



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ Χ. ΑΡΓΥΡΟΣ**

**Επιβλέπων :** **Μαρία Ιωαννίδου, Καθηγήτρια Ε. Μ. Πολυτεχνείου**

**Αθήνα, Φεβρουάριος 2011**





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΟΔΙΚΟΥ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Χ. ΑΡΓΥΡΟΣ

Επιβλέπων : Μαρία Ιωαννίδου  
Καθηγήτρια Ε. Μ. Πολυτεχνείου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την . Αθήνα, Μήνας Έτος

. Μαρία Ιωαννίδου . . . . . . . . . . . . . . Ν. Θεοδώρου . . . . . . . . . . . . . . Π. Τσαραμπάρης . . . . .

.....  
Ον/μο Μέλος Δ. Ε. Π  
Καθηγήτρια ΕΜΠ

.....  
Ον/μο Μέλος Δ. Ε. Π  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Ον/μο Μέλος Δ. Ε. Π  
Λέκτορας ΕΜΠ

Copyright © Νικόλαος Αργυρός 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κυρία Μαρία Γ. Ιωαννίδου, για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, καθώς και για την δυνατότητα που μου πρόσφερε να παρουσιάσω ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελ.
<b>Κεφάλαιο 1</b>	Περί αιολικής ενέργειας. . . . .	10
<b>1-1</b>	Γενικά. . . . .	10
<b>1-2</b>	Αξιοποίηση αιολικής ενέργειας. . . . .	10
<b>1-3</b>	Αιολικά συστήματα στην Ελλάδα. . . . .	20
<b>1-4</b>	Στόχοι και προοπτικές. . . . .	20
<b>Κεφάλαιο 2</b>	Τεχνολογία αξιοποίησης αιολικής ενέργειας.....	26
<b>2-1</b>	Αιολικό δυναμικό. . . . .	26
<b>2-2</b>	Αρχή λειτουργίας ανεμογεννήτριας. . . . .	27
<b>2-3</b>	Τύποι ανεμογεννητριών. . . . .	27
<b>Κεφάλαιο 3</b>	Θεσμικό πλαίσιο και αρχές λειτουργίας εγκαταστάσεων ΑΠΕ.	34
<b>3-1</b>	Εξέλιξη θεσμικού πλαισίου και στοχοι ενεργειακής πολιτικής.	34
<b>3-2</b>	Θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ. . . . .	36
<b>3-3</b>	Εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου στην Ελλάδα. . . . .	37
<b>3-4</b>	Γενικά στοιχεία για την άδεια παραγωγής. . . . .	41
<b>3-5</b>	Οικοδομική άδεια. . . . .	43
<b>3-6</b>	Διαδικασίες ολοκλήρωσης του έργου. . . . .	44
<b>Κεφάλαιο 4</b>	Το πρόγραμμα RETSCREEN. . . . .	46
<b>4-1</b>	Γενική περιγραφή. . . . .	46
<b>4-2</b>	Εκκίνηση. . . . .	46

<b>4-3</b>	Ενεργειακό μοντέλο. . . . .	47
<b>4-4</b>	Ανάλυση κόστους. . . . .	49
<b>4-5</b>	Ανάλυση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. . . . .	50
<b>4-6</b>	Οικονομική ανάλυση. . . . .	51
<b>Κεφάλαιο 5</b>	Αποτελέσματα προσομοίωσης. . . . .	53
<b>5-1</b>	Επιλογή ανεμογεννητριών. . . . .	53
<b>5-2</b>	Παραδοχές. . . . .	56
<b>5-3</b>	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. . . . .	56
<b>5-4</b>	Ανάλυση οικονομικών δεικτών. . . . .	61
<b>Κεφάλαιο 6</b>	Αξιολόγηση κατασκευής αιολικού πάρκου στη Σάμο	75
<b>6-1</b>	Γενική περιγραφή αιολικού πάρκου. . . . .	75
<b>6-2</b>	Κόστος προεπενδυτικών μελετών. . . . .	77
<b>6-3</b>	Εφόδια εγκατάστασης. . . . .	78
<b>6-4</b>	Το μέγεθος της απαιτούμενης παραγωγής. . . . .	78
<b>6-5</b>	Γενικά έξοδα αιολικού πάρκου. . . . .	79
<b>6-6</b>	Έξοδα ανθρώπινου δυναμικού. . . . .	79
<b>6-7</b>	Έξοδα τεχνικών έργων. . . . .	80
<b>6-8</b>	Κόστος λήψης άδειας. . . . .	81
<b>6-9</b>	Συνολικό κόστος εγκατάστασης. . . . .	82
<b>6-10</b>	Πάγια στοιχεία και απόσβεση. . . . .	82

<b>6-11</b>	Τοκοχρεωλύτικες υποχρεώσεις . . . . . .....	<b>84</b>
<b>6-12</b>	Κόστος παραγωγής . . . . . .....	<b>85</b>
<b>6-13</b>	Έσοδα . . . . . .....	<b>85</b>
<b>6-14</b>	Αξιολόγηση της επένδυσης . . . . . .....	<b>86</b>
<b>6-15</b>	Καθαρή παρούσα αξία . . . . . .....	<b>87</b>
<b>6-16</b>	Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης . . . . . .....	<b>89</b>
<b>Κεφάλαιο 7</b>	Συμπεράσματα . . . . . .....	<b>91</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>		<b>93</b>



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και η αποδοτικότητα μιας τέτοιας προσπάθειας. Κύριος στόχος της είναι σε πρώτο στάδιο η ανάλυση της σημασίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αξιοποίησή τους διεθνώς και, σε δεύτερο στάδιο, η διερεύνηση του ρόλου της αιολικής ενέργειας και η σημασία αξιοποίησης της για την χώρα μας με βάση τις ιδιαιτερότητες που αυτή έχει.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση της σημασίας των Ανανεώσιμων Πηγών και ειδικότερα της αιολικής ενεργείας, για την προστασία του περιβάλλοντος για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, που μπορεί να χαρακτηριστεί σαν πλέον κρίσιμη. Παράλληλα, εξετάζεται ο βαθμός αξιοποίησης της, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και στην χώρα μας, ενώ γίνεται και προσπάθεια πρόβλεψης του βαθμού επενδυτικότητας στον συγκεκριμένο τομέα για τα επόμενα έτη, βασιζόμενοι σε εκτιμήσεις αρμόδιων φορέων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις ανεμογεννήτριες, που αποτελούν το βασικότερο συστατικό για την κατασκευή και λειτουργία των αιολικών πάρκων. Συγκεκριμένα, εξετάζεται σε γενικές γραμμές ο τρόπος λειτουργίας τους, ενώ γίνεται παράθεση και των διαφόρων τύπων ανεμογεννητριών.

Το τρίτο κεφάλαιο σχετίζεται με το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στην εγκατάσταση και λειτουργία των ΑΠΕ, κάτι το οποίο περιλαμβάνει και τα αιολικά πάρκα που αποτελούν κύριο αντικείμενο εξέτασης. Αναφέρεται η εξέλιξη του νομοθετικού πλαισίου, τόσο διεθνώς όσο και σε εγχώριο επίπεδο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την μελέτη εγκατάστασης αιολικών πάρκων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Παρουσιάζεται το πρόγραμμα RETSCREEN, το οποίο είναι λογισμικό προσομοίωσης λειτουργίας αιολικού πάρκου, και οι τομείς τους οποίους αναλύει.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται σε πρώτο στάδιο η ανάλυση των δύο βασικότερων οικονομικών δεικτών και στη συνέχεια, η παράθεση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή του προγράμματος RETSCREEN σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, βασιζόμενοι στην βάση δεδομένων του.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η μελέτη εγκατάστασης αιολικού πάρκου στην Σάμο η οποία είναι και η περιοχή που με βάση την προηγούμενη μέθοδο εμφάνισε τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες. Η μελέτη αυτή γίνεται με κριτήριο τους 2 σημαντικότερους οικονομικούς δείκτες που είναι ο Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και η Καθαρή Παρούσα Αξία, για τον υπολογισμό των οποίων χρησιμοποιήθηκαν βασικές οικονομικές γνώσεις, καθώς και ορισμένα από τα στοιχεία που αναφέρονται στην τράπεζα δεδομένων του RETSCREEN.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα εργασία.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΠΕΡΙ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## 1. 1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλες μάζες αέρα να μετακινούνται από την μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, ανεξάντλητη και φιλική προς το πέρασλλον, η οποία προωθείται για την μείωση του ρυθμού εξάντλησης των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων καθώς και τον περιορισμό των εκπομπών που δημιουργούνται από συμβατικές πηγές ενέργειας. Η εκτεταμένη χρήση των τελευταίων προκαλεί την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και αυξάνει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Αν υπήρχε η δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του συνολικού αιολικού δυναμικού της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας. Σύμφωνα με υπολογισμούς, στο 25% της συνολικής επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας άνω των 5, 1 m/sec σε ύψος 10 μέτρα από το έδαφος, κάτι που μας βοηθά να εξάγουμε το συμπέρασμα πως το ανώτερο ποσοστό αντιστοιχεί σε περιοχή εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού και οι εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. Αυτό, σε συνδυασμό με το ότι το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αιολική ενέργεια κατέχει μια δυναμική θέση έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας<sup>1</sup>

Ειδικά στη χώρα μας, το αιολικό δυναμικό είναι εξαιρετικά πλούσιο και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης. Η συστηματική εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλλει στην αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με ταυτόχρονη εξοικονόμηση μεγάλου ποσοστού συμβατικών καυσίμων, με αποτέλεσμα συναλλαγματικά οφέλη, ενώ μεγάλη επίσης θα είναι η συμβολή στον περιορισμό της κλιματικής μεταβολής, αφού η χρήση ανεμογεννητριών συνεπάγεται αποτροπή εκπομπών CO<sub>2</sub>. Παράλληλα, η χρήση της αιολικής ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των θέσεων εργασίας σε ένα αντικείμενο που μέχρι πριν μερικά χρόνια ήταν σχεδόν άγνωστο στην Ελλάδα.

## 1. 2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΙΕΘΝΩΣ

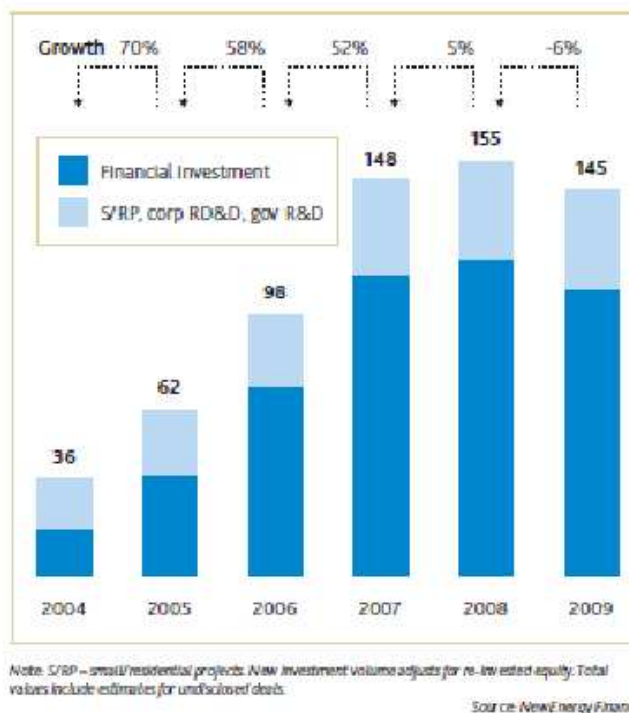
Η εξάντληση των αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με την ρύπανση του περιβάλλοντος που αυτές προκαλούν, καθιστούν επιτακτική την σταδιακή αύξηση της αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μεταξύ άλλων και της αιολικής.

Η αιολική ενέργεια έχει διευσδύσει ήδη σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό χωρών, ενώ η τάση εξάπλωσης της αυξάνεται διαρκώς. Ειδικότερα στη σημερινή συγκοιρία, όπου η οικονομική κρίση πλήττει την παγκόσμια αγορά, είναι κοινά αποδεκτό από όλους τους φορείς ότι η πράσινη οικονομία θα αποτελέσει έναν από τους βασικότερους μοχλούς για την ανάνηψη της παγκόσμιας οικονομίας. Στις αρχές του 2009 η United Nations Environment Programme UNEP δημοσίευσε μια αναφορά στην

οποία συνιστά πως το 1% της παγκόσμιας οικονομικής ροής πρέπει να επενδυθεί στις «πράσινες τεχνολογίες», προκειμένου να επιτευχθεί κατά ένα μεγάλο μέρος η παγκοσμιά οικονομική ανάπτυξη και η αύξηση της απασχόλησης. Ολοένα και περισσότεροι ηγέτες καταφεύγουν στην παγκόσμια πράσινη συμφωνία (Global Green New Deal) αφιερώνοντας ένα μεγάλο μέρος του προϋπολογισμού των χωρών τους στην πράσινη ανάπτυξη. Χαρακτηριστικές είναι οι απόψεις του προέδρου των ΗΠΑ πως η χώρα που θα κυριαρχήσει στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα βρίσκεται και στο τιμόνι της παγκόσμιας οικονομίας. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα η διείσδυση των ΑΠΕ και ιδιαίτερα της αιολικής ενέργειας να έχει συνεχώς αυξητικές τάσεις ακόμα και σε χώρες που μέχρι το πρόσφατο παρελθόν δεν είχαν επιδείξει ανάλογο ενδιαφέρον, όπως η Κίνα και η Ιαπωνία.<sup>2</sup>

Η Ευρώπη βρίσκεται στην πρώτη θέση αγοράς αιολικής ενέργειας ενώ σημαντικότερη μπορεί να χαρακτηριστεί η αυξητική τάση που παρουσιάζεται στην Αφρική και Ιδιαίτερα στην Ασία. Συγκεκριμένα και σύμφωνα με επίσημα στοιχεία από την GWEC, στην Αφρική η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο τέλος του 2009 ανήλθε σε 865 MW έναντι 635 το 2008 ενώ στην Ασία η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 39610 MW στο τέλος του 2009 έναντι 24188 MW στο τέλος του 2008 και 16091 MW στο τέλος του 2007. Στο τέλος του 2008 η ευρωπαϊκή ένωση χρησιμοποίησε το 53,9% του παγκόσμιου αιολικού δυναμικού, παρόλα αυτά οι ΗΠΑ παραμένουν εδώ και 2 χρόνια στην πρώτη θέση με μέτρο σύγκρισης την συνολική εγκατεστημένη ισχύ.<sup>3</sup>

Ακολουθεί ένα διάγραμμα το οποίο δείχνει την ετήσια παγκόσμια επένδυση σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μεταξύ 2004 και 2009.



**Πίνακας 1-1 Ετήσια παγκόσμια επένδυση σε ΑΠΕ την περίοδο 2004-2009**

Σημειώνεται μια σημαντική αύξηση στα ποσά που δαπανώνται ετησίως στον τομέα εκμετάλλευσης των ΑΠΕ. Εντυπωσιακό μάλιστα είναι το γεγονός πως στο τέλος του 2009 οι επενδύσεις σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας είναι σχεδόν τετραπλάσιες σε σχέση με το 2004.

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες εκτιμήσεις την πρωτοκαθεδρία όσον αφορά τον τομέα των επενδύσεων κατέχει η Κίνα, με δεύτερη τις ΗΠΑ, τρίτη την Ευρωπαϊκή Ένωση, και ακολουθεί η Νότιος Κορέα. Το σημαντικότερο όμως στοιχείο είναι ότι, αυτή η επενδυτική αύξηση αναμένεται να κλιμακωθεί ακόμα περισσότερο καθώς πληθαίνουν τα διάφορα προγράμματα που προωθούνται είτε από τις διάφορες κυβερνήσεις ανά τον κόσμο είτε από άλλους φορείς και τα οποία έχουν σαν στόχο την περαιτέρω τόνωση του ενδιαφέροντος προς την πράσινη ανάπτυξη. Έτσι, επί παραδείγματι τόσο η γερμανική *kfW*, όσο η Ευρωπαϊκή Τράπεζα αλλά και η Ασιατική παρέχουν ειδικά βοηθητικά δάνεια για μεγάλα και αξιόπιστα εγχειρήματα που έχουν σαν στόχο την δημιουργία μεγάλης κλίμακας σταθμών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Απώτερος στόχος όλων αυτών είναι το ποσοστό των επενδυτικών προγραμμάτων που τελικά έχουν ευτυχή κατάληξη να αυξηθεί από 14% που ήταν το 2009 στο 30% έως το τέλος του 2010.

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για κάθε ένα κράτος στο τέλος του 2009.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, το τέλος του 2009 βρήκε σχεδόν το σύνολο του παγκόσμιου χάρτη να έχει σημειώσει μια στροφή ειδικότερα προς την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, ενώ τα ποσοστά αύξησης είναι σημαντικά. Συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι στην Αφρική και την Μέση Ανατολή, εντός του 2009 υπάρχει μια αύξηση της τάξης του 36% στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος. Στην Ασία το αντίστοιχο ποσοστό αύξησης αγγίζει το 63,8%-κάτι που εξηγείται εύκολα από τα σημαντικά ποσά που ξοδεύονται ετησίως από χώρες όπως η Κίνα και η Νότιος Κορέα. Στην Ευρώπη σημειώνεται μια αύξηση της τάξης του 16%, ενώ στην Λατινική Αμερική και στην Καραϊβική καταγράφεται μια εκπληκτική αυξητική τάση αφού παρατηρήθηκε εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας κατά 95,2% περισσότερη σε σχέση με την περυσινή χρονιά. Στην Βόρεια Αμερική, παρατηρείται μια αύξηση εγκατεστημένης ισχύος της τάξης του 39, 8% που μπορεί να χαρακτηριστεί εξίσου σημαντική αν αναλογιστεί κανείς την τεράστια έκταση και τον πληθυσμό της περιοχής, ενώ τέλος στην Ωκεανία το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 35, 1%. Συνολικά σε παγκόσμια κλίμακα η εγκατεστημένη ισχύς η οποία προέρχεται αποκλειστικά από την αιολική ενέργεια αυξήθηκε το 2009 σε σχέση με το 2008 σε ποσοστό της τάξης του 31, 8%. Το ποσοστό αυτό ξεπέρασε κάθε προσδοκία καθώς οι προβλέψεις για το 2009 από όλους τους οικονομικούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένης και της GWEC ήταν πως η αύξηση του ποσοστού εγκατεστημένης αιολικής ισχύος θα έφτανε μετά βίας το 12, 5%, νούμερο μάλιστα το οποίο αντιπροσώπευε τις αισιόδοξες απόψεις καθώς η παγκόσμια οικονομική κρίση μόλις είχε αρχίσει να κάνει εμφανή την παρουσία της. Ωστόσο τα επιπλέον 38 GB εγκατεστημένης αιολικής ισχύος ανέτρεψαν κάθε προγνωστικά. Σημαντική συνεισφορά σε αυτήν την αύξηση είχε η Κίνα η οποία για μια ακόμα φορά σχεδόν διπλασίασε την εγκατεστημένη ισχύ της.

### Global installed wind power capacity 2008/2009 (MW)

		End 2008	New 2009	Total end 2009
AFRICA & MIDDLE EAST	Egypt	365	65	430
	Morocco	134	119	253
	Iran	85	7	91
	Tunisia	20	34	54
	Cap Verde	12	0	12
	South Africa	8	0	8
	Israel	8	0	8
	Kenya	0	5	5
	Other <sup>5</sup>	4	0	4
	<b>Total</b>	<b>635</b>	<b>230</b>	<b>865</b>
ASIA	PR China	12,020	13,803	25,805
	India	9,655	1,271	10,926
	Japan	1,880	178	2,056
	Taiwan	358	78	436
	South Korea	236	112	348
	Philippines	33	0	33
	Other <sup>2</sup>	6	0	6
	<b>Total</b>	<b>24,188</b>	<b>15,442</b>	<b>39,610</b>
EUROPE	Germany	23,903	1,917	25,777
	Spain	16,689	2,459	19,149
	Italy	3,736	1,114	4,850
	France	3,404	1,088	4,492
	UK	2,974	1,077	4,051
	Portugal	2,862	673	3,535
	Denmark	3,163	334	3,465
	Netherlands	2,225	39	2,229
Sweden	1,048	512	1,560	
Ireland	1,027	233	1,260	
Greece	985	102	1,087	
Austria	995	0	995	
Turkey	458	343	801	
Poland	544	181	725	
Belgium	415	149	563	
Rest of Europe <sup>3</sup>	1,313	304	1,614	
<b>Total Europe</b>	<b>65,741</b>	<b>10,526</b>	<b>76,152</b>	
<i>of which EU-27<sup>4</sup></i>	<i>64,719</i>	<i>10,163</i>	<i>74,767</i>	
LATIN AMERICA & CARIBBEAN	Brazil	341	264	606
	Mexico	85	117	202
	Chile	20	148	168
	Costa Rica	74	50	123
	Nicaragua	0	40	40
	Caribbean	35	0	35
	Argentina	29	2	31
	Uruguay	20	0	20
	Jamaica	22	1	23
	Colombia	20	0	20
	Others <sup>5</sup>	6	0	6
<b>Total</b>	<b>653</b>	<b>622</b>	<b>1,274</b>	
NORTH AMERICA	USA	25,068	9,996	35,064
	Canada	2,369	950	3,319
	<b>Total</b>	<b>27,437</b>	<b>10,946</b>	<b>38,383</b>
PACIFIC REGION	Australia	1,306	406	1,712
	New Zealand	325	171	497
	Pacific Islands	12	0	12
	<b>Total</b>	<b>1,643</b>	<b>577</b>	<b>2,221</b>
<b>World total</b>	<b>120,297</b>	<b>38,343</b>	<b>158,505</b>	

1 Lebanon, Nigeria, Jordan

2 Thailand, Bangladesh, Indonesia, Sri Lanka

3 Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Estonia, Faroe Islands, Finland, Hungary, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Norway, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Switzerland, Ukraine

4 Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Ireland, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, UK

5 Cuba, Peru

Please note: project decommissioning of 134.3 MW and rounding affect the final sums.

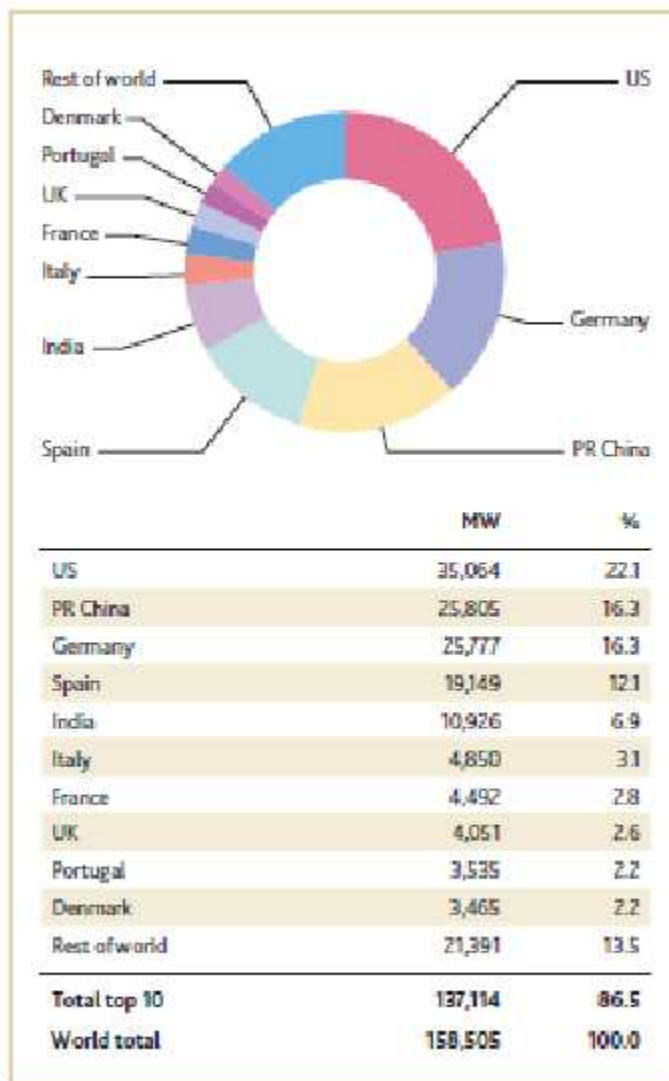
Source: GWEC

### Πίνακας 1-2 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανά κράτος το 2009

Η επιπλέον εγκατεστημένη ισχύς για το 2009 ουσιαστικά κόστισε περίπου 45 δις. Ευρώ, ενώ η GWEC υπολογίζει ότι περίπου μισό εκατομμύριο άνθρωποι ανταμείφθηκαν με εργασία εξαιτίας των νέων θέσεων εργασίας που

δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα της αξιοσημείωτης στροφής προς τις ΑΠΕ και ειδικότερα την αιολική ενέργεια.

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται οι 10 πρώτες χώρες παγκοσμίως σε συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύ στο τέλος του 2009.



**Πίνακας 1-3 Οι 10 πρώτες χώρες σε εγκατεστημένη αιολική ισχύ το 2009**

Όπως βλέπουμε οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής έχουν την πρωτοκαθεδρία στην συνολική εγκατεστημένη ισχύ κατέχοντας το 22, 1% του παγκοσμίου δυναμικού, με την Κίνα στη δεύτερη θέση και την Γερμανία με την Ισπανία να ακολουθούν κατά πόδας. Αξιοσημείωτο ωστόσο είναι το γεγονός πως οι 10 πρώτες χώρες αποτελούν την μερίδα του λέοντος όσον αφορά στις επενδύσεις σε αιολική ενέργεια καθώς ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν το 86, 5% της παγκοσμίας εγκατεστημένης αιολικής ισχύος.

Παράλληλα πρέπει να τονιστεί η περίπτωση της Κίνας καθώς και μεν μπορεί να βρίσκεται την συγκεκριμένη χρονική περίοδο στην δεύτερη θέση στην κατάταξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, ωστόσο οι προοπτικές της για αυτήν φαντάζουν μεγαλεπίβολες. Σύμφωνα με την Chinese Renewable Energy Industry Association

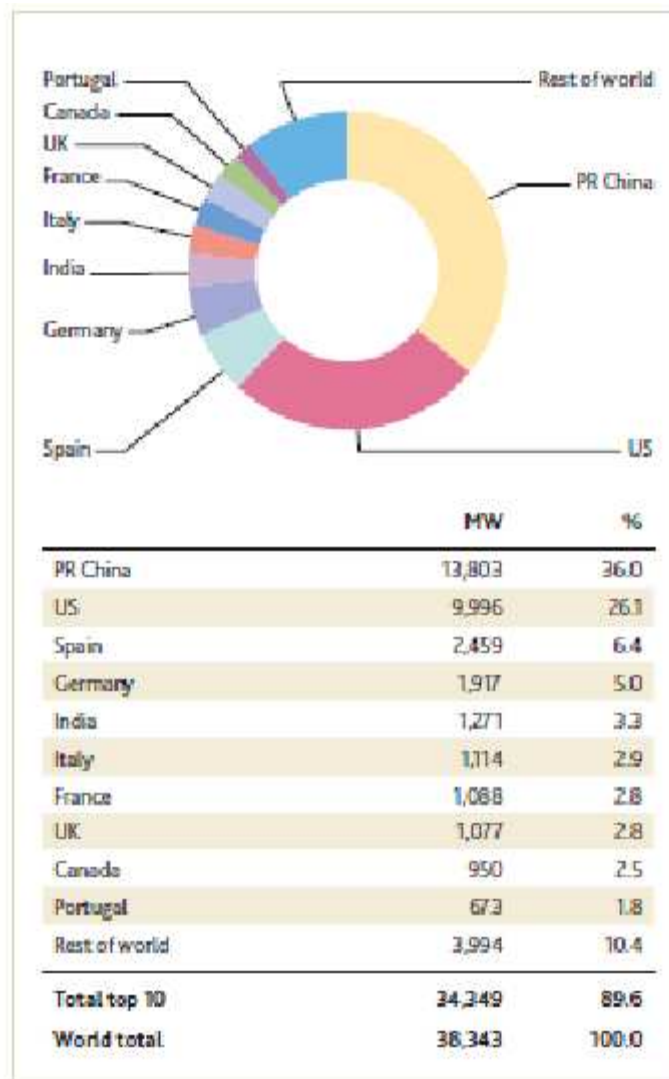
CREIA, η παραγωγή ανεμογεννητριών από την Κίνα έχει φτάσει πλέον στο σημείο πέρα από τις εγχώριες ανάγκες να αρχίζει να καλύπτει και αυτές άλλων κρατών. Συγκεκριμένα 2 κινεζικές εταιρείες, η Sinovel και η Goldwind, συγκαταλέγονται πλέον ανάμεσα στις 5 πρώτες εταιρείες κατασκευής ανεμογεννητριών παγκοσμίως ενώ ήδη παρατηρούνται οι πρώτες σοβαρές απόπειρες των μεγαλύτερων Κινέζων κατασκευαστών να εισέλθουν δυναμικά στην παγκόσμια αγορά. Επιπρόσθετα ένα από τα σημαντικότερα επενδυτικά προγράμματα που έχουν υιοθετηθεί από την Κινέζικη κυβέρνηση, το Wind Base, το οποίο στοχεύει στην εγκατάσταση 127, 5 GB αιολικής ισχύος σε έξι κινεζικές περιοχές εκτός των μεγάλων πόλεων είναι σε πλήρη εξέλιξη. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη όλες αυτές τις παραμέτρους και την δυναμική της Κίνας, οι εκτιμήσεις από τους διάφορους αναλυτές και ειδικούς αναφέρουν ότι ακόμα και ο ανεπίσημος στόχος των 150 GB συνολικής εγκατεστημένης ισχύος είναι πολύ πιθανόν να επιτευχθεί έως το 2020.

Τέλος αξίζει ιδιαίτερης προσοχής και η περίπτωση της Ινδίας, όπου επίσης παρατηρείται σημαντική δυναμική καθώς τα επιπλέον 1,3 GB νέας εγκατεστημένης ισχύος ανεβάζουν το αθροιστικό νούμερο στα 10, 9 GB οδηγώντας έτσι την χώρα στην πέμπτη θέση παγκοσμίως. Όμως ακόμα σημαντικότερες είναι οι προοπτικές της Ινδίας στον συγκεκριμένο τομέα καθώς η σημαντική στροφή της κυβέρνησης και των τοπικών φορέων προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ιδιαίτερα την αιολική και τα επίσης μεγάλα επενδυτικά προγράμματα τα οποία υιοθετούνται, έχουν σαν αποτέλεσμα όλοι οι εκτιμητές να συμφωνούν ότι μέχρι το τέλος του 2010 αναμένεται να εγκατασταθούν τουλάχιστον 2,2 GB επιπλέον αιολικής ισχύος, ποσότητα δηλαδή σχεδόν διπλάσια από αυτήν που εγκαταστάθηκε την προηγούμενη χρονιά.

Το παράδειγμα της Κίνας και της Ινδίας ακολουθούν όμως και άλλες Ασιατικές χώρες οι οποίες ναι μεν δεν καταγράφονται στον παραπάνω πίνακα, ωστόσο η δυναμική τους είναι μεγάλη και οι προοπτικές τους υψηλές.

Έτσι το τέλος του 2009 βρήκε την Ιαπωνία με 178 MW νέας εγκατεστημένης ισχύος προερχόμενης από αιολική ενέργεια αυξάνοντας τον συνολικό αριθμό στα 2, 1 GB, η Νότιος Κορέα εγκατέστησε 112 MW επιπλέον ισχύς έχοντας έτσι πλέον 348 MW συνολικά ενώ το Ταιβάν εγκατέστησε το 2009 άλλα 78 MW διαθέτωντας έτσι συνολικά 436 MW. Στις προκειμένες περιπτώσεις μπορεί τα νούμερα να μην είναι τόσο εντυπωσιακά, ωστόσο η φύση και η πληθώρα των επενδυτικών προγραμμάτων που υιοθετούνται από τις συγκεκριμένες χώρες είναι παρόμοια με αυτήν της Κίνας και της Ινδίας, κάτι που τις καθιστά εξίσου υπολογίσιμες και άξιες προσοχής στο μέλλον.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τις 10 πρώτες χώρες σε νέα εγκατεστημένη ισχύ για το έτος 2009.



**Πίνακας 1-4 Οι 10 πρώτες χώρες σε νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύ το 2009**

Στον συγκεκριμένο πίνακα φαίνεται η μεγάλη δυναμική των 2 Ασιατικών χωρών. Έτσι λοιπόν, η Κίνα κατέχει την πρώτη θέση σε νέα εγκατεστημένη ισχύ για το 2009 η οποία μάλιστα αποτελεί το 36% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Αρκετά πίσω της βλέπουμε τις ΗΠΑ, ενώ η Ινδία βρίσκεται στην πέμπτη θέση. Από τις Ευρωπαϊκές χώρες την πρώτη είναι η Ισπανία, η οποία βρίσκεται στην τρίτη θέση παγκοσμίως. Στην όγδοο θέση, έχοντας εγκαταστήσει 950 MW νέας αιολικής ισχύος, βρίσκεται ο Καναδάς, παρά το γεγονός πως σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ δεν ανήκει στα πρώτα 10 κράτη, κάτι που ωστόσο καταδεικνύει την μεγάλη δυναμική που εμφανίζει η συγκεκριμένη χώρα. Συνολικά οι 10 πρώτες χώρες εμφανίζουν νέα εγκατεστημένη ισχύ που αγγίζει τα 34,349 GB επί συνόλου 38,343 GB. Με άλλα λόγια η νέα εγκατεστημένη ισχύς που προέρχεται από τα αναγραφόμενα στον παραπάνω πίνακα κράτη αντιπροσωπεύει το 89,6 % του συνόλου της νέας εγκατεστημένης ισχύος.

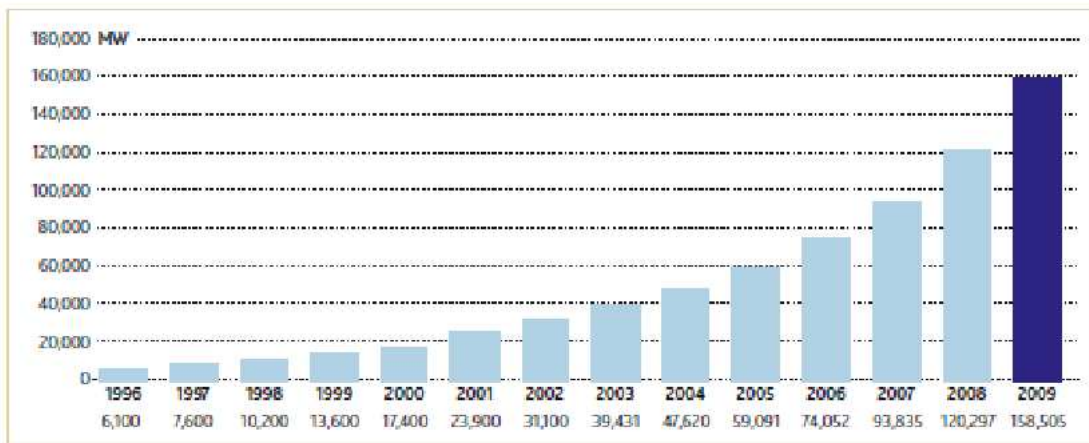
Οι ΗΠΑ, οι οποίες βρίσκονται στην δεύτερη θέση νέας εγκατεστημένης αιολικής ισχύος, εγκατέστησαν επιπλέον 10 GB αυξάνοντας κατά 39% τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ. Τα επενδυτικά προγράμματα που έχουν υιοθετηθεί και είχαν σαν κύριο σκοπό την προώθηση της αιολικής ενέργειας, ουσιαστικά συνέβαλαν



στην εγκατάσταση ισχύος αιολικής ενέργειας, που αποτέλεσε το 40 % της συνολικής ισχύος που εγκαταστάθηκε κατά το έτος 2009, ενώ η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προερχόμενη από αιολική ενέργεια καλύπτει το 2 % της συνολικής ζήτησης.

Στις αρχές του 2009 το μεγαλύτερο μέρος των αναλυτών είχαν προβλέψει μια πτώση της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας σε διάφορα προγράμματα κατά 50 % κυρίως εξαιτίας της οικονομικής κρίσης, ωστόσο η συντονισμένη και προμελετημένη στροφή προς τις ΑΠΕ κατόρθωσε να ανατρέψει όλα τα προγνωστικά. Έτσι αποτέλεσμα όλων αυτών είναι 36 από τις 50 πολιτείες των ΗΠΑ να έχουν πάνω από 1.000 MW εγκατεστημένης αιολικής ισχύος. Συγκεκριμένα το Τέξας κατέχει την πρωτοκαθεδρία με περισσότερα από 9 GB με την Αιόβα στην δεύτερη θέση με 3,67 GB ακολουθούμενη από την Καλιφόρνια, την Ουάσιγκτον και την Μινεσότα. Τα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζουν την πρόοδο της παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος για την χρονική περίοδο 1996-2009. Το πρώτο αφορά την συνολική εγκατεστημένη ισχύ ενώ το δεύτερο την ισχύ που εγκαθίσταται ανά έτος.

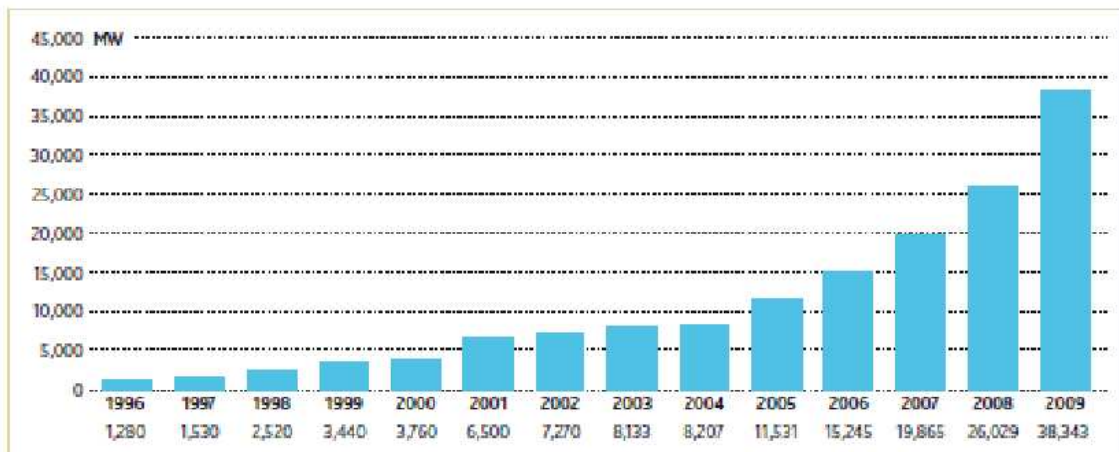
GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY 1996-2009



Πίνακας 1-5. Συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύ 1996-2009

Από τα διαγράμματα γίνεται εμφανής η κατά στροφή της παγκόσμιας οικονομικής σκηνής προς την αξιοποίηση της ενέργειας προερχόμενη από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

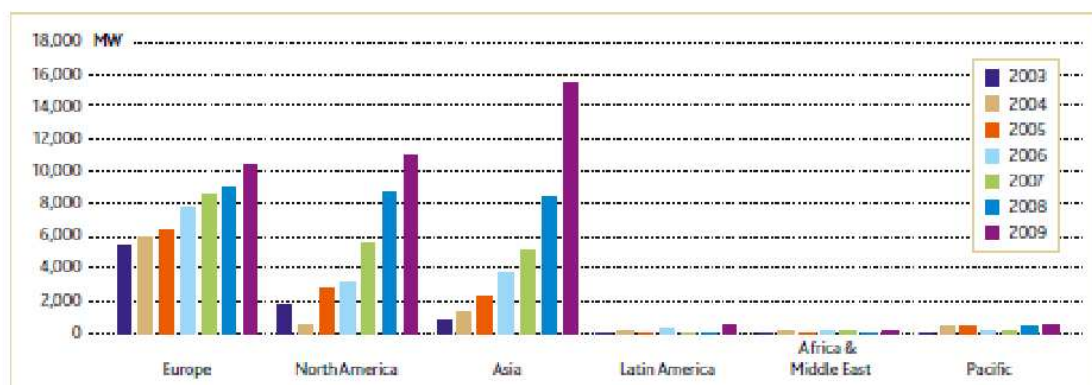
#### GLOBAL ANNUAL INSTALLED CAPACITY 1996-2009



**Πίνακας 1-6 Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ανά έτος**

Ενδεικτικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ενώ σε διάστημα 8 ετών από το 1996 έως το 2004 είχε σημειωθεί εγκατάσταση 6. 917 MW, από το 2005 και μετά , στα 5 χρόνια δηλαδή που ακολούθησαν εγκαταστάθηκε πενταπλάσια ισχύ προερχόμενη αποκλειστικά από αιολική ενέργεια, ενώ μέσα σε 2 χρόνια στο διάστημα 2007 - 2009 η εγκατεστημένη ισχύς διπλασιάστηκε. Το ακόμα πιο ενθαρρυντικό στοιχείο όμως είναι ότι παρά την κρίση που μαστίζει την παγκόσμια οικονομία, οι προοπτικές φαντάζουν ακόμα μεγαλύτερες, κάτι που γεμίζει την πλειονότητα των ειδικών και αναλυτών με αισιοδοξία και με πίστη και σιγουριά ότι τα ποσοστά αύξησης της νέας εγκατεστημένης ισχύος θα μεγαλώσουν στο επόμενο διάστημα ακόμα περισσότερο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η πρόοδος της εγκατεστημένης ισχύος προερχόμενης από την αιολική ενέργεια κατά την εξαετία 2003-2009 ανά κάθε ήπειρο ξεχωριστά.

#### ANNUAL INSTALLED CAPACITY BY REGION 2003-2009



**Πίνακας 1-7 Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά ήπειρο για την περίοδο 2003-2009**

Από το παραπάνω διάγραμμα καταδεικνύεται σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό η τρομερή πρόοδος που σημειώνει η Ασία στον τομέα των νέων επενδυτικών προγραμμάτων με κύριο άξονα την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

Η Ευρώπη μπορεί, όπως φαίνεται και από το γράφημα, να βρίσκεται σε τρίτη μοίρα σε σχέση με την Ασία και τις ΗΠΑ, ωστόσο και αυτή ξεπερνά τις προσδοκίες. Συγκεκριμένα η αιολική ενέργεια κατέχει την πρώτη θέση στην εγκατεστημένη ισχύ για την Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2009 αφού η νέα εγκατεστημένη ισχύς που προέρχεται από αυτήν αποτελεί το 39% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος οποιασδήποτε μορφής ενέργειας. Μάλιστα αν αναφερθούμε ειδικά για τις ΑΠΕ τότε το συγκεκριμένο ποσοστό ανεβαίνει στο 61% για το 2009.

Η Γερμανία βρίσκεται στην πρώτη θέση ανάμεσα στις χώρες της Ευρώπης προσθέτωντας 1,9 GB νέας ισχύος από αιολική ενέργεια ανεβάζοντας τον συνολικό αριθμό στα 25,77 GB, κάτι που είχε σαν αποτέλεσμα να παραχθούν 38 TWh ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενη από την αιολική εκμετάλλευση. Σημαντικό επίσης θετικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός πως η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα μόνο στην Γερμανία να απασχολούνται 100.000 άνθρωποι. Την ίδια στιγμή που παραδοσιακά μεγάλες ευρωπαϊκές δυνάμεις στον τομέα της εκμετάλλευσης των ΑΠΕ όπως η Γερμανία και η Ισπανία συνεχίζουν να επενδύουν σε νέα προγράμματα, και οι υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες προσπαθούν και καταφέρνουν να ακολουθήσουν το παράδειγμα τους. Έτσι η Ιταλία, η Γαλλία και η Αγγλία προσέθεσαν περισσότερο από 1 GB εγκατεστημένη ισχύ κατά τη διάρκεια του 2009. Οι επενδύσεις σε νέα αιολικά πάρκα στην Ευρώπη κατά το 2009 έφτασαν τα 13 δις. ευρώ ενώ η ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας που εγκαταστάθηκε μόνο το 2009 αναμένεται να παράγει 163 TWh ηλεκτρικής ενέργειας, ικανοποιώντας έτσι περίπου το 4,8 % της συνολικής ζήτησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Επιπρόσθετα από το γράφημα γίνεται ιδιαίτερα διακριτή η ανάγκη η ιδέα της αξιοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας να επεκταθεί και να εδραιωθεί σαν τρόπος σκέψης και στην Λατινική Αμερική, την Αφρική και την Ωκεανία, όπου προς το παρόν υστερούν σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες ηπείρους.

Ωστόσο τα πρώτα βήματα ήδη αρχίζουν να συντελούνται με την Λατινική Αμερική να είναι στην ευχάριστη θέση να ανακοινώσει ότι 5 νέες χώρες ξεκίνησαν προγράμματα αξιοποίησης αιολικής ενέργειας. Η Βραζιλία κατέχει την πρώτη θέση με 264 MW νέας εγκατεστημένης ισχύος προερχόμενη από αιολική ενέργεια, νούμερο πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με τα 94 MW που είχαν εγκατασταθεί το 2008, ανεβάζοντας έτσι τον συνολικό αριθμό στα 606 MW. Μάλιστα οι προοπτικές της είναι ακόμα μεγαλύτερες καθώς εξαιτίας του προγράμματος PROINFA, το οποίο είχε εγκριθεί από το κοινοβούλιο το 2002 με στόχο η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο τέλος του 2015 να ξεπεράσει τα 1.100 MW, οι συνθήκες φαντάζουν ακόμα πιο ευοίωνες. Αξίζει να τονιστεί ότι ο αρχικός στόχος θεωρείται σχεδόν σίγουρος γιατί και έχει αναθεωρηθεί με το νέο ταβάνι να αγγίζει τα 1, 4 GB. Αυτήν την στιγμή είναι σε πλήρη εξέλιξη η κατασκευή εγκαταστάσεων που θα αντιστοιχούν σε εγκατεστημένη ισχύς της τάξεως των 154,4 MW ενώ 560 MW είναι ακόμα υπό κατασκευή. Το Δεκέμβρη 2009 έγινε στην Βραζιλία το πρώτο συνέδριο με αποκλειστικό θέμα την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας υπό την αιγίδα της ANEEL κατά την διάρκεια του οποίου υπογράφηκαν περίπου 71 νέα επενδυτικά προγράμματα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας που στοχεύουν σε εγκατάσταση επιπλέον 1, 8 GB ισχύος.

Στην Ωκεανία η Αυστραλία παρά το γεγονός πως για μεγάλο χρονικό διάστημα είχε μείνει στάσιμη, εντούτοις από το 2008 ξεκίνησε να δραστηριοποιείται πιο δυναμικά στον τομέα αξιοποίησης των ΑΠΕ και ειδικότερα της αιολικής ενέργειας προσθέτωντας 406 MW μόνο το 2009 ποσότητα ρεκόρ για την Ήπειρο. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 1,7 GB, που είναι σχεδόν διπλάσια από την

αντίστοιχη προ 2 ετών. Η Αυστραλία διαθέτει πλέον 51 αιολικά πάρκα τα οποία είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια της τάξεως των 4, 3 TWh ετησίως καλύπτοντας έτσι το 1,6 % της συνολικής ζήτησης στην Αυστραλία. Το επενδυτικό πρόγραμμα RET το οποίο εγκρίθηκε από την Αυστραλιανή βουλή το 2009 προσβλέπει στην παραγωγή 45 TWh από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μέχρι το 2020, ποσότητα που θα αντιστοιχεί στο 20% της συνολικής ζήτησης.

Τέλος στην Βόρεια Αφρική η επέκταση της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας συνεχίζεται με όσο το δυνατόν πιο έντονους ρυθμούς στο Μαρόκο, στην Αίγυπτο, στην Τυνησία και στην Κένυα. Στο Μαρόκο προστέθηκαν επιπλέον 119 MW νεας εγκατεστημένης ισχύος το 2009 , αριθμός που αποτελεί ρεκόρ για την Ήπειρο, αυξάνοντας έτσι την συνολική διαθέσιμη εγκατεστημένη ισχύ στα 253 MW. Παρόλα αυτά την πρωτοκαθεδρία στην Αφρική κατέχει η Αίγυπτος η οποία έχει 430 MW εγκατεστημένης ισχύος, 99 MW από τα οποία προστέθηκαν το 2009. Ιδιαίτερες προοπτικές όμως παρουσιάζει η Κένυα στην οποία λαμβάνουν χώρα σε πλήρη εξέλιξη επενδυτικά προγράμματα τα οποία στοχεύουν σε εγκατάσταση ισχύος της τάξεως των 300 MW.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας EWEA, από το 2007 και μετά, η εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ευρώπη αυξήθηκε περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, η εγκατεστημένη ισχύς αιολικών εγκαταστάσεων έφτασε τα 56535 MW και αυξήθηκε κατά 18%, νούμερο που μεταξύ άλλων μεταφράζεται σε ετήσια αποφυγή εκπομπών 90 εκατομμυρίων τόνων CO<sub>2</sub> και παραγωγή 119TWh ετησίως που ισοδυναμεί με το 3,7% της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ. Αυτό το ποσοστό αντικατοπτρίζει την σημαντική πρόοδο που σημειώνεται στον τομέα της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας, ειδικότερα επειδή, το 2000, το αντίστοιχο ποσοστό επί της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 0,9%.

### **1. 3 ΑΙΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με ένα αξιοσημείωτο αριθμό νησιών, με αποτέλεσμα οι άνεμοι που επικρατούν στις νησιώτικες και παράκτιες περιοχές να την καθιστούν μια ιδιαίτερη περίπτωση και να αποτελούν πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό αντιστοιχεί στο 14% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.<sup>4</sup> Αυτά τα στοιχεία έχουν σαν φυσικό επόμενο να έχουν γίνει ενέργειες για την αξιοποίηση του πολύ σημαντικού αιολικού δυναμικού σε όλη την χώρα. Παρά όμως το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον, σημαντικό μειονέκτημα στις προσπάθειες αποτελεί η καθυστέρηση που συνήθως παρατηρείται στην υλοποίηση των έργων.

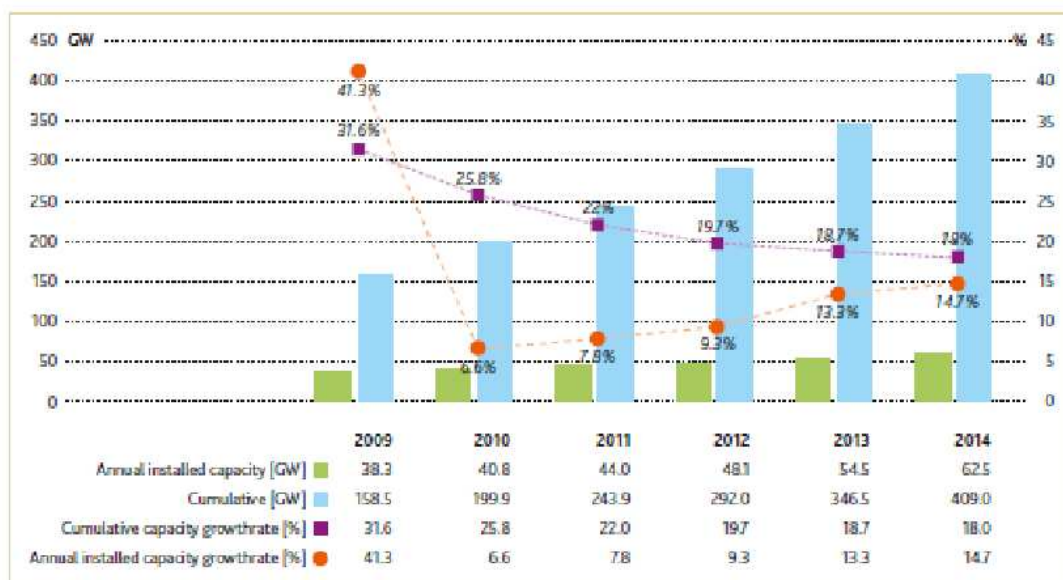
### **1. 4 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Οι δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών είναι πολύ μεγάλες και το πεδίο περαιτέρω βελτίωσης ακόμα μεγαλύτερο. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της GWEC σε βάθος πενταετίας, η εγκατεστημένη ισχύς από αιολικά πάρκα αναμένεται να σημειώσει σε παγκόσμιο επίπεδο αύξηση η οποία θα μεταφραστεί σε ποσότητα εγκατεστημένης ισχύος της τάξεως των 409

GB από 158 GB που βρισκόταν στο τέλος του 2008. Η πρόβλεψη αυτή ενέχει κάποιες μορφής ρίσκα καθώς δεν θα πρέπει να παραγνωριστεί το γεγονός πως η παγκόσμια οικονομική κρίση βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη ενώ οι συνθήκες που επικρατούν κάθε άλλο παρά ιδανικές και σταθερές μπορούν να χαρακτηρισθούν. Έτσι παρά την πίεση που δέχονται οι αγορές, η θέληση και η αποφασιστικότητα των χωρών για στροφή προς τις ΑΠΕ και τα πολλά επενδυτικά προγράμματα τα οποία είτε βρίσκονται σε εξέλιξη, είτε βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο, εγγυούνται ένα άκρως ελπιδοφόρο μέλλον στον τομέα αξιοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και εν προκειμένω της αιολικής.

Παρακάτω ακολουθεί ένα γράφημα το οποίο παρουσιάζει την πρόβλεψη της GWEC για την πορεία της παγκόσμιας αγοράς στον τομέα της αιολικής ενέργειας για την πενταετία 2010-2014.

MARKET FORECAST 2010-2014

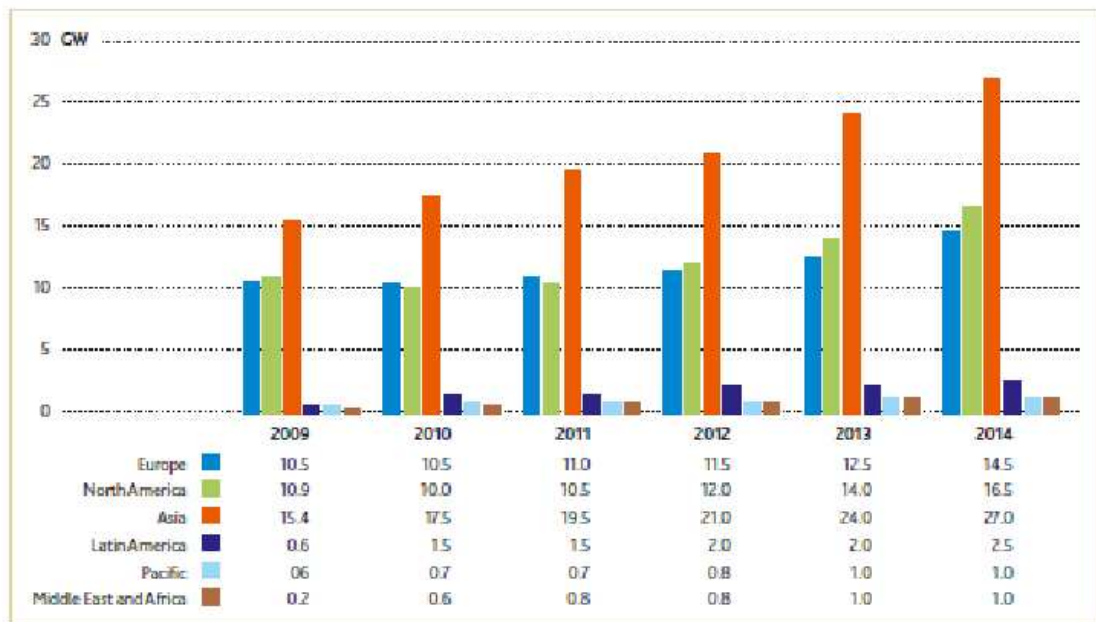


Πίνακας 1-8 Πρόγνωση αγοράς αιολικής ενέργειας για την περίοδο 2010-2014

Με το γαλάζιο χρώμα σημειώνεται η αθροιστική εγκατεστημένη ισχύς προερχόμενη από αιολική ενέργεια ενώ με το πράσινο η ετήσια νέα εγκατεστημένη ισχύς.

Στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας παρουσιάζεται η ετήσια νέα εγκατεστημένη ισχύς προερχόμενη από αιολική ενέργεια για κάθε ήπειρο ξεχωριστά και συγκριτικά, η οποία προβλέπεται για το χρονικό διάστημα από το 2010 έως το 2014. Οι εκτιμήσεις για κάθε ήπειρο παρουσιάζονται στο ίδιο διάγραμμα ούτως ώστε , πέρα από το να καταδειχτεί η αύξηση σε εγκατεστημένη ισχύ που θα λάβει χώρα στο επόμενο διάστημα, να γίνει πιο εμφανής η αλματώδης πρόοδος που αναμένεται να παρουσιάσει μια ήπειρος σε σχέση με μια άλλη.

ANNUAL MARKET FORECAST BY REGION 2009-2013

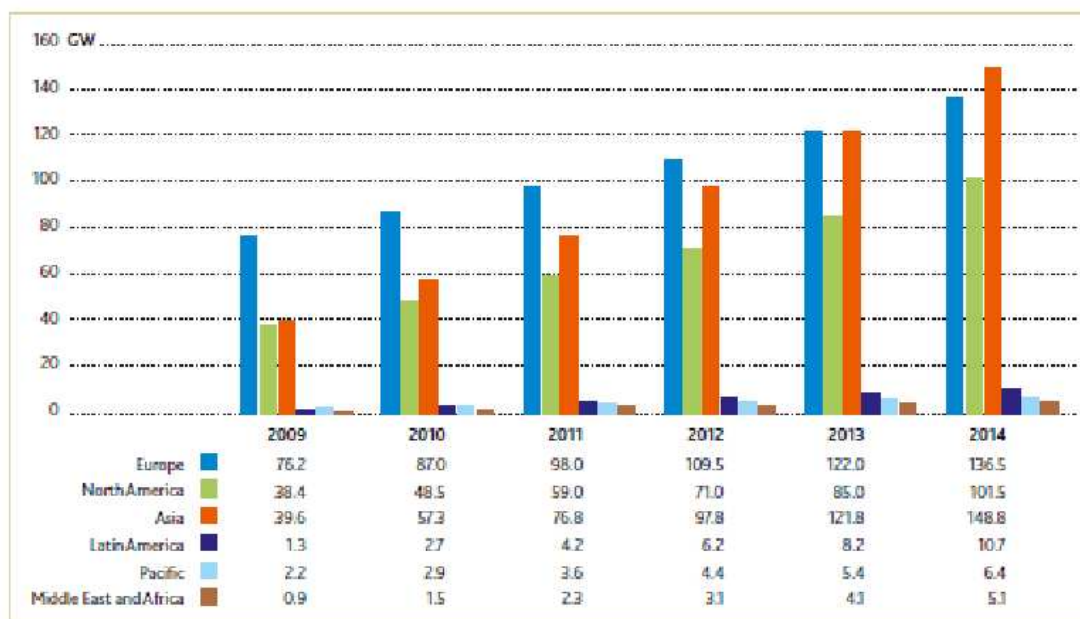


**Πίνακας 1-9 Πρόβλεψη νέας εγκατεστημένης ισχύος από αιολική ενέργεια ανά ήπειρο την περίοδο 2009-2014**

Στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται η εκτιμώμενη συνολική εγκατεστημένη ισχύς, πάλι συγκριτικά για κάθε ήπειρο και για το διάστημα 2010-2014.

Όπως φαίνεται και από τα γραφήματα η Ασία αναμένεται να παραμείνει η ήπειρος με την πλέον αλματώδη εξέλιξη όσον αφορά την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, καθοδηγούμενη κυρίως από την Κίνα. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της ηπείρου αναμένεται μέχρι το 2014 να σημειώνει ετήσια αύξηση της τάξης των 27 GW, κάτι το οποίο θα μεταφραστεί σε 109 GW νέας εγκατεστημένης ισχύος, ποσότητα δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτήν που αναμένεται να εγκατασταθεί σε οποιαδήποτε άλλη ήπειρο. Ειδικότερα στην Κίνα η ετήσια αύξηση εγκατεστημένης ισχύος αναμένεται να ξεπεράσει κατά πολύ τα 20 GW μέχρι το τέλος του 2014. Αυτός ο στόχος φαίνεται άμεσα εκπληρώσιμος εξαιτίας της ειλημμένης απόφασης της τοπικής κυβέρνησης στο να ακολουθήσει μια αυστηρή πολιτική με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές και ιδιαίτερα από την αιολική ενέργεια. Παράλληλα εξίσου σημαντική πρόοδο στον συγκεκριμένο τομέα αναμένεται να συνεχίσει να παρουσιάζει και η Ινδία η οποία προσδοκάται να σταθεροποιήσει την ετήσια αύξηση σε εγκατεστημένη ισχύ στα 2 GW ετησίως. Επίσης όλες οι ενδείξεις συντείνουν στο γεγονός πως μέσα στην επόμενη πενταετία αναμένεται οι εγχώριες κατασκευαστικές εταιρείες να κατακλύσουν και τις περισσότερες εκ των υπολοίπων ασιατικές χώρες, όπως την Ιαπωνία, το Ταϊβάν, την Νότια Κορέα και τις Φιλιππίνες.

CUMULATIVE MARKET FORECAST BY REGION 2009-2013



**Πίνακας 1-10 Πρόβλεψη συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά ήπειρο την περίοδο 2009-2014**

Στην Βόρεια Αμερική η ανάπτυξη που αναμένεται να συντελεστεί στον τομέα της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, προβλέπεται να μην είναι ανάλογη όχι μόνο της Ασίας αλλά και αυτής που θα περίμενε κάποιος πως θα σημείωνε η ήπειρος τα προηγούμενα χρόνια, καθώς το ασταθές οικονομικό περιβάλλον το οποίο επικρατεί αναμένεται να έχει άμεσο αντίκτυπο και στην αγορά των ΑΠΕ. Κάτι τέτοιο εκτιμάται γιατί η μείωση που είναι αναπόφευκτο να σημειωθεί στην παγκόσμια ζήτηση είναι λογικό να επηρεάσει σημαντικά και να αποτρέψει πολλούς επιχειρηματίες από το να εμπλακούν σε οικονομικά δυσβάσταχτα επενδυτικά προγράμματα και να αναλάβουν την ευθύνη δημιουργίας και εγκατάστασης μεγάλων σταθμών παραγωγής με μεγάλο κόστος. Παρόλα αυτά από το 2011 υπάρχει διάχυτη η αισιοδοξία πως η αγορά θα αρχίσει να ανακάμπτει και μέχρι το 2014 η αγορά της Βορείου Αμερικής προβλέπεται να παρουσιάζει σε ετήσια βάση αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος προερχόμενη από αιολική ενέργεια της τάξης των 16,5 GW, ανεβάζοντας την συνολική εγκατεστημένη ισχύ στα 101, 5 GW. Την επόμενη πενταετία αναμένεται σε 'ΗΠΑ και Καναδά να προστεθούν επιπλέον 63 GW, ποσότητα που κρίνεται κάτι παραπάνω από ικανοποιητική.

Για την Ευρώπη οι προβλέψεις των ειδικών αναφέρουν πως μέχρι το τέλος του 2014 η εγκατεστημένη ισχύς αναμένεται να φτάσει τα 136, 5 GW, κάτι που σημαίνει πως θα υποσκελιστεί από τα 148, 8 GW της επελαύνουσας Ασίας. Μέχρι το 2014 η ετήσια εγκατάσταση αιολικής ισχύος αναμένεται να φτάσει τα 14, 5 GW κάτι που σημαίνει πως στο τέλος της πενταετίας συνολικά θα έχουν εγκατασταθεί 60 GW νέας ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική κρίση, οι ειδικοί προβλέπουν πως σημαντικό ρόλο στην αγορά αιολικής ενέργειας αναμένεται να διαδραματίσουν οι διάφορες υπεράκτιες offshore εταιρείες και ενδεικτική είναι η πρόβλεψη πως μέχρι το 2014 ένα ποσοστό της τάξης του 18 % που μεταφράζεται σε 27 GW εγκατεστημένης ισχύος αναμένεται ότι θα προέλθει από επενδύσεις προερχόμενες από offshore εταιρείες. Την πρωτοκαθεδρία στην Ευρωπαϊκή Ένωση σύμφωνα με

όλες τις ενδείξεις θα συνεχίσει να την έχει η Γερμανία με την Ισπανία να ακολουθεί, ενώ και άλλες χώρες όπως η Γαλλία, η Πορτογαλία, η Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο αναμένεται να συμβάλλουν και αυτές σημαντικά στην εξάπλωση αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Ταυτόχρονα στις προβλέψεις της πενταετίας διακρίνονται ενθαρρυντικά σημάδια και από άλλα κράτη που αποτελούν νέα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως η Πολωνία καθώς και κάποιες υπό ένταξη όπως η Τουρκία.

Η Λατινική Αμερική προβλέπεται να σημειώσει πολύ μεγαλύτερη πρόοδο στον τομέα από ότι αρχικά προβλεπόταν. Οι δυνατότητες εξέλιξης και η δυναμική κρατών όπως η Βραζιλία, το Μεξικό και η Χιλή, καθώς και τα επενδυτικά προγράμματα που βρίσκονται σε εξέλιξη, οδηγούν τους ειδικούς στην εκτίμηση πως μέχρι το τέλος του 2014 συνολικά 10,7 GW θα εγκατασταθούν, 9,5 GW περισσότερα από ότι το 2009. Ωστόσο οι δυνατότητες των περισσότερων κρατών της Λατινικής Αμερικής παραμένουν ακόμα ανεκμετάλλευτες με αποτέλεσμα η ήπειρος να μην μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στο μέγιστο βαθμό που θα μπορούσε. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ασυνέπεια των διαφόρων κυβερνήσεων που παρεκκλίνουν κατά πολύ από τις δεσμεύσεις τις οποίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα λαμβάνουν. Εν τούτοις η πρόοδος που συντελείται στην Βραζιλία κατά κύριο λόγο και στο Μεξικό κατά δεύτερο προσδίδουν μια νότα αισιοδοξίας και κυρίως μια ελπίδα ότι τα υπόλοιπα κράτη μπορεί να παραδειγματιστούν και να αφυπνιστούν, με αποτέλεσμα οι προσδοκίες για την επόμενη πενταετία να ξεπεραστούν.

Στην περίπτωση της Ωκεανίας τόσο η Αυστραλία όσο και η Νέα Ζηλανδία προβλέπεται να συνεχίσουν σταθερά την ολοένα και σε μεγαλύτερο βαθμό στροφή τους προς τις ΑΠΕ και ειδικότερα την αιολική ενέργεια. Έτσι για την συγκεκριμένη ήπειρο αναμένεται αύξηση σε ετήσια βάση της εγκατεστημένης ισχύος κατά 1 GW μέχρι το 2014 από 600 MW που ήταν το 2009. Αυτό συνεπάγεται ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα φτάσει μέχρι το τέλος της εξεταζόμενης πενταετίας τα 6,4 GW. Τόσο η Αυστραλία όσο και η Ωκεανία έχουν πολύ μεγάλο αιολικό δυναμικό, ωστόσο η αξιοποίηση του δεν είναι η ανάλογη, αφού παρατηρείται μια σχετική πολιτική αδράνεια, η οποία αν δεν υπήρχε θα οδηγούσε σε ακόμα πιο άμεσα και θεαματικά αποτελέσματα. Ωστόσο και ειδικά για την περίπτωση της Αυστραλίας, οι ενδείξεις όσον αφορά τα ανταντακλαστικά της πολιτικής ηγεσίας είναι αρκετά ενθαρρυντικές κάτι που κάνει τους ειδικούς ιδιαίτερα αισιόδοξους και τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τυχόν ευχάριστη έκπληξη που μπορεί να ανατρέψει τα προγνωστικά της πενταετίας είναι εφικτή.

Τέλος όσον αφορά στην Αφρική και την Μέση Ανατολή, όλες οι γνώμες συγκλίνουν στην διαπίστωση πως θα συνεχίσουν να είναι οι «μικροί παίκτες» στον τομέα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Η ετήσια εγκατεστημένη ισχύς αναμένεται να φτάσει τα 900 MW μέχρι το 2014 κάτι που θα έχει σαν αποτέλεσμα η αθροιστική ισχύς από αιολική ενέργεια να ανέλθει στα 5, 1 GW. Ωστόσο συγκεκριμένα μεγαλεπίβολα σχέδια για την Νότιο Αφρική και διάφορα προγράμματα αναβάθμισης και εκσυγχρονισμού που προβλέπεται να λάβουν χώρα σε κράτη όπως την Κένυα, την Τανζανία και την Αιθιοπία, οδηγούν τους αναλυτές στο συμπέρασμα πως το μέλλον φαντάζει ιδιαίτερα ελπιδοφόρο και για την Αφρική.

Ειδικότερα για την Ευρώπη οι μακροπρόθεσμοι στόχοι, σύμφωνα με την EWEA είναι η εγκατάσταση 230 GW αιολικής ισχύος μέχρι το 2020 (24, 8 GW ετησίως) και 400 GW μέχρι το 2030. Παράλληλα η προσδοκία της EWEA είναι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αιολικά πάρκα να αντιπροσωπεύει το 24% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2020 και το 38% μέχρι το 2030.



Επιπρόσθετα μέχρι το τέλος του 2020 αναμένεται μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 333 Mt ετησίως η οποία μέχρι το 2030 προσδοκείται να αυξηθεί σε 600 Mt, ενώ το αντίστοιχο ετήσιο οικονομικό όφελος είναι 8,3 δις ευρώ έως το 2020 και 15 δις το 2030. Τέλος μέχρι το πέρας του 2020 υπολογίζεται να παραχθούν 582 TWh ηλεκτρικής ενέργειας ενώ το αντίστοιχο νούμερο στο τέλος του 2030 είναι 1155 TWh.

Όσον αφορά στον ελλαδικό χώρο, η σπουδαιότητα και η ιδιομορφία της περιοχής λόγω των ισχυρών ανέμων που πνέουν στα νησιά σε συνδυασμό με τους στόχους που έχουν θέσει η ΕΕ και η EWEA, αναμένεται να παρακάμψουν τις όποιες ανησυχίες προκαλούν οι καθυστερήσεις στην υλοποίηση των έργων και έτσι να προσελκύσει πολλούς επενδυτές με στόχο την ακόμα μεγαλύτερη εξάπλωση της χρήσης της αιολικής ενέργειας. Έτσι σύμφωνα με την EWEA η οποία εφαρμόζει 2 σενάρια, ένα αισιόδοξο και ένα απαισιόδοξο, αναμένεται σημαντική αύξηση της χρήσης της αιολικής ενέργειας στη χώρα μας, η οποία συμβαδίζει με αυτή που σημειώνεται στις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ. Συγκεκριμένα με βάση το απαισιόδοξο σενάριο προβλέπεται αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς από 1087 MW που ήταν στο τέλος του 2009 σε 6500 το 2020 με ετήσια μέση νέα εγκατεστημένη ισχύ 460 MW, ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα από 1,700 TWh που ήταν το 2008 αναμένεται να ανέλθει σε 17,5 το 2020, νούμερο που θα αντιστοιχεί στο 21,8% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (το αντίστοιχο το 2008 είναι 3,4 %. Αντίθετα στο αισιόδοξο σενάριο η εγκατεστημένη ισχύς το 2020 αναμένεται να είναι 8500 MW με μέση ετήσια νέα εγκατεστημένη ισχύ 626 MW, ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπεται στο τέλος του 2020 να αγγίζει τις 23,1 TWh που αντιστοιχεί σε 28,8 % της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, η συνεχής αύξηση της ισχύος των ανεμογεννητριών, καθώς και η συνεχής βελτίωση τους αναμένεται να συμβάλλει ακόμα περισσότερο στην διευκόλυνση παραγωγής αιολικής ενέργειας και στην περαιτέρω διεύρυνση της στην ελληνική αγορά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2. 1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Το αιολικό δυναμικό είναι μια από τις σημαντικότερες προϋποθέσεις για την λειτουργία των ανεμογεννητριών. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες για την δημιουργία των ανέμων, οι οποίες όμως διέπονται από μια βασική αρχή: όταν μια αέρια μάζα θερμανθεί, εκτονώνεται, γίνεται ελαφρύτερη και κινείται προς τα πάνω (αφού ο θερμός αέρας έχει μικρότερη πυκνότητα από τον ψυχρό).<sup>5</sup>

Τελικά η δημιουργία των ανέμων είναι αποτέλεσμα ορισμένων διεργασιών που γίνονται στη φύση. Σύμφωνα με τη θεωρία της «κατακόρυφης μεταφοράς» ένα στρώμα αέρα που θα έρθει σε επαφή με τη γήινη επιφάνεια θα θερμανθεί και θα ανέλθει, ενώ τη θέση του θα καλύψει ένα ψυχρότερο στρώμα αέρα που και αυτό με τη σειρά του θα θερμανθεί και θα ανέλθει. Μια δεύτερη συνιστώσα αποτελεί η κίνηση της γης. Ο άνεμος θερμαίνεται γρηγορότερα στον ισημερινό με αποτέλεσμα να ανυψώνεται και να κινείται βόρεια και νότια. Τέλος υπάρχουν και οι άνεμοι που δημιουργούνται από τοπικούς παράγοντες (θάλασσα-ξηρά), (βουνά – κοιλάδες).

Επίσης σημαντικό ρόλο στη δημιουργία αλλά και την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού διαδραματίζει και το οριακό ατμοσφαιρικό στρώμα. Συγκεκριμένα στο κατώτατο τμήμα της ατμόσφαιρας δημιουργείται ένα στρώμα αέρα, το ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα, μέσα στο οποίο η σχετική ταχύτητα μεταβάλλεται από μηδέν πάνω στην επιφάνεια της γης μέχρι μεγαλύτερες τιμές. Τα χαρακτηριστικά του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος εξαρτώνται από τις ιδιομορφίες της επιφάνειας της γης αλλά και από την κατάσταση της ατμόσφαιρας.

Για τον υπολογισμό της διανομής της ταχύτητας μέσα στο επιφανειακό στρώμα χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις

$$U(z) = \frac{U}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{λογαριθμικός νόμος}$$

$$U(z) = U(z_0) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^a \quad \text{εκθετικός νόμος}$$

Όπου

- $U(z)$  η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος  $z$
- $U$  η ταχύτητα τριβής
- $a$  ο εκθέτης του εκθετικού νόμου
- $k$  η σταθερά von Karman ( $k=0,3$ )
- $z_0$  η παράμετρος ταχύτητας

Ειδικότερα ο εκθέτης  $a$  αποτελεί μια πειραματική σταθερά και ουσιαστικά αντιπροσωπεύει μια ένδειξη της μορφολογίας της επιφάνειας του εδάφους.

## 2.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Οι ανεμογεννήτριες κάνουν χρήση των δυνάμεων που αναπτύσσονται στις αεροτομές των πτερυγίων για να πετύχουν την πολυπόθητη παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τον άνεμο. Οι δυνάμεις αυτές είναι η αντίσταση και η άνωση. Αντίσταση είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα αντικείμενο από την ροή του αέρα και έχει την κατεύθυνση της ροής. Αντίθετα η άνωση-η οποία είναι και η κινητήρια δύναμη των ανεμογεννητριών-είναι η δύναμη που ασκείται από τον άνεμο στο αντικείμενο και έχει κατεύθυνση κάθετη στη ροή του ανέμου. Η άνωση είναι μικρή για μηδενική γωνία πρόσπτωσης και αυξάνεται για μικρές γωνίες πρόσπτωσης οι οποίες καθορίζονται από τις αεροτομές. <sup>6</sup>

Η παραγωγή ισχύος μιας ανεμογεννήτριας μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, ενώ κάθε μηχανή χαρακτηρίζεται από την καμπύλη ισχύος της, η οποία εξαρτάται από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και το σχεδιασμό της. Η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την ταχύτητα έναρξης της ανεμογεννήτριας, από την οποία αρχίζει να παράγει ισχύ, την ταχύτητα διακοπής όπου η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας προκειμένου να προστατευτεί από πολύ ισχυρούς ανέμους, καθώς και την ονομαστική ταχύτητα, που είναι η μικρότερη ταχύτητα στην οποία η μηχανή παράγει την ονομαστική της ισχύ.

Η παραγόμενη ενέργεια μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την καμπύλη ισχύος της μηχανής και από τον άνεμο στην περιοχή. Μερικοί ακόμη παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο είναι η διαθεσιμότητα της μηχανής, οι απώλειες μεταφοράς και ο βαθμός απόδοσης του αιολικού πάρκου.

## 2. 3 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Τα συστήματα αιολικής ενέργειας μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα :

- i. με τον τρόπο περιστροφής του άξονα της ανεμογεννήτριας
- ii. με την κατεύθυνση του δρομέα
- iii. με τον αριθμό των πτερυγίων

### 2. 3. 1 Ανάλογα με τον τρόπο περιστροφής του άξονα της ανεμογεννήτριας

Υπάρχουν 2 τύποι ανεμογεννητριών: Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα.

Η συντριπτική πλειοψηφία των ανεμογεννητριών ανήκει στον πρώτο τύπο και αποτελούνται από δύο ή 3 πτερύγια. Κύρια μέρη των ανεμογεννητριών αυτών είναι ο δρομέας, το σύστημα αύξησης των τροχών(κιβώτιο ταχυτήτων), το σύστημα πέδησης, τα έδρανα του άξονα και οι ελαστικοί σύνδεσμοι, η ηλεκτρική γεννήτρια, το σύστημα προσανατολισμού, ο πύργος στήριξης και τα θεμέλια. Όλες οι ανεμογεννήτριες που υπάρχουν αυτήν την στιγμή στο εμπόριο προς διάθεση και που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο βασίζονται σε έναν δρομέα σαν προπέλα που στηρίζεται πάνω σε έναν οριζόντιο άξονα. Ο σκοπός του άξονα είναι να μετατρέψει τη γραμμική κίνηση του ανέμου σε περιστροφική έτσι ώστε να είναι πολύ πιο εύκολο να χρησιμοποιηθεί για να κινήσει μια γεννήτρια ώστε αυτή να παράξει ηλεκτρική ενέργεια.

Όσον αφορά στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, αυτές μοιάζουν με υδραυλικούς τροχούς. Η μόνη ανεμογεννήτρια τέτοιου τύπου η οποία έχει κατασκευαστεί και κυκλοφορεί στο εμπόριο προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η μηχανή του Darrieus, η οποία ονομάστηκε έτσι από τον Γάλλο κατασκευαστή της που έφερε το ίδιο όνομα.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της είναι ότι

- Το κιβώτιο ταχυτήτων και η γεννήτρια μπορούν να τοποθετηθούν στο έδαφος , με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται ένας πύργος για τη μηχανή.
- Δεν χρειάζεται μηχανισμός παρεκκλίσεων για να γυρίσει το στρόφιο στην κατεύθυνση του ανέμου.

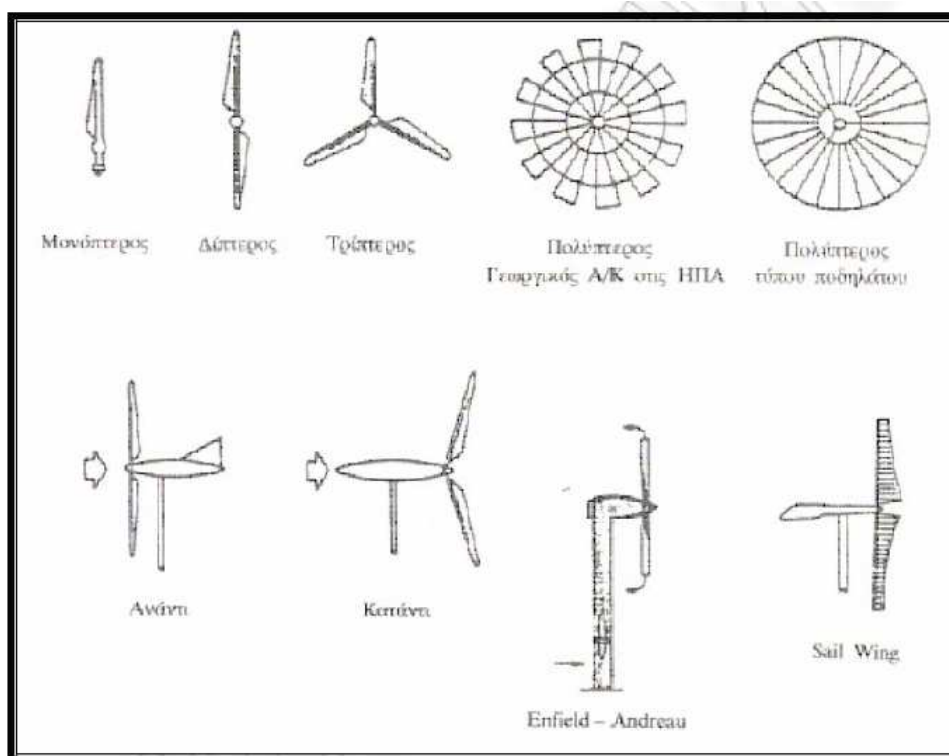
Τα μειονεκτήματα όμως αυτού του τύπου, που το καθιστούν δεύτερη επιλογή σε σχέση με τον πρώτο τύπο είναι τα εξής

- Οι ταχύτητες του ανέμου είναι πολύ χαμηλές κοντά στο έδαφος. Έτσι παρά το γεγονός πως δεν χρειάζεται πύργος για τη μηχανή, οι ταχύτητες του ανέμου θα είναι πολύ μικρές στο χαμηλότερο δρομέα της μηχανής.
- Η γενική αποδοτικότητα δεν ξεπερνά αυτή των μηχανών οριζόντιου άξονα.
- Η μηχανή μπορεί να χρειαστεί βαριά καλώδια για να κρατηθεί εύκολα, κάτι που κάθε άλλο παρά πρακτικό είναι για ένα πυκνό σχετικά αιολικό πάρκο.
- Εάν απαιτηθεί αντικατάσταση του κύριου ρουλεμάν , τότε χρειάζεται αφαίρεση του και για τους 2 τύπους μηχανών, με την διαφορά όμως ότι στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου τύπου πρέπει να λυθεί ολόκληρη η μηχανή.

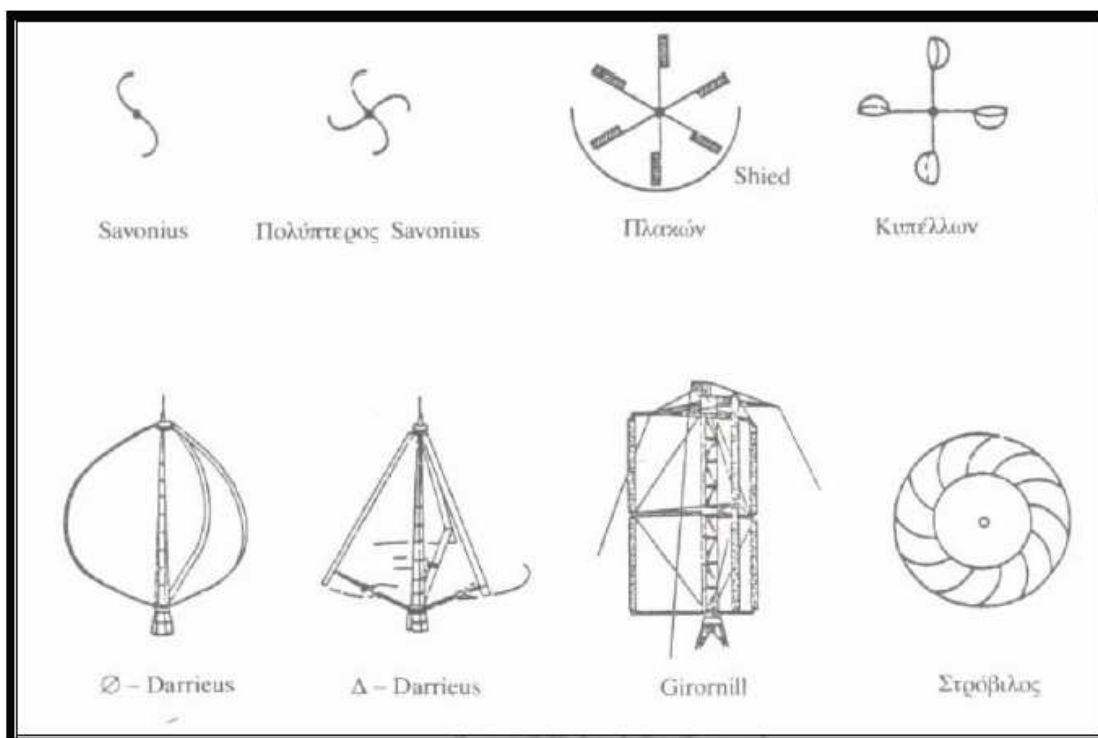
Όλα τα παραπάνω καθιστούν σχεδόν μονόδρομο την χρήση ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα, ενώ οι κατακόρυφου άξονα μηχανές χρησιμοποιούνται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς, ώστε να ευρεθεί στο μέλλον μια πιο αποδοτική μηχανή.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότεροι τύποι ανεμοκινητήρων οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα.

### Τύποι ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα



### Τύποι ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα



### 2. 3. 2 Ανάλογα με την κατεύθυνση του δρομέα

Και εδώ υπάρχουν 2 τύποι:

- i. Στον πρώτο τύπο ανήκουν οι μηχανές των οποίων ο δρομέας κοιτάει προς την κατεύθυνση του ανέμου και
- ii. στον δεύτερο τύπο οι μηχανές όπου ο δρομέας κοιτά αντίθετα προς την κατεύθυνση του ανέμου.

Το κύριο πλεονέκτημα του πρώτου τύπου είναι ότι αποφεύγεται η ελάττωση της κινητικής ενέργειας του ανέμου όταν αυτός περνά από την άτρακτο. Η πλειοψηφία των μηχανών που έχουν κατασκευαστεί είναι τέτοιου τύπου.

Στο δεύτερο τύπο, ο δρομέας βρίσκεται στην πίσω πλευρά της άτρακτου. Ένα θεωρητικό πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς μηχανισμό παρεκκλίσεων, κάτι όμως που για τις μεγάλες ανεμογεννήτριες καθίσταται αμφισβητήσιμο. Το κύριο πρακτικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου όμως είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν πολύ ελαφρύτερες σε σχέση με τον πρώτο τύπο κάτι που έχει ανάλογη επίπτωση και στην τιμή.

Στα μειονεκτήματα τώρα συγκαταλέγεται το γεγονός ότι απαιτείται η χρήση μεγάλων καλωδίων για να οδηγηθεί το ρεύμα μακριά από τη μηχανή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι φυσικό επόμενο τα καλώδια αυτά να μπλεχτούν όταν η μηχανή παρεκκλίνει της πορείας παθητικά στην ίδια κατεύθυνση, αφού δεν υπάρχει μηχανισμός παρέκκλισης να την κατευθύνει. Όμως το κυριότερο μειονέκτημα τους είναι ότι η διακύμανση στην αιολική ενέργεια λόγω της θέσης του δρομέα που περνά μέσα από τους στρόβιλους που δημιουργούνται μέσα στην άτρακτο προκαλεί περισσότερη κόπωση στη μηχανή, κάτι που μειώνει σημαντικά το χρόνο ζωής τους και αυξάνει τα έξοδα συντήρησης.

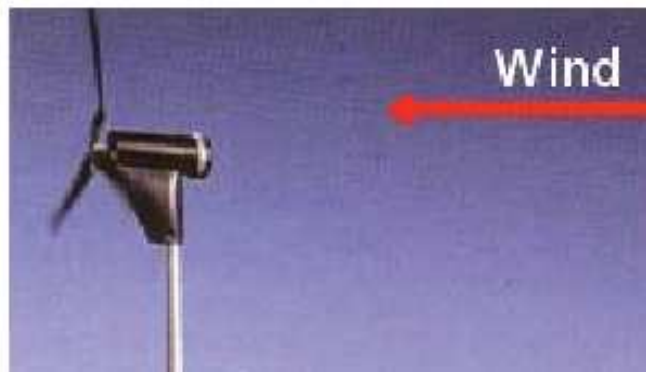
Εξαιτίας του ότι οι μηχανές του πρώτου τύπου δεν έχουν τελειοποιηθεί ακόμα, προτιμούνται οι μηχανές όπου ο δρομέας κοιτά προς την κατεύθυνση του ανέμου.

Αξιοσημείωτη είναι όμως και η εξέλιξη της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών. Μπορεί κάποιος εύκολα να παρατηρήσει ότι με την πάροδο του χρόνου κατασκευάζονται συνεχώς ανεμογεννήτριες μεγαλύτερης ισχύος με ακόμα μεγαλύτερη απόδοση και καλύτερα χαρακτηριστικά.

Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι 2 προαναφερθέντες τύποι ανεμογεννητριών.



**Ανεμογεννήτρια με τον δρομέα προς την κατεύθυνση του ανέμου**



**Ανεμογεννήτρια με τον δρομέα αντίθετα προς την κατεύθυνση του ανέμου**

### **2. 3. 3 Ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων**

Οι περισσότεροι κατασκευαστές δείχνουν σαφή προτίμηση προς τις ανεμογεννήτριες με μονό αριθμό λεπίδων, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα της μηχανής. Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο πλήττεται η σταθερότητα της μηχανής είναι ότι την στιγμή που κάμπτεται προς τα πίσω η ανώτατη λεπίδα λόγω της πίεσης που δέχεται από τον αέρα, συγχρόνως οι λεπίδες που βρίσκονται από την κάτω πλευρά δέχονται μικρή δύναμη από τον αέρα, επομένως μια από τις 2 πλευρές θα πιέζεται περισσότερο.

Η συντριπτική πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών αποτελούνται από 3 λεπίδες και με τον δρομέα να έχει κατεύθυνση ταυτόσημη με αυτή του ανέμου. Παράλληλα χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μηχανές στο μηχανισμό παρεκκλίσεων τους. Το συγκεκριμένο μάλιστα σχέδιο μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα πως τείνει να γίνει πρότυπο σε σχέση με τις υπόλοιπες μηχανές που είτε αξιολογούνται είτε είναι προς σχεδιασμό.

Τα σχέδια ανεμογεννητριών με 2 λεπίδες έχουν το πλεονέκτημα ότι έχουν χαμηλότερο κόστος και ζυγίζουν λιγότερο καθώς έχουν μια λεπίδα λιγότερη από τις ανεμογεννήτριες με μονό αριθμό λεπίδων. Ωστόσο το γεγονός ότι προκειμένου να παράξουν την ίδια ποσότητα ενέργειας με μια αντίστοιχη μηχανή μονού αριθμού λεπίδων απαιτείται να έχουν μεγαλύτερη περιστροφική ταχύτητα, αποτελεί ένα επιπρόσθετο μειονέκτημα πέρα από αυτή της μεγαλύτερης αστάθειας τους.

Πρέπει να τονιστεί ότι πέραν των διλεπίπεδων και τριλεπίπεδων ανεμογεννητριών, στην αγορά υπάρχουν και μηχανές με μια μόνο λεπίδα. Οι συγκεκριμένες μηχανές ωστόσο δεν είναι πολύ διαδεδομένες καθώς παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές ίδιας φύσης προβλήματα με τις μηχανές με ζυγό αριθμό λεπίδων και πιθανότατα ακόμα μεγαλύτερα. Συγκεκριμένα και σε αυτήν την περίπτωση ο δρομέας πρέπει να αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τις υπόλοιπες, ενώ ο θόρυβος και η οπτική όχληση αποτελούν μερικά ακόμα αρνητικά σημεία. Πέραν όμως όλων αυτών ένα σημαντικό μειονέκτημα τους είναι ότι προκειμένου να διασφαλιστεί η ισορροπία της μηχανής κρίνεται απαραίτητη η τοποθέτηση ενός αντίβαρου στην άλλη πλευρά της βάσης του στροφείου. Έτσι με αυτόν τον τρόπο χάνεται και το πλεονέκτημα του βάρους το οποίο εκ πρώτης άποψης θα είχαν οι ανεμογεννήτριες με μια λεπίδα έναντι των υπολοίπων. Το μοναδικό τους μειονέκτημα είναι ότι έχουν σαφώς μικρότερο κόστος έναντι των άλλων ανεμογεννητριών.

Από όλα τα παραπάνω γίνονται αντιληπτοί οι λόγοι για τους οποίους οι ανεμογεννήτριες των 3 λεπίδων προτιμούνται από τους διάφορους κατασκευαστές περισσότερο από τις αντίστοιχες με μια, η με 2 λεπίδες.

Ακολουθούν απεικονίσεις των ανεμογεννητριών με δύο και με μία λεπίδα.

#### **‘Αποψη ανεμογεννήτριας με 2 λεπίδες**



Η ολοένα και μεγαλύτερη στροφή που παρατηρείται στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα με το πέρασμα του χρόνου να εξελίσσεται ανάλογα και η τεχνολογία κατασκευής των ανεμογεννητριών. Έτσι σημαντικό και ενθαρρυντικό για το μέλλον στοιχείο είναι ότι διαρκώς και σε σταθερή βάση



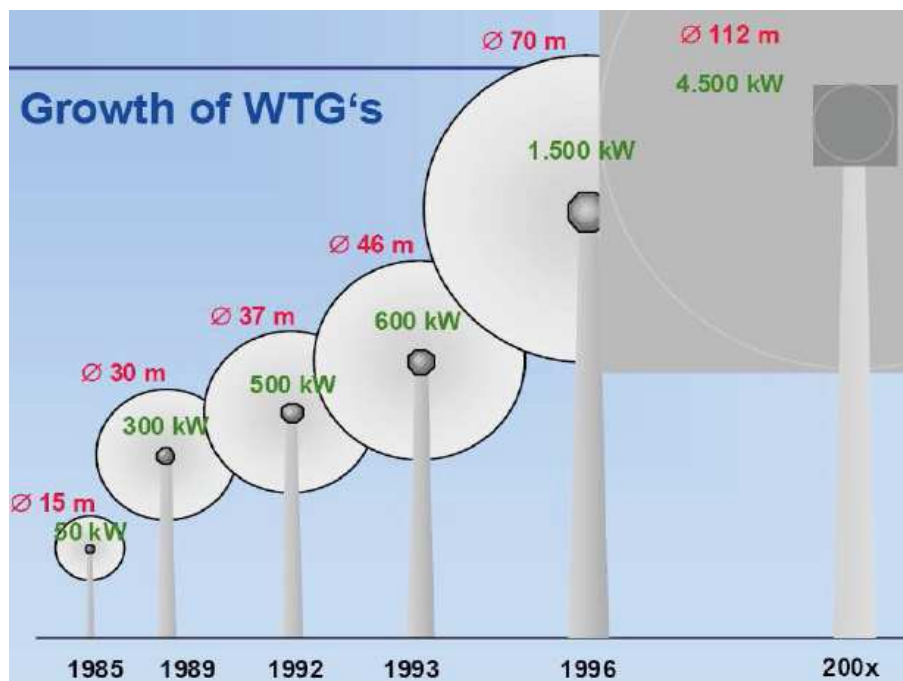
κατασκευάζονται ανεμογεννήτριες με όλο και μεγαλύτερη ισχύ, με διαρκώς πιο βελτιωμένα χαρακτηριστικά και με συνεχώς αυξανόμενη απόδοση.

#### ‘Αποψη ανεμογεννήτριας με μία λεπίδα



Στο ακόλουθο γράφημα καταγράφεται η ενδεικτική εξέλιξη της ισχύος των ανεμογεννητριών συναρτήσει του χρόνου τουλάχιστον μέχρι το έτος 2005.

#### Εξέλιξη της ισχύος των ανεμογεννητριών συναρτήσει του χρόνου



Από το γράφημα γίνεται αντιληπτό πως με την πάροδο των ετών παρουσιάζεται όλο και μεγαλύτερη αυξητική τάση όσον αφορά στην ισχύ των ανεμογεννητριών. Παράλληλα μπορούμε να παρατηρήσουμε πως αύξηση της ισχύος των ανεμογεννητριών συνεπάγεται ανάλογη αύξηση του ύψους και του όγκου τους.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΑΔΕΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ**

### **3. 1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

Η ραγδαία εξάπλωση κάθε μορφής ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα της αιολικής ενέργειας επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την νομοθεσία της εκάστοτε περιόδου. Για το λόγο αυτό η νομοθεσία σχετικά με τις ΑΠΕ μεταβάλλεται αρκετά συχνά ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε χρονικής περιόδου με κυριότερο στόχο της να αποτελεί η προώθηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας, η οποία όμως να συμβαδίζει πάντα με μια βιώσιμη ανάπτυξη.<sup>7</sup>

Έτσι η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Πράσινη Βίβλο έθεσε σαν πρώτο και βασικό μέλημα της το να ωθήσει τα κράτη μέλη προς την απεξάρτηση τους από τις συμβατικές μορφές ενέργειας οι οποίες μόνο ρυπογόνες συνέπειες μπορεί να έχουν και να τα στρέψει προς τις ΑΠΕ. Με την προώθηση και την χρήση των ΑΠΕ είναι εφικτό να προστατευθεί το περιβάλλον από τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, το ποσοστό των οποίων αυξανόταν συνεχώς λόγω της χρήσης εξωτερικών παραγόντων ενέργειας, όπως του φυσικού αερίου και του πετρελαίου.

Παράλληλα η ανάπτυξη των ΑΠΕ έχει αν μη τι άλλο θετική επίδραση και στην απασχόληση, καθώς θα προκύψουν νέες θέσεις εργασίας, ενώ ταυτόχρονα θα παρουσιαστεί η ευκαιρία σε πολλές υποβαθμισμένες περιοχές να αναπτυχθούν.

Επιπρόσθετα οι επιχειρήσεις που θα υποστηρίζουν τις ΑΠΕ, θα μπορέσουν να επεκταθούν κατορθώνοντας με αυτόν τον τρόπο να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες και άλλων περιοχών, πετυχαίνοντας έτσι όχι μόνο την αύξηση των κερδών τους αλλά και την δικαίωση της πολιτικής της ευρωπαϊκής ένωσης για μια οικονομία που θα στηρίζεται στην πράσινη ανάπτυξη.

Οι στόχοι που έθετε η Πράσινη Βίβλος ήταν οι εξής :

- Ο διπλασιασμός του ποσοστού χρήσεως των ΑΠΕ στο ενεργειακό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο 12 % με χρονικό ορίζοντα ως το 2020
- Η ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών – μελών με στόχο την επέκταση και διάδοση των ΑΠΕ
- Η ενδυνάμωση των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την εξάπλωση των ΑΠΕ, που ενδιαφέρει και ως οικονομικό μέγεθος.
- Η παρακολούθηση της προόδου που σημειώνεται όσον αφορά τις προτεραιότητες και τους στόχους που θέτει η Πράσινη Βίβλος σχετικά με την συστηματικότερη χρήση των ΑΠΕ.

Στην συνέχεια ύστερα από σωρεία διαβουλεύσεων εντός της Ε. Ε. ακολούθησε η Λευκή Βίβλος για μια κοινοτική στρατηγική και ένα σχέδιο δράσης που προέβλεπε μια κοινοτική στρατηγική για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ μέσω συγκεκριμένων προγραμμάτων όπως το JOULE-THERMIE, το INCO, το FAIR και των ALTENER I και ALTENER II. Οι τρεις κυριότεροι στόχοι της ευρύτερης

ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η επίτευξη της αυξημένης ανταγωνιστικότητας για την Ε. Ε. σε παγκόσμιο επίπεδο, η ασφάλεια της παροχής ενέργειας καθώς και η όσο το δυνατόν καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος. Μάλιστα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων η Λευκή Βίβλος προτείνει και ένα σχέδιο δράσης, κυριότερο συστατικό του οποίου είναι η απαραίτητη συνεργασία μέσω συντονισμένων ενεργειών από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς.

Η διάρθρωση του περιλαμβάνει κάποια συγκεκριμένα μέτρα οικονομικής φύσεως όπως τα παρακάτω :

- Α)** Την δίκαιη πρόσβαση των ΑΠΕ στην αγορά ηλεκτρισμού, που είναι η κυριότερη ενεργειακή αγορά και που ως επί το πλείστον κατακλυζόταν από πηγές ενέργειας που κάθε άλλο παρά φιλικές ήταν προς το περιβάλλον.
- Β)** Την καθιέρωση μέτρων φορολογικής και οικονομικής φύσης, κάτι που μεταφράζεται σε φορολογικά και χρηματοδοτικά κίνητρα και ελαφρύνσεις που θα δοθούν προς τις εταιρείες προκειμένου να καταφύγουν προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις ανάγκες τους.
- Γ)** Την χρήση βιοενέργειας για τις μεταφορές , την θέρμανση και τον ηλεκτρισμό με κυριότερο παράδειγμα τα φυσικά έλαια. Το μεγάλο μειονέκτημα σε αυτή την περίπτωση είναι το υψηλό κόστος παραγωγής τους. Προκειμένου λοιπόν να αντιμετωπιστεί το μεγάλο έλλειμα που είναι φυσικό να προκύψει από την χρήση τους, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη μιας ανάλογης επιδότησης.
- Δ)** Την βελτίωση των κανονισμών δομήσεως όλων των οικημάτων αφού το μεγαλύτερο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας από τα νοικοκυριά γίνεται κατά την διάρκεια της κατασκευής τους αλλά και κατά την συντήρησή τους.

Πιο συγκεκριμένα για την αιολική ενέργεια ο στόχος που έχει τεθεί από την Λευκή Βίβλο είναι η εγκατεστημένη ισχύς να φτάσει μέχρι το 2011 τα 40 GB.

Προκειμένου η Λευκή Βίβλος να μην αποδειχθεί απλά ένα φιλόδοξο σχέδιο το οποίο τελικά θα παρεμείνει στα χαρτιά, απαιτείται ο συνεχής έλεγχος του όποιου προγραμματισμού και των κινήσεων που έχουν προαποφασιστεί. Ο μόνος τρόπος να επιτευχθεί κάτι τέτοιο είναι να ενταθεί η προσπάθεια σύνδεσης των παραπάνω πολιτικών και προγραμμάτων με την χρήση των ΑΠΕ, αλλά και η ενσωμάτωση της στρατηγικής και του σχεδίου δράσης για αυτές στο εσωτερικό των κρατών –μελών και η συνεχής συνεργασία μεταξύ αυτών και των διαφόρων κοινοτικών οργάνων.

Στην παραπάνω λογική ψηφίζονται οδηγίες σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες –μεταξύ αυτών και στην Ελλάδα. Χαρακτηριστική είναι η οδηγία 1001/77/EK η οποία θέτει σαν στόχο την αύξηση της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η δημιουργία στέρεας βάσης για ένα μελλοντικό ενιαίο κοινοτικό πλαίσιο στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή όλα τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για την προώθηση της αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σύμφωνα με τους ιδιαίτερους στόχους που έχουν θέσει κάθε ένα από αυτά. Έτσι ανά πενταετία τα κράτη μέλη δημοσιεύουν έκθεση μέσω της οποίας καθορίζουν τους εθνικούς στόχους μελλοντικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, προερχόμενη από ΑΠΕ, ως ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας για την επόμενη δεκαετία. Από το 2003 και ανά διετία τα κράτη μέλη ξεκίνησαν να δημοσιεύουν έκθεση η οποία περιλαμβάνει κάθε φορά μια αναλυτική εξέταση της επίτευξης των εθνικών στόχων, λαμβάνοντας πάντα υπόψην μεταξύ άλλων τους κλιματικούς παράγοντες που ενδέχεται να επηρεάσουν και να παρεκκλίνουν τους

εμπλεκόμενους από την επίτευξη αυτών των στόχων. Παράλληλα στην έκθεση αυτή τα κράτη μέλη διευκρινίζουν αν και σε ποιο βαθμό τα μέτρα αυτά συνάδουν με τις εθνικές δεσμεύσεις που έχουν λάβει για τις κλιματικές μεταβολές.

### 3. 2 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ

Προκειμένου η ενέργεια που θα προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές να φτάσει σε κάποια χρονική στιγμή στο σημείο να καταλαμβάνει το 20% του συνόλου του ενεργειακού μίγματος, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσβλέπει στο να εντείνει τις προσπάθειες της στους τομείς της ηλεκτροπαραγωγής, της θέρμανσης, της ψύξης καθώς και στον τομέα των βιοκαυσίμων. Στον τομέα των μεταφορών, που εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από το πετρέλαιο, βασικός στόχος είναι η αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στη συνολική κατανάλωση καυσίμων από 5, 75% μέχρι το 2010 σε 10% μέχρι το 2020.<sup>8</sup>

Στο χάρτη πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αξιολογείται το μερίδιο των πηγών αυτών στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και το κατά πόσον έχει επιτευχθεί κάποια πρόοδος στον τομέα αυτό. Ο χρονικός ορίζοντας ούτως ώστε το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ε. Ε. να φτάσει το 20% ορίζεται μέχρι το 2020.

Ο πίνακας που ακολουθεί καταγράφει το μερίδιο που είχαν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην αγορά το έτος 2005

<b>ΒΙΟΜΑΖΑ</b>	<b>66,1 %</b>
<b>ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>22,2 %</b>
<b>ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>5,5 %</b>
<b>ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>5,5 %</b>
<b>ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>0,7 %</b>

Το 1997 η ΕΕ όρισε σαν στόχο να φθάσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 12% της εσωτερικής ακαθάριστης ενεργειακής κατανάλωσης έως το 2010. Παρά τη σημαντική σημειωθείσα πρόοδο η Επιτροπή εκτιμά ότι υπάρχουν αρκετές σημαντικές δυσκολίες για την επίτευξη του παραπάνω στόχου.

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι :

- A)** Το υψηλό και σημαντικό κόστος των επενδύσεων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- B)** Διοικητικά προβλήματα που συνδέονται με τις διαδικασίες εγκατάστασης και με τον αποκεντρωμένο χαρακτήρα των περισσότερων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Γ)** Οι πολλές φορές αδιαφανείς και ίσως και μεροληπτικές διατάξεις για την πρόσβαση στο δίκτυο
- Δ)** Η πολλές φορές ελλιπής ενημέρωση των προμηθευτών, των πελατών και των εγκαταστατών

Σύμφωνα με την οδηγία 2001/77/ΕΚ, όλα τα κράτη μέλη θέσπισαν εθνικούς στόχους όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρισμού που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εάν αυτοί οι στόχοι επιτευχθούν τότε το 2010 θα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ποσοστό 21% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως παρά το γεγονός πως ορισμένα κράτη μέλη πλησιάζουν στην επίτευξη του στόχου αυτού, εντούτοις αποδεικνύεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των μελών έχει καθυστερήσει και ως εκ τούτου η προοπτική προσέγγισης του στόχου του 19% για την ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται από ΑΠΕ μέχρι το τέλος του 2010 να φαντάζει πολύ δύσκολη.

Πρόθεση της επιτροπής προκειμένου οι παραπάνω δυσκολίες να καμφθούν είναι να προτείνει μέτρα για τη βελτίωση της εσωτερικής αγοράς και την κατάργηση των φραγμών στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους τομείς του ηλεκτρισμού, της θέρμανσης και της ψύξης, μεταξύ άλλων της απλούστευσης των διοικητικών υποχρεώσεων, της βελτίωσης της διαφάνειας και της διάδοσης των πληροφοριών, καθώς και της προσαρμογής και της αύξησης του αριθμού των εγκαταστάσεων και των συστημάτων διασύνδεσης.

### **3. 3 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Όπως είναι λογικό το νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα είναι σαφώς επηρεασμένο από τις αποφάσεις και τις προτάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο Νόμος 2941 αναφέρεται στις διαδικασίες σχετικά με τις ΑΠΕ αντικαθιστώντας κάποιες διατάξεις του Ν 2244. Ο συγκεκριμένος νόμος καθορίζει τις περιοχές στις οποίες μπορεί να γίνει ή να μη γίνει η εγκατάσταση ΑΠΕ. Έτσι περιοχές κατάλληλες θεωρούνται γήπεδα ή χώροι των οποίων την αποκλειστική χρήση έχει αυτός που κάνει την αίτηση για την άδεια εγκατάστασης, καθώς και οι δασικές εκτάσεις, εφόσον βέβαια αυτές πληρούν κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις που θέτουν ορισμένα νομοθετικά πλαίσια. Όλες οι παλαιότερες άδειες εγκατάστασης δεν χρειάζονται ανανέωση, ενώ τα έργα σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ με το σύστημα ή το δίκτυο μπορεί να κατασκευάζονται από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο κάτοχο άδειας εγκατάστασης.<sup>9</sup>

Τον Μάιο του 2006 εκδίδεται ένα νέο νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο αναφέρεται στην Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) έργων ΑΠΕ. Για την διενέργεια Π.Π.Ε.Α. ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει αίτηση στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Ρ.Α.Ε. η οποία την διαβιβάζει στην Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (Ε.Υ.Π.Ε.) του ΥΠΕΧΩΔΕ. Στη συνέχεια εντός 30 ημερών από την παραλαβή του φακέλου οι αρμόδιοι φορείς υποχρεούνται να διαβιβάσουν την γνώμη τους στην Ε.Υ.Π.Ε. του ΥΠΕΧΩΔΕ. Για την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει αίτηση στην Διεύθυνση Σχεδιασμού και Ανάπτυξης (Δι.Σ.Α.) της τοπικής περιφέρειας η οποία και την διαβιβάζει στην Ε.Υ.Π.Ε. του ΥΠΕΧΩΔΕ. Το οικείο νομαρχιακό συμβούλιο στην συνέχεια διαβιβάζει το πόρισμα του, συνοδευόμενο από τα αποδεικτικά δημοσιοποίησης και τις κατατεθείσες γνώμες των διαφόρων φορέων. Η τελική απόφαση έγκρισης ή μη των περιβαλλοντικών εκδίδεται από τους υπουργούς Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Ανάπτυξης καθώς και κατά περίπτωση από τον Υπουργό Αγροτικής Ανάπτυξης ή τον Υπουργό Πολιτισμού. Η απόφαση η οποία θα ληφθεί ισχύει για μια περίοδο 10 ετών.

Σημαντικό νομοθετικό πλαίσιο αποτελεί και η διάταξη Ν. 3468 με την οποία ουσιαστικά μεταφέρεται στην Ελλάδα η οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά.

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ απαιτείται σχετική άδεια. Η άδεια αυτή παρέχεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από σχετική γνωμοδότηση της ΡΑΕ. Δεν είναι υποχρεωμένοι να λάβουν την παραπάνω άδεια πρόσωπα τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς οι οποίοι εγκαθίστανται σε ακίνητο ή όμορα ακίνητα τα οποία ανήκουν στην κατοχή των προσώπων αυτών εφόσον:

- η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από αιολικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των 20 kW
- εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται σε απομονωμένα μικροδίκτυα ή από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των 40 kW
- εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στα υπόλοιπα μη διασυνδεδεμένα νησιά και με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των 50 kW
- εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στο διασυνδεδεμένο σύστημα

Επίσης εξαιρούνται από τη σχετική άδεια σταθμοί με εγκατεστημένη ισχύ έως 5 MW που εγκαθίστανται από εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς φορείς του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα και σταθμοί που εγκαθίστανται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Κ.Α.Π.Ε. για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν για τη διενέργεια πιστοποιήσεων ή μετρήσεων.

Για την χορήγηση της άδειας παραγωγής, την τροποποίηση της ή την ανάκληση της υποβάλλεται αίτηση στην Ρ.Α.Ε. Η αίτηση αυτή συνοδεύεται από προκαταρκτική περιβαλλοντολογική εκτίμηση. Η Ρ.Α.Ε. τηρεί Ειδικό Μητρώο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ.

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ καθώς και κάθε έργο που μπορεί να σχετίζεται με την κατασκευή και την λειτουργία τους, συμπεριλαμβανομένων των έργων οδοποιίας πρόσβασης και των έργων σύνδεσης τους με το σύστημα ή το δίκτυο επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν:

- Σε γήπεδο ή σε χώρο του οποίου ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης του
- Σε δάση ή σε δασικές εκτάσεις εφόσον βέβαια έχει επιτραπεί η εκτέλεση έργων
- Σε παραλία ή και θάλασσα εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους

Για την εγκατάσταση ή την επέκταση του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ απαιτείται σχετική άδεια η οποία χορηγείται ύστερα από σχετική απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας εντός ή στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός. Η συγκεκριμένη άδεια ισχύει για 20 έτη και μπορεί να ανανεώνεται για ανάλογο χρονικό διάστημα κάθε φορά.

Η έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ισχύει για 10 έτη και μπορεί να ανανεώνεται μία ή περισσότερες φορές μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά. Στην αρμόδια υπηρεσία του υπουργείου ανάπτυξης τηρείται μητρώο αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στο οποίο καταχωρούνται όλες οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς και οι περιπτώσεις οι οποίες εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης ανάλογης άδειας.

Για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που συνδέονται με το σύστημα ή το δίκτυο, εκτός από το δίκτυο μη διασυνδεδεμένων περιοχών, εφόσον δεν τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του συστήματος ή του δικτύου, ο αρμόδιος διαχειριστής του συστήματος ή του δικτύου υποχρεούται κατά τη διανομή του φορτίου να δίνει προτεραιότητα σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ΑΠΕ.

Στα μη διασυνδεδεμένα νησιά ο αρμόδιος διαχειριστής αυτών υποχρεούται να απορροφά κατά προτεραιότητα την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ καθώς και από τις μονάδες ΑΠΕ υβριδικού σταθμού. Στην περίπτωση που συνδέεται στο σύστημα ή στο δίκτυο νέος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέσω υποσταθμού μέσης προς υψηλή τάση, που βρίσκεται εκτός του χώρου του σταθμού, ο κάτοχος της άδειας παραγωγής ενέργειας από τον συνδεδεμένο σταθμό έχει την δυνατότητα να κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης από τα όρια του σταθμού μέχρι τα όρια του συστήματος ή του δικτύου καθώς και να αποκτά την διαχείριση των έργων αυτών βασιζόμενος πάντα στα όσα αναφέρονται στους κώδικες διαχείρισης.

Για την ένταξη σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του δικτύου των μη διασυνδεδεμένων νησιών, ο διαχειριστής του συστήματος, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο σύστημα είτε απευθείας είτε μέσω δικτύου υποχρεούται να συνάψει σύμβαση πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής ενέργειας. Το ίδιο ισχύει και για τον διαχειριστή μη διασυνδεδεμένων νησιών. Η συγκεκριμένη σύμβαση ισχύει για μια δεκαετία και μπορεί να παρατείνεται για ακόμα 10 χρόνια με έγγραφη δήλωση του παραγωγού εφόσον βέβαια αυτή υποβάλλεται μέσα σε χρονικό διάστημα τριών τουλάχιστον μηνών πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται μετά από απόφαση του υπουργού ανάπτυξης και ύστερα από εισήγηση του αρμόδιου διαχειριστή και σύμφωνη γνώμη της ΡΑΕ.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από παραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ τιμολογείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με βάση την τιμή σε ευρώ ανά MWh της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το σύστημα ή το δίκτυο συμπεριλαμβανομένου και του δικτύου μη διασυνδεδεμένων νησιών.

Τα τιμολόγια της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονται από ΑΠΕ και ισχύουν την παρούσα χρονική περίοδο φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί

<b>Πίνακας 3-2 Τιμολογια ηλεκτρικής ενεργειας απο ΑΠΕ</b>		
<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ</b>	<b>ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Ε/MWh)</b>	<b>ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Ε/MWh)</b>
Αιολική Ενέργεια	80,14	91,74
Αιολική Ενέργεια από πάρκα στη θάλασσα	97,14	97,14
Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ως και 15 MW	80,14	91,74

Ηλεκτρική ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας πλην αυτής των φωτοβολταϊκών με εγκατεστημένη ισχύ έως και 5 MW	257,14	277,14
Ηλεκτρική ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας πλην αυτής των φωτοβολταϊκών με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 5 MW	237,14	257,14
Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και Βιοαέρια	80,14	91,74
Λοιπές ΑΠΕ	80,14	91,74
Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)	80,14	91,74

Από τον πίνακα εξάγεται το συμπέρασμα πως η παραγωγή ενέργειας που προέρχεται από μονάδες πλην των φωτοβολταϊκών με εγκατεστημένη ισχύ έως και 5 MW έχει την μεγαλύτερη τιμή πώλησης. Σε ότι αφορά στην παραγωγή ενέργειας από αιολικά πάρκα, η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας διαμορφώνεται στα 80,14 ευρώ ανά MWh για το διασυνδεδεμένο σύστημα και στα 91,74 ευρώ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά.



### 3. 4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΔΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ όπως προαναφέρθηκε εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από σύμφωνη γνώμη της ΡΑΕ.<sup>10</sup> Τα σημαντικότερα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη κατά την διαδικασία έγκρισης της άδειας είναι τα εξής:

- Η ασφάλεια του συστήματος και του δικτύου, των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού.
- Η ενεργειακή αποδοτικότητα όπως αυτή προκύπτει από αξιόπιστα δεδομένα του δυναμικού των ΑΠΕ
- Η ωριμότητα και η αξιοπιστία της εγκατάστασης όπως αυτή προκύπτει από τις άδειες ή εγκρίσεις υπηρεσιών που έχουν λάβει και μελέτες που έχουν εκπονηθεί
- Η εξασφάλιση ή η δυνατότητα μελλοντικής εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης που έχει επιλεγεί για την εγκατάσταση.
- Οι οικονομικές και χρηματοδοτικές δυνατότητες του ιδιώτη ή του φορέα που έχει υποβάλλει την αίτηση.
- Η περιβαντολλογική διάσταση του έργου, ιδίως ως προς την μη πρόδηλη αντίθεση του προτεινόμενου έργου προς την κατηγοριοποίηση που προβλέπεται στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά την έκδοση του.

Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός 45 ημερών από την συμπλήρωση του σχετικού φακέλου. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση στην οποία η ΡΑΕ ζητήσει περαιτέρω αξιόπιστα στοιχεία για το δυναμικό ΑΠΕ, οπότε το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την χορήγηση γνωμοδότησης μπορεί να είναι μεγαλύτερο. Μετά την χορήγηση γνωμοδότησης ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει την σχετική απόφαση εντός 30 ημερών.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Το νομικό ή φυσικό πρόσωπο στο οποίο χορηγείται
- Τη θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τον οποίο χορηγείται
- Τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ
- Τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή μορφή ΑΠΕ

Σε περίπτωση που μετά το πέρας 24 μηνών από την έκδοση άδειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, τότε παύει η ισχύς της μέχρι πρότινος εκδοθείσας άδειας παραγωγής. Σε κάθε άλλη περίπτωση η διάρκεια ισχύος της άδειας παραγωγής παρατείνεται για όση διάρκεια ισχύει η άδεια εγκατάστασης και εν συνεχεία η άδεια λειτουργίας, εκτός αν ανακληθεί νωρίτερα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της παραπάνω προθεσμίας δεν συνυπολογίζονται :

- Ο χρόνος δικαστικής αναστολής οποιασδήποτε από τις άδειες ή εγκρίσεις που απαιτούνται για την χορήγηση της άδειας εγκατάστασης.
- Ο χρόνος καθυστέρησης που οφείλεται σε υπέρβαση των προθεσμιών που καθορίζονται από τον ισχύοντα νόμο στις διοικητικές αρχές, για να γνωμοδοτήσουν ή να εκδώσουν κάθε είδους άδεια ή έγκριση.
- Η κάθε είδους καθυστέρηση για την οποία δεν είναι υπεύθυνος ο ενδιαφερόμενος.

Σε περίπτωση που μία από τις παραπάνω περιπτώσεις λάβει χώρα τότε, μετά από απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από τεκμηριωμένη γνώμη της ΡΑΕ, μπορεί να χορηγηθεί ανάλογη παράταση της διάρκειας ισχύος της άδειας παραγωγής. Για να λάβει χώρα τέτοιο γεγονός πρέπει ο ενδιαφερόμενος να υποβάλλει αίτηση πριν την εκπνοή της παραπάνω προθεσμίας των 24 μηνών. Σε τέτοια περίπτωση η ισχύουσα άδεια παραγωγής παραμένει ως έχει μέχρι να εκδοθεί η απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης η οποία θα εγκρίνει ή θα απορρίπτει την αίτηση.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ επιτρέπεται να τροποποιείται είτε επεκτεινόμενη σε περίπτωση αύξησης της μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος, είτε με οποιονδήποτε άλλο τρόπο αν αλλάξουν τα υπόλοιπα στοιχεία της. Η τροποποίηση της άδειας πλην της επέκτασης της, η μεταβίβαση της σε άλλο πρόσωπο ή η αλλαγή της μετοχικής σύνθεσης του προσώπου στο οποίο έχει χορηγηθεί δεν συνιστούν λόγο παράτασης της ισχύος της.

Στην περίπτωση σταθμών που συνδέονται στο σύστημα ή στο δίκτυο δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όταν λαμβάνει χώρα αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος μέχρι 10%. Παράλληλα δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας σε περίπτωση αλλαγής της εταιρικής μορφής του φορέα.

Η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ δεν απαλλάσσει τον κάτοχο της από την υποχρέωση να λαμβάνει άλλες άδειες ή εγκρίσεις που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία, όπως η έγκριση περιβατολογικών όρων, η έγκριση οποιασδήποτε παρέμβασης σε δασικό χώρο, οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας. Στην περίπτωση που ένα πρόσωπο επιθυμεί να υποβάλλει αίτηση για χορήγηση άδειας εγκατάστασης ή Προκαταρκτικής Περιβατολογικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης ή Έγκρισης Περιβατολογικών Όρων εφόσον απαιτούνται, τότε η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση. Ωστόσο δεν συμβαίνει το ίδιο για την εξέταση αιτημάτων από υπηρεσίες που εξετάζουν την εγκατάσταση ΑΠΕ στα πλαίσια άλλων συναφών γνωμοδοτήσεων, αδειών ή εγκρίσεων που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία.

Επίσης η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν συνεπάγεται ότι δεν είναι δυνατόν να εξεταστούν παρόμοια αιτήματα από άλλα πρόσωπα που ενδιαφέρονται για την δημιουργία αναλόγων σταθμών ΑΠΕ.

Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης μπορεί να καθοριστεί ότι για την υποβολή αιτήσεων για άδεια παραγωγής να απαιτείται η καταβολή παράβολου υπέρ της ΡΑΕ, το οποίο φυσικά θα επιστρέφεται σε περίπτωση απόρριψης της αίτησης.

Τέλος με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης είναι δυνατόν να τεθεί ανώτερο όριο στην ισχύ των μη υλοποιηθέντων έργων ΑΠΕ που δεν διαθέτουν άδεια εγκατάστασης σε ισχύ και για τα οποία έχει χορηγηθεί άδεια παραγωγής που είναι σε ισχύ και στα οποία συμμετέχει ο ίδιος ο αιτών ή οι ίδιοι μέτοχοι του αιτούντος. Το όριο αυτό δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 150 MW. Στον υπολογισμό αυτό δεν θα λαμβάνονται υπόψη άδειες παραγωγής σταθμών ΑΠΕ που πρόκειται να εγκατασταθούν σε περιοχές όπου απαιτούνται εκτεταμένα έργα ενίσχυσης ή επέκτασης του τοπικού ηλεκτρικού δικτύου. Το προαναφερθέν όριο θα μπορεί να αυξηθεί ανάλογα αν ο αιτών μπορεί να τεκμηριώσει την ικανότητα του να χρηματοδοτήσει την κατασκευή και την λειτουργία του συνόλου των έργων για την οποία αιτείται ή έχει ήδη λάβει την άδεια παραγωγής.

### **3. 5 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΑΔΕΙΑ**

Τα έργα ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάγονται στις περί βιομηχανικών εν γένει εγκαταστάσεων διατάξεις του άρθρου 4 του από το 1985 σε ισχύ προεδρικού διατάγματος για την εκτός σχεδίου πόλεων δόμηση καθώς και σε άλλη διάταξη του ίδιου προεδρικού διατάγματος που αφορά σε έργα της ΔΕΗ ανεξάρτητα από τον φορέα υλοποίησής τους. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του εκάστοτε αρμόδιου υπουργού που δημοσιεύεται στην εφημερίδα της κυβέρνησης, μπορεί να καθορίζονται ειδικοί όροι και περιορισμοί δόμησης για την ανέγερση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ, καθώς και ειδικές αποστάσεις από τα όρια οικισμών κατά παρέκκλιση των διατάξεων του παραπάνω προεδρικού διατάγματος. Η κανονιστική απόφαση που ρύθμιζε την παραπάνω διαδικασία είναι η ΚΥΑ 19500 η οποία και τροποποίησε την ΚΥΑ 13727/724/2003 ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία. Σημαντικότερη διάταξη της απόφασης αυτής είναι ο χαρακτηρισμός των μικρών υδροηλεκτρικών έργων (με ισχύ μικρότερη των 10 MW) των έργων ηλεκτροπαραγωγής από ανεμογεννήτριες ισχύος μικρότερης των 10 MW καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος μικρότερης ή ίσης των 0,5 MW ως μη οχλουσών δραστηριοτήτων.

Για την έκδοση άδειας δόμησης για την ανέγερση ή την νομιμοποίηση εγκατάστασης ΑΠΕ δεν απαιτείται έγκριση της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ) εκτός αν η εγκατάσταση προβλέπεται να γίνει σε παραδοσιακούς οικισμούς ή θεσμοθετημένες περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους που προστατεύονται ως προς την πολεοδομική ανάπτυξη από ειδικά διατάγματα.

Για την έκδοση αδειών δόμησης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής που ανεγείρονται σε δάση ή δασικές εκτάσεις κατόπιν έγκρισης επέμβασης χορηγούμενης κατά τις διατάξεις του άρθρου 58 του ν. 998/1979 ή απόφασης παραχώρησης εκδιδόμενης κατά τις διατάξεις του άρθρου 13 του ν. 1734/1987 ή έγκριση επέμβασης ή η απόφαση παραχώρησης αντίστοιχα , συνοδευόμενες από την οικεία άδεια εγκατάστασης, έχουν θέση τίτλου κυριότητας.

Για την έκδοση της παραπάνω άδειας δόμησης σε δάση ή δασικές εκτάσεις ή αγροτικές εκτάσεις, δεν είναι απαραίτητο να συντρέχουν οι προϋποθέσεις

αρτιότητας ως προς την έκταση του γηπέδου που ορίζονται από τις προεδρικές διατάξεις.

Για την εκτέλεση έργων υποδομής, την εγκατάσταση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, την κατασκευή υποσταθμών και γενικά κάθε τεχνικού έργου που έχει σχέση με την υποδομή και την εγκατάσταση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στα οποία περιλαμβάνονται και τα έργα σύνδεσης με το σύστημα ή το δίκτυο, απαιτείται σχετική έγκριση του γενικού γραμματέα της εκάστοτε περιφέρειας. Το ίδιο συμβαίνει και για τις περιπτώσεις δικτύων μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου και πετρελαιοκίων προϊόντων μέσα σε δάση ή δασικές εκτάσεις. Στην απόφαση έγκρισης μπορεί να τίθενται όροι ως προς τον τρόπο και τις θέσεις εκτέλεσης των έργων και εγκατάστασης των δικτύων ή ορισμένων γραμμών ή αγωγών των δικτύων αυτών εντός του εδάφους καθώς και να επιβάλλεται υποχρέωση συνδυασμού αυτών με υφιστάμενο ή υπό κατασκευή δίκτυο δασικών οδών ή άλλα τεχνικά έργα. Ειδικά για τα έργα που αφορούν σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, η έγκριση περιβαλλοντικών όρων συνιστά έγκριση επέμβασης.

### **3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Οι δραστηριότητες και οι ενέργειες που απαιτείται να λάβουν χώρα στην χρονική περίοδο από την λήψη απόφασης για την επένδυση μέχρι την έναρξη της λειτουργίας και της παραγωγής της μονάδας είναι οι ακόλουθες :

- Σύσταση της εταιρείας. Απαιτείται η κατάθεση όλων των απαραίτητων δικαιολογητικών στο πρωτοδικείο. Η έγκριση τους αναμένεται να έχει ολοκληρωθεί εντός 2 εβδομάδων από την ημερομηνία κατάθεσης.
- Λήψη της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Απαιτείται η κατάθεση του σχετικού φακέλου στην ΡΑΕ. Ο χρόνος αναμονής μπορεί να φτάσει και τους 4 μήνες.
- Έγκριση περιβαλλοντικών όρων. Απαιτείται η κατάθεση της αίτησης για την σχετική έγκριση με μέσο χρόνο αναμονής τους 6 μήνες.
- Ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04. Προκειμένου να τελεσιδικήσει θα πρέπει να περάσει ένα χρονικό διάστημα της τάξης των 2 μηνών. Η σχετική κατάθεση των απαραίτητων εγγράφων γίνεται στην οικεία περιφέρεια.
- Σύμβαση σύνδεσης με τη ΔΕΗ. Το συγκεκριμένο βήμα λαμβάνει χώρα παράλληλα με την κατάθεση του φακέλου για την ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04 και περατώνεται μετά το πέρας μιας εβδομάδας.
- Σύμβαση αγοραπωλησίας της ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ. Μετά το πέρας της ολοκλήρωσης της σύμβασης με τη ΔΕΗ κατατίθεται η απαραίτητη αίτηση για τη σύμβαση αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ. Η όλη διαδικασία αναμένεται να διαρκέσει μια εβδομάδα.
- Απόκτηση και μεταφορά μηχανολογικού εξοπλισμού. Παράλληλα με τις απαραίτητες αιτήσεις για την ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04 πρέπει να γίνουν και οι απαραίτητες ενέργειες για την απόκτηση του εξοπλισμού καθώς θεωρείται εξαιρετικά δύσκολο να απορριφθεί η αίτηση ένταξης στον

αναπτυξιακό νόμο εφόσον έχει ληφθεί προηγουμένως η άδεια παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ και έχουν εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι.

- Εργασίες κατασκευής της μονάδας. Αυτές αναμένεται να διαρκέσουν περίπου 3 έως 18 μήνες ανάλογα με το μέγεθος της.
- Χρηματοοικονομικές διευθετήσεις. Αυτές περιλαμβάνουν επαφές με διάφορους τραπεζικούς ούτως ώστε να βρεθούν τα απαραίτητα κεφάλαια. Οι συγκεκριμένες ενέργειες πρέπει να λάβουν χώρα αμέσως μετά την σύμβαση αγοραπωλησίας ούτως ώστε να μπορέσει να εγκριθεί το δάνειο.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETSCREEN

## 4. 1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το RETscreen είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης αιολικής ενέργειας. Αναπτύχθηκε από το εργαστήριο Canada's Energy Diversification Research Laboratory – CEDRL, ειδικά για αυτό το σκοπό και ουσιαστικά εκτελείται με τη βοήθεια του λογισμικού Excell χρησιμοποιώντας το wind2000. xls. Το πρόγραμμα αποτελείται συνολικά από 5 φύλλα τα οποία είναι

- Εκκίνηση
- Ενεργειακό μοντέλο
- Ανάλυση κόστους
- Ανάλυση εκπομπών
- Οικονομική ανάλυση

Στη συνέχεια ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση του προγράμματος

## 4. 2 ΕΚΚΙΝΗΣΗ

Πληροφορία έργου		<a href="#">Δείτε Βάση δεδομένων έργου</a>
Όνομασία έργου	11MW	
Τοποθεσία έργου	Ελλάδα	
Συντάχθηκε για		
Συντάχθηκε από		
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού	
Τεχνολογία	Ανεμογεννήτρια	
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο	
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 2	
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΔΘΙ)	
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>	
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά	
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais	
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ	
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος	

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας		<a href="#">Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων</a>
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Samos Airport	
Δείξε δεδομένα	<input checked="" type="checkbox"/>	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα °C	Σχετική υγρασία %	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Ατμοσφαιρική πίεση			Ταχύτητα ανέμου m/s	Θερμοκρασία εδάφους °C	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης °C-ημ	Βαθμο-ημέρες ψύξης °C-ημ
			Οξείση Κλιματολογικών δεδομένων Μονάδα	Ισοθεσία έργου	Ορξόντια kWh/m <sup>2</sup> ημ				
Γεννημησικό μήκος	37,7	37,7							
Γεωγραφικό μήκος	26,9	26,9							
Υψόμετρο	7	7							
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	3,2								
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	34,1								
Πλάτος (δικαιώμενη) θερμολογική εδύμεση	5,1								
Ιανουάριος	-0,5	70,1%	2,27	100,5	12,8	11,3	233	16	
Φεβρουάριος	-0,0	67,0%	3,73	100,4	13,4	11,8	224	0	
Μάρτιος	1,7	67,8%	4,54	100,2	10,0	14,1	195	53	
Απρίλιος	5,5	66,8%	5,91	100,0	8,7	17,9	75	165	
Μάιος	9,9	60,8%	7,33	100,0	7,9	22,7	0	307	
Ιούνιος	24,6	52,0%	8,29	99,9	8,0	27,0	0	438	
Ιούλιος	27,0	45,5%	8,20	99,6	8,0	29,5	0	555	
Αύγουστος	27,7	47,3%	7,44	99,7	8,6	29,4	0	549	
Σεπτέμβριος	23,9	53,9%	6,02	100,0	8,8	26,2	0	417	
Οκτώβριος	9,2	63,0%	4,20	100,4	8,7	21,4	0	285	
Νοέμβριος	-4,8	70,1%	2,68	100,5	11,2	16,1	96	144	
Δεκέμβριος	-1,6	71,0%	1,92	100,5	13,7	12,3	198	50	
Ετήσιο	8,2	61,4%	5,8	100,1	10,0	20,0	1.127	2.378	
Μετρημένο σε	m				10,0	0,0			

Στο φύλλο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες για το έργο-στην προκειμένη περίπτωση αιολικό πάρκο-. Παρατηρούμε ότι με βάση την περιοχή που επιλέγεται, το πρόγραμμα έχει αποθηκευμένες πληροφορίες όπως οι θερμοκρασίες που επικρατούν τα υψόμετρα καθώς και η ταχύτητα του ανέμου η οποία αποτελεί μια πολύ σημαντική παράμετρος

### 4.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

#### Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

##### Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τεχνολογία

Ανεμογεννήτρια

Τύπος ανάλυσης

- Μέθοδος 1
- Μέθοδος 2
- Μέθοδος 3

#### Αξιολόγηση πηγών

Μέθοδος (εκτίμησης) φυσικών πόρων

Ταχύτητα ανέμου

Δείξε δεδομένα

#### Samos Airport

Ταχύτητα ανέμου - ετήσια

m/s	10,0	10,0
Μετρημένο σε	m	10,0
Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου		
Θερμοκρασία αέρα - ετήσια	°C	17,7
Ατμοσφαιρική πίεση - ετήσια	kPa	101,1

#### Ανεμογεννήτρια

Ισχύς ανά στρόβιλο  
Κατασκευαστής  
Μοντέλο  
Αριθμός στρόβιλων  
Ηλεκτρική ισχύς  
Ύψος πυλώνα  
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο  
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο  
Καμπύλες ενεργειακών δεδομένων  
Παράγων σχήματος

kW	850,0	
	Vestas	
	VESTAS V52 - 44m	
	17	
kW	14.450,0	
m	44,0	10,0 m/s
m	52	
m <sup>2</sup>	2.124	
	Τυποποιημένο	
	2,0	

Δείξε δεδομένα	Ταχύτητα ανέμου m/s	Δεδομένα καμπύλης ισχύος kW	Καμπύλες ενεργειακών MWh
	0	0,0	
	1	0,0	
	2	0,0	
	3	0,0	201,5
	4	25,5	564,4
	5	67,4	1.098,0
	6	125,0	1.731,6
	7	203,0	2.385,1
	8	304,0	3.002,8
	9	425,0	3.556,8
	10	554,0	4.036,8
	11	671,0	4.440,2
	12	759,0	4.766,7
	13	811,0	5.017,3
	14	836,0	5.195,1
	15	846,0	5.305,6
	16	849,0	
	17	850,0	
	18	850,0	
	19	850,0	
	20	850,0	
	21	850,0	
	22	850,0	
	23	850,0	
	24	850,0	
	25 - 30	850,0	

Απώλειες διάταξης  
Απώλειες πτερυγίου  
Λοιπές απώλειες  
Διαθεσιμότητα

%	3,0%
%	2,0%
%	2,0%
%	3,0%

**Περίληψη**  
Συντελεστής ισχύος

% 1,5%

Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο

MWh 1.896

Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού

€/MWh 80,14

Δείξε οδόγραμμα

Μη διορθωμένη ενεργειακή παραγωγή  
Συντελεστής πίεσης  
Συντελεστής θερμοκρασίας  
Συνολική ενεργειακή παραγωγή  
Συντελεστής απωλειών  
Ειδική παραγωγή



Στο φύλλο αυτό εισάγονται λεπτομέρειες που έχουν να κάνουν κυρίως με τα χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας που επιλέγουμε, την καμπύλη ισχύος της, καθώς και διάφορες απώλειες που μπορεί να παρουσιαστούν κατά την εγκατάσταση της.

Η εταιρεία, της οποίας ο εξοπλισμός επιλέχτηκε προς μελέτη, είναι η δανέζικη Vestas, η οποία έχει εγκαταστήσει ανεμόμυλους σε πάνω από 60 χώρες και απασχολεί πάνω από 15000 άτομα παγκοσμίως.

Παράλληλα στο φύλλο του προγράμματος «ενεργειακό μοντέλο» εισάγεται και η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία καθορίζεται από το ΔΕΣΜΗΕ και για διασυνδεδεμένο σύστημα είναι 80,14 €/MWh. Στην περίπτωση μας και επειδή το αιολικό πάρκο το οποίο θα θεωρήσουμε, θα μελετηθεί για πολλές περιοχές της Ελλάδας, υποθέτουμε πως όλες οι περιοχές - ακόμα και τα νησιά του Αιγαίου - ανήκουν στο διασυνδεδεμένο σύστημα. Αυτό βέβαια είναι μια ιδανική περίπτωση αλλά σκοπός είναι περισσότερο μια ποιοτική μελέτη παρά μια ακριβή χρηματοοικονομική μελέτη.

Η ισχύς του αιολικού πάρκου επιλέγεται να είναι 12 MW.

Η εισαγωγή των δεδομένων αυτού του φύλλου, ολοκληρώνεται με την εισαγωγή των απωλειών του αιολικού πάρκου. Οι κυριότερες απώλειες είναι αυτές λόγω όμορου (όσο πιο μακριά απέχει η μια ανεμογεννήτρια από την άλλη, τόσο πιο μικρές είναι αυτές οι απώλειες). Όμως, στον ελλαδικό χώρο και ειδικότερα στα



νησιά, δεν υπάρχει η δυνατότητα αυτή σε μεγάλο βαθμό. Γι' αυτό το λόγο, λαμβάνεται απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών, ίση με 3D στην ίδια σειρά (όπου D είναι η διάμετρος του ροτορα) και 7D μεταξύ των σειρών. Επίσης, οι ανεμογεννήτριες δεν εγκαθίστανται στοιχισμένες, η μια πίσω από την άλλη, αλλά διαγώνια.

#### 4.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Στο φύλλο αυτό γίνεται εισαγωγή των δεδομένων για τα στοιχεία κόστους.

Συγκεκριμένα γίνεται η διάκριση του κόστους σε αρχικό, ετήσιο και περιοδικό (στην περίπτωση μας έστω 10 έτη).

Συγκεκριμένα, το αρχικό κόστος περιλαμβάνει

- το κόστος μελέτης σκοπιμότητας (κόστος εύρεσης κατάλληλης περιοχής, αποτίμησης αιολικού δυναμικού, ταξιδιών, προετοιμασία αναφοράς, αποτίμηση, μελέτης μείωσης εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου)
- το κόστος ανάπτυξης (άδειες, εγκρίσεις, δικαιώματα γης, καταγραφή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, διαπραγμάτευση αγοράς ενέργειας)
- το κόστος του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (εγκατάσταση ανεμογεννητριών, κατασκευή δρόμων, κατασκευή γραμμών μεταφοράς ηλεκτρισμού)
- τα υπόλοιπα κόστη που δεν κατατάσσονται σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες(μεταφορά, ανταλλακτικά, απρόβλεπτα)

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
<b>Μελέτη σκοπιμότητας</b>					
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος	1	€ 283.600	€ 283.600	
Υπο-σύνολο:				€ 283.600	2,2%
<b>Ανάπτυξη</b>					
Ανάπτυξη	κόστος	1	€ 579.000	€ 579.000	
Υπο-σύνολο:				€ 579.000	4,5%
<b>Μηχανολογικά</b>					
Μηχανολογικά	κόστος	1	€ 592.000	€ 592.000	
Υπο-σύνολο:				€ 592.000	4,6%
<b>Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας</b>					
Ανεμογεννήτρια	kW	14.450,00	€ 620	€ 8.959.000	
Εργα οδοποιίας	km	9	€ 36.500	€ 310.250	
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	9	€ 60.000	€ 510.000	
Υποσταθμός	έργο	1	€ 1.000.000	€ 1.000.000	
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			€ -	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	
Υπο-σύνολο:				€ 10.779.250	83,4%
<b>Ισοζύγιο συστήματος &amp; διάφορα</b>					
Ανταλλακτικά	%	3,0%	€ 8.959.000	€ 268.770	
Μεταφορά	έργο	1	€ 68.000	€ 68.000	
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα	10	€ 500	€ 5.000	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	
Απρόβλεπτα	%		€ 12.575.620	€ -	
Τόκος κατά την κατασκευή	5,50%	12 μήνες(εξ)	€ 12.575.620	€ 345.830	
Υπο-σύνολο:				€ 687.600	5,3%
<b>Συνολικά αρχικά κόστη</b>				€ 12.921.450	100,0%

Στα ετήσια κόστη περιλαμβάνονται

- Το κόστος ενοικίου της γης
- Το κόστος της ασφάλισης

- Το κόστος των φόρων της ιδιοκτησίας
- Το κόστος της συντήρησης των γραμμών μεταφοράς
- Το κόστος της παρακολούθησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου
- Το κόστος των ταξιδιών
- Γενικά και διοικητικά κόστη
- Το κόστος της μισθοδοσίας των εργαζομένων και ασφαλιστικές εργοδοτικές εισφορές

Στα περιοδικά κόστη περιλαμβάνονται κόστη μηχανολογικού εξοπλισμού και πτερυγίων των ανεμογεννητριών.

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
<b>Λειτουργία &amp; Συντήρηση</b>				
Τμήματα & Εργασία	έργο	1	€ 300	€ 300
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -
Απρόβλεπτα	%		€ 300	€ -
Υπο-σύνολο:				€ <b>300</b>

Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ετος	Μονάδα κόστους	Ποσό
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	10		€ -
				€ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€ -

*Μεταφορά στο φύλλο Ανάλυσης εκπομπών*

## 4.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

### Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ (εξαιρούνται Μ&Δ) tCO <sub>2</sub> /MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO <sub>2</sub> /MWh
Καναδάς	Όλοι οι τύποι	0,196		0,196

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

### Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO <sub>2</sub> /MWh
Ηλεκτρική ενέργεια	100,0%	1.896	0,196
Σύνολο	100,0%	1.896	0,196

### Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO <sub>2</sub> /MWh
Αιολικό	100,0%	1.896	0,000
Σύνολο	100,0%	1.896	0,000

Απώλειες Μ&Δ

Στο φύλλο αυτό γίνεται υπολογισμός της μείωσης των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου στην περίπτωση που το αιολικό πάρκο αντικαταστήσει τα συμβατικά συστήματα παραγωγής ενέργειας. Ωστόσο, το συγκεκριμένο θέμα δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της Διπλωματικής εργασίας.

#### 4.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στο συγκεκριμένο φύλλο γίνεται η παρουσίαση των χρηματοοικονομικών μεγεθών, κάτι που το καθιστά το σημαντικότερο κριτήριο για την βιωσιμότητα της μελέτης. Παράλληλα, γίνεται εισαγωγή στοιχείων κόστους όπως τα στοιχεία δανειοδότησης και το κόστος ενέργειας που εγκαθίσταται. Πιο αναλυτικά, εισάγονται στοιχεία όπως η τιμή απορρόφησης ενέργειας, το κόστος από την μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου, το επιτόκιο προεξόφλησης, ο πληθωρισμός και ο χρόνος ζωής του αιολικού πάρκου που στην περίπτωση μας καθορίζεται στα 20 χρόνια. Ο χρόνος αυτός είναι ο πλέον τυπικός χρόνος ζωής ενός αιολικού πάρκου. Μετά το πέρας της εικοσαετίας, θεωρείται ότι ο επενδυτής δεν μπορεί να έχει περαιτέρω όφελος από την εκμεταλλευσή του.

Παράλληλα στο συγκεκριμένο φύλλο λαμβάνει χώρα και η εισαγωγή των επιχορηγήσεων. Σύμφωνα με τον τελευταίο τροποποιημένο επενδυτικό νόμο για επενδύσεις πάνω σε αιολικά πάρκα προβλέπεται επιχορήγηση από 20 ως 40% ανάλογα με την αναπτυξιακή ζώνη στην οποία ανήκει ο νόμος. Έτσι οι διάφορες περιοχές της Ελλάδας με βάση αυτό το κριτήριο έχουν διακριθεί σε 3 ζώνες, τις Α, Β και C. Επίσης η επιχορήγηση αφορά μόνο το μηχανολογικό εξοπλισμό του αιολικού πάρκου.

Στη συνέχεια, το πρόγραμμα υπολογίζει το αρχικό, λειτουργικό και περιοδικό κόστος, ενώ γίνονται και οι υπολογισμοί των διαφόρων οικονομικών δεικτών (χρόνος αποπληρωμής αρχικού κεφαλαίου, του IRR, του λόγου όφελους κόστους, της καθαρής παρούσας αξίας (NPV), του ετήσιου κύκλου των εργασιών), ενώ η τελική αποδοτικότητα της επένδυσης ουσιαστικά εκφράζεται με ένα διάγραμμα αθροιστικής χρηματορροής συναρτήσει του χρόνου.

Οικονομικοί Παράμετροι			
<b>Γενικά</b>			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		2,0%
Τιμή πληθωρισμού	%		2,0%
Επτόκιο αναγωγής	%		10,0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος		20
<b>Χρηματοδότηση</b>			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€		0
Τοκοχρεολύσιο	%		0,0%
<b>Ανάλυση φόρου εισοδήματος</b>			

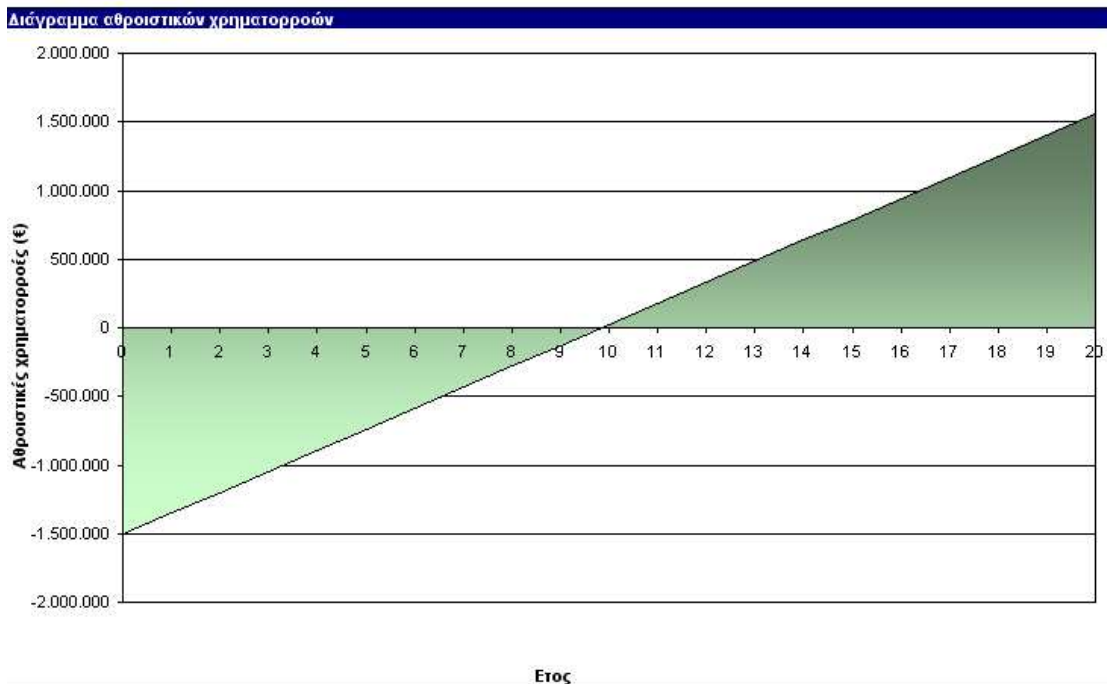
  

Σύνολοι κόστους έργου και αποταμιεύσεων/κόσδων			
<b>Αρχικά κόστη</b>			
Μελέτη σκοπιμότητας	2,2%	€	283.600
Ανάπτυξη	4,5%	€	579.000
Μηχανολογικά	4,6%	€	592.000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	83,4%	€	10.779.250
<b>Ισοζύγιο συστήματος &amp; διάφορα</b>			
	5,3%	€	687.600
<b>Συνολικά αρχικά κόστη</b>	<b>100,0%</b>	<b>€</b>	<b>12.921.450</b>
<b>Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους</b>			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	300
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	0
<b>Συνολικά ετήσια κόστη</b>		<b>€</b>	<b>300</b>
<b>Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)</b>			

Ετήσια έσοδα			
<b>Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας</b>			
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh		1.896
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh		80,14
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€		151.975
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%		
<b>Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ</b>			
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tCO2/yr		372
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 20 έτη	tCO2		7.445
<b>Προσαύξηση εσόδων πελάτη (έκπτωση)</b>			

<b>Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα</b>			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€		0
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€		151.975
<b>Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα</b>	<b>€</b>		<b>151.975</b>
<b>Οικονομική Βιωσιμότητα</b>			
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχέ	%		-11,1%
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		-11,1%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%		-11,1%
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		-11,1%
Απλή αποπληρωμή	έτος		85,2
Αποπληρωμή Μεταχών	έτος		> έργ
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€		-11.630.581
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/ετος		-1.366.124
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)			0,10



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### 5. 1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Στη συγκεκριμένη εργασία θεωρούμε πάρκο ισχύος 12 MW, το οποίο και θα μελετήσουμε για διάφορες περιοχές τις Ελλάδας.

Με τη χρήση του RETSCREEN μας δίνεται η δυνατότητα να συγκρίνουμε την αποδοτικότητα του αιολικού πάρκου για περιοχές με διαφορετικά δυναμικά, με αποτέλεσμα να μπορούμε έτσι να εξάγουμε ποιοτικά συμπεράσματα για τους οικονομικούς δείκτες και κατ'επέκταση την βιωσιμότητα του πάρκου σε κάθε περιοχή.

Γίνεται μελέτη της συμπεριφοράς των ανεμογεννητριών για διάφορες ταχύτητες ανέμου καθώς και σύγκριση της βιωσιμότητας του έργου σε διάφορες περιοχές και για διάφορους τύπους ανεμογεννητριών.

Για το συγκεκριμένο σκοπό, επιλέγουμε 3 τύπους ανεμογεννητριών από την εταιρεία Vestas, με μοναδικό κριτήριο την ισχύ τους. Συγκεκριμένα, επιλέγουμε τα εξής μοντέλα:

NORDTANK 1500/60-60 m με ισχύ 1500 KW

NM 1000/54 -59 m με ισχύ 1000 KW

V 90-1. 8/2, 0 MW με ισχύ 2000 KW

Μερικά επιπλέον χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα

Τύπος Α/Γ	NM 1000/54-59m	NORDTANK 1500/60-60m	V 90-1, 8/2, 0 MW
ΙΣΧΥΣ (KW)	1000	1500	2000
Διάμετρος Πτερύγιου (m)	54	60	90
Ύψος (m)	59	60	95
Περιοχή σάρωσης (m <sup>2</sup> )	2290, 22	2827, 43	6361, 73

Φυσικά για την μελέτη είναι απαραίτητη η γνώση του αιολικού δυναμικού σε κάθε περιοχή, στοιχεία τα οποία παρέχονται από την ιστοσελίδα του ΚΑΠΕ.

Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας που παραθέτει σε τιμές τις καμπύλες ισχύος των παραπάνω ανεμογεννητριών. <sup>11</sup>

U m/s	NM 1000/54 P (KW)	NORDTANK 1500/60 60m (KW)	V90-1, 8/2 P (KW)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	2	0	0
4	14	14	14
5	38	44	200
6	77	131	350
7	141	244	580
8	228	400	790
9	336	600	1000
10	480	854	1250
11	645	1111	1500
12	844	1331	1850
13	1000	1475	1900
14	1000	1500	2000
15	1000	1500	2000
16	1000	1500	2000
17	1000	1500	2000
18	1000	1500	2000
19	1000	1500	2000
20	1000	1500	2000
21	1000	1500	2000
22	1000	1500	2000
23	1000	1500	2000
24	1000	1500	2000
25	1000	1500	2000

Οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται οι κλάσεις δυναμικού, είναι αυτές με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 6, 7, 8, 9, 10 m/s.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας με τις μέσες ταχύτητες ανά περιοχή καθώς και με το ποσοστό επιχορήγησης που ορίζεται σύμφωνα με τον επενδυτικό νόμο, στοιχεία τα οποία λήφθηκαν από την ΠΑΕ.<sup>12</sup>

Περιοχή	Ζώνη	Επιχορήγηση (%)	> 6m/s	> 7m/s	> 8m/s	> 9m/s	> 10m/s
Αγρίνιο	C	40	6, 72	7, 65	8, 57	9, 3	
Αργολίδα	C	40	6, 46	7, 5	8, 3		
Αθήνα	A	20		8, 04	9, 08	9, 9	10, 9
Άρτα	C	40	6, 7	7, 4			
Έβρος	C	40	6, 71	7, 6	8, 48	9, 33	
Φλώρινα	B	30		9	9, 7	10, 6	11, 7
Ημαθία	B	30	6, 38				
Ιωάννινα	C	40	6, 5	7, 4			
Καλαμάτα	C	40	6, 9	7, 8	8, 7		
Καρδίτσα	B	30	6, 84	7, 6	8, 4		
Κόρινθος	C	40	6, 6	7, 6	8, 6		
Κοζάνη	B	30	6, 24				
Λαμία	B	30	6, 8	7, 6	8, 5	9, 5	
Λάρισα	B	30	6, 2				
Μαγνησία	B	30	6, 4	7, 3			
Πάτρα	C	40	6, 3				
Σέρρες	B	30	6, 8	7, 9	9, 1		
Θεσσαλονίκη	A	20	6, 6	7, 65	8, 54		
Τρίπολη	C	40	6, 8	7, 5	8, 3		
Χαλκιδική	B	30	6, 5	7, 5	8, 2		
Ξάνθη	C	40	6, 75	7, 55	8, 44	9, 3	
Ηράκλειο	B	30		9, 25	10, 23	11	11, 6
Κέρκυρα	B	30		7, 81	9	10	11, 2
Λέσβος	C	40		7, 8	8, 6	9, 4	10, 3
Λευκάδα	B	30		8, 1	8, 8	9, 7	10, 4
Μήλος	B	30		7, 8	8, 7	9, 6	10, 5
Νάξος	B	30		9, 1	9, 6	10, 4	11, 3
Ρόδος	B	30		8, 27	9	9, 9	11, 07
Σάμος	C	40		8, 6	9, 5	10, 4	11, 1
Σπάρτη	C	40		7, 9	8, 8	9, 7	10, 6
Χανιά	B	30		8, 69	9, 55	10, 6	11
Χίος	C	40		7, 9	8, 9	9, 9	10, 9

Πίνακας 5-1 Ζώνες ελληνικής επικράτειας, ποσοστό επιχορήγησης και αιολικό δυναμικό

## 5. 2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Μία τεχνοοικονομική μελέτη με την βοήθεια του RETscreen είναι μια αρκετά επίπονη εργασία, εξαιτίας των πολλών δεδομένων και παραμέτρων οι οποίες εισαάγονται. Αυτό, σε συνδυασμό με το ότι η μελέτη δεν έγινε μόνο σε μία συγκεκριμένη περιοχή και ότι οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν παραπάνω από μία, κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη να γίνουν κάποιες παραδοχές, ώστε να διευκολυνθεί η πραγματοποίηση των μελετών. Για αυτό το λόγο, πρέπει να τονιστεί ότι οι παραδοχές αυτές πιθανόν να επηρέασαν τα αποτελέσματα των μελετών σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό, ανάλογα με την περιοχή.

Συγκεκριμένα, σε ότι αφορά την εισαγωγή των απωλειών του αιολικού πάρκου θεωρήθηκε πως οι απώλειες λόγω καιρικών συνθηκών ανέρχονται στο 3%.

Για τις απώλειες λόγω παύσης της λειτουργίας του αιολικού πάρκου ή μέρους του(διαθεσιμότητα) θεωρήθηκαν απώλειες της τάξης του 2%, ενώ για τις απώλειες εξαιτίας άλλων αιτιών λαμβάνεται σαν δεδομένο η τιμή 3 %.

Άλλη μια σημαντική παραδοχή είναι αυτή που αφορά την διασύνδεση του αιολικού πάρκου. Συγκεκριμένα θεωρήθηκε πως το υπό μελέτη αιολικό πάρκο είναι διασυνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο, κάτι που στην πραγματικότητα ισχύει για όλες τις περιοχές εκτός από τα νησιά του Αιγαίου. Αυτό έγινε ούτως ώστε η μόνη παράμετρος η οποία να διαφέρει να είναι το αιολικό και πέραν αυτού ο υπολογισμός των οικονομικών αποτελεσμάτων να γίνεται με τον ίδιο τρόπο για όλη την Ελλάδα.

Επιπρόσθετα θεωρήθηκαν σταθερές οι τιμές στις μελέτες σκοπιμότητας, στην ανάπτυξη των σχεδίων, στο σχεδιασμό του πάρκου από τους μηχανικούς, καθώς και το λειτουργικό και περιοδικό κόστος, αφού είναι πολύ δύσκολο να γίνει ακριβής προσδιορισμός των αμοιβών των συντηρητών των πάρκων σε κάθε περιοχή. Παράλληλα θεωρήθηκε σταθερή η τιμή του ενεργειακού εξοπλισμού και έγινε αναγωγή του στο σύνολο της ισχύος που παράγει το αιολικό πάρκο (κόστος εξοπλισμού/παραγόμενο MW).

Τέλος για την περάτωση του έργου θεωρήθηκε ότι έχει εξασφαλιστεί δανειο που θα καλύψει το 30% της επένδυσης με επιτόκιο αποπληρωμής 8% και αποπληρωμή σε 5 χρόνια. Επιπρόσθετα θεωρήθηκε φόρος στο 35% των κερδών, ο οποίος επιβάλλεται από την αρχή λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

## 5.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ξεκινά όταν τα πτερύγια των ανεμογεννητριών αρχίζουν να περιστρέφονται λόγω του ανέμου. Για κάθε τιμή της ταχύτητας του ανέμου η οποία βρίσκεται εντός των ορίων λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, η παραγόμενη ενέργεια προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των ωρών εμφάνισης της συγκεκριμένης ταχύτητας ετησίως με την ισχύ που



αντιστοιχεί σύμφωνα με την καμπύλη ισχύος της μηχανής. Ο τρόπος αυτός ακολουθείται για την κατασκευή της καμπύλης κατανομής παραγόμενης ενέργειας. Η συνολική ετήσια ενέργεια προκύπτει από το άθροισμα της παραγόμενης ενέργειας για όλες τις ταχύτητες ανέμου που λειτουργεί η ανεμογεννήτρια.

Από τον πίνακα που περιέχει τις τιμές των καμπυλών ισχύος των 3 ανεμογεννητριών που επιλέχθηκαν, παρατηρούμε ότι για την μηχανή τύπου NM 1000/54 P η παραγωγή ισχύος αρχίζει για ταχύτητα μεγαλύτερη των 2m/sec. Όσο αυξάνει η ένταση του ανέμου, αυξάνει και η τιμή της παραγόμενης ταχύτητας, μέχρις ότου να φτάσει την ονομαστική της τιμή σε ταχύτητα 13 m/sec. Όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει τα 25 m/sec, η λειτουργία της ανεμογεννήτριας διακόπτεται. Για τους άλλους 2 τύπους ανεμογεννητριών βλέπουμε ότι η ισχύς αρχίζει να παράγεται για ταχύτητες μεγαλύτερες των 3 m/sec, ενώ φτάνει την ονομαστική της τιμή σε ταχύτητα 14m/sec.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν με την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα RETscreen, υπολογίστηκε στο φύλλο «ενεργειακό μοντέλο» η παραγόμενη ενέργεια στις περιοχές που εμπεριέχονται στον πίνακα για αιολικά δυναμικά μεγαλύτερα των 6m/s, 8m/s, 9m/s και 10m/s και για τους τρεις προαναφερόμενους τύπους ανεμογεννητριών, των οποίων οι καμπύλες χρησιμοποιήθηκαν. Όπως παρατηρούμε οι περιοχές αυτές ουσιαστικά καλύπτουν και αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της επικράτειας.

Από τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων που προέκυψαν από τους υπολογισμούς του RETscreen γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι στη συντριπτική πλειοψηφία των περιοχών η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου συνεπάγεται και ταυτόχρονη αύξηση της παραγόμενης ενέργειας. Αυτό καταδεικνύει ακόμα περισσότερο την αναγκαιότητα της υλοποίησης των αιολικών πάρκων σε περιοχές με μεγάλα αιολικά δυναμικά.

Οι περιοχές που αποτελούν κατά κάποιο τρόπο εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα είναι το Αγρίνιο, η Ξάνθη, η Λευκάδα και η Μήλος, όπου η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου δεν ακολουθείται πάντα και από αύξηση της παραγόμενης ισχύος. Μάλιστα παρατηρούμε ότι κάτι ανάλογο συμβαίνει για τον τρίτο τύπο ανεμογεννήτριας που έχουμε επιλέξει και στην Λέσβο και την Κέρκυρα. Αυτό οφείλεται προφανώς στην αύξηση των απωλειών του αιολικού πάρκου.

Στους παρακάτω πίνακες οι περιοχές είναι χρωματισμένες ανάλογα με την αναπτυξιακή ζώνη στην οποία ανήκουν (A, B, C)

NM 1000/54 59 m	MWH			
	>6 m/s	> 8 m/s	> 9 m/s	> 10 m/s
ΠΕΡΙΟΧΗ				
Αγρίνιο	38. 309	52. 264	50. 002	–
Αργολίδα	37. 335	46. 568	–	–
Αθήνα	–	55. 122	58. 965	61. 343
Άρτα	38. 123	–	–	–
Έβρος	38. 610	52. 615	56. 630	–
Φλώρινα	–	57. 658	59. 044	59. 432
Ημαθία	35. 121	–	–	–
Ιωάννινα	35. 980	–	–	–
Καλαμάτα	39. 877	51. 200	–	–
Καρδίτσα	39. 355	50. 780	–	–
Κόρινθος	36. 240	48. 750	–	–
Κοζάνη	33. 789	–	–	–
Λαμία	38. 898	51. 655	53. 789	–
Λάρισα	32. 988	–	–	–
Μαγνησία	35. 455	–	–	–
Πάτρα	33. 900	–	–	–
Σέρρες	38. 182	54. 931	59. 413	–
Θεσσαλονίκη	37. 122	52. 020	54. 210	–
Τρίπολη	38. 840	50. 690	–	–
Χαλκιδική	35. 980	45. 897	–	–
Ξάνθη	37. 963	50. 945	50. 211	–
Ηράκλειο	–	60. 322	62. 176	63. 782
Κέρκυρα	–	54. 901	59. 580	61. 169
Λέσβος	–	52. 169	56. 443	56. 900
Λευκάδα	–	55. 313	58. 264	57. 987
Μήλος	–	53. 677	56. 932	52. 285
Νάξος	–	56. 843	59. 856	62. 759
Ρόδος	–	54. 076	58. 843	61. 964
Σάμος	–	57. 179	60. 421	62. 186
Σπάρτη	–	53. 086	57. 831	60. 000
Χανιά	–	57. 531	61. 084	61. 979
Χίος	–	54. 311	59. 141	61. 421

Πίνακας 5-2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια NM 1000/54 59 m

NORDTANK 1500/60-60m	MWH			
	>6 m/s	>8 m/s	>9 m/s	>10 m/s
ΠΕΡΙΟΧΗ				
Αγρίνιο	34. 982	48. 956	47. 527	–
Αργολίδα	34. 097	44. 035	–	–
Αθήνα	–	52. 188	55. 998	58. 884
Άρτα	34. 854	–	–	–
Έβρος	35. 368	48. 738	53. 685	–
Φλώρινα	–	54. 753	56. 526	56. 753
Ημαθία	32. 381	–	–	–
Ιωάννινα	33. 174	–	–	–
Καλαμάτα	36. 631	48. 566	–	–
Καρδίτσα	36. 098	47. 278	–	–
Κόρινθος	33. 842	42. 174	–	–
Κοζάνη	30. 276	–	–	–
Λαμία	35. 639	48. 217	50. 974	–
Λάρισα	30. 293	–	–	–
Μαγνησία	32. 185	–	–	–
Πάτρα	31. 256	–	–	–
Σέρρες	34. 916	51. 539	56. 624	–
Θεσσαλονίκη	34. 366	49. 642	51. 389	–
Τρίπολη	35. 681	47. 521	–	–
Χαλκιδική	32. 755	37. 342	–	–
Ξάνθη	34. 886	47. 996	47. 879	–
Ηράκλειο	–	57. 673	60. 100	61. 093
Κέρκυρα	–	51. 422	55. 985	57. 006
Λέσβος	–	48. 963	53. 602	53. 784
Λευκάδα	–	52. 164	55. 097	54. 805
Μήλος	–	49. 892	53. 298	48. 666
Νάξος	–	55. 014	58. 228	61. 090
Ρόδος	–	51. 765	56. 112	60. 714
Σάμος	–	54. 589	58. 423	60. 366
Σπάρτη	–	50. 444	55. 887	57. 395
Χανιά	–	54. 289	58. 995	60. 144
Χίος	–	51. 773	56. 386	59. 762

Πίνακας 5-3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια Nordtank 1500/60-60m

V90-1, 8/2, 0 MW	MWH			
	> 6m/s	> 8m/s	> 9m/s	> 10m/s
Αγρίνιο	38. 185	52. 185	48. 853	–
Αργολίδα	36. 742	45. 086	–	–
Αθήνα	–	55. 123	59. 009	61. 700
Άρτα	37. 853	–	–	–
Έβρος	38. 332	52. 210	56. 276	–
Φλώρινα	–	57. 545	59. 562	59. 885
Ημαθία	35. 096	–	–	–
Ιωάννινα	35. 871	–	–	–
Καλαμάτα	39. 322	51. 299	–	–
Καρδίτσα	38. 964	50. 753	–	–
Κόρινθος	36. 885	47. 683	–	–
Κοζάνη	33. 265	–	–	–
Λαμία	37. 896	51. 533	54. 022	–
Λάρισα	33. 027	–	–	–
Μαγνησία	34. 741	–	–	–
Πάτρα	33. 933	–	–	–
Σέρρες	37. 842	55. 331	59. 482	–
Θεσσαλονίκη	37. 102	52. 892	54. 848	–
Τρίπολη	38. 277	50. 418	–	–
Χαλκιδική	35. 784	44. 602	–	–
Ξάνθη	37. 966	51. 132	51. 028	–
Ηράκλειο	–	60. 387	62. 381	63. 599
Κέρκυρα	–	54. 943	59. 463	59. 352
Λέσβος	–	52. 276	57. 843	57. 088
Λεύκαδα	–	55. 332	58. 437	57. 893
Μήλος	–	53. 421	56. 097	53. 588
Νάξος	–	57. 843	60. 944	63. 326
Ρόδος	–	55. 188	59. 525	62. 527
Σάμος	–	57. 299	61. 086	62. 851
Σπάρτη	–	53. 784	58. 388	60. 489
Χανιά	–	57. 270	61. 732	62. 521
Χίος	–	51. 232	59. 443	62. 623

**Πίνακας 5-4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια V90 1, 8-2, 0 MW**

‘Αν προσπαθήσουμε να ιεραρχήσουμε τις περιοχές βασιζόμενοι στα δεδομένα των παραπάνω πινάκων που αντικατοπτρίζουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

από το αιολικό πάρκο των 12 MW που ήδη έχουμε θεωρήσει από την αρχή, τότε εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

Βασιζόμενοι στις επιδόσεις του αιολικού πάρκου για την ανεμογεννήτρια τύπου NM 1000/54 59 m

- Για αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο της ταχύτητας των 6m/s η Καλαμάτα εμφανίζει την μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην συνέχεια στις πρώτες θέσεις ακολουθούν η Καρδίτσα, η Λαμία, η Τρίπολη, ο Έβρος, το Αγρίνιο, η Άρτα και η Ξάνθη.
- Για αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο της ταχύτητας των 8 m/s την πρώτη θέση σε παραγωγή ενέργειας κατέχει το Ηράκλειο και στην συνέχεια ακολουθούν η Φλώρινα, τα Χανιά, η Σάμος, η Νάξος, η Αθήνα, οι Σέρρες, η Κέρκυρα, η Χίος και η Ρόδος.
- Για αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο της ταχύτητας των 9 m/s την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας εμφανίζει το Ηράκλειο και αμέσως μετά ακολουθούν τα Χανιά, η Σάμος, η Νάξος, η Κέρκυρα, οι Σέρρες, η Χίος, η Φλώρινα, η Αθήνα, η Ρόδος και η Λευκάδα.
- Για αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο της ταχύτητας των 10 m/s την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας εμφανίζει ξανά το Ηράκλειο και αμέσως μετά ακολουθούν η Νάξος, η Σάμος, τα Χανιά, η Ρόδος, η Χίος, η Αθήνα, η Κέρκυρα, η Σπάρτη, η Φλώρινα και η Λευκάδα.

Επιπρόσθετα παρατηρούμε ότι παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και για τους υπόλοιπους τύπους των ανεμογεννητριών.

Από τα συνολικά αποτελέσματα προκύπτει ότι με μέτρο σύγκρισης την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας την καλύτερη επιλογή για εγκατάσταση αιολικών παρκων αποτελούν οι περιοχές που εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές αιολικού δυναμικού. Αυτές είναι ως επί το πλείστον οι παραθαλάσσιες περιοχές, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος των υποψήφιων επενδυτών να στρέφεται προς τα εκεί. Έτσι οι καλύτερες περιοχές είναι τα νησιά του Αιγαίου καθώς και η Αθήνα και η Φλώρινα. Αν θελήσουμε να εντοπίσουμε αξιοσημείωτες περιοχές και στην κατηγορία του χαμηλού αιολικού δυναμικού τότε αυτές είναι η Καλαμάτα η Καρδίτσα και η Λαμία.

## 5. 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Το RETscreen εκτός από την ενέργεια που παράγεται στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο, μπορεί να υπολογίσει και κάποιους σημαντικούς οικονομικούς δείκτες που σχετίζονται με την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης. Αυτοί είναι ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) και η καθαρά παρούσα αξία (NPV).

Η Καθαρά Παρούσα Αξία ορίζεται ως η παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Συγκεκριμένα ο NPV υπολογίζεται αν από την παρούσα αξία των ωφελειών μιας επένδυσης αφαιρεθεί η παρούσα αξία του κόστους της. Πρακτικά ο NPV είναι η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων όπως δίνεται από τον παρακάτω τύπο.<sup>13</sup>

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \text{ όπου}$$

- $B_t$  οι ωφέλειες το έτος t

- $C_t$  το κόστος το έτος  $t$
- $r$  το επιτόκιο προεξόφλησης
- $n$  η διάρκεια ζωής του επενδυτικού πλάνου

Το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα και εκφράζει είτε το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης είτε το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για να καλύψει τον κίνδυνο της επένδυσης έναντι μιας πιο ασφαλούς(πχ κρατικά ομόλογα).

Κατά τη διάρκεια εξέτασης μιας επένδυσης, η αποδοτικότητα της εξαρτάται από τον NPV ως εξής.

- Αν ο NPV είναι αρνητικός τότε η επένδυση κρίνεται ως ασύμφορη.
- Αν ο NPV ισούται με το μηδέν τότε το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης κρίνεται από αμφίβολο έως οριακό.
- Αν ο NPV είναι θετικός τότε η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα.

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) ορίζεται ως το επιτόκιο εκείνο το οποίο ουσιαστικά εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτόκιου του IRR και του επιτόκιου της προεξόφλησης είναι ότι το πρώτο βρίσκεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών ενώ το δεύτερο καθορίζεται κατ' ουσίαν από τον επενδυτικό φορέα

Ο τύπος υπολογισμού του IRR είναι ο ακόλουθος :

$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+\lambda)^t} = 0$$

όπου  $\lambda$  είναι ο συντελεστής προεξόφλησης ο οποίος λέγεται και συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας.

Ο χαρακτηρισμός ενός επενδυτικού σχεδίου ως ασύμφορο ή μη με κριτήριο τον IRR έχει ως εξής:

- 'Όταν το  $IRR >$  του ελάχιστου αποδεκτού επιτόκιου προεξόφλησης, τότε η επένδυση προκρίνεται
- 'Όταν  $IRR <$  του ελάχιστου αποδεκτού επιτόκιου προεξόφλησης, τότε η επένδυση κρίνεται ασύμφορη
- 'Όταν ο IRR είναι ίσος με το παραπάνω επιτόκιο, τότε η επένδυση θεωρείται οριακή.

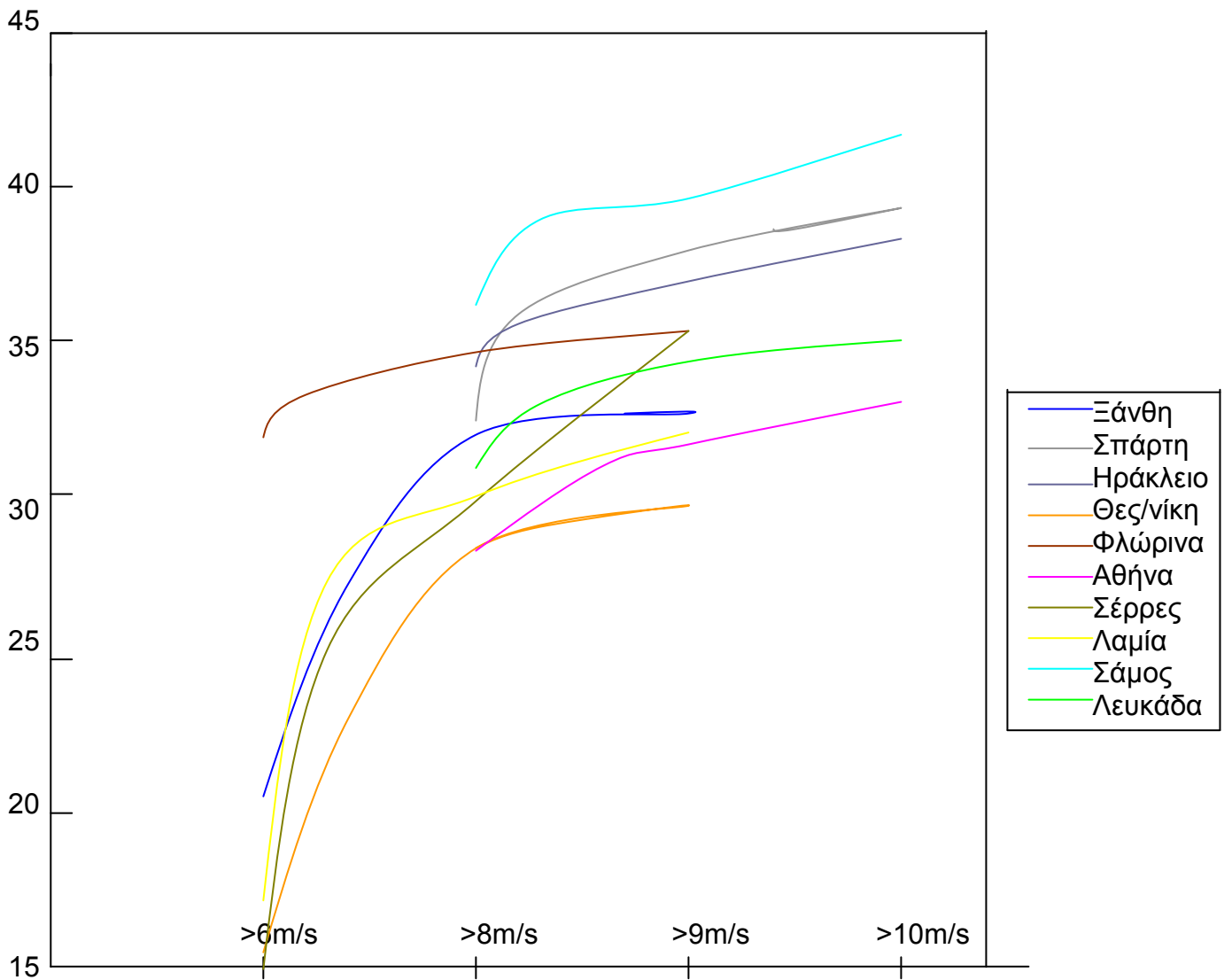
Οι 2 παραπάνω σημαντικοί οικονομικοί δείκτες υπολογίζονται πολύ εύκολα από το πρόγραμμα RETscreen εισάγοντας όλα τα δεδομένα που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, και για το υπό μελέτη αιολικό πάρκο, έγινε εισαγωγή των δεδομένων και για τους 3 προαναφερθέντες τύπους ανεμογεννητριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες που παρατίθενται στην επόμενη σελίδα.

NM 1000/54 59m	> 6m/s		> 8m/s		> 9m/s		> 10m/s	
	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)
ΑΓΡΙΝΙΟ	24	12,43	33,2	20,0	33,1	21,4	–	–
ΑΡΓΟΛΙΔΑ	23,4	11,85	30,3	17,65	–	–	–	–
ΑΘΗΝΑ	–	–	29,1	17,67	31,2	20,21	33	24,09
ΑΡΤΑ	23,9	12,32	–	–	–	–	–	–
ΕΒΡΟΣ	24,2	12,54	33,7	20,54	36,5	24,92	–	–
ΦΛΩΡΙΝΑ	–	–	33,8	22,93	34,7	23,74	34,9	23,96
ΗΜΑΘΙΑ	19,7	9,80	–	–	–	–	–	–
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	22,6	11,19	–	–	–	–	–	–
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	25,1	13,29	33,2	20,0	–	–	–	–
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	22,3	12,20	29,7	17,75	–	–	–	–
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	23,4	11,85	31,3	19,23	–	–	–	–
ΚΟΖΑΝΗ	19,0	9,11	–	–	–	–	–	–
ΛΑΜΙΑ	22,1	12,09	29,8	17,93	31,8	20,56	–	–
ΛΑΡΙΣΑ	18,6	8,96	–	–	–	–	–	–
ΜΑΓΝΗΣΙΑ	19,8	9,98	–	–	–	–	–	–
ΠΑΤΡΑ	21,4	10,25	–	–	–	–	–	–
ΣΕΡΡΕΣ	21,7	11,58	32,0	19,87	34,9	23,87	–	–
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19,5	9,70	28,0	17,09	29,1	20,37	–	–
ΤΡΙΠΟΛΗ	24,6	12,86	32,8	19,97	–	–	–	–
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	20,5	10,0	26,5	16,14	–	–	–	–
ΞΑΝΘΗ	24,0	12,44	32,9	19,99	33,0	21,3	–	–
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	–	–	35,4	24,22	36,9	25,77	37,5	26,46
ΚΕΡΚΥΡΑ	–	–	32,1	19,89	35,0	23,97	36,0	24,97
ΛΕΣΒΟΣ	–	–	34,0	20,75	37,0	23,32	35,0	21,52
ΛΕΥΚΑΔΑ	–	–	32,2	19,92	34,2	23,65	34,6	23,88
ΜΗΛΟΣ	–	–	30,9	17,86	32,7	21,1	30,3	19,65
ΝΑΞΟΣ	–	–	33,7	20,53	35,6	24,55	37,2	26,13
ΡΟΔΟΣ	–	–	31,9	19,81	34,5	23,71	37,1	26,09
ΣΑΜΟΣ	–	–	37,5	24,77	39,8	26,0	41,2	27,0
ΣΠΑΡΤΗ	–	–	34,6	20,98	38,0	23,98	39,4	26,59
ΧΑΝΙΑ	–	–	33,7	20,54	36,1	24,6	36,9	25,92
ΧΙΟΣ	–	–	35,1	24,17	38,5	24,7	40,7	26,69

**Πίνακας 5-5 Τιμές IRR και NPV ανα περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννητρια NM 1000/54 59 m**

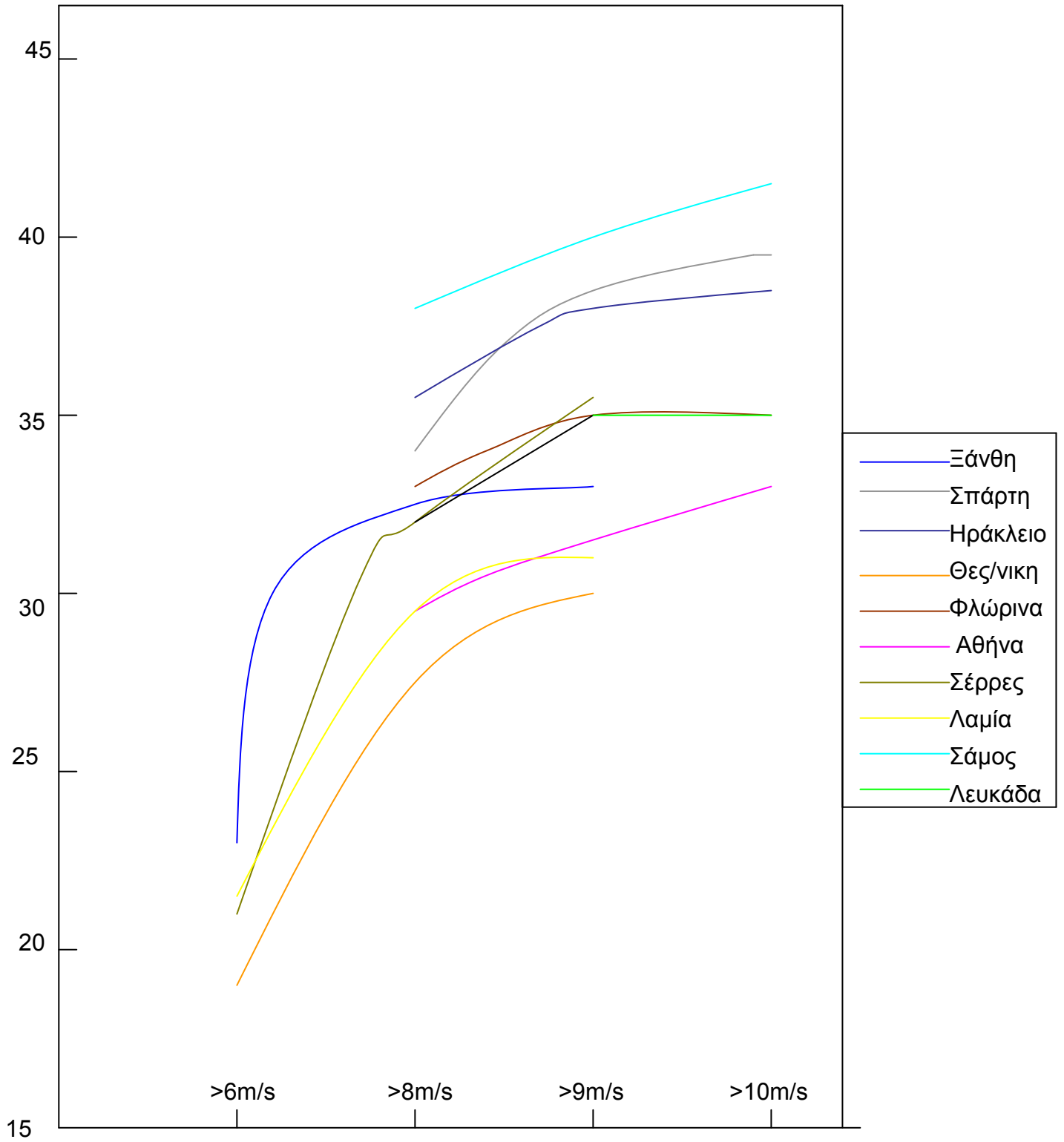
Σε κάθε πίνακα παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες IRR και NPV ανά κλάση αιολικού δυναμικού. Παράλληλα για μια ακόμα καλύτερη ποιοτικά και οπτικά παρατήρηση παρουσιάζονται οι παραπάνω οικονομικοί δείκτες και σε διαγραμματική μορφή για 8 διαφορετικές περιοχές, η επιλογή των οποίων έγινε με βάση τη διαφορετικότητα τους ως προς τη γεωγραφική θέση. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί για μια ακόμη φορά ότι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων δεν αγγίζει το 100%, καθώς έγιναν παραδοχές οι οποίες αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Παρόλα αυτά όμως τα αποτελέσματα που καταγράφονται στους πίνακες αυτούς δεν παύουν να μας βοηθούν να εξάγουμε μερικά ποιοτικά και χρήσιμα συμπεράσματα για την μεταβολή των IRR και NPV και επομένως την αποδοτικότητα της επένδυσης για τις 32 περιοχές στις οποίες γίνεται η μελέτη.





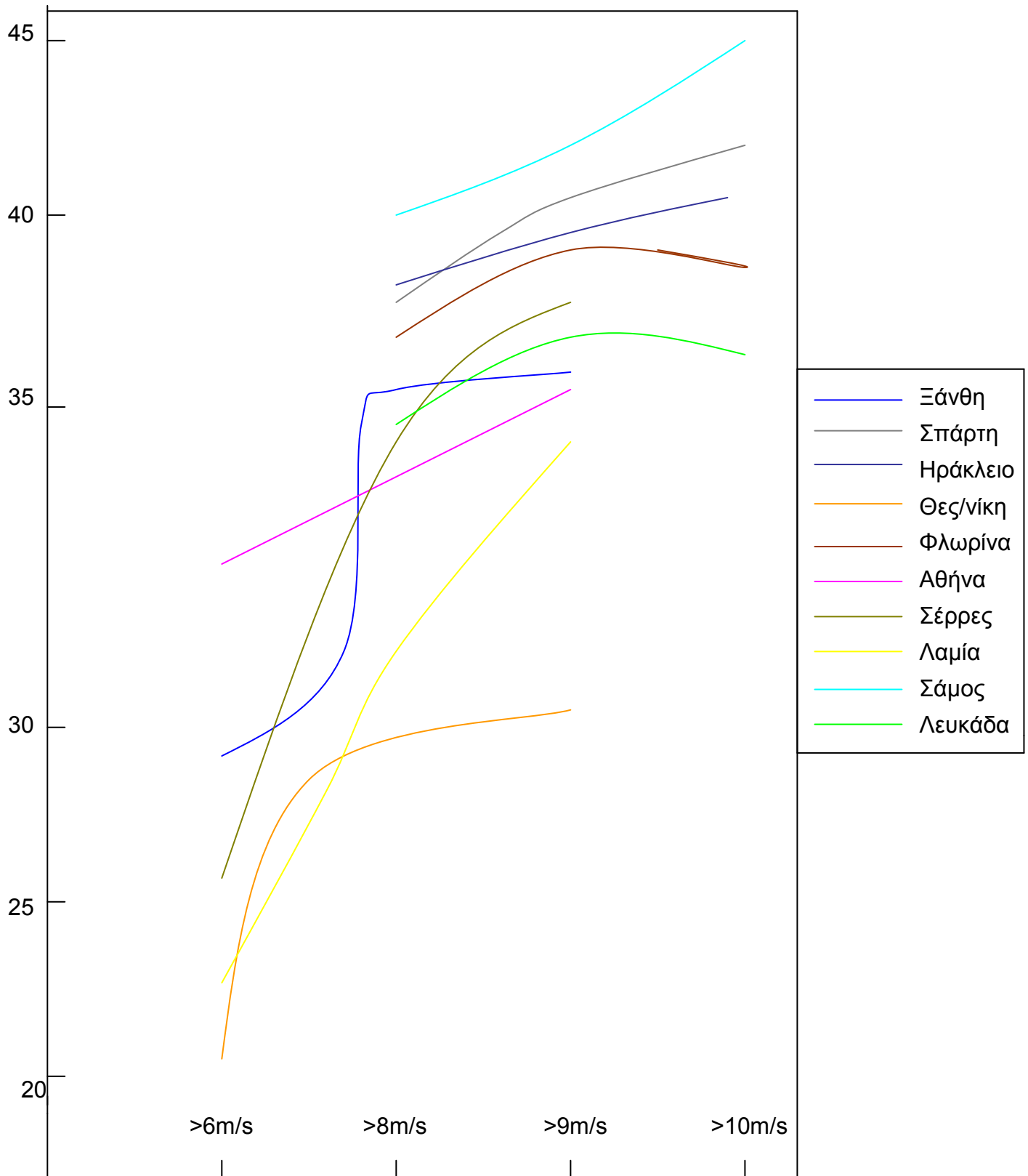
NORDTANK 1500/60-60m	> 6m/s		> 8m/s		> 9m/s		> 10m/s	
	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)	IRR (%)	NPV (10 <sup>6</sup> Eu)
ΑΓΡΙΝΙΟ	22,9	10,88	33,4	19,30	31,8	17,99	–	–
ΑΡΓΟΛΙΔΑ	22,4	10,45	29,3	16,17	–	–	–	–
ΑΘΗΝΑ	–	–	29,0	19,39	31,4	21,74	33,0	23,38
ΑΡΤΑ	22,1	10,14	–	–	–	–	–	–
ΕΒΡΟΣ	23,0	11,09	33,0	19,19	36,3	21,50	–	–
ΦΛΩΡΙΝΑ	–	–	33,1	21,29	34,3	22,22	34,2	22,17
ΗΜΑΘΙΑ	18,2	7,99	–	–	–	–	–	–
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	21,0	9,32	–	–	–	–	–	–
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	23,71	11,56	32,2	18,54	–	–	–	–
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	21,4	10,76	29,0	17,53	–	–	–	–
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	21,8	10,05	28,0	14,9	–	–	–	–
ΚΟΖΑΝΗ	17,2	7,13	–	–	–	–	–	–
ΛΑΜΙΑ	21,4	10,98	29,78	18,06	31,9	20,21	–	–
ΛΑΡΙΣΑ	17,8	7,65	–	–	–	–	–	–
ΜΑΓΝΗΣΙΑ	19,12	8,92	–	–	–	–	–	–
ΠΑΤΡΑ	20,2	8,75	–	–	–	–	–	–
ΣΕΡΡΕΣ	21,0	10,56	32,0	20,23	35,1	23,02	–	–
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	18,9	9,50	27,9	18,29	29,43	19,56	–	–
ΤΡΙΠΟΛΗ	23,6	11,54	32,2	18,41	–	–	–	–
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	19,9	9,49	22,8	12,03	–	–	–	–
ΞΑΝΘΗ	23,4	11,37	32,8	18,93	33,06	17,08	–	–
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	–	–	35,8	23,54	37,5	25,07	38,3	25,98
ΚΕΡΚΥΡΑ	–	–	31,6	19,90	34,8	22,78	35,8	23,71
ΛΕΣΒΟΣ	–	–	33,9	19,79	37,28	22,34	33,1	18,90
ΛΕΥΚΑΔΑ	–	–	31,9	20,17	34,0	22,02	34,1	22,10
ΜΗΛΟΣ	–	–	30,2	18,67	32,7	20,98	29,89	17,78
ΝΑΞΟΣ	–	–	33,6	21,62	35,8	23,69	37,9	25,87
ΡΟΔΟΣ	–	–	31,18	19,83	34,67	22,59	37,1	24,64
ΣΑΜΟΣ	–	–	37,2	22,76	39,85	23,08	41,54	26,81
ΣΠΑΡΤΗ	–	–	34,1	19,91	37,68	22,59	39,28	24,08
ΧΑΝΙΑ	–	–	33,6	21,64	36,3	24,10	37,1	24,79
ΧΙΟΣ	–	–	34,2	20,25	38,9	23,42	41,23	25,58

**Πίνακας 5-6 Τιμές IRR και NPV ανά περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννήτρια 1500/60 -60 m**



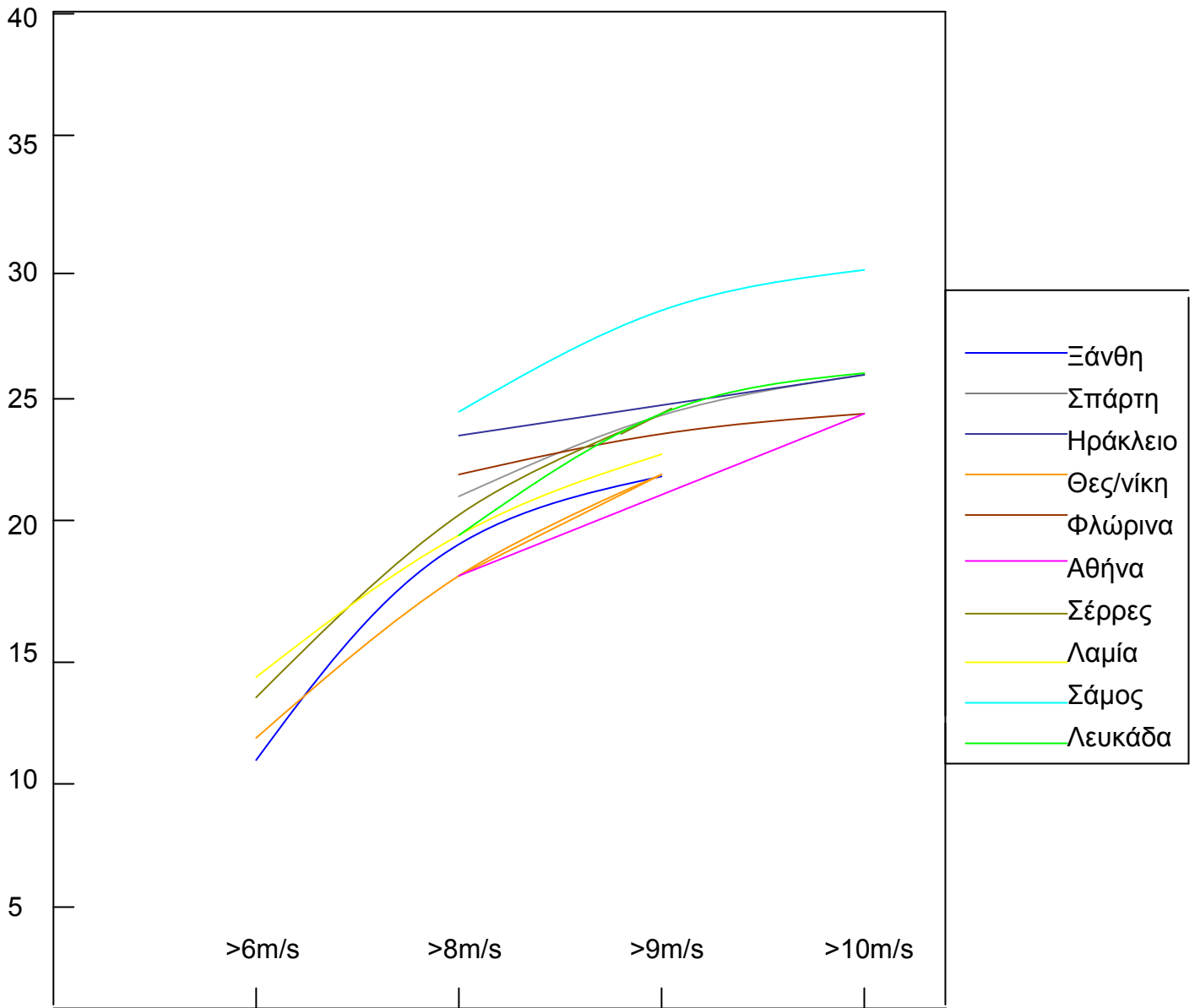
<b>V90-1,8/2,0MW</b>	<b>&gt; 6m/s</b>		<b>&gt; 8m/s</b>		<b>&gt; 9m/s</b>		<b>&gt;10m/s</b>	
<b>ΠΕΡΙΟΧΗ</b>	<b>IRR (%)</b>	<b>NPV (10<sup>6</sup> Eu)</b>	<b>IRR (%)</b>	<b>NPV (10<sup>6</sup> Eu)</b>	<b>IRR (%)</b>	<b>NPV (10<sup>6</sup> Eu)</b>	<b>IRR (%)</b>	<b>NPV (10<sup>6</sup> Eu)</b>
ΑΓΡΙΝΙΟ	25,1	12,45	36,0	21,09	34,2	19,64	–	–
ΑΡΓΟΛΙΔΑ	24,3	12,10	30,8	16,89	–	–	–	–
ΑΘΗΝΑ	–	–	31,2	21,18	33,5	23,45	35,1	25,13
ΑΡΤΑ	25,4	12,71	–	–	–	–	–	–
ΕΒΡΟΣ	25,3	12,72	36,0	21,09	39,2	23,48	–	–
ΦΛΩΡΙΝΑ	–	–	36,1	23,57	37,4	24,6	36,7	24,1
ΗΜΑΘΙΑ	20,9	9,99	–	–	–	–	–	–
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	24,0	11,25	–	–	–	–	–	–
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	26,5	13,23	35,4	20,09	–	–	–	–
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	23,4	12,58	31,3	19,22	–	–	–	–
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	24,7	12,18	32,9	18,55	–	–	–	–
ΚΟΖΑΝΗ	19,8	8,93	–	–	–	–	–	–
ΛΑΜΙΑ	23,3	12,09	31,5	19,54	33,9	21,65	–	–
ΛΑΡΙΣΑ	19,8	9,55	–	–	–	–	–	–
ΜΑΓΝΗΣΙΑ	20,9	10,26	–	–	–	–	–	–
ΠΑΤΡΑ	22,5	10,44	–	–	–	–	–	–
ΣΕΡΡΕΣ	22,8	11,75	34,2	21,77	37,4	24,57	–	–
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	20,5	10,82	29,8	19,80	30,9	20,98	–	–
ΤΡΙΠΟΛΗ	25,9	12,96	34,9	20,21	–	–	–	–
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	21,4	10,45	27,2	15,76	–	–	–	–
ΞΑΝΘΗ	25,2	12,28	35,1	20,17	35,2	20,20	–	–
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	–	–	37,9	25,12	39,3	26,39	40,0	26,98
ΚΕΡΚΥΡΑ	–	–	34,2	21,87	37,2	24,55	36,7	24,29
ΛΕΣΒΟΣ	–	–	36,3	21,28	39,5	23,46	36,8	21,50
ΛΕΥΚΑΔΑ	–	–	34,6	22,20	36,5	23,74	36,2	23,48
ΜΗΛΟΣ	–	–	33,1	20,90	35,0	22,57	33,1	20,95
ΝΑΞΟΣ	–	–	36,1	23,49	38,0	25,37	39,5	26,42
ΡΟΔΟΣ	–	–	34,2	21,63	36,9	24,06	39,2	26,18
ΣΑΜΟΣ	–	–	40,1	24,15	42,7	26,21	44,1	27,24
ΣΠΑΡΤΗ	–	–	37,2	21,95	40,4	24,59	42,0	25,41
ΧΑΝΙΑ	–	–	35,8	23,28	38,4	25,66	39,1	26,15
ΧΙΟΣ	–	–	37,8	22,40	41,4	25,21	43,7	26,93

**Πίνακας 5-7 Τιμές IRR και NPV ανά περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννήτρια V90 1,8-2,0 MW**

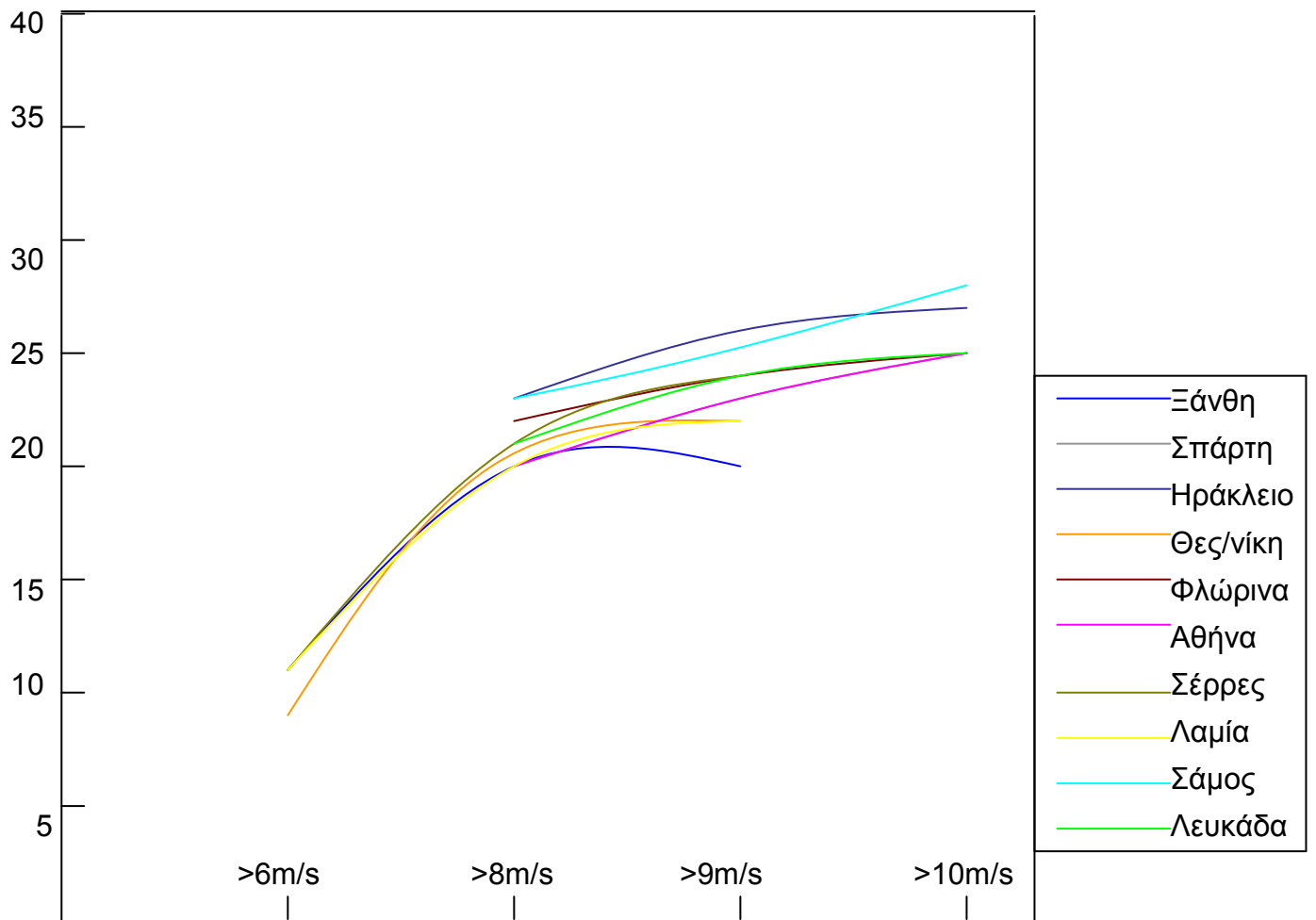


Στη συνέχεια ακολουθούν πίνακες που καταγράφουν την μεταβολή του NPV συναρτήσει του αιολικού δυναμικού στις επιλεγμένες 10 περιοχές.

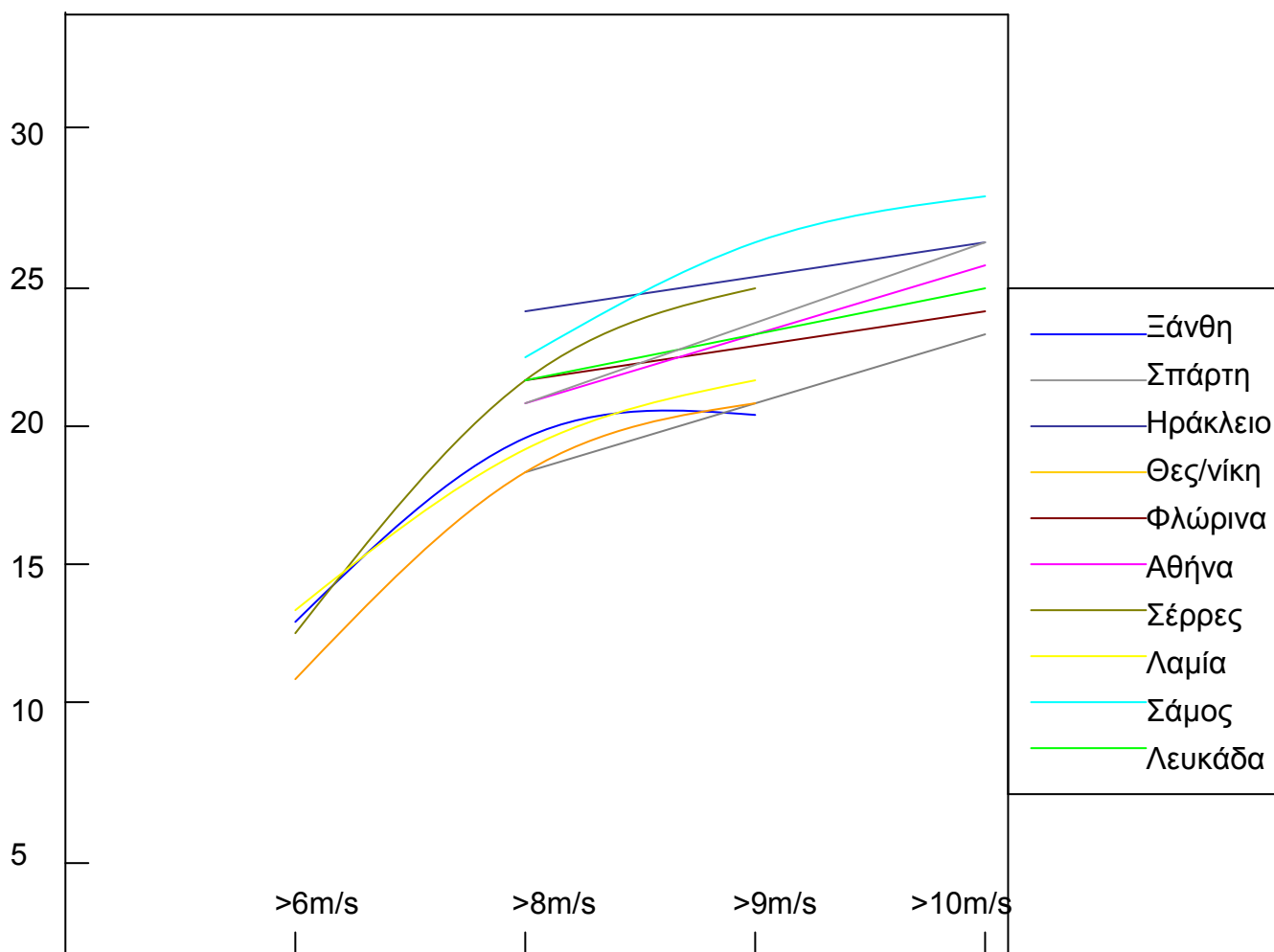
NM 1000/54 59m



### NORDTANK 1500/60-60m



## V90-1, 8/2, 0 MW



Από τους παραπάνω πίνακες εύκολα καταδεικνύεται ότι τόσο ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) όσο και η καθαρή παρούσα αξία (NPV) αυξάνονται ανάλογα με το αιολικό δυναμικό. Αυτό βλέπουμε ότι ισχύει για κάθε περιοχή και για τους 3 τύπους ανεμογεννητριών.

Με άλλα λόγια μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι επαληθεύεται η θεωρία σύμφωνα με την οποία η ενέργεια που παράγεται από κάθε ανεμογεννήτρια εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένη. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι η θεωρία αυτή βρίσκει απόλυτη εφαρμογή στην πλειονότητα των περιοχών που μελετούνται. Αντίθετα παρατηρούμε ότι σε ελάχιστες περιπτώσεις, αύξηση του αιολικού δυναμικού δεν συνεπάγεται ταυτόχρονη αύξηση των οικονομικών δεικτών. Η εξήγηση για αυτό το γεγονός παρέχεται από τον ΚΑΠΕ. Σύμφωνα με τα στοιχεία του συγκεκριμένου ιστοτόπου, σε κάθε κατηγορία αιολικού δυναμικού αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη έκταση της περιοχής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου. Άυξηση του αιολικού δυναμικού σημαίνει αντίστοιχη μείωση της διαθέσιμης έκτασης σε κάθε περιοχή. Έτσι τέτοιο μετά από λίγη σκέψη φαντάζει απόλυτα λογικό, αφού σχεδόν σε κάθε περιοχή της Ελλάδας μπορεί να καταγράψει



αιολικό δυναμικό της τάξης των 6 m/s, όμως δεν είναι το ίδιο εύκολο στην ίδια περιοχή να καταγράφουν μεγαλύτερες τιμές. Ακόμα όμως και στην περίπτωση που κάτι τέτοιο συμβαίνει, συγκεντρώνουν μεγάλες πιθανότητες αυτές να καταγράφονται σε μικρότερες εκτάσεις ή σε κορυφογραμμές. Μείωση της διαθέσιμης έκτασης για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου, οδηγεί τους μηχανικούς στην τοποθέτηση των ανεμογεννητριών σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, κάτι που προκαλεί αύξηση των απωλειών λόγω όμορου. Αυτό συμβαίνει διότι η λειτουργία κάθε ανεμογεννήτριας επηρεάζεται από τις γειτονικές της. Σε αυτές ακριβώς τις απώλειες οφείλονται τα διαφορετικής φύσεως αποτελέσματα που καταγράφονται σε συγκεκριμένες περιοχές. Για παράδειγμα στο Αγρίνιο παρατηρούμε ότι αύξηση της τιμής του αιολικού δυναμικού από 8 m/s σε 9 m/s συνοδεύεται από μείωση των οικονομικών δεικτών. Συγκεκριμένα για τη δεύτερη ανεμογεννήτρια κατά τη μετάβαση του αιολικού δυναμικού από 8 m/s σε 9 m/s, ο IRR από 33,4 ελλιώνεται σε 31,8 ενώ ο NPV από 19,3 σε 17,99. Το ίδιο παρατηρούμε ότι συμβαίνει και σε άλλες περιοχές με σχετικά υψηλούς οικονομικούς δείκτες, όπως η Λέσβος και η Μήλος.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που παρατίθενται στους παραπάνω πίνακες μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιες περιοχές εμφανίζουν καλύτερους οικονομικούς δείκτες και επομένως αποτελούν πιο συμφέρουσες επιλογές για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου.

>6 m/s	>8 m/s	>9 m/s	>10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΧΙΟΣ	ΧΙΟΣ
ΕΒΡΟΣ	ΧΙΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ	ΣΠΑΡΤΗ
ΞΑΝΘΗ	ΣΠΑΡΤΗ	ΛΕΣΒΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΑΓΡΙΝΙΟ	ΛΕΣΒΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΝΑΞΟΣ

**Πίνακας 5-8 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR**

>6 m/s	>8 m/s	>9 m/s	>10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΧΙΟΣ	ΧΙΟΣ
ΞΑΝΘΗ	ΧΙΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ	ΣΠΑΡΤΗ
ΕΒΡΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΑΓΡΙΝΙΟ	ΛΕΣΒΟΣ	ΛΕΣΒΟΣ	ΝΑΞΟΣ

**Πίνακας 5-9 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR (NORDTANK 1500/60 60m)**

>6 m/s	>8 m/s	>9 m/s	>10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΧΙΟΣ	ΧΙΟΣ
ΑΡΤΑ	ΧΙΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ	ΣΠΑΡΤΗ
ΕΒΡΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ	ΛΕΣΒΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΞΑΝΘΗ	ΛΕΣΒΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΝΑΞΟΣ

**Πίνακας 5-10 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR (V90-1, 8/2, 0 MW)**

Για κάθε κλάση αιολικού δυναμικού καταγράφονται οι 5 πρώτες περιοχές με κριτήριο τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης. Μια σύντομη παρατήρηση αρκεί για να δούμε πως η περιοχή που εμφανίζει τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες και κατ'επέκταση αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη περιοχή για εγκατάσταση αιολικού πάρκου είναι η Σάμος, ενώ για την κλάση των 6 m/s η καλύτερη περιοχή είναι η Καλαμάτα.

Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες με τις 5 περιοχές που εμφανίζουν τις καλύτερες επιδόσεις όσον αφορά τον NPV για όλες τις κλάσεις του αιολικού δυναμικού.

> 6 m/s	> 8 m/s	> 9 m/s	> 10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΧΙΟΣ
ΕΒΡΟΣ	ΧΙΟΣ	ΕΒΡΟΣ	ΣΠΑΡΤΗ
ΞΑΝΘΗ	ΦΛΩΡΙΝΑ	ΧΙΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΑΓΡΙΝΙΟ	ΣΠΑΡΤΗ	ΧΑΝΙΑ	ΝΑΞΟΣ

**Πίνακας 5-11 Κατάταξη περιοχών με βάση το NPV (NM 1000/54 59m)**

> 6 m/s	> 8 m/s	> 9 m/s	> 10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΣΑΜΟΣ	ΧΑΝΙΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΞΑΝΘΗ	ΧΑΝΙΑ	ΝΑΞΟΣ	ΝΑΞΟΣ
ΕΒΡΟΣ	ΝΑΞΟΣ	ΧΙΟΣ	ΧΙΟΣ
ΛΑΜΙΑ	ΦΛΩΡΙΝΑ	ΣΑΜΟΣ	ΧΑΝΙΑ

**Πίνακας 5-12 Κατάταξη των περιοχών με βάση το NPV(NORDTANK 1500/60-60m)**

> 6 m/s	> 8 m/s	> 9 m/s	> 10 m/s
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΣΑΜΟΣ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΣΑΜΟΣ	ΣΑΜΟΣ	ΧΙΟΣ
ΕΒΡΟΣ	ΦΛΩΡΙΝΑ	ΧΑΝΙΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΑΡΤΑ	ΝΑΞΟΣ	ΝΑΞΟΣ	ΝΑΞΟΣ
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ΧΑΝΙΑ	ΧΙΟΣ	ΡΟΔΟΣ

**Πίνακας 5-13 Κατάταξη των περιοχών με βάση το NPV V90-1, 8/2, 0 MW**

Παρατηρώντας τα δεδομένα των πινάκων βλέπουμε ότι τα αποτελέσματα με γνώμονα το NPV συμφωνούν με τα αντίστοιχα με γνώμονα το IRR. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι οι περιοχές με καλύτερο NPV είναι το Ηράκλειο και η Σάμος, ενώ για μικρά αιολικά δυναμικά της κλάσης των 6m/s η περιοχή με τον καλύτερο δείκτη NPV είναι η Καλαμάτα. Έτσι, συνεκτιμώντας όλα τα στοιχεία, εύκολα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως δεδομένου πως η χώρα μας έχει ένα από τα μεγαλύτερα αιολικά δυναμικά παγκοσμίως και πως την προτίμηση των επενδυτών συγκεντρώνουν περιοχές που εμφανίζουν μεγάλες ταχύτητες ανέμου, η Σάμος φαντάζει η πιο ενδεδειγμένη περιοχή για εγκατάσταση αιολικού πάρκου καθώς εμφανίζει τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες στις μεγάλες κλάσεις δυναμικού και για τους 3 τύπους ανεμογεννητριών που χρησιμοποιήσαμε.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΣΑΜΟ

## 6. 1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το πρόγραμμα RETSCREEN μας κατέδειξε την Σάμο σαν την πλέον ενδεδειγμένη περιοχή για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου. Βασιζόμενοι λοιπόν σε αυτό το συμπέρασμα θα προχωρήσουμε στην αξιολόγηση της κατασκευής αιολικού πάρκου στη συγκεκριμένη περιοχή, με υπολογισμούς βασισμένους στα δεδομένα που παρέχονται από το πρόγραμμα RETSCREEN αλλά καταφεύγοντας και σε απλούς υπολογισμούς στηριζόμενοι σε βασικές γνώσεις της οικονομικής επιστήμης.

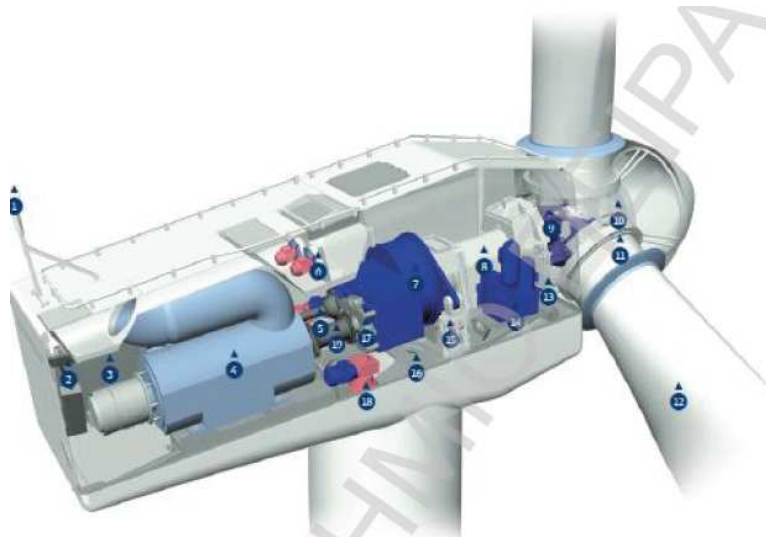
Το υπό μελέτη αιολικό πάρκο επιλέγουμε να έχει 4 ανεμογεννήτριες των 850 KW, πράγμα που σημαίνει ότι η συνολική του ισχύς είναι 3,4 MW. Ο αριθμός των ανεμογεννητριών επιλέγουμε να είναι μικρός ούτως ώστε να αποφευχθούν όσο το δυνατόν αντιδράσεις από τοπικούς και μη φορείς λόγω πιθανής όχλησης (οπτικής και ηχητικής).

Το μοντέλο που επιλέχθηκε, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία για τις ανεμογεννήτριες που παρατέθηκαν παραπάνω (μηχανή οριζοντίου άξονα με τον δρομέα προσανατολισμένο προς την κατεύθυνση του ανέμου) είναι το V52-44 m, η καμπύλη ισχύος του οποίου είναι μέρος της βάσης δεδομένων του RETScreen. Έχει 3 πτερύγια καθώς αποφεύγονται ο ζυγός αριθμός λεπίδων για λόγους σταθερότητας. Ένας δρομέας με ζυγό αριθμό λεπίδων δημιουργεί αστάθεια σε μια μηχανή με δυσκαμπτη δομή. Παράλληλα, γίνεται χρήση ηλεκτρικών μηχανων στο μηχανισμό παρεκκλίσεων τους.

Η μεγάλη πλειοψηφία των στροβίλων που πωλούνται στις παγκόσμιες αγορές έχει τη μορφή που παρουσιάζεται ακολούθως. <sup>14</sup>

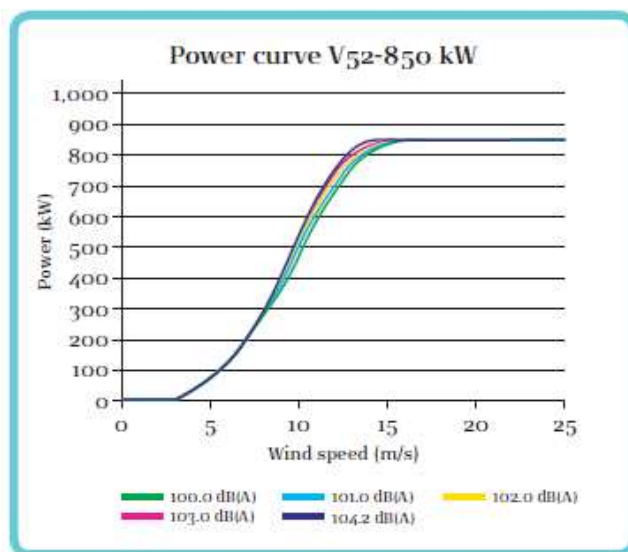


Το μοντέλο της γεννήτριας που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς και τα κυριότερα δομικά χαρακτηριστικά του, είναι το παρακάτω.



- |     |                                 |     |                                    |
|-----|---------------------------------|-----|------------------------------------|
| 1)  | Υπερηχητικός ελεγκτής ανέμου    | 11) | Φορέας λεπίδας                     |
| 2)  | Γερανός συντήρησης              | 12) | Λεπίδα                             |
| 3)  | Ανώτερος ελεγκτής με μετατροπέα | 13) | Σύστημα κλειδώματος δρομέα         |
| 4)  | Γεννήτρια                       | 14) | Υδραυλική μονάδα                   |
| 5)  | Κύλινδρος ελέγχου               | 15) | Διαφορικό                          |
| 6)  | Ψύκτρες νερού και λαδιού        | 16) | Έδραση μηχανής                     |
| 7)  | Κιβώτιο ταχυτήτων               | 17) | Δισκόφρενο                         |
| 8)  | Βασικός άξονας                  | 18) | Γρανάζι παρεκκλίσεων               |
| 9)  | Σύστημα ελέγχου                 | 19) | Σύνθετος βραχίονας σύζευξης δίσκου |
| 10) | Βάση λεπίδων                    |     |                                    |

Ακολουθεί η καμπύλη ισχύος της μηχανής <sup>15</sup>



Πίνακας 6-1 Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας V52-850 kw

Ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχεία των επιλεγθέντων μηχανών

**ΠΥΡΓΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

- Ύψος πύργου 44 m
- Ταχύτητα ανέμου για έναρξη 4m/s
- Ονομαστική ταχύτητα 16 m/s

**ΔΡΟΜΕΑΣ**

- Ταχύτητα ανέμου για διακοπή 25m/s
- Διάμετρος 52 m
- Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο 2123, 7 m<sup>2</sup>

**ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ**

- Ονομαστικές στροφές 26 rpm Τύπος 1 planet step 2-step
- Λειτουργικές στροφές 14-31, 4 rpm parallel axle gears
- Αριθμός λεπίδων 3

**ΒΑΡΟΣ****ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ**

- Άτρακτος 20 t
- Τύπος :Ασύγχρονη
- Δρομέας 10 t
- Ονομαστική απόδοση 850 KW
- Πύργος 50 t
- Δεδομένα λειτουργίας 50 Hz/60 Hz 690 V

Πίνακας 6-2 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας V52-850 kw

**6. 2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΕΠΕΝΔΥΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ**

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κόστη των προεπενδυτικών μελετών. Τα δεδομένα αυτά βασίζονται στην τράπεζα δεδομένων του RETscreen<sup>16</sup>

<b>ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	<b>ΚΟΣΤΟΣ</b>
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	3.000 Eu
ΕΡΕΥΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΩΝ	1.000 Eu
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	1.000 Eu
ΠΡΟΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	2.000 Eu
ΣΥΝΟΛΟ	7.000 Eu

Πίνακας 6-3 Κόστος προεπενδυτικών μελετών

### 6. 3 ΕΦΟΔΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την όσο το δυνατόν καλύτερη λειτουργία της μονάδας απαιτούνται διάφορα εφόδια των οποίων το κόστος παρά το γεγονός ότι είναι μικρό, αξίζει να ληφθεί υπόψην δεδομένου ότι η διάρκεια ζωής του αιολικού πάρκου αναμένεται να είναι τουλάχιστον 10 έτη.

Τα υλικά αυτά είναι βοηθητικής φύσης για μια μονάδα, όπως τρόφιμα, χημικά, χρωμάτα, υλικά συντήρησης κ.α. και ο υπολογισμός του κόστους τους γίνεται ομαδικά. Η συνολική τιμή ανέρχεται στα 1.000 Ευ για το πρώτο έτος λειτουργίας με αύξηση 2% για κάθε επόμενο χρόνο. Γενικότερα στις περισσότερες των περιπτώσεων η αύξηση στο κόστος για κάθε έτος θα θεωρούμε ότι είναι 2%.

Επιπρόσθετα σημαντικά στοιχεία για την κατασκευή μιας μονάδας αποτελούν και το νερό, το ηλεκτρικό και τα καύσιμα. Και σε αυτήν τη περίπτωση το κόστος υπολογίζεται συνολικά και ανέρχεται για το πρώτο έτος στα 500 Ευ με αύξηση 2% για κάθε επόμενο έτος.

ΕΤΟΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΝΕΡΟ ΚΛΠ	ΕΦΟΔΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
2011	1.000	500	1.500
2012	1.020	510	1.530
2013	1.040	520	1.560
2014	1.060	530	1.590
2015	1.082	541	1.623
2016	1.104	552	1.656
2017	1.126	562	1.688
2018	1.149	573	1.722
2019	1.172	586	1.758
2020	1.195	598	1.793

Πίνακας 6-4 Κόστος εφοδίων εγκατάστασης

### 6. 4 ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανεμογεννήτριες που θα χρησιμοποιηθούν είναι 4 και θα έχουν ονομαστική απόδοση 850 KW. Η ονομαστική απόδοση του αιολικού πάρκου θα είναι:

$$850 \text{ KW} \times 4 = 3.400 \text{ KW}$$

Η απόδοση των ανεμογεννητριών στην περιοχή που επιλέχθηκε σύμφωνα με τη βάση δεδομένων του RETSCREEN υπολογίζεται να είναι 25 %. Επομένως για τον προσδιορισμό των MWh που θα παράγονται ετησίως, απαιτούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

$$24\text{h} \times 365 \text{ μέρες} = 8.760 \text{ h}$$

$$8760 \times 25\% = 2.190 \text{ h}$$

$$2190 \text{ h} \times 3,4 \text{ MW} = 7.446 \text{ MWh}$$

Όπως φαίνεται από το τελικό αποτέλεσμα, το υπό αξιολόγηση αιολικό πάρκο αναμένεται να παραγει περίπου 7.446 MWh ετησίως.

Όσον αφορά τώρα το συνολικό κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των ανεμογεννητριών έχουμε τα εξής.<sup>17</sup>

Για την αγορά και την εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας απαιτούνται γύρω στα 800.000 ευρώ, ενώ για την μεταφορά κάθε ανεμογεννήτριας απαιτούνται 102.125 ευρώ. Επομένως το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 3. 608. 500 ευρώ.

## 6. 5 ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Το μεγαλύτερο λειτουργικό έξοδο του αιολικού πάρκου είναι η ασφάλιση του, η οποία θα γίνει από την εταιρεία από την οποία έγινε η προμήθεια των ανεμογεννητριών, δηλαδή την Vestas. Η ασφάλιση υπολογίζεται το πρώτο έτος να ανέλθει στα 12.000 Ευ για τον πρώτο χρόνο με ετήσια αύξηση της τάξης του 2%.

Παράλληλα επιπλέον έξοδα λογίζονται οι μετακινήσεις και η διαμονή του προσωπικού που απαιτείται, λαμβάνοντας σαν δεδομένο ότι η έδρα της εταιρείας είναι στην Αθήνα, ενώ η κατασκευή λαμβάνει χώρα στη Σάμο. Έτσι τα έξοδα μετακίνησης ανέρχονται στα 1.000 Ευ, ενώ τα έξοδα διαμονής υπολογίζονται σε 1.500. Οι τιμές αυτές αφορούν τον πρώτο χρόνο, ενώ η ετήσια αύξηση λαμβάνεται ίση με 2%.

Ακολουθεί ένας πίνακας που περιλαμβάνει όλα τα έξοδα συγκεντρωμένα, με βάση ανάλογη απόπειρα εγκατάστασης αιολικού πάρκου στην περιοχή της Καρύστου.

ΕΤΟΣ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΔΙΑΜΟΝΗ	ΣΥΝΟΛΟ
2011	12.000	1.000	1.500	14.500
2012	12.240	1.020	1.530	14.790
2013	12.485	1.040	1.561	15.086
2014	12.734	1.061	1.592	15.388
2015	12.989	1.082	1.624	15.695
2016	13.249	1.104	1.656	16.009
2017	13.514	1.126	1.689	16.329
2018	13.784	1.149	1.723	16.656
2019	14.060	1.172	1.757	16.989
2020	14.341	1.195	1.792	17.329

Πίνακας 6-5 Γενικά έξοδα αιολικού πάρκου

## 6. 6 ΕΞΟΔΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Η λειτουργία του αιολικού πάρκου δεν απαιτεί την συνεχή και αδιάλειπτη παρουσία προσωπικού, ούτε την καθημερινή παρακολούθηση καθώς αυτή επιτυγχάνεται με μεθόδους τηλεμετρίας από την εταιρεία που έχει αναλάβει την κατασκευή του. Έτσι οι μόνοι που απαιτούνται για την εκτέλεση των περισσότερων εργασιών είναι 2 ηλεκτρολόγοι καθώς και ένας λογιστής. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο μισθός κάθε υπαλλήλου για τα επόμενα 10 έτη λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

ΕΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ Α	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ Β	ΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
2011	4.500	4.500	2.200	11.200
2012	4.590	4.590	2.244	11.424
2013	4.682	4.682	2.288	11.652
2014	4.775	4.775	2.336	11.886
2015	4.871	4.871	2.381	12.123
2016	4.968	4.968	2.430	12.366
2017	5.068	5.068	2.477	12.613
2018	5.169	5.169	2.527	12.865
2019	5.272	5.272	2.579	13.123
2020	5.378	5.378	2.629	13.385

**Πίνακας 6-6** έξοδα ανθρωπίνου δυναμικού

## 6. 7 ΕΞΟΔΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Για την ολοκλήρωση του έργου απαιτούνται διάφορες εργασίες ούτως ώστε αφενός η πρόσβαση στην επιλεγμένη τοποθεσία να είναι εύκολη και αφετέρου η έκταση της εγκατάστασης να αποκτήσει την κατάλληλη κλίση. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη για τις διάφορες εργασίες, βασιζόμενοι κυρίως στην βάση δεδομένων του RETSCREEN.

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ
Εκσκαφή για διαμόρφωση του πάρκου	150 euro/ m <sup>2</sup>
Εκσκαφή για διάνοιξη πρόσβασης	300 euro/ m <sup>2</sup>
Γραμμή μεταφοράς ρεύματος	18.000 euro/ m <sup>2</sup>

**Πίνακας 6-7** Έξοδα τεχνικών έργων

Βασιζόμενοι στον προηγούμενο πίνακα και θεωρώντας πως η περιοχή που επιλέχθηκε για την κατασκευή του αιολικού πάρκου έχει έκταση περί τα 5000 m<sup>2</sup> μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος των τεχνικών έργων που απαιτούνται. Το κόστος αυτό είναι κατά προσέγγιση, καθώς οι αναγραφόμενες εκτάσεις είναι αποτέλεσμα εκτίμησης, βάσει της θεωρούμενης έκτασης της περιοχής.

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΚΟΣΤΟΣ
Εκσκαφή για διαμορφωση του πάρκου	300 m <sup>2</sup> x 150	45.000
Εκσκαφή για διάνοιξη πρόσβασης	100 m <sup>2</sup> x 300	30.000
Γραμμή μεταφοράς ρεύματος	0,5 km x 18.000	9.000
<b>Σύνολο</b>		<b>84.000</b>

**Πίνακας 6-8** Κόστος τεχνικών έργων



Υποθέτωντας ότι για την αγορά του οικοπέδου απαιτούνται περί τις 40.000 euro για κάθε 1.000 m<sup>2</sup>, τότε συνολικά απαιτούνται 200.000 euro. <sup>18</sup>

## 6. 8 ΚΟΣΤΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΔΕΙΑΣ

Το κομμάτι της αδειοδοτικής διαδικασίας που απαιτείται μπορεί να διακριθεί σε τρία μέρη, κάθε ένα από τα οποία θα πρέπει να κατατεθεί στις αρμοδίες υπηρεσίες. Το κάθε ένα μέρος έχει το δικό του κόστος και παράλληλα συνοδεύεται από την πιθανότητα να μην γίνει δεκτό από την υπηρεσία του.

Το πρώτο μέρος αφορά στις διαδικασίες αδειοδότησης για την παραγωγή και την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και κατατίθεται στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας ΡΑΕ. Το περιεχόμενο και οι προδιαγραφές της αίτησης αυτής καθορίζονται από τον κανονισμό αδειών παραγωγής, από τον οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και από διευκρινίσεις που βρίσκονται στην ιστοσελίδα της ΡΑΕ.

Το δεύτερο μέρος αφορά στην έγκριση των περιβαλλοντικών όρων για τους οποίους τηρείται μια αυστηρή και προκαθορισμένη διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ). Η όλη διαδικασία περιλαμβάνει την κατάθεση και την εξέταση από την διεύθυνση περιβάλλοντος και χωροταξίας της τοπικής περιφέρειας.

Τέλος το τρίτο μέρος περιλαμβάνει την ένταξη της υπό συζήτηση επένδυσης στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04 και εξετάζεται από την τοπική περιφέρεια με την βοήθεια του ΥΠΕΧΩΔΕ. Η αίτηση για την ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο κατατίθεται μόνο εφόσον γίνουν αποδεκτοί οι 2 προηγούμενοι. Αυτό είναι ουσιαστικά το τελευταίο βήμα της αδειοδοτικής διαδικασίας που απαιτείται πριν ξεκινήσει η λειτουργία του αιολικού πάρκου.

Το κόστος έγκειται κυρίως στην συνταξη και την κατάθεση των απαραίτητων εγγράφων, καθώς ο υπευθυνος μηχανικός που θα ασχοληθεί με την διαδικασία οφείλει να κάνει μια ολοκληρωμένη πρόταση στην κάθε υπηρεσία αν και εφόσον προσδοκά σε επιτυχή κατάληξη.

Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τα προαναφερθέντα κόστη για την κάθε μία διαδικασία ξεχωριστά.

<b>ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ</b>	<b>ΚΟΣΤΟΣ</b>
Λήψη άδειας παραγωγής	5.000 Ευ
Π.Π.Ε.Α.	3.000 Ευ
Ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο	3.000 Ευ
<b>Σύνολο</b>	<b>11.000 Ευ</b>

**Πίνακας 6-9 Κόστος λήψης άδειας**

## 6. 9 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Μετά την παρουσίαση και ανάλυση του κόστους που απαιτείται για τα βήματα που απαιτούνται για την κατασκευή του αιολικού πάρκου, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το συνολικό κόστος της εγκατάστασης

ΕΙΔΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΚΟΣΤΟΣ
Οικονομοτεχνική μελέτη	3.000
Έρευνες εκτάσεων	1.000
Τεχνικές μελέτες	1.000
Προεπενδυτικά έξοδα	2.000
Κοστος εξοπλισμού	3.608.500
Κόστος οικοπέδου	200.000
Έργα πολιτικού μηχανικού	84.000
Διαδικασίες αδειοδότησης	11.000
Σύνολο	3.910.500

Πίνακας 6-10 Συνολικό κόστος εγκατάστασης

## 6. 10 ΠΑΓΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ

Οι αποσβέσεις των πάγιων στοιχείων παραμένουν σταθερές ως προς το ποσοστό απόσβεσής τους, ωστόσο αυτό που διαφέρει είναι το ποσοστό απόσβεσης μεταξύ δύο διαφορετικών στοιχείων. Αυτό εξαρτάται κυρίως από το είδος του παγίου και το που αυτό εντάσσεται σύμφωνα με το νόμο περί φορολογίας εισοδήματος.

Πιο συγκεκριμένα, ο παραγωγικός εξοπλισμός του αιολικού πάρκου βάσει του προεδρικού διατάγματος υπ' αριθμόν 299 αναφέρει πως οι συντελεστές απόδοσης σταθερής μεθόδου για αιολικά πάρκα και φωτοβολταϊκές και γεωθερμικές μονάδες είναι ο κατώτερος 5% και ο ανώτερος 7%. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε το 5%.

Παράλληλα για κόστη προεπενδυτικών μελετών ο συντελεστής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι έως και 20%.

Τέλος για έργα πολιτικού μηχανικού ο συντελεστής που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι 20%.

Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τον υπολογισμό των αποσβέσεων των πάγιων που επιδοτούνται από κρατικό φορέα. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, το όλο εγχείρημα επιδοτείται κατά 40 % από το κράτος και κατά 20 % από την τράπεζα.

ΠΑΓΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΚΟΣΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΗ	ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗ
	α	β	$\gamma = \beta * \alpha$	$\delta = \gamma * 0,4$	$\epsilon = \gamma - \delta$
Παραγωγικό εξοπλισμός	3.608.500	5%	180.425	72.170	108.255
Αγορά οικοπέδου	200.000	20%	40.000	16.000	24.000
Έργα πολιτικού μηχανικού	84.000	20%	16.800	6.720	10.080
Μελέτες και έρευνες	18.000	20%	3.600	1.440	2.160

**Πίνακας 6-11 Υπολογισμός αποσβέσεων**

Έτσι με δεδομένα τα τελικά ετήσια ποσά αποσβέσεων , παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας των αποσβέσεων, σημειώνοντας πως η διάρκεια των αποσβέσεων για τα έργα του πολιτικού μηχανικού, τις προεπενδυτικές μελέτες και έρευνες καθώς και την αγορά του οικοπέδου είναι 5 χρόνια.

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΑΓΟΡΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ	ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ
2011	108.255	24.000	10.080	2.160	144.495
2012	108.255	24.000	10.080	2.160	144.495
2013	108.255	24.000	10.080	2.160	144.495
2014	108.255	24.000	10.080	2.160	144.495
2015	108.255	24.000	10.080	2.160	144.495
2016	108.255	0	0	0	108.255
2017	108.255	0	0	0	108.255
2018	108.255	0	0	0	108.255
2019	108.255	0	0	0	108.255
2020	108.255	0	0	0	108.255

**Πίνακας 6-12 Καταγραφή αποσβέσεων**

## 6. 11 ΤΟΚΟΧΡΕΩΛΥΤΙΚΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ

Οι τοκοχρεωλυτικές υποχρεώσεις αποτελούν το κομμάτι της επιδότησης που προέρχεται από την συμμετοχή τραπεζικού οργανισμού. Το ποσοστό του συνολικού κόστους επένδυσης ανέρχεται στο 20 %, το οποίο μεταφράζεται σε 782.100 ευρώ. Η αποπληρωμή των υποχρεώσεων γίνεται σε διάρκεια 10 ετών.

Τα στοιχεία της τραπεζικής χρηματοδότησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και βασίζονται στην τράπεζα στοιχείων του RETScreen

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ
Τραπεζικό δάνειο	782.100
Διάρκεια αποπληρωμής	10 ετη
Επιτόκιο	5 %
Συντελεστής Παρούσας Αξίας (ΣΠΑ)	7,35
Τοκοχρεωλύσιο (Δάνειο/ΣΠΑ)	106.408

Πίνακας 6-13 Στοιχεία τραπεζικών χρηματοδοτήσεων

Οι τοκοχρεωλυτικές υποχρεώσεις της επιχείρησης ανά έτος παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΕΤΟΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΔΑΝΕΙΟΥ	ΤΟΚΟΧΡΕΩΛΥΣΙΟ	ΤΟΚΟΣ	ΧΡΕΩΛΥΣΙΟ	ΔΑΝΕΙΟ ΠΡΟΣ ΕΞΟΦΛΗΣΗ
	α	β	$\gamma = \alpha * 0,05$	$\delta = \beta - \gamma$	$\epsilon = \alpha - \delta$
2011	782.100	106.408	39.105	67.303	714.797
2012	714.797	106.408	35.740	70.668	644.129
2013	644.129	106.408	32.206	74.202	569.927
2014	569.927	106.408	28.496	77.912	492.015
2015	492.015	106.408	24.601	81.807	410.208
2016	410.208	106.408	20.510	85.898	324.310
2017	324.310	106.408	16.215	90.193	234.117
2018	234.117	106.408	11.706	94.702	139.415
2019	139.415	106.408	6.971	99.437	39.978
2020	39.978	106.408	1.999	104.409	0

Πίνακας 6-14 Τοκοχρεωλυτικές υποχρεώσεις της επιχείρησης ανά έτος

## 6. 12 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Παρακάτω έχει υπολογιστεί το κόστος παραγωγής για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας του αιολικού πάρκου. Τα δεδομένα του πίνακα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα προκύπτουν από την ανάλυση που έγινε στις προηγούμενες παραγράφους. Πιο συγκεκριμένα το συνολικό κόστος αποσβέσεων έχει προκύψει από την παράγραφο 6.10, οι τόκοι έχουν υπολογιστεί στην παραγραφο 6.11, τα διάφορα εφόδια στην παράγραφο 6.3 και τα έξοδα ανθρώπινου δυναμικού στην παράγραφο 6. 6

ΕΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ	ΤΟΚΟΙ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΦΟΔΙΑ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΞΟΔΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ
2011	144.495	39.105	1.500	14.500	11.200	210.800
2012	144.495	35.740	1.530	14.790	11.424	207.979
2013	144.495	32.206	1.560	15.086	11.652	204.999
2014	144.495	28.496	1.590	15.388	11.886	201.855
2015	144.495	24.601	1.623	15.695	12.123	198.537
2016	108.255	20.510	1.656	16.009	12.366	158.796
2017	108.255	16.215	1.688	16.329	12.613	155.100
2018	108.255	11.706	1.722	16.656	12.865	151.204
2019	108.255	6.971	1.758	16.989	13.123	147.096
2020	108.255	1.999	1.793	17.329	13.385	142.761

Πίνακας 6-15 Κόστος παραγωγής

## 6. 13 ΕΞΟΔΑ

Τα έσοδα πωλήσεων για την πρώτη δεκαετία λειτουργίας της μονάδας αναμένεται να είναι σταθερά καθώς η τιμή αγοράς της MWh από την ΔΕΗ είναι σταθερή και ίση με 80,14 ευρώ ανά MWh. Επομένως λαμβάνοντας σαν δεδομένο ότι το μέγεθος της παραγωγής του αιολικού μας πάρκου είναι προβλεπόμενο με πολύ μικρή απόκλιση, είμαστε σε θέση να προβούμε σε μια εκτίμηση των ετήσιων εσόδων από πωλήσεις. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στην παράγραφο 6. 4 το αιολικό πάρκο αναμένεται να παράγει ετησίως 7. 446 MWh, επομένως τα έσοδα από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να ανέλθουν στα 596. 723 ευρώ ετησίως για τα πρώτα 10 έτη, θεωρώντας ότι έχουμε μέγιστη παραγωγή.

Στον παρακάτω πίνακα θα δοθεί η κατάσταση των αποτελεσμάτων χρήσης για τα πρώτα δέκα χρόνια λειτουργίας του αιολικού πάρκου. Το κόστος παραγωγής έχει υπολογιστεί στην αμέσως προηγούμενη παράγραφο, ενώ ο φόρος σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία ανέρχεται στο 25 %.

ΕΤΟΣ	ΕΣΟΔΑ ΠΩΛΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΚΕΡΔΟΣ ΠΡΟΣ ΦΟΡΟΛΟΓΗΣΗ (α-β)	ΦΟΡΟΣ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ
2011	596.723	210.800	385.923	96.481	289.442
2012	596.723	207.979	388.744	97.186	291.558
2013	596.723	204.999	391.724	97.931	293.793
2014	596.723	201.855	394.868	98.717	296.151
2015	596.723	198.537	398.186	99.546	298.640
2016	596.723	158.796	437.927	109.482	328.445
2017	596.723	155.100	441.623	110.405	331.218
2018	596.723	151.204	445.519	111.379	334.140
2019	596.723	147.096	449.627	112.406	337.221
2020	596.723	142.761	453.962	113.490	340.472

**Πίνακας 6-16 Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης**

## 6. 14 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Ο χρόνος επιστροφής του κεφαλαίου που διατέθηκε μέσω των κερδών ορίζεται σαν η περίοδος απόδοσης του κεφαλαίου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το κέρδος ορίζεται σαν το καθαρό κέρδος μετά φόρων, το οποίο προσδιορίστηκε στην αμέσως προηγούμενη παράγραφο συν τους τόκους χρηματοδότησης και την απόσβεση. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εξέλιξη του κεφαλαίου, θεωρώντας μάλιστα ότι δεν υπάρχει κρατική επιδότηση-η οποία όπως έχει αναφερθεί αποτελεί το 40% της συνολικής επένδυσης.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 6.9, ανέρχεται στα 3.910.500 ευρώ ενώ οι τόκοι και οι αποσβέσεις ανά έτος είναι όπως αναφέρονται και έχουν υπολογιστεί στους προηγούμενους πίνακες.

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΤΟΚΟΙ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ευρώ
2011	144.495	39.105	289.442	3.437.458
2012	144.495	35.740	291.558	2.965.665
2013	144.495	32.206	293.793	2.495.171
2014	144.495	28.496	296.151	2.026.029
2015	144.495	24.601	298.640	1.558.293
2016	108.255	20.510	328.445	1.101.083
2017	108.255	16.215	331.218	645.395
2018	108.255	11.706	334.140	191.294
2019	108.255	6.971	337.221	0
2020	108.255	1.999	340.472	0

**Πίνακας 6-17 Εξέλιξη κεφαλαίου σε περίπτωση μη κρατικής επιδότησης**

Το συμπέρασμα που εύκολα εξάγεται από την παρατήρηση του παραπάνω πίνακα είναι ότι ακόμα και στην περίπτωση που θεωρήσουμε ότι δεν υπάρχει κρατική επιδότηση, η επιστροφή του κεφαλαίου πραγματοποιείται στα πρώτα 8 χρόνια

λειτουργίας του αιολικού πάρκου, διάστημα που κρίνεται αρκετά ικανοποιητικό. Η υπόθεση αυτή όμως δεν είναι ρεαλιστική καθώς στις περισσότερες των περιπτώσεων υπάρχει πάντα σημαντική συμβολή του κρατικού φορέα. Στον πίνακα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα λοιπόν, έχει ληφθεί υπόψη η κρατική επιδότηση η οποία όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως ανέρχεται στο 40 % του συνολικού κεφαλαίου. Στην προκειμένη δηλαδή περίπτωση στο αρχικό κεφάλαιο δεν υπολογίζεται το ποσό του 1.564.200 ευρώ, οπότε θεωρούμε το συνολικό κόστος της επένδυσης να είναι 2.346.300 ευρώ.

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΤΟΚΟΙ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ	ΚΕΦΑΛΑΙΟ
2011	144.495	39.105	289.442	1.873.258
2012	144.495	35.740	291.558	1.401.465
2013	144.495	32.206	293.793	930.971
2014	144.495	28.496	296.151	461.829
2015	144.495	24.601	298.640	0
2016	108.255	20.510	328.445	0
2017	108.255	16.215	331.218	0
2018	108.255	11.706	334.140	0
2019	108.255	6.971	337.221	0
2020	108.255	1.999	340.472	0

Πίνακας 6-18 Εξέλιξη κεφαλαίου σε περίπτωση κρατικής επιδότησης

Από τον προηγούμενο πίνακα βλέπουμε ότι η επιστροφή του κεφαλαίου με την κρατική επιδότηση πραγματοποιείται σε 4 χρόνια, διάστημα που κρίνεται αρκετά ικανοποιητικό.

### 6.15 ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) αποτελεί όπως έχει ήδη αναφερθεί μια σημαντική οικονομική παράμετρο, καθώς ουσιαστικά είναι ένα μέτρο σύγκρισης της αξίας των χρημάτων στο παρόν με την αξία των χρημάτων στο μέλλον.

‘Αν ο NPV είναι θετικός τότε η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα ενώ σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να χαρακτηριστεί από οριακή έως ασύμφορη.

Ο τύπος που μας δίνει τον NPV είναι ο ακόλουθος:<sup>24</sup>

$$ΚΠΑ = \sum_{r=1}^v \left[ \frac{ΚΤΡ_r}{(1+k)^r} \right] - ΚΕ$$

ΚΠΑ=Καθαρή παρούσα αξία

ΚΤΡ<sub>r</sub>=Καθαρή ταμειακή ροή στην περίοδο r

ΚΕ= Κόστος επένδυσης

k = Μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου

v= Αριθμός περιόδων

Ο υπολογισμός του μέσου σταθμικού κόστους κεφαλαίου εξαρτάται από τις εξής παραμέτρους:

- Την χρηματοδότηση από τις τράπεζες, η οποία ανέρχεται στο 20 % του συνολικού κεφαλαίου και η οποία εμφανίζεται με μέσο κόστος δανειακού κεφαλαίου ίσο με το επιτόκιο της τραπεζικής χρηματοδότησης που είναι ίσο με το 7 %.
- Το κεφάλαιο που αντιστοιχεί στο ποσοστό συμμετοχής των μετόχων το οποίο ανέρχεται σε 40 %, το κόστος του οποίο λαμβάνεται λίγο μεγαλύτερο από το επιτόκιο της τραπεζικής χρηματοδότησης εξαιτίας του μεγαλύτερου χρηματοοικονομικού κινδύνου που παρουσιάζει, και το οποίο λαμβάνεται ίσο με 10 %
- Την επιδότηση που λαμβάνεται από το κράτος η οποία είναι ίση με το 40 % του συνολικού κεφαλαίου, η οποία και δεν παρουσιάζει χρηματοοικονομικό κίνδυνο γ'αυτό και πολλαπλασιάζεται με 0 , επομένως δεν έχει κόστος.

Επομένως το μέσος σταθμικό κόστος κεφαλαίου προκύπτει από την ακόλουθη σχέση

$$k = 20 \% \times 7 \% + 40 \% \times 10 \% + 40 \% \times 0 \% = 5,4 \%$$

Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται ο υπολογισμός της Παρούσας Αξίας για κάθε έτος για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

ΕΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	ΜΕΣΟ ΣΤΑΘΜΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ
2011	433.937	5,4 %	411.705
2012	436.053	5,4 %	392.522
2013	438.288	5,4 %	374.317
2014	440.646	5,4 %	357.058
2015	443.135	5,4 %	340.873
2016	436.700	5,4 %	318.527
2017	439.473	5,4 %	304.123
2018	442.395	5,4 %	290.461
2019	445.476	5,4 %	277.498
2020	448.727	5,4 %	265.202

**Πίνακας 6-19 Καθαρή Παρούσα αξία για τα πρώτα 10 έτη λειτουργίας αιολικού πάρκου στη Σάμο**

Η καθαρή ταμειακή ροή για κάθε έτος είναι το άθροισμα της απόσβεσης και του καθαρού κέρδους, τα οποία ήδη έχουν υπολογιστεί προηγουμένως.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης είναι 3. 910. 500 ευρώ. Μετά το πέρας των πρώτων 10 ετών λειτουργίας του αιολικού πάρκου η αθροιστική παρούσα αξία είναι 3. 332. 286 ευρώ. Επομένως εφαρμόζοντας τον τύπο για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας, τότε το αποτέλεσμα είναι αρνητικό (-578.214).

Όμως το παραπάνω αποτέλεσμα προέκυψε θεωρώντας πως η κρατική επιδότηση είναι απουσα. Έτσι το πραγματικό αποτέλεσμα προκύπτει αν συνυπολογισούμε τον παραπάνω παράγοντα, αφαιρώντας επομένως από το συνολικό κόστος της



επένδυσης το ποσό του 1.564.200 ευρώ που αντιστοιχεί στην κρατική χρηματοδότηση. Με αυτόν τον τρόπο το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα 2. 346. 300 ευρώ και έτσι η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι θετική (985. 986 ευρώ). Το αποτέλεσμα αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως η εξεταζόμενη επένδυση μπορεί να θεωρηθεί άκρως συμφέρουσα.

## 6.16 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης συμβολίζεται με IRR και ουσιαστικά αποτελεί το επιτόκιο εκείνο στο οποίο μηδενίζεται η Καθαρή Παρούσα Αξία. Πιο συγκεκριμένα η μέθοδος αξιολόγησης η οποία λαμβάνει σαν βασικό κριτήριο τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης, αναφέρεται στο επιτόκιο εκείνο στο οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών μιας επιχείρησης ισούται με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών.

Η ακριβής μαθηματική απόδοση της παραπάνω σχέσης εκφράζεται από τον ακόλουθο τύπο

$$ΚΠΑ = \sum_{\tau=1}^{\nu} [ΚΤΡ_{\tau}(\Sigma ΠΑ_{κ,\nu})] - ΚΕ = 0$$

η αλλιώς από τη σχέση

$$\sum_{\tau=1}^{\nu} [ΚΤΡ_{\tau}(\Sigma ΠΑ_{κ,\nu})] = ΚΕ$$

Προκειμένου να υπολογίσουμε τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Υπολογίζουμε τις σχετικές καθαρές ταμειακές ροές. Στην προκειμένη περίπτωση αυτές έχουν ήδη υπολογιστεί.
- Για την προεξόφληση των προαναφερθέντων ταμειακών ροών για κάθε εξεταζόμενη χρονιά χρησιμοποιούμε ένα υψηλό και ένα χαμηλό Εσωτερικό συντελεστή απόδοσης. Έτσι στην προκειμένη περίπτωση λαμβάνουμε για το χαμηλό συντελεστή την τιμή  $IRR2 = 3, 5 \%$  και για τον υψηλό συντελεστή απόδοσης την τιμή  $IRR1 = 12 \%$
- Υπολογίζουμε τον ακριβή συντελεστή απόδοσης με βάση τον τύπο που ακολουθεί

$$IRR = IRR1 - [(IRR1 - IRR2) / \Theta ΚΠΑ] * ΑΚΠΑ$$

όπου

- $\Theta ΚΠΑ$  = η θετική ΚΠΑ που προκύπτει ύστερα από χρήση του χαμηλού Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης
- $ΑΚΠΑ$  = η αρνητική ΚΠΑ που προκύπτει ύστερα από χρήση του υψηλού Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης

Στη συνέχεια ακολουθούν 2 πίνακες στους οποίους γίνεται ο υπολογισμός των  $\Theta ΚΠΑ$  και  $ΑΚΠΑ$  με βάση τα βήματα που αναλύθηκαν για τον υπολογισμό της συνολικής Καθαρής Παρούσας Αξίας προκειμένου να υπολογίσουμε το NPV.

ΕΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ IRR2	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ
2011	433.937	3, 5 %	419.263
2012	436.053	3, 5 %	407.060
2013	438.288	3, 5 %	395.310
2014	440.646	3, 5 %	383.997
2015	443.131	3, 5 %	373.106
2016	436.700	3, 5 %	355.256
2017	439.473	3, 5 %	345.422
2018	442.395	3, 5 %	335.960
2019	445.476	3, 5 %	326.860
2020	448.727	3, 5 %	318.111

**Πίνακας 6-20 Υπολογισμός ΘΚΠΑ**

ΕΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ IRR1	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ
2011	433.937	12 %	387.444
2012	436.053	12 %	347.619
2013	438.288	12 %	311.971
2014	440.646	12 %	280.038
2015	443.131	12 %	251.444
2016	436.700	12 %	221.246
2017	439.473	12 %	198.795
2018	442.395	12 %	178.676
2019	445.476	12 %	160.644
2020	448. 727	12 %	144. 478

**Πίνακας 6-21 Υπολογισμός ΑΚΠΑ**

Με βάση τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων και χρησιμοποιώντας για μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου την τιμή  $IRR2 = 3,5\%$  έχουμε :

$KPA = 3.660.345 - 1.779.127 = 1.881.218 > 0$  επομένως

$\Theta KPA = 1.881.218$

Για την τιμή  $IRR1 = 12\%$  έχουμε

$KPA = 2.482.355 - 1.779.127 = 703.228 > 0$  επομένως

$AKPA = 703.228$

Εφαρμόζοντας τον προηγούμενο τύπο για την εύρεση του IRR καταλήγουμε στην τιμή  $IRR = 8,9\%$ . Αυτή η τιμή ουσιαστικά αποτελεί το υψηλότερο επιτόκιο που θα μπορούσε να καλύψει μια επιχείρηση χωρίς να υπάρχει κανένας κίνδυνος απώλειας των κεφαλαίων που έχει επενδύσει. Με δεδομένο αυτό, η ευρεθείσα τιμή φαντάζει ιδιαίτερα ελκυστική.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βασικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν σε πρώτη φάση η ανάδειξη της σπουδαιότητας των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και η προσπάθεια να τονιστεί η αυξανόμενη και κλιμακούμενη χρήση τους. Σε δεύτερο και κυριότερο επίπεδο ήταν η προσπάθεια να καταδειχθεί ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει η αιολική ενέργεια στην παγκόσμια προσπάθεια που γίνεται για στροφή σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας και να αποδειχθεί με στοιχεία η αποδοτικότητα αξιοποίησής της στην χώρα μας.

Το μεν πρώτο επιχειρήθηκε σε θεωρητικό επίπεδο με την παράθεση στοιχείων βασισμένων σε επίσημα στατιστικά, που καταδεικνύουν την ολοένα και μεγαλύτερη διείσδυση των ΑΠΕ την τελευταία δεκαετία αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη και στη συνέχεια, στην Ασία και τον υπόλοιπο κόσμο. Μέσα από αυτά γίνεται φανερό ότι η απόφαση των διαφόρων κυβερνήσεων ανά τον κόσμο είναι ειλημένη για αξιοποίηση των ΑΠΕ και τα διάφορα νομοθετικά πλαίσια που προωθούνται από τους αρμόδιους φορείς έχουν στόχο να ωθήσουν και να διευκολύνουν τα κράτη προς αυτήν την κατεύθυνση.

Το μεν δεύτερο επιχειρήθηκε να καταδειχθεί με την διενέργεια ενδεικτικής μελέτης για την κατασκευή αιολικού πάρκου σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, καθώς και την προσομοίωση λειτουργίας του για μια χρονική περίοδο 10 ετών αρχικά για όλες τις περιοχές και στη συνέχεια για την Σάμο, η οποία εμφάνισε και τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προοπτική κατασκευής αιολικών πάρκων στην Ελλάδα φαντάζει ως αρκετά καλή, καθώς το τεράστιο αιολικό δυναμικό της χώρας μας αποτελεί εγγύηση για θετικά οικονομικά αποτελέσματα. Οι οικονομικοί δείκτες που προέκυψαν για την πλειοψηφία των περιοχών είναι θετικοί, ειδικότερα για τα νησιά του Αιγαίου, τα οποία άλλωστε εμφανίζουν και τις μεγαλύτερες κλάσεις αιολικού δυναμικού. Το τελευταίο είναι λογικό, καθώς παρατηρήθηκε πως οι οικονομικοί δείκτες είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων ανάλογοι με την ταχύτητα του ανέμου, καθώς όσο αυτή μεγαλώνει τόσο αποδοτικότερο φαντάζει και το αιολικό πάρκο, αφού οι οικονομικοί δείκτες αυξήθηκαν για όλες τις περιοχές πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Παράλληλα παρατηρήθηκε ότι οι παραθαλάσσιες περιοχές σημειώνουν την μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στοιχείο επίσης πολύ σημαντικό για οποιοδήποτε επενδυτικό εγχείρημα.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην Ελλάδα μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα, όχι μόνο για την προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος, κάτι το οποίο άλλωστε αποτελεί την αιτία στροφής προς τις ΑΠΕ, αλλά και για την ελληνική οικονομία. Ωστόσο, παρά το γεγονός πως υπάρχουν όλες οι προϋποθέσεις για την μεγαλύτερη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει στον βαθμό που θα έπρεπε, καθώς η γραφειοκρατία αποτελεί τον μεγαλύτερο ανασταλτικό παράγοντα για κάθε νέα προσπάθεια. Επομένως κρίνεται αναγκαίο να γίνει προσπάθεια από τις εκάστοτε κυβερνήσεις, αλλά και από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, προκειμένου οι όποιες κωλυσιεργίες που παρατηρούνται κατά την διαδικασία έγκρισης ενός επενδυτικού σχεδίου να εξαλειφθούν προκειμένου η χώρα μας να αποτελεί μια περιοχή ελκυστική για τους νέους επενδυτές.

Ειδικότερα για τη Σάμο, στην οποία έγινε και η μελέτη για εγκατάσταση αιολικού πάρκου ισχύος 3,4 MW, διαπιστώθηκε ότι, μια επενδυτική προσπάθεια στην συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα.

Τα έσοδα που παρουσιάζει η μονάδα για τα 10 πρώτα έτη της λειτουργίας της ανέρχονται στα 596.723 € ετησίως, καθώς η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει σταθερή για τα πρώτα 10 χρόνια για τα οποία ισχύει η σύμβαση του επενδυτή με το δημόσιο. Επίσης διαπιστώθηκε πως ο επίδοξος επενδυτής θα έχει αποσβέσει το κεφάλαιο το οποίο διέθεσε στα πρώτα 4 χρόνια λειτουργίας του, ενώ ακόμα και στην περίπτωση όπου δεν λάβει κρατική επιχορήγηση, η απόσβεση πραγματοποιείται πριν από την δεκαετία, γεγονός που καθιστά την επένδυση ιδιαίτερα ελκυστική.

Έτσι, ακόμα και στην περίπτωση όπου η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας μειωθεί και, επομένως, τα ετήσια έσοδα ελαττωθούν, τότε αυτό το γεγονός δεν θα πλήξει σε μεγάλο βαθμό την επιχείρηση, καθώς αυτή θα έχει προλάβει να κάνει απόσβεση του κεφαλαίου που διέθεσε πριν από την λήξη της πρώτης δεκαετίας. Παράλληλα, οι δύο σημαντικότεροι οικονομικοί δείκτες, ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης και η Καθαρή Παρούσα Αξία, λαμβάνουν καλές τιμές, γεγονός που καθιστά κερδοφόρα την λειτουργία του αιολικού πάρκου στην περιοχή.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. ΚΑΠΕ [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
2. Έκθεση UNEP 2009
3. Διαδικτυακός τόπος gwec
4. ΚΑΠΕ
5. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
6. Μπεργελές Γιώργος, Ανεμοκινητήρες, Εκδόσεις Συμεών 2005,
7. [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
8. Ανακοίνωση της Επιτροπής της Ε. Ε. 2007
9. [www.eletaen.gr](http://www.eletaen.gr)
10. ΚΑΠΕ
11. Διαδικτυακός τόπος Vestas
12. Διαδικτυακός τόπος ΡΑΕ
13. Αρτίκης Γεώργιος, Χρηματοοικονομική Διοίκηση Ανάλυση και Προγραμματισμός, 2003
14. Μπεργελές Γιώργος, Ανεμοκινητήρες, Εκδόσεις Συμεών 2005,
15. Διαδικτυακός τόπος Vestas
16. Πηγή Λογισμικό RETSCREEN
17. Μουρτάκος Γεώργιος, Ευρωπαϊκό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
18. Αρτίκης Γεώργιος, Χρηματοοικονομική Διοίκηση Ανάλυση και Προγραμματισμός

## ΠΙΝΑΚΕΣ

1-1 Ετήσια παγκόσμια επένδυση ΑΠΕ την περίοδο 2004-2009 . . . . .	σελ 11
1-2 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανά κράτος το 2009 . . . . .	σελ 13
1-3 Οι 10 πρώτες χώρες σε εγκατεστημένη αιολική ισχύ το 2009. . . . .	σελ 14
1-4 Οι 10 πρώτες σε νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύ το 2009 . . . . .	σελ 16
1-5 Συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική ισχύ 1996-2009 . . . . .	σελ 17
1-6 Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ανά έτος . . . . .	σελ 18
1-7 Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά ήπειρο για την περίοδο 2003-2009.	σελ 18
1-8 Πρόγνωση αιολικής ενέργειας για την περίοδο 2010-2014. . .	σελ 21
1-9 Πρόβλεψη νέας εγκατεστημένης ισχύος από αιολική ενέργεια ανά ήπειρο για την περίοδο 2009-2014 . . . . .	σελ 22
1-10 Πρόβλεψη συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά ήπειρο την περίοδο 2009-2014 . . . . .	σελ 23
3-1 Μεριδίδια ΑΠΕ το 2005. . . . .	σελ 36
3-2 Τιμολόγιο ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. . . . .	σελ 39
5-1 Ζώνες ελληνικής επικράτειας, ποσοστό επιχορήγησης και αιολικό δυναμικό . . . . .	σελ 55
5-2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια NM 1000/54 59m.....	σελ 58
5-3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια NORDTANK 1500/60-60m . . . . .	σελ 59
5-4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή για την ανεμογεννήτρια V90 1, 8-2, 0 MW . . . . .	σελ 60
5-5 Τιμές IRR και NPV ανά περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννήτρια NM 1000/54-59m . . . . .	σελ 63
5-6 Τιμές IRR και NPV ανά περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννήτρια 1500/60-60m.....	σελ 66
5-7 Τιμές IRR και NPV ανά περιοχή και αιολικό δυναμικό για την ανεμογεννήτρια V90 1, 8-2, 0 MW.....	σελ 68
5-8 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR(NM 1000/54-59m) . . . . .	σελ 73
5-9 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR(NORDTANK 1500/60-60m) . . .	σελ 73
5-10 Κατάταξη περιοχών με βάση το IRR(V90 1, 8-2, 0 MW).....	σελ 73
5-11 Κατάταξη περιοχών με βάση το NPV(NM 1000/54-59m).....	σελ 74
5-12 Κατάταξη περιοχών με βάση το NPV(NORDTANK 1500/60-60m)	σελ 74
5-13 Κατάταξη περιοχών με βάση το NPV(V90 1, 8-2, 0 MW) . . . . .	σελ 74
6-1 Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας V52-850 KW.....	σελ 76
6-2 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας V52-850 KW.....	σελ 77

<b>6-3 Κόστος προεπενδυτικών μελετών. . . . .</b>	<b>σελ 77</b>
<b>6-4 Κόστος εφοδίων εγκατάστασης. . . . .</b>	<b>σελ 78</b>
<b>6-5 Γενικά έξοδα αιολικού πάρκου. . . . .</b>	<b>σελ 79</b>
<b>6-6 Έξοδα ανθρώπινου δυναμικού. . . . .</b>	<b>σελ 80</b>
<b>6-7 Έξοδα τεχνικών έργων. . . . .</b>	<b>σελ 80</b>
<b>6-8 Κόστος τεχνικών έργων. . . . .</b>	<b>σελ 80</b>
<b>6-9 Κόστος λήψης άδειας. . . . .</b>	<b>σελ 81</b>
<b>6-10 Συνολικό κόστος εγκατάστασης. . . . .</b>	<b>σελ 82</b>
<b>6-11 Υπολογισμός αποσβέσεων. . . . .</b>	<b>σελ 83</b>
<b>6-12 Καταγραφή αποσβέσεων. . . . .</b>	<b>σελ 83</b>
<b>6-13 Στοιχεία τραπεζικών χρηματοδοτήσεων . . . . .</b>	<b>σελ 84</b>
<b>6-14 Τοκοχρεωλυτικές υποχρεώσεις της επιχείρησης ανά έτος. . . . .</b>	<b>σελ 84</b>
<b>6-15 Κόστος παραγωγής. . . . .</b>	<b>σελ 85</b>
<b>6-16 Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης. . . . .</b>	<b>σελ 86</b>
<b>6-17 Εξέλιξη κεφαλαίου σε περίπτωση μη κρατικής επιδότησης. . . . .</b>	<b>σελ 86</b>
<b>6-18 Εξέλιξη κεφαλαίου σε περίπτωση κρατικής επιδότησης . . . . .</b>	<b>σελ 87</b>
<b>6-19 ΚΠΑ για τα 10 πρώτα έτη λειτουργίας αιολικού πάρκου . . . . .</b>	<b>σελ 88</b>
<b>6-20 Υπολογισμός ΘΚΠΑ . . . . .</b>	<b>σελ 90</b>
<b>6-21 Υπολογισμός ΑΚΠΑ . . . . .</b>	<b>σελ 90</b>