμική ενέργεια του ανέμου για να παράγει έργο) οριζόντιου άξονα περιστροφής (δηλαδή ο δρομέας τους είναι τύπου έλικας και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους). Έχει χρησιμοποιηθεί για την άλεση των δημητριακών και την άντληση νερού. Γνωστός απ' τα αρχαία χρόνια, διαδόθηκε σημαντικά στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο. Στην ελληνική ιστορία η πρώτη του εμφάνιση σημειώθηκε τον 1ο αιώνα μ.Χ., οπότε και σχεδιάστηκε από τον Ήρωνα. Αν και ο Ήρωνας ήταν επηρεασμένος από το σχήμα και την μορφή του πανεμόνιου (ανεμόμυλου κάθετου άξονα περιστροφής, ο οποίος βρίσκεται σταθερός και κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους, που χρησιμοποιούταν κυρίως στην Μεσοποταμία και την Κίνα - αν και η μορφή του ήταν ήδη γνωστή στα αλεξανδρινά χρόνια, η εξάπλωσή του στην Ευρώπη και ιδίως στις Κάτω Χώρες έγινε πολύ αργότερα, μετά την Α' Σταυροφορία), η κατασκευή που εφηύρε ήταν οριζόντιου άξονα περιστροφής με τέσσερα πτερύγια. Στην Ελλάδα η

χρήση των ανεμόμυλων υπήρξε αρκετά εκτεταμένη, λόγω του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας (υψηλές συγκεντρώσεις έντονων βαρομετρικών αυξομειώσεων που δημιουργούσαν ανέκαθεν πολλούς ανέμους, ιδίως στα νησιά του Αιγαίου). Αν και είχαν εμφανιστεί πολλούς αιώνες πριν, η χρήση τους καθιερώθηκε κατά τη Βυζαντινή περίοδο, γνωρίζοντας ακόμα μεγαλύτερη διάδοση κατά την περίοδο της Φραγκοκρατίας, κυρίως στο ανατολικό Αιγαίο αλλά και στην ενδοχώρα. Κατά κανόνα στεγάζονταν σε κυλινδρικά, πέτρινα, διώροφα κτίρια. Στον επάνω όροφο βρισκόταν ο άξονας και το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, ενώ στον κάτω όροφο γινόταν η άλεση και αποθήκευση των σιτηρών. Τα πτερύγιά τους ήταν πάνινα, 5-15 μέτρα σε μήκος και πλάτος το 1/5 του μήκους τους. Ένας ανεμόμυλος μπορούσε να αλέσει 20 με 70 κιλά σιτηρών την ώρα, ανάλογα με την ένταση και τη φορά του ανέμου. Σήμερα οι περισσότεροι ανεμόμυλοι έχουν ερειπωθεί και διατηρούνται ελάχιστοι, κυρίως για τουριστικούς λόγους. Μια παραλλαγή ανεμόμυλου χρησιμοποιήθηκε στο οροπέδιο του Λασιθίου στην Κρήτη, για την άντληση νερού. Αυτοί ήταν σιδερένιες κατασκευές με πάνινα πτερύγια. Από τους 6.000 που υπολογίζεται ότι υπήρχαν στις αρχές του 20ού αιώνα, σήμερα λειτουργούν περίπου οι χίλιοι. Πολλοί από αυτούς διαθέτουν τέσσερα πτερύγια.

### 3.3.1 Ανεμόμυλοι στην Μέση Ανατολή

Ο ανεμόμυλος είναι μια διάταξη που χρησιμοποιεί ως κινητήρια δύναμη την κινητική ενέργεια του άνεμου (αιολική ενέργεια). Χρησιμοποιείται για την άλεση σιτηρών, την άντληση νερού και σε άλλες εργασίες. Φαίνεται ότι οι αρχαίοι λαοί της Ανατολής χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους, αν και η πρώτη αναφορά σε ανεμόμυλο (ένα περσικό συγκρότημα ανεμόμυλων του 644 μ.Χ.) εμφανίζεται σε έργα Αράβων συγγραφέων του 9ου μ.Χ. αιώνα. Αυτό το συγκρότημα των ανεμόμυλων βρισκόταν στο Σειστάν, στα σύνορα της Περσίας και Αφγανιστάν και ήταν “οριζόντιου τύπου” δηλαδή με ιστία (φτερά) τοποθετημένα ακτινικά σε έναν “κατακόρυφο άξονα”. Ο άξονας αυτός στηριζόταν σε ένα μόνιμο κτίσμα με ανοίγματα σε αντιδιαμετρικά σημεία για την είσοδο και την έξοδο του αέρα. Κάθε μύλος έδινε απευθείας κίνηση σε ένα μόνο ζεύγος μυλόπετρες. Οι πρώτοι μύλοι είχαν τα ιστία κάτω από τις μυλόπετρες, όπως δηλαδή συμβαίνει και στους οριζόντιους νερόμυλους από τους οποίους φαίνεται ότι προέρχονταν. Σε μερικούς από τους μύλους που σώζονται σήμερα τα ιστία τοποθετούνται πάνω από τις μυλόπετρες. Τον 13ο αιώνα οι μύλοι αυτού του τύπου ήταν γνωστοί στην Βόρεια Κίνα, όπου μέχρι και τον 16ο αιώνα τους χρησιμοποιούσαν για εξάτμιση του θαλασσινού νερού στην παραγωγή αλατιού. Τον τύπο αυτό του μύλου χρησιμοποιούσαν επίσης στην Κριμαία, στις

περισσότερες χώρες της Δυτικής Ευρώπης και στις ΗΠΑ, μόνο που λίγοι από αυτούς διασώζονται σήμερα. Ο πιο αντιπροσωπευτικός από όλους αυτούς τους τύπους των ανεμόμυλων είναι ο τύπος με το “στροφείο σχήματος S” (S-Rotor) (εφευρέτης ο Φιλανδός S.J.Savinious) που ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται σε φτωχές ή απομονωμένες περιοχές λόγω της φτηνής και εύκολης κατασκευής του.

### 3.3.2 Οι πρώτοι ευρωπαϊκοί ανεμόμυλοι

Ο ανεμόμυλος έφτασε στην Ευρώπη από τους Άραβες, χρησιμοποιήθηκε δε στον τύπο του κατακόρυφου ρωμαϊκού υδραυλικού τροχού, με τη διαφορά ότι ο ανεμόμυλος είχε στην θέση του τροχού κατακόρυφα φτερά που μετέδιδαν την κίνηση στις μύλοπετρες με ένα ζεύγος οδοντωτών τροχών. Οι πρώτοι τέτοιοι περιστρεφόμενοι μύλοι εμφανίστηκαν στη Γαλλία το 1180, στην Αγγλία το 1191 και στη Συρία την εποχή των Σταυροφοριών (1190). Στις αρχές του 14 ου αιώνα αναπτύχθηκε στη Γαλλία ο ανεμόμυλος σε σχήμα πύργου (ξετροχάρη), Σε αυτόν τον τύπο ανεμόμυλου οι μύλοπετρες και οι οδοντωτοί τροχοί ήταν τοποθετημένοι σε ένα σταθερό πύργο με κινητή οροφή ή “κάλυμμα”, στην οποία στηρίζονταν τα ιστία και η οποία μπορούσε να στραφεί επάνω σε ειδική τροχιά, στην κορυφή του πύργου. Ο “περιστρεφόμενος ανεμόμυλος με κοίλο εσωτερικά άξονα” επινοήθηκε στις Κάτω Χώρες στις αρχές του 15ου αιώνα. Διέθετε έναν κατακόρυφο άξονα με γρανάζια στα δύο του άκρα ο οποίος περνούσε μέσα από τον κοίλο άξονα και κινούσε ένα τροχό με περιφερειακά διαταγμένα σκαφίδια που μετέφερε το νερό σε υψηλότερη στάθμη.

### 3.4 Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας

1) Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με την ενέργεια από συμβατικά καύσιμα.

2) Είναι μια καθαρή μορφή και ήπια προς το περιβάλλον ενέργεια, που 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.

Για τη χώρα μας ισχύουν ειδικά και τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

3) Διαθέτουμε πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ενδεικτικά στα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.

4) Απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης.

5) Απεξάρτηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.

6) 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.

7) Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής KWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο, του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η.

8) Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού

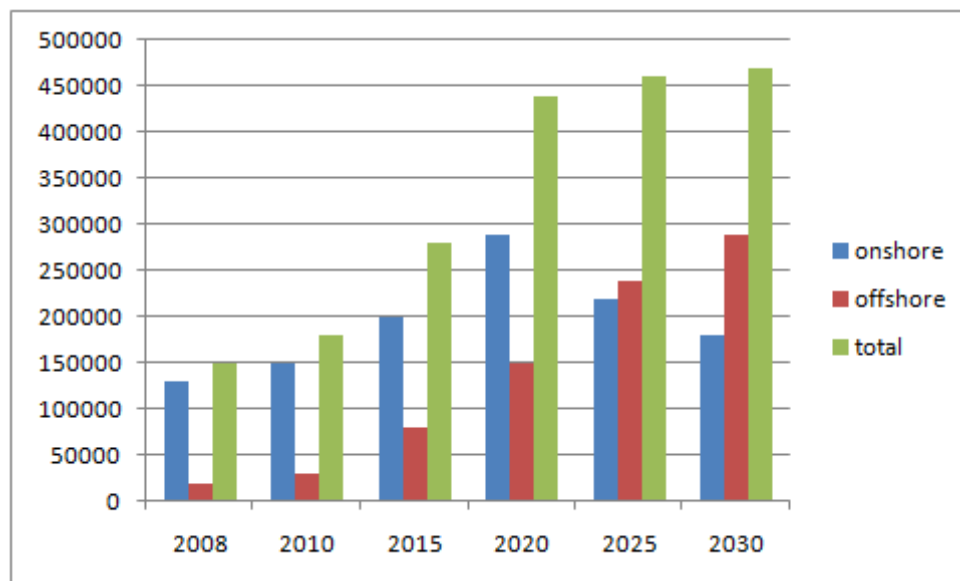
επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαράγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας.

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

10) Η αξιόλογη εγχώρια ήλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και τα το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.

Αναφορικά με την προσφορά εργασίας στην Ελλάδα και όπως προκύπτει από απολογιστικά στοιχεία των εν λειτουργία αιολικών πάρκων, για συνολική εγκατεστημένη ισχύ 10MW απαιτούνται 120 ανθρωπομήνες απασχόλησης, κατά τη φάση της κατασκευής, εκ των οποίων 30-40% καλύπτεται από το τοπικό εργατικό δυναμικό, ενώ κατά τη φάση της λειτουργίας, απαιτούνται 3-5 μόνιμοι εργαζόμενοι, το σύνολο των οποίων προέρχεται, συνήθως, από το τοπικό δυναμικό. Τα αποτελέσματα αυτά, εάν επεκταθούν στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ της Ελλάδος, σήμερα (1723,1 MW), προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: Για την κατασκευή αυτών απαιτήθηκαν 20.677,2 ανθρωπομήνες απασχόλησης, εκ των οποίων 6.203,16- 8.270,88 αφορούσαν τοπικό πληθυσμό . Για τη λειτουργία αυτών απαιτούνται περίπου 516,93-861,65 μόνιμοι εργαζόμενοι, το σύνολο των οποίων προέρχεται από το τοπικό εργατικό δυναμικό . Ακόμα, θετικά είναι τα συμπεράσματα για την απασχόληση που προκύπτουν από τη σύγκριση αιολικών και λιγνιτικών εγκαταστάσεων. Βάσει υπολογισμών της ΔΕΗ, για κάθε MW εγκατεστημένης ισχύος απαιτούνται 0,2 μόνιμες θέσεις εργασίας, ενώ για ίδιας ισχύος αιολική εγκατάσταση απαιτούνται 0,5-1 μόνιμες θέσεις .Πέραν των θέσεων, που προκύπτουν κατά την τοποθέτηση και λειτουργία των ανεμογεννητριών, σκόπιμο θα ήταν για τη χώρα μας να εξεταστεί περαιτέρω ο κατασκευαστικός τομέας, ο οποίος και παρέχει σημαντικότερες προοπτικές ενίσχυσης της τοπικής απασχόλησης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για συνολική εγκατεστημένη ισχύ 10 MW, συμπεριλαμβανομένης και της φάσης κατασκευής των ανεμογεννητριών, οι θέσεις εργασίας που απαιτούνται εκτοξεύονται σε 150-190 . Η συνεισφορά των αιολικών πάρκων στα τοπικά εισοδήματα και τα έσοδα των ΟΤΑ, των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης στα όρια των οποίων βρίσκονται εγκατεστημένα, κάθε άλλο παρά αμελητέα μπορεί να θεωρηθεί. Καταρχάς, οι ΟΤΑ λαμβάνουν, ετησίως, ποσοστό 3% επί των ακαθάριστων εσόδων των παραγωγών από την πώληση της ενέργειας, με τη μορφή τέλους. Το εισόδημα των ΟΤΑ, από μια ενδεικτική εγκατεστημένη ισχύ των 10MW, με ετήσιο τζίρο περίπου 2.000.000€, ανέρχεται σε 60.000€. Επεκτείνοντας τον υπολογισμό αυτό στα 1.723,1MW εγκατεστημένης ισχύος της χώρας μας,

σήμερα, προκύπτουν περίπου 10.338.600€ συνολικό, ετήσιο εισόδημα για τους ΟΤΑ. Αναφορικά με τα εισοδήματα των κατοίκων της περιοχής, αυτά ενισχύονται σημαντικά από την κατασκευή και λειτουργία του πάρκου. Αναλυτικότερα, για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου συνολικής ισχύος 10 MW δαπανώνται περίπου 11.000.000€, εκ των οποίων περίπου 1.800.000€ αποτελεί πληρωμές τοπικού προσωπικού, που απασχολείται στα έργα. Για τη λειτουργία του πάρκου δαπανώνται, ετησίως, 35.000-50.000€, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων αφορά πληρωμές μόνιμου προσωπικού, που συνήθως προέρχεται από την τοπική κοινωνία και πληρωμές προσωπικού συντηρήσεων και επισκευών, που, επίσης, προέρχεται, κατά το μεγαλύτερο μέρος του, από το τοπικό εργατικό δυναμικό. Ένα επιπλέον οικονομικό κίνητρο για τους κατοίκους των περιοχών εγκατάστασης αιολικών πάρκων είναι η επιστροφή 1% επί του ετήσιου ακαθάριστου εισοδήματος από την πώληση της ενέργειας, στους οικιακούς καταναλωτές του διαμερίσματος του Δήμου ή της Κοινότητας, όπου θα βρίσκεται εγκατεστημένο το πάρκο, η οποία θα λαμβάνεται με μορφή πίστωσης των λογαριασμών της ΔΕΗ. Ένα μέσο, που χρησιμοποιείται εκτενώς από τους επενδυτές, προκειμένου να προκαταβάλλουν θετικά τον τοπικό πληθυσμό απέναντι στις αιολικές εγκαταστάσεις, περιορίζοντας, έτσι, τα διάφορα προσχώματα που πιθανώς θα προκύψουν, είναι η τακτική της παροχής αντισταθμιστικών οφελών. Στο πλαίσιο αυτό, πέραν των διαφόρων βελτιώσεων του οδικού και ηλεκτρικού δικτύου, που είναι απαραίτητες για τη μεταφορά των ανεμογεννητριών στον τόπο εγκατάστασης και τη διασύνδεση και τροφοδοσία του δικτύου, οι επενδυτές, συνηθίζουν να παρέχουν στον τοπικό πληθυσμό μια σειρά από κοινωφελή έργα. Τέτοια μπορεί να είναι σχολεία, πάρκα, δρόμοι και άλλα, για την κατασκευή των οποίων δεν επιβαρύνεται ούτε ο τοπικός πληθυσμός ούτε, φυσικά, ο εκάστοτε ΟΤΑ.

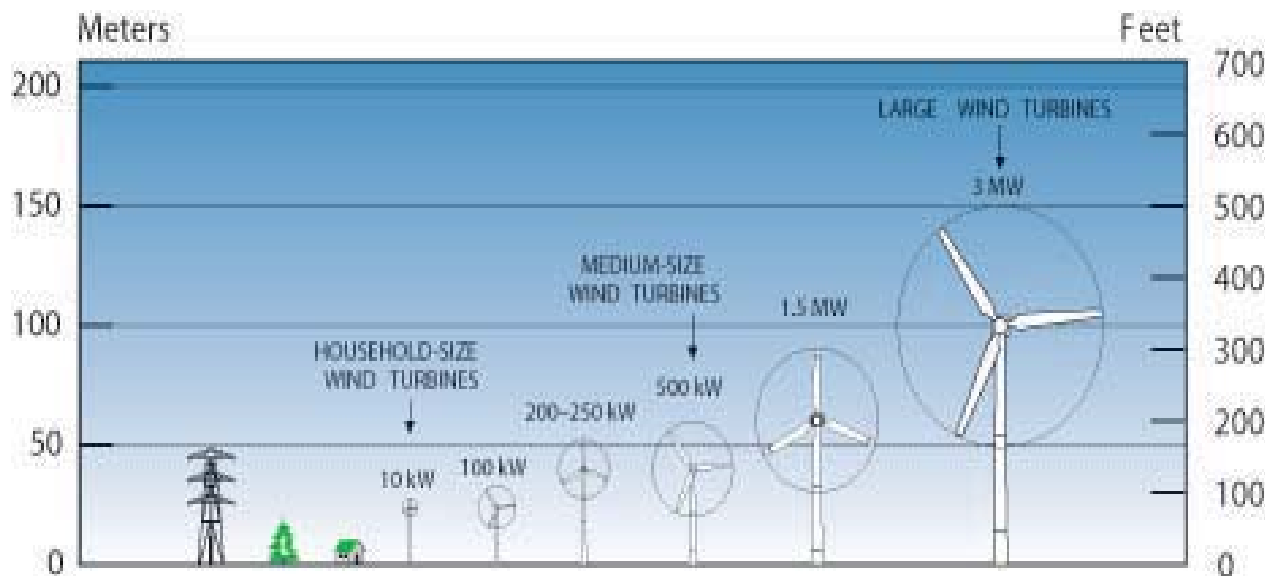


Γράφημα 3.1 Προοπτική εξέλιξης των θέσεων εργασίας στα αιολικά πάρκα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (2008-2030)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4      **Ανεμογεννήτριες**

### **4.1 Γενικά για τις Ανεμογεννήτριες**

Τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας τα οποία μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια και κατόπιν σε ηλεκτρική ενέργεια ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δίπτερες και τρίπτερες. Οι τρίπτερες με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού. Από τις αρχές της δεκαετίας του '80, η τεχνολογική ανάπτυξη στόχευσε στον σχεδιασμό μεγαλύτερων ανεμογεννητριών για την καλύτερη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού. Από το πρώτο μοντέλο της Vestas του 1981 με διάμετρο φτερωτής 15 μέτρων (V15) φτάσαμε σήμερα στην V112 (onshore) η οποία έχει 7,5 φορές μεγαλύτερη διάμετρο (112μ) και 55 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια σάρωσης.



Εικόνα 4.1 Μεγέθη ανεμογεννητριών



Πίνακας 4.1 Διαχρονική εξέλιξη του μεγέθους των ανεμογεννητριών από το 1980 μέχρι σήμερα

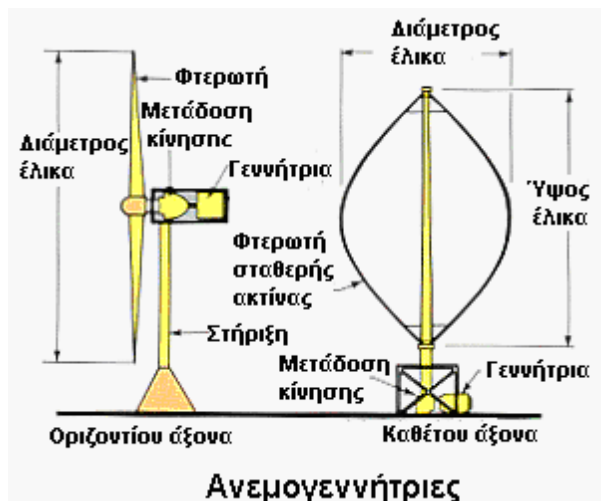
	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ονομαστική ισχύς	30KW	80KW	250KW	600KW	1500KW	3000KW	6000KW
Διάμετρος ρότορα	15 m	20 m	30 m	46 m	70 m	90 m	126 m
Υψος πύργου	30 m	40 m	50 m	78 m	100 m	105 m	135 m
Ετήσια Ηλεκτροπαραγωγή	35,000 kWh	95,000 kWh	4000,000 kWh	1,250,000 kWh	3,500,000 kWh	6,900,000 kWh	20,000,000 kWh

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες (εικόνα 4.2) :

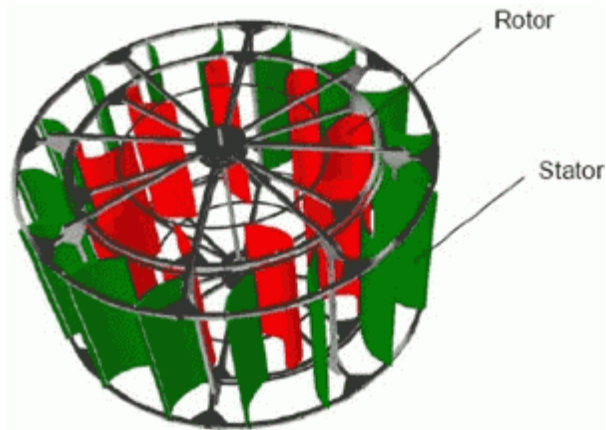
- ✦ *Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και διαθέτει δυνατότητα περιστροφής .Βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους*
- ✦ *Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους ,πάνω στον οποίο στηρίζονται περιστρεφόμενα πτερύγια.*

*Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου ,η αύξηση του ύψους του πύργου σε συνδυασμό με την παραδοχή της μεγαλύτερης ταχύτητας ανέμου σε μεγαλύτερα ύψη, οδηγεί σε επιπλέον ενίσχυση της αναμενόμενης παραγωγής . 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. Στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα επειδή είναι πιο αποδοτικές , με δύο ή τρία πτερύγια. Τρίπτερες ανεμογεννήτριες με ρότορα μήκους μικρότερου των 10 μέτρων έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού ανέμου (ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου) και κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρό καθώς τα προβλήματα αντοχής και δυναμικής καταπόνησης μηχανικών μερών είναι περιορισμένα. Με λιγότερα πτερύγια (2 ή 1) απαιτείται μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής για το αποτέλεσμα που συνεπάγεται περισσότερο θόρυβο και φθορές, με μόνο πλεονέκτημα το μικρότερο κόστος . Οι πολύ συμπαγείς πτερωτές*

(πολλά ή φαρδιά πτερύγια) ξεκινάνε τη λειτουργία τους με μικρές ταχύτητες ανέμου αλλά θα πρέπει να βγαίνουν εκτός λειτουργίας στις μεγάλες ταχύτητες. Ο μέσος κύκλος ζωής τους ανέρχεται σε 20-25 έτη, και αντιστοιχεί σε περισσότερες από 120.000 ώρες λειτουργίας. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών εστιάζεται σε περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου, καθώς η παραγόμενη ισχύς αυξάνεται κατακόρυφα με την αύξηση των ταχυτήτων του ανέμου: ένα πάρκο ανεμογεννητριών το οποίο αποδίδει 200 KW με ταχύτητα ανέμων 4 m/sec, αποδίδει οκταπλάσια ισχύ αν η ταχύτητα των ανέμων διπλασιαστεί. Η κατασκευή μηχανών της τάξεως Μεγαβάτ κατάφερε να ενταχθεί στο οικονομικά και κατασκευαστικά βιώσιμο κατεστημένο σήμερα μέσα από Ευρωπαϊκά προγράμματα, τα πλεονεκτήματα που έχουν να επιδείξουν οι νέες μεγαλύτερες μηχανές δεν αφορούν μόνο την απόδοσή τους. Συγκεκριμένα, οι μεγάλες ανεμογεννήτριες συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χώρου, καθώς η απαιτούμενη έκταση για την επίτευξη συγκεκριμένης παραγωγής είναι αισθητά μικρότερη από την αντίστοιχη, που απαιτούν μηχανές μικρότερης επιφάνειας σάρωσης. Το γεγονός αυτό περιορίζει τις πιθανότητες συγκρούσεως χρήσεων γης, ενώ ταυτόχρονα μειώνει το κόστος της επένδυσης και αυξάνει το περιθώριο κέρδους για δεδομένη εκμεταλλεύσιμη έκταση. Επιπλέον, έχοντας αυξημένες δυνατότητες απόδοσης, καθιστούν βιώσιμες τις επενδύσεις σε δύσβατες περιοχές ή περιοχές με υψηλό κόστος εγκατάστασης και θεμελίωσης, όπως παράκτιες ή υπεράκτιες.



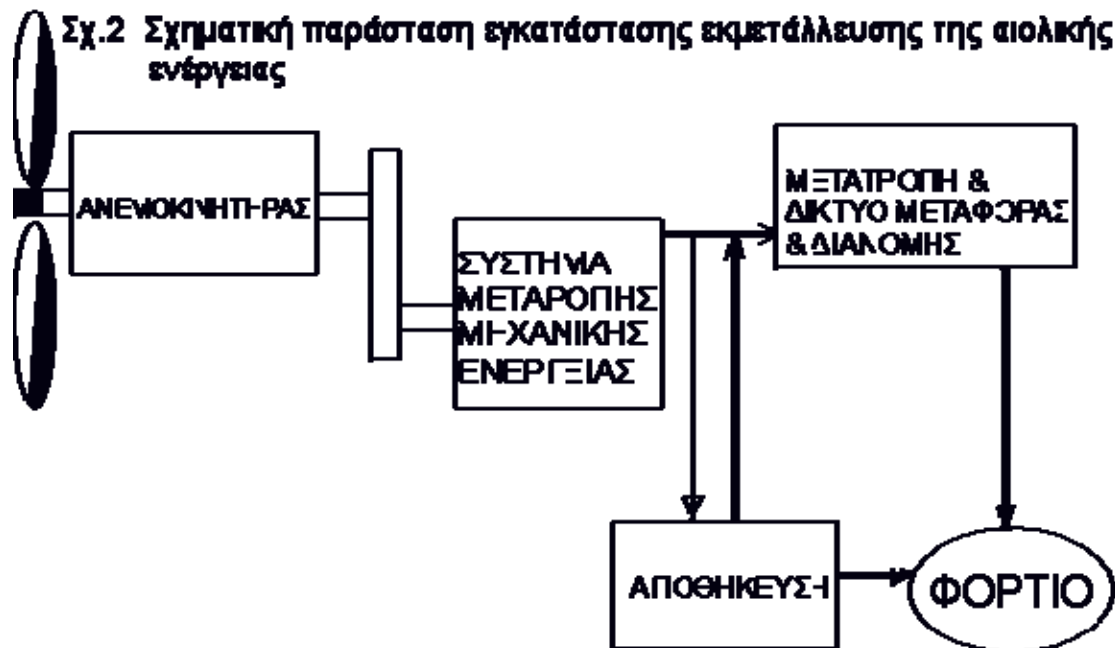
Εικόνα 4.2 ανεμογεννήτριες οριζόντιου/κάθετου άξονα



Σχήμα 1 ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

Σημαντική βελτίωση παρουσιάζει η διαθεσιμότητα των καινούριων μηχανών, το ποσοστό δηλαδή του χρόνου που είναι ικανές να λειτουργούν και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Η διαθεσιμότητα των αιολικών πάρκων αυξήθηκε, ήδη, από 60% σε 95% κατά το διάστημα 1981-1986, με τα ποσοστά των περισσότερων σημερινών εγκαταστάσεων να ανέρχονται σε 98% και πλέον. Οι συντελεστές απόδοσης των σημερινών αιολικών εγκαταστάσεων υπολογίζονται σε 40% κατ'ελάχιστον, με μεγαλύτερα νούμερα να εντοπίζονται σε περιοχές με ισχυρό αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό.

Ο ανεμοκινητήρας από την εποχή της εμφάνισής του μέχρι σήμερα έχει περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης, τόσο ως προς τον τύπο του (οριζοντίου ή κάθετου άξονα) όσο και ως προς τα υποσυστήματα του (πτερύγια, κιβώτιο ταχυτήτων, πύργος, αυτοματισμοί, γεννήτρια κ.α.). Εξελίξεις έχουν επίσης σημειωθεί και στον τρόπο δέσμευσης, αξιοποίησης, αποθήκευσης ή μεταφοράς της ενέργειας του ανέμου που μετατρέπεται από την Α/Γ σε άλλη μορφή ενέργειας. Μια εικόνα των βασικών μερών που αποτελούν μια διάταξη εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας καθώς και της ροής ενέργειας παρουσιάζεται στο σχήμα 2.



Η διάταξη αυτή είναι μια γενική περίπτωση όπου η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανικό έργο με τη βοήθεια αεροδυναμικής διάταξης (π.χ. μιας έλικας). Αυτό το μηχανικό έργο μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμο επί τόπου ή να χρειαστεί να μετατραπεί σε μια άλλη μορφή ενέργειας και να μεταφερθεί στον τόπο της ζήτησης. Παραδείγματα εκμετάλλευσης της παραγόμενης ενέργειας επί τόπου είναι αυτό της παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση του νερού που μπορεί να αποθηκευτεί, μεταφερθεί, και να καεί ως αέριο καύσιμο με μηδαμινή επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Στη δεύτερη που είναι και πιο ευρέως διαδεδομένη είναι αυτή της μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια λόγω της εύκολης μεταφοράς αλλά και της δυνατότητας που έχει να μετατρέπεται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή θέλουμε. Βέβαια οι μεγάλες διακυμάνσεις της ενέργειας του ανέμου με το χρόνο πολλές φορές έχουν χρονική ασυμφωνία με την ζήτηση ενέργειας με αποτέλεσμα την αναγκαιότητα της αποθήκευσης της ενέργειας για τις χρονικές στιγμές στις οποίες η ισχύς του ανέμου πέφτει Κάτω από ένα όριο.

Έτσι ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός συστήματος εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Μελέτη των χαρακτηριστικών του ανέμου με σκοπό την εκλογή της βέλτιστης τοποθεσίας για την εγκατάσταση της Α/Γ και την πιθανή παραγωγή ενέργειας.

2. Σχεδιασμός της αεροδυναμικής διάταξης που να μετατρέπει κατά τον αποδοτικότερο τρόπο την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανικό έργο.

3. Μελέτη της περίπτωσης μετατροπής του μηχανικού έργου σε άλλη πιο συμφέρουσα μορφή ενέργειας και βέλτιστο σχεδιασμό του συστήματος μετατροπής του μηχανικού έργου του δρομέα.

4. εύρεση του καλύτερου τρόπου αντιμετώπισης των διακυμάνσεων της ενέργειας του ανέμου.

5. Μελέτη του βέλτιστου τρόπου μεταφοράς, αν απαιτείται .

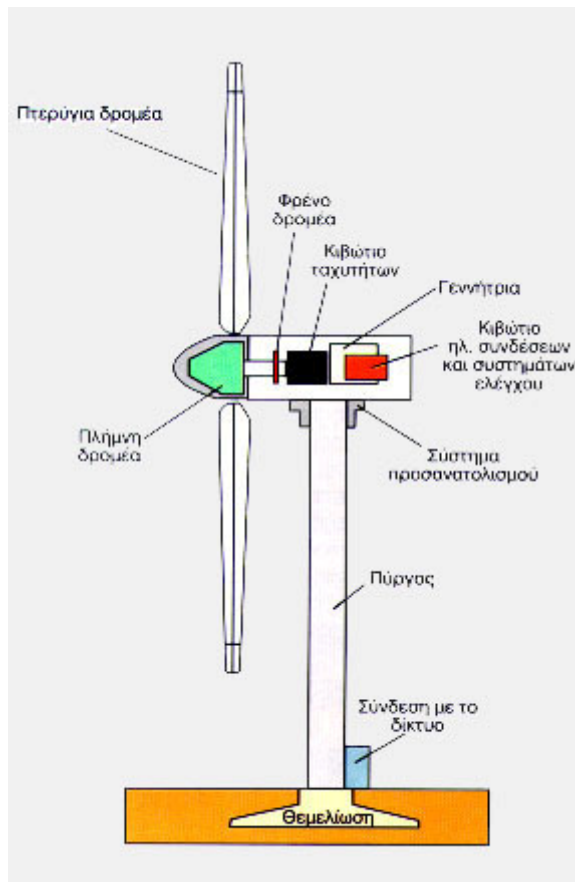
6. Διεύρυνση της καλύτερης προσαρμογής της μεταβαλλόμενης παραγωγής ενέργειας του συστήματος προ την κατανάλωση.

Όλα τα παραπάνω για να είναι εφικτά θα πρέπει το τελικό προϊόν που θα διατεθεί στην αγορά κατανάλωσης πάνω από όλα να είναι οικονομικά ανταγωνίσιμο έναντι στις άλλες συμβατικές πηγές ενεργείας έτσι ώστε μια οποιαδήποτε επιστημονική προσέγγιση να μην χάσει την αξία της αλλά και το σκοπό της.

## 4.2 Βασικά μέρη που αποτελείται μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα

- το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα . Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα . Είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες), παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι δε σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις .Το πτερύγιο δέχεται τον άνεμο κατά μήκος του υπό διαφορετικές γωνίες, η γωνία πρόσπτωσης αυξάνεται προς τη βάση του πτερυγίου. Οι πολύ μεγάλες γωνίες δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα προκειμένου να υπάρχει ενιαία γωνία πρόσπτωσης κατά μήκος πτερυγίου, το πτερύγιο έχει μορφή περιστροφική.
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριε άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών , το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα χαμηλών στροφών περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής. Το κιβώτιο πολλαπλασιασμού των στροφών η κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μας με την διαφορά ότι έχει μόνον μια σχέση τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα . Ο ελεγκτής εκκινά τη μηχανή για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από 8 με 16 m/h και την κλείνει όταν φτάσουν στα 55 m/h περίπου. Οι τουρμπίνες δεν λειτουργούν για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 55 m/h γιατί κινδυνεύουν να καταστραφούν. Γρανάζια αυξάνουν τις ταχύτητες περιστροφής από περίπου 30 έως 60 περιστροφές το λεπτό σε 1000 έως 1800 περιστροφές το λεπτό, που είναι η ταχύτητα περιστροφής που οι περισσότερες ανεμογεννήτριες απαιτούν ώστε να παραγάγουν ηλεκτρισμό.
- το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου κάθε στιγμή της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας. Η ανεμογεννήτρια λέγεται ότι έχει σφάλμα περιστροφής, αν ο δρομέας δεν είναι κάθετος στη διεύθυνση του ανέμου. Αυτό συνεπάγεται ότι θα αξιοποιείται από την ανεμογεννήτρια μικρότερο μέρος της ενέργειας του ανέμου και η ανεμογεννήτρια θα δέχεται μεγαλύτερα φορτία κόπωσης .

- τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Κατασκευάζονται από ατσάλι σε σωληνοειδή μορφή, τσιμέντο, ή από ατσάλι σε καφασωτή μορφή, σαν πλέγμα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους. Επειδή η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος, οι ψηλότεροι πύργοι δίνουν τη δυνατότητα στις τουρμπίνες να «αιχμαλωτίσουν» περισσότερη ενέργεια και να παραγάγουν περισσότερων ηλεκτρισμό. Για τον υπολογισμό του πύργου λαμβάνεται υπόψη, μεταξύ άλλων, το μέγεθος του δρομέα. Στόχο αποτελεί ο εντοπισμός ύψους τέτοιου, ώστε να εξασφαλίζει η ανεπηρέαστη από το έδαφος ροή του ανέμου (τυρβώδεις άνεμοι) ενώ το κατάλληλο ύψος συμβάλλει στον περιορισμό του θορύβου.
- τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για κάποιο σφάλμα.
- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους αποτελεί, κατά κανόνα, μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος και βρίσκεται συνδεδεμένη με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών, με τη βοήθεια ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου. Μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Η ηλεκτρογεννήτρια είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη ή με τις γεννήτριες που έχουμε στα εξοχικά μας.

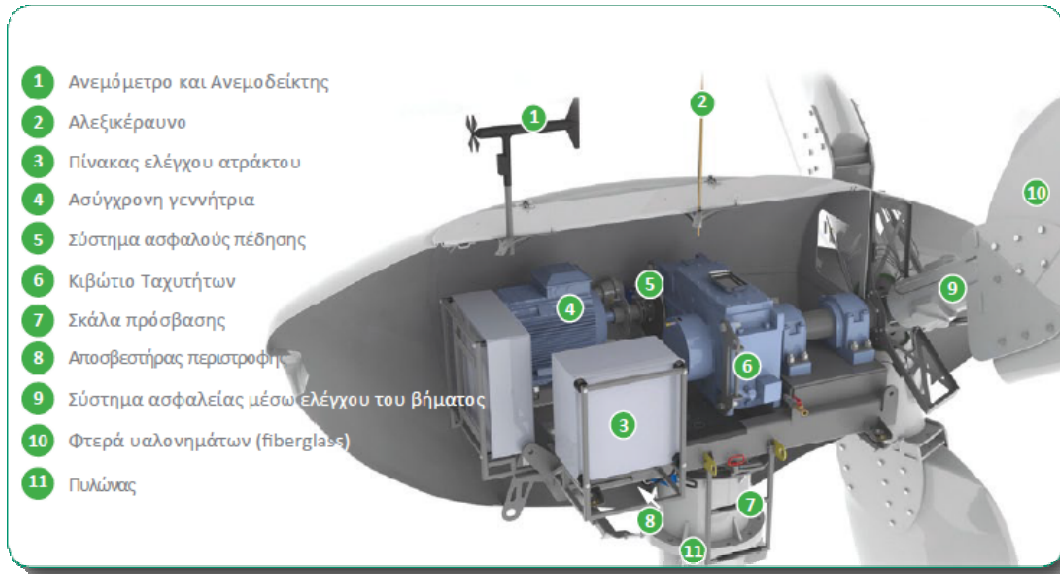


Εικόνα 4.3 μέρη ανεμογεννήτριας

- Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που το οποίο τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

Ως Ατρακτίδιο (Nacelle) παρουσιάζεται το "κουτί" που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονα, σύστημα πέδησης, κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών και ηλεκτρική γεννήτρια, κιβώτιο ηλ. συνδέσεων και συστημάτων ελέγχου)





Εικόνα 4.4

### 4.3 Πώς μια ανεμογεννήτρια λειτουργεί

Μία ανεμογεννήτρια λειτουργεί αντίθετα με ένα ανεμιστήρα. Αντί της χρησιμοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας για να κάνει τον αέρα, χρησιμοποιείται ο αέρας για να κάνει την ηλεκτρική ενέργεια. Ο αέρας γυρίζει τις λεπίδες, που περιστρέφουν έναν άξονα, όποιος συνδέει με μια γεννήτρια και κάνει την ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια στέλνεται μέσω της μετάδοσης και γραμμές διανομής σε έναν υποσταθμό, έπειτα προς τα σπίτια, την επιχείρηση και τα σχολεία. Οι ανεμοστρόβιλοι έχουν διακόπτη κλεισίματος έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση ανεμοθύελλας ή ενός ανεμοστρόβιλου .

#### 4.4 Η ανάπτυξη της τεχνολογίας

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών στο διάστημα της τελευταίας δεκαετίας σημείωσε πραγματικό άλμα, αφού η απόδοση των μηχανών από τις αρχές του 1980 μέχρι σήμερα έχει σχεδόν διπλασιαστεί. Το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, αυτή τη στιγμή, στην Καλιφόρνια το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με τη βοήθεια του ανέμου είναι της τάξης των 6 με 7 cents ανά Κιλοβατώρα, αρκετά χαμηλότερα από τα 10 cents ανά Κιλοβατώρα της πυρηνικής ενέργειας και συγκρίσιμο με τα 6 cents ανά Κιλοβατώρα που στοιχίζει η παραγωγή ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο. Με τις συνεχείς βελτιώσεις που επιτυγχάνονται στην απόδοση και την αξιοπιστία των ανεμογεννητριών, αλλά και την εξέλιξη της σχετικής τεχνολογίας, εκτιμάται ότι η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας μπορεί να αυξηθεί. Η σύγχρονη τεχνολογία εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές ανεμογεννήτριες των 20 έως 75 Κιλοβάτ. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, τα μεγέθη σταδιακά αυξήθηκαν. Πριν από δέκα χρόνια, το τυπικό μέγεθος μιας ανεμογεννήτριας ήταν περί τα 200-300 Κιλοβάτ. Σήμερα ξεπερνά τα 500 Κιλοβάτ, ενώ ανεμογεννήτριες μεγέθους πάνω από ενός Μεγαβάτ εμφανίζονται στην αγορά. Σχέδια για μια τουρμπίνα 7 MW βρίσκονται σε αναμονή μέχρι το 2014, Η τουρμπίνα έχει εγκατασταθεί από τον Φεβρουάριο του 2012 και έχει αρχίσει 18μηνηφάση της δοκιμής. Το στροφείο της είναι 150,8 μέτρα σε διάμετρο, οι λεπίδες είναι 73,5 μέτρα μήκος, και το σκούπισμα του στροβίλου είναι 17.500 m<sup>2</sup>. Η τουρμπίνα και δομή στήριξης της διαθέτουν ένα συνδυασμένο συνολικό βάρος των 1500 τόνων. Το ατρακτίδιο μόνο ζυγίζει 360 τόνους και αναμένεται να τεθεί σε λειτουργία το 2015. Σημειώνεται, τέλος, ότι ιδιαίτερο βάρος δίνεται σήμερα στην έρευνα και την ανάπτυξη ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών. Οι ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου, λειτουργώντας σε μεταβλητές στροφές, επιτυγχάνουν αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητάς τους και μείωση της μηχανικής κοπώσεως των διαφόρων υποσυστημάτων τους. Οι προηγμένες τεχνολογίες, εν προκειμένω, στην αεροδυναμική, στην αντοχή των υλικών και στη μετεωρολογία, έχουν συνεισφέρει σε ετήσια αύξηση 5% στην απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο έλικα (στατιστικά στοιχεία καταγεγραμμένα στη Δανία μεταξύ 1980 - 1995). Σήμερα, ο σχετικός τομέας στη βιομηχανία προσφέρει πάνω 40.000 θέσεις εργασίας παγκοσμίως. Οι δημοσκοπήσεις σε ευρωπαϊκές χώρες, όπως Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία έδειξαν ότι το 70% του πληθυσμού προτιμά την παραγωγή και χρήση αιολικής ενέργειας.

#### 4.5 Εφαρμογές των Ανεμογεννητριών

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μίας χώρας, για την απόδοση σ' αυτό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή, μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία συγκεκριμένη θέση με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η εφαρμογή αυτή επιτρέπει τη μαζική εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και είναι ιδιαίτερα απλή, δεδομένου ότι η σύνδεση του αιολικού πάρκου με το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο γίνεται μέσω υποσταθμού, στον οποίο τοποθετούνται οι μετασχηματιστές ανυψώσεως της τάσης και τα υπόλοιπα αναγκαία συστήματα προστασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο δεν απαιτείται η ανάπτυξη ιδιαίτερου συστήματος διαχείρισης της παραγόμενης ενέργειας και ελέγχου του συστήματος, το οποίο προσφέρει όλη την ενέργεια στο ηλεκτρικό δίκτυο. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για ηλεκτροπαραγωγή σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας χρήσιμης σε αντλιοστάσια, καθώς και για την παραγωγή θερμότητας. Όταν οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι μικρές, όπως σε απομονωμένες αγροτικές ή εξοχικές κατοικίες κλπ., χρησιμοποιούνται μικρές ανεμογεννήτριες συνεχούς ρεύματος, σε συνδυασμό, συνήθως, με συστοιχία συσσωρευτών για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας και χρήση της όταν επικρατούν συνθήκες άπνοιας. Στις περισσότερες εφαρμογές, η εγκατάσταση συνοδεύεται παράλληλα από νηζελογεννήτρια, η οποία εξασφαλίζει την αδιάλειπτη παροχή ρεύματος. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι εφαρμογές εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και ειδικότερα, η επιλογή του χώρου εγκατάστασης των ανεμογεννητριών πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να μην διαταράσσεται, καθ' οιονδήποτε τρόπο, η ποιότητα του περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής. Προβλήματα όπως αυτό του θορύβου σήμερα έχουν ουσιαστικά αντιμετωπισθεί, δεδομένου ότι, με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια, έχει καταστεί πρακτικά αθόρυβη η λειτουργία των ανεμογεννητριών. Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι, ο σχεδιασμός των αιολικών πάρκων γίνεται πλέον με τρόπο τέτοιο που να επιτυγχάνεται η κατά το δυνατόν αρμονικότερη συνύπαρξη εγκατάστασης και τοπίου.

## 4.6 Τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις στις ανεμογεννήτριες

### 4.6.1 Ανεμογεννήτριες νέας τεχνολογίας

Το πανεπιστήμιο Κιότου στο Τόκιο ανέπτυξε την ιδέα ενός πρωτοποριακού συστήματος ανεμογεννητριών (εικόνα 4.5), το οποίο όπως αποδείχτηκε σε δοκιμαστικά πλαίσια, μπορεί να εξασφαλίσει δυο με τρεις φορές περισσότερη ενέργεια και ισχύ από τα παραδοσιακά μοντέλα. Ο νέος στρόβιλος των Ιαπώνων υπόσχεται ένα **καθαρότερο** ενεργειακά μέλλον για τη Χώρα του Ανατέλλοντος Ηλίου, χωρίς τους κινδύνους και τους φόβους από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας. Οι συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες παρουσιάζουν αντοχή και στις θαλάσσιες συνθήκες λόγω του σχεδιασμού μιας πρωτοποριακής εξαγωνικής βάσης στήριξης. Το φιλόδοξο αυτό σύστημα υποβάλλεται πολύ συχνά σε δοκιμές, αλλά η αποτελεσματικότητά του θα κριθεί έπειτα από έρευνες δυο χρόνων προτού βγει στην ενεργειακή αγορά. Η ιδέα των *Windlens*, όπως ακριβώς ονομάζονται αυτές οι νέου τύπου ανεμογεννήτριες έχουν ήδη προσελκύσει το ενδιαφέρον εταιριών της Ευρώπης αλλά και του Καναδά.



Εικόνα 4.5 Νέες ιαπωνικές ανεμογεννήτριες

#### 4.6.2 Οι δεινόσαυροι έμπνευση για πιο αεροδυναμικές ανεμογεννήτριες

Ο κλάδος της αιολικής ενέργειας αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς, καθώς νέες τεχνολογίες και σχέδια ανεμογεννητριών έρχονται διαρκώς στην επιφάνεια. Ωστόσο, η αντικατάσταση συμβατικών ανεμογεννητριών με νέες είναι μια ακριβή υπόθεση πέραν του ρίσκου απόδοσης που ενέχει μια τέτοια απόφαση. Έτσι, γνωστή εταιρία ανέπτυξε μια σειρά από προσθετικά εξαρτήματα για τα πτερύγια, τα οποία αυξάνουν την παραγωγή ενέργειας δίχως να απαιτείται αντικατάσταση της ανεμογεννήτριας. Το περίεργο; Τα εξαρτήματα αυτά είναι εμπνευσμένα από τους δεινόσαυρους. Το πρώτο ακούει στο όνομα Dino Tails και μοιάζει με τα ραχιαία πτερύγια του στεγόσαυρου\*. Τα Dino Tails αυξάνουν την επιφάνεια των πτερυγίων, ενώ οι πριονωτές άκρες βοηθούν ώστε ο αέρας να κυκλοφορεί ανεμπόδιστα ανάμεσά τους και έτσι να περιορίζονται οι στροβιλισμοί. Αυτό κάνει τις ανεμογεννήτριες πιο αθόρυβες, ενώ περιορίζεται και η πίεση στις έλικες. Το δεύτερο προσθετικό εξάρτημα λέγεται Dino Shells. Πρόκειται για καμπύλα μεταλλικά κομμάτια που προεκτείνουν τη λεπίδα προκειμένου, όπως ισχυρίζεται η εταιρεία, η ανεμογεννήτρια να γίνει αποδοτικότερη. Το τρίτο εξάρτημα είναι μια γεννήτρια δίνης η οποία έχει μικρά πτερύγια που διατηρούν τον αέρα σε επαφή με το άνω μέρος της έλικας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αυτό βελτιώνει την αεροδυναμική και συμβάλλει στην παραγωγή περισσότερης ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρία υποστηρίζει πως με αυτά τα τρία εξαρτήματα η απόδοση βελτιώνεται κατά 1,5%. Το ποσοστό μπορεί να φαντάζει αμελητέο, ωστόσο σε κλίμακα αιολικά πάρκου μπορεί να σημαίνει την ηλεκτροδότηση μερικών χιλιάδων νοικοκυριών. Η εταιρεία θα εγκαταστήσει τις νέες τεχνολογίες στα Κέντρα Αιολικής Ενέργειας Bison 2 και 3 στη Βόρεια Ντακότα με στόχο να αυξήσει την παραγωγή κατά 3,15 Μεγαβάτ. \*Ο Στεγόσαυρος (Stegosaurus) ήταν ένας φυτοφάγος δεινόσαυρος που έζησε την Ιουρασική Περίοδο. Η πλάτη του καλυπτόταν από μεγάλες κεράτινες πλάκες που ξεκινούσαν μικρές από την βάση του κεφαλιού του, μεγάλωναν και κατέληγαν στην ουρά. Εκεί έδιναν τη θέση τους σε τέσσερα αγκάθια.

### 4.6.3 Μεγάλα τα περιθώρια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας και με την δημιουργία ατμοσφαιρικών γεννητριών



Οι μελέτες αυτές πραγματοποιήθηκαν στις ΗΠΑ.

Στην πρώτη από αυτές, επικεφαλής ήταν οι Κέι τΜάρβελ του Εθνικού Εργαστηρίου Λόρενς Λίβερμορ των ΗΠΑ και ο Κεν Καλντιέρα του Ινστιτούτου Κάρνεγκι. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η δημιουργία ατμοσφαιρικών γεννητριών, που θα μετατρέπουν τους πιο σταθερούς και πιο ισχυρούς ανέμους των μεγαλύτερων υψομέτρων σε ενέργεια, θα μπορέσουν να παράγουν αρκετά περισσότερη αιολική ενέργεια σε σχέση με τις υπάρχουσες ανεμογεννήτριες στο έδαφος και τις θάλασσες.

Το σημαντικό είναι πως δόθηκε έμφαση στις γεωφυσικές δυνατότητες της αιολικής ενέργειας και όχι στις τεχνοοικονομικές παραμέτρους. Το πρόβλημα έως τώρα για τους ερευνητές είναι πως οι υπάρχουσες επιφανειακές ανεμογεννήτριες, δημιουργούν αντίσταση στον αέρα με συνέπεια η προσθήκη νέων ανεμογεννητριών να αδυνατεί να αυξήσει την παραγωγή ηλεκτρισμού. Βάσει εκτιμήσεων οι επιφανειακοί άνεμοι στη στεριά και τη θάλασσα μπορούν να «δώσουν» συνολικά πάνω από 400 τεραβάτ ενέργειας, ενώ οι ατμοσφαιρικοί άνεμοι, σε μεγαλύτερα ύψη, θα μπορούσαν να παράγουν πάνω από 1.800 τεραβάτ, δηλαδή υπερτετραπλάσια ενέργεια. Σύμφωνα λοιπόν, με τη νέα μελέτη, θεωρητικά τουλάχιστον, οι χαμηλού ύψους άνεμοι μπορούν να υπερκαλύψουν κατά τουλάχιστον 20 φορές την τωρινή συνολική παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση, ενώ οι μεγαλύτερου ύψους ατμοσφαιρικοί άνεμοι πάνω από 100 φορές.



Το Ινστιτούτο Αεροναυπηγικής του πολυτεχνείου της ολλανδικής πόλης Ντελφτ έχει κατασκευάσει ένα πειραματικό μοντέλο (εικόνα 4.6), που είναι ένας σκελετός χαρταετού και μια γεννήτρια, τοποθετημένη στην επιφάνεια φόρτωσης ενός φορτηγού. Η αρχή λειτουργίας του είναι πολύ απλή: ο «χαρταετός» πετάει ψηλά δεμένος σε ένα καλώδιο και το τράβηγμα του παράγει ρεύμα. Ο «χαρταετός» απαιτεί μια μικρή ποσότητα ρεύματος για να διατηρηθεί στον αέρα, αλλά σαφώς λιγότερη από όση παράγει. Το συγκεκριμένο μοντέλο πετάει σε ύψος 1.000 μέτρων και στο επόμενο στάδιο οι δημιουργοί του οραματίζονται να στείλουν στον ουρανό 50 συσκευές. Μια τέτοια ανεμογεννήτρια θα μπορούσε να παράγει 100άδες Μεγαβάτ ηλεκτρικού ρεύματος. Πριν λίγο καιρό, ξεκίνησαν και οι δοκιμές ενός καναδικού μοντέλου, που πειραματίζεται με άλλη εκδοχή του «χαρταετού». Το σύστημα MARS, όπως αποκαλείται, πετάει από μόνο του, αφού είναι γεμάτο με αέριο ήλιο. «Περσίδες» στην επιφάνεια του σκελετού θα εγκλωβίζουν τον αέρα και θα προκαλούν την περιστροφή ενός μπαλονιού γύρω από τον άξονά του. Στις απολήξεις του άξονα έχουν τοποθετηθεί γεννήτριες, οι οποίες «μεταφράζουν» τις περιστροφές του μπαλονιού σε ενέργεια. Το ρεύμα μεταφέρεται μέσω καλωδίου στο έδαφος, ενώ η μετακίνηση του συστήματος είναι απλή λόγω της ελαφριάς κατασκευής. Πιο φιλόδοξη είναι η ιταλική εταιρεία Kitegen, που σχεδιάζει έναν τεράστιο «χαρταετό», ελεγχόμενο από υπολογιστή, και συνδεδεμένο με επίγειο «καρουσέλ», με την περιστροφή του οποίου θα παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. «Σε έναν χρόνο μπορούν να τροφοδοτηθούν 86.000 σπίτια», αναφέρει ο επικεφαλής της έρευνας. Όπως αντιλαμβανόμαστε στο όχι και πάρα πολύ μακρινό μέλλον θα μιλάμε για αιολικά πάρκα και στον αέρα .



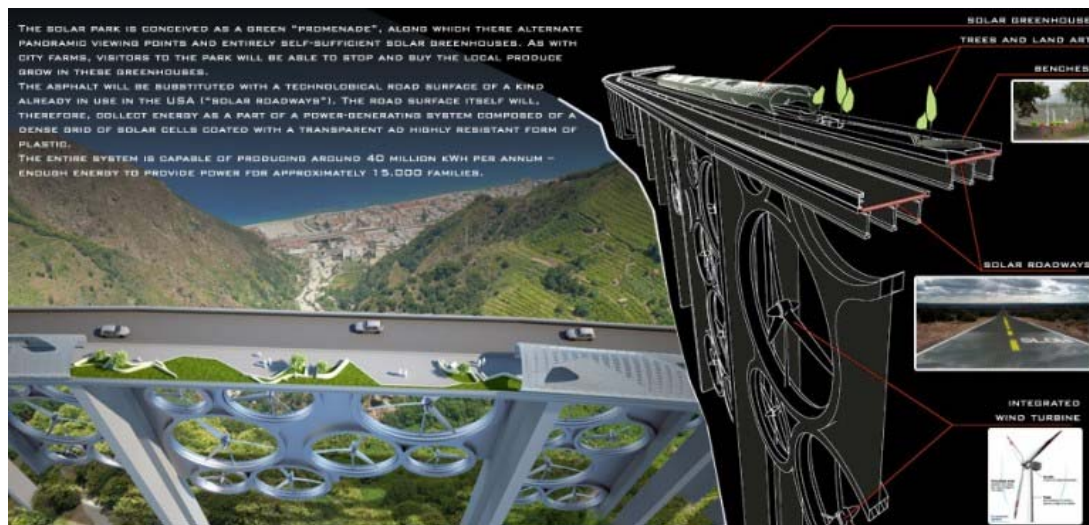
Εικόνα 4.6 πειραματικό μοντέλο

Όσον αφορά στη δεύτερη μελέτη, πραγματοποιήθηκε από ερευνητές των πανεπιστημίων Στάνφορντ και Ντελάγουερ, με επικεφαλής αντίστοιχα τον καθηγητή πολιτικής και περιβαλλοντικής μηχανικής Μαρκ Τζέικομπσον και την καθηγήτρια γεωγραφίας και φυσικής ωκεανογραφίας Κριστίνα Άρτσερ. Σύμφωνα με αυτούς οι άνεμοι μπορούν να υπερκαλύψουν πολλές φορές τη συνολική παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση έως το 2030. Συγκεκριμένα, οι υπολογισμοί τους πραγματοποιήθηκαν για το θεωρητικό μέγιστο δυναμικό της αιολικής ενέργειας στον πλανήτη, θεωρώντας -υποθετικά- ότι θα ήταν δυνατό να εγκατασταθούν παντού ανεμογεννήτριες, πέρα από τους όποιους κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς, κλιματικούς ή οικονομικούς περιορισμούς. Απαραίτητη σύμφωνα με τους ερευνητές είναι η τοποθέτηση ανεμογεννητριών στα κατάλληλα μέρη. Με τον τρόπο αυτό θα καταφέρουν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας.



#### 4.6.4 Άνεμο-ήλιο-γέφυρες & Ανεμογεννήτριες σε δρόμους υψηλής ταχύτητας

Πρόσδος όμως έχει γίνει και σε άλλους τομείς. Οι Ιταλοί σχεδιαστές Francesco Colarossi, Giannina Saracino και Luisa Saracino έφτιαξαν την γέφυρα “Solar Wind”, (εικόνα 4.7) η οποία διαθέτει ανεμογεννήτριες μεταξύ των κολόνων της ενώ στην επιφάνεια του δρόμου έχουν τοποθετηθεί ηλιακοί συλλέκτες. Η παραγόμενη ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες και τους ηλιακούς συλλέκτες είναι αρκετή ώστε να τροφοδοτήσει 15.000 κατοικίες ετησίως! Οι σχεδιαστές δεν σταμάτησαν εκεί, και δίπλα από τον δρόμο δημιούργησαν ένα θερμοκήπιο όπου καλλιεργούνται λαχανικά τα οποία θα πωλούνται στους διερχόμενους οδηγούς.



Εικόνα 4.7 Άνεμο-Ηλιο-γέφυρα

Οι ανεμογεννήτριες σε δρόμους υψηλής ταχύτητας (εικόνα 4.8) είναι ένας πολύ πρωτότυπος τρόπος για να ξανασυλλέξουμε μέρος της ενέργειας που δαπανάται από τα οχήματα. Αυτή η πρόταση περιλαμβάνει οριζόντια τοποθέτηση ανεμογεννητριών πάνω από το δρόμο που θα κινείται από τον παραγόμενο άνεμο των οχημάτων. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το γύρισμα αυτών των ανεμογεννητριών θα μπορούσε να ανατροφοδοτήσει το δίκτυο. Το μεγάλο ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι εάν η φύση της ταραχώδους ροής του αέρα θα μπορεί να διατηρεί τις τουρμπίνες σε συνεχή κίνηση .



Εικόνα 4.8

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5      Αιολικό πάρκο

### 5.1 Γενικά για τα Αιολικά Πάρκα

Μια διάταξη ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο. Σε μια περιοχή που επικρατούν δυνατοί άνεμοι, είναι ιδανική για ανεμογεννήτριες. Καθώς τα πτερύγια στρέφονται με τον άνεμο, δίνουν κίνηση στη γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Ο άνεμος όμως είναι πολύ ευμετάβλητος. Οι αλλαγές στην κατεύθυνση πάντως αντιμετωπίζονται εύκολα. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιο σύστημα που κρατάει τα πτερύγια στη σωστή θέση. Οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου είναι ένα άλλο θέμα. Προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες. Κι ακόμη χειρότερα, ο άνεμος σταματάει τελείως για πολλές μέρες ή φυσάει τόσο δυνατά ώστε καταστρέφει τα πτερύγια των ανεμόμυλων. Σε αντίθεση με το νερό, ο άνεμος επίσης δεν μπορεί να περιοριστεί σε φράγματα ώστε να ρυθμίζεται η ροή του.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Σε χάρτη της παγκόσμιας μετεωρολογικής οργάνωσης έχει υπολογιστεί σε ύψος 10 m από το έδαφος, ότι επικρατούν άνεμοι με μέση ετήσια ταχύτητα πάνω από 5.1 m/s, στο 25 % της επιφάνειας γης. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής θεωρείται εκμεταλλεύσιμο ενεργειακά, όταν η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά την τιμή των 5.1 m/s. Όμως όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο περισσότερη είναι η παρεχόμενη (διαθέσιμη) ενέργεια, καθώς η ισχύς είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου. Επομένως είναι σημαντικό να γνωρίζουμε με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, έτσι ώστε με τον κατάλληλο και ορθό σχεδιασμό του αιολικού πάρκου να γίνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8 m/sec αποδίδει 1600 KW, σε ταχύτητα 4 m/sec αποδίδει μόνο 200 KW. Σημαντικό ρόλο παίζει ο τόπος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, κτιρίων, δέντρων ή εμποδίων γενικά μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα. Πριν την επιλογή της περιοχής απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των κυρίαρχων ανέμων για περίοδο ενός χρόνου

Ως απαραίτητο εξάρτημα λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο, θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τον μετασχηματιστή μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση προκειμένου να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ. Ο μετασχηματιστής είναι συνήθως εγκατεστημένος δίπλα στην ανεμογεννήτρια και δεν διαφέρει κατασκευαστικά από τους μετασχηματιστές που είναι εγκατεστημένοι πάνω στους στύλους της ΔΕΗ και μάλιστα συνήθως λίγα μέτρα από τα σπίτια μας. Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται καθαρά ότι μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από απλά υποσυστήματα και δεν είναι παρά μια μηχανή που σκοπό έχει τη μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια (αυτός είναι, άλλωστε, και ο ορισμός της). Θα μπορούσαμε μάλιστα να παρομοιάσουμε την ανεμογεννήτρια και σαν ένα μικρό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας - με «καύσιμη ύλη» όμως τον άνεμο.

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1 - 3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Η κατασκευή της θεμελίωσης γίνεται αυστηρά από οπλισμένο σκυρόδεμα, αλλά η ανωδομή μπορεί να είναι και μεταλλική ή σύμμικτη κατασκευή. Στην συνέχεια τοποθετείται η άτρακτος κίνησης στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής (γεννήτρια) της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις που διαμορφώνουν και τις διόδους εξόδου προς το δίκτυο το οποίο θα τροφοδοτεί η ανεμογεννήτρια.



Εικόνα 5.1 Αιολικό πάρκο στην έρημο Mojave στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ

## 5.2 Χερσαία-παράκτια-υπεράκτια αιολικά πάρκα

Τα αιολικά πάρκα ανάλογα την περιοχή κατασκευής τους διαχωρίζονται ονομαστικά σε χερσαία ,παράκτια και υπεράκτια

Τα χερσαία αιολικά πάρκα (onshore wind farms) είναι εγκατεστημένα σε χερσαίες περιοχές και απόσταση τριών τουλάχιστον χιλιομέτρων προς το εσωτερικό από την εγγύτερη ακτογραμμή. Κατασκευάζονται, κατά κανόνα, σε κορυφογραμμές μεγάλου υψομέτρου, λόγω των 54 ταχυτήτων ανέμων που επιτυγχάνονται εκεί. Χερσαία πάρκα, εντοπίζονται και σε πεδινές περιοχές, όπου έμφαση δίνεται στην αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού αιολικού δυναμικού. Όντας η ευρύτερα διαδεδομένη μορφή αιολικών πάρκων, λόγω της προγενέστερης ανάπτυξής τους, η τεχνολογία τους χαρακτηρίζεται αρκετά ώριμη και οικονομικά συμφέρουσα, χωρίς, ωστόσο, να εκλείπουν οι προβληματισμοί γύρω από την εγκατάστασή τους. Η κατασκευή πάρκων σε κορυφογραμμές οροσειρών αντιμετωπίζει το ζήτημα της μεταφοράς του εξοπλισμού στο σημείο τοποθέτησης, καθώς, πρόκειται για μηχανήματα μεγάλου όγκου που καλούνται να μεταφερθούν σε δύσβατες περιοχές, με ελλιπές οδικό δίκτυο. Το γεγονός αυτό προσαυξάνει το κόστος κατασκευής του πάρκου, ιδιαίτερα όταν απαιτείται διάνοιξη δρόμων. Επιπλέον, με αφορμή την περιβαλλοντική υποβάθμιση και την παρέμβαση στο φυσικό τοπίο, συχνά, προκαλούνται αντιδράσεις, παρότι, συνήθως, πρόκειται για θαμνώδεις περιοχές, περιορισμένου κάλους. Θετικό, πάντως, κρίνεται το γεγονός ότι οι περιοχές αυτές, σπάνια, προσφέρονται για άλλες χρήσεις, περιορίζοντας τις ενδεχόμενες συγκρούσεις Αναφορικά με την εκμετάλλευση πεδινών περιοχών, το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης είναι περιορισμένο, ενώ το σύνθημα πρόβλημα σχετίζεται με τη σύγκρουση χρήσεων γης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, πρόκειται για πυκνοκατοικημένες περιοχές, που προσφέρονται για την πραγματοποίηση ποικίλων δραστηριοτήτων(διαμονή, αγροτική εκμετάλλευση). Βέβαια, έχει αποδειχθεί ότι τα αιολικά πάρκα είναι δυνατόν να συνυπάρξουν με τέτοιες χρήσεις, χωρίς, ωστόσο, να εκλείπουν οι αντιδράσεις .

Παράκτια αιολικά πάρκα (*nearshore wind farms*) Πρόκειται για αιολικά πάρκα εγκατεστημένα σε απόσταση από την ακτογραμμή μικρότερη των τριών χιλιομέτρων προς το εσωτερικό ή μικρότερη των δέκα χιλιομέτρων προς τη θάλασσα. Το πλεονέκτημά τους έγκειται στους ισχυρούς ανέμους, που δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα παράκτια πάρκα, που βρίσκονται εγκατεστημένα στην ξηρά, θεωρούνται εξίσου διαδεδομένα και ώριμα με τα χερσαία, καθώς χρησιμοποιούν όμοια τεχνολογία. Αντίθετα, τα παράκτια πάρκα εντός της θάλασσας, παρουσιάζουν δυσκολίες παρόμοιες με των υπεράκτιων, αναφορικά με τη στήριξη των ανεμογεννητριών. Ωστόσο, τα βάθη κοντά στις ακτές παραμένουν, συνήθως, μικρά, περιορίζοντας το πρόβλημα. Καθότι οι παράκτιες περιοχές συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος πληθυσμού και χρήσεων γης, παγκοσμίως, τα παράκτια πάρκα αντιμετωπίζουν προβλήματα. Η αξία της γης των παραθαλάσσιων περιοχών είναι υψηλή, επιβαρύνοντας την επένδυση. Επιπλέον, αντιδράσεις παρουσιάζονται, με αφορμή την υποβάθμιση του τουριστικού προϊόντος και την ασφάλεια των λουόμενων. Τέλος, οι εγκαταστάσεις εντός της θάλασσας, κατηγορούνται για παρεμπόδιση της αλιείας, υποβάθμιση της ποιότητας και ποσότητας του αλιευτικού προϊόντος και δυσκολίες στη ναυσιπλοΐα.



Εικόνα 5.2 παράκτιο αιολικό πάρκο

Υπεράκτια αιολικά πάρκα (*offshore wind farms*) Υπεράκτια πάρκα αποκαλούνται εκείνα που βρίσκονται τοποθετημένα εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Αποτελούν την τελευταία εξέλιξη στον τομέα της χωροθέτησης της αιολικής ενέργειας, ενώ οι λεπτομέρειες της κατασκευής τους εξακολουθούν να μελετώνται. Η αρχική αιτία της εξέλιξής τους έγκειται στην προηγούμενη, σχεδόν πλήρη, κάλυψη των χερσαίων περιοχών που

παρουσίασαν ενδιαφέρον. Το ζήτημα, απασχόλησε, πρωτίστως, χώρες όπως η Γερμανία και η Ολλανδία και άλλες της Β. Ευρώπης, που διέθεταν, ήδη, ιδιαίτερη ανάπτυξη στον αιολικό τομέα και μέσω των υπεράκτιων πάρκων επιδίωξαν την επιπλέον επέκταση του κλάδου. Οι άφθονες και συνεχείς διαθέσιμες θαλάσσιες εκτάσεις δεν άργησαν να αποτελέσουν τον σύγχρονο στόχο της τεχνολογίας εκμεταλλεύσεως της αιολικής ενέργειας Βέβαια, τα υπεράκτια πάρκα, πέραν της παραπάνω αναγκαιότητάς τους, παρουσιάζουν μια σειρά προτερημάτων. Στις θαλάσσιες περιοχές, εξαιτίας της μικρής διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ θαλάσσιας επιφάνειας και ατμόσφαιρας, ο άνεμος είναι απαλλαγμένος από φαινόμενα τύρβης, ενώ η ταχύτητά του είναι μεγαλύτερη, συμβάλλοντας στην επίτευξη έως και 30% μεγαλύτερων αποδόσεων και περιορίζοντας την καταπόνησή των ανεμογεννητριών<sup>45</sup>. Η ομοιόμορφη, καθ' ύψος, κατανομή των ταχυτήτων του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας, περιορίζει την τραχύτητα της επιφάνειας, επιτρέποντας τη χρήση χαμηλότερων και πιο οικονομικών, ανεμογεννητριών. Τέλος, με την εγκατάσταση πάρκων στη θάλασσα, σε αξιοσημείωτη απόσταση από την ξηρά, περιορίζεται η επίδρασή τους στο ανθρώπινο περιβάλλον και τις χρήσεις της ακτής. Ωστόσο, η εφαρμογή τους παρουσιάζει δυσκολίες τεχνικής και οικονομικής φύσης. Η μεταφορά, εγκατάσταση, ασφαλής στήριξη και συντήρηση των ανεμογεννητριών απαιτεί πολύπλοκες διαδικασίες, υψηλού κόστους. Η διασύνδεσή των υπεράκτιων μηχανών με τα χερσαία συστήματα, προϋποθέτει ιδιαίτερες μελέτες και χρήση πολύπλοκων μηχανισμών, προκειμένου να εξλειφθεί ο κίνδυνος. Τέλος, η εγκατάστασή τους προϋποθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του πυθμένα., όπως τη διατήρηση μικρού βάθους σε ικανοποιητική απόσταση από την ακτή και την επίπεδη μορφολογία, χωρίς απότομες κλίσεις, χαρακτηριστικά που εκλείπουν από τις ελληνικές θαλάσσιες περιοχές. Σε ερευνητικό επίπεδο, εξετάζονται λύσεις των προβλημάτων αυτών, που εστιάζουν στα πλωτά αιολικά πάρκα, οι ανεμογεννήτριες των οποίων στηρίζονται σε, αγκυρωμένες στον πυθμένα, πλατφόρμες.

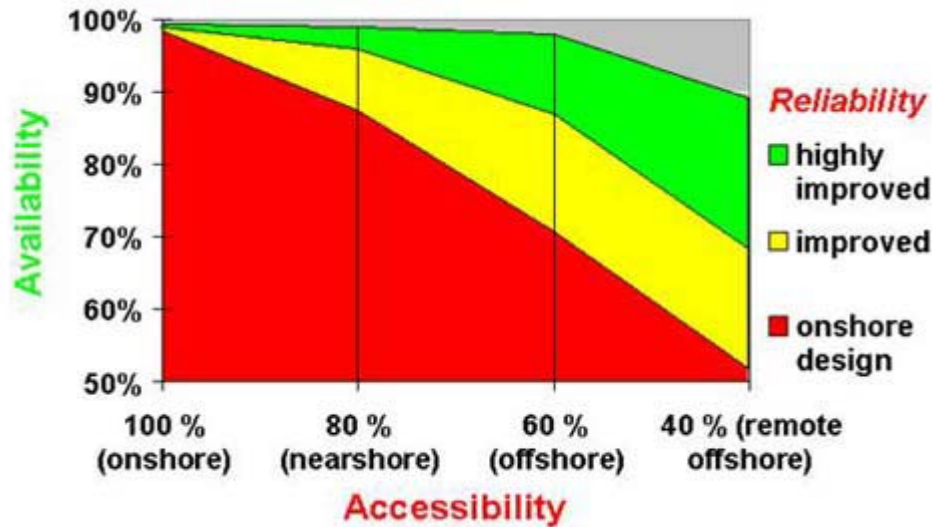


Εικόνα 5.3 υπεράκτιο αιολικό πάρκο

Η διαδικασία συντήρησης τόσο των υπεράκτιων ανεμογεννητριών όσο και των χερσαίων ανεμογεννητριών απαιτεί τεχνογνωσία παρόμοια λόγω του ότι χρησιμοποιούν παρόμοιες συνιστώσες. Ωστόσο, οι συνιστώσες είναι συνήθως μεγαλύτερου μεγέθους στην περίπτωση των υπεράκτιων ανεμογεννητριών. Το παρακάτω σχήμα επιδεικνύει το πόσο σημαντική είναι η ύπαρξη αξιόπιστων ανεμογεννητριών, ιδίως για τις απομακρυσμένες υπεράκτιες τοποθεσίες, που μερικές φορές απέχουν 14-20 χλμ. από την ακτή, όπως στην περίπτωση του αιολικού πάρκου Horns Rev, το οποίο είναι εγκατεστημένο στη Δανία. Οι ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται έτσι ώστε να απαιτούνται περιοδικοί έλεγχοι μία έως τρεις φορές κατ' έτος.

Συγκεκριμένα παρατηρούμε:

Η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των α/γ (γράφημα 4.1) χερσαίας σχεδίασης (φαίνεται στο διάγραμμα με κόκκινο χρώμα) μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από τη στεριά και πέφτει στο 50% όταν εγκαθίστανται σε πολύ απομακρυσμένα από την ακτή αιολικά πάρκα. Αντίθετα, οι βελτιωμένης τεχνολογίας α/γ( φαίνονται με κίτρινο χρώμα) και οι ακόμη περισσότερο βελτιωμένες τεχνολογικές α/γ (φαίνονται στο διάγραμμα με πράσινο χρώμα) είναι πιο αξιόπιστες και έχουν αυξημένα ποσοστά λειτουργικής διαθεσιμότητας και επομένως το υπεράκτιο αιολικό πάρκο αν και έχει μεγαλύτερο κόστος από ένα χερσαίο, εφόσον λειτουργεί συνεχώς θα αντισταθμίζει το αρχικό κεφαλαιακό κόστος από τα αυξημένα έσοδα λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και το μικρότερο κόστος συντήρησης λόγω των αξιόπιστων α/γ όπως αναλύσαμε παραπάνω .



Γράφημα 4.1 Διαθεσιμότητα και αξιοπιστία των α/γ

### 5.3 οφέλη και ανησυχίες από την χρήση αιολικών πάρκων

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια θεαματική άνοδος της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος από ανεμογεννήτριες στη χώρα μας (Κρήτη, Εύβοια, νησιωτική χώρα). Ο μεγάλος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας συνοδεύτηκε, όπως ήταν επόμενο, από την ανησυχία των τοπικών κοινωνιών σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι φόβοι που εκφράστηκαν ακούγονται μάλλον υπερβολικοί και, κάποιες φορές, εξωπραγματικοί. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις, οι ενστάσεις που υπάρχουν στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών ή αιολικών πάρκων έχουν κάποια βάση και χρειάζονται επιπλέον διερεύνηση. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η αποδοχή ή μη της αιολικής ενέργειας από τις τοπικές κοινωνίες προϋποθέτει την αντικειμενική τους πληροφόρηση για τα οφέλη και τις επιπτώσεις που αυτή θα μπορούσε να έχει ως μία ακόμη επέμβαση του ανθρώπου στη φύση. Σήμερα είναι κοινά αποδεκτό ότι η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες απειλές για το μέλλον της ανθρωπότητας.



Ποία είναι όμως τα γενικότερα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της αιολικής ενέργειας

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή. Είναι οικονομική, με την έννοια ότι δεν χρειάζεται πολύ ενέργεια για να κατασκευαστούν οι αιολικές μηχανές. Στην τυπική περίπτωση, μια συνηθισμένη αιολική μηχανή, τοποθετημένη σε μια καλή θέση, μετά από ένα χρόνο λειτουργίας παράγει περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που ξοδεύτηκε για την κατασκευή της.
- Προστατεύει τη Γη καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους , μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εδώ δεν υπάρχουν ραδιενεργά κατάλοιπα ούτε οιωνίζουσες ακτινοβολίες όπως με την πυρηνική ενέργεια .
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας ,ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας και μεταφέροντας το κοινωνικό αγαθό, δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα σε ορεινές και δύσβατες περιοχές κάτι που στο παρελθόν ήταν οικονομικά ασύμφορο.
- Συντελεί στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη. Υπολογίζεται ότι, παγκοσμίως, στον ευρύτερο τομέα των ΑΠΕ (κατασκευή, μεταφορά, σχεδίαση, τοποθέτηση, συντήρηση, λειτουργία κτλ) απασχολούνται περισσότεροι από 2,3 εκατομμύρια εργαζόμενοι με προοπτικές αύξησης στην αιολική βιομηχανία έως και 300%, μέχρι το 2020.
- Έχει περιορισμένες απαιτήσεις γης και έχει χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Προστατεύει έναντι της μεταβλητότητας τιμών των ορυκτών καυσίμων δημιουργώντας ανεξαρτησία από ορυκτά καύσιμα .

- Προστατεύει κάποια ειδικά κτίρια, όπως εταιρειών τηλεφωνίας, όπου είναι απαραίτητη η παροχή ηλεκτρικής ισχύος ακόμη και όταν το υπόλοιπο κράτος είναι σε ολική διακοπή. Ακόμα μπορούν να παράγουν μετά από μετατροπή, ένα επιθυμητό είδος τάσης που είναι απαραίτητο για κάποιες ειδικές εφαρμογές. Για παράδειγμα, σε κάθε εταιρεία σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, τα κυκλώματα των ψηφιακών κέντρων της Ηλεκτρονικά Ισχύος, συστήματα ηλεκτρικής κίνησης και βιομηχανικές εφαρμογές, διαρρέονται από συνεχές ρεύμα.
- Έχει μακρόπνοο ορίζοντα. Η αιολική βιομηχανία γνωρίζει αλματώδη ανάπτυξη και είναι ακόμα στην αρχή. Η αγορά των αιολικών εγκαταστάσεων μπορεί να φτάσει στα 25.000.000.000€ σε λιγότερο από επτά χρόνια σύμφωνα με στοιχεία της EWE.

- Μειονεκτήματα και ενδεχόμενες δυσμενείς, περιβαλλοντικές και μη, επιπτώσεις από τα αιολικά πάρκα

A) Προφανώς η κατασκευή αιολικών πάρκων παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα. Το σημαντικότερο ίσως είναι το υψηλό κόστος κατασκευής τους. Κι ενώ ένα αιολικό πάρκο ξηράς είναι ήδη ακριβό, στη θάλασσα η κατασκευή του έργου στοιχίζει κατά 50% περισσότερο, καθώς απαιτούνται μεγάλα κεφάλαια τόσο για την εγκατάστασή και τοποθέτησή του στον βυθό όσο και για την σύνδεση του μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου με το ηπειρωτικό ηλεκτροδοτικό σύστημα. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες πρέπει να είναι ανθεκτικές σε θύελλες, στα πανύψηλα κύματα και στο αλμυρό νερό. Ακριβώς λόγω του κόστους, έχει προβλεφθεί υψηλή τιμή πώλησης του παραγόμενου ρεύματος προς τον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε., η οποία είναι 93 ευρώ/MWh για τα θαλάσσια πάρκα, ενώ όσων αφορά τα ηπειρωτικά αυτή η τιμή είναι 75,82 ευρώ/MWh για όσα βρίσκονται στο διασυνδεδεμένο σύστημα και 87,42 ευρώ/MWh για όσα βρίσκονται σε νησιά.

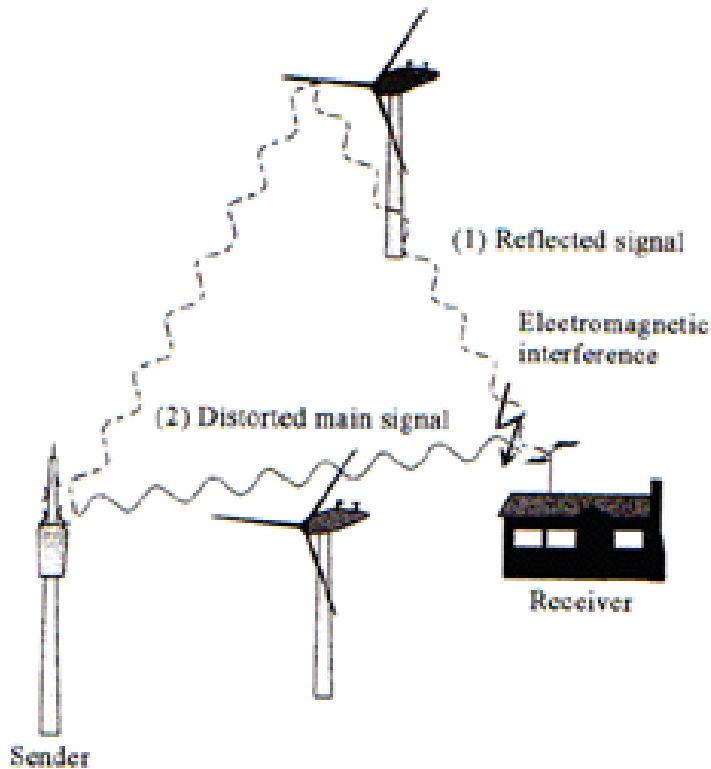
B) Το ουσιαστικότερο πρόβλημα των ανεμογεννητριών είναι ο θόρυβος, αλλά είναι συγχρόνως και το ευκολότερο να ελεγχθεί και να προληφθεί. Στις ανεμογεννήτριες ο εκπεμπόμενος θόρυβος μπορεί να υπαχθεί σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευση του: δηλαδή μηχανικός και αεροδυναμικός.

- Ο πρώτος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.)
- Ο δεύτερος προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι μηχανές πολύ ήσυχες συγκριτικά με την ισχύ τους, και με συνεχείς βελτιώσεις από τους κατασκευαστές γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Η αντιμετώπιση του θορύβου γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξαρχής σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης), ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωσή του. Το επίπεδο του αντιληπτού θορύβου από μία ανεμογεννήτρια σύγχρονων προδιαγραφών σε απόσταση 200 m είναι μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μιας μικρής επαρχιακής πόλης και βεβαίως δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Με δεδομένη δε τη νομοθετημένη απαίτηση να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες σε ελάχιστη απόσταση 500 μέτρων από τους οικισμούς, το επίπεδο είναι ακόμη χαμηλότερο και αντιστοιχεί πλέον σε αυτό ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου. Επιπλέον, στις ταχύτητες ανέμου που λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες ο φυσικός θόρυβος (θόρυβος ανέμου σε δένδρα και θάμνους) υπερκαλύπτει οποιονδήποτε θόρυβο που προέρχεται από τις ίδιες. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τη θέση των «οικοπέδων» που συνήθως εγκαθίστανται τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα για να έχουν καλύτερη απόδοση, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν ούτε αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των ορίων τους και ακόμη περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές, αλλά ούτε και έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου. Ο πιο εύκολος και αποτελεσματικός τρόπος για να πεισθεί κανείς για το ζήτημα του θορύβου είναι μια επίσκεψη σε ένα αιολικό πάρκο μια μέρα που οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται σε κανονική λειτουργία.

Γ) Σχετική ανησυχία υπάρχει για την πρόκληση από τις γεννήτριες ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών (εικόνα 5.4). Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες. Είναι γεγονός ότι, η διάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου (κυρίως στις συχνότητες εκπομπών FM) επηρεάζεται από εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη. Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος λόγω αντανακλάσεων. Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια. Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από

συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.



Εικόνα 5.4

Η ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες, αξίζει να αναφερθεί ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία! Όσον αφορά τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες, όπως φαίνεται και από την περιγραφή των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα μόνα υποσυστήματα που θα μπορούσαμε να πούμε ότι «εκπέμπουν» ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης. Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40 - 50 m πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν

στη βάση της ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα, ότι αυτά που ακούγονται για εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

Δ) Μεγάλο θέμα έχει εγερθεί και για το κατά πόσο οι ανεμογεννήτριες παρενοχλούν γεωργικές ή κτηνοτροφικές δραστηριότητες μιας περιοχής. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Δεδομένου ότι περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάσταση του. Οι συνήθεις θέσεις αιολικών πάρκων είναι σε ορεινές περιοχές με θαμνώδη βλάστηση ακριβώς λόγω των υψηλών ταχυτήτων του ανέμου που ευνοούν την εγκατάσταση του. Σε αυτές τις περιοχές, η χρήση γης είναι κυρίως για βοσκή αιγοπροβάτων οι οποία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς κανένα πρόβλημα και μετά την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Χαρακτηριστικά, σε μερικά αιολικά πάρκα έχει παρατηρηθεί ότι οι ανεμογεννήτριες γίνονται πόλος έλξης αιγοπροβάτων που επωφελούνται από τη δροσιά της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι τους.



Ε) Καταγγελίες έχουν γίνει από ενώσεις κυνηγών και ορνιθολόγων σχετικά με τις επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στον πληθυσμό των άγριων πουλιών της εκάστοτε περιοχής, καταγγελίες μάλιστα τόσο σφοδρές που έχουν οδηγήσει ανά περιπτώσεις ακόμα και στο πάγωμα σχετικής αδειοδότησης περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη αιτία, είναι ως επί το πλείστον αβάσιμες. Τα πουλιά καθώς πετούν μερικές φορές συγκρούονται με κτίρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες όμως

δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι στον συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνον 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες (για εγκατεστημένη ισχύ 1000 MW), ενώ αντίστοιχα 1.500 θάνατοι οφείλονται στους κυνηγούς και 2.000 σε πρόσκρουση με οχήματα και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (καθότι είναι σχεδόν αόρατες για τα πουλιά). Ασφαλώς, βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευόμενες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.

Ζ) Το σοβαρότερο μειονέκτημα των αιολικών συστημάτων είναι η ασταθής, ασυνεχής, μη προβλέψιμη και χαμηλής (αραιής) ροής παραγωγή ενέργειας. Δυστυχώς ο Αίολος είναι εκείνος που αποφασίζει πότε, πως, για πόσο χρόνο και με ποια σφοδρότητα θα πνεύσει ο άνεμος. Σε όλες τις χώρες με ιστορία για την αιολική ενέργεια έχει διαπιστωθεί έντονη διακύμανση της παραγωγής. Η ταχύτητα του ανέμου για να λειτουργήσει μία ανεμογεννήτρια πρέπει να κυμαίνεται από 3-25 (m/s) μέτρα στο δευτερόλεπτο. Σε ταχύτητα του ανέμου έξω από τα όρια αυτά οι ανεμογεννήτριες ακινητοποιούνται και αποσυγχρονίζονται με αποτέλεσμα να σταματάει η παραγωγή ενέργειας και να διαταράσσεται η σταθερότητα του συστήματος. Για την άρση του μειονεκτήματος αυτού και την αποφυγή προβλημάτων διακοπής του ρεύματος επιχειρείται η αποθήκευση της παραγόμενης αιολικής ενέργειας ή η εξαγωγή της περισσευούμενης σε γειτονικές χώρες, όπως γίνεται στη Δανία. Το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να παραγάγει φορτίο βάσης υποχρεώνει την υποστήριξη των αιολικών πάρκων με εφεδρικά συστήματα αποθήκευσης της ενέργειας ή συμβατικών σταθμών, τα οποία θα αποδίδουν την ίδια ισχύ αυξημένη για λόγους ασφάλειας κατά 20%. Μια ακόμα ενδιαφέρων λύση θα ήταν η συνδυασμένη λειτουργία αιολικών εγκαταστάσεων σε με κάποιο υδροηλεκτρικό έργο.

Η) Ισχυρισμοί σχετικά με την μείωση της αξίας της γης στις περιοχές, όπου εγκαθίστανται αιολικά πάρκα έχουν γίνει όμως δείχνουν εξαρχής να μην ευσταθούν. Κι αυτό διότι, στη χώρα μας, οι περιοχές που, κατά κανόνα, επιλέγονται για τέτοιου είδους επενδύσεις βρίσκονται σε ορεινά σημεία, με περιορισμένη βλάστηση, ελάχιστα διαθέσιμες και αξιοποιήσιμες για άλλες χρήσεις. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα της περιορισμένης αρχικής αξίας της γης, στις περιοχές αυτές. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις για παράκτια ή υπεράκτια αιολικά πάρκα που είναι πιο περίπλοκες.

- Συνοψίζοντας: στάθμιση πλεονεκτημάτων - μειονεκτημάτων

*Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε, ότι οι οποιεσδήποτε επιπτώσεις από τις ανεμογεννήτριες, αφενός είναι άμεσα «ορατές» και αφετέρου είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με σωστή αντιμετώπιση και προσχεδιασμό. Αντίθετα, οι επιπτώσεις της θερμικής ή πυρηνικής παραγωγής ενέργειας αργούν να φανούν, είναι μακροπρόθεσμες και όση προσπάθεια και κόστος να δαπανηθούν είναι αδύνατον να ελαχιστοποιηθούν. Εν τέλει θα πρέπει να αποφασίσουμε ότι εφόσον πρέπει να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια, είναι σίγουρα προτιμότερο να την παράγουμε με τρόπο που να έχει την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση για το περιβάλλον. Από τεχνολογική και οικονομική πλευρά, η πιο ώριμη μορφή ανανεώσιμης και «καθαρής» ενέργειας είναι σήμερα η αιολική. Αυτή μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών προσφέροντας συγχρόνως ποίκιλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη .*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6            Μελέτη αιολικού δυναμικού**

### **6.1. Εισαγωγή**

Βασική προϋπόθεση για να κατασκευαστεί ένα αιολικό πάρκο, είναι να έχει καλό αιολικό δυναμικό η περιοχή στην οποία θα κατασκευαστεί. Επομένως, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθώ στον άνεμο και στα μεγέθη του, και στη μελέτη του αιολικού δυναμικού της περιοχής. Η μελέτη αυτή προϋποθέτει την εγκατάσταση ιστού για να έχουμε ανεμολογικές μετρήσεις μια περίοδο τουλάχιστον ενός έτους. Η εγκατάσταση ιστού και λήψη ανεμολογικών μετρήσεων γίνεται βάσει του προτύπου τυποποίησης ISO 17025:2005, έτσι ώστε οι μετρήσεις του να είναι αξιόπιστες και να μπορούμε να βασιστούμε σε αυτές. Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρεται επίσης στην περιγραφή του ιστού. Έχοντας τις μετρήσεις αυτές διαθέσιμες γίνεται η ανάλυσή τους με το κατάλληλο λογισμικό (OWC Wizard ), ώστε να χρησιμοποιηθεί μαζί με τον κατάλληλο διαμορφωμένο ψηφιακό χάρτη της περιοχής στο Wasp για να υπολογιστεί ο αιολικός χάρτης της περιοχής. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται και μια αναφορά στο λογισμικό Wasp.

### **6.2. Χαρακτηριστικά του ανέμου**

Άνεμος είναι η οριζόντια, κυρίως, κίνηση μεγάλων μαζών του ατμοσφαιρικού αέρα και προκαλείται από τρεις βασικούς παράγοντες που δημιουργούν και διαμορφώνουν τις κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα :

- a. η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονα της
- b. η ηλιακή ενέργεια που απορροφά η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια του εδάφους
- c. η ανομοιομορφία του γήινου ανάγλυφου.

Εξαιτίας αυτών των τριών παραγόντων, η κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της γης δεν είναι ομοιόμορφη και η διαφορά πιέσεων που δημιουργείται, εξαναγκάζει τις αέριες μάζες να κινηθούν, για να αντισταθμίσουν αυτή τη διαφορά. Η διεύθυνση και η ταχύτητα ή ένταση του ανέμου είναι τα δυο κύρια χαρακτηριστικά του, τα οποία πρέπει να καταγραφούν. Η διεύθυνση του ανέμου καθορίζεται σε σχέση με το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος, και σαν αποτέλεσμα της καταγραφής της διεύθυνσης του ανέμου προκύπτει το πολικό διάγραμμα.



Εκτός από την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου, είναι χρήσιμο να καταγραφεί η ύπαρξη ριπών ανέμου, η ύπαρξη στροβιλισμού και αναταράξεων καθώς και το επίπεδο της τύρβης του ανέμου. Για την περιγραφή της διανομής ταχύτητας του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος χρησιμοποιούνται αρκετοί ημιεμπειρικοί αναλυτικοί νόμοι, οι οποίοι βασίζονται στο γεγονός της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος μέσα στα όρια του οριακού στρώματος. Βέβαια, η διανομή της ταχύτητας του ανέμου επηρεάζεται από την τραχύτητα του εδάφους, την ύπαρξη επιφανειακών εμποδίων καθώς και από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Μετά την καταγραφή της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου, συνήθως σε ετήσια βάση, ακολουθεί η επεξεργασία των ανεμολογικών στοιχείων με στόχο την κατασκευή του ιστογράμματος συχνότητας πιθανότητας του ανέμου, της ετήσιας καμπύλης διάρκειας, του πολικού διαγράμματος και των καμπυλών των διαστημάτων νηνεμίας της περιοχής. Λιγότερο ακριβείς είναι οι ανεμολογικές μετρήσεις που βασίζονται στη κλίμακα Beaufort, λόγω της σχετικής ασάφειας που εμφανίζουν οι επιμέρους βαθμίδες της κλίμακας. Από το σύνολο των κινήσεων του ανέμου η σπουδαιότερη σε σχέση με τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του ανέμου.

### 6.3. Τύρβη και διάτμηση

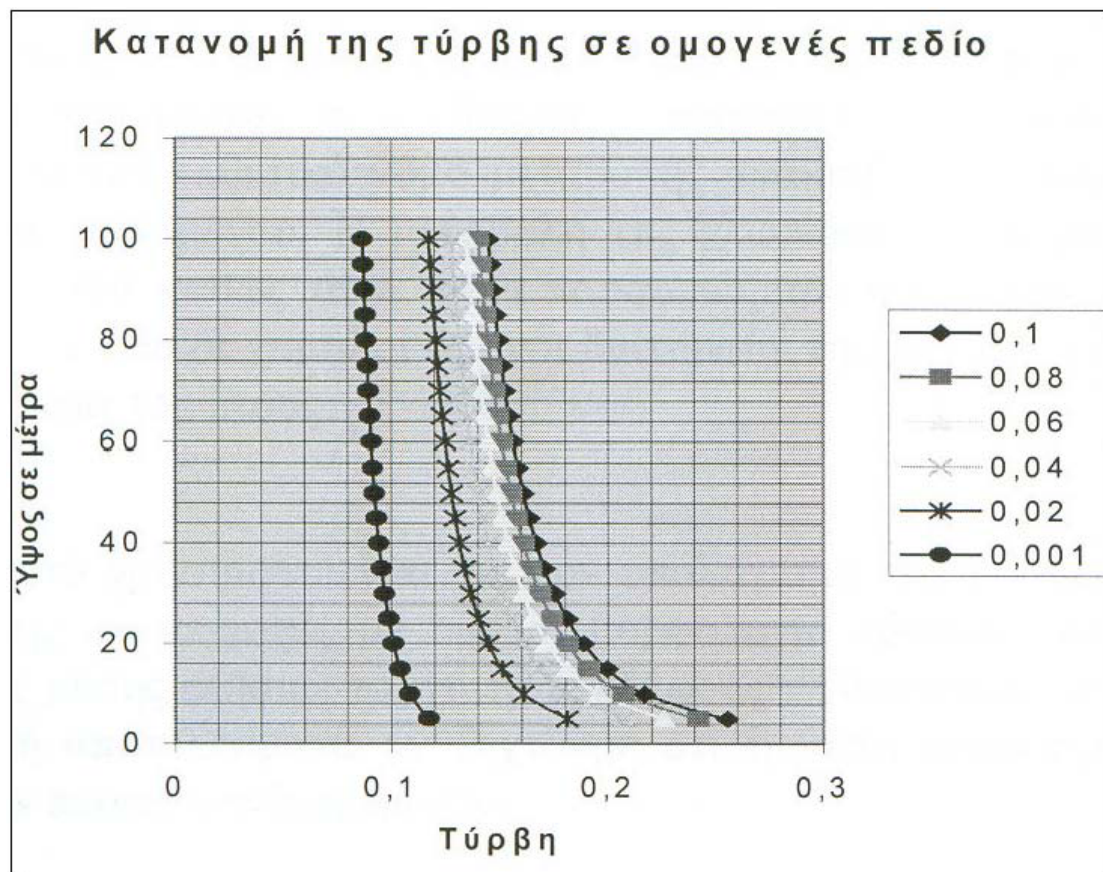
Είναι προφανές ότι οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι τυχαίες και δεν μπορούν να προβλεφθούν και να αναλυθούν με ασφαλή τρόπο. Έτσι χρησιμοποιούμε στατιστικές τεχνικές για την περιγραφή των χαρακτηριστικών του ανέμου. Έτσι, από τον ορισμό της μέσης τιμής της ταχύτητας, προκύπτει η τύρβη που ορίζεται ως η διαταραχή της ταχύτητας με περίοδο μικρότερη από την περίοδο ολοκλήρωσης της μέσης τιμής. Συνήθως για να έχουμε ένα κοινό σημείο αναφοράς, υπολογίζουμε την τύρβη δεκαλέπτου. Η διάτμηση (*shear*) μας δείχνει αν έχουμε πρόβλημα με μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου στη βάση της ανεμογεννήτριας σε σχέση με την ταχύτητα στην πλήμνη της ανεμογεννήτριας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξετάσουμε τη συγκεκριμένη παράμετρο όταν χωροθετούμε τις ανεμογεννήτριες γιατί ένας λάθος υπολογισμός μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τα φτερά των ανεμογεννητριών.

#### 6.3.1. Μέθοδος υπολογισμού τύρβης

Ο υπολογισμός της τύρβης έγινε με βάση τη γνωστή θεωρία περί ανάπτυξης τυρβώδους ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος. Κριτήριο για την επιλογή των σχέσεων για τους υπολογισμούς υπήρξε η μορφή της κατανομής της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου. Η κατανομή της κλίσης αυτής στο χώρο, η οποία δίνεται από τη σχέση (6.1), είναι ένδειξη της κατανομής της παραγωγής και της απόσβεσης της τύρβης.

$$I = \frac{1}{\ln \frac{z}{z_0}} \quad (6.1)$$

Όπου  $z_0$  το μήκος τραχύτητας του εδάφους και  $z$  η τρέχουσα απόσταση ενός σημείου στην ατμόσφαιρα από το έδαφος. Παρακάτω στο σχήμα 3.1. φαίνεται μια τυπική κατανομή της τύρβης για ομογενές πεδίο. Η απλή αυτή σχέση παύει να ισχύει όταν η κατανομή της ταχύτητας χάνει τη λογαριθμική της μορφή και αυτό συμβαίνει σε μη ομογενή πεδία. Η εκτίμηση της κατανομής της τύρβης σε περιπτώσεις επιτάχυνσης της ροής πάνω από λόφους που παρουσιάζουν οξείες ακμές και τελειώνουν σε κρημνώδεις πλαγιές μπορεί να γίνει μόνο με προσομοίωση σε υπολογιστή μέσω του κατάλληλου προγράμματος όπως το λογισμικό *Wasp Engineering* το οποίο αναφέρεται παρακάτω.



Σχήμα 6.1: Η κατανομή της τύρβης, (καμπύλες για τραχύτητα  $Z_0=0,1$  έως  $0,001$ , σε ομογενές πεδίο σύμφωνα με τον *European Wind Atlas* του *RISØE*).

### **6.3.2. Η διάτμηση**

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

## **6.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου**

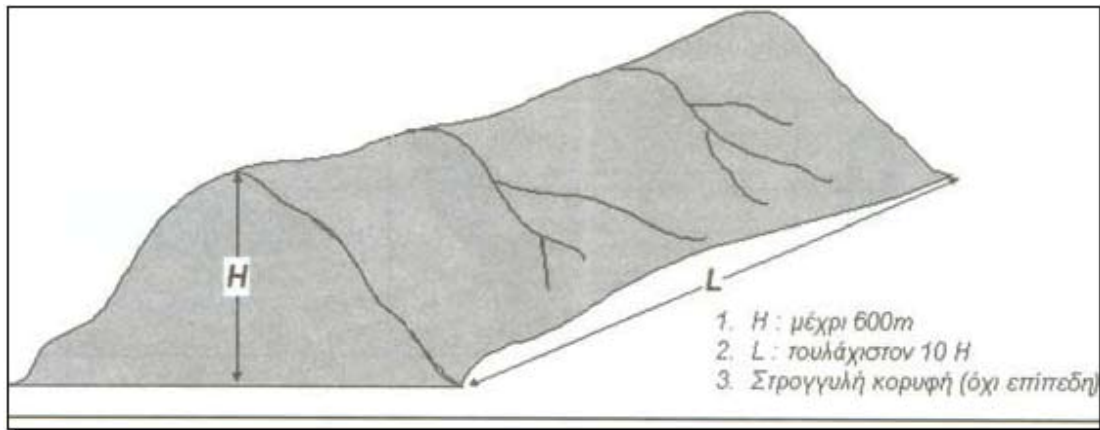
### **6.4.1. Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους**

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

### **6.4.2. Επίδραση επιφανειακών εμποδίων**

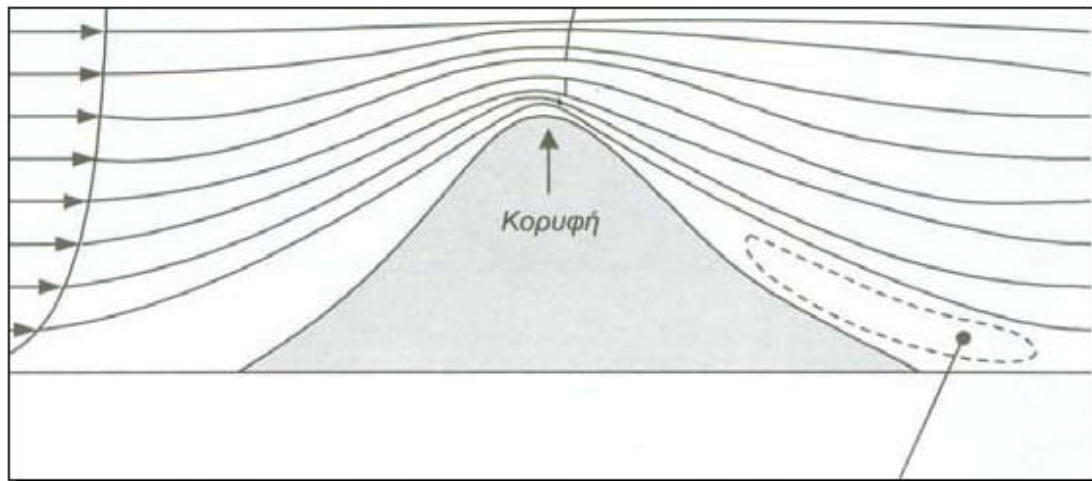
Για τη σωστή αεροδυναμική συμπεριφορά μιας αιολικής μηχανής είναι σκόπιμο η πτερωτή της ανεμογεννήτριας να βρίσκεται εκτός του πεδίου επιρροής τυχόν επιφανειακών εμποδίων. Με τον τρόπο αυτό έχουμε μεγιστοποίηση της διαθέσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου, το πεδίο ροής είναι ελεύθερο στροβιλισμών και η τύρβη του ανέμου είναι η ελάχιστη δυνατή. Είναι συνεπώς σκόπιμο να εντοπίσουμε τις περιοχές επιρροής των κυριότερων επιφανειακών εμποδίων. 6.4.3. Επίδραση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής. Η διαμόρφωση του πεδίου ταχύτητας επηρεάζεται μεν από την τραχύτητα του εδάφους και τα επιφανειακά εμπόδια, πλην όμως μεγαλύτερη επίδραση έχουν οι εδαφολογικές ιδιομορφίες στην περιοχή της πιθανής θέσης εγκατάστασης μιας αιολικής μηχανής. Για ακριβέστερες αναλύσεις απαιτείται η μελέτη του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής είτε υπό κλίμακα

σε αεροδυναμική σήραγγα είτε με τη χρήση αριθμητικών μεθόδων πλήρους ανάλυσης του πεδίου ροής. Η έννοια της λοφοσειράς λαμβάνεται κάθετη στην επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2. Το μέγιστο ύψος της λοφοσειράς δεν υπερβαίνει τα εξακόσια (600 m) μέτρα, ενώ το πλάτος της είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο του ύψους της λοφοσειράς. Η ανάλυσή μας βασίζεται στην υπόθεση ότι ο άνεμος περνάει επάνω από τη λοφοσειρά και δεν την παρακάμπτει κινούμενος πλαγίως.



Σχήμα 6.2: Τυπική λοφοσειρά

Βασιζόμενοι στους κλασσικούς νόμους της αεροδυναμικής υποηχητικών ταχυτήτων (π.χ. εξίσωση Bernoulli), μπορούμε να πούμε ότι η κορυφή της λοφοσειράς είναι μια πολύ καλή θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας, δεδομένης της συμπίεσης των γραμμών ροής, η οποία ισοδυναμεί με επιτάχυνση της αέριας δέσμης. Ένας πιθανός διπλασιασμός της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή της κορυφής ισοδυναμεί με οκταπλασιασμό της διαθέσιμης ισχύος του ανέμου στην εν λόγω περιοχή. Συχνά είναι προτιμότερο να εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια λίγο πριν την κορυφή της λοφοσειράς, ώστε να αποφευχθούν αφενός αρνητικές κλίσεις της ταχύτητας που συνοδεύουν τυχόν αποκόλληση της ροής, αφετέρου περιοχές υψηλής τύρβης (σχήμα 6.3).



Σχήμα 6.3: Πιθανή ζώνη υψηλής τύρβης

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

### 6.5. Το 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 η συντριπτική πλειοψηφία των περιοχών που είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων είναι περιοχές με έντονη ορογραφία, βασιζόμαστε στα μαθηματικά μοντέλα που υπάρχουν και μεριμνούμε, έτσι ώστε οι μετρήσεις που έχουμε για την περιοχή να είναι σε κοντινό μέρος, σε σχέση με την περιοχή ενδιαφέροντος. Είναι κοινά αποδεκτό ότι σε μια περιοχή περίπου 10 χιλιόμετρα γύρω από τον ανεμογράφο, μπορούμε να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου.

Οι μετρήσεις λαμβάνονται από μετεωρολογικούς ιστούς, οι οποίοι χωροθετούνται κοντά στην περιοχή ενδιαφέροντος και κατά προτίμηση στην ψηλότερη κορυφή, έτσι ώστε να μην έχουμε παρεμπόδιση των ανέμων από ενδεχομένως ψηλότερες κορυφές. Οι ιστοί στήνονται σε ύψος τουλάχιστον 10 μέτρων από το έδαφος και μακριά από δέντρα και άλλα εμπόδια, όπου αυτό είναι εφικτό. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου θέλουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα μας. Σ'αυτές τις περιπτώσεις εγκαθιστούμε ψηλότερους ιστούς με ύψος έως και 60 μέτρα και τοποθετούμε όργανα σε διάφορα ύψη (10 m, 30 m, 45 m, 60 m). Με αυτό τον τρόπο έχουμε ακριβή ένδειξη της ταχύτητας στο ύψος της πτερωτής της ανεμογεννήτριας που είναι συνήθως πάνω από τα 50 m. Οι προϋποθέσεις αυτές εξασφαλίζουν την ορθότητα των δεδομένων που παίρνουμε. Οι μετρητικές διατάξεις που τοποθετούνται σε ένα ιστό είναι το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης (παρακάτω γίνεται η περιγραφή για το καθένα από τα όργανα) και πολλές φορές τοποθετούνται σε ζευγάρια, έτσι ώστε στην περίπτωση που το ένα καταστραφεί, να έχουμε ενδείξεις από το άλλο. Τα όργανα συνδέονται σε ένα καταγραφικό (datalogger) (εικόνες 6.1 & 6.2) το οποίο παίρνει μετρήσεις από τα όργανα. Μέσα από τις ρυθμίσεις του καταγραφικού, ορίζουμε το διάστημα δειγματοληψίας για τις μετρήσεις. Για εφαρμογές όπως η ανέγερση ενός αιολικού πάρκου, οι μετρήσεις γίνονται ανά 1 δευτερόλεπτο και η ολοκλήρωση των μετρήσεων γίνεται κάθε 10 λεπτά. Έτσι έχουμε μέσες 10λεπτες τιμές για την ταχύτητα και τη διεύθυνση.

Εικόνα

3.2:

Datalogger.



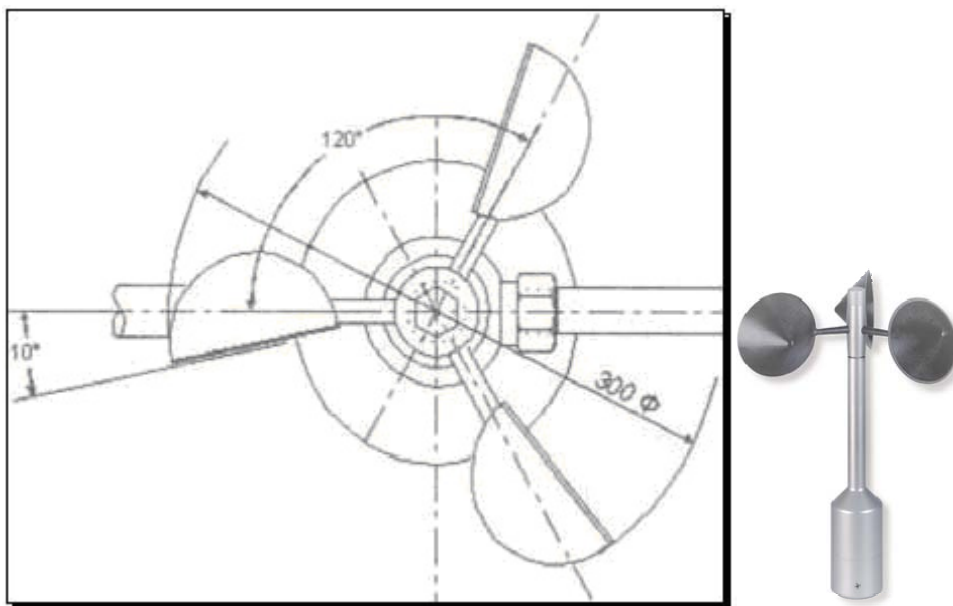
Εικόνα 6.1: Datalogger



Εικόνα 6.2: Datalogger.

### 6.6.1. Ανεμόμετρο

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. Στον ιστό μας χρησιμοποιούνται δυο τέτοιου τύπου κυπελλοφόρα ανεμόμετρα .



Σχήμα 6.4: Σκαρίφημα ανεμόμετρου

Εικόνα 6.4: Ανεμόμετρο

Τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα αποτελούνται (εικόνα 6.4 – σχήμα 6.4) από έναν κατακόρυφο άξονα στην κορυφή του οποίου υπάρχουν τρεις ή τέσσερις οριζόντιοι βραχίονες συμμετρικά τοποθετημένοι. Στα άκρα κάθε βραχίονα είναι τοποθετημένο ένα ημισφαιρικό ή κωνικό κύπελλο, με 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:

- a. μηχανικό στροφόμετρο, που καταγράφει τον αριθμό των περιστροφών των κυπέλλων από τη στιγμή ενάρξεως λειτουργίας του οργάνου
- b. ηλεκτρική επαφή, η οποία κλείνει μετά από ένα ορισμένο αριθμό στροφών, και μέσω καταγραφικού δίνει απ' ευθείας τη μέση ταχύτητα του ανέμου
- c. μικρή ηλεκτρογεννήτρια, η οποία μετατρέπει την περιστροφική κίνηση του άξονα σε ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο και μετατρέπεται σε ένδειξη ταχύτητας
- d. φωτοηλεκτρικό διακόπτη, ο οποίος μετατρέπει την ταχύτητα περιστροφής σε στιγμιαία ταχύτητα ανέμου στην έξοδο του συστήματος.

### 6.6.2. Διευθυνσιόμετρο

Η διεύθυνση του ανέμου μετράται συνήθως με τη βοήθεια των ανεμοδεικτών. Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από έναν κατακόρυφο άξονα στο πάνω άκρο του οποίου περιστρέφεται ένας οριζόντιος άξονας με ένα ή δύο ελάσματα στο ένα άκρο του. Όταν η πίεση που ασκεί ο άνεμος εξισορροπηθεί και από τις δύο πλευρές του ελάσματος του ανεμοδείκτη, αυτός έχει στραφεί έτσι ώστε ο δείκτης του ανεμοδείκτη, που βρίσκεται και το αντίβαρο εξισορρόπησης του ελάσματος, να διευθύνεται προς τη μεριά από την οποία φυσά ο άνεμος. Ένας ακριβής ανεμοδείκτης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- a. περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του με ελάχιστες τριβές
- b. δεν παρουσιάζει τάσεις κλίσεως προς μια διεύθυνση, με την ακριβή αντιστάθμιση των ελασμάτων με τη χρήση αντίβαρου
- c. εμφανίζει τη μέγιστη ροπή στρέψης για δεδομένη αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με την αδράνεια του οργάνου.
- d. παρουσιάζει γρήγορη απόκριση στις διαρκείς διακυμάνσεις της διεύθυνσης του ανέμου
- e. παρουσιάζει επαρκή απόσβεση των τυχαίων ταλαντώσεων.

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



## 6.7. Βασικές έννοιες αιολικής ενέργειας

### 6.7.1. Ορισμός αιολικής ενέργειας

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

$$E_k = \frac{1}{2} m u^2 \quad (6.2)$$

### 6.7.2. Ισχύς ανέμου

Η ισχύς του ανέμου είναι:

$$P A \quad (6.3)$$

όπου :

$\rho$ : η πυκνότητα του αέρα σε  $\text{kg}/\text{m}^3$

$A$ : η επιφάνεια ροής σε  $\text{m}^2$

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

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

$$P = \frac{1}{2} \rho A_t C_p V^3 \quad (6.4)$$

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

### 6.7.3. Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος

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

$$u(h) = \left(\frac{U}{k}\right) \left[\ln \frac{z}{z_0} - \varphi \frac{h}{k}\right] \quad (6.5)$$

με τη βοήθεια της οποίας, για δύο ύψη  $h_1$  και  $h_2$  :

$$\frac{u(h_1)}{u(h_2)} = \frac{\ln\left(\frac{h_2}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{z_0}\right)} \quad (6.6)$$

Ο παραπάνω τύπος ισχύει για ύψη μέχρι 60 m από το έδαφος. Για τα ελληνικά νησιά ισχύει  $z_0=0,3$  m .

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

$$\frac{u(h_1)}{u(h_2)} = \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^\alpha \quad (6.7)$$

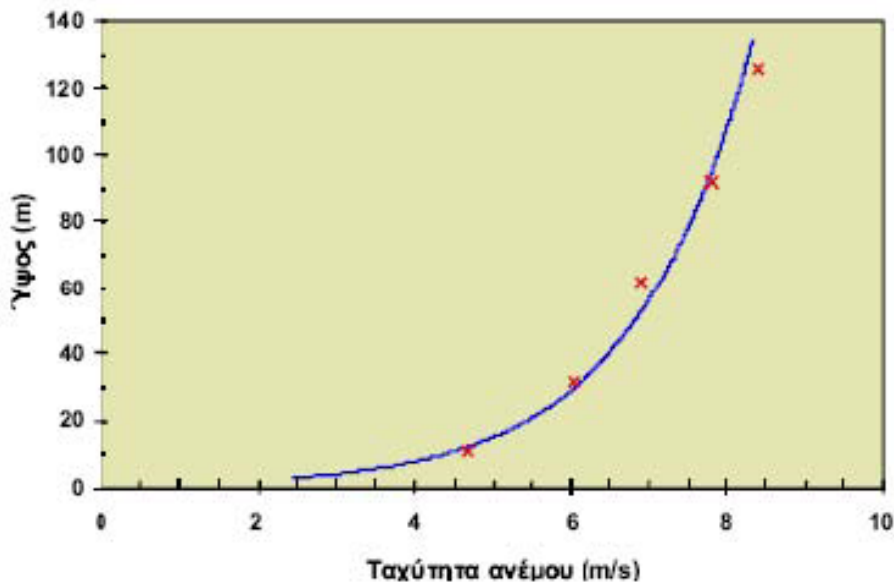
όπου :

$u(h_1)$ : η ζητούμενη ταχύτητα του ανέμου σε ύψος

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

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

Στο σχήμα 6.5 παρουσιάζεται μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου καθ' ύψος με βάση τη σχέση 6.6.



Σχήμα 6.5: Πιθανή μορφή του οριακού στρώματος της ταχύτητας του ανέμου

Η ατμοσφαιρική μίξη συνήθως ακολουθεί ένα ημερήσιο κύκλο οδηγούμενο από την ηλιακή θέρμανση. Στο ύψος της πλήμνης μιας Α/Γ, ο κύκλος αυτός προκαλεί συχνά αύξηση της ταχύτητας του ανέμου την ημέρα και μείωσή της τη νύχτα. Εντούτοις, το εύρος της μεταβολής μεταξύ νύχτας και ημέρας εν γένει μειώνεται, καθώς αυξάνει το ύψος της πλήμνης. Σε ύψος περίπου 10 μέτρων η ημερήσια μεταβολή μπορεί να είναι πολύ έντονη, αλλά καθώς αυτό αυξάνεται στα 50 μέτρα αυτή εξασθενεί ή μπορεί ακόμη και να εξαφανιστεί.

#### 6.7.4. Επίδραση της πυκνότητας του αέρα

Η πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας και για κανονικές συνθήκες είναι  $\rho_0 = 1.255 \text{ kg/m}^3$ . Η πυκνότητα του αέρα σε μεγαλύτερα ύψη μειώνεται και κατά συνέπεια μειώνεται και η διαθέσιμη ισχύς. Η επίδραση αυτή μπορεί να επιφέρει μείωση στην παραγωγή ισχύος των Α/Γ σε ψηλά βουνά κατά τουλάχιστον 40% έναντι της ισχύος, που θα μπορούσε να παραχθεί με τις ίδιες ταχύτητες ανέμου στο επίπεδο της θάλασσας. Η πυκνότητα του αέρα εξαρτάται αντίστροφα από τη θερμοκρασία, οπότε οι πιο χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν τις μεγαλύτερες πυκνότητες του αέρα και τη μεγαλύτερη παραγωγή αιολικής ισχύος. Ακόμα, η επίδραση της πυκνότητας του αέρα στην αναμενόμενη παραγωγή ενέργεια από μια Α/Γ μπορεί να είναι σημαντική ιδιαίτερα για Α/Γ με αεροδυναμικό έλεγχο (Stall). Με βάση το πρότυπο IEC 61400-12 προτείνονται οι εξής διορθώσεις:

Για Α/Γ με μεταβλητό βήμα πτερυγίων (pitch)

Διορθώνεται η ταχύτητα ανέμου με βάση τη σχέση :

$$V^M = V * \left( \frac{P}{P_0} \right)^{1/3} \quad (6.8)$$

όπου:

$V^M$ : η ζητούμενη ταχύτητα του ανέμου σε ύψος.

$P_0$ : πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας και για κανονικές συνθήκες

$P$ : η μέση πυκνότητα αέρα στο ύψος της πλήμνης

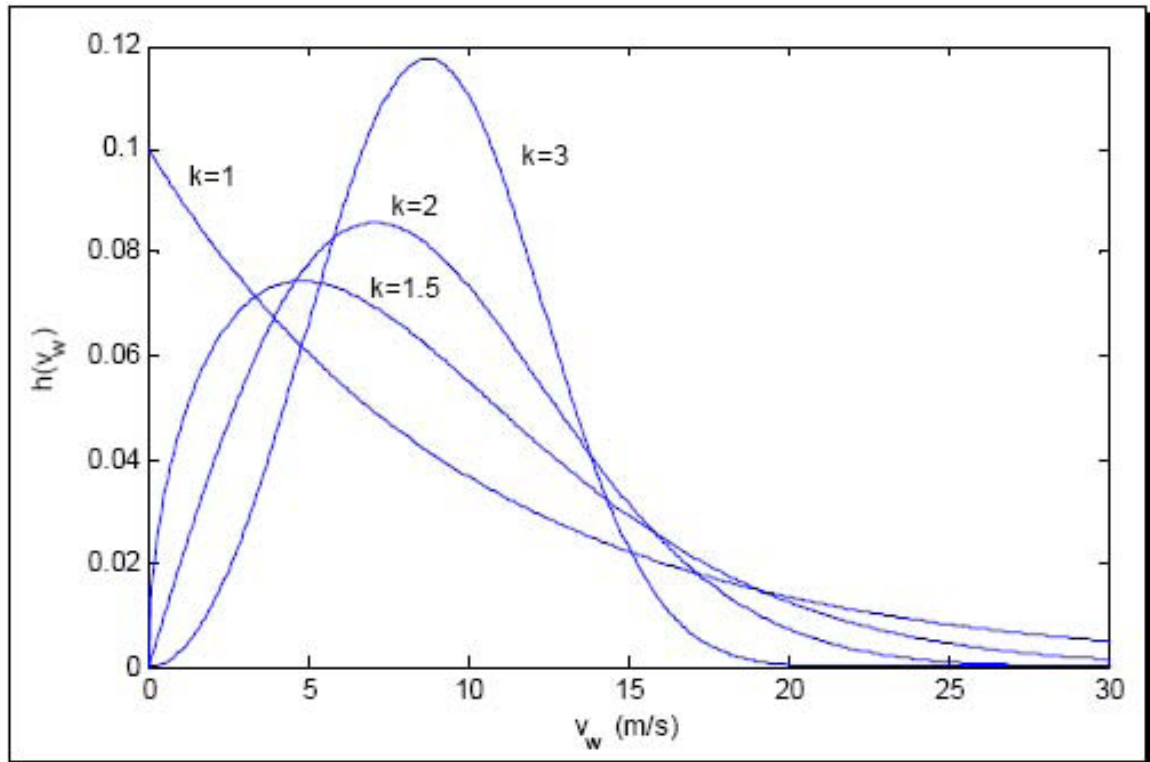
### 6.7.5. Το ιστόγραμμα πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου

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

Η αναλυτική έκφραση της κατανομής Weibull δίνεται από τη σχέση :

$$f(u) = C \cdot u^{k-1} \cdot \exp[-C \cdot u^k] \quad (6.9)$$

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



Σχήμα 6.6: Μορφή της κατανομής Weibull για διαφορετικές τιμές της παραμέτρου μορφής  $k$ . Παράμετρος κλίμακας  $c = 10$  m/sec.

### 6.7.6. Συντελεστής απασχόλησης (capacity factor)

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

$$C.F. = \frac{E}{T \cdot PR} \quad (6.10)$$

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

## 6.8. Υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp

Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του διεθνώς αναγνωρισμένου λογισμικού ανάπτυξης αιολικού άτλαντα Wasp του Εθνικού Εργαστηρίου της Δανίας ( RISOE). Το λογισμικό WASP θα μας βοηθήσει να εξάγουμε τα κύρια μεγέθη για την οικονομοτεχνική μελέτη. Επίσης με τη βοήθεια του προγράμματος θα αναπτυχθεί ο αιολικός χάρτης της περιοχής. Η αξιοπιστία των υπολογισμών που θα εκτελεστούν από το πρόγραμμα εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

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

## 6.9. Αιολικός άτλαντας

Αιολικός χάρτης (αιολικός άτλαντας) είναι ένας χάρτης όπου σημειώνεται το αιολικό δυναμικό. Είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια του μελετητή μηχανικού για μια αξιόπιστη και άρτια οικονομοτεχνική μελέτη αιολικού συστήματος. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να προσδιοριστεί η διαθέσιμη ενέργεια του ανέμου για μετατροπή σε άλλη μορφή ενέργειας, ζητούμενη για την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ο αιολικός χάρτης δημιουργείται χρησιμοποιώντας ανεμολογικά δεδομένα ανεμογράφων, οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα μέρη της υποψήφιας περιοχής. Ο αιολικός χάρτης αποτελεί πολύτιμο εργαλείο με ποικίλες εφαρμογές και μπορεί να συνδυαστεί εύκολα με πληροφορίες ανάλογου χαρακτήρα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ουσιαστικά είναι μια προσομοίωση της πνοής του ανέμου εκφρασμένη σε μέσες ετήσιες στατιστικές παραμέτρους της στο χώρο μεταξύ του εδάφους και μιας επιφάνειας που απέχει από το έδαφος 250 περίπου μέτρα.

Οι παράμετροι που δίδονται από τον αιολικό χάρτη είναι:

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

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

### **6.10. Αξιολόγηση αιολικού δυναμικού**

Αφού έχουν πραγματοποιηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και η εκτίμηση των παραμέτρων του ανέμου, όπως προκύπτουν από το λογισμικό αλλά και τα στοιχεία των ανεμολογικών δεδομένων, μπορούμε να καταλήξουμε σε κάποια πρώτα συμπεράσματα ειδικά για το αιολικό δυναμικό, πάντα βέβαια με τις επιφυλάξεις για τις τυχόν ατέλειες ή λάθη στο πρόγραμμα από τον πηγαίο κώδικά του. Επίσης, το σφάλμα στην εκτίμηση του αιολικού δυναμικού δεν μπορεί να αποφευχθεί, καθώς ο άνεμος είναι ένα στοχαστικό φαινόμενο, πράγμα που σημαίνει ότι έχει ιδιαίτερη σημασία οι μετρήσεις και οι εκτιμήσεις του αιολικού δυναμικού να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς και μακροχρόνιες.

## **Κεφάλαιο 7 Επιλογή περιοχής/ανεμογεννήτριας και ενεργειακή μελέτη πάρκου**

### **7.1 Εισαγωγή**

Για την ανάπτυξη και λειτουργία ενός αιολικού πάρκου διακρίνουμε τις εξής τέσσερις φάσεις:

- a. Μελέτη σκοπιμότητας και εκκίνηση του έργου (1,5-3,5 έτη)
- b. Προκατασκευαστική περίοδος (1-1,5 έτη )
- c. Κατασκευαστική περίοδος (1-2 έτη)
- d. Λειτουργία και συντήρηση

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας εκκίνησης ενός αιολικού πάρκου είναι η επιλογή τοποθεσίας όπου θα πραγματοποιηθούν μακροπρόθεσμες συμφωνίες με ιδιοκτήτες γης ή η αγορά οικοπέδου .Ακολουθεί η φάση ανάπτυξης που θεωρητικά πρέπει να διαρκεί 1-2 έτη. Τότε γίνονται οι ανεμολογικές μετρήσεις ,οι επιλογές χωροθέτησης και ο καθορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του έργου .Στη συνέχεια γίνονται οι υποβολές αιτήσεων για την αδειοδότηση που πρέπει να ολοκληρωθεί σε διάστημα 6 με 18 μηνών. Ακολουθεί η φάση προ-κατασκευής διάρκειας 12-18 μηνών. Τότε γίνεται η χορήγηση αδειών ,η επιλογή πόρων (ανεμογεννήτριες, μηχανικοί κ.τ.λ.) και γίνονται οι διαπραγματεύσεις του συμβολαίου κατασκευής .Τέλος γίνεται η κατασκευή θεωρητικά σε διάστημα 1-2 χρόνια , ο έλεγχος που διασφαλίζει ότι ο σταθμός τηρεί τις προδιαγραφές για την σωστή λειτουργία του αιολικού πάρκου.



## 7.2 Τα κριτήρια επιλογής περιοχής μελέτης αιολικού πάρκου

Γενικά τα κριτήρια που υπεισέρχονται για την επιλογή μιας περιοχής για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου είναι:

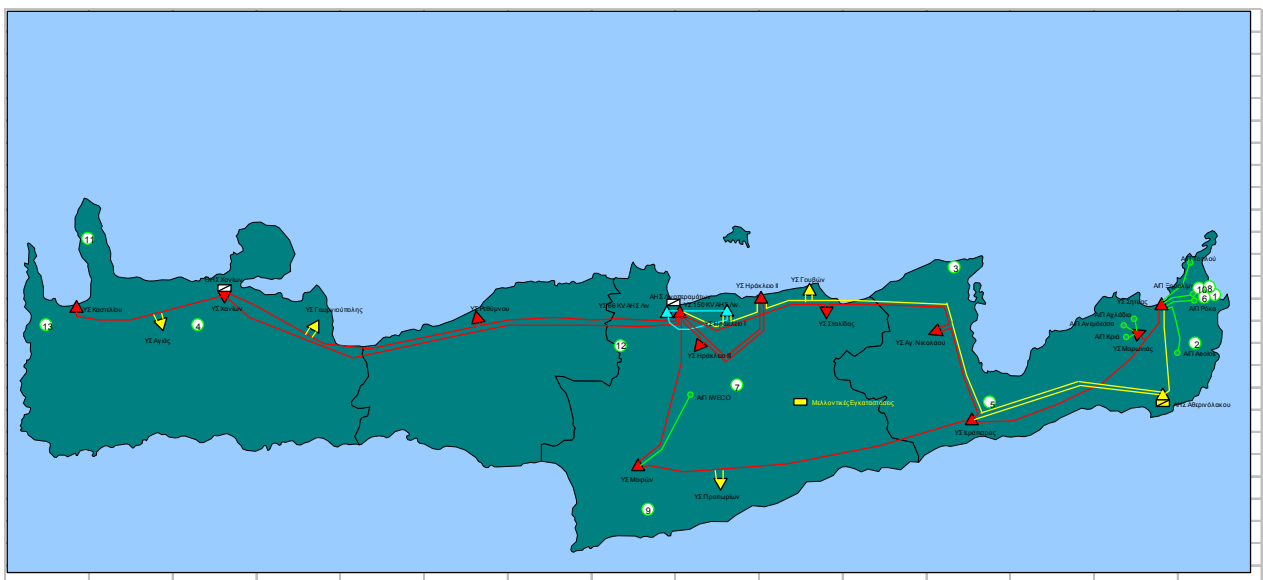
- a. εξασφάλιση κατάλληλης έκτασης γηπέδου εγκατάστασης, ανάλογης της επιθυμητής ονομαστικής ισχύος του αιολικού πάρκου και του μοντέλου της επιλεγμένης ανεμογεννήτριας
- b. μορφολογία περιοχής εγκατάστασης (προσβασιμότητα, ήπιες κλίσεις κλπ)
- c. δυνατότητα επίλυσης θεμάτων ιδιοκτησίας θέσης εγκατάστασης
- d. περιορισμός οχλήσεων και συμμόρφωση σύμφωνα με το χωροταξικό Α.Π.Ε. (περιοχές NATURA, οπτική, ακουστική όχληση κλπ)
- e. διαθεσιμότητα καλού αιολικού δυναμικού.

## 7.3 Πρόσβαση περιοχής

Μια ακόμα σημαντική παράμετρος που πρέπει να εξεταστεί πριν τη μελέτη ενός αιολικού πάρκου είναι να πλεχθεί πόσο εύκολη είναι η πρόσβαση στην περιοχή, το οποίο περιλαμβάνει:

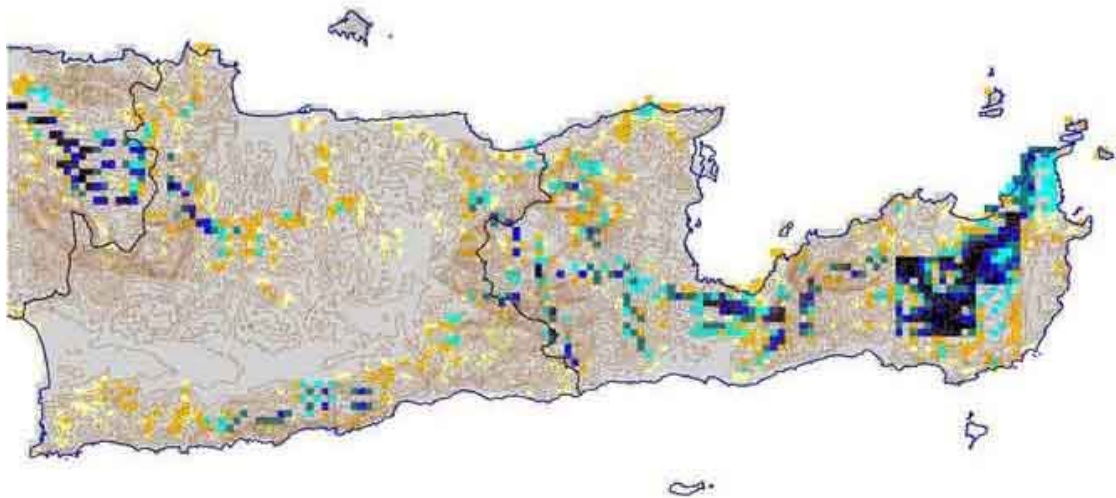
- a. οδικό δίκτυο
- b. λιμενικές εγκαταστάσεις
- c. υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Το υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη παρουσιάζεται στο χάρτη 7.1. Αυτοί οι τρεις παράμετροι είναι πολύ σημαντικοί για να μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη η μελέτη του αιολικού πάρκου.




## 7.4 Αιολικό δυναμικό Περιοχής

Η επιλογή θέσης για τη μελέτη και την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου προϋποθέτει την ύπαρξη καλού αιολικού δυναμικού. Για να δούμε εάν η περιοχή έχει καλό αιολικό δυναμικό, θα πρέπει να εγκατασταθεί μετεωρολογικός σταθμός (ιστός) και να καταγράψει τα δεδομένα για μια διάρκεια τουλάχιστον ενός έτους. Επίσης δεν αρκεί μόνο να έχει καλό αιολικό δυναμικό (δυνατό αέρα), αλλά και η ποιότητα του αέρα. Να μην έχει δηλαδή μεγάλη τύρβη, και να έχει όσο το δυνατόν στρωτή ροή αέρα. Στρωτή ροή αέρα και χωρίς μεγάλη τύρβη συνήθως συναντάμε στην επιφάνεια της θάλασσας ή από τον αέρα που έρχεται από τη θάλασσα. Στη στεριά θα πρέπει η περιοχή να μην έχει απότομες πλαγιές και πυκνή βλάστηση. Στο χάρτη 7.2 παρουσιάζεται χάρτης αιολικού δυναμικού του νησιού.



Χάρτης 7.2: Ο χάρτης αιολικού δυναμικού της Κρήτης

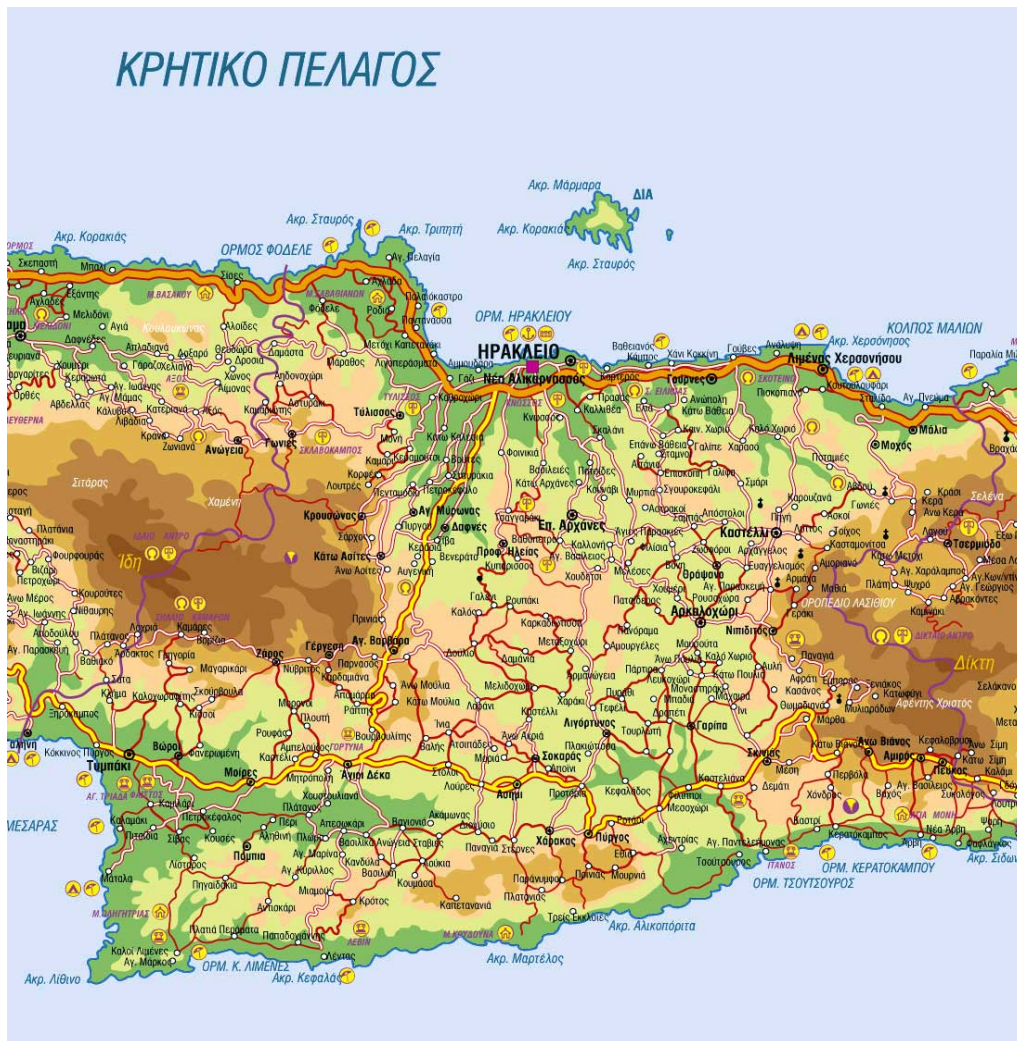
## Μέση ετήσια τιμή ταχύτητας ανέμου

	0 - 4 m/sec
	4.001 - 5 m/sec
	5.001 - 6 m/sec
	6.001 - 7 m/sec
	7.001 - 8 m/sec
	8.001 - 9 m/sec
	9.001 - 10 m/sec
	>10 m/sec

Στη γεωγραφική έκταση του νησιού απαντάται πλήθος τοποθεσιών με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου άνω των 7,5 m/. Με το νέο χωροταξικό πλαίσιο, είναι δυνατή η χωροθέτηση ανεμογεννητριών σε τοποθεσίες με υψηλό αιολικό δυναμικό, αποκλείοντας εκ των προτέρων όσες περιοχές υπόκεινται σε περιορισμούς περιβαλλοντικής, πολιτισμικής και κοινωνικής φύσεως. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται τόσο οι πιθανότητες εμπλοκής στη διαδικασία αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου, όσο και οι επιπτώσεις από τη λειτουργία του στο φυσικό και στο ανθρωπογενές, δομημένο περιβάλλον.

### **7.5 Επιλογή οικοπέδου για την πραγματοποίηση της μελέτης του αιολικού πάρκου**

Η επιλογή της περιοχής μελέτης βρίσκεται στις νότιες υπώρειες της οροσειράς Δίκτης, επί της γεωγραφικής επικράτειας του Δήμου Βιάννου στον νομό Ηρακλείου (χάρτης 7.3) η οποία τηρεί τα κριτήρια επιλογής περιοχής που αναφέρθηκαν προηγουμένως και έχει μέση ταχύτητα ανέμου στην θέση εγκατάστασης του ιστού 7,5 m/s.



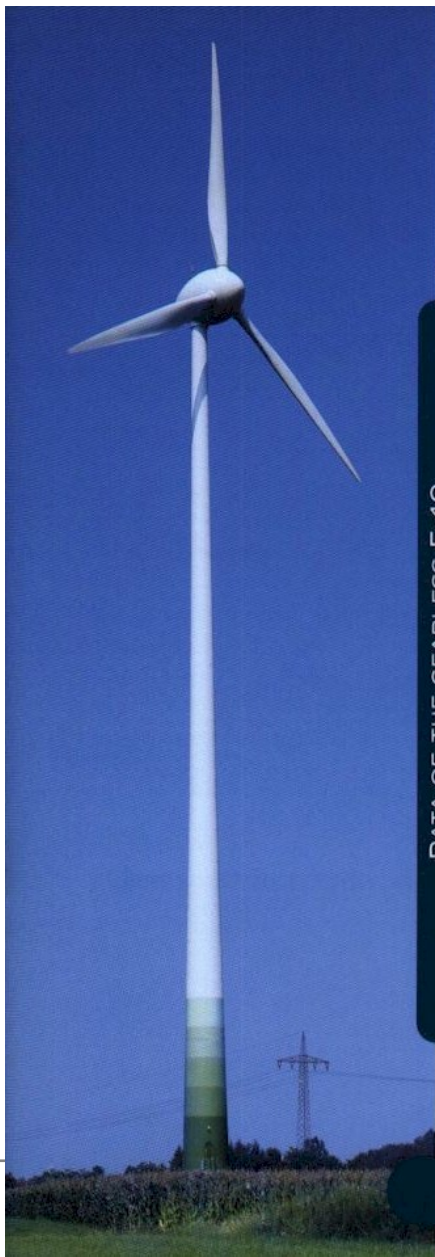
Χάρτης 7.3.: Απεικόνιση της περιοχής ενδιαφέροντος.

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

## 7.6. Κριτήριο επιλογής ανεμογεννήτριας

Για την επιλογή του τύπου των Α/Γ που θα απαρτίζουν ένα Α/Π λαμβάνονται υπ' όψιν οι εξής παράγοντες:

- a. καμπύλη ισχύος κάθε τύπου Α/Γ
- b. οι διαστάσεις της ανεμογεννήτριας σε συνάρτηση με τη διαθέσιμη έκταση του γηπέδου εγκατάστασης και την επιθυμητή ισχύ του αιολικού πάρκου
- c. περιορισμοί περιβαλλοντικής και χωροταξικής φύσεως
- d. τεχνικά και κατασκευαστικά θέματα (π.χ. μεταφορά ανεμογεννητριών)
- e. οικονομική προσφορά αγοράς και προγράμματος συντήρησης αιολικού πάρκου από τον προμηθευτή των ανεμογεννητριών.



## 7.7. Προτεινόμενη ανεμογεννήτρια

Η προτεινόμενη ανεμογεννήτρια είναι οριζοντίου άξονα και ο δρομέας της φέρει τρία πτερύγια. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα κριτήρια επιλογής ανεμογεννήτριας, καταλήγουμε στην επιλογή της ανεμογεννήτριας από την γερμανική εταιρεία ENERCON και συγκεκριμένα το μοντέλο E-40/600 KW με πύργο ύψους 65m και διάμετρο ρότορα 44 m, μεταβλητής ταχύτητας και με μεταβλητού βήματος λεπίδα .Η αεροτομή της είναι μια εξελιγμένη αεροτομή που επηρεάζεται λίγο από την τύρβη του ανέμου και έχει χαμηλή στάθμη αεροδυναμικού θορύβου. Έχει ταχύτητα σύνδεσης με το δίκτυο για ανέμους 2,5 m/s και αποσύνδεσης 18-34 m/s .

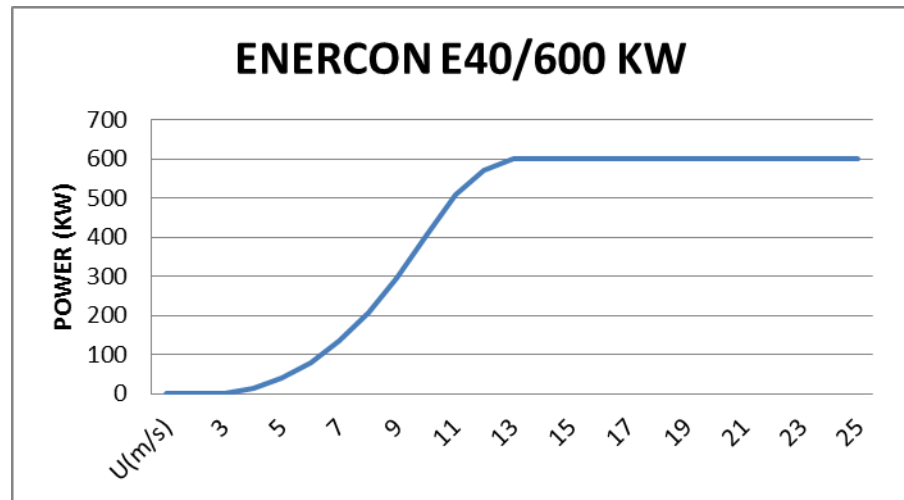
DATA OF THE GEARLESS E-40

## Ανεμογεννήτρια ENERCON E-40/600 kW Τεχνικά Χαρακτηριστικά

<b>ΔΡΟΜΕΑΣ</b>	
Τύπος	Οριζόντιου άξονα
Κατεύθυνση περιστροφής	Δεξιόστροφη
Αριθμός πτερυγίων	3
Επιφάνεια σάρωσης πτερυγίων	1521 m <sup>2</sup>
Υλικό πτερυγίων	Εποξειδική ρητίνη με αντικεραυνική προστασία
Ταχύτητα δρομέα	Μεταβλητή, 18-34 rpm
Έλεγχος βήματος	Τρία συγχρονισμένα συστήματα μεταβολής του βήματος των πτερυγίων με τροφοδοσία έκτακτης ανάγκης.
<b>ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ</b>	
Γεννήτρια	Σύγχρονη με δαχτυλίδια
Σύνδεση στο δίκτυο	Inverter της Enercon
Πέδη	Τρία ανεξάρτητα συστήματα έλεγχου μεταβολής του βήματος των πτερυγίων με τροφοδοσία έκτακτης ανάγκης-πέδη του άξονα του δρομέα
Έλεγχος περιστροφής της ατράκτου	Ενεργός
Ταχύτητα σύνδεσης Α/Γ	2,5 m/s
Ταχύτητα αποσύνδεσης Α/Γ	18-34 m/s
Σύστημα έλεγχου	ENERCON SCADA
Στάθμη θορύβου	101 dB

Παρακάτω βλέπουμε την καμπύλη ισχύος της E-40/600KW

ENERCON E40/600	
Tower(m)	65
Diameter(m)	44
Control	pitch
U(m/s)	Power(KW)
2	0
3	1,7
4	14,7
5	41,4
6	79,6
7	135,8
8	207,5
9	295,4
10	405,2
11	508,1
12	571,4
13	600
14	600
15	600
16	600
17	600
18	600
19	600
20	600
21	600
22	600
23	600
24	600
25	600



Από το διάγραμμα της καμπύλης ισχύος παρατηρείται ότι όταν η ταχύτητα του ανέμου φτάσει ή ξεπεράσει τα 13 m/sec η ανεμογεννήτρια μπαίνει σε κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας για λόγους προστασίας της.

## 7.8. Χωροθέτηση αιολικού πάρκου

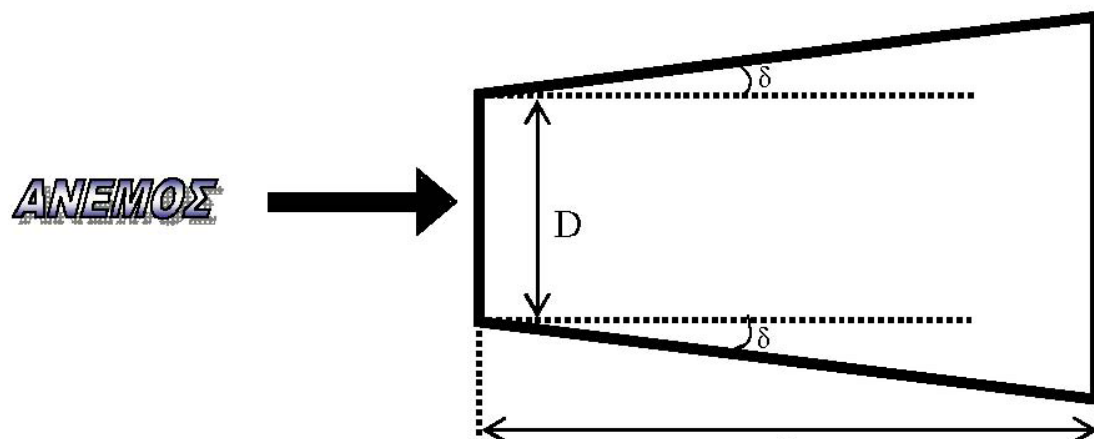
Η χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου απαιτεί την επιτόπια εξέταση των χαρακτηριστικών της περιοχής και ακριβή μελέτη εφαρμογής, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπ' όψιν όλα τα ιδιαίτερα τοπογραφικά και ανεμολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

### 7.8.1. Η επίδραση της σκίασης

Η περιοχή σκίασης μιας Α/Γ κατά τη διέλευση του ανέμου από το ρότορά της χαρακτηρίζεται από:

- a. μείωση της ταχύτητας του ανέμου
- b. υψηλή τύρβη

Στην περιοχή αυτή δεν συνίσταται η τοποθέτηση άλλων Α/Γ. Η περιοχή αυτή φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 7.1: Περιοχή σκίασης Α/Γ

Οι ανεμογεννήτριες λόγω της δέσμευσης ενέργειας από τον άνεμο, επιβραδύνουν τη ροή του ανέμου με αποτέλεσμα οι υπόλοιπες ανεμογεννήτριες που πιθανόν να βρίσκονται πίσω από την πρώτη να μην λαμβάνουν άνεμο τόσο 'δυνατό', όσο εξέλαβε η πρώτη ανεμογεννήτρια. Η απόσταση  $L$  στην οποία ο άνεμος ανακτά τα αρχικά του χαρακτηριστικά έχει εκτιμηθεί από πειραματικά δεδομένα ότι είναι στην περιοχή  $8D$  έως  $10D$ , όπου  $D$  η διάμετρος του ρότορα της Α/Γ. Από πειραματικά δεδομένα επίσης έχει προκύψει ότι η γωνία  $\delta$  κυμαίνεται από  $11,50$  έως  $12,50$ .

Για το υπό ανάπτυξη σύστημα οι προτεινόμενες (default) τιμές είναι:

$$L=10D$$



$\delta=120$ .

Η περιοχή όπως διαμορφώνεται για τις προτεινόμενες τιμές είναι ένα τραπέζιο, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.1, με:

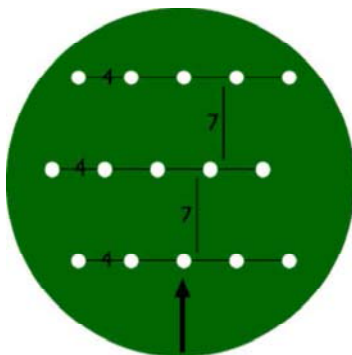
- Υψος  $L$
- Μικρή βάση  $D$  και
- Μεγάλη βάση  $D+2L\epsilon\phi 120$

Το πρόβλημα της μακροσκοπικής χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου σε μια περιοχή συνίσταται στη βέλτιστη τοποθέτηση των Α/Γ του, λαμβάνοντας υπόψη τη σκίαση που προκαλεί μια Α/Γ στην περιοχή, και τα ροδογράμματα του ανέμου στις υποψήφιες θέσεις εγκατάστασης.

### 7.8.2 Χωροθέτηση ανεμογεννητριών αιολικού πάρκου

Γενικά, για την αποδοτική χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου θα πρέπει η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών να είναι τουλάχιστον ίση με τρεις φορές τη διάμετρο της πτερωτής, οι ανεμογεννήτριες στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο θα πρέπει να έχουν απόσταση τουλάχιστον ίση με 132 m (υπενθυμίζεται ότι η διάμετρος του επιλεγμένου μοντέλου ανεμογεννήτριας είναι 44 m).

Το πρώτο βήμα για τη σωστή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου είναι η εύρεση με τη βοήθεια του ροδογράμματος της επικρατούσας διεύθυνσης του ανέμου, καθώς επίσης της διάρκειας πνοής του ανέμου από κάθε κατεύθυνση. Η θέση εγκατάστασης αιολικών μηχανών, η διάταξη μεταξύ τους και σε σχέση με την επικρατούσα διεύθυνση ανέμου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα μελέτης. Ο κενός χώρος σε μια συστοιχία δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 2-4 διαμέτρους σαρωτής και ο κενός χώρος μεταξύ των συστοιχιών δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 7-10 διαμέτρους σάρωσης. (σχήμα 7.2)



Εικόνα 7.2: Οι απαιτούμενες αποστάσεις που πρέπει να έχει μια ανεμογεννήτρια από την άλλη.

Για το δικό μας αιολικό πάρκο έχουμε επιλέξει κενό χώρο σε κάθε συστοιχία 3 διαμέτρων σαρωτής και κενό χώρο μεταξύ των συστοιχιών ίσο με 10 διαμέτρων για όσων το δυνατόν λιγότερες απώλειες. Ο χώρος που χρειαζόμαστε για το αιολικό μας πάρκο που αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες σε διάταξη παραλληλογράμμου και με διάμετρο ρότορα 44 m είναι :

$$10 \cdot 44 = 440 \text{ m μήκος,}$$

$$3 \cdot 44 = 132 \text{ m πλάτος,}$$

$$\text{Άρα εμβαδό οικοπέδου } E = 440 \cdot 132 = 58.080 \text{ m}^2$$

Συνυπολογίζοντας κάποια επιπλέον στρέμματα που απαιτούνται για οδοποιία και άλλα έργα (πλατείες ανέγερσης κ.α.) .Υπολογίζουμε για το έργο μας τον χώρο των 62 στρεμμάτων .

### 7.9.1 Ενεργειακή μελέτη αιολικού πάρκου

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

- a. Την κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου στη θέση όπου βρίσκεται η ανεμογεννήτρια. Η κατανομή αυτή θεωρείται ότι περιγράφεται από τη θεωρητική κατανομή Weibull με αρκετή ακρίβεια.
- b. Την καμπύλη ισχύος της Α/Γ, η οποία εκφράζει την αναμενόμενη παραγόμενη ισχύ της ανεμογεννήτριας για κάθε ταχύτητα του ανέμου στο ύψος της πλήμνης και για δεδομένες συνθήκες περιβάλλοντος.
- c. Τη διαθεσιμότητα του Α/Π, που καθορίζεται από το πρόγραμμα συντήρησης και από τον εμφανιζόμενο ρυθμό μη προγραμματισμένων διακοπών της ανεμογεννήτριας.

Ένας ακόμη παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες και κατ' επέκταση όλου του αιολικού πάρκου είναι το φαινόμενο της σκίασης. Η συνολική απώλεια ενέργειας λόγω σκίασης που εμφανίζει ένα Α/Π είναι το άθροισμα των επιμέρους απωλειών, που εμφανίζει κάθε Α/Γ για όλες τις κατευθύνσεις του ανέμου.

Τέλος, απώλειες για ένα Α/Π θεωρούνται και οι απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτουν από τις εσωτερικές συνδέσεις των Α/Γ, αλλά και της σύνδεσης του Α/Π με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Οι απώλειες αυτές σε γενικές γραμμές εξαρτώνται από τα μήκη των καλωδίων σύνδεσης των ανεμογεννητριών εντός του αιολικού πάρκου και τον τρόπο σύνδεσης με το δίκτυο. Κατόπιν των προαναφερθέντων η

χωροθέτηστων Α/Γ σε ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει να γίνεται έχοντας όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες καθώς και πλήρωση των περιορισμών οπτικής και ηχητικής όχλησης.

Για τον υπολογισμό της αναμενόμενης ετήσιας παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούνται διάφορα στοιχεία που προκύπτουν από τις ανεμολογικές μετρήσεις καθώς και από τα χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Δηλαδή:

- a. το επιλυμένο πεδίο ροής του ανέμου στην περιοχή
- b. το ροδόγραμμα του ανέμου
- c. την καμπύλη ισχύος της Α/Γ
- d. τη μέση ετήσια θερμοκρασία στο επίπεδο της θάλασσας, καθώς και το μέσο υψόμετρο του γηπέδου ανάπτυξης του Α/Π
- e. την καμπύλη του συντελεστή ώσης της ανεμογεννήτριας
- f. τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας.

Ο υπολογισμός της ενέργειας για κάθε ανεμογεννήτρια λαμβάνει υπ' όψιν, με χρήση κατάλληλων αλγόριθμων, τα παρακάτω:

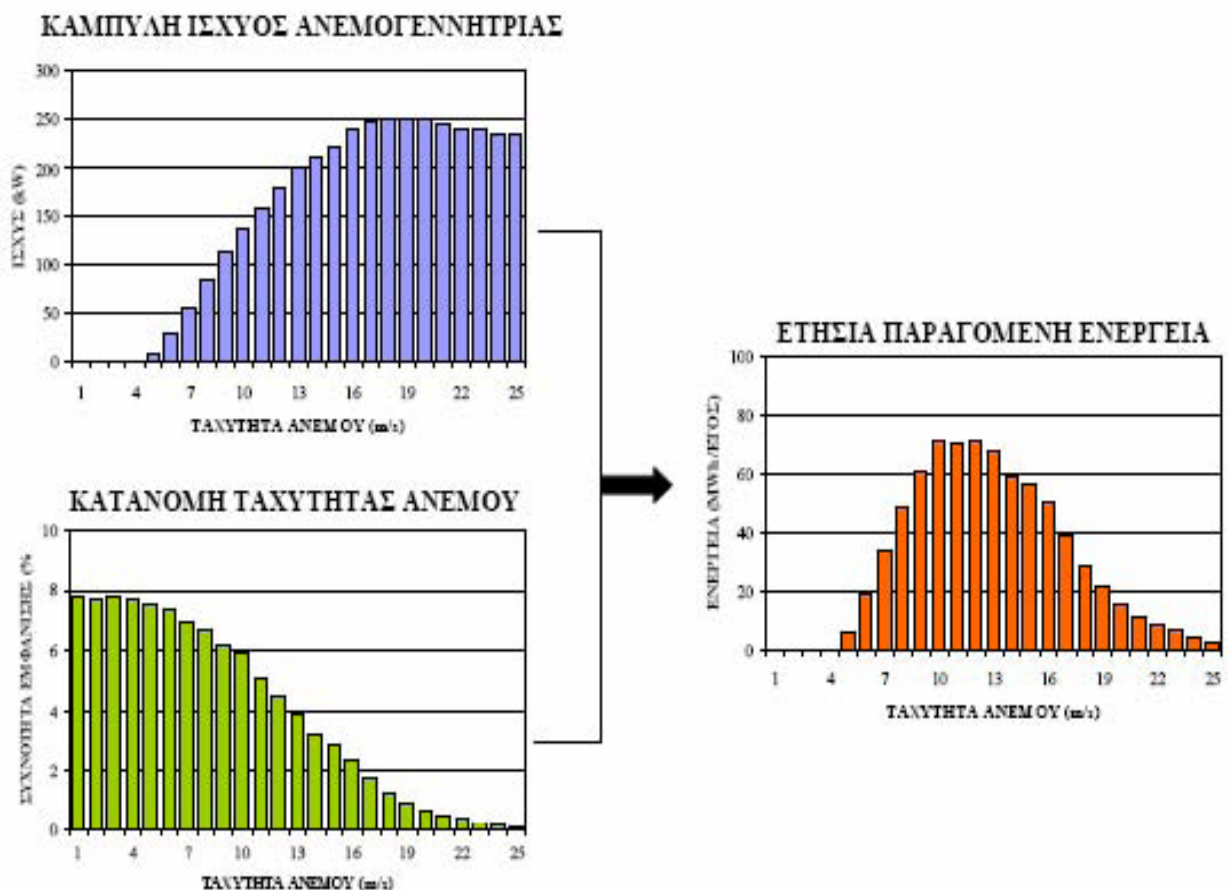
- a. την επίδραση της τοπογραφίας και της εδαφοκάλυψης στο πεδίο ταχυτήτων του ανέμου
- b. τη σκίαση, που προκαλείται σε κάθε ανεμογεννήτρια από τις υπόλοιπες, για συγκεκριμένη χωροθέτηση.
- c. την πυκνότητα του αέρα.

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας περιλαμβάνει:

- a. την αναμενόμενη ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά ανεμογεννήτρια
- b. την αναμενόμενη ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά κατεύθυνση του ανέμου, καθώς και την επίδραση της τοπογραφίας και της σκίασης σε αυτήν
- c. τη μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου σε κάθε θέση εγκατάστασης των ανεμογεννητριών καθώς και την παράμετρο μορφής της κατανομής Weibull.

### 7.9.2 Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής ενέργειας

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



Σχήμα 7.2: Μεθοδολογία υπολογισμού αναμενόμενης ετήσιας ενέργειας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8    Κατασκευή και διασύνδεση αιολικού πάρκου**

### **8.1. Κατασκευή δρόμου προσπέλασης και εσωτερικής οδοποιίας Α/Π**

#### **Όδευση προς το Αιολικό Πάρκο.**

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

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

### **8.2. Διαμόρφωση πλατειών Α/Π**

Παράλληλα με τη διάνοιξη της εσωτερικής οδοποιίας του Αιολικού Πάρκου, θα διαμορφωθούν 4 πλατείες, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των ανεμογεννητριών E-40/600KW. Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου απαιτείται διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου γύρω από τη θέση εγκατάστασης κάθε μίας από αυτές. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται γύρω από τη θέση της κάθε ανεμογεννήτριας η κατασκευή ενός πλήρως ισοπεδωμένου πλατώματος διαστάσεων 30 m x 40 m για την τοποθέτηση του πυλώνα, του θαλάμου και τη συναρμολόγηση των πτερυγίων στο έδαφος επί της πλήμνης, πριν την τελική ανέγερση και εγκατάστασή τους στην τελική θέση. Το θεμέλιο της Α/Γ θα βρίσκεται σε κατάλληλο σημείο στο κέντρο του πλατώματος. Η ισοπέδωση της επιφάνειας

ανέγερσης θα γίνει στο μεγαλύτερο βαθμό με εκχέρσωση του χώρου, ώστε να υπάρχει στέρεο έδαφος στην ευρύτερη περιοχή που θα εναποτεθεί ο εξοπλισμός και όπου θα κινηθούν τα οχήματα μεταφοράς και τα ανυψωτικά μηχανήματα. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί εξομάλυνση της δημιουργηθείσας επιφάνειας και κατασκευή απισωτικής στρώσης ώστε να προκύψει οριζόντια επιφάνεια, ενώ τέλος θα υλοποιηθεί τελική διάστρωση με υλικό 3Α με μέσο πάχος 15 cm. Οι πλατείες που θα διαμορφωθούν θα έχουν επίπεδη επιφάνεια και θα έχουν υποστεί τη διεργασία συμπίκνωσης με κατάλληλα βαρέα δονητικά οχήματα.

### **8.3. Κατασκευή βάσεων θεμελίωσης Α/Γ**

Μετά την εκσκαφή και μορφοποίηση της σκάφης των πλατειών σε στάθμη 25 εκατοστών κάτω από την πλάκα έδρασης της Α/Γ, θα γίνει η εκσκαφή 4 ορυγμάτων θεμελίωσης. Τα πρανή του σκάμματος κάθε βάσης θα έχουν κατάλληλες κλίσεις ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους και το δάπεδο του σκάμματος θα είναι εντελώς οριζόντιο. Η παρουσία ενός τοπογράφου μηχανικού εγγυάται την ακρίβεια των σταθμών και την οριζοντιοποίηση των πλατειών και των σκαμμάτων θεμελίωσης. Σε κάθε σκάμμα απαιτείται μία πρώτη στρώση με μπετόν καθαριότητας C12-15 και στη συνέχεια οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C25-30. Για τον έλεγχο της ποιότητας του σκυροδέματος πρέπει να παρθούν εγκαίρως (κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης) τουλάχιστον 12 δοκίμια από κάθε μία βάση και να εξετασθούν σε έλεγχο θραύσης στο αρμόδιο εργαστήριο του Υπουργείου Δημοσίων Έργων. Με το πέρας της σκυροδέτησης θα γίνει η επίχωση των θεμελίων με τα κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής σε στρώσεις 30 εκατοστών και τα οποία υπόκεινται σε συμπίκνωση (95% κατά πρώκτορα).



Εικόνα 8.1 εργασίες θεμελίωσης

#### **8.4. Ανέγερση πύργου, πλήμνης και πτερυγίων των ανεμογεννητριών**

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

#### **8.5. Κατασκευή οικίσκου ελέγχου.**

Σε στρατηγική θέση του αιολικού πάρκου θα ανεγερθεί οικίσκος κατάλληλος για να στεγάσει το σύστημα ελέγχου, εποπτείας και μετρήσεων του αιολικού πάρκου, τους χώρους αποθήκευσης των απαραίτητων εργαλείων, αναλωσίμων και ανταλλακτικών. Το κτίριο θα είναι κατάλληλα διαχωρισμένο για να ανταποκρίνεται στους κανονισμούς καθώς και στις λειτουργικές απαιτήσεις του αιολικού πάρκου και θα περιλαμβάνει τους εξής ανεξάρτητους χώρους:

- χώρος πινάκων μέσης τάσης
- χώρος επισκευών

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

Στο χώρο του κτιρίου θα υπάρχουν:

- πεδία άφιξης καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) της κάθε ομάδας ανεμογεννητριών
- πεδία αναχώρησης καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) της κάθε ομάδος προς το σημείο του δικτύου μέσης τάσης της Δ.Ε.Η.
- πεδία πινάκων μέσης τάσης του αιολικού πάρκου
- υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ με μετασχηματιστή τύπου λαδιού 50 kVA, 20 kV/400 V, χαμηλών απωλειών, για την τροφοδοσία των βοηθητικών κυκλωμάτων και καταναλώσεων του κτιρίου (για την ηλεκτρική τροφοδότηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού, πυρασφάλειας, πυρόσβεσης, πυρανίχνευσης, συναγερμού, φωτισμού και ρευματοδοτών, την τροφοδοσία του συστήματος UPS, φωτιστικών σωμάτων, κλπ).
- μονάδα UPS (Uninterruptible Power Supply) για την τροφοδοσία των κρίσιμων φορτίων (π.χ. μονάδα Η/Υ, σύστημα SCADA, φώτα ασφαλείας κλπ)
- πίνακες χαμηλής τάσης υπηρεσιών κτιρίου
- Συναγερμός.

Στο κτίριο ελέγχου του αιολικού πάρκου θα εγκατασταθεί πλήρες Σύστημα Ελέγχου, Εποπτείας και Μετρήσεων (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition), το οποίο θα περιλαμβάνει κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, modem, interface κλπ., περιφερειακές μονάδες με επεξεργαστή (RTU) σε κάθε ανεμογεννήτρια και κάθε μετεωρολογικό ιστό και το απαραίτητο εξειδικευμένο λογισμικό για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου και μετρήσεων.

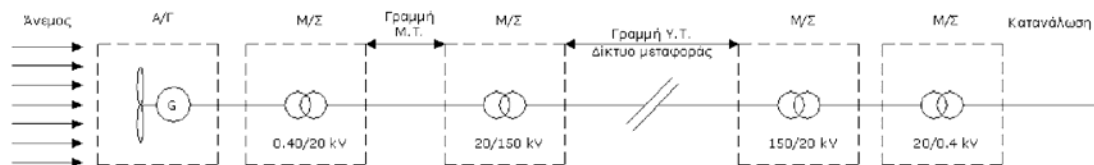
Μέσω του συστήματος SCADA το αιολικό πάρκο θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνία με το Κέντρο Κατανομής Φορτίου Κρήτης της Δ.Ε.Η.



## 8.6. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Για να γίνει δυνατή η διασύνδεση της κάθε ανεμογεννήτριας με το εσωτερικό δίκτυο μέσης τάσης του αιολικού πάρκου χρησιμοποιούνται υποσταθμοί ΧΤ/ΜΤ, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στη βάση του πυλώνα κάθε ανεμογεννήτριας. Η ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των ανεμογεννητριών αποτελείται από ένα κλάδο. Τα καλώδια μέσης τάσης θα συνδέουν την πλευρά του υποσταθμού της κάθε ανεμογεννήτριας (πίνακας εξόδου), με την πλευρά μέσης τάσης του υποσταθμού της επόμενης ανεμογεννήτριας (πίνακας εισόδου). Τα καλώδια μέσης τάσης 20 kV για τη διασύνδεση της κάθε ομάδας ανεμογεννητριών θα οδεύουν σε υπόγειο κανάλι μέσα σε πλαστικούς σωλήνες για πρόσθετη μηχανική αντοχή και θα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο σε απόσταση 20 cm περίπου μεταξύ τους.

Στον πίνακα εισόδου του κτιρίου ελέγχου του αιολικού πάρκου το δίκτυο διασύνδεσης του αιολικού πάρκου με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. θα συνδεθεί με το υπόγειο καλώδιο ισχύος μέσης τάσης του αιολικού πάρκου, το οποίο θα διασχίζει το κτίριο ελέγχου υπόγεια μέχρι την αυλή του κέντρου ελέγχου ως το σημείο των στύλων ανύψωσης των γραμμών. Από εκεί θα αναχωρεί το δίκτυο μέσης τάσης διασύνδεσης του αιολικού πάρκου εναέρια μέχρι την άφιξη στο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Στο σχήμα 8.1 παρουσιάζεται η ροή της παραγόμενης ενέργειας από το αιολικό πάρκο έως την κατανάλωση.



Σχήμα 8.1: Μονογραμμικό διάγραμμα ροής ενέργειας από την πρωτογενή διαθέσιμη αιολική ενέργεια έως την τελική διαθέσιμη προς κατανάλωση ηλεκτρική ενέργεια

### **8.7. Καλωδίωση πύργων των Α/Γ**

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

### **8.8. Δίκτυο σύνδεσης Α/Γ**

Η σύνδεση των Α/Γ θα γίνει με υπόγειο καλώδιο μέσης τάσης 20 KV, το οποίο θα είναι τύπου XLPE, 12/20 KV, κατά IEC 502. Τα καλώδια θα τοποθετηθούν υπογείως από βρόχους σε κανάλι όδευσης καλωδίων, διαστάσεων 0,60x1,0 m, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Δ.Ε.Η. Ο Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου Μέσης Τάσης, θα περιλαμβάνει κυψέλη εξόδου μέσης τάσης 20 KV, από την οποία θα αναχωρεί καλώδιο προς της γραμμής Μ/Τ. Η κυψέλη εξόδου θα περιλαμβάνει και μονάδα προστασίας (Διακόπτη Ισχύος), ελέγχου και μετρήσεων, με όλες τις απαιτούμενες προστασίες και μετρήσεις. Η βοηθητική τάση λειτουργίας των 400 V, του Οικίσκου Ελέγχου, θα εξασφαλίζεται μέσω ενός Μ/Τ ελαίου ισχύος 20 KV/0,4 KV.

### **8.9. Κατασκευή καναλιού καλωδίων**

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

χρησιμοποιούνται στα τμήματα αυτά πρέπει να αντέχουν τα φορτία των διερχομένων οχημάτων.

### 8.10. Εγκατάσταση καλωδίων

Σε περίπτωση που τοποθετούνται περισσότερα του ενός καλώδια στο ίδιο κανάλι, το ένα κοντά στο άλλο, είναι απαραίτητο να υπάρχει αρκετός χώρος για αερισμό. Συγκεκριμένα πρέπει να τηρούνται τα ακόλουθα:

Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των καλωδίων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με δύο φορές τη διάμετρο των καλωδίων.

Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των καλωδίων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τέσσερις φορές τη διάμετρό τους.

Πρέπει να τοποθετούνται σε οριζόντια διάταξη ακόμα και αν ο αριθμός των καλωδίων υπερβαίνει τα τρία.

#### Επιτρεπόμενη ακτίνα κάμψης κατά την εγκατάσταση σε συνάρτηση με την εξωτερική διάμετρο $D$ του καλωδίου

Η επιτρεπόμενη ακτίνα κάμψης των καλωδίων δίνεται από τον πίνακα 8.1 συναρτήσει της εξωτερικής διαμέτρου του καλωδίου  $D$ .

ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΚΑΜΨΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ
ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ 1 KV	$D=10\text{ mm}$	$3XD$	
	$D=10\text{ έως }25\text{ mm}$	$4XD$	
	$D>25\text{ mm}$	$6XD$	
	Οπλισμένα	$6XD$	
ΚΑΛΩΔΙΑ 1 KV	Με πλαστική μόνωση και αγωγούς σχήματος κυκλικού τομέα.	$8XD$	
ΚΑΛΩΔΙΑ 20 KV	Μονοπολικά	$20XD$	

	Τριπολικά άοπλα	15XD
	Τριπολικά οπλισμένα	12XD

### **Επιτρεπόμενη δύναμη έλξης καλωδίων**

α. Έλξη των καλωδίων από τους αγωγούς.

Για τα μεν καλώδια με χάλκινους αγωγούς μπορούμε να θεωρήσουμε την επιτρεπόμενη δύναμη έλξης ίση με  $50 \text{ Nt/mm}^2$  διατομής καλωδίου, για τα δε καλώδια με αγωγό από αλουμίνιο ίση με  $30 \text{ Nt/mm}^2$ .

β. Έλξη των καλωδίων με ειδική κάλτσα πάνω στο μανδύα. Η δύναμη είναι ανάλογη της διαμέτρου  $D$  του καλωδίου.

### **Προστασία παράλληλων καλωδίων**

Παράλληλα καλώδια χρησιμοποιούνται σε μεγάλα ρεύματα όπου απαιτούνται διατομές άνω των  $150 \text{ mm}^2$ . Η προστασία μπορεί να γίνει με ένα κοινό όργανο προστασίας ή με ένα επιμέρους όργανο.

### **Ακροδέκτες και μούφες**

Αφού εγκατασταθεί το καλώδιο εφαρμόζονται οι ακροκεφαλές του και οι ακροδέκτες του. Οι ακροδέκτες συμπιέζονται με ειδικές χειροκίνητες ή υδραυλικές πρέσες ακροδεκτών. Δεν γίνεται συγκόλληση των ακροδεκτών σε καλώδια πλαστικά μέσης τάσης, γιατί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί η μόνωση. Σε υπαίθριες εγκαταστάσεις θα χρησιμοποιηθούν στη μέση τάση ακροκεφαλές από πορσελάνη για εξωτερικούς χώρους ή από ρητίνες για εσωτερικούς ή και εξωτερικούς χώρους. Πρέπει να εξασφαλιστεί, ότι τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους δεν μπαίνει υγρασία ή νερό στο καλώδιο από τον ακροδέκτη ή την ακροκεφαλή. Ακροκεφαλές από σιλικόνη ή πορσελάνη εφαρμόζονται πάνω στο καλώδιο αφού αφαιρεθεί ο μανδύας και καθαριστεί η μόνωση από το ημιαγωγό στρώμα. Ακροκεφαλές από ρητίνες χυτεύονται επί τόπου σε καλούπι που περιβάλλει το καλώδιο. Η στερεοποίησή τους επέρχεται σε 30 λεπτά έως μερικές ώρες. Συνήθως βρίσκονται στο εμπόριο σαν κατασκευαστικό σύνολο, ΚΙΤ (ρητίνη, καταλύτης, καλούπι μιας χρήσης, ακροδέκτης).

### **Ζυγί και μπάρες Μ.Τ.**

Οι μονωτήρες στήριξης ή διέλευσης των ζυγών που θα χρησιμοποιηθούν είναι μονωτήρες εσωτερικού χώρου από εποξειδική ρητίνη. Οι διαστάσεις των ζυγών και

των συνοδευτικών μπαρών πρέπει να αντέχουν στο ρεύμα συνεχούς φορτίου και των βραχυκυκλωμάτων. Οι μπάρες είναι χάλκινες με διαστάσεις τουλάχιστον 50x5 mm<sup>2</sup>. Οι συνδέσεις γίνονται με επικαδμιόμενους χαλύβδινους κοχλίες M10, κατηγορίας αντοχής 5,8.

### **Ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ καλωδίων**

Οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ δύο καλωδίων φάσεων είναι 215 mm, για εγκαταστάσεις υπαίθριες ή εσωτερικού χώρου. Οι αποστάσεις αυτές καθορίζονται σύμφωνα με τις τάσεις λειτουργίας και τις τάσεις δοκιμής, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8.2 Τάσεις λειτουργίας και δοκιμής για ελάχιστη απόσταση καλωδίων 215 mm	
Ονομαστική Τάση (KV)	20
Μέγιστη συνεχώς επιτρεπόμενη τάση(KV)	24
Αντοχή σε εναλλασσόμενη τάση για 1 min (KV)	50
Αντοχή σε κρουστική τάση για 1,2 εως 5 μsec (KV)	125

### **8.11. Εσωτερικό δίκτυο Α/Π**

Το Αιολικό Πάρκο (Α.Π.) συνίσταται από 4 Ανεμογεννήτριες, ισχύος 600 KW η κάθε μία. Στο πίσω μέρος της νασσέλας κάθε ανεμογεννήτριας είναι τοποθετημένος ο μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης 0,4/20kV. Στην είσοδο του Μ/Σ συνδέεται το κύκλωμα χαμηλής τάσης της γεννήτριας σε συνδεσμολογία αστέρα, γειωμένου ουδετέρου (συστήματος TN). Στην έξοδο του κυκλώματος μέσης τάσης του μετασχηματιστή συνδέονται, με συνδεσμολογία τριγώνου, τα καλώδια που οδηγούνται στον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα Μέσης Τάσης της ανεμογεννήτριας. Ο Μ/Σ είναι εξοπλισμένος με μεταγωγείς τάσης (off-load tap changer)  $\pm 2 \times 2,5\%$  έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα προσαρμογής της τάσης λειτουργίας με την τάση του δικτύου. Οι μετασχηματιστές των ανεμογεννητριών συνδέονται στην υπόγεια γραμμή μεταφοράς της μέσης τάσης (Μ/Τ) μέσω αποζευκτικών κυψέλων προστασίας. Μέσω καλωδίου μέσης τάσης, θα μεταφέρεται η ισχύς των 20 kV σε κυψέλες Μέσης Τάσης.

## 8. 12. Σύστημα Γείωσης

### Σύστημα γείωσης Α/Π

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

- οδηγία διανομής Νο 119 ΩΕΩ/ΤΤΕ D-23
- προδιαγραφή ASP K3/1988
- ΕΛΟΤ 1197/2002, και με τους διεθνείς κανονισμούς:
- IEC 61936-1. First edition. 2002-10. Power installations exceeding 1kV a.c.- Part 1
- IEC 62305-1. Protection against lightning - part 1: general principles. Edition 1.0, 01/00/06.
- IEC 62305-3. Protection against lightning - part 3: physical damage to structures and life hazard. Edition 1.0, 01/00/06.
- IEC 62305-4. Protection against lightning - part 4: electrical and electronic systems within structures. Edition 06, 04/30/08.
- IEC 61400-24, Wind turbine generator systems - part 24: lightning protection. Edition 1.0, 07/00/02.

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

### Σύστημα γείωσης Α/Γ

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

**Γείωση προστασίας:**

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

**Γείωση λειτουργίας:**

Τα χάλκινα ηλεκτρόδια εξασφαλίζουν σταθερή και χαμηλή αντίσταση γείωσης για ολόκληρο το σύστημα γείωσης.

Το σύστημα γείωσης εφαρμόζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

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

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

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

**Αντικεραυνική προστασία της Α/Γ**

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

**Σύστημα γείωσης στον οικίσκο ελέγχου**

Στον οικίσκο ελέγχου (Υ/Σ του Α.Π.) θα γίνει θεμελιακή γείωση, η οποία τοποθετείται μέσα στο σκυρόδεμα σε βάθος 1 m και σε απόσταση απ' τους τοίχους 1 m (I.E.C. 1024-1 clause 2.3.5 installation of the electrodes). Παράλληλα τοποθετείται και ισοδυναμικό πλέγμα γείωσης με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους

0,7 m εντός του δαπέδου του Υ/Σ σε βάθος 5 cm έως 10 cm, το οποίο ενισχύεται με 4 ηλεκτρόδια γείωσης στις κορυφές του.

Στο σύστημα γείωσης του Υ/Σ του Α.Π. εξέχουν διάφορες αναμονές γείωσης (απολήξεις). Πάνω στις απολήξεις αυτές, οι οποίες βρίσκονται 30 cm από το δάπεδο, συνδέεται μία ταινία περιμετρικά του οικίσκου ελέγχου ενώ όλα τα μεταλλικά μέρη του Υ/Σ συνδέονται σ' αυτήν, π.χ. η πόρτα, ο πίνακας Μ/Τ, ο πίνακας Χ.Τ. του Υ/Σ κ.λ.π. (Επίσης, ακριβώς οι ίδιες συνδέσεις γίνονται και εντός της ανεμογεννήτριας). Η διατομή του χαλκού θα είναι τέτοια που θα αντέχει στο ονομαστικό βραχυκύκλωμα κατά IEC 60298.

#### **Διαστάσεις αγωγού γείωσης - Αντίσταση γείωσης**

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

#### **Έλεγχος της γείωσης**

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

#### **Γείωση του κυκλώματος ισχύος**

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



### **8.13. Προκαταρκτική εκτίμηση του τρόπου σύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα**

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

Για τη σύνδεση του Αιολικού Πάρκου, με τη Δ.Ε.Η. προβλέπονται οι γραμμές διασύνδεσης (διπλού κυκλώματος) να οδεύουν απευθείας από το πάρκο στον υπάρχοντα υποσταθμό Μ/Τ-Υ/Τ του νομού Ηρακλείου. Η διατομή των καλωδίων της εναέριας γραμμής διασύνδεσης του πάρκου θα είναι  $3 \times 95 \text{ mm}^2$ . Ο αγωγός επιλέχθηκε μεγαλύτερος λόγω πιθανής επέκτασης του πάρκου και για λόγους μείωσης των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η διασύνδεση με τη Δ.Ε.Η. θα γίνει με τη δημιουργία ιδιαίτερης γραμμής 20 kV με διπλό κύκλωμα αγωγών μήκους 12.1 km. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι αγωγοί αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή (ACSR) ισοδύναμης διατομής χαλκού  $210 \text{ mm}^2$ , με προδιαγραφή GR – 86/αναθ. 5/12/83 εσωτερικά γρασαρισμένοι. Η γραμμή θα συνδέσει απευθείας το Α.Π. με τον υποσταθμό Υ/Σ Μ/Τ-Υ.Τ. του νομού Ηρακλείου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Οικονομική μελέτη

### 9.1. Εισαγωγή

Σε κάθε επένδυση ο μελετητής καλείται να απαντήσει στο απλό ερώτημα αν θα έχει απόσβεση της επένδυσης και σε ποσά χρόνια. Είναι φανερό ότι η ανέγερση ενός Α/Π είναι μια αρκετά μεγάλη επένδυση και είναι αναμενόμενο να θέλει ο επενδυτής την όσο το δυνατόν συντομότερη απόσβεση του πάρκου. Η Ελληνική και η Ευρωπαϊκή νομοθεσία, στην προσπάθειά τους να δώσουν ώθηση στον τομέα των επενδύσεων για τις Α.Π.Ε. έχουν κάνει γενναιόδωρες επιδοτήσεις σε ποσοστό μέχρι και 100% (VALOREN). Είναι άλλωστε γνωστό ότι μέχρι και σήμερα, η συντριπτική πλειονότητα των Α/Π επιδοτείται σε ποσοστό 40% επί του συνόλου της επένδυσης. Ωστόσο, σήμερα η ανέγερση ενός Α/Π είναι μια άκρως προσοδοφόρα επένδυση, γεγονός που έχει οδηγήσει στη μείωση της επιχορήγησης από το Ελληνικό κράτος. Συγκεκριμένα για την δικιά μας περίπτωση σύμφωνα με τον αναπτυξιακό νόμο η περιοχή που έχουμε επιλέξει για την κατασκευή του αιολικού βρίσκεται στην β γεωγραφική ζώνη και επιδοτείται με 20% και για μικρές επιχειρήσεις φτάνει το 40% του κόστους της επένδυσης.

### Επενδύσεις σε αιολικά συστήματα

Σύμφωνα με τη νομοθεσία που ήδη υπάρχει στην Ελλάδα μπορούν να πραγματοποιηθούν δυο ειδών επενδύσεις σε αιολικά συστήματα:

A) Επένδυση αυτοπαραγωγού είναι η επένδυση στην οποία η ενέργεια που παράγεται συμψηφίζεται με καθορισμένο τρόπο με την ενέργεια που καταναλώνει ο αυτοπαραγωγός σε άλλα συστήματα του, και σε περίπτωση περίσσειας αυτή, τιμάται με συγκεκριμένο τίμημα.

B) Ανεξάρτητη παραγωγή. Σε αυτή τη περίπτωση παραγωγός διαθέτει το σύνολο της παραγωγής του στο διαχειριστή του συστήματος και το τίμημα της ενέργειας καθορίζεται επακριβώς από την ήδη υπάρχουσα νομοθεσία.

## 9.2. Ορισμοί και υπολογιζόμενοι δείκτες οικονομικότητας (ΑΚΕ, ΕΟΟ, ΕΛΔ, ΚΕΟΟ, IRR, NPV, ERR, PBP)

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

### **ΑΚΕ(I.I.C) : Αρχικό Κόστος Επένδυσης**

Είναι η δαπάνη που καταβάλλει ο επενδυτής, κατά το χρόνο που πραγματοποιείται η επένδυση.

Γενικά μπορεί να εκφρασθεί ως εξής :

$$ΑΚΕ = Κε.Μ + Κα$$

όπου :

Κε                    εξαρτώμενο κόστος παραγωγής

Μ                    μέγεθος συστήματος

Κα                    ανεξάρτητο (του μεγέθους) κόστος συστήματος

Στην περίπτωσή μας το ΑΚΕ είναι συνδεδεμένο με το πλήθος των Α/Γ που θα επιλέξουμε να εγκαταστήσουμε (Μ). Το επιπλέον κόστος στο ΑΚΕ είναι τα έργα πολιτικού μηχανικού (οδοποιία, εκσκαφές), οι αμοιβές του προσωπικού, το κόστος των οικοπέδων καθώς και το κόστος των μελετών που κατά ένα μεγάλο μέρος είναι ανεξάρτητα του αριθμού των Α/Γ που θα εγκαταστήσουμε.

### **ΕΟΟ: Ετήσιο Οικονομικό Όφελος:**

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

### **ΕΛΔ: Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες:**

Είναι οι μισθοί των εργαζομένων, τα κόστη συντήρησης των ανεμογεννητριών, τα ενοίκια που πιθανών να δίνονται τους ιδιοκτήτες των οικοπέδων, καθώς και οι δαπάνες που γίνονται για την ασφάλιση των ανεμογεννητριών.

**ΚΕΟΟ : Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος:**

Είναι το ποσό που μένει αν από το ετήσιο οικονομικό όφελος αφαιρέσουμε τις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες[14]:

$$ΚΕΟΟ = ΕΟΟ - ΕΛΛ$$

Για την αποτίμηση της αποδοτικότητας επενδύσεων σε αιολικά πάρκα υπολογίζονται οι ακόλουθοι χρηματοοικονομικοί δείκτες:

**IRR (%): Εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης (Internal Financial Rate of Return).**

Το IRR είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία της προσδοκώμενη ταμειακή εισροής με την παρούσα αξία της προσδοκώμενης ταμειακής εκροής. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης περιγράφει την ετήσια απόδοση των κεφαλαίων που επενδύονται (ιδίων κεφαλαίων ή άλλων) σε μια παραγωγική δραστηριότητα και εκφράζει το μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης της επένδυσης για τη διάρκεια μελέτης της επένδυσης. Με άλλα λόγια ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι το επιτόκιο εκείνο για το οποίο η καθαρά παρούσα αξία μηδενίζεται

**NPV (€): Καθαρή παρούσα αξία επένδυσης.**

Η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης εκφράζει την παρούσα αξία του συνόλου των καθαρών κερδών που επιτυγχάνονται καθ' όλη τη διάρκεια μελέτης της επένδυσης. Η καθαρή παρούσα αξία εξασφαλίζει τη μέτρηση της αποδοτικότητας μιας επένδυσης και τη σύγκρισή της με την απόδοση άλλων εναλλακτικών σχεδίων, με χρήση ενός επιτοκίου αναγωγής (εναλλακτικό κόστος ή κόστος ευκαιρίας).

**ERR (%): Economic Rate of Return.**

Παρουσιάζει αντιστοιχία με το IRR και εκφράζει τη μέση ετήσια απόδοση των ιδίων κεφαλαίων μιας επένδυσης κατά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης, σε σύγκριση με μια τυπική (βάση) αποδοτικότητα κεφαλαίου, που εκφράζεται με το επιτόκιο ευκαιρίας ( $r$ ).

**PBP (Έτη): Έντοκη Περίοδος Ανάκτησης (Αποπληρωμής) Κεφαλαίου (Pay Back Period).**

Εκφράζει το χρόνο αποπληρωμής των κεφαλαίων μιας επένδυσης (ιδίων ή και άλλων), λαμβάνοντας υπ' όψιν το κόστος του χρήματος στη διάρκεια του χρόνου και ορίζεται σαν το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή του ποσού της αρχικής επένδυσης και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μία εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου.

Κατά την οικονομική ανάλυση επενδύσεων σε αιολικά πάρκα γίνονται οι εξής παραδοχές :

- a. η παραγωγή ενέργειας από το αιολικό πάρκο είναι σταθερή για όλα τα έτη μελέτης της επένδυσης
- b. η λειτουργία του αιολικού πάρκου ξεκινά το έτος 1 (πρώτο έτος) οπότε θεωρείται ότι η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου πραγματοποιήθηκε το έτος μηδέν (0).
- c. η οικονομική ανάλυση γίνεται σε σταθερούς όρους (χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν ο πληθωρισμός)
- d. τα δάνεια αποπληρώνονται σε ισόποσες τοκοχρεωλυτικές δόσεις.
- e. η απομένουσα αξία της επένδυσης πέραν των ετών μελέτης είναι μηδέν (0).

### **9.3. Παραμετρική Ανάλυση Επενδύσεων**

Η οικονομικότητα των επενδύσεων σε Α/Π εξαρτάται από πληθώρα παραμέτρων που καθορίζονται από:

- a. το ενεργειακό περιβάλλον
- b. την πολιτική προώθησης που διέπει επενδύσεις ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ
- c. το αιολικό δυναμικό
- d. το κόστος, τη διάρκεια ζωής και τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας
- e. το χρηματοοικονομικό περιβάλλον
- f. τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής
- g. το υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς / διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κατά την παραμετρική ανάλυση ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλογής μιας παραμέτρου από τις παραπάνω και εξέτασης της επίδρασης αυτής της παραμέτρου στους δείκτες οικονομικότητας που χαρακτηρίζουν μια επένδυση, όπως περιγράφηκαν σε προηγούμενη παράγραφο.

## 9.4 Κόστος αιολικού πάρκου

Η διαχρονική αξία του κόστους μιας ενεργειακής εγκατάστασης είναι ένας συνδυασμός του αρχικού κόστους επένδυσης και του αντιστοίχου κόστους συντήρησης και λειτουργίας της εγκατάστασης.

Το αρχικό κόστος μιας αιολικής εγκατάστασης περιλαμβάνει την αγορά, μεταφορά και εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, καθώς και του απαραίτητου ηλεκτρονικού-ηλεκτρικού εξοπλισμού, είτε για την αυτόνομη διαχείριση και αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας, είτε για τη σύνδεση με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο.

Πιο συγκεκριμένα το αρχικό κόστος ίδρυσης μιας αιολικής μονάδας συνίσταται από το κόστος αγοράς των ανεμογεννητριών καθώς και από το κόστος εγκατάστασης. Στο κόστος εγκατάστασης συμπεριλαμβάνεται το κόστος μεταφοράς και εκτελωνισμού, το κόστος θεμελίωσης και ανέγερσης των μηχανών, το κόστος διασύνδεσης με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο ή τις καταναλώσεις, τα κόστη μελέτης, επίβλεψης, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, το κόστος των απαραίτητων αδειών και εγκρίσεων, τα πιθανά χρηματοοικονομικά έξοδα, καθώς και το κόστος αγοράς ή ενοικίασης του οικόπεδου του υπό κατασκευή αιολικού σταθμού.

Για τον καθορισμό του κόστους αγοράς και εγκατάστασης μιας οποιασδήποτε ανανεώσιμης ενεργειακής μονάδας θα πρέπει να γίνει συστηματική ερεύνα αγοράς, να συζητηθούν οι όροι εγγύησης και υποστήριξης από τον πωλητή και να ληφθεί υπόψη η συναλλαγματική ισοτιμία σε περιπτώσεις εισαγωγής του εξοπλισμού από χώρες με διαφορετικό νόμισμα.

Τα έξοδα που περιλαμβάνονται στο αρχικό κόστος του αιολικού πάρκου και αφορούν την κατασκευή και την εγκατάσταση του είναι τα παρακάτω:

1)**Μετεωρολογικός Ιστός:** Περιλαμβάνει το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του Ιστού στην θέση του πάρκου.

2)**Αγορά Α/Π:** Το κόστος των μηχανών, συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους των πύργων ή του κόστους κατασκευής τους εφόσον δεν αγοραστούν από την εταιρεία παραγωγής των ανεμογεννητριών.

3)**Μεταφορά και Ασφάλιστρα:** Μεταφορά των ανεμογεννητριών από την εταιρεία παραγωγής στη θέση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου.

4)**Συναρμολόγηση και Εγκατάσταση:** Όλα τα έξοδα που απαιτούνται για την ανέγερση του αιολικού πάρκου.

5)**Μετρητικές Διατάξεις:** Καλωδιώσεις και λογισμικά για την παρακολούθηση της λειτουργίας του πάρκου.

6) **Ειδικός Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός:** Επιπλέον εξοπλισμός για κάθε ανεμογεννήτρια. Μετασχηματιστές, γειώσεις, αντικεραυνική προστασία, σύστημα διόρθωσης κ.τ.λ.

7) **Έργα Πολιτικού Μηχανικού:** Εκσκαφές, επιχώσεις, διαμόρφωση πλατειών για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, διάνοιξη δρόμων, κτίριο έλεγχου.

8) **Γενικός Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός:** Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που απαιτείται για όλο το αιολικό πάρκο.

9) **Σύνδεση με το Δίκτυο:** Γραμμή μεταφοράς ενέργειας και κόστος υποσταθμού.

10) **Μελέτες και Άδειες:** Όλες οι μελέτες, οι άδειες και τα παράβολα που απαιτούνται μέχρι και την άδεια λειτουργίας του πάρκου.

11) **Εκπαίδευση Προσωπικού:** Το κόστος εκπαίδευσης του προσωπικού που θα αναλάβει τη συντήρηση και την επίβλεψη του αιολικού πάρκου.

Επίσης υπάρχουν και πιθανές παραπάνω δαπάνες που θα προκύψουν κατά την πορεία εκτέλεσης του έργου.

#### **ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ**

Μια εκτίμηση του κόστους των ανεμογεννητριών παρέχει την ανηγμένη τιμή των 1000 ευρώ/KW και επομένως το συνολικό κόστος των 4 Α/Γ ανέρχεται σε:

**$4 \cdot 600 \text{ KW} \cdot 1000 \text{ ευρώ/KW} = 2.400.000 \text{ ευρώ.}$**

Στο κόστος αυτό εμπεριέχονται όλα τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια ανεμογεννήτρια:

Α) Ο πύργος ύψους 65 μέτρων.

Β) Τα πτερύγια που αντιστοιχούν 3 σε κάθε ανεμογεννήτρια.

Γ) Το κιβώτιο ταχυτήτων και το σύστημα μετάδοσης ισχύος στη φυγοκεντρική αντλία.

Δ) Τα μηχανικά συστήματα πέδησης.

Ε) Το σύστημα έλεγχου της ανεμογεννήτριας.

ΣΤ) Ο κύριος άξονας και τα συστήματα κίνησης.

Ζ) Το κάλυμμα.

Τα ανταλλακτικά συνήθως συνοδεύουν τις ανεμογεννήτριες και εμπεριέχονται στο αρχικό κόστος αγοράς. Η αγορά των ανταλλακτικών συγχρόνως με την αγορά των ανεμογεννητριών προτιμάται λόγω της ακριβότερης διάθεσης των πρώτων σε κάποια μεταγενέστερη χρονική περίοδο. Η έκταση του καταλόγου των ανταλλακτικών εξαρτάται κυρίως από την αξιοπιστία των ανεμογεννητριών, την εγγύηση που τις συνοδεύει, τη δυσκολία μεταφοράς στον τόπο εγκατάστασης καθώς και τη διαθεσιμότητα ορισμένων ανταλλακτικών. Το κόστος των ανταλλακτικών καταλαμβάνει το 3% της αξίας των 4 ανεμογεννητριών δηλαδή:

$$3\% * 2.400.000 = 72.000 \text{ ευρώ}$$

### **ΚΟΣΤΟΣ ΕΚΜΙΣΘΩΣΗΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ**

Η έκταση που θα χρησιμοποιήσουμε για το συγκεκριμένο αιολικό πάρκο είναι 62 στρέμματα. Θα θεωρήσουμε ότι κάνουμε εκμίσθωση του οικοπέδου με κόστος 7500 ευρώ ετησίως, δηλαδή συνολικά **για τα 20 χρόνια ζωής του αιολικού πάρκου θα μας κοστίσει 150.000 ευρώ.**

### **ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Α/Γ**

Οι δαπάνες μεταφοράς και εγκατάστασης εξαρτώνται από τον αριθμό των ανεμογεννητριών που μεταφέρονται, τη διαδρομή που ακολουθείται και από τη δυσκολία εγκατάστασης. Οι κυριότερες εργασίες προετοιμασίας και εγκατάστασης είναι οι παρακάτω:

- 1) Προετοιμασία της πλήμνης.
- 2) Τοποθέτηση του κώνου της πλήμνης.
- 3) Κλείδωμα του ρότορα.
- 4) Τοποθέτηση ανεμομέτρων και ανεμοδεικτών.
- 5) Προετοιμασία της ατράκτου.
- 6) Προετοιμασία και συναρμολόγηση πύργων.
- 7) Εγκατάσταση ατράκτου στους πύργους.
- 8) Τοποθέτηση και σύνδεση καλωδίων στους πύργους και εγκατάσταση του ελεγκτή.
- 9) Τοποθέτηση του κάθε πτερύγιου ξεχωριστά σε οριζόντια θέση.
- 10) Εγκατάσταση Μ/Σ.



Για το συγκεκριμένο έργο υπολογίστηκε η τιμή των **165.000 ευρώ**.

#### **ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ**

Τα δομικά έργα πολιτικού μηχανικού ενός αιολικού πάρκου είναι τα παρακάτω:

- 1) Πλατείες ανέγερσης των ανεμογεννητριών.
- 2) Θεμελιώσεις βάσεων των ανεμογεννητριών.
- 3) Τάφροι όδευσης καλωδίων κατά μήκος του αιολικού πάρκου και για τη σύνδεση με τον υποσταθμό.
- 4) Δωμάτιο έλεγχου αιολικού πάρκου.

Η θεμελίωση κάθε ανεμογεννήτριας αποτελεί βασικό στοιχείο για την επίτευξη επαρκούς στατικότητας αυτής. Το κόστος της περιλαμβάνει το κόστος διεκπεραίωσης από το εργατικό δυναμικό και το κόστος των χρησιμοποιούμενων υλικών όπως το σκυρόδεμα και τα μεταλλικά πλέγματα. Εκτιμάται ότι το κόστος θεμελίωσης για κάθε ανεμογεννήτρια ανέρχεται σε **15.000 ευρώ (15.000\*4 Α/Γ=60.000 ευρώ)**

Το κόστος ανέγερσης κάθε ανεμογεννήτριας που ακολουθεί της θεμελίωσης περιλαμβάνει το κόστος διεκπεραίωσης από το εργατικό δυναμικό καθώς και την εκμίσθωση του απαραίτητου εξοπλισμού. Στον ειδικό εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνονται γερανοφόρο όχημα και βαρούλκα. Το κόστος της εκμίσθωσης του εξοπλισμού μπορεί να επιβαρυνθεί σημαντικά σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας του απαραίτητου εξοπλισμού στην τοποθεσία εγκατάστασης. Στην περίπτωση αυτή ο ειδικός εξοπλισμός θα πρέπει να μεταφερθεί στην εν λόγω περιοχή και αυτό συνεπάγεται επιπρόσθετο κόστος μεταφοράς και μεγαλύτερη χρονική διάρκεια εκμίσθωσης αυτού. Για την περίπτωση μας **το κόστος αυτό ανέρχεται σε 15.000 ευρώ για κάθε ανεμογεννήτρια (4 Α/Γ\*15.000 ευρώ=60.000 ευρώ)**

Δαπάνες ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού αιολικού πάρκου (προμήθεια-μεταφορά εγκατάσταση). Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός ενός αιολικού πάρκου αποτελείται από:

- 1) Καλώδια οπτικών ινών.
- 2) Γειώσεις
- 3) Αγωγοί, σωληνες
- 4) Μικροί υποσταθμοί ζεύξης κλάδων κ.τ.λ.

**Το κόστος για τον εξοπλισμό αυτό υπολογίστηκε η τιμή των 170.000 ευρώ.**

### **ΟΔΟΠΟΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ**

Η πρόσβαση σε κάθε μια ανεμογεννήτρια βρίσκεται σε συνάρτηση με την ποιότητα και τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής εγκατάστασης. Στην περίπτωση όπου η τοποθεσία είναι δύσβατη και δεν επιτρέπει την απρόσκοπτη προσέγγιση σε κάθε ανεμογεννήτρια απαιτείται έργο οδοποιίας. Το κόστος αυτού υπολογίζεται σε 9.000 ευρώ/χιλιόμετρο.

### **ΜΕΛΕΤΕΣ,ΕΞΟΔΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ**

Οι διαφορές μελέτες που πραγματοποιούνται για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου είναι οι εξής:

- 1)Μελέτη άδειας παραγωγής.
- 2)Μελέτη εκτίμησης παραγωγής και αιολικού δυναμικού.
- 3)Μελέτη αίτησης στον Αναπτυξιακό Νόμο η οικονομικής χρηματοδότησης μέσω του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης.
- 4)Χάρτες ψηφιοποίησης.
- 5)Μελέτη άδειας εγκατάστασης.
- 6)Γεωτεχνικές μελέτες αιολικού πάρκου.
- 7)Γεωφυσικές μελέτες αιολικού πάρκου.
- 8)Μελέτες έργων πολιτικού μηχανικού αιολικού πάρκου.
- 9)Τοπογραφικές μελέτες.
- 10)Μελέτες οδοποιίας.
- 11)Μελέτες για πολεοδομικές άδειες.
- 12)Μελέτες Η/Μ έργων αιολικού πάρκου.
- 15)Τεχνοοικονομική μελέτη για ένταξη στο Ν.3299 η μελέτη οικονομικής χρηματοδότησης μέσω ΚΠΣ.
- 16)Νομικοί σύμβουλοι-Οικονομικοί σύμβουλοι.

Το κόστος του συνόλου των μελετών εξαρτάται από τις δυσκολίες των μελετών ειδικά αν πρόκειται για ειδικές περιπτώσεις καθώς επίσης και από το βαθμό

δυσκολίας των νομικών ,τεχνικών και χωροταξικών θεμάτων. **Για το συγκεκριμένο έργο υπολογίστηκε η τιμή των 150.000 ευρώ.**

#### **ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ(ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ)**

Το κόστος διασύνδεσης ενός αιολικού πάρκου 10 MW με το δίκτυο κυμαίνεται στις 580.000 ευρώ . **Για το συγκεκριμένο έργο υπολογίστηκε η τιμή των 140.000 ευρώ.**

#### **ΕΓΓΥΗΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ-ΑΓΟΡΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ**

Η έκταση ενός αιολικού πάρκου εξαρτάται από τον αριθμό των ανεμογεννητριών και τη χωροθέτηση τους .Για το αιολικό πάρκο που παρουσιάζουμε έχουμε υπολογίσει 62 στρέμματα. Για την παραχώρηση της έκτασης αυτής εκδίδεται εγγυητική επιστολή 2% επί του θεωρημένου προϋπολογισμού του έργου προς τον δημόσιο φορέα στον οποίο ανήκει.

#### **ΔΙΑΦΟΡΑ ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΑ ΕΞΟΔΑ**

Το συνολικό κόστος για τα έξοδα αυτά κυμαίνονται έως 1.200.000 ευρώ για αιολικά πάρκα έως 30 MW. **Για το συγκεκριμένο έργο υπολογίστηκε 120.000 ευρώ.**

#### **ΕΞΟΔΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Ως βοηθητικές ύλες μπορούν να θεωρηθούν οι αναλώσιμες ύλες για την ομαλή λειτουργία και συντήρηση των ανεμογεννητριών, όπως π.χ. λιπαντικές ουσίες, υδραυλικά υγρά κ.λπ. **Οι βοηθητικές για τα πέντε πρώτα έτη λειτουργίας είναι περίπου 6.000 ευρώ/ανεμογεννήτρια/έτος.**

#### **ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SCADA**

Στο κτίριο ελέγχου του αιολικού πάρκου θα εγκατασταθεί πλήρες Σύστημα Ελέγχου, Εποπτείας και Μετρήσεων (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition), το οποίο θα περιλαμβάνει κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, modem, interface κλπ., περιφερειακές μονάδες με επεξεργαστή (RTU) σε καθέ ανεμογεννήτρια και κάθε μετεωρολογικό ιστό και το απαραίτητο εξειδικευμένο λογισμικό για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου και μετρήσεων. Μέσω του συστήματος SCADA το αιολικό πάρκο θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης

επικοινωνία με το Κέντρο Κατανομής Φορτίου Κρήτης της Δ.Ε.Η. Το κόστος του ανέρχεται στις 140.000 ευρώ .

#### ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΔΑΠΑΝΕΣ

- Σύμβαση συντήρησης ( ανεμογεννητριών κ.τ.λ.) 43.000
- Ασφάλιστρα 3% του βασικού εξοπλισμού
- Αμοιβή λογιστή 3.000
- Συντηρητής 3.500
- Δημοτικοί φόροι και τέλη 3% (ετήσια έσοδα)
- Φόροι 20% από τα κέρδη

#### Πίνακας 9.1 ,ανάλυση κόστους αγοράς και εγκατάστασης του αιολικού πάρκου

Κόστος αγοράς και εγκατάστασης	€
Κόστος αγοράς ανεμογεννητριών	2.400.000 +72.000=2.472.000
Μεταφορά εγκατάσταση	165.000
Έργα πολιτικού μηχανικού	60.000+60.000=120.000
Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός	170.000
Μελέτες ,έξοδα τεχνικών και νομικών συμβούλων	150.000
Διασύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο	140.000
Κόστος εκμίσθωσης οικοπέδου	150.000
Κόστος συστήματος SCADA	140.000
Γενικά και τραπεζικά έξοδα	120.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3.627.000 €</b>

## 9.5 Συμπεράσματα από την οικονομική μελέτη

### Τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας :

Σύμφωνα με τον ΔΕΣΜΗΕ η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι για διασυνδεδεμένο σύστημα που μας αφορά στην συγκεκριμένη εργασία είναι 87,85 €/MWh

### Μικτή ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας :

Χρησιμοποιούμε σαν συντελεστή λειτουργίας μια τυπική τιμή 32% για ένα καλό αιολικό δυναμικό της τάξεως των 7,5 m/sec σε ένα καλά χωροθετημένο πάρκο με ανεμογεννήτριες με πυλώνα ύψους 65 m .

ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας = ισχύς του αιολικού πάρκου(P) \* συντελεστή λειτουργίας(CF) \* συνολικές ώρες λειτουργίας ετησίως(h) = 2,4 MW \* 0,32 \* 8760 h = 6.727,68 MWh

Απώλειες δικτύου: 3% της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Απώλειες σκίασης : 3% της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Μικτή ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας = 6.727,68 - (Απώλειες δικτύου) - (Απώλειες σκίασης) = 6.727,68 - 189,2 - 189,2 = **6349,28 MWh**

Διαθεσιμότητα εγκατάστασης : 97%

### Υπολογισμός ετήσιων εσόδων παραγωγής :

Έσοδα = [(Μικτή ετήσια παραγωγή ενέργειας - Απώλειες σκίασης και δικτύου) \* διαθεσιμότητα] \* Τιμή πώλησης = 6349,28 MWh \* 0,97 \* 87,85 €/MWh = **541.050,7€**

Σαν ποσοστό για τον πληθωρισμό θα λάβουμε το 2,5 %

### Υπολογισμός ετήσιου κόστους παραγωγής :

Κόστος = Συντήρηση + ασφάλιστρα + αμοιβή συντηρητή + αμοιβή λογιστή + ανταποδοτικά τέλη + φόρος + πληθωρισμός  
 = 43.000 + 2.400.000 \* 3%  
 + 3.000 + 3.500 + 541.050,7 \* 3% + 541.052,7 \* 20% + 0,025 \* 541.050,7 = **259.467,92€**

**Ετήσια καθαρά κέρδοι=541.050,7€-259.467,92€ = 281.582,78€**

Για την δικιά μας περίπτωση σύμφωνα με τον αναπτυξιακό νόμο η περιοχή που έχουμε επιλέξει για την κατασκευή του αιολικού βρίσκεται στην β γεωγραφική ζώνη και επιδοτείται με 20% και για μικρές επιχειρήσεις φτάνει το 40% του κόστους της επένδυσης .

Για την παρούσα οικονομική ανάλυση υιοθετήθηκε το χρηματοδοτικό σχήμα του ακόλουθου πίνακα 9.2 .

	ΠΟΣΟΣΤΑ(%)	ΠΟΣΑ(€)
Ίδια κεφάλαια	20,00	725.400
Επιδότηση	40,00	1.450.800
Δάνεια	40,00	1.450.800
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>3.627.000€</b>

Πίνακας 9.2

Το επιτόκιο δανεισμού θα αντιστοιχεί στο 7,5 % του δανειζόμενου ποσού, συνολικός τόκος 637.252,22 € ,η περίοδος αποπληρωμής του δανείου θα είναι 10 έτη και θα δίνονται 2 δόσεις κάθε έτος(20 σύνολο ) όπως παρατηρείται στον πίνακα 9.3 .Θεωρητική ημερομηνία έναρξης δανείου 1/6/2013

Αρ. πληρ .	Ημερομηνία πληρωμής	Αρχικό υπόλοιπο	Προγραμματισμένη πληρωμή	Τόκος	Τελικό υπόλοιπο	Σωρευτικός Τόκος
1	1-12-2013	1.450.800,61	104.402,61	54.405,00	1.400.802,39	54.405,00
2	1-6-2014	1.400.802,61	104.402,61	52.530,09	1.348.929,87	106.935,09
3	1-12-2014	1.348.929,61	104.402,61	50.584,87	1.295.112,13	157.519,96
4	1-6-2015	1.295.112,61	104.402,61	48.566,70	1.239.276,22	206.086,66
5	1-12-2015	1.239.276,61	104.402,61	46.472,86	1.181.346,47	252.559,52
6	1-6-2016	1.181.346,61	104.402,61	44.300,49	1.121.244,35	296.860,02
7	1-12-2016	1.121.244,61	104.402,61	42.046,66	1.058.888,40	338.906,68
8	1-6-2017	1.058.888,61	104.402,61	39.708,32	994.194,11	378.614,99
9	1-12-2017	994.194,61	104.402,61	37.282,28	927.073,78	415.897,27

10	1-6-2018	927.073,61	104.402,61	34.765,27	857.436,43	450.662,54
11	1-12-2018	857.436,61	104.402,61	32.153,87	785.187,69	482.816,41
12	1-6-2019	785.187,61	104.402,61	29.444,54	710.229,61	512.269,94
13	1-12-2019	710.229,61	104.402,61	26.633,61	632.460,61	538.894,55
14	1-6-2020	632.460,61	104.402,61	23.717,27	551.775,24	562.611,83
15	1-12-2020	551.755,28	104.402,61	20.691,57	468.064,28	583.303,4
16	1-6-2021	468.064,24	104.402,61	17.552,41	381.214,04	600.855,81
17	1-12-2021	381.214,04	104.402,61	14.295,53	291.106,85	615.151,34
18	1-6-2022	291.106,95	104.402,61	10.916,51	197.620,98	626.067,85
19	1-12-2022	197.620,85	104.402,61	7.410,78	100.629,02	633.478,63
20	1-6-2023	100.629,02	100.629,02	3.773,59	-	<b>637.252,22 €</b>

*Η απόσβεση των ιδιωτικών κεφαλαίων και του δανειζόμενου ποσού μαζί με τους επιπρόσθετους τόκους αντιστοιχεί σε :  $2.813.452,22/281.582,78=9,99$  χρόνια*

*Άρα το έργο έχοντας διάρκεια ζωής τουλάχιστον 20 χρόνια και έχοντας κάνει απόσβεση στα 10 χρόνια είναι μια οικονομικά βιώσιμη και επικερδής επένδυση .*

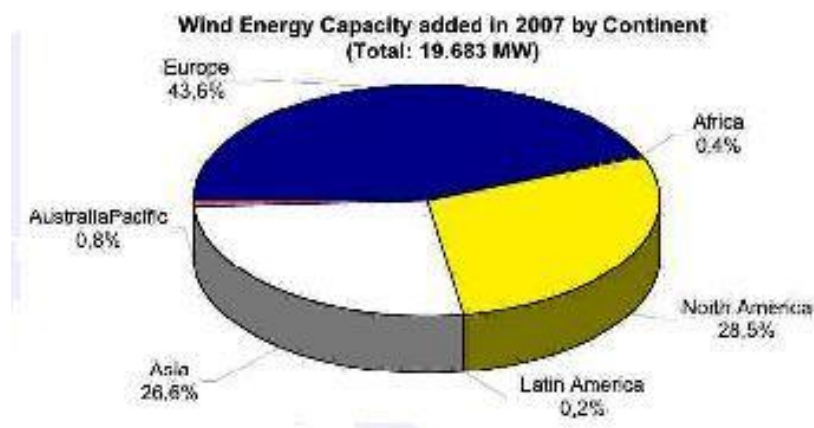
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10      Ανάπτυξη αιολικής ενέργειας

### 10.1 Η Πορεία ανάπτυξης της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και διεθνώς

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργεια γνωρίζει εκρηκτική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Μια εικόνα της ανάπτυξης παγκοσμίως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.



διάγραμμα 10.1 Αύξηση εγκαταστημένης ισχύς αιολικής ενέργειας για την περίοδο 1997-2010



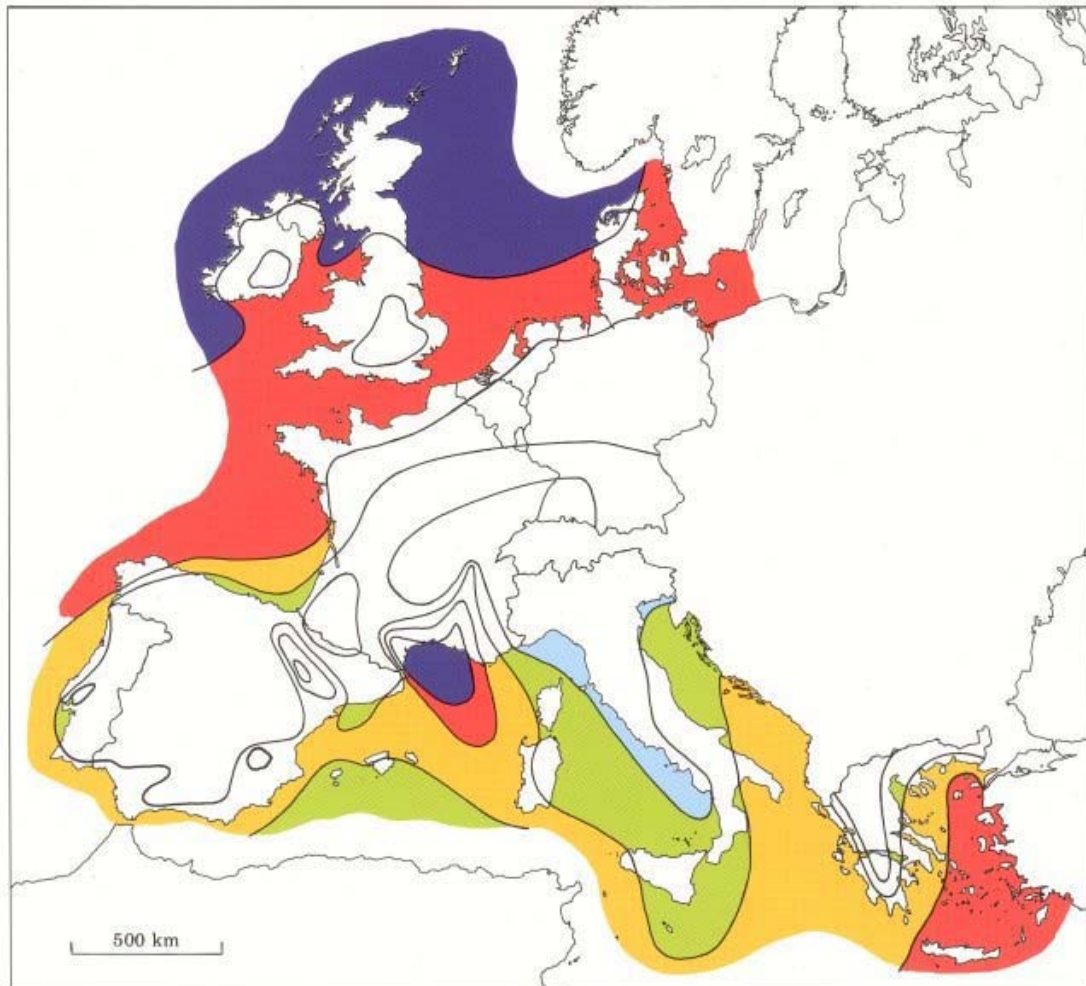
διάγραμμα 10.2 Ποσοστό αιολικής ισχύς ανά ήπειρο που εγκαταστάθηκε το έτος 2007



*Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Αν και το προαναφερθέν δυναμικό παραμένει ως επί το πλείστον αναξιοποίητο, ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Α.Π.Ε., η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3486/06, παρέχει ισχυρότητα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας. Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας, αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών "νησίδων" (λόφοι, υψώματα κ.λπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.*



Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως το Αιολικό Πάρκο Μανολάτη - Ξερολίμπα του Δ.Δ. Διλινάτων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλλονιά. Στο ίδιο νησί έχουν ήδη δημιουργηθεί δύο ακόμη αιολικά πάρκα, στα πλαίσια του μελλοντικού σχεδιασμού Α.Π.Ε. στον νομό Κεφαλληνίας: το Αιολικό Πάρκο στο όρος Αγία Δυνατή του Δήμου Πυλαρέων και το αντίστοιχο στην θέση Ημεροβίγλι στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Σε συνδυασμό με το υφιστάμενο, ο Νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 70,8 MW ηλεκτρικής ισχύος από τα αιολικά της πάρκα. Επιπλέον, σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50 MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας. Όπως φαίνεται και από το παράδειγμα της Κεφαλλονιάς, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα αποτελούν βιώσιμη επένδυση στον τομέα των Α.Π.Ε., πόσο μάλλον όταν το Αιγαίο, λόγω της υψηλότερης ανεμοκίνησης που το διακρίνει όλο σχεδόν τον χρόνο, προσφέρει συγκριτικό πλεονέκτημα - γεγονός που γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό από τον παρακάτω βαρομετρικό χάρτη (χάρτης 10.1). Ως καταλληλότερες περιοχές για δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων είναι οι Κυκλάδες, το Βόρειο Αιγαίο, η Νότια Κρήτη, το Βόρειο Ιόνιο καθώς και το νοτιοανατολικό τμήμα των Δωδεκανήσων.

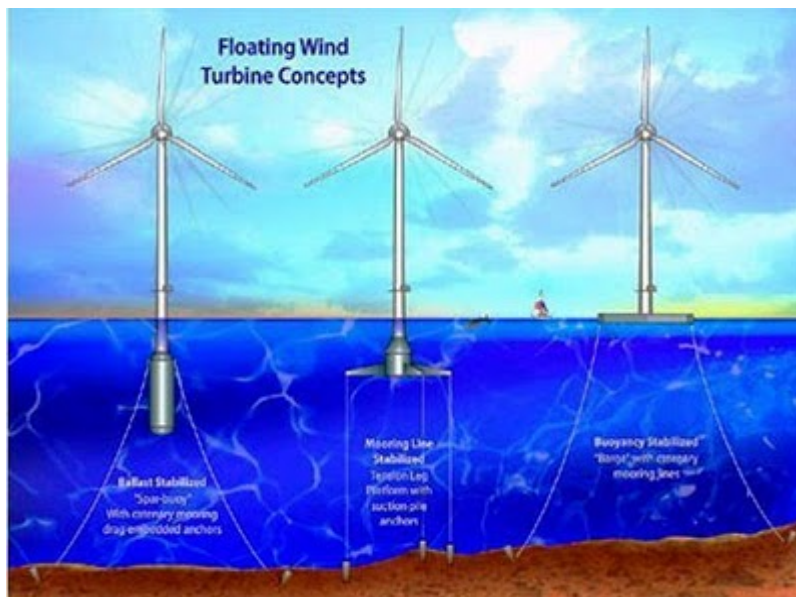


Wind resources over open sea (more than 10 km offshore) for five standard heights										
	10 m		25 m		50 m		100 m		200 m	
	$\text{m s}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{m s}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{m s}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{m s}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$	$\text{m s}^{-1}$	$\text{Wm}^{-2}$
Dark Blue	> 8.0	> 600	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 10.0	> 1100	> 11.0	> 1500
Red	7.0-8.0	350-600	7.5-8.5	450-700	8.0-9.0	600-800	8.5-10.0	650-1100	9.5-11.0	900-1500
Yellow	6.0-7.0	250-300	6.5-7.5	300-450	7.0-8.0	400-600	7.5- 8.5	450- 650	8.0- 9.5	600- 900
Green	4.5-6.0	100-250	5.0-6.5	150-300	5.5-7.0	200-400	6.0- 7.5	250- 450	6.5- 8.0	300- 600
Light Blue	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 6.0	< 250	< 6.5	< 300

Χάρτης 10.1 βαρομετρικός χάρτης Ευρώπης

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι στην χώρα μας πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα παράκτια και θαλάσσια αιολικά πάρκα. Σε σχέση με την ξηρά, στη θάλασσα πνέουν εντονότεροι άνεμοι και δεδομένου ότι η παραγόμενη ενέργεια μεταβάλλεται ανάλογα με τον κύβο της ταχύτητας του ανέμου, εκτιμάται ότι κάθε θαλάσσια ανεμογεννήτρια μπορεί να παράξει αρκετή ενέργεια σε έναν χρόνο ώστε να καλύψει τις ανάγκες περίπου 1.500 νοικοκυριών, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει κατά 35.000 τόνους την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα. Αν συνυπολογιστεί και ο χρόνος ζωής της, που στη θάλασσα είναι μεγαλύτερος κατά 25 χρόνια, προκύπτει η μεγάλη σημασία της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την προστασία του περιβάλλοντος. Περί αυτού του θέματος προέκυψαν χρήσιμα πορίσματα από σχετική μελέτη του Ε.Μ.Π., όπου σημειώθηκε ότι η χώρα μας μπορεί

να καλύψει με 500 μεγάλες ανεμογεννήτριες τουλάχιστον το 10% των ενεργειακών αναγκών της, ενώ τα νησιά του Αιγαίου, τα οποία έχουν πολύ υψηλό δυναμικό, εάν διασυνδεθούν με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο μπορούν να αποτελέσουν αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αντίστοιχους με τους θερμοηλεκτρικούς της ενδοχώρας. Η ορθή χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου εντός θαλάσσης, προϋποθέτει την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών σε μακρινή απόσταση από την ακτογραμμή και σε μικρά βάθη, με διάφορα κριτήρια αλλά βασικότερο όλων προφανώς την οικονομικότητα (κόστος κατασκευής, συντηρήσεως κτλ).



εικόνα 10.1 εγκατάστασης ανεμογεννητριών εντός θαλάσσης

Εν τούτοις, η επένδυση πάνω στα αιολικά πάρκα, θαλάσσια και μη, συναντά στην χώρα μας και ορισμένα εμπόδια. Λίγες θαλάσσιες περιοχές πληρούν τις προδιαγραφές, που είναι το μικρό βάθος σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων από την ακτή. Η υποδομή του ηλεκτροδοτικού συστήματος είναι εξίσου σοβαρό εμπόδιο. Για παράδειγμα, τα δύο έργα στον Ευβοϊκό και στον Κόλπο της Κύμης, δεν θα αντιμετωπίσουν προβλήματα καθώς θα συνδεθούν στα υφιστάμενα δίκτυα της Δ.Ε.Η. (σε Αττική και σε Εύβοια αντίστοιχα), τα οποία και έχουν μεγάλη χωρητικότητα όσον αφορά την απορρόφηση επιπλέον ισχύος. Δεν φαίνεται να ισχύει ωστόσο το ίδιο για τα δύο επενδυτικά σχέδια στο Θρακικό, αφού το δίκτυο της Δ.Ε.Η. στη Θράκη θεωρείται γενικώς κορεσμένο, δεν είναι τυχαίο ότι στα γραφεία της Ρ.Α.Ε. εκκρεμούν δεκάδες αιτήσεις για κατασκευή αιολικών πάρκων στην ευρύτερη περιοχή της Θράκης. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο το δίκτυο

της Δ.Ε.Η. στη Θράκη δεν μπορεί να "σηκώσει" επιπλέον ισχύ, όχι μόνο από υπεράκτια αιολικά αλλά ούτε από συμβατικά αιολικά πάρκα. Τα επόμενα χρόνια η Δ.Ε.Η. προγραμματίζει σημαντικές επενδύσεις στην περιοχή, με νέες γραμμές των 400 KV και αναβάθμιση των υφισταμένων, ωστόσο το πού θα διατεθεί αυτή η επιπλέον χωρητικότητα είναι άγνωστο προς το παρόν. Επίσης, η έλλειψη σοβαρού χωροταξικού σχεδίου έχει ως αποτέλεσμα, αφενός, να μη γνωρίζει κανείς πού μπορεί να κάνει μια τέτοια επένδυση (το ίδιο ισχύει για κάθε μορφής έργο, όχι μόνο στον τομέα της ενέργειας), αφετέρου, για να εγκριθεί μια περιβαλλοντική μελέτη για υπεράκτια αιολικό πάρκο, πρέπει να γνωμοδοτήσουν ούτε λίγο ούτε πολύ 30 υπηρεσίες. Επενδυτές που έχουν καταθέσει αιτήσεις για τέτοια έργα, λένε ότι για να αδειοδοτηθεί ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο χρειάζεται τουλάχιστον μια διετία - τριετία, ενώ για την κατασκευή του δεν απαιτούνται πάνω από δύο χρόνια.

Έχουμε παραδείγματα πολλών αιολικών πάρκων στον Ελλαδικό χώρο όπως το πρώτο αιολικό πάρκο της Ευρώπης που λειτουργεί ακόμη στην Κύθνο, το Αιολικό πάρκο της μονής Τοπλού στην Κρήτη συνολικής ισχύος 6,6 MW που λειτουργεί από το 1993 αλλά και τις Ξηρολίμνης ισχύος 13,2 MW, ολοκληρώνεται εντός 2012 το σύμπλεγμα εννιά αιολικών πάρκων εγκατεστημένης ισχύος 35,1 MW στην Λέσβο στην Πάρο στον Μαραθόκαμπο και στο Πυθαγόρειο Σάμου στην Λήμνο στη Σίφνο και στην Κρήτη. Έχουν τεθεί οι βάσεις για το πλέον φιλόδοξο έργο των ΑΠΕ εντός ελληνικών συνόρων ,σχεδιάζοντας ένα σύμπλεγμα ισχύος 1.339 MW στην Κρήτη ,στην Κάσο , στην Κάρπαθο και στην Ρόδο που θα διασυνδέεται με την ηπειρωτική χώρα. Υπάρχουν πάρκα στην Βοιωτία 38 MW και στην Κω-Λέρο 8,4MW. Το μεγαλύτερο αυτήν την στιγμή στην Ελλάδα είναι το Παναχαϊκό στην Πάτρα ισχύος 48,5 MW ,ενώ στην Εύβοια υπάρχει το Μεγάλο βουνό 18 MW.

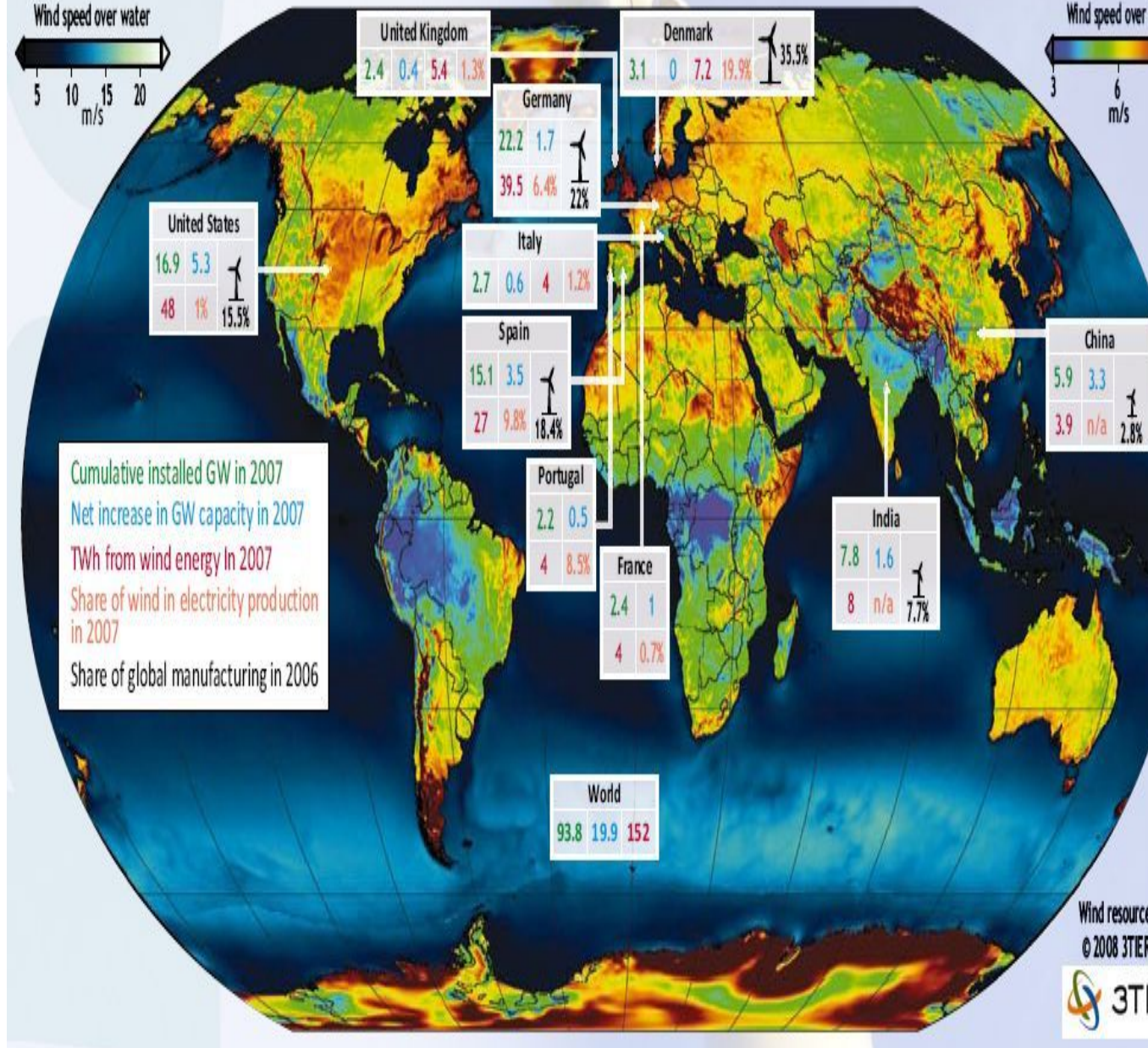
Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα θα κατασκευαστεί στο όρος Βέρμιο στα όρια των νομών Κοζάνης Ημαθίας ισχύος 522 MW και θα εκτείνεται σε συνολική έκταση 120000 στρεμμάτων . Σε πρώτη φάση , προβλέπεται η εγκατάσταση 74 ανεμογεννητριών ισχύος 222MW ενώ θα ακολουθήσει η εγκατάσταση άλλων 100 ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος 300 MW. Το έργο αποτελείται από επτά επιμέρους πάρκα ισχύος 33-39 MW και ένα ισχύος 300 MW και η συνολική επένδυση αναμένεται να κυμανθεί στο επίπεδο των 650 εκατομμυρίων ευρώ. Το αιολικό πάρκο αναμένεται να παράγει περίπου 950,000MWh ετησίως ,ενέργεια ικανή να καλύψει τις ανάγκες περισσότερων από 170000 νοικοκυριών. Παράλληλα η παραγόμενη ενέργεια θα συμβάλει στην αποφυγή έκλυσης 952,000 tηCO2 καθώς και 9,175 tη άλλων αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σημαντικό είναι επίσης να συνυπολογιστεί η τόνωση που θα δοθεί στις τοπικές αγορές που θα προκύψουν από την λειτουργία του αιολικού πάρκου .Τέλος το 3% του ετήσιου κύκλου εργασιών της εταιρείας από την λειτουργία του αιολικού πάρκου θα διατίθεται ως αντισταθμικό όφελος στους τοπικούς δήμους αλλά και απευθείας στους καταναλωτές μέσω τον λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος .Ποσοστό μέχρι 1% θα καταβάλλεται απευθείας στους κατοίκους των δήμων εντός των οποίων χωροθετείται ο σταθμός.

Τον δρόμο για τη κατασκευή του τρίτου μεγαλύτερου θαλάσσιου αιολικού πάρκου στον κόσμο, αποτελούμενο από 81 ανεμογεννήτριες με συνολική ισχύ 498,15 MW, ανοίγει η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας στη Λήμνο. Πρόκειται για επένδυση συνολικού ύψους 2 δισ. Το έργο θα εγκατασταθεί στα βορειοανατολικά της Λήμνου (στα ελληνικά χωρικά ύδατα μεταξύ του νησιού και της Ίμβρου) σε απόσταση άνω των 2 χιλιομέτρων από την ακτή προκειμένου να μην προκαλεί οπτική όχληση, και σε βάθος που θα αρχίζει από τα 22 και θα φτάνει στα 45 μέτρα. Με βάση την ισχύ του (498,15 MW) κατατάσσεται στην 3η θέση παγκοσμίως, ανάμεσα στα υπό κατασκευή offshore πάρκα: τα δύο πρώτα βρίσκονται στη Μ. Βρετανία, και είναι το London Array και το Greater Gabbard με 630 και 504 MW αντίστοιχα, ενώ το τέταρτο, με ισχύ 400 MW, βρίσκεται στη Γερμανία κοντά στο νησί Μπόρκουμ (Trianel Borkum West II) της Βόρειας Θάλασσας. Όσο για τα εν λειτουργία offshore πάρκα, το μεγαλύτερο του κόσμου βρίσκεται και πάλι στη Μ. Βρετανία με ισχύ 367,2 MW. Ο λόγος που επελέγη η συγκεκριμένη θαλάσσια περιοχή είναι επειδή θεωρείται από τα πιο κατάλληλα σημεία του Αιγαίου, καθώς έχει καλό ανεμολογικό δυναμικό και είναι ρηχή (σ.σ.: όσο αυξάνεται το βάθος τόσο αυξάνεται γεωμετρικά και το κόστος για ένα υπεράκτιο πάρκο). Η σύνδεση θα επιτευχθεί μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου μήκους περίπου 120 χιλιομέτρων μέχρι τα παράλια του Νομού Ξάνθης, και εν

συνεχία με υπόγειο καλώδιο 18 χιλιομέτρων θα ενωθεί με το εθνικό σύστημα ηλεκτρισμού της χώρας. Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση θα είναι αυτή του συνεχούς ρεύματος, που σημαίνει αγωγοί μικρότερου μεγέθους, φιλικότεροι προς το περιβάλλον απ' ότι του εναλλασσόμενου. Στελέχη της εταιρείας υποστηρίζουν ότι εφόσον όλα πάνε καλά, το έργο μπορεί να έχει υλοποιηθεί ύστερα από μια 3ετία. Σύμφωνα με τις ίδιες πηγές, το πάρκο θα παράγει ενέργεια ικανή να τροφοδοτήσει περίπου 500.000 νοικοκυριά, ενώ η λειτουργία του θα συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,73 εκατ. τόνους τον χρόνο.

Το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο του κόσμου σχεδιάζεται να αναπτυχθεί στις βόρειες ακτές της Σκωτίας. Το σύμπλεγμα θαλάσσιων αιολικών, προϋπολογισμού 4,5 δισεκατομμυρίων λιρών Αγγλίας, θα αποτελείται από 339 ανεμογεννήτριες που θα αναπτυχθούν σε έκταση 300 τετραγωνικών μέτρων ανοιχτά της κομητείας Κάιθνες στη Σκωτία ισχύος 1,5 GW. Σε δηλώσεις του ο Νταν Φιντς επικεφαλής ανάπτυξης του έργου, που αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2018, τόνισε ότι το θαλάσσιο πάρκο θα καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες ενός εκατομμυρίου ανθρώπων, εξοικονομώντας ετησίως μέχρι και 4,5 τόνους διοξειδίου του άνθρακα.

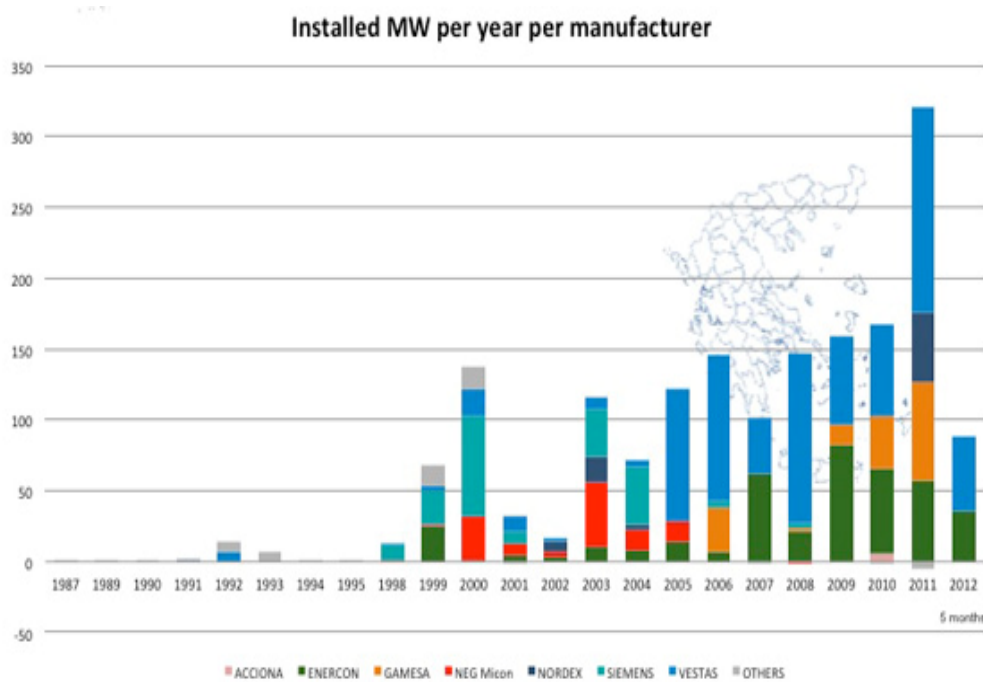
Figure 2. World onshore and offshore resource map at 80m height and 15 km resolution, with installed capacity, production and manufacturing data for leading countries



Χάρτης 10.2 παγκόσμιος χάρτης αιολικών δυνάμεων χωρών μέχρι το 2007



## 10.2 88 νέα αιολικά εγκαταστάθηκαν το πρώτο 5μηνο του 2012 στην Ελλάδα



διάγραμμα 10.3 ετήσια κατασκευή αιολικών MW στην Ελλάδα και από ποιες εταιρείες

Η ΕΛΕΤΑΕΝ παρουσίασε την Στατιστική της αγοράς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα για το πρώτο πεντάμηνο του 2012 (HWEA Wind Energy Statistics – HWD2012A). Με βάση τη Στατιστική, το σύνολο της αιολικής ισχύος που κατά τα τέλη του Μαΐου 2012 βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι: 1723,06 MW. Η ισχύς αυτή κατανέμεται ως εξής:

Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά : 275,92 MW

Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 1447,14 MW

Η νέα αιολική ισχύς που εγκαταστάθηκε το 2012 είναι 88 MW αυξημένη κατά 5,4% σε σχέση με το τέλος του 2011. Αντιστοιχούν σε επενδύσεις άνω των 115 εκατομμυρίων Ευρώ. Σε επίπεδο Περιφερειών η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 546,2 MW (31,7%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 341,05 MW (19,8%) και η Ανατολική Μακεδονία –Θράκη με 240,55 MW (14%). Αξίζει να

σημειωθεί ότι πέραν αυτών των 1423,06 MW αυτή τη στιγμή κατασκευάζονται ή έχουν συμβολαιοποιηθεί επιπλέον αιολικά πάρκα πρόσθετης συνολικής ισχύος 216,5 MW που αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία τους επόμενους δώδεκα μήνες.

*Ο Πρόεδρος του ΔΣ της ΕΛΕΤΑΕΝ κ. Παναγιώτης Παπασταματίου, δήλωσε:*

«Παρά την οικονομική κρίση και τα μεγάλα προβλήματα ρευστότητας, ο κλάδος της αιολικής ενέργειας και των Α.Π.Ε. γενικότερα, συνεχίζει να επενδύει, δημιουργώντας ανάπτυξη και απασχόληση και εξοικονομώντας σημαντικά ποσά από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Και αυτό χάρη στη δέσμευση και τον δυναμισμό των ελληνικών και ξένων επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στη Ελλάδα. Είναι σημαντικό, η ελληνική Πολιτεία να μην υπονομεύει την προσπάθεια αυτή, που απαιτεί σταθερό επενδυτικό περιβάλλον και μακροχρόνια πολιτική δέσμευση».

*Η ΕΛΕΤΑΝ καλεί την Κυβέρνηση, τα πολιτικά κόμματα και το Ελληνικό Κοινοβούλιο:*

*να προχωρήσουν σε ουσιαστική απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρισμού και άρση όλων των στρεβλώσεων ώστε να υπάρξει τίμιος και ισότιμος ανταγωνισμός καυσίμων και επιχειρήσεων με δυνατότητες επιλογών για τον καταναλωτή και βιώσιμη αντιμετώπιση των προβλημάτων στη αγορά,*

*να διασφαλίσουν την απρόσκοπτη και βιώσιμη χρηματοδότηση του μηχανισμού στήριξης των Α.Π.Ε. με άρση των στρεβλώσεων του λανθασμένου τρόπου υπολογισμού του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ETMEAP\_ και ενσωμάτωσή του στο κόστος προμήθειας,*

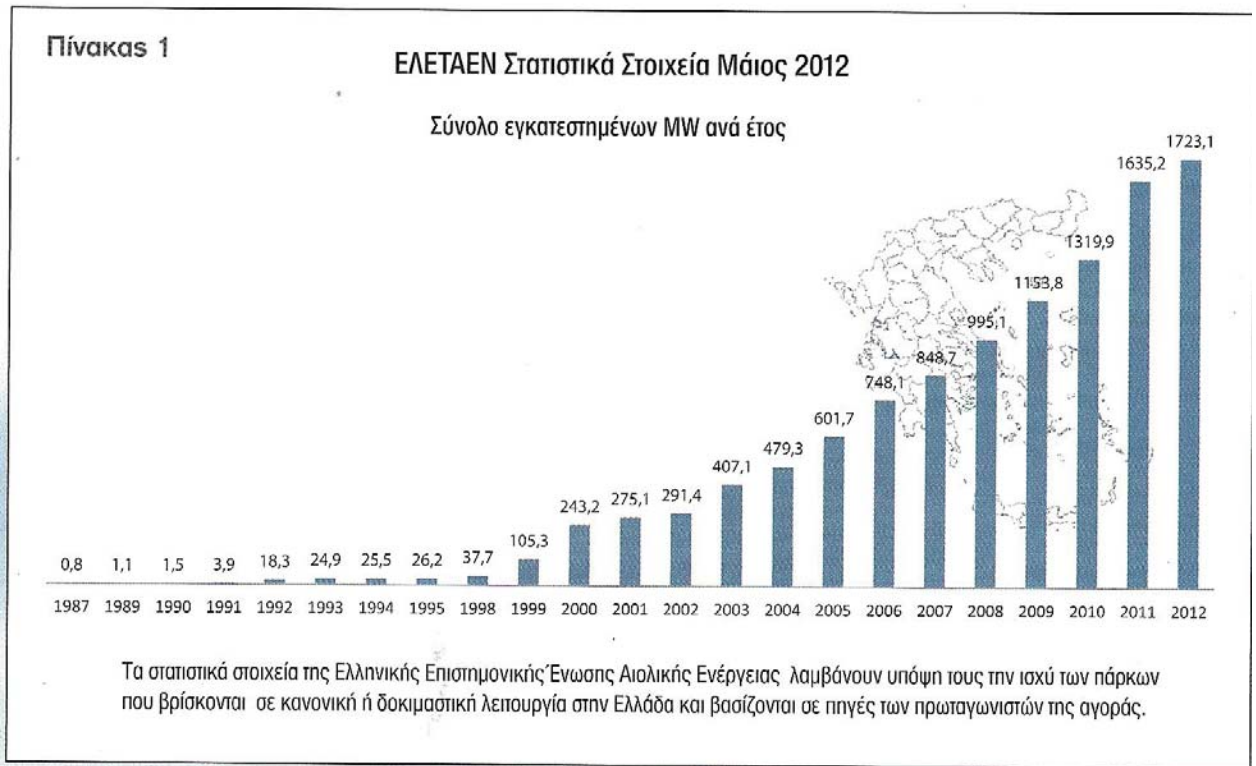
*να επιβεβαιώσουν την στήριξη τους στο σημερινό μηχανισμό τιμολόγησης της αιολικής ενέργειας (feed in tariff), που εξασφαλίζει παροχή φτηνής και εγχώριας ηλεκτρικής ενέργειας,*

*να άρουν την υπερβολική φορολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας,*

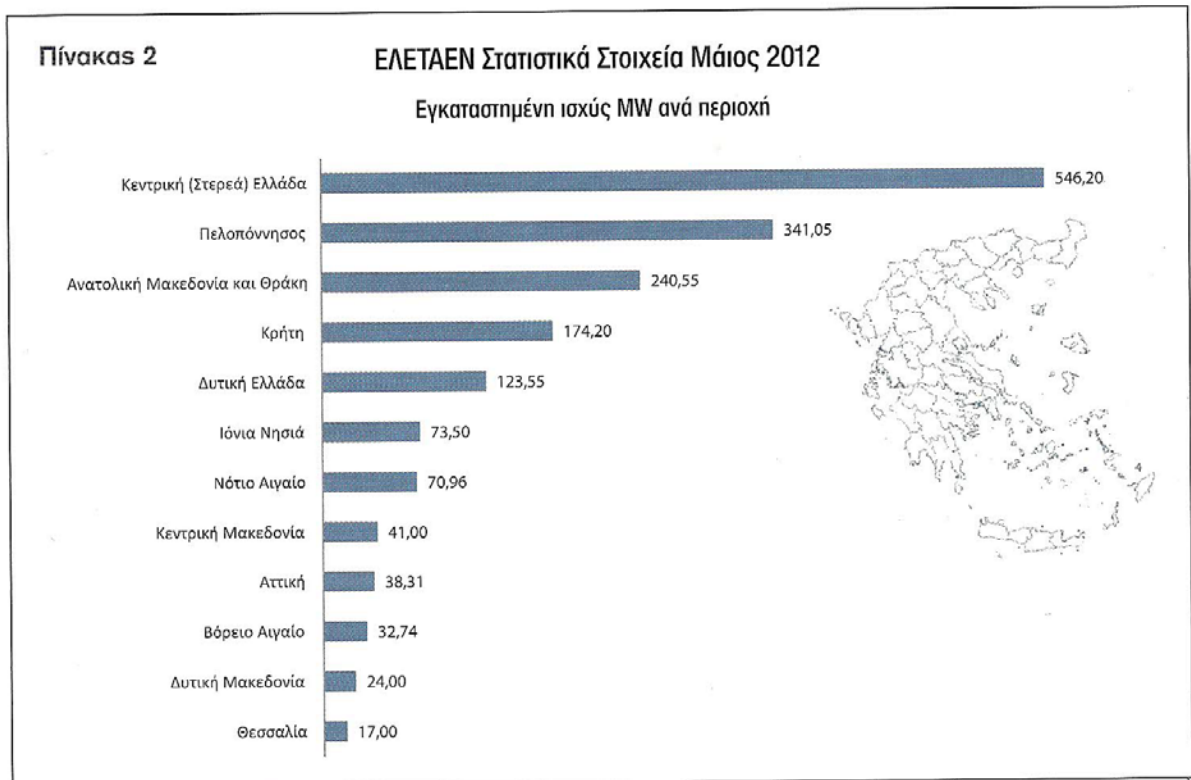
*να διασφαλίσουν σταθερό επενδυτικό περιβάλλον.*

*Σημείωση: Για τη στατιστική της ΕΛΕΤΑΕΝ:*

- 1. Έχουν χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά πηγές της αγοράς και όχι πηγές από δημόσιους οργανισμούς.*
- 2. Λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος κατά τον οποίο το αιολικό πάρκο τέθηκε σε δοκιμαστική λειτουργία. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί τη στατιστική της ΕΛΕΤΑΕΝ από άλλες που καταγράφουν την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας, η οποία εξαρτάται από διάφορους διοικητικούς παράγοντες. Αποδίδεται έτσι ακριβέστερη εικόνα της ανάπτυξης αφού προσμετράται ο πραγματικός χρόνος παραγωγής και διοχέτευσης στο δίκτυο της πρώτης αιολικής κιλοβατώρας από κάθε πάρκο .*



Διάγραμμα 10.4



Διάγραμμα 10.5

### 10.3 Σταθερή ανάπτυξη 15,6% σε νέα αιολικά πάρκα παγκοσμίως

Στην πρώτη θέση βρέθηκε η Γερμανία με 2.086 MW, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην δεύτερη θέση είναι η Μεγάλη Βρετανία με 1.293 «φρέσκα» αιολικά MW αντί της Ισπανίας (1.050 MW) που όμως συνεχίζει να βρίσκεται στην δεύτερη θέση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος (21.674 MW). Τα στοιχεία προέρχονται από την EWEA (European Wind Energy Association) και ανακοινώθηκαν στην Ελλάδα από την ΕΛΕΤΑΕΝ. Ειδικότερα, το 2011 εγκαταστάθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 9.616 MW φτάνοντας συνολικά την εγκατεστημένη συνολική ισχύ σε 93.957 MW που είναι αρκετή για να καλύψει το 6,3% του ηλεκτρισμού της ΕΕ σύμφωνα με τα στοιχεία της EWEA. Αξίζει να σημειωθεί πως στην δέκατη θέση της κατάταξης, βάσει των νέων εγκαταστάσεων αιολικών μεγαβάτ, μεταξύ των 27 κρατών-μελών της ΕΕ βρέθηκε το 2011 η Ελλάδα με τα 311 MW νέων πάρκων που ξεκίνησαν να λειτουργούν πέρυσι.

Αντιπροσωπεύοντας το 21,4% της νέας ηλεκτρικής ισχύος, η εγκατεστημένη ισχύς της αιολικής ενέργειας το 2011 ήταν σχεδόν ίδια με αυτήν της περσινής χρονιάς. Η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας τα τελευταία 17 χρόνια έχει μέση ετήσια αύξηση 15,6% (1995-2011). «Παρά την οικονομική κρίση που ταλανίζει την Ευρώπη η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας εξακολουθεί να έχει σταθερά ποσοστά εγκατεστημένης ισχύος», σχολίασε ο Τζάστιν Ουίλκς, διευθυντής πολιτικής της EWEA. «Ωστόσο, για να επιτευχθούν οι μακροπρόθεσμοι στόχοι που έχουν τεθεί από την ΕΕ χρειαζόμαστε ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια» πρόσθεσε. Η ανάπτυξη των χερσαίων αιολικών εγκαταστάσεων στη Γερμανία και την Σουηδία και η ανάπτυξη των θαλασσιών αιολικών πάρκων στο Ηνωμένο Βασίλειο, σε συνδυασμό με τις συνεχείς καλές επιδόσεις αναδυόμενων αγορών, όπως είναι η Ρουμανία, αντισταθμίζουν την πτώση των εγκαταστάσεων στις ώριμες αγορές όπως είναι η Γαλλία και η Ισπανία. Συνολικά η Γερμανία παραμένει η Ευρωπαϊκή χώρα με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ. Ακολουθούν η Ισπανία, η Γαλλία, η Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Κατά το 2011 πραγματοποιήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ συνολικά από οποιαδήποτε άλλη χρονιά. Οι ΑΠΕ αντιπροσωπεύουν το 71,3% των νέων εγκαταστάσεων: 32.043 νέα MW ΑΠΕ, 37,7% περισσότερα από όσα μπήκαν το 2010. Τα τελευταία χρόνια η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της ΕΕ αυξήθηκε κατά 35.468 Μ, φτάνοντας έτσι καθαρά τα 895.878 MW, με τη αιολική ενέργεια να αυξάνει το μερίδιο της εγκατεστημένης ισχύος στο 10,5% και την ανανεώσιμη ισχύ να αυξάνει το μερίδιο της στο 31,1%. Κατά το 2011 πραγματοποιήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ από οποιαδήποτε άλλη χρονιά.

Συνολικά 311,1MW πάρκων προστέθηκαν στη ελληνική αγορά των αιολικών το 2011, ενώ η καθαρή αύξηση της ισχύος ήταν 306,1 MW, καθώς απεγκαταστάθηκαν 5,1 MW. Έτσι, πέρυσι η αγορά των αιολικών αυξήθηκε κατά 23,18%, φτάνοντας 1.626,5 MW πάρκων που βρίσκονται σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία. Από αυτά στο διασυνδεδεμένο σύστημα βρίσκονται 1.356,9 MW ενώ στα μη διασυνδεδεμένα νησιά 269,6 MW. Αξίζει να σημειωθεί ότι πέραν αυτών των 1.626,5 MW, αυτή κατασκευάζονται η έχουν συμβολαιοποιηθεί επιπλέον αιολικά πάρκα πρόσθετης συνολικής ισχύος 145 MW που αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία το 2012.

#### ΔΕΣΜΕΥΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Για την Ελλάδα ο δεσμευτικός στόχος για τη διείσδυση των ΑΠΕ καθορίστηκε σε 18% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2020 σύμφωνα με την οδηγία 2009/28. Σε εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, η ελληνική νομοθεσία έθεσε υψηλότερους στόχους για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα το 2020, ως εξής:

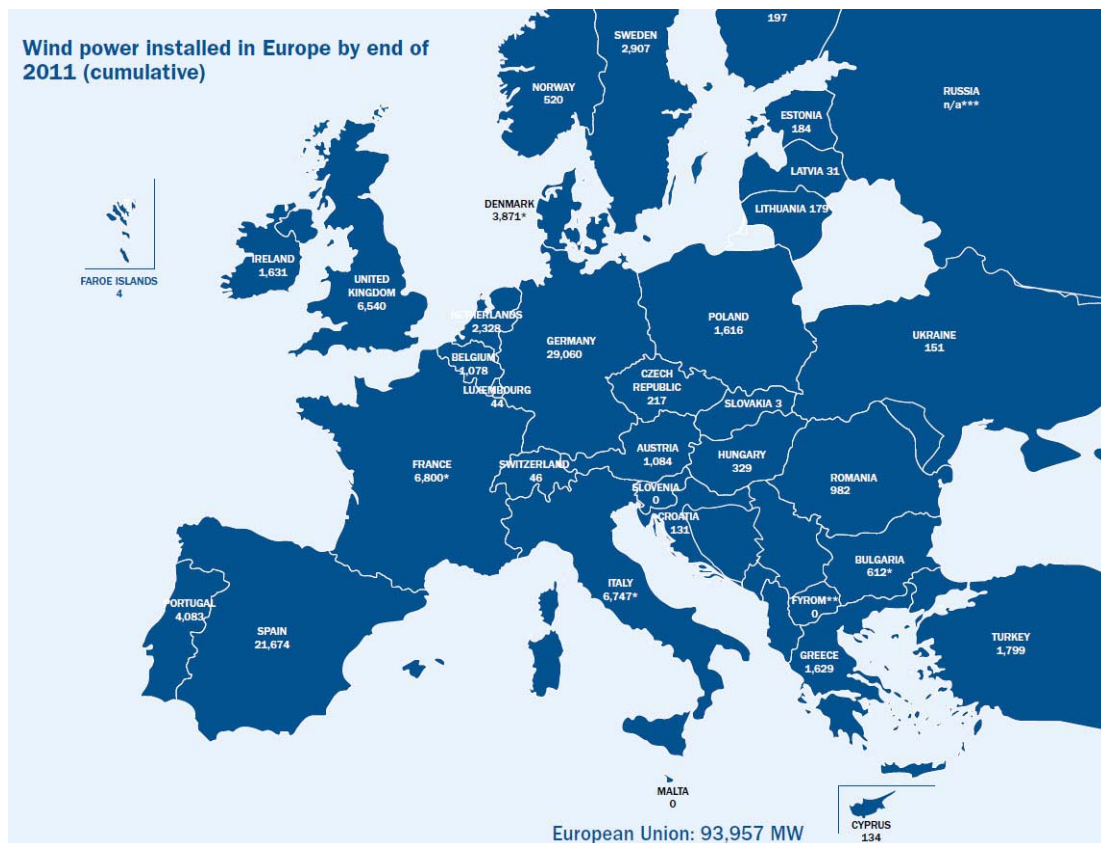
Συμμετοχή στην ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ στη ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 20%.

Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά 40%.

Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές κατά 20%.

Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη κατά 10%.

Ειδικά για την αιολική ενέργεια οι ανωτέρω στόχοι μεταφράζονται σε συνολική εγκατάσταση περίπου 10.000 MW το 2020, δηλαδή πολλές φορές περισσότερα από τα περίπου 1.630 MW που λειτουργούσαν στο τέλος του 2011



Χάρτης 10.3 αιολική ενέργεια που είχε εγκατασταθεί στην Ευρώπη με το τέλος του 2011

## 10.4 50% αύξηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη στο πρώτο 6μηνο του 2012

Η υπεράκτια αιολική δυναμικότητα της Ευρώπης αυξήθηκε κατά 50% στο πρώτο 6μηνο του 2012, σε σχέση με πέρυσι, δείχνουν στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA). Η έκθεση της EWEA «βασικές τάσεις και στατιστικά» αναφέρει ότι 132 νέες παράκτιες ανεμογεννήτριες, που παρέχουν 523 μεγαβάτ ισχύος, συνδέθηκαν πλήρως με το δίκτυο τους πρώτους 6 μήνες του 2012, συγκριτικά με τα 348.1 μεγαβάτ για την ίδια περίοδο το 2011. Ακόμη πιο εντυπωσιακά είναι τα στοιχεία για τις κατασκευές των ανεμογεννητριών: από τον Ιανουάριο έχουν στηθεί 103 νέες ανεμογεννήτριες σε 5 αιολικά πάρκα- αύξηση 95% σε σχέση με την αντίστοιχη περίοδο το 2011. Ο μέσος όρος μεγέθους των ανεμογεννητριών αυξήθηκε στα 4 μεγαβάτ, αύξηση 14% συγκριτικά με πέρυσι, ενώ κατά 30% περισσότερες ανεμογεννήτριες συνδέθηκαν στο δίκτυο. Ο Christian Kjaer, επικεφαλής της EWEA, αφού χαιρέτησε τα αισιόδοξα νέα, μίλησε για θρίαμβο μπροστά στην αρνητική οικονομική συγκυρία. «Η παράκτια αιολική ενέργεια προσελκύει ολοένα και περισσότερους επενδυτές, συμπεριλαμβανομένων συνταξιοδοτικών ταμείων και άλλων θεσμικών και στρατηγικών επενδυτών», τόνισε σε δήλωσή του. «Ωστόσο θα ήταν καλό να δούμε μεγαλύτερη δραστηριότητα στη νότια Ευρώπη, όπου χρειάζεται απελπισμένα απασχόληση, επενδύσεις και ανάπτυξη». Τα στοιχεία της έκθεσης δείχνουν ότι στην άνθηση των ανανεώσιμων πηγών ηγείται η Βρετανία μεταξύ Ιανουαρίου και Ιουλίου, εγκαθιστώντας 8 νέα αιολικά πάρκα ενώ Γερμανία και Δανία εγκατέστησαν 2 νέες ανεμογεννήτριες. Συνολικά, μέχρι τις 30 Ιουνίου του 2012 στην Ευρώπη λειτουργούσαν 4.336 μεγαβάτ παράκτιας αιολικής δυναμικότητας, εμφανώς αυξημένα από τα 3.294 του Ιουνίου του 2011, παρέχοντας ηλεκτρισμό σε 4 εκατομμύρια νοικοκυριά, 13 αιολικά πάρκα ήταν υπό κατασκευή κατά το πρώτο 6μηνο του 2012, και όταν ολοκληρωθούν τα έργα, θα παράσχουν πρόσθετα 3.762 μεγαβάτ.



### **10.5 Η αιολική ενέργεια ξεπέρασε τα 100.000 MW στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

*Η Ευρωπαϊκή Ένωση πέρασε το ορόσημο των 100 GW της εγκατεστημένης ισχύος σε αιολική ενέργεια, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (EWEA), εθνικός εκπρόσωπος της οποίας είναι η ΕΛΕΤΑΕΝ. Τα 100 GW αιολικής ισχύος μπορούν να παράγουν, σε ένα χρόνο, ηλεκτρική ενέργεια που καλύπτει την κατανάλωση 57 εκατομμυρίων νοικοκυριών, ποσό που ισοδυναμεί με την παραγωγή ενέργειας από 39 πυρηνικούς σταθμούς. Ο ευρωπαϊκός κλάδος αιολικής ενέργειας χρειάστηκε 20 περίπου χρόνια για να αγγίξει τα πρώτα 10 GW και 13 χρόνια για να προστεθούν επιπλέον 90 GW. Ο Διευθύνων Σύμβουλος της EWEA, Christian Kjaer, δήλωσε: «Η παραγωγή 100 GW ηλεκτρικής ισχύος από τον άνεμο ισοδυναμεί με την καύση 72 εκατ. τόνων άνθρακα ετησίως, τα οποία για να μεταφερθούν χρειάζονται 72.000 βαγόνια συνολικού μήκους 11.500 χιλιομέτρων, δηλαδή όσο απέχουν οι Βρυξέλλες από το Μπουένος Άιρες». Και συμπλήρωσε: «Παρ' όλο που αξιοποιείται μόλις ένα ελάχιστο ποσοστό από το τεράστιο αιολικό δυναμικό της Ευρώπης, η αιολική ενέργεια συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή ασφάλεια, στην προστασία του περιβάλλοντος, στη δημιουργία νέων «πράσινων» θέσεων εργασίας και την ενίσχυση της εξαγωγής τεχνολογίας».*



Οι πιο πρόσφατες εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας που συνέβαλαν στην συμπλήρωση των 100 GW είναι:

- *Apholt*, υπεράκτιο αιολικό πάρκο ισχύος 400 MW της εταιρείας *DONG* στα ανοικτά των ακτών της Δανίας.
- *Lipowo*, 48 MW της εταιρείας *EDF Energies Nouvelles Polska* στην Πολωνία
- *Ausumgaard*, 12 MW, ενός ιδιώτη γαιοκτήμονα στη Δανία
- *Ακούμια*, 7,2 MW της εταιρείας *ΔΕΗ Ανανεώσιμες* στην Κρήτη.

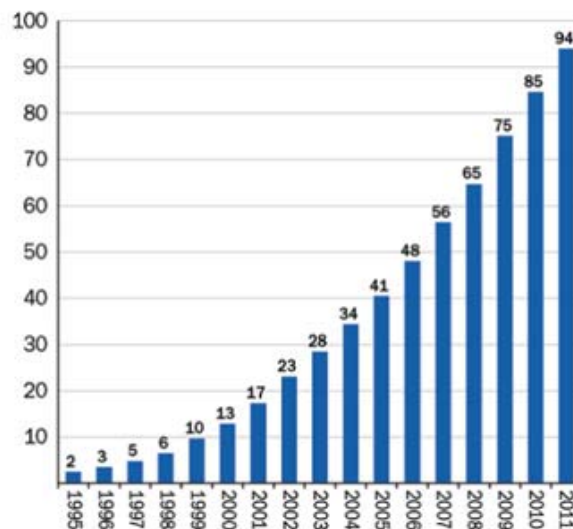
Τα 100 GW αιολικής ισχύος μπορούν σε ένα χρόνο να παράγουν την ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, όπως:

- 62 μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα, ή
- 39 εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας, ή
- 52 σταθμοί φυσικού αερίου

Για να παραχθεί η ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από 100 GW ανεμογεννητριών, απαιτείται:

- Η εξόρυξη, μεταφορά και καύση 72 εκατομμυρίων τόνων άνθρακα, με κόστος € 4,98 δισ. , που εκπέμπουν 219,5 Mt CO<sub>2</sub> ή
- η εξαγωγή, μεταφορά και καύση 42,4 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων φυσικού αερίου, με κόστος € 7,54 δισ. που εκπέμπουν 97,8 Mt CO<sub>2</sub>

Στο διάγραμμα βλέπετε την εγκατεστημένη ισχύ αιολικής ενέργειας στην Ε.Ε.



Διάγραμμα 10.6

## 10.6 Αιολική ενέργεια: Στα 493 GW το 2016

Σημαντική αύξηση αναμένεται να εμφανίσει η παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας την προσεχή τετραετία, καθώς σύμφωνα με εκτιμήσεις των βιομηχάνων, η δυναμικότητά της θα υπερδιπλασιαστεί μέχρι το 2016, καθώς αυξάνονται οι εγκαταστάσεις σε αγορές, όπως η Ινδία και η Βραζιλία σε αντίθεση με την αδυναμία των ΗΠΑ. Το Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας αναφέρει ότι η παγκόσμια ικανότητα θα ανέλθει στα 493 γιγαβάτ το 2016, έναντι των 238 γιγαβάτ το 2011. Οι εγκαταστάσεις θα μεταπηδήσουν 8% ετησίως φτάνοντας κατά μέσο όρο σε 59 γιγαβάτ κατά το 2016, από 41 γιγαβάτ το 2011. Ακόμη και με την ανάπτυξη, οι μεγαλύτεροι κατασκευαστές ανεμογεννητριών, όπως η Vestas Wind Systems και Gamesa Corp. Tecnológica αντιμετωπίζουν συρρίκνωση των περιθωρίων κέρδους λόγω της πλεονάζουσας παγκόσμιας παραγωγής και του κινέζικου ανταγωνισμού. Σύμφωνα με στοιχεία του Bloomberg New Energy Finance οι τιμές των στροβίλων που πωλούνται κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2011 έπεσαν κατά 4%, φτάνοντας έτσι στα 910.000 δολάρια ανά μεγαβάτ (στα χαμηλότερα επίπεδα από το 2008, όταν

άρχισαν να τηρούνται τα αρχεία). Όπως αναφέρει το λόμπι των βιομηχάνων στην έρευνα τα επόμενα 5 χρόνια «θα είναι ιδιαίτερα δύσκολο για τους κατασκευαστές, με υπερπροσφορά, να μειώσουν σημαντικά το περιθώριο κέρδους, στις υπάρχουσες καθοδικές πιέσεις από τις γενικευμένες οικονομικές συνθήκες». Η ανάπτυξη των εγκαταστάσεων θα σταματήσει το επόμενο έτος, λόγω της πιθανής απώλειας της έκπτωσης φόρου στις Ηνωμένες Πολιτείες, τη δεύτερη μεγαλύτερη αγορά μετά την Κίνα. Η νέα παραγωγική ικανότητα που θα αυξηθεί περισσότερο από 13% (φτάνοντας τα 46 γιγαβάτ φέτος), προβλέπεται μειωμένη το 2013 (στα 45,8 γιγαβάτ) και θα συνεχίζει με κέρδη το 2014 (φτάνοντας στα 49,4 γιγαβάτ, στα 55,2 γιγαβάτ το 2015, και στα 59,2 γιγαβάτ το 2016), όπως προσθέτει η έρευνα. «Ο μεγαλύτερος παράγοντας που θα επηρεάσει την παγκόσμια αγορά το 2012, είναι η συζήτηση για το μέλλον της έκπτωσης φόρου στις ΗΠΑ» όπως υπογραμμίζει ο Steve Sawyer, γενικός γραμματέας του βιομηχανικού λόμπι, τονίζοντας στην έκθεση πως «Σε ένα έτος προεδρικών εκλογών, όλα είναι πιθανά να συμβούν». Οι επιχορηγήσεις παρέχουν κίνητρο έκπτωσης 2,2 σεντς ανά κιλοβατώρα που λήγει στο τέλος του έτους. Όταν αφέθηκε να λήξει στο τέλος του 2003, οι αμερικανικές εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας μειώθηκαν σε 397 μεγαβάτ το 2004, από 1.670 μεγαβάτ το προηγούμενο έτος. «Η σταθερή πολιτική είναι απαραίτητη για τη βιομηχανία αιολικής ενέργειας, έτσι ώστε να αρχίσουν να ανταποκρίνονται στις δυνατότητές της, προσελκύοντας νέες μαζικές επενδύσεις και τη δημιουργία χιλιάδων νέων θέσεων εργασίας», όπως επισημαίνει η έκθεση. Η Vestas μπορεί να απολύσει 1.600 εργαζομένους στις ΗΠΑ, εάν λήξει η πίστωση, όπως τόνιζε ο διευθύνων σύμβουλος Ditlev Engel τον περασμένο Ιανουάριο. Ενώ, ο Felix Ferlemann, διευθύνων σύμβουλος της Siemens AG αναφέρει πως «οι ΗΠΑ πρέπει να προσαρμοστούν σε μια αλλαγή πολιτικής, της αιολικής ενέργειας». Η Ασία θα παραμείνει η μεγαλύτερη αγορά για τις ανεμογεννήτριες, με επικεφαλής την Κίνα. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη θα έρθει από την Ινδία, η οποία θα προσθέτει ετησίως στην αγορά της 5 γιγαβάτ μέχρι το 2015. Στην Ευρώπη, οι μειωμένες εγκαταστάσεις της Ισπανίας αντισταθμίζονται από τα κέρδη στη Ρουμανία, την Πολωνία, την Τουρκία και τη Σουηδία. Η Ισπανία ανακοίνωσε τον περασμένο Ιανουάριο ένα μορατόριουμ στις επιδοτήσεις για νέα αιολικά πάρκα. Στη Λατινική Αμερική, η Βραζιλία έχει αναδειχθεί σε «σημαντική διεθνή αγορά», καθώς απορροφά τα τρία τέταρτα των 8,6 γιγαβάτ στις εγκαταστάσεις της περιοχής για περισσότερο από πέντε χρόνια.

## 10.7 Περισσότερη αιολική ενέργεια μέχρι το 2050

Περισσότερο από το ένα τρίτο (34%) της παγκόσμιας ηλεκτρικής κατανάλωσης μπορεί να καλυφθεί από την αιολική ενέργεια έως το 2050. Το ποσοστό αυτό καλύπτει και την ηλεκτρική κατανάλωση των βιομηχανιών. Στην περίπτωση που η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας ικανοποιήσει αυτόν το στόχο, τότε υπολογίζεται ότι θα έχει αποφευχθεί η έκλυση 113 δισεκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2050. Στα συμπεράσματα αυτά καταλήγει έκθεση για τις τεράστιες δυνατότητες και τα πολλαπλά οφέλη της αιολικής ενέργειας που δημοσίευσαν η Παγκόσμια Ένωση Αιολικής Ενέργειας και η Greenpeace στα πλαίσια του Παγκοσμίου Συνεδρίου Αιολικής Ενέργειας που έγινε. Στην έκθεση τονίζεται ότι για να αποτραπεί οριστικά ο κίνδυνος των κλιματικών αλλαγών, θα πρέπει να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα τουλάχιστον κατά 50% μέχρι το 2050. Κάτι τέτοιο μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο αν αναπτυχθεί σημαντικά η αιολική ενέργεια. Το 1995 η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ανερχόταν σε μόλις 4.800 MW (μεγαβάτ). Στο τέλος του 2005 η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς έφτασε τα 59.000 MW. Το 2005 ήταν μια καλή χρονιά για την αιολική ενέργεια, καθώς εγκαταστάθηκαν 11.531 MW αιολικής ενέργειας, σημειώνοντας την καλύτερη σχετική επίδοση στην ιστορία. Αισίως, στην Ευρώπη στο τέλος του 2009, η εγκατεστημένη αιολική ισχύς έφτασε τα 74.767 MW, από 64.719 MW που σημειώθηκε στο τέλος του 2008 και στο τέλος του 2011 έφτασε τα 93.957 MW. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, σύγχρονοι στρόβιλοι των ανεμογεννητριών, με διάμετρο 100 μέτρων, μπορούν να παράγουν 180 φορές περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια σε σχέση με τους στρόβιλους που κατασκευάζονταν πριν από 20 χρόνια. Ο ετήσιος τζίρος από την αιολική ενέργεια παγκοσμίως ξεπέρασε τα 13 δισεκατομμύρια ευρώ για το 2006, ενώ 150.000 άτομα απασχολούνταν στη βιομηχανία αιολικής ενέργειας. Στην περίπτωση που η αιολική ενέργεια ικανοποιήσει τον στόχο του 34%, έως το 2050 αναμένεται να απασχολούνται 1,1 εκατομμύρια εργαζόμενοι παγκοσμίως. Στη χώρα μας είναι εγκατεστημένα 1723,1 MW αιολικής ενέργειας. Η σχετική Ευρωπαϊκή Οδηγία μας υποχρεώνει να καλύψουμε το 13% της ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έως το 2020.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 Νομοθεσία-αδειοδότηση-συστήματα στήριξης και προβλήματα που συναντώνται**

### **11.1 Γενικά αναπτυξιακά κίνητρα για την λειτουργία των ΑΠΕ και των Αιολικών Πάρκων από Ε.Ε. και Ελλάδα**

Η απελευθέρωση και ιδιωτικοποίηση των αγορών ενέργειας από τη μία πλευρά, και η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος και ιδίως η ανατροπή των κλιματικών αλλαγών από την άλλη, προσδιορίζουν αναγκαστικά και το πλαίσιο μέσα στο οποίο πρέπει να κινηθούν και τα συστήματα στήριξης των ΑΠΕ. Έτσι, μολονότι όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ συμφωνούν στην ανάγκη προώθησης των ΑΠΕ, μέσω ενίσχυσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, υπάρχουν αρκετές διαφορές ως προς τους μηχανισμούς στήριξης που ακολουθεί η κάθε χώρα. Αποτελεί κοινή παραδοχή το γεγονός ότι οι επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ χρειάζονται και την κατάλληλη κρατική ενίσχυση προκειμένου να είναι βιώσιμες οικονομικά. Και τούτο διότι πολλές φορές η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ κοστίζει περισσότερο από ότι η παραγωγή από συμβατικές πηγές. Για το λόγο αυτό τα κράτη που επιθυμούν την προώθηση των ΑΠΕ εφαρμόζουν διάφορα συστήματα οικονομικής στήριξης των ΑΠΕ. Από την άλλη μεριά τα μέτρα στήριξης εγείρουν ζητήματα συμβατότητας με το κοινοτικό δίκαιο για τις ενισχύσεις και τη θέσπιση μίας κοινής αγοράς. Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων αναγνωρίζει την ανάγκη κρατικής ενίσχυσης των ΑΠΕ για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, δεν παύει όμως να τονίζει ότι τα άρθρα 87 και 88, «θα εξακολουθήσουν να εφαρμόζονται σ' αυτήν την κρατική ενίσχυση».

Τα κράτη μέλη της ΕΕ εφαρμόζουν διάφορους μηχανισμούς στήριξης των ΑΠΕ σε εθνικό επίπεδο, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται τα πράσινα πιστοποιητικά, οι ενισχύσεις- επιδοτήσεις των επενδύσεων, οι φορολογικές απαλλαγές ή μειώσεις, οι επιστροφές φόρων και τα συστήματα άμεσης στήριξης των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Τα πλέον συνηθισμένα μέτρα στήριξης είναι οι επιδοτήσεις των σχετικών επενδύσεων και οι φοροαπαλλαγές. Παράλληλα με τις φορολογικές ελαφρύνσεις συνηθίζεται να επιβάλλονται ειδικοί φόροι κατανάλωσης, φόροι εκπομπών καυσαερίων και τέλη για τη 91 χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας από τα οποία χρηματοδοτούνται προγράμματα προώθησης των ΑΠΕ. Τα συστήματα στήριξης διαφοροποιούνται όμως κυρίως ανάλογα με το αν η παραγόμενη από ΑΠΕ ηλεκτρική ενέργεια τίθεται εκτός ή εντός του ανταγωνισμού της αγοράς ενέργειας. Όταν η παραγόμενη από ΑΠΕ ηλεκτρική ενέργεια τίθεται εκτός του ανταγωνισμού της αγοράς ενέργειας το κυριότερο μέσο ενίσχυσης προέρχεται από την εγγύηση της απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας των ΑΠΕ σε καθορισμένη τιμή (συστήματα άμεσης στήριξης των τιμών/ μηχανισμός τιμολογίων τροφοδότησης, *feed in tariff*) από τους αρμόδιους διαχειριστές έτσι ώστε

να υπάρχει βεβαιότητα και σταθερότητα ως προς τα έσοδα των παραγωγών ΑΠΕ. Τέτοιου είδους συστήματα εφαρμόστηκαν στη Γερμανία και την Ισπανία και συνέβαλαν στη σημαντική αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ωστόσο επισημαίνει ότι τα εν λόγω συστήματα «... Είναι δύσκολο να εναρμονιστούν σε κοινοτικό επίπεδο, μπορεί να αμφισβητηθούν με βάση τις αρχές για την εσωτερική αγορά και συνεπάγονται κίνδυνο χρηματοδότησης πλέον του δέοντος, αν η καμπύλη μάθησης για κάθε τεχνολογία ΑΠΕ δεν έχει λάβει φθίνουσα μορφή με την πάροδο του χρόνου». Το σύστημα αυτό (feed in tariff) επελέγη και από την Ελλάδα αρχικά με το ν. 2244/1994 και εξακολουθεί να ισχύει ακόμα και σήμερα με το νέο ν. 3468/2006. Ως προς τα συστήματα αυτά το ΔΕΚ έκρινε σχετικά ότι η κανονιστική ρύθμιση κράτους μέλους, η οποία, αφενός, υποχρεώνει τις ιδιωτικές επιχειρήσεις παροχής ηλεκτρικού ρεύματος να αγοράζουν το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται στη ζώνη εφοδιασμού τους από ΑΠΕ σε ελάχιστες τιμές υψηλότερες από την πραγματική οικονομική αξία αυτού του είδους ηλεκτρικού ρεύματος και, αφετέρου, κατανέμει το οικονομικό βάρος που προκύπτει από την υποχρέωση αυτή μεταξύ των εν λόγω επιχειρήσεων παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και των ιδιωτικών επιχειρήσεων εκμεταλλεύσεως δικτύων ηλεκτρικού ρεύματος σε προηγούμενο στάδιο της παραγωγής, δεν συνιστά κρατική ενίσχυση υπό την έννοια του άρθρου 87 παρ.1 ΣυνθΕΚ (πρώην άρθρο 92), ούτε είναι ασυμβίβαστη «στο παρόν στάδιο εξελίξεως του κοινοτικού δικαίου περί της αγοράς του ηλεκτρικού ρεύματος» προς το άρθρο 28 της ΣυνθΕΚ (πρώην άρθρο 30). Αντίθετα, όταν οι μονάδες ΑΠΕ τίθενται σε καθεστώς ανταγωνισμού, εφαρμόζεται συνήθως το σύστημα των υποχρεωτικών ποσοστώσεων (παραλλαγή του οποίου μπορεί να θεωρηθεί και το σύστημα των πράσινων πιστοποιητικών), που έχει εφαρμοστεί σε Ολλανδία, Βέλγιο, Δανία και στη Μ. Βρετανία. Με το εν λόγω σύστημα η Διοίκηση καθορίζει το μέγεθος της επιθυμητής συνολικής ποσότητας ενέργειας από ΑΠΕ που οφείλει να απορροφά το Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας κάθε χρόνο. Για το σκοπό αυτό προσδιορίζεται υποχρεωτική ποσόστωση (πράσινα πιστοποιητικά) για κάθε συμμετέχοντα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας η οποία αντιπροσωπεύει το ελάχιστο ποσοστό της ενέργειας που παράγει ή διακινεί ή καταναλώνει (αν αφορά και καταναλωτές) ο συμμετέχων το οποίο πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι εναπόκειται στον κάθε συμμετέχοντα να εξασφαλίσει το απαιτούμενο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ, μέσα από επιχειρηματικές συμφωνίες με τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Ουσιαστικά, αναπτύσσεται μια δευτερογενής αγορά πιστοποιητικών, στην οποία οι παραγωγοί/ καταναλωτές επιδιώκουν να αγοράσουν τα πιστοποιητικά αυτά όσο το δυνατόν φθηνότερα, και οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να τα πωλήσουν. Ως εκ τούτου και η τιμή αγοράς και πώλησης της ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ σε κάθε τέτοια συμφωνία προσδιορίζεται μέσα από όρους ελεύθερου ανταγωνισμού, δηλ. προσφοράς και ζήτησης.

Συνεπώς, τα πράσινα πιστοποιητικά αποτελούν μέσα βασιζόμενα στις δυνάμεις της αγοράς, τα οποία είναι θεωρητικά ικάννα, εάν λειτουργήσουν ορθά, να διασφαλίσουν την καλύτερη αξιοποίηση των επενδύσεων. Τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε μία ενιαία ευρωπαϊκή αγορά και παρουσιάζουν, θεωρητικά, χαμηλότερο κίνδυνο υπερχρηματοδότησης. Ωστόσο, δεν αποκλείεται τα πράσινα πιστοποιητικά να συνεπάγονται υψηλότερο κίνδυνο για τους επενδυτές. Στο πλαίσιο δε των μηχανισμών αυτών δεν αναπτύσσονται εύκολα απώτερου ορίζοντα τεχνολογίες, οι οποίες έχουν ακόμα σχετικά υψηλό κόστος. Τα συστήματα αυτά συνεπάγονται επίσης υψηλότερο κόστος διοικητικής διαχείρισης. Επιπλέον, υπήρχε ένα διαφορετικό σύστημα, που στηρίζεται σε διαδικασίες δημοπρασιών (μειοδοτικό σύστημα), και ίσχυε κατά το παρελθόν στη Γαλλία και στην Ιρλανδία, σύμφωνα με το οποίο το κράτος προκηρύσσει διαγωνισμό για την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, ο οποίος οδηγεί στην υπογραφή σχετικής σύμβασης μεταξύ του κράτους και του μειοδότη- παραγωγού, στην οποία περιλαμβάνεται και η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που έχει προκύψει από την προσφορά του μειοδότη. Το επιπρόσθετο κόστος που δημιουργεί η αγορά ενέργειας από ΑΠΕ μεταβιβάζεται στον τελικό καταναλωτή της ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω ειδικού τέλους. Ενώ τα συστήματα δημοπρασίας, θεωρητικά, αξιοποιούν κατά τον καλύτερο τρόπο τις δυνάμεις της αγοράς και τον ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα των ΑΠΕ, έχουν ως μειονέκτημα το γεγονός ότι δεν οδηγούν στη διαμόρφωση σταθερών συνθηκών, ενώ υφίσταται πάντα και ο κίνδυνος της μη υλοποίησης των έργων λόγω χαμηλών προσφορών. Τέλος, εκτίμηση της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων είναι ότι «Τα εθνικά καθεστώτα σχετικά με τις ΑΠΕ για την ηλεκτροπαραγωγή ενδεχομένως να χρειάζονται ακόμη μια μεταβατική περίοδο μέχρις ότου λειτουργήσει πλήρως η εσωτερική αγορά, αλλά ο μακροπρόθεσμος στόχος θα πρέπει να είναι να εναρμονισμένα καθεστώτα στήριξης».

## **11.2 Νομοθεσία για την λειτουργία και την ανάπτυξη των ΑΠΕ και Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα**

Η υπέρτερα νομοθετική διάταξη, η οποία ισχύει σήμερα στην Ελλάδα είναι το Σύνταγμα. Το Σύνταγμα δεν περιλαμβάνει διατάξεις, που αναφέρονται άμεσα στην ενέργεια, ούτε βέβαια διατάξεις που αναφέρονται ειδικότερα στις ΑΠΕ. Ωστόσο, περιλαμβάνει διατάξεις που αναφέρονται, αφενός στην προστασία του περιβάλλοντος, με ρητή μάλιστα κατοχύρωση της αρχής της αειφορίας, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις ΑΠΕ, και αφετέρου, διατάξεις που αναφέρονται γενικά στον εθνικό πλούτο και στα δικαιώματα του κράτους επ' αυτού, στον οποίο περιλαμβάνονται και οι πηγές ενέργειας. Ακόμη, η Ελλάδα, ακολουθώντας την κοινοτική πολιτική για τις κλιματικές αλλαγές, κύρωσε με το ν. 3017/2002 το Πρωτόκολλο του Κιότο, που θεσπίστηκε στις 10.12.1997. Συγκεκριμένα, το Πρωτόκολλο του Κιότο εξειδικεύει το ρυθμιστικό πλαίσιο της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές και αποτελεί σημαντικό κανονιστικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, καθώς εμπεριέχει συγκεκριμένους εθνικούς ποσοτικούς στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως για τα κράτη του βιομηχανικού κόσμου. Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ρυθμού αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέχρι το έτος 2010 κατά 25% σε σχέση με το έτος 1990. Ο στόχος αυτός, αν και αυξητικός, σε αντίθεση με όσα προβλέπονται για τις περισσότερες χώρες της ΕΕ, είναι δύσκολο 95 να επιτευχθεί δεδομένου ότι η τάση αύξησης των εκπομπών είναι πολύ μεγάλη. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που τίθενται από το πρωτόκολλο του Κιότο κρίνεται απαραίτητη η αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το έτος 2001, το ποσοστό συμμετοχής της ενέργειας που παρείχαν οι ΑΠΕ ανερχόταν, σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και του Υπουργείου Ανάπτυξης (Φεβρουάριος 2003), στο 8,4% (με το 1,6% να προέρχεται από την αιολική ενέργεια, μικρά υδροηλεκτρικά, και φωτοβολταϊκά και το 6,8% από μεγάλα υδροηλεκτρικά). Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης οι εκτιμήσεις για την ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το έτος 2010, προσδιορίζεται σε 68 δις κιλοβατώραν. Κατά συνέπεια υφίσταται ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών) της τάξης των 13,7 δις κιλοβατώραν κατά το έτος 2010 ώστε η Ελλάδα να μπορέσει να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο και στους συναφείς στόχους της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ. Σύμφωνα πάντως με την 3η Εθνική Έκθεση για τις ΑΠΕ, που ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο του 2005, με ενδεικτικό στόχο για ποσοστό 20,1% παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2010, το ποσοστό συμμετοχής θα είναι κοντά στο 18% (βασικό σενάριο). Παράλληλα, στην Παγκόσμια Σύνοδο για την αειφόρο ανάπτυξη, που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής, συμφωνήθηκε μεταξύ των συμμετεχουσών κυβερνήσεων να αυξηθεί σημαντικά το μερίδιο των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό



ισοζύγιο χωρίς όμως δυστυχώς να επιτευχθεί συμφωνία ως προς τα συγκεκριμένα ποσοστά της εν λόγω αύξησης και ως προς το χρονοδιάγραμμα.

Στην Παγκόσμια Διάσκεψη για τις ΑΠΕ, που πραγματοποιήθηκε στη Βόννη τον Ιούνιο του 2004, υπογραμμίστηκε η σημασία της προώθησης των ΑΠΕ σε όλη την υφήλιο, ως μέσο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, για την προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και- κυρίως για τις υπό ανάπτυξη χώρες- ως μέσο για την μείωση της φτώχειας. Για την επίτευξη των στόχων αυτών, οι οποίοι απορρέουν από διεθνείς συμβάσεις αλλά και από το παράγωγο κοινοτικό δίκαιο, και συμβαδίζουν απόλυτα με τη συνταγματική επιταγή προς το κράτος για τη λήψη κατάλληλων προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος, κρίθηκε απαραίτητη η προώθηση της περαιτέρω ανάπτυξης των ΑΠΕ, μέσα από την αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά και με την παροχή οικονομικών κινήτρων προς τους παραγωγούς. Επίσης, η αξιοποίηση των ΑΠΕ αποκτά εκτός από περιβαλλοντική και μία άλλη διάσταση περισσότερο «οικονομική», η οποία προέρχεται από την ειδική αντιμετώπιση που επιφυλάσσει το Σύνταγμα στις πηγές ενέργειας στο σύνολο τους. Συγκεκριμένα, το Σύνταγμα αντιμετωπίζει τις πηγές ενέργειας, ως στοιχείο του εθνικού πλούτου. Η αναγνώριση αυτή των πηγών ενέργειας, στις οποίες ανήκουν οι ΑΠΕ, ως στοιχείο του εθνικού πλούτου, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η παροχή ενέργειας έχει χαρακτήρα υπηρεσίας κοινής ωφέλειας, συνεπάγεται μία σειρά από έννομες συνέπειες τις οποίες θα εξετάσουμε στη συνέχεια.

*Η ενέργεια ως αντικείμενο κρατικής παρέμβασης*

Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τη διάταξη του άρθρου 106 παρ. 1 του Συντάγματος το κράτος υποχρεούται να προβεί στην «αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, από την ατμόσφαιρα και τα υπόγεια ή από θαλάσσια κοιτάσματα, για την προώθηση της περιφερειακής ανάπτυξης και την προαγωγή ιδίως της οικονομίας των ορεινών, νησιώτικων και παραμεθόριων περιοχών». Στα πλαίσια αυτά «μπορεί να ρυθμίζονται με νόμο τα σχετικά με την εξαγορά επιχειρήσεων ή την αναγκαστική συμμετοχή σε αυτές του κράτους ή άλλων δημόσιων φορέων, εφόσον οι επιχειρήσεις αυτές έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο»(άρθρο 106 παρ.3). Εξάλλου, η διάταξη του άρθρου 18 παρ.1 του Συντάγματος, η οποία επιτρέπει τη ρύθμιση θεμάτων ιδιοκτησίας κατά παρέκκλιση από τις προστατευτικές διατάξεις του άρθρου 17, ορίζει ότι οι «Ειδικοί νόμοι ρυθμίζουν τα σχετικά με την ιδιοκτησία και τη διάθεση των μεταλλείων, των ορυχείων, σπηλαίων, αρχαιολογικών χώρων και θησαυρών, λαματικών, ρεόντων και υπογείων υδάτων και γενικά του υπόγειου πλούτου». Η ρύθμιση αυτή, που αναφέρεται όμως μόνο στις ορυκτές μορφές ενέργειας και στα ύδατα, είναι εύλογη, δεδομένου ότι συχνά η αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου προϋποθέτει και την ιδιοκτησία αυτών. Από το πλέγμα των προαναφερόμενων διατάξεων προκύπτει, ότι το Σύνταγμα παρέχει την ευχέρεια στον κοινό νομοθέτη να ιδρύσει δικαιώματα υπέρ του κράτους ή γενικότερα υπέρ φορέων του δημόσιου τομέα ή και υπέρ ιδιωτών που αφορούν γενικότερα «τις

πηγές του εθνικού πλούτου», στον οποίο περιλαμβάνονται, όπως προαναφέρθηκε, και οι πηγές ενέργειας. Παράλληλα, το Σύνταγμα, αναγνωρίζοντας την ιδιαίτερη σημασία που έχουν οι πηγές ενέργειας, ως στοιχείο του εθνικού πλούτου για την ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας, θεσπίζει ειδική υποχρέωση του κράτους για την αξιοποίησή τους. Η αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου αποτελεί αντικείμενο του οικονομικού προγράμματος του κράτους. Εξάλλου, η παρέμβαση του κράτους στον τομέα της ενέργειας επιβάλλεται από το γεγονός ότι η ενέργεια αποτελεί μία βιομηχανία στην οποία επενδύονται τεράστια ποσά και έχει μεγάλη γεωπολιτική σημασία. Τα μέτρα παρέμβασης μπορούν - θεωρητικά- να κυμαίνονται από τη ρύθμιση ή τον συντονισμό των σχετικών ιδιωτικών δραστηριοτήτων μέχρι την επιβολή κρατικής ιδιοκτησίας επ' αυτών. Βεβαίως, η ευρωπαϊκή πραγματικότητα, όπως αποτυπώνεται στα πολιτικά και στα νομικά κείμενα των οργάνων της ΕΕ, κινείται σταθερά προς την κατεύθυνση της ιδιωτικοποίησης των σχετικών τομέων.

Η άσκηση δραστηριότητας ηλεκτρικής ενέργειας, δηλ. η παραγωγή, μεταφορά, διανομή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, χαρακτηρίζεται από τον κοινό νομοθέτη υπηρεσία κοινής ωφέλειας και τίθεται υπό την εποπτεία του κράτους. Η παροχή ενέργειας αποτελεί αγαθό ζωτικής σημασίας για το κοινωνικό σύνολο, καθώς εξυπηρετεί βασικές ανάγκες των μελών του, συνιστά δηλαδή κοινωνικό αγαθό (και όχι απλώς εμπόρευμα) που είναι απολύτως απαραίτητο για τον σύγχρονο κοινωνικό άνθρωπο. Αντικείμενο της κρατικής εποπτείας είναι, σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν.2773/1999, ο μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός της χώρας και ο εκσυγχρονισμός και η ανάπτυξη των δραστηριοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας, για την εξασφάλιση, υπό συνθήκες ανταγωνισμού, της παροχής τεχνικώς αξιόπιστης και οικονομικώς προσιτής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές και για την εφαρμογή των κανόνων της σταδιακής απελευθέρωσης της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Το άρθρο 106 παρ. 3 του Συντάγματος προβλέπει τη δυνατότητα εξαγοράς ή αναγκαστικής συμμετοχής του κράτους σε επιχειρήσεις, που «έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο». Η σύγχρονη όμως κανονιστική σημασία του άρθρου 106 παρ.3 του Συντ. δεν πρέπει να αναζητηθεί μάλλον στην πρόβλεψη μιας διαδικασίας κρατικοποίησης, αλλά στην έκφραση ενός ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τις επιχειρήσεις εκείνες που έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο, το οποίο σημαίνει ότι οι δραστηριότητες αυτές διαφοροποιούνται από τις κοινές επιχειρηματικές δραστηριότητες διότι δεν αφήνονται στους μηχανισμούς της αγοράς, αλλά οφείλουν να υπόκεινται στην πολιτική διαμεσολάβηση. Άλλωστε, η πλήρης απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας χωρίς την ύπαρξη οποιουδήποτε κρατικού παρεμβατισμού και σχεδιασμού των ενεργειακών αναγκών της χώρας θα οδηγούσε σε υπονόμηση των ίδιων των βασικών σκοπών του νόμου, δηλ. της παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας μέσω της παροχής τεχνικώς αξιόπιστης και οικονομικώς προσιτής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές, όπως αποδείχθηκε και από τις μεγάλες διακοπές ρεύματος στις ΗΠΑ τον Αύγουστο του 2003.

Όσα προαναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα ισχύουν κατά μείζονα λόγο και για τις ΑΠΕ. Το άρθρο 106 παρ. 1 του Συντ. που αφορά στην υποχρέωση αξιοποίησης των πηγών του εθνικού πλούτου κάνει μάλιστα ρητή αναφορά και στην ατμόσφαιρα. Στην έννοια των πηγών του εθνικού πλούτου περιλαμβάνονται και οι πηγές ενέργειας, συνεπώς και οι ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει και αντίστοιχη υποχρέωση του κράτους για την αξιοποίηση των ΑΠΕ, ως πηγών εθνικού πλούτου. Όπως σημειώσαμε ήδη πιο πάνω, η κρατική υποχρέωση για αξιοποίηση και ενίσχυση των ΑΠΕ, προκύπτει πρωτίστως από την συνταγματική επιταγή προστασίας του περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια, για την πολιτεία προκύπτει μια δέσμη υποχρεώσεων, η οποία περιλαμβάνει την υποχρέωση θέσπισης του κατάλληλου θεσμικού πλαισίου για την αξιοποίηση των ΑΠΕ (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλπ.) και δικαιολογεί την στήριξη των ιδιωτικών επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ από κρατικούς πόρους. Αντίστοιχα, το κράτος διατηρεί όλες τις εξουσίες και αρμοδιότητες που απορρέουν από τα άρθρα 17,18 και 106 του Συντάγματος. Μπορεί δηλ. να λάβει τα κατάλληλα μέτρα που κυμαίνονται από τη 100 ρύθμιση ή τον συντονισμό των σχετικών ιδιωτικών δραστηριοτήτων μέχρι την επιβολή κρατικής ιδιοκτησίας επ' αυτών. Οι διάφορες ΑΠΕ εμπίπτουν (κατά την κρατούσα άποψη ) στην έννοια των πραγμάτων που είναι κοινά σε όλους (ατμόσφαιρα, θάλασσα) ή κοινόχρηστα (αιγιαλός, τρεχούμενα νερά) και συνεπώς είναι εκτός συναλλαγής (ΑΚ 966-967). Τα πράγματα αυτά επειδή ακριβώς είναι ανεξάντλητα και υφίσταται αδυναμία εξουσίασης τους ανήκουν κατά κανόνα σε κοινή χρήση. Για το λόγο αυτό καθένας έχει κατ' αρχήν το δικαίωμα να τα χρησιμοποιεί ελεύθερα και να αξιοποιεί την ενέργεια που περικλείουν. Ωστόσο, το κράτος, με τις πρώτες του νομοθετικές ρυθμίσεις στον τομέα των ΑΠΕ, υπήγαγε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε καθεστώς προηγούμενης άδειας επειδή ακριβώς το αποκλειστικό προνόμιο παραγωγής και διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας άνηκε στη ΔΕΗ. Η πολιτεία επέλεξε λοιπόν έναν έντονα παρεμβατικό ρόλο στη ρύθμιση του τομέα των ΑΠΕ, ο οποίος εξακολουθεί μέχρι σήμερα, επειδή ακριβώς από τις ΑΠΕ μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια.

### 11.3 Νομοθετικές ρυθμίσεις για τις ΑΠΕ

Το εθνικό δίκαιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι τη θέση σε ισχύ του ν. 3468/2006 περιλαμβάνεται κυρίως στους ν. 2244/1994, 2773/1999, 2941/2001, 3175/2003 και έχει δεχθεί την επίδραση σχετικών κοινοτικών κανόνων. Το δίκαιο των ΑΠΕ, γενικά, προήλθε από μία σταδιακή εξέλιξη, που ξεκίνησε με αποσπασματικές ρυθμίσεις οι οποίες αφορούσαν μόνο σε ορισμένες κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### Οι Πρώτες νομοθετικές ρυθμίσεις μέχρι το 1999

Οι πρώτες ρυθμίσεις που αφορούν στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα στη γεωθερμική ενέργεια περιλαμβάνονται στο ν. **1475/1984** «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού». Την πρώτη σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στη χώρα μας αποτέλεσε η ψήφιση του ν. **1559/1985** «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος καταργήθηκε μεταγενέστερα από το άρθρο 10 του ν. 2244/1994. Με το νόμο αυτό επιδιώχθηκε η προώθηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους αυτοπαραγωγούς, πλην όμως η ιδιωτική πρωτοβουλία επιτράπηκε μόνο για την κάλυψη ιδίων αναγκών ή για την πώληση της ενέργειας προς τη ΔΕΗ. Το έτος 1987 ιδρύθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) με το π.δ. **375/1987** «Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» με σκοπό την προώθηση και υποστήριξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Με το ν. **2244/1994** «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος είχε ως πρότυπο τον αντίστοιχο γερμανικό νόμο, ρυθμίστηκαν θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες. Το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διατηρήθηκε κατ' αρχήν υπέρ της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Επιτράπηκε όμως και η κατόπιν άδειας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτους (ανεξάρτητους) παραγωγούς, με χρήση ανανεώσιμων πηγών, οι οποίοι είχαν το δικαίωμα να τη διαθέτουν αποκλειστικά στη ΔΕΗ (άρθρο 1 παρ.1 περ.α, 2 περ.β και 10 του νόμου). Περαιτέρω, προσφέρθηκαν ελκυστικές τιμές αγοράς στους ανεξάρτητους παραγωγούς, ενώ προβλέφθηκε η σύναψη πολυετών συμβάσεων μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών και της ΔΕΗ, προκειμένου να καταστούν οικονομικά βιώσιμες οι επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ. Η τιμή ορίστηκε ενιαία για όλες τις μορφές των ΑΠΕ. Ο νόμος καθόρισε για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σταθερές τιμές πώλησης της ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδα ίσα με το 90% και 70% του γενικού τιμολογίου στη μέση και στην υψηλή τάση, αντίστοιχα. Στα νησιά που δεν ανήκουν στο διασυνδεδεμένο σύστημα η

τιμολόγηση βασίζεται στο 90% του τιμολογίου γενικής χρήσης (χαμηλή τάση). Οι ρυθμίσεις αυτές συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση των επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ, ιδίως στην αιολική ενέργεια. Με τη διάταξη του άρθρου 1 παρ.1 Β του **ν.2647/1998** «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες και την Αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις» μεταβιβάστηκαν στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών οι προβλεπόμενες από το άρθρο 3 του ν. 2244/1994 αρμοδιότητες του Υπουργού Ανάπτυξης για τη χορήγηση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς και επέκτασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ.

### **Νομοθεσία μέχρι το 2006**

Με το **ν. 2773/1999** «Απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» ,επιχειρήθηκε η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 1996, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Με το νόμο αυτό θεσπίστηκε νέο σύστημα αδειοδότησης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά το οποίο προηγείται η άδεια παραγωγής, χορηγούμενη από τον Υπουργό Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), σύμφωνα με τους όρους και προϋποθέσεις που προβλέπονται στο νόμο αυτό και στον Κανονισμό Αδειών. Κατά τα προβλεπόμενα στο νόμο (άρθρο 9 παρ.3 ), η άδεια παραγωγής, η οποία είναι ανεξάρτητη των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας (άρθρο 9 παρ.5), χορηγείται κυρίως βάση οικονομικών κριτηρίων και συνδέεται με τη σκοπιμότητα του έργου, πρέπει δε να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία : α) το πρόσωπο, στο οποίο χορηγείται το δικαίωμα, β)το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, για τον οποίο χορηγείται η άδεια, τον τόπο εγκατάστασής του, το δυναμικό παραγωγής και τη χρησιμοποιούμενη καύσιμη ύλη. Περαιτέρω, με τη διάταξη του άρθρου 28 παρ.1 του ίδιου νόμου προβλέφθηκε η θέσπιση Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης , ύστερα από γνώμη της ΡΑΕ. Με τον κανονισμό αυτό ρυθμίστηκε το περιεχόμενο της αιτήσεως, τα υποβαλλόμενα δικαιολογητικά και στοιχεία για τη χορήγηση των αδειών παραγωγής, αποκλειστικότητας της κυριότητας του Συστήματος , διαχείρισης του Συστήματος, αποκλειστικότητας της κυριότητας και διαχείρισης του Δικτύου και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις χορηγήσεώς τους. Σχετική ρύθμιση υπήρχε στα άρθρα 4 και 5 της Οδηγίας 96/92/ΕΚ, όπου προβλεπόταν ότι οι άδειες παραγωγής χορηγούνται με αντικειμενικά, διαφανή και αμερόληπτα κριτήρια και αναφέρονταν ενδεικτικά μερικά από τα κριτήρια του νόμου. Τα θέματα αυτά ρυθμίστηκαν εν πολλοίς εκ νέου με τις διατάξεις του ν. 3426/2005 «Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας», με τον οποίο μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό δίκαιο οι διατάξεις της Οδηγίας 2003/54/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 2003 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της

Οδηγίας 96/92/ΕΚ . Ως προς τις ΑΠΕ ο ν. 2773/1999 διατήρησε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς τους, δίνοντας παράλληλα έμφαση και στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο. 104 Συγκεκριμένα, ο ΔΕΣΜΗΕ, ως διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς, υποχρεώθηκε να δίνει προτεραιότητα κατά την κατανομή του φορτίου στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, υδροηλεκτρικής ενέργειας και συμπαραγωγής με μέγιστη ισχύ 50, 10 και 35 MW, αντίστοιχα. Επίσης, θεσπίστηκε ειδικό τέλος επί των πωλήσεων ανανεώσιμης ενέργειας υπέρ των οικείων οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης. Εξάλλου, με τον «Οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μικρή ΣΗΘ», που εξέδωσε η ΡΑΕ (Ιούλιος 2001), εξειδικεύτηκαν τα κριτήρια του ν. 2773/1999 και η διαδικασία αξιολόγησης.

Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας (φάση Α) εξετάζεται κάθε αίτηση αυτοτελώς, προκειμένου να λάβει θετική ή αρνητική γνώμη. Στη συνέχεια, γίνεται συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ έργων που έχουν λάβει θετική γνώμη, εφόσον συγκρούονται μεταξύ τους, είτε λόγω περιορισμένης χωρητικότητας του Δικτύου, είτε λόγω εδαφικής επικάλυψης των έργων ή κορεσμού της περιοχής. Κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των κατά τα ανωτέρω ανταγωνιστικών έργων το κριτήριο της ωριμότητας του έργου βαθμολογείται και η επίδοση υπολογίζεται ανάλογα με τυχόν εγκρίσεις και άδειες που έχει εξασφαλίσει ο αιτών (έγκριση επέμβασης, προέγκριση χωροθέτησης, έγκριση περιβαλλοντικών όρων κλπ.). Στη συνέχεια οι πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση των ΑΠΕ , που οδήγησαν στην έκδοση της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έδωσαν την ώθηση για την ψήφιση του ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης ΑΠΕ...». Σημαντική καινοτομία αποτελεί η διάταξη του άρθρου 2 του ν. 2941/2001, σύμφωνα με την οποία, τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα έργα δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευής υποσταθμών και υποδομής εν γένει, χαρακτηρίζονται ως έργα 105 δημόσιας ωφέλειας, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησης τους, γεγονός που επιτρέπει την αναγκαστική απαλλοτρίωση των ακινήτων που είναι απαραίτητα για την κατασκευή τους ή τη σύσταση εμπράγματων δικαιωμάτων επ' αυτών. Επίσης , τα έργα σύνδεσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ με το διασυνδεδεμένο Σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και τα δίκτυα αυτόνομων νησιωτικών περιοχών μπορούν να κατασκευάζονται από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο επενδυτή σύμφωνα με προδιαγραφές που προέρχονται από το Διαχειριστή του Συστήματος και των Δικτύων. Περαιτέρω ορίστηκε ότι για την κατασκευή ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται έκδοση άδειας οικοδομής με εξαίρεση τα έργα πολιτικού μηχανικού . Καταβλήθηκε επίσης προσπάθεια εφαρμογής της λεγόμενης μονοαπευθυντικής διαδικασίας (“one stop shop”), αφού προβλέφθηκε ότι αρμόδιες για την έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας Διευθύνσεις Σχεδιασμού και Ανάπτυξης των οικείων Περιφερειών συντονίζουν την περιβαλλοντική αδειοδότηση στην οποία εμπλέκεται πληθώρα δημόσιων υπηρεσιών και άλλων φορέων, προκειμένου να μειωθούν οι μεγάλες καθυστερήσεις που παρατηρούνταν στις σχετικές διοικητικές διαδικασίες. Τέλος, οι εξαιρέσεις, που ισχύουν για μεγάλα έργα υποδομής για την εντός δασών και

δασικών εκτάσεων εγκατάσταση μεγάλων έργων υποδομής δημόσιου συμφέροντος επεκτάθηκαν (με τροποποίηση του άρθρου 58 του ν. 998/1979) και στα έργα ΑΠΕ. Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ εντός προστατευομένων περιοχών πραγματοποιείται, μέχρι την έκδοση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από γνωμοδότηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ. Ειδικά για την Αττική η εν λόγω χωροθέτηση γίνεται, έως την έκδοση του ανωτέρω Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από κοινή 106 γνωμοδότηση του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας (ΟΡΣΑ) και του ΚΑΠΕ. Με την Δ6/Φ1/2000/6.2.2002 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης «Διαδικασία έκδοσης αδειών και εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ΑΠΕ και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας» προβλέφθηκε ότι προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος για έκδοση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης είναι η κατοχή ισχύουσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρο 3 παρ.2) και ότι εάν ανακληθεί για οποιοδήποτε λόγο η άδεια παραγωγής ανακαλείται υποχρεωτικά και η άδεια εγκατάστασης (άρθρο 11 παρ.5). Με το **ν.3175/2003** «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» επιδιώχθηκε η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας, ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, από την οποία μπορεί φυσικά να παραχθεί και ηλεκτρική ενέργεια. Ορίστηκε ότι οι διατάξεις του Μεταλλευτικού Κώδικα και γενικότερα της μεταλλευτικής νομοθεσίας εφαρμόζονται και για το γεωθερμικό δυναμικό, εφόσον δεν γίνεται διαφορετική ρύθμιση με τις διατάξεις του νόμου αυτού (άρθρο 3 παρ.3) θεσπίστηκε η ενιαία αντιμετώπιση ενός γεωθερμικού πεδίου ως «κοίτασμα-πηγή», η παύση των επιμέρους μισθώσεων που προβλέπονται στο προϊσχύον νομικό πλαίσιο και διαχωρίστηκαν τα βεβαιωμένα (με προσδιορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά, δηλ. άμεσα αξιοποιήσιμα) από τα πιθανά γεωθερμικά πεδία. Ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία και τη χορήγηση της σχετικής άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που συνδυάζεται με την εκμίσθωση για την εκμετάλλευση γεωθερμικού δυναμικού, ο νόμος ορίζει ότι

επιτρέπεται μόνον εφόσον ο υποψήφιος έχει επιτύχει σε διαγωνισμό που διενεργείται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 10 αυτού. Ο νόμος κάλυψε και το νομοθετικό κενό που υπήρχε για τον τομέα της τηλεθέρμανσης. Τέλος, με το άρθρο 23 παρ.6 υιοθετήθηκε ο 107 ορισμός της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υβριδικά συστήματα ώστε να αρθούν ασάφειες που ενδεχομένως να ανέκυπταν ως προς την ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα αυτά. Με την **ΚΥΑ 1726/2003** «Διαδικασία προκαταρκτικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από ΑΠΕ» προσαρμόστηκε η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ στις νέες ρυθμίσεις του Ν. 3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις Οδηγίες 97/61/ΕΕ...». Με τις ρυθμίσεις αυτές, περιορίστηκε ο αριθμός των γνωμοδοτούντων φορέων, οι οποίοι έφθαναν τους 41 πριν την έκδοση της ΚΥΑ και οι οποίοι περιορίστηκαν σε 27, και καθιερώθηκαν συντομότερες προθεσμίες, άπρακτη παρέλευση των οποίων, νομιμοποιεί την επισπεύδουσα Υπηρεσία να θεωρεί ως θετικές τις ενδιάμεσες

εγκρίσεις και γνωμοδοτήσεις άλλων φορέων. Ωστόσο, έχει τονιστεί ότι «Η έκδοση απόφασης χωρίς την προβλεπόμενη γνωμοδότηση, επειδή έχει παρέλθει άπρακτος ο νόμιμος χρόνος, επιφέρει αποδυνάμωση της διαδικασίας. Διότι, συνεπάγεται μείωση της προστασίας υπό την έννοια ότι μετατοπίζεται η σχετική ευθύνη στο όργανο που αποφασίζει καθ' υποκατάσταση της συμβολής του ερωτηθέντος να γνωμοδοτήσει. Η ρύθμιση αυτή (ενν. του άρθρου 2 του ν. 3010/2002) δεν συνάδει προς τις αρχές της πρόληψης και της προφύλαξης». Με το άρθρο 2 της **ΚΥΑ Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004** «Τροποποίηση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία», οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ μικρού μεγέθους μετατάχτηκαν στην κατηγορία μηδενικής όχλησης με συνέπεια να είναι δυνατή η ένταξή τους στον οικιστικό ιστό. Το γεγονός και μόνο ότι το θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ περιλαμβανόταν σε πέντε νόμους (ν.2244/1994, 2643/1998, 2773/1999, 2941/2001 και 3175/2003), οι οποίοι τροποποιήθηκαν επανειλημμένα και εξειδικεύτηκαν με την έκδοση αρκετών κανονιστικών αποφάσεων, αποδεικνύει ότι σε πολλά θέματα παρατηρούνταν συχνά επικαλύψεις, αντιφάσεις και ασάφειες, ενώ δεν ήταν πάντοτε ευκρινές ποιοι κανόνες εξακολουθούσαν να ισχύουν.

### **Νέα νομοθεσία (3468/2006,3734/2009, 3851/2010)**

Με το νόμο 3468/2006 γίνεται προσπάθεια να ορθολογικοποιηθεί η νομοθεσία που διέπει τις ΑΠΕ και εισάγεται και η κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ και αφετέρου προωθείται κατά προτεραιότητα η παραγωγή ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και ΣΥΘΗΑ. Στη συνέχεια με το νόμο 3734/2009 εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας και συμπληρώνεται με το σχετικό νομικό πλαίσιο και αναπροσαρμόστηκαν τα τιμολόγια απορρόφησης της ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Ο νόμος αυτός έχει τροποποιητικές σε σχέση με τους Ν.3468/2006 και Ν.3199/2003, και εισάγει τα παρακάτω βασικά στοιχεία για την ανάπτυξη της αγοράς των φ/β και γενικότερα των ΑΠΕ:

- Απλοποιείται σε κεντρικό επίπεδο η διαδικασία έκδοσης των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας, οι οποίες πλέον εκδίδονται με υπουργική απόφαση και όχι με κοινή υπουργική απόφαση.
- Προς άρση της εικονικής συμφόρησης δικτύων και προβλέπεται ενιαίο πλαίσιο χορήγησης Π.Σ., παύση ισχύος των παλαιών Π.Σ. βάσει μεταβατικών διατάξεων και διάρκεια νέων Π.Σ. τρία έτη με δυνατότητα ανανέωσης μόνο εάν εκδοθεί η οικεία άδεια εγκατάστασης.



- Εκλογικεύονται οι αποκλειστικές προθεσμίες του ν. 3468/2006 και έτσι αίρεται ο κίνδυνος ακυρότητας των πράξεων.

- Απαλείφεται ο όρος <θεώρηση> αντί οικοδομικής άδειας και γίνεται πρόβλεψη για έγκριση εργασιών για τις μη δομικές κατασκευές των αιολικών και φ/β σταθμών. Ακόμη, με ΚΥΑ του Ιουνίου του 2009 ανοίγει ο δρόμος για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες οικιών και επαγγελματικών στεγών με ισχύ έως 10kw και τιμή απορροφωμένης ενέργειας τα 0,55€/kwh. Αν και ο νόμος 3734/2009 έκανε κάποιες διορθωτικές κινήσεις δεν κατάφερε να επιταχύνει τις επενδύσεις σε ΑΠΕ. Μιας και οι διαδικασίες αδειοδότησης, οι οποίες προβλέπονταν από το νόμο 3468/2006 ήταν χρονοβόρες δημιουργήθηκε η ανάγκη να θεσπιστεί ένας καινούργιος νόμος ο οποίος θα απλοποιήσει και θα επιταχύνει τις διαδικασίες ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για συμμετοχή των ΑΠΕ στην εθνική κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, θεσπίστηκε ο νόμος της 25/6/2010. Με το νέο νομοθετικό πλαίσιο, για να μειωθούν οι γραφειοκρατικές διαδικασίες και να επιτευχθεί ο στόχος για συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% και για συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%, μειώνονται οι ημέρες εξέτασης των αιτημάτων, συμπύσσεται η προηγούμενη διαδικασία της έκδοσης προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης(ΠΠΕΑ) και στη συνέχεια της έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) σε μία διαδικασία με την απαίτηση πλέον για έκδοση μόνο ΕΠΟ και αυξάνονται τα όρια ισχύος από τα οποία εξαιρούνται οι ενδιαφερόμενοι για έκδοση αδειας παραγωγής. Με το νέο νόμο μεγαλώνουν τα επίπεδα ισχύος των ΑΠΕ για τα οποία δεν απαιτείται άδεια Ε.Π.Ο (έγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων), η οποία ήταν μια αρκετά χρονοβόρα και γραφειοκρατική διαδικασία. Συγκεκριμένα για σταθμούς γεωθερμίας, βιομάζας, βιοαερίου, φωτοβολταϊκούς, ηλιοθερμικούς και βιοκαυσίμων η ισχύς ανεβαίνει στα 500kw μιας και θεωρούνται χαμηλής όχλησης. Για τα αιολικά η ισχύς δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20kw. Με το νέο νόμο ακόμη, αυξάνονται οι σταθερές τιμές με τις οποίες απορροφάται η παραγομένη ενέργεια από ΑΠΕ.

Συγκεκριμένα για όλες τις μορφές δίδονται μεγαλύτερες τιμές εκτός από τα φωτοβολταϊκά, στα οποία ακολουθείται η προηγούμενη τιμολογιακή πολιτική που προβλέπει μείωση της τιμής κατά την πάροδο των ετών λόγω του ότι η τεχνολογία αυτή γίνεται πιο ώριμη και η απόδοση της στη χώρα μας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με άλλες χώρες λόγω υψηλότερας διάρκειας ηλιοφάνειας. Ακόμη, για τις συνηθ με χρήση φυσικού αερίου οι τιμές απορρόφησης υπολογίζονται με ρήτρα φ.α έτσι ώστε εάν αυξάνεται η τιμή του φ.α να αυξάνεται η τιμή και εάν μειώνεται η τιμή να μειώνεται και η τιμή της παραγομ. Ηλ ενέργειας. Επίσης για τις συνηθ των οποίων τα καυσαέρια χρησιμοποιούνται για γεωργικούς σκοπούς η ρήτρα φα μπορεί να προσ αυξάνεται μέχρι 20% με απόφαση της ΡΑΕ. Για να ενισχυθούν οι εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων ο νέος νόμος προσ αυξάνει την τιμή για τα χερσαία αιολικά πάρκα και για να προωθήσει την εγκατάσταση μικρών αιολικών πάρκων ισχύος έως 50kw παρέχει προνομιακή τιμολόγηση των 250€/mwh. Επίσης γίνεται προσπάθεια για ενίσχυση και άλλων μορφών ΑΠΕ όπως η γεωθερμία, όπου παρέχει μεγαλύτερη τιμολόγηση για την ενέργεια που παράγεται από γεωθερμικά πεδία χαμηλής

ενθαλπίας σε σχέση με τα πεδία υψηλής ενθαλπίας. Τέλος για κάποιες μορφές ΑΠΕ παρέχει υψηλότερες τιμές από 15- 20% όταν αυτές πραγματοποιούνται χωρίς τη χρήση επιχορήγησης από οποιοδήποτε πρόγραμμα.

## **11.4 Διαδικασία αδειοδότησης Αιολικών Εγκαταστάσεων**

Η διαδικασία αδειοδότησης ποικίλλει ανάλογα με την ισχύ των αιολικών πάρκων. Σε χαμηλές και μεσαίες τιμές ισχύος είναι λιγότερο γραφειοκρατική και πιο γρήγορη σε σχέση με την εγκατάσταση μεγάλης ισχύος αιολικών πάρκων όπου εμφιλοχωρούν και άλλοι παράγοντες (όπως περιβαλλοντικοί) οι οποίοι απαιτούν περισσότερες γραφειοκρατικές διαδικασίες και περισσότερο χρόνο για να υλοποιηθούν. Συγκεκριμένα θα εξετάσουμε την αδειοδοτική διαδικασία αιολικών πάρκων διακρίνοντας τις εξής κατηγορίες με βάση την ισχύ τους:

1. Αιολικά πάρκα ισχύος έως 20KW
2. Αιολικά πάρκα ισχύος από 20-100KW
3. Αιολικά πάρκα ισχύος από 100KW-2MW
4. Αιολικά πάρκα ισχύος άνω των 2MW

### **1. Αιολικά πάρκα ισχύος έως 20KW**

Επειδή η ισχύς βρίσκεται κάτω από 100KW το αιολικό πάρκο με ισχύ έως 20KW εξαιρείται από την έκδοση αδειας παραγωγής, άδειας εγκατάστασης και άδειας λειτουργίας. Η εξαίρεση από την άδεια παραγωγής γίνεται ύστερα από αίτηση προς τη ΡΑΕ, η οποία αποφασίζει μετά από γνωμοδότηση της περί μη κορεσμού του δικτύου. Εφόσον, υπάρχει η εξαίρεση από την άδεια παραγωγής δεν απαιτείται ούτε η έκδοση άδειας λειτουργίας ούτε η έκδοση άδειας εγκατάστασης. Ακόμη, λόγω της ισχύος κάτω από 20KW δεν απαιτείται ούτε έκδοση αδειας εγκρίσεως περιβαλλοντικών όρων παρά μόνο βεβαίωση εξαίρεσεως αυτής, η οποία εκδίδεται μέσα σε 20 ημέρες από την περιβαλλοντική υπηρεσία της αρμόδιας Περιφέρειας. Ο επενδυτής ζητά ταυτόχρονα την έκδοση προσφοράς σύνδεσης από τον Αρμόδιο Διαχειριστή (ΔΕΣΜΗΕ στο διασυνδεδεμένο, ΔΕΗ στο μη διασυνδεδεμένο). Ο διαχειριστής εκδίδει την προσφορά σύνδεσης σε 4 μήνες, η οποία καθίσταται δεσμευτική όταν εκδοθεί η βεβαίωση εξαίρεσης από την ΕΠΟ. Αφού, καταστεί δεσμευτική η προσφορά σύνδεσης ο δικαιούχος ενεργεί για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης σύμφωνα με τα άρθρα 9,10 και 12 και τους κώδικες διαχείρισης του συστήματος και του δικτύου.

## **2.Αιολικά πάρκα ισχύος από 20-100KW**

Επειδή η ισχύς βρίσκεται κάτω από 100 KW το αιολικό πάρκο εξαιρείται από την έκδοση αδειας παραγωγής, εγκαταστάσεως και λειτουργίας. Η διαδικασία που ακολουθείται από τον δικαιούχο είναι αυτή που περιγράφηκε παραπάνω. Όμως, επειδή η ισχύς υπερβαίνει τα 20KW πρέπει να εκδοθεί άδεια ΕΠΟ. Η ΕΠΟ εκδίδεται από τον Γενικό Γραμματέα της αρμόδιας Περιφέρειας μέσα σε 4 μήνες από την κατάθεση της αίτησης. Για την προσφορά σύνδεσης και την υπογραφή της συμβάσεως σύνδεσης και πώλησης ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω.

## **3.Αιολικά πάρκα ισχύος άνω των 100KW και έως 2MW**

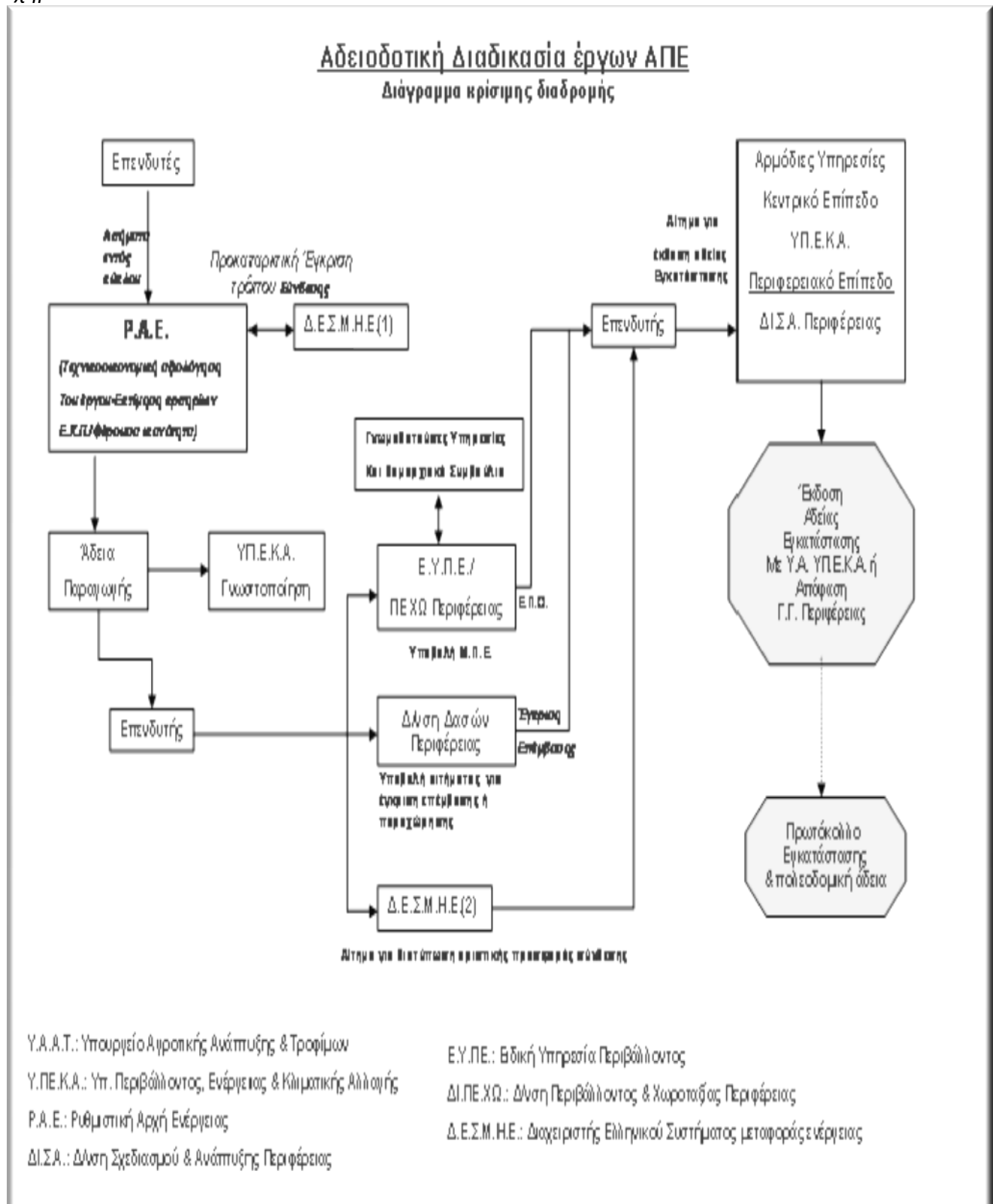
Επειδή, το αιολικό πάρκο έχει ισχύ ανωτέρα των 100KW πρέπει να εκδοθεί άδεια παραγωγής. Γι αυτό απαιτείται αίτηση προς τη ΡΑΕ η οποία αποφασίζει μέσα σε 2 μήνες και ο Υπουργός ανάπτυξης ελέγχει τη νομιμότητα της μέσα σε 20 ημέρες από τότε που θα την παραλάβει. Στη συνέχεια πρέπει να εκδοθεί άδεια ΕΠΟ. Στην αρμόδια αρχή πρέπει να κατατεθεί πλήρης φάκελος του έργου και μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η άδεια ΕΠΟ εκδίδεται από το Νομάρχη σε 2 μήνες όταν το έργο εντάσσεται από τον αρμόδιο Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στη Δεύτερη κατηγορία και στην υποκατηγορία τρία ή τέσσερα. Στη συνέχεια πρέπει να εκδοθεί η άδεια εγκατάστασης. Όταν υπεύθυνος για ΕΠΟ είναι ο Γενικός Γραμματέας της οικείας Περιφέρειας ή ο Νομάρχης τότε τα δικαιολογητικά εφόσον είναι πλήρη ελέγχονται μέσα σε 30 ημέρες και εκδίδεται η άδεια εγκατάστασης μέσα σε 15 ημέρες από τον έλεγχο. Όταν είναι υπεύθυνος για την έκδοση ΕΠΟ ο Υπουργός Ανάπτυξης τότε τα δικαιολογητικά ελέγχονται μέσα σε 30 ημέρες και η άδεια εκδίδεται μέσα σε 15 ημέρες από τον έλεγχο. Ακόμη, ο δικαιούχος πρέπει να έχει ήδη κάνει αίτηση για προσφορά σύνδεσης στο Διαχειριστή του συστήματος, ο οποίος εκδίδει την προσφορά σύνδεσης μέσα σε 4 μήνες και η οποία καθίσταται δεσμευτική αφού εκδοθεί η ΕΠΟ. Στη συνέχεια ο δικαιούχος υπογράφει την Σύμβαση σύνδεσης και πώλησης και προβαίνει σε αίτηση για την έκδοση αδειας λειτουργίας στο Νομάρχη ο οποίος είναι υπεύθυνος για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης. Με την αίτηση του δικαιούχου κλιμάκιο της υπηρεσίας ή του ΚΑΠΕ ελέγχει την εγκατάσταση και εκδίδει την άδεια λειτουργίας μέσα σε 20 ημέρες από τον έλεγχο.

## **4.Αιολικά πάρκα ισχύος άνω των 2MW**

Η διαδικασία που ακολουθείται για την έκδοση των αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας και για την ΕΠΟ είναι η ίδια μόνο που επειδή τα αιολικά έργα με ισχύ άνω των 2MW ανήκουν σε ανώτερη κατηγορία υπεύθυνος για την έκδοση άδειας εγκατάστασης είναι ο Υπουργός Ανάπτυξης την οποία εκδίδει μέσα σε 15 ημέρες μετά από έλεγχο των δικαιολογητικών που διαρκεί το πολύ σε 30

ημέρες. Τέλος και η άδεια λειτουργίας εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από έλεγχο κλιμακίου του Υπουργείου ή του ΚΑΠΕ.

Σχήμα 11.1



### **11.5 Ειδικά Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών στον εθνικό χώρο και Συνθήκες Αγοράς**

Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης σε ΟΤΑ εντός ΠΑΠ: 8% (1,05 τυπικές α/γ/1000 στρέμματα) που μπορεί να αυξάνεται ως 30% με σύμφωνη γνώμη του Δημοτικού Συμβουλίου. Ειδικά για αιολικά μεγάλης κλίμακας που εκτείνονται σε περισσότερους από έναν ΟΤΑ εντός ΠΑΠ, ο αριθμός των τυπικών α/γ σε ένα ΟΤΑ μπορεί να προσαυξηθεί με τη μεταφορά αριθμού α/γ από το σύνολο των ΟΤΑ που εκτείνεται το έργο αλλά δεν μπορεί να υπερβεί το 30% των τυπικών α/γ που αντιστοιχούν στον ΟΤΑ με το μεγαλύτερο πλεόνασμα αδιάθετων α/γ. Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης σε δήμους με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης (Μονεμβασίας, Αραχόβης, Καρπενησίου, Καρύστου): 4% (0,53 τυπικές α/γ /1000 στρέμματα). Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης σε ΟΤΑ εντός ΠΑΚ: 5% (0,66 τυπικές α/γ/1000 στρέμματα) που μπορεί να αυξάνεται ως 50% με σύμφωνη γνώμη του Δημοτικού Συμβουλίου. Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης σε ΟΤΑ στα νησιά: 4% (0,53 τυπικές α/γ/1000 στρέμματα). Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης σε ΟΤΑ της Αττικής: 8% (1,05 τυπικές α/γ/1000 στρέμματα). Ειδικά Κριτήρια χωροθέτησης παράκτιων αιολικών: Απαγορευμένες ζώνες, ελάχιστες αποστάσεις από πληθώρα περιοχών και χρήσεων .

Η Ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας λόγω των κλιματικών, γεωλογικών, διοικητικών και λοιπών ιδιαιτεροτήτων της χώρας παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Κυριαρχία της αιολικής ενέργειας στις ΑΠΕ, η οποία καλύπτει το 83,3% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε ΑΠΕ(δεν λαμβάνεται υπόψη η υδροηλεκτρική ενέργεια από μονάδες >10MW).
- Χαμηλή αξιοποίηση του πλούσιου αιολικού δυναμικού.
- Μεγάλες διαφοροποιήσεις του υπάρχοντος αιολικού δυναμικού κατά γεωγραφική περιοχή.
- Σοβαρές δυσκολίες διασύνδεσης ιδιαίτερα με τις νησιωτικές περιοχές όπου βρίσκεται και το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό της χώρας.
- Χαμηλή οικολογική συνείδηση του πληθυσμού και μικρή αποδοχή των Α/Π από τις τοπικές κοινωνίες.
- Χαμηλή καθετοποίηση του κλάδου με μικρή παραγωγή κεφαλαιουχικού εξοπλισμού.
- Υψηλή συγκέντρωση της παραγωγής και έλεγχος του κλάδου από πολυεθνικές και εγχώριες τεχνικές - κατασκευαστικές εταιρίες με σχετικά χαμηλή συμμετοχή αμιγών ενεργειακών εταιριών.

- Σοβαρή υστέρηση μεταξύ αδειοδοτήσεων και υλοποιήσεων έργων Α/Π, λόγω των χρονοβόρων γραφειοκρατικών διαδικασιών ή του παγώματος των επενδύσεων από το Συμβούλιο Επικρατείας.
- Σημαντικά κίνητρα ανάπτυξης των ΑΠΕ.

### **11.6 Συστήματα στήριξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα**

Το βασικό μέτρο στήριξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα παραμένει η εγγύηση της απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας των ΑΠΕ σε καθορισμένη τιμή (σύστημα άμεσης στήριξης των τιμών) και για 25 έτη μέσω της υποχρέωσης του Διαχειριστή του Συστήματος και του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών να συνάπτουν σύμβαση αγοραπωλησίας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα ή με το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, αντίστοιχα. Παράλληλα όμως προβλέπονταν και επενδυτικά κίνητρα από κοινοτικούς και εθνικούς πόρους. Ειδικότερα, με τις διατάξεις του λεγόμενου Αναπτυξιακού Νόμου (ν.3299/2004 «Κίνητρα ιδιωτικών επενδύσεων για την οικονομική ανάπτυξη και την περιφερειακή σύγκλιση» όπως τροποποιήθηκε από το ν. 3522/2006) ενισχυόταν από εθνικούς πόρους η υλοποίηση έργων ΑΠΕ με ποσοστά 35-55% ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης και το είδος του φορέα επένδυσης. Σημαντικές ενισχύσεις προέρχονταν πάντως και από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» (ΕΠΑΝ) που αντλεί πόρους από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης και παρέχει δημόσια ενίσχυση για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση, υποκατάσταση και άλλες σχετικές με την ενέργεια δράσεις ενέργειας ύψους πάνω από ένα δις ευρώ. Το ποσοστό δημόσιας ενίσχυσης ξεκινούσε από το 30% του επιλέξιμου κόστους και φτάνει το 50% στην περίπτωση των ηλεκτρικών δικτύων που θα κατασκευαστούν για τη σύνδεση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ με τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά όμως τα έργα, που θα λάβουν δημόσια ενίσχυση σε συνδυασμό με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα δεν επαρκούν. Η έλλειψη μέτρων παροχής δημόσιας ενίσχυσης εκτιμήθηκε ότι θα μπορεί να αντισταθμιστεί από:

Α) Τη μείωση του κόστους της γραφειοκρατίας μέσω της απλοποίησης των διαδικασιών και την άρση διοικητικών εμποδίων (νέο νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ και Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο).

Β) Την παγίωση και τη σταθερότητα του επενδυτικού περιβάλλοντος μέσω των γενικότερων αναπτυξιακών και φορολογικών πολιτικών της Χώρας.

Γ) Τη συνέχιση σε μόνιμη και σταθερή βάση του καθεστώτος στήριξης της τιμής της ανανεώσιμης κιλοβατώρας.

Δ) Τη διευκόλυνση της τραπεζικής χρηματοδότησης των έργων μέσω ρυθμίσεων του νέου νομοθετικού πλαισίου όπως ενδεικτικά η βελτίωση των όρων και του χρόνου διάρκειας της σύμβασης αγοραπωλησίας. Αν θα επαληθευτούν οι προσδοκίες αυτές θα φανεί στα αμέσως επόμενα χρόνια.

Τέλος, με τον νέο αναπτυξιακό νόμο, και σύμφωνα με το προσχέδιο του παρέχονται ενισχύσεις επιδότησης κόστους από 15-50% ανάλογα με την περιοχή που λαμβάνει χώρα η επένδυση καθώς και με βάση το μέγεθος της επιχείρησης(μικρή-μεσαία-μεγάλη). Δυνατότητα να υπαχθούν έχουν όλες οι μορφές ΑΠΕ εξαιρουμένου των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ακόμη, μπορεί να επιλεγεί η παροχή ενίσχυσης για τα μισθώματα από συμβάσεις χρηματοδοτικής μίσθωσης, η επιχορήγηση χρεολυσίου μακροπροθέσμου τραπεζικού δανείου, φορολογική απαλλαγή καθώς και η επιδότηση του κόστους των δημιουργημένων θέσεων απασχόλησης.

### **11.7 Προβλήματα συναντώνται**

Παρά το ευνοϊκό θεσμικό πλαίσιο, τα επενδυτικά κίνητρα, το έντονο ενδιαφέρον σοβαρών Ελλήνων και ξένων επενδυτών, την ύπαρξη πολιτικής βούλησης και αποδοχής των ΑΠΕ από την Ελληνική κοινωνία, τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά. Αυτό οφείλεται κυρίως σε εμπόδια που σχετίζονται με την χρονοβόρα αδειοδοτική διαδικασία, την έλλειψη βασικών κρατικών υποδομών(δασολόγιο, κτηματολόγιο, κ.τ.λ.), τις δυσκολίες απορρόφησης μεγάλης αιολικής ισχύος από το εθνικό δίκτυο, την έλλειψη διασύνδεσης, τις προσφυγές στο Συμβούλιο Επικρατείας, τις αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, την ανωριμότητα των επενδυτικών σχεδίων, τις αντεγκλήσεις μεταξύ των επενδυτών, κ.τ.λ.. Από έρευνα του Υπουργείου Περιβάλλοντος για τα Α/Π με άδεια Παραγωγής που δεν έλαβαν άδεια Λειτουργίας, προκύπτει ότι τα σημαντικότερα εμπόδια ήταν τα προβλήματα δικτύου και οι όροι σύνδεσης(20,9% και 20,7% της συνολικής ισχύος σε MW αντίστοιχα), οι προσφυγές και οι τοπικές αντιδράσεις (16,2% και 13,7%), η ανάκληση αδειών (7,1%), το Υπ. Πολιτισμού (6,2%), η ολιγωρία των επενδυτών (5,4%), το χωροταξικό (4,9%) και τα δασικά/απαλλοτριώσεις(3,7%). Εκτός αυτών που προαναφέρθηκαν μελλοντικά ενδέχεται να δημιουργηθούν και άλλα προβλήματα από οικολογικές οργανώσεις και λοιπούς φορείς (Ορνιθολογία Εταιρία, Υπουργείο Πολιτισμού, τουριστικούς ή επιστημονικούς φορείς, οργανώσεις καταναλωτών κ.τ.λ.) που θα επικαλεσθούν παραβίαση διεθνών συνθηκών για οικολογικά ή αισθητικά ευαίσθητες περιοχές, υψηλή επιβάρυνση από το τέλος ΑΠΕ, κ.τ.λ.. Επίσης λόγω των σημαντικών επενδύσεων που θα απαιτηθούν και της αδυναμίας του εγχώριου βιομηχανικού ιστού να ανταποκριθεί, ίσως υπάρξουν σημαντικές καθυστερήσεις έγκαιρης προμήθειας Α/Γ από προμηθευτές του εξωτερικού οι οποίοι θα δυσκολεύονται να καλύψουν την αυξημένη διεθνή ζήτηση. Σύμφωνα με την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) στη διαδικασία αδειοδότησης ενός μεσαίου μεγέθους αιολικού πάρκου στη χώρα μας, εμπλέκονται 350 υπάλληλοι και υψηλόβαθμα στελέχη υπουργείων. Το διάστημα υλοποίησης ενός τέτοιου έργου που λογικά δεν θα έπρεπε να ξεπερνά τα 2 χρόνια, στην πράξη είναι τουλάχιστον 5 έτη ενώ ο μέγιστος χρόνος υλοποίησης είναι απροσδιόριστος. Οι απαιτούμενοι μήνες για την έκδοση αδείας κατασκευής Α/Π είναι 50,1 που είναι από τους χειρότερους χρόνους στην Ε.Ε., ενώ για την έκδοση της εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα 41 υπηρεσίες. Λόγω των σοβαρών καθυστερήσεων που καθιστούσαν ανέφικτη την υλοποίηση των εθνικών στόχων για

την αιολική ενέργεια ο νέος νόμος υιοθέτησε μία νέα αδειοδοτική διαδικασία όπου ορισμένες φάσεις θα εκτελούνται παράλληλα ώστε να μειωθούν οι χρόνοι έγκρισης και υλοποίησης των έργων ΑΠΕ. Στόχος του νέου νομοσχεδίου για τις ΑΠΕ είναι η μείωση της γραφειοκρατίας και η απλούστευση των διαδικασιών για αδειοδότησης ώστε να επιτευχθεί η εγκατάσταση 8-10 χιλιάδων MW μέχρι το 2020, εκ των οποίων το συντριπτικό ποσοστό θα είναι αιολικά.

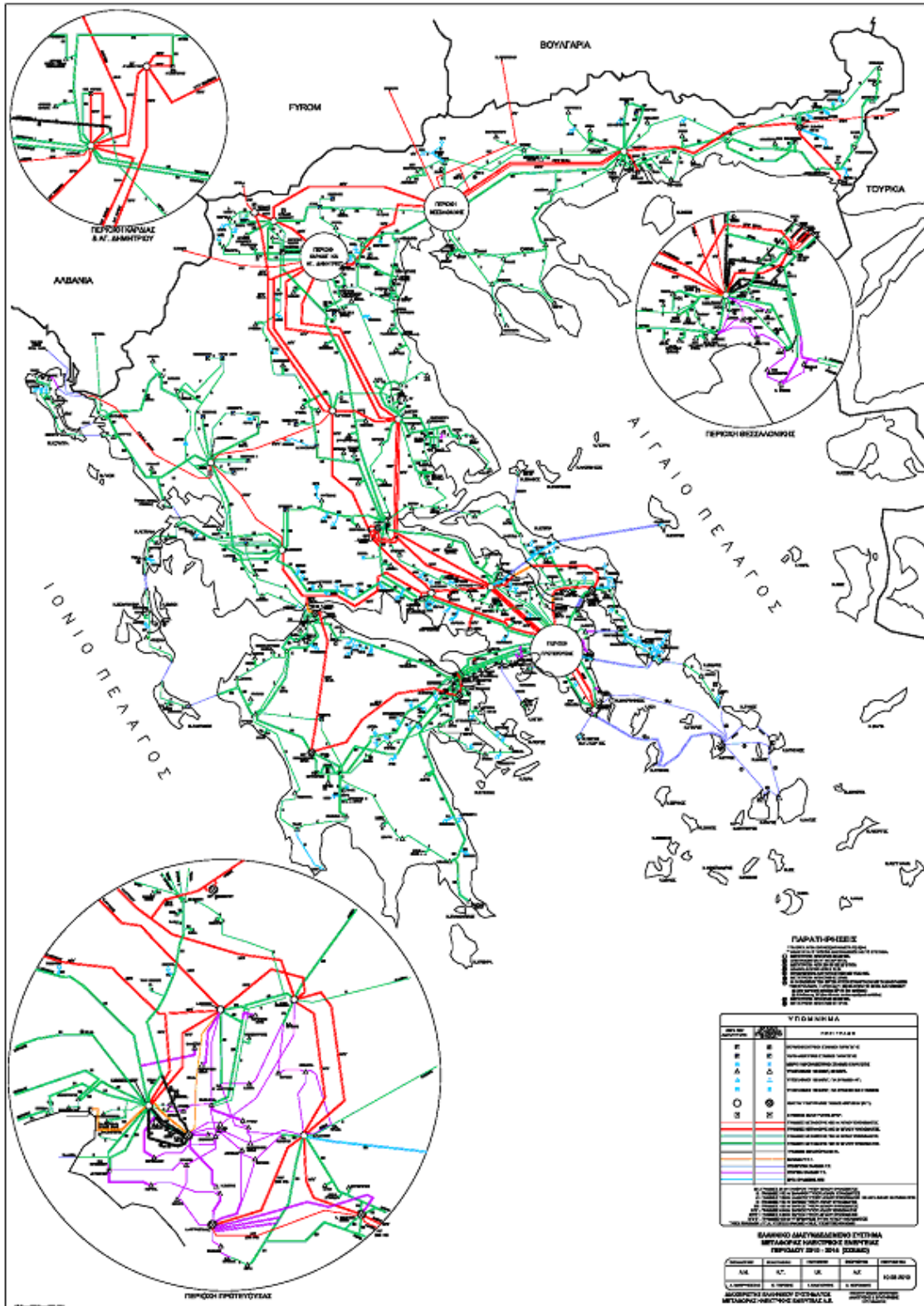
### **11.7.2 Δυσκολίες επίτευξης ισορροπίας και αύξησης της ευελιξίας του συστήματος:**

Για να υπάρχει ισορροπία ενός συστήματος ενέργειας πρέπει, σε κάθε χρονική στιγμή, η συνολική παραγωγή να ισούται με την κατανάλωση. Όταν υπάρχει μεγάλη αιολική διείδυση, η έντονη μεταβλητότητα της αιολικής παραγωγής δυσχεραίνει την ισορροπία και τη διατήρηση σταθερής συχνότητας, με δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργία του συστήματος συνολικά(κίνδυνοι κατάρρευσης, απώλειες ενέργειας, συχνές εκκινήσεις- διακοπές θερμικών μονάδων, προσωρινή διακοπή λειτουργίας Α/Γ, κ.τ.λ.) Για την ένταξη μεγάλης αιολικής ισχύος στο σύστημα, απαιτούνται δραστικές αλλαγές στο μείγμα παραγωγής και στη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας που θα έχουν όμως σαν επίπτωση την αύξηση του κόστους της ενέργειας και των επικουρικών υπηρεσιών. Η βελτίωση της ικανότητας κάλυψης των μεταβολών της ζήτησης θα απαιτήσει την δημιουργία «ευέλικτων μονάδων» (Αεριοστρόβιλοι ανοικτού Κύκλου, Υ/Σ με ταμειυτήρα), αντλητικών Υ/Η σταθμών για αποθήκευση, ρύθμιση της αιολικής παραγωγής (με περιορισμό ισχύος Α/Π), αυξημένες εφεδρείες για δευτερεύουσα ή τριτεύουσα ρύθμιση, δημιουργία ευφυών δικτύων(*smart grids*), κ.τ.λ.. Αν και οι σύγχρονες Α/Γ μεταβλητών στροφών μπορούν να λειτουργούν με σταθερό συντελεστή ισχύος, ώστε να ελέγχεται η τάση σε τοπικό επίπεδο, θα απαιτηθούν επίσης σημαντικές προσπάθειες για έλεγχο/επίβλεψη σε πραγματικό χρόνο (τάση, ρεύμα, ενεργός και άεργος ισχύς, μετεωρολογικά δεδομένα, κατάσταση διακοπών κ.λπ. ), βελτίωση των τηλεπικοινωνιακών υποδομών για αμφίδρομη επικοινωνία (Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας – Α/Π), τηλε-έλεγχο της λειτουργίας των Α/Π σε περιφερειακό επίπεδο, κ.τ.λ.. Καθοριστικό ρόλο για την αύξηση της ευελιξίας του συστήματος ενέργειας θα έχει επίσης η βελτίωση των τεχνικών πρόβλεψης της αιολικής παραγωγής. Με τις υπάρχουσες τεχνολογίες, η πρόβλεψη για χρονικό ορίζοντα 24 έως 36 ωρών, παρουσιάζει περιθώρια σφάλματος από +30% μέχρι -40% της πραγματικής παραγωγής ενός Α/Π, απόκλιση που ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα ευστάθειας του συστήματος. Τα επόμενα χρόνια όμως αναμένεται βελτίωση, λόγω αύξησης της γεωγραφικής διασποράς της αιολικής παραγωγής, της χρήσης πλέον αξιόπιστων μετεωρολογικών δεδομένων και της ανάπτυξης των λογισμικών ελέγχου και επικοινωνίας.



### **11.7.3 Προβλήματα διασύνδεσης των Αιολικών πάρκων με το Σύστημα Μεταφοράς:**

Λόγω της έλλειψης διασύνδεσης στο σύστημα μεταφοράς, η κατανομή των αδειοδοτήσεων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα δεν πραγματοποιείται βάσει του βέλτιστου αιολικού δυναμικού μίας περιοχής, αλλά βάσει της διαθεσιμότητας σύνδεσης της με το δίκτυο διανομής. Αυτό αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα εμπόδια ανάπτυξης του κλάδου διότι οι περισσότερες τοποθεσίες που διαθέτουν υψηλό αιολικό δυναμικό βρίσκονται σε νησιωτικές ή ορεινές αραιοκατοικημένες περιοχές με χαμηλή ζήτηση ηλεκτρισμού. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτούνται σημαντικά έργα ενίσχυσης της δυναμικότητας του Συστήματος Μεταφοράς των περιοχών αυτών, ώστε να γίνει εφικτή η εγκατάσταση και διασύνδεση έργων ΑΠΕ σε αυτές (Νότια Εύβοια, Κυκλάδες, Νοτιοανατολική Πελοπόννησος και Ανατολική Μακεδονία- Θράκη). Με βάση τις σημερινές ικανότητες του συστήματος μεταφοράς της χώρας, η δυνατότητες ένταξης νέας αιολικής ισχύος είναι περιορισμένες. Σύμφωνα με τον ΔΕΣΜΗΕ η δυνατότητα απορρόφησης ισχύος νέων Α/Π (εκτός αυτών που λειτουργούν ή έλαβαν άδεια σύνδεσης) είναι σήμερα μόλις 250 μεγαβάτ, ενώ για την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της χώρας θα απαιτηθούν επενδύσεις πολλών δις. ευρώ. Αυτές αφορούν κυρίως την κατασκευή Κέντρων Υπερυψηλής Τάσης (ΚΥΤ) σε Αττική, Πελοπόννησο, κ.α., γραμμές μεταφοράς(400 και 150 κιλοβόλτ), υποβρύχια διασυνδέσεις των Κυκλάδων και της Εύβοιας καθώς και 95 υποσταθμούς σε όλη την χώρα. Εκτιμάται ότι με την υλοποίηση όλων των έργων αυτών θα επιτευχθεί το 2012-13 η απρόσκοπτη σύνδεση και διείσδυση 5420-5690 MW αιολικών πάρκων στο διασυνδεδεμένο σύστημα. Μετά από σημαντικές καθυστερήσεις λόγω χρονοβόρων διαδικασιών, υπερβάσεων κόστους, δυσκολιών κατασκευής-πόντισης ή λόγω της αντίδρασης των κατοίκων, φαίνεται ότι τα έργα διασύνδεσης θα προχωρήσουν τα επόμενα χρόνια με ταχύτερους ρυθμούς. Έχουν ήδη ολοκληρωθεί κάποια τμήματα του συστήματος στην Πελοπόννησο, τη Θράκη και την Εύβοια, ενώ το σημαντικό έργο διασύνδεσης των Κυκλάδων έχει λάβει έγκριση περιβαλλοντικών όρων(Ε.Π.Ο.) και έχει ήδη ενταχθεί στην Μελέτη Ανάπτυξης Συστήματος Μεταφοράς 2008-2012. Προβλέπεται διασύνδεση του Κέντρου Υπερύψηλης Τάσης (ΚΥΤ) Λαυρίου με το νέο Υποσταθμό (Υ/Σ) Σύρου και στη συνέχεια υποβρύχια σύνδεση με Πάρο, Μύκονο, Τήνο και Νάξο. Μέχρι σήμερα έχει ολοκληρωθεί ένα σημαντικό τμήμα των έργων (διασύνδεση της Άνδρου με το Σύστημα, υποβρύχια καλώδια Άνδρου-Τήνου, Τήνου-Σύρου και Τήνου-Μυκόνου, μόνιμος Υ/Σ Άνδρου). Η υλοποίηση όμως του συνολικού σχεδιασμού για τις Κυκλάδες, αντιμετώπισε τις έντονες αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, με αποτέλεσμα την αποξήλωση των ιστών και των πυλώνων της Γραμμής Μεταφοράς επί της Τήνου. Έτσι σήμερα μόνο η Άνδρος και η Τήνος συνδέονται στο Σύστημα μέσω Εύβοιας, ενώ η Μύκονος, η Σύρος, η Πάρος και η Νάξος, που εξυπηρετούνται από Αυτόνομους Σταθμούς Παραγωγής, έχουν περιορισμένες δυνατότητες ανάπτυξης Α/Π.



Χάρτης 11.1 Ελληνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα για την περίοδο 2010-2014

#### **11.7.4 Προβλήματα απορρόφησης νέας αιολικής ισχύος:**

Εκτός από τη διασύνδεση, σοβαρός περιοριστικός παράγοντας για τη διείσδυση των Α/Π, είναι τα όρια ασφαλούς λειτουργίας του συστήματος που τίθενται από την στοχαστικότητα της αιολικής ενέργειας. Η ένταξη μεγάλης κλίμακας αιολικής ισχύος, στο Εθνικό Σύστημα, δημιουργεί σοβαρά τεχνικά προβλήματα όχι μόνο στη λειτουργία των αιολικών πάρκων αλλά κυρίως στην ευστάθεια του συστήματος και στην αποδοτικότητα των νέων σταθμών συμβατικών καυσίμων (κυρίως των μονάδων συνδυασμένου κύκλου με Φ.Α.) που θα δημιουργηθούν τα επόμενα χρόνια. Τα σημαντικότερα προβλήματα αφορούν τη ρύθμιση φορτίου συχνότητας και προγράμματος διασυνδέσεων (LFC- AGC), τη δυνατότητα παρακολούθησης του φορτίου, την πρόβλεψη της παραγωγής Α/Π, τη δυνατότητα έναρξης και σβέσης των συμβατικών μονάδων κλπ., θέματα δηλαδή που εμφανίζονται λόγω της στοχαστικότητας της παραγωγής των Α/Π. Συνολικά ο ΔΕΣΜΗΕ θεωρεί ότι εφόσον υλοποιηθεί μία σειρά μεγάλων έργων, η μέγιστη δυνατότητα απορρόφησης ισχύος θα προσεγγίσει το 2020 τα 8.500 μεγαβάτ (σε θεωρητικό επίπεδο), όταν για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων (δεσμεύσεων της χώρας μας για το 2020) θα απαιτηθεί η εγκατάσταση αιολικής ισχύος 8.000 έως 11.000 MW.

#### **11.8 Συμπεράσματα από το νομοθετικό πλαίσιο**

Από την παραπάνω αναφορά για το νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο ισχύει για τις ΑΠΕ στη χώρα μας παρατηρούνται τα εξής ζητήματα:

- Το υπέρτατο νομοθετικό κείμενο, το Σύνταγμα ρυθμίζει έμμεσα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέσω της αναφοράς του στην προστασία του περιβάλλοντος
- Υπάρχει τεράστια πολυνομία σχετική με τη διαδικασία αδειοδότησης και εγκατάστασης μιας επένδυσης στις ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα μέχρι το 2006 θεσπίστηκαν πέντε διαφορετικοί νόμοι (ν.2244/1994, 2643/1998, 2773/1999, 2941/2001 και 3175/2003), οι οποίοι δημιούργησαν ασάφεια και πολυπλοκότητα στο επενδυτικό περιβάλλον, διότι πολλές φορές οι νομοθετικές διατάξεις αλληλεπικαλύπτονταν ή έρχονταν σε αντίφαση.
- Ακόμη, οι διατάξεις των νόμων προέβλεπαν γραφειοκρατικές διαδικασίες για την ολοκλήρωση ενός επενδυτικού έργου, μιας και όπως είδαμε μέχρι την ΚΥΑ 1726/2003 οι δημόσιοι φορείς, οι οποίοι εμπλέκονταν στην αδειοδοτική διαδικασία ανέρχονταν στους 41 ενώ αργότερα περιορίστηκαν στους 27.
- Μέχρι σήμερα έχουν θεσπιστεί άλλοι 3 νόμοι με τελευταίο τον 3851/2010.
- Στον ν. 3734/2009 εισήχθη για πρώτη φορά στη χώρα μας το πρόγραμμα των ηλιακών στεγών.

- Τέλος με τον τελευταίο νόμο, γίνεται προσπάθεια να βελτιωθούν και να επιταχυνθούν οι δανειοδοτικές διαδικασίες μέσα από τη σύμπτυξη σε μία της έκδοσης των ΠΠΕΑ και της ΕΠΟ. Επίσης, προβλέπεται σε κάποιες μορφές ΑΠΕ- σε σχέση με την προηγούμενη νομοθεσία- η αύξηση των ορίων της εγκατεστημένης ισχύος, ώστε να μην είναι απαραίτητη η έκδοση πολλών αδειών.

Το κόστος εγκατάστασης ανά μονάδα ηλεκτρικής ισχύος για τα αιολικά πάρκα είναι χαμηλότερο όχι μόνο από αυτό των λοιπών ΑΠΕ, αλλά και των περισσότερων συμβατικών πηγών ενέργειας. Λόγω των πλεονεκτημάτων της αιολικής ενέργειας οι προοπτικές ανάπτυξης της τα επόμενα χρόνια είναι εξαιρετικά θετικές. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της *Emerging Energy Research*, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της παγκόσμιας αιολικής ισχύος για την περίοδο 2008-2020 θα είναι 18%, ενώ το 2020 η παγκόσμια εγκαταστημένη δυναμικότητα θα ξεπεράσει τα 600 GW. Η τεράστια επενδυτική προσπάθεια που βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη σε παγκόσμιο επίπεδο, αναμένεται να αμβλύνει τα σημαντικότερα προβλήματα της ανθρωπότητας που είναι η οικονομική, η ενεργειακή και η περιβαλλοντική κρίση. Η μεγάλη σημασία που αποδίδεται στην αιολική ενέργεια προκύπτει από την ιδιαίτερα θετική στάση των πολιτικών ηγεσιών και του επιχειρηματικού τομέα των ανεπτυγμένων χωρών, ιδιαίτερα των ΗΠΑ, της Κίνας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Εναλλακτικές μορφές ενέργειας ,Βασίλειος Δ. Μπιτζιώνης Δημήτριος Β. Μπιτζιώνης , Εκδόσεις Τζιόλα 2010
- Ήπιες μορφές ενέργειας - Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ,Καπλάνης Ν. Σωκράτης ,εκδόσεις ΙΩΝ 2003
- Εργαστηριακές σημειώσεις εργαστηρίου μηχανολογίας ΑΤΕΙ Πειραιά "Ήπιες μορφές ενέργειας"
- Διαχείριση της αιολικής ενέργειας ,Ιωάννης Κ. Καλδέλλης ,εκδόσεις ΑΘ. Σταμούλη 2005
- *energy world magazine* ,αφιέρωμα στην αιολική ενέργεια Ιούλιος 2012
- Νικόλαος Ηλιάδης - Γεώργιος Βουτσινός, "Τεχνολογία για μαθητές Α' Ενιαίου Λυκείου", 2006, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων. Έκδοση Θ', Περιοδικό "Τεχνικά Θέματα", Τ.Ε.Ε. Τμήμα Δυτικής Ελλάδας, Τεύχος 63, Απρίλιος 2006 , [www.EurActiv.gr](http://www.EurActiv.gr)
- EWEA , *European Wind Energy Association (EWEA)*, [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΚΑΠΕ): [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- ΔΕΣΜΗΕ , Διαχειριστής ελληνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ): [www.desmie.gr](http://www.desmie.gr)
- Ρυθμιστική αρχή ενέργειας (ΡΑΕ): [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
- Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας : [www.eletaen.gr](http://www.eletaen.gr)
- Υπουργείο ανάπτυξης (ΥΠΑΝ) : [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ): [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
- Ελληνικός σύνδεσμος ηλεκτροπαραγωγών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας : [www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr)
- *European Wind Energy Association*: [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- ENERCON : <http://www.enercon.de/de-de/>
- *World Wind Energy Association (WWEA)* : <http://www.wwindea.org/home/index.php>
- ηλεκτρονικό περιοδικό Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, <http://www.technicalreview.gr>

*λοιποί διαδικτυακοί σύνδεσμοι από που αντλήθηκαν πληροφορίες*

*[www.europa.eu](http://www.europa.eu)*

*[www.energia.gr](http://www.energia.gr)*

*[http://imarinakis.webs.com/aeolian\\_energy.htm](http://imarinakis.webs.com/aeolian_energy.htm)*

*<http://www.anemogennitria.gr>*

*<http://www.aenaon.net>*

*<http://www.flowmagazine.gr>*

*<http://www.haniotika-nea.gr>*

*<http://www.ecocrete.gr>*

*<http://megalesistories.blogspot.gr>*

*[http://tolinionews.blogspot.gr/2008/11/blog-post\\_6944.html](http://tolinionews.blogspot.gr/2008/11/blog-post_6944.html)*

*<http://www.tallos.gr/library.asp?id=5>*

*[www.energyonline.gr](http://www.energyonline.gr)*

*<http://www.pemptousia.gr/>*

*<http://www.buildnet.gr/>*

*<http://www.greenpeace.org/>*