



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ, ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΜΟΝΑΔΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ – ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ 20MW
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
RETSCREEN»**



ΚΑΤΣΙΜΠΡΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ (ΑΕΜ:984)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΟΖΑΝΗ (ΜΑΡΤΙΟΣ, 2013)

Περίληψη

Η παρούσα εργασία, αποτελεί αφενός μια εισαγωγή στην επιστήμη της αιολικής ενέργειας, αφετέρου ένα υπόδειγμα τεχνοοικονομικής προμελέτης εγκατάστασης αιολικού πάρκου. Συγκεκριμένα το εν λόγω αιολικό πάρκο εγκαθίσταται στον νομό της Κοζάνης. Αρχικά αναφέρονται βιβλιογραφικά στοιχεία που αφορούν την επιστήμη της αιολικής ενέργειας, την επιστήμη της ρευστομηχανικής που την διέπει αλλά και του νομικού πλαισίου. Έπειτα γίνεται περιγραφή βασικών στοιχείων που αποτελούν μια ανεμογεννήτρια. Τέλος πραγματοποιείται παρουσίαση του προγράμματος RETSCREEN International καθώς και τεχνοοικονομική μελέτη στην οποία υπολογίζεται η οικονομικότητα της επένδυσης με την χρήση του ανωτέρω προγράμματος.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου Αγγελική που τόσο με στηρίζει και της αξίζουν πολλά. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Ιωάννη Μπακούρο που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το παρόν θέμα που τόσο με ενδιέφερε να αναπτύξω. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους του καθηγητές του ιδρύματος που με γαλούχησαν ως μηχανολόγο μηχανικό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

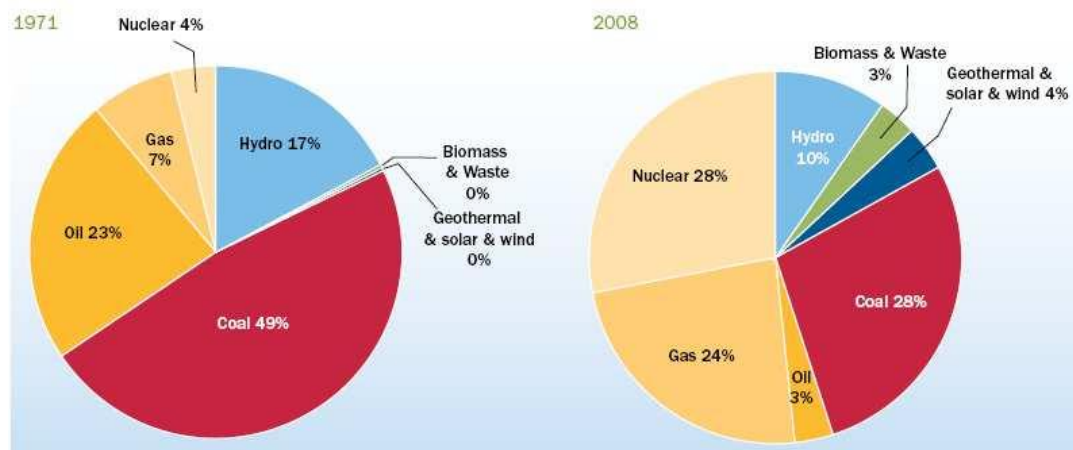
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1.	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	12
1.2.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	16
1.3.	ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ.....	23
1.4.	ΠΛΕΟΝΤΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	30
1.5.	ΟΙ ΑΠΕ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	34
2.	Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	36
2.1.	Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	36
2.2.	ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΡΟΤΥΠΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	38
2.3.	ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	38
2.4.	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ.....	39
2.4.1.	ΔΥΝΑΜΗ CORIOLIS.....	40
2.4.2.	ΔΥΝΑΜΗ ΠΙΕΣΗΣ.....	40
2.5.	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΥΨΟΥΣ.....	41
2.5.1.	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ.....	43
2.6.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΕΜΟΥ.....	44
2.6.1.	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ.....	45
2.6.2.	ΚΑΤΑΝΟΜΗ WEIBULL.....	45
2.6.3.	ΤΥΡΒΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΣΗ.....	49
2.6.4.	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ.....	50
3.	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	55
3.1.	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	55
3.1.1.	ΠΥΡΓΟΣ.....	55
3.1.2.	ΘΑΛΑΜΟΣ.....	55
3.1.3.	ΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗΣ.....	55
3.1.4.	ΑΞΟΝΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	55
3.1.5.	ΑΞΟΝΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	56
3.1.6.	ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	56
3.1.7.	ΡΟΤΟΡΑΣ, ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	56
3.1.8.	ΦΡΕΝΟ.....	57
3.1.9.	ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.....	58
3.1.10.	ΜΟΝΑΔΑ ΨΥΞΗΣ.....	58
3.1.11.	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΑΝΕΜΙΣΜΟΥ.....	58

3.1.12. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ/ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ ΠΤΥΡΥΓΙΩΝ.....	59
3.1.13. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	59
3.2. ΤΥΠΟΙ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	60
3.2.1. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ.....	60
3.2.2. ΑΣΥΓΧΡΟΝΕΣ.....	62
3.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΑΞΟΝΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ.....	65
3.3.1. ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	65
3.3.2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	66
3.3.3. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	67
3.3.4. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	67
3.4. ΒΑΣΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	67
3.4.1. ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ.....	67
3.4.1.1. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΤΟΦΛΙΟΥ ΕΙΣΟΔΟΥ.....	68
3.4.1.2. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΤΟΦΛΙΟΥ ΕΞΟΔΟΥ.....	68
3.4.1.3. ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	68
3.4.1.4. ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	68
3.4.2. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	68
3.5. ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	69
4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΑΔΕΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ.....	70
4.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ.....	70
4.2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΑΠΕ.....	73
4.2.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	75
4.2.2. ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ.....	80
4.2.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΒΑΘΜΟ ΟΧΛΗΣΗΣ.....	83
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETSCREEN INTERNATIONAL.....	85
6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΚΟΖΑΝΗ.....	106
6.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ.....	106
6.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	107
6.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	111
6.3.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	111
6.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	113
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	120
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	129

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες προβαίνει σε εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας δύο είδη πηγών ενέργειας, τις συμβατικές και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντίστοιχα. Οι συμβατικές (μη ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας (ΣΠΕ) όπως είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, οι γαιάνθρακες και τα πυρηνικά καύσιμα θεωρείται πως εξαντλούνται με την πάροδο του χρόνου (Κτενιαδάκης, 1999). Από την άλλη οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως ο άνεμος, ο ήλιος, η βιομάζα, οι υδατοπτώσεις, η γεωθερμία και η θαλάσσια κίνηση (ρεύμα, κύμα, παλίρροια) χαρακτηρίζονται από διαχρονική ανανέωση και απεριόριστη διαθεσιμότητα (Μαμάσης, 2010).

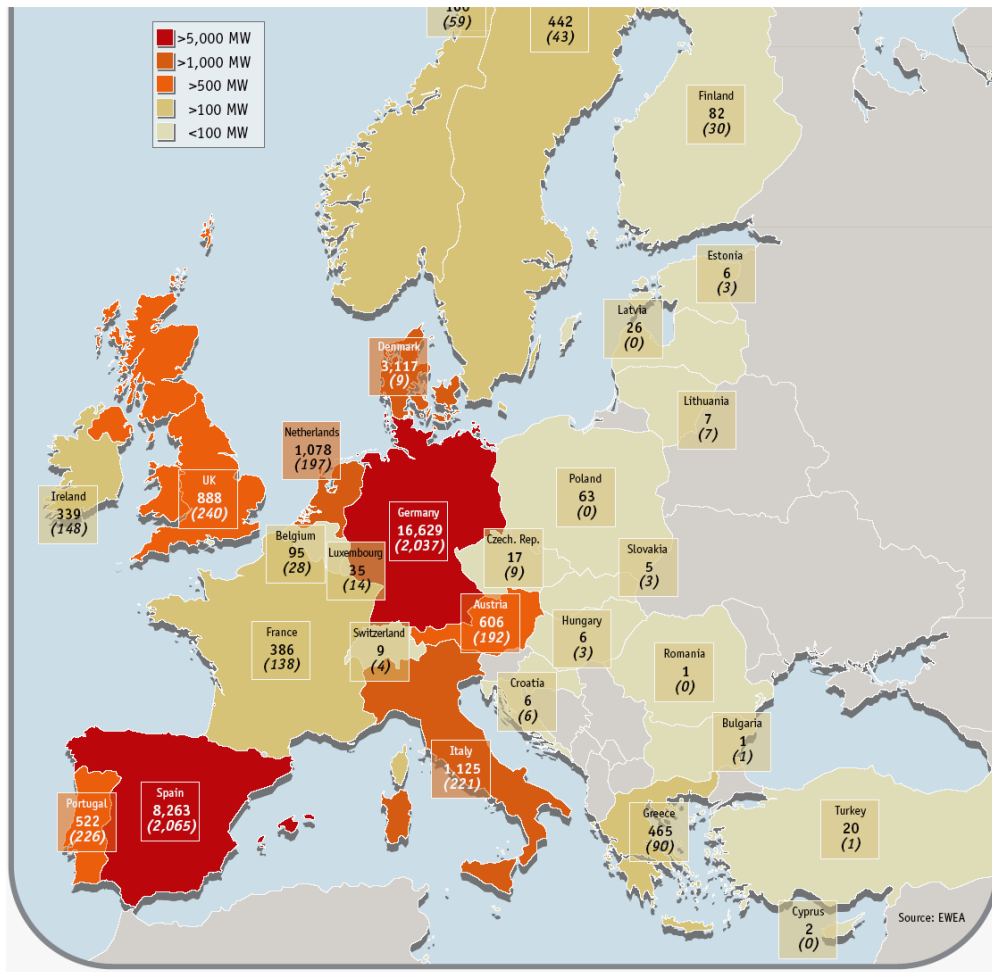
Η ευρωπαϊκή ενεργειακή απαίτηση που ικανοποιείται από ποικίλες πηγές άλλαξε δραματικά τα τελευταία 40 χρόνια, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί (Sathyajith, 2006). Το 2008 τα ορυκτά και φυσικά καύσιμα που αποτελούνται από τον άνθρακα, το πετρέλαιο, και το φυσικό αέριο ικανοποιούν περίπου το 55% των αναγκών. Το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας είναι περίπου 28%. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν 17% στο οποίο η παραδοσιακή βιομάζα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά συμβάλλουν το σημαντικότερο μερίδιο. Αυτήν τη στιγμή, το μερίδιο των νέων ανανεώσιμων πηγών ενεργειών (άνεμος, ήλιος, γεωθερμία κλπ) είναι μόνο 4% (EWEA, 2011).



Εικόνα 1: Γράφημα απεικόνισης μεριδίου στην αγορά διάφορων πηγών ενέργειας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ποσοστά, η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συμβατικές πηγές ενέργειας οι οποίες θα εξαντληθούν εντελώς στο άμεσο μέλλον (Freris and Infield, 2008). Επομένως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα προτιμηθούν ως εναλλακτικές λύσεις για την παραγωγή ενέργειας, κυρίως λόγω της απεριόριστης διαθεσιμότητάς τους, αλλά και την συμβολή τους στην ελάττωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Burton et al., 2001).

Η Λευκή Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 1997 έθεσε το στόχο να αυξηθεί το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ από 14% το 1997 σε 22% το 2010. Με διεύρυνση, ο συνολικός στόχος της ΕΕ είχε προσαρμοστεί στο 21% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (EWEA, 2011). Προσωρινά στοιχεία της Eurostat για το 2009 δείχνουν ότι ήδη το 2009 περίπου 19,9% (608 TWh) της Ευρωπαϊκής συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (3042 TWh) προήλθε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια συμβάλλει με το μεγαλύτερο μερίδιο (11,6%), ακολουθεί ο άνεμος (4,2%), η βιομάζα (3,5%) και η ηλιακή (0,4%). Φαίνεται να υπάρχει μια αύξηση σε σχέση με το 2008, όταν η παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ κάλυπτε το 16,6% (558 TWh) της συνολικής ηλεκτρικής κατανάλωσης των 3357 TWh (EWEA, 2011).



Εικόνα 2: Η εγκατεστημένη ισχύς αιολικών συστημάτων στην ΕΕ (σε MW) κατά το τέλος του 2005. Σήμερα πλέον η εγκατεστημένη ισχύς είναι προφανώς μεγαλύτερη και στην Ελλάδα και στην Ευρώπη στο σύνολο της (N. Ανδρίτσος, "Ενέργεια και Περιβάλλον").

Για την Ελλάδα, η ευρωπαϊκή επιτροπή αιολικής ενέργειας (EWEA) έχει θέσει ως στόχο την αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ από το 6,9% (2005) στο 18% το 2020. Σχεδόν το 40% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπεται ότι θα πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ το 2020. Η χερσαία και η υπεράκτια αιολική ενέργεια θα πρέπει να αποτελεί τη μερίδα του λέοντος της αγοράς ανανεώσιμης ενέργειας και προβλέπεται ότι θα καλύψει 24,5% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας το 2020. Για να επιτευχθεί αυτό, το σχέδιο δράσης είναι να φτάσουν τα 7,5 GW της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, εκ των οποίων 300 MW από υπεράκτιες εγκαταστάσεις, μέχρι το 2020. Η καθαρά ετήσια αύξηση του δυναμικού της αιολικής ενέργειας αναμένεται να είναι σταθερά περίπου 600 MW. Η υπεράκτια ανάπτυξη δεν αναμένεται να

ξεκινήσει πριν από το 2016 και προβλέπεται ότι θα αυξάνεται σταθερά κατά 50 MW το χρόνο. Το 2020, οι υπεράκτιες κατασκευές αναμένεται να την αυξήσουν στα 100 MW (EWEA, 2011).

Αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Ο άνεμος προκαλείται από τις κινήσεις των αερίων μαζών, λόγω της διαφοράς πίεσης και θερμοκρασίας που δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Φλόκας, 1997). Έτσι στον ισημερινό η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα, ενώ στους πόλους υπό γωνία. Αυτό σε συνδυασμό με την περιστροφική κίνηση της γης, έχει ως αποτέλεσμα οι θερμότερες αέριες μάζες (μικρής πυκνότητας) να κινούνται ανοδικά και την θέση τους καταλαμβάνουν οι ψυχρότερες αέριες μάζες (πυκνότερες), δημιουργώντας έτσι την κυκλοφορία των ανέμων γύρω από την γη (<http://www.aquaret.com>).

Σε χάρτη της παγκόσμιας μετεωρολογικής οργάνωσης έχει υπολογιστεί σε ύψος 10 m από το έδαφος, ότι επικρατούν άνεμοι με μέση ετήσια ταχύτητα πάνω από 5,1 m/s, στο 25% της επιφάνειας της γης. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής θεωρείται εκμεταλλεύσιμο ενεργειακά, όταν η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά την τιμή των 5,1 m/s. όμως όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο περισσότερη είναι η παρεχόμενη (διαθέσιμη) ενέργεια, καθώς η ισχύς είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου (βλ. επόμενο κεφάλαιο). Ως εκ τούτου είναι σημαντικό να γνωρίζουμε με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, έτσι ώστε με τον κατάλληλο και ορθό σχεδιασμό του αιολικού πάρκου να γίνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου (αιολική ενέργεια) σε ηλεκτρική ενέργεια, γίνεται μέσω των ανεμογεννητριών. Η Ελλάδα διαθέτει αρκετές περιοχές με πλούσιο αιολικό δυναμικό (όπως είναι τα νησιά, παράκτιες περιοχές και ορισμένα οροπέδια) για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας (Καζαντζίδης, 2009). Συγκεκριμένα η παραγόμενη ισχύς από τα

χερσαία αιολικά πάρκα το έτος 1997 ήταν 28 MW, ενώ το έτος 2006 έφθασε τα 746 MW (Κωλέτσης, 2007).

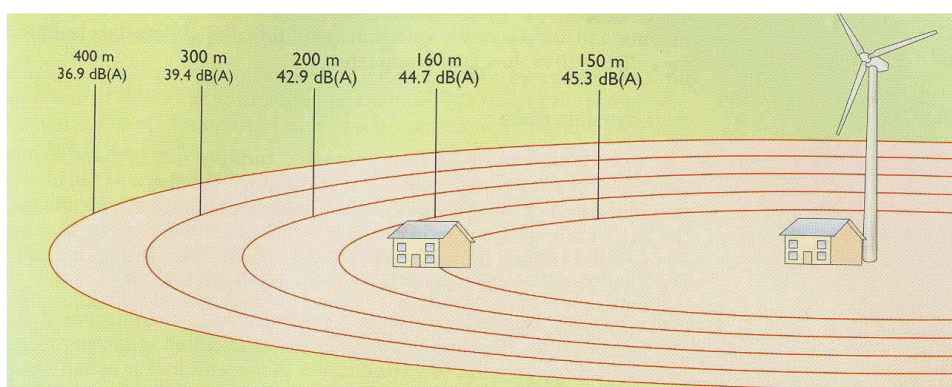
Στη σημερινή εποχή, οι κύριοι λόγοι που έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων είναι: η έλλειψη θέσεων στην ξηρά, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και περισσότερη διαθέσιμη ενέργεια από την θάλασσα (Esteban et al., 2010). Οι ταχύτητες των ανέμων πάνω από την ανοικτή θάλασσα είναι μεγαλύτερες σε σχέση με της ξηράς. Αυτό συμβαίνει διότι ο άνεμος πνέοντας στη θάλασσα, δεν συναντά εμπόδια και το μόνο μέρος ενέργειας που χάνει είναι λόγω της τριβής με την επιφάνεια της θάλασσας (όπου και δημιουργούνται τα κύματα, τα ανεμογενή κύματα αφού υπάρχουν και αυτά που προέρχονται από την ανύψωση της ελεύθερης – αδιάταρακτης επιφάνειας της θάλασσας από υποθαλάσσια ρεύματα). Σε αντίθεση με τα παραπάνω, πάνω στην ξηρά συναντά διαρκώς εμπόδια όπως για παράδειγμα βουνά, δάση κλπ. Επομένως όσο απομακρύνεται από την ακτή και όσο αυξάνεται το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας, τόσο αυξάνεται και η ένταση του ανέμου.

Στο παρελθόν ενισχύθηκε η εγκατάσταση χερσαίων αιολικών πάρκων (ΧΑΠ), σε σχέση με την κατασκευή θαλασσίων αιολικών πάρκων (ΘΑΠ), λόγω διαφόρων παραγόντων όπως η υποδομή, η τοποθέτηση, η ηλεκτρική σύνδεση και η χρήση ανθεκτικών υλικών από τη θάλασσα διάβρωση. Αυτοί οι παράγοντες ήταν περιοριστικοί για την υπεράκτια χρήση ανεμογεννητριών, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας των υπεράκτιων ανέμων σε σχέση με τους ανέμους της ξηράς. Σήμερα όμως, η αύξηση του μεγέθους και της αποδοτικότητας των ανεμογεννητριών καθώς και της εμπειρίας στον τομέα αυτό, έχουν κάνει εφικτή την δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απόκτηση μεγάλου δυναμικού, από την αξιοποίηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας (<http://www.aquaret.com>).

Αν και τα χερσαία αιολικά πάρκα έχουν εδραιωθεί στις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου, αναμένεται στα επόμενα χρόνια ότι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα θα αυξηθούν σημαντικά. Τα πλεονεκτήματα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας

είναι τα ακόλουθα (Jonkman, 2007; Henderson et al., 2003; Musial and Butterfield, 2004):

- Ο άνεμος τείνει να πνέει με περισσότερη ένταση λόγω της μειωμένης τύρβης (στο κατώτατο μέρος του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος, δηλαδή στο οριακό υπόστρωμα) και της μικρότερης διάτμησης στη θάλασσα απ' ότι στην ξηρά.
- Το μέγεθος μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας δεν περιορίζεται λόγω της παρουσίας υλικοτεχνικών υποδομών στην ξηρά (π.χ., οδικά ή σιδηροδρομικά δίκτυα).
- Οι οπτικές ενοχλήσεις και ο θόρυβος των ανεμογεννητριών μπορεί να αποφευχθεί εάν οι ανεμογεννήτριες εγκατασταθούν σε επαρκή απόσταση από την ακτή.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση μετάδοσης θορύβου από ανεμογεννήτρια (N.Ανδρίτσος, σημειώσεις "Ενέργεια και Περιβάλλον").

- Απέραντες εκτάσεις συνεχούς ανοιχτής θάλασσας είναι διαθέσιμες και οι εγκαταστάσεις δεν καταλαμβάνουν γη, παρεμβαίνοντας στις άλλες χρήσεις της.

Αυτά τα πλεονεκτήματα αντισταθμίζονται με τα ακόλουθα μειονεκτήματα που προκύπτουν από την τοποθέτηση ανεμογεννητριών υπεράκτια (Jonkman, 2007; Henderson et al., 2003; Musial and Butterfield, 2004):

- Απαιτείται υψηλότερο επενδυτικό κεφάλαιο για τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες, λόγω του κόστους που συνδέεται με την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας στη θάλασσα και την πρόσθετη περιπλοκότητα έδρασης/θεμελίωσης, υποστηρικτικής κατασκευής, αγκύρωσης, εγκατάστασης και παροπλισμού.
- Οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις είναι λιγότερο προσβάσιμες από τις χερσαίες εγκαταστάσεις, γεγονός που αυξάνει τις εργασίες και τις δαπάνες συντήρησης και αυξάνει ενδεχομένως το χρόνο διακοπής των μηχανών.
- Οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες δεν δέχονται περιβαλλοντική φόρτιση μόνο από τον άνεμο, επομένως, πρέπει επίσης να αντέχουν και σε άλλες συνθήκες φόρτισης, όπως η υδροδυναμική φόρτιση από τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα.

Στην Ελλάδα μετά την ψήφιση του νόμου 3851/2010 για τις ΑΠΕ, τον Ιούλιο του 2010 ξεκίνησε η διαδικασία προκαταρκτικής χωροθέτησης θαλάσσιων αιολικών πάρκων. Οι περιοχές που επιλέχθηκαν αρχικά στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο (επόμενη εικόνα) κατά την 1^η φάση του προγράμματος των ΘΑΠ, πρόκειται να αναπτυχθούν την περίοδο 2012 έως 2017. Ο προσδιορισμός των περιοχών στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί εφόσον εφαρμοστεί η Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ) σύμφωνα με την οποία θα προκύψουν τα τελικά πολύγωνα, τα εμβαδά και η μέγιστη ισχύς που θα επιτρέπεται να εγκατασταθεί σε αυτά. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι τέσσερις (4) από τις δώδεκα (12) περιοχές (παρακάτω πίνακας) της προκαταρκτικής χωροθέτησης (Αη Στράτης, Κάρπαθος, Κρουονέρι και Λευκάδα) δεν ικανοποίησαν επαρκώς τα κριτήρια επιλογής (ΥΠΕΚΑ, 2010).

1.1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι πηγές τα αποθέματα των οποίων ανανεώνονται φυσικά, και οι οποίες θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Στην κατηγορία αυτή, η σημασία της οποίας έχει πλέον συνειδητοποιηθεί ευρέως μιας και εξαρτάται η βιωσιμότητα του πλανήτη,

συγκαταλέγονται, ο άνεμος, ο ήλιος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες και τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης.

Πρόκειται για τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, με καταλυτική εξέλιξη την ανακάλυψη των μεγάλων κοιτασμάτων πετρελαίου, ο κόσμος στράφηκε αποφασιστικά στη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών, κυρίως άνθρακα και υδρογονανθράκων.

Δύο ήταν οι κρίσιμοι παράγοντες στην αναβίωση του ενδιαφέροντος για τις ΑΠΕ, ξεκινώντας από τα μέσα της δεκαετίας του 1970. Ο πρώτος ήταν το ζήτημα της ενεργειακής ασφάλειας που προέκυψε από τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις, του 1973 και του 1979-1980. Αυτές οδήγησαν τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες να αναθεωρήσουν την απόλυτη εξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα, και ιδιαίτερα από το πετρέλαιο.

Το δεύτερο στοιχείο που οδήγησε στην ολική επαναφορά των ΑΠΕ είναι, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, έχει εξελιχθεί σε κορυφαία προτεραιότητα της διεθνούς κοινότητας. Ο ενεργειακός τομέας είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που οδηγεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση συμβατικών καυσίμων. (<http://www.physics4u.gr/energy/ape.html>).

Τα τελευταία χρόνια καταναλώνονται από τον άνθρωπο ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες ενέργειας και αυξάνονται όσο αυξάνει το επίπεδο της ευημερίας και προοδεύει η οικονομία. Παρά τον συνεχή εκσυγχρονισμό της τεχνολογίας σε πάρα πολλούς τομείς, στον τομέα ενέργειας, εξακολουθεί να γίνεται χρήση ως επί το πλείστον συμβατικών πηγών ενέργειας.

Οι συμβατικές ή αλλιώς μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι πηγές των οποίων η αποθηκευμένη ενέργεια δεν ανανεώνεται σε εύλογο χρονικό διάστημα για τον άνθρωπο.

Από αυτές παράγονται: αέρια καύσιμα, υγρά καύσιμα από κατεργασία, στερεά καύσιμα γαιανθράκων, καθώς και πυρηνική ενέργεια από τη σχάση ραδιενεργών υλικών.

Η συνεχής χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας οδήγησε σε μια σειρά από προβλήματα των οποίων η ένταση κλιμακώνεται. Αφενός εντείνεται η ενεργειακή κρίση, λόγω της συνεχούς μείωσης των ενεργειακών αποθεμάτων, και αφετέρου προκαλείται έντονη περιβαλλοντική επιβάρυνση, της οποίας μερικά από τα σοβαρότερα επακόλουθα είναι: η υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα της γης των αερίων του θερμοκηπίου, και ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα.

Οι ΑΠΕ ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται ανεξάντλητες. Είναι οι πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο προτού στραφεί στην εντατική καύση παραγώγων του άνθρακα. Παράλληλα, μειώνουν την εξάρτηση από το εισαγόμενο για τις περισσότερες χώρες πετρέλαιο, και ωφελούν το περιβάλλον, αφού η χρήση τους δεν συνεπάγεται εκπομπή ρύπων.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι φυσικοί πόροι όπως το νερό, η ηλιακή ακτινοβολία, ο αέρας, η βροχή, οι παλίρροιες, η γεωθερμία και η βιομάζα, οι οποίες συνεχώς αναπληρώνονται με τρόπο φυσικό και κυρίως σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Αντίθετα, τα καύσιμα όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι μη ανανεώσιμες πηγές. Μόλις κάποιος απόθεμα αυτών των καυσίμων εξαντληθεί, δεν μπορεί να αναπληρωθεί (ή αναπληρώνεται σε μεγάλο βάθος χρόνου) οπότε πρέπει να βρεθεί ένα εναλλακτικό απόθεμα του ίδιου καυσίμου.

Τόσο οι ανανεώσιμες όσο και οι συμβατικές πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό ως προς τη σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας τους, καθώς και ως προς τη

διαθεσιμότητα τους στον πλανήτη. Παρά το γεγονός ότι κάποιες ανανεώσιμες πηγές όπως για παράδειγμα ο ήλιος, το νερό, ο αέρας, μπορεί να διατίθενται από τη φύση δωρεάν προς εκμετάλλευση, το κόστος αξιοποίησης τους εμφανίζεται στις διαδικασίες συλλογής, μετατροπής, και μεταφοράς της (πλέον ηλεκτρικής αφού έχει μετατραπεί) ενέργειας, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Από την άλλη πλευρά, οι αυτές καθαυτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μη ρυπογόνες, ενώ οι υποδομές που δημιουργούνται από την αξιοποίηση τους μπορούν να έχουν είτε θετικές είτε αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, ένα τεχνητό φράγμα μπορεί να επηρεάσει τη μετανάστευση των ψαριών, αλλά μπορεί επίσης να δημιουργήσει ένα τεχνητό βιότοπο. (Ζερβός Α., 2008)

Οι πλέον βασικές μορφές ενέργειας που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές είναι οι παρακάτω:

- Ηλιακή
- Αιολική
- Γεωθερμική
- Υδροηλεκτρική
- Βιομάζα
- Υδρογόνο

Η αξιοποίηση τους συντελεί αδιαμφισβήτητα στην ανάσχεση των κλιματικών αλλαγών. Ταυτόχρονα, συμβάλει στην ασφάλεια του ενεργειακού σχεδιασμού, στην οικονομική μεγέθυνση και τη δημιουργία απασχόλησης στην Ευρώπη, χάρη στην αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης της ενέργειας σε τοπικό επίπεδο. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ωστόσο παραμένει σε μειοψηφική συμμετοχή στο ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη, εξαιτίας του μεγάλου κόστους αρχικής επένδυσης. Αυτό βεβαιώνει και η τελευταία έκθεση της Eurostat η οποία αφορά τις 27 χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με την έρευνα, πρώτοι στην χρήση

«καθαρών» μορφών ενέργειας στην ΕΕ έρχονται η Σουηδία (44% της συνολικής κατανάλωσης προέρχεται από ΑΠΕ), η Φιλανδία (30,5%), η Λετονία (29,9%), η Αυστρία (28,5%) και μόνη ανάμεσα στον Ευρωπαϊκό νότο η Πορτογαλία (23,2%). (<http://www.tovima.gr/finance/finance-news/article/?aid=353973>). Παρά τα πλεονεκτήματα της η Ελλάδα, λόγω μορφολογίας κάθε άλλο παρά «πρωταθλήτρια» στην παραγωγή καθαρής ενέργειας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί. Το μερίδιο των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μας υπολείπεται του ευρωπαϊκού μέσου όρου κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες επί τοις εκατό καθώς μόλις που φτάνει το 8%. Είναι ενδεικτικό ότι ακόμα και η γειτονική Βουλγαρία εκμεταλλεύεται περισσότερο την ηλιακή και τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από τις οποίες προέρχεται το 9,4% της συνολικής της κατανάλωσης. Η ίδια έρευνα καταγράφει τις προοπτικές που έχουν οι ευρωπαϊκές χώρες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ ως το 2020. Ακόμα και αν η Ελλάδα επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει (18%), θα εξακολουθήσει να βρίσκεται κάτω από τον αντίστοιχο μέσο ευρωπαϊκό μέσο όρο στην Ευρώπη των «27» ο οποίος θα είναι περίπου 20%.

1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Από τους αρχαίους χρόνους έχουν γίνει προσπάθειες από τον άνθρωπο να χρησιμοποιηθεί ο άνεμος ως πηγή ενέργειας. Αρχικά η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε από την ναυσιπλοΐα, για την ώθηση των πλοιαρίων. Επίσης εδώ και 3000 χρόνια οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούν τον άνεμο για το άλεσμα των δημητριακών ή την άντληση υδάτων (Burton et al,2001).

Οι Πέρσες το 200 π.Χ. φαίνεται πως ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν τους ανεμόμυλους για την άλεση δημητριακών. Συγκεκριμένα οι ανεμόμυλοι κάθετου άξονα για το άλεσμα δημητριακών αναφέρθηκαν στην Περσία το 10^ο αιώνα και στην Κίνα το 13^ο αιώνα. Οι ανεμόμυλοι μαζί με τους υδρόμυλους αποτέλεσαν τις μεγαλύτερες πηγές ενέργειας πριν από την εφεύρεση της μηχανής ατμού (Nelson,2009).

Αυτός ο τύπος ανεμόμυλου (καθέτου άξονα) εισήχθηκε πιθανότατα από τους σταυροφόρους στην Ευρώπη κατά το 13^ο αιώνα (Hau, 2006), με αποτέλεσμα να γίνουν δημοφιλείς στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης (Sathyajith, 2006). Σε αντίθεση με την Περσική κατασκευή κάθετου άξονα, οι ευρωπαϊκοί μύλοι είχαν οριζόντιο άξονα. Ο πρώτος ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα εμφανίστηκε στην Αγγλία περίπου το 1150, στην Γαλλία το 1180, στη Γερμανία το 1222 και στη Δανία το 1259 (Ackermann, 2005). Η διατομή του πύργου ήταν κυκλική ή πολυγωνική και κατασκευαζόταν από ξύλο ή τούβλα. Ο ρότορας προσανατολιζόταν χειροκίνητα προς τον άνεμο. Ο μύλος προστατευόταν από τους ισχυρούς ανέμους γυρνώντας το ρότορα από τον άνεμο ή με αφαίρεση του καμβά που κάλυπτε τον ρότορα (μείωση της μετωπικής επιφάνειας πρόσπτωσης ανέμου).

Οι Ολλανδοί με τον διάσημο σχεδιαστή Jan Adriaenszoon ήταν πρωτοπόροι στην κατασκευή αυτών των ανεμόμυλων. Εκτός από το άλεσμα των δημητριακών, οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν για την αποξήρανση των ελωδών εδαφών της Ολλανδίας. Αυτοί οι ανεμόμυλοι έφθασαν στη Αμερική στα μέσα του 1700, μέσω των Ολλανδικών αποίκων (Sathyajith, 2006). Η αποκαλούμενη Αμερικάνικη multi bladed ανεμογεννήτρια εμφανίστηκε στην ιστορία της αιολικής ενέργειας στα μέσα του 1800. Το βασικό της μοτίβο είναι η άντληση των υδάτων μερικά μέτρα κάτω από την επιφάνεια, κυρίως για γεωργικές χρήσεις.



Εικόνα 4: Παρουσίαση διάφορων τύπων ανεμόμυλων του περασμένου αιώνα.

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν την ενέργεια του ανέμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εφευρέθηκαν στις αρχές του 19^{ου} αιώνα στη Δανία. Μέχρι το 1900 υπήρχαν περίπου 2500 ανεμόμυλοι για τα μηχανικά φορτία όπως οι αντλίες και οι μύλοι, παράγοντας μία κατ'επίσημο εκτίμηση συνδυασμένη μέγιστη δύναμη περίπου 30 MW (Lehmann, 2007).

Το 1981, ο Δανός Paul LaCour ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε ανεμογεννήτρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Ackermann, 2005). Συγκεκριμένα, παρείχε ηλεκτρική ενέργεια στις αγροτικές περιοχές. Κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου, μια μεγάλη ανεμογεννήτρια που είχε διάμετρο ρότορα 17m κατασκευάστηκε στο Cleveland, του Ohio. Για πρώτη φορά,

ένα επιταχυνόμενο κιβώτιο ταχυτήτων εισήχθη στην κατασκευή. Το σύστημα αυτό λειτούργησε για 20 έτη, παράγοντας ισχύ των 12 kW (Sathyajith, 2006).

Εντούτοις, για μεγάλο μέρος του 20^{ου} αιώνα, υπήρξε μικρό ενδιαφέρον για χρήση της αιολικής ενέργειας πέραν της φόρτισης των μπαταριών για τις απομακρυσμένες κατοικίες και των χαμηλής ισχύος συστήματα που αντικαταστάθηκαν γρήγορα όταν η πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο έγινε διαθέσιμη. Μια αξιοσημείωτη εξαίρεση ήταν η ανεμογεννήτρια 1250 kW Smith-Putnam που κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ το 1941. Ο Golding (1955) και οι Shepherd και Divone στη Spera (1944) παρέχουν μια εξαιρετικά ενδιαφέρον ιστορία πρώιμης ανάπτυξης των ανεμογεννητριών. Καταγράφουν την ανεμογεννήτρια Balaclava των 100 kW διαμέτρου 30m στην τότε USSR (Σοβιετική Ένωση) το 1931 και του Andrea Enfield 100 kW διαμέτρου 24 m πνευματικό σχέδιο που κατασκευάστηκε στον Ηνωμένο Βασίλειο στις αρχές του 1950. Στη Δανία η μηχανή Gedser των 200 kW διαμέτρου 24m χτίστηκε το 1956, ενώ η « Electricite de France» δοκίμαζε μια ανεμογεννήτρια 1.1 MW διαμέτρου 35 m το 1963. Στη Γερμανία, ο καθηγητής Hutter κατασκεύασε μια σειρά από καινοτόμες ελαφριές ανεμογεννήτριες στη δεκαετία του 1950 και του 1960. Παρά αυτές τις τεχνολογικές προόδους και τον ενθουσιασμό του Golding, από τον Ηλεκτρικό Ερευνητικό Οργανισμό του Ηνωμένου Βασιλείου υπήρξε μικρό συνεχές ενδιαφέρον για την παραγωγή αιολικής ενέργειας έως ότου αυξήθηκε εντυπωσιακά η τιμή του πετρελαίου το 1973 (Burton et al., 2001).

Το κίνητρο για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας το 1973 ήταν η τιμή του πετρελαίου και η ανησυχία για τους περιορισμένους πόρους των φυσικών καυσίμων (fossil-fuel). Σήμερα, ο κύριος λόγος χρήσης ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι οι πολύ χαμηλές εκπομπές CO₂ (εκτός του κύκλου ζωής της κατασκευής, της εγκατάστασης, της λειτουργίας και του αποπλισμού) και η δυνατότητα της αιολικής ενέργειας να βοηθήσει στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Το 1997 η Επιτροπή (Commission) της Ευρωπαϊκής Ένωσης δημοσίευσε την Λευκή Βίβλο (CEU, 1997) απαιτώντας να συμβάλλουν οι ΑΠΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης

το 12% της συνολικής ενέργειας μέχρι το 2010. Η αιολική ενέργεια διαδραματίζει το βασικό ρόλο στις ΑΠΕ με μια αύξηση της ισχύος των ανεμογεννητριών από 2.5 GW που ήταν το 1995, σε 40 GW μέχρι το 2010 (Burton et al., 2001). Ως αποτέλεσμα σήμερα η Ευρώπη παίρνει περίπου το 20% της ηλεκτρικής ενέργειας από τις ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένου το 5.3% από τη αιολική ενέργεια (EWEA, 2011).

Οι πρώτες ιδέες για την παραγωγή ηλεκτρισμού χρησιμοποιώντας τον άνεμο στο υπεράκτιο περιβάλλον εμφανίστηκαν πριν το τέλος της δεκαετίας του 1970 και μετά από πολλές μελέτες σκοπιμότητας στην επόμενη δεκαετία. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 τα μόνα ΘΑΠ που κατασκευάστηκαν είναι μια μοναδική ανεμογεννήτρια στο Nogensud, της Σουηδίας το 1990 και στο Vindeby, της Δανίας το 1991. Το ΘΑΠ στο Vindeby (Εικόνα 4) περιλάμβανε 11 ανεμογεννήτριες, των 450 kW, δίνοντας συνολική ισχύ περίπου 5 MW (Lehmann, 2007).



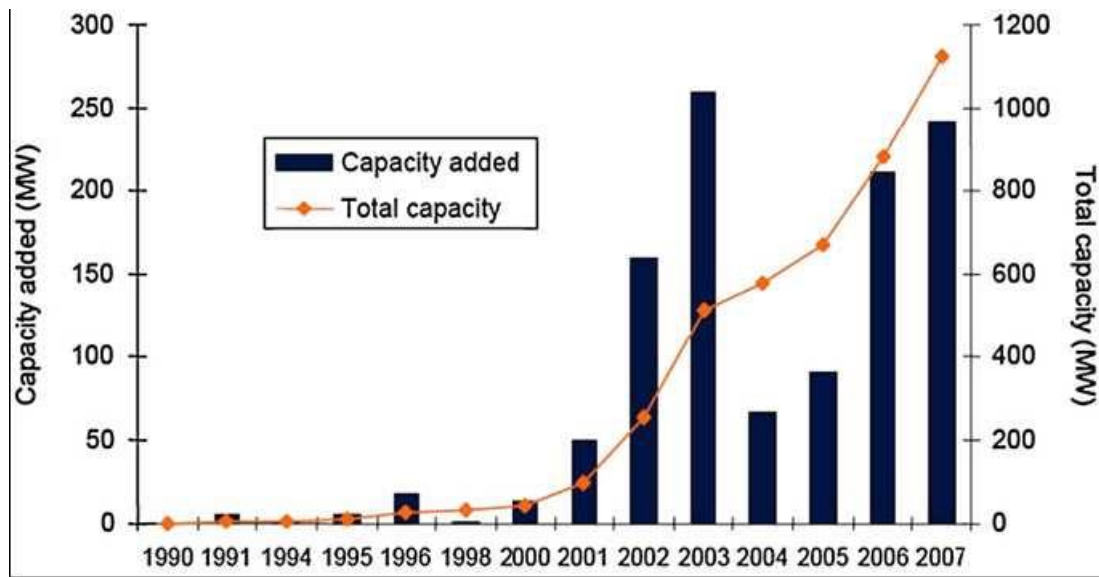
Εικόνα 5: Φωτογραφία από υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Δανία (Hau,2006).

Το Vindeby ακολούθησε σύντομα ένα δεύτερο ΘΑΠ στη Δανία, το Tunø Knob και δύο ακόμα ΘΑΠ που κατασκευάστηκαν στην Ολλανδία. Αυτά ήταν ενσωματωμένα πάνω σε θεμελιώσεις μονού πυλώνα (monopoles), η οποία έγινε η προτιμώμενη δομή στήριξης για τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες. Από το 1995 έως το 2000 υπήρχε μικρή δραστηριότητα, με ένα ΘΑΠ να κατασκευάζεται στο Bockstigen-Valor της Σουηδίας. Κατά το έτος 2000 νέα ΘΑΠ άρχισαν να κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας μεγάλες (multi-megawatt) ανεμογεννήτριες (Lehmann,2007). Το πρώτο ΘΑΠ με multi-megawatt ανεμογεννήτριες (7 ανεμογεννήτριες των 1.5 MW) κατασκευάστηκε το 2000 στο Utgrunden της Σουηδίας. Αρκετές των εν λόγω εγκαταστάσεων σηματοδότησαν την έναρξη των πρώτων εμπορικών ΘΑΠ όπως:

- Το Blyth στο Ηνωμένο Βασίλειο (το 2000) αποτελούμενο από 2 ανεμογεννήτριες των 2 MW
- Το Middelgrunden στη Δανία (το 2001) αποτελούμενο από 20 ανεμογεννήτριες των 2 MW
- Το Yttre Stengrund στη Σουηδία (το 2001) αποτελούμενο από 5 ανεμογεννήτριες των 2 MW (Esteban et al., 2010).

Αργότερα στις ακτές της Δανίας, τα ΘΑΠ Horns Rev (το 2002, όπου και ήταν το μεγαλύτερο στο κόσμο) και Nysted (το 2003) με 80 και 76 πολύ-μεγαβάτ ανεμογεννήτριες αντίστοιχα, αποτέλεσαν την επιβεβαίωση της δυνατότητας προσαρμογής τέτοιων τύπων ανεμογεννητριών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Από τότε, οι εγκαταστάσεις αυτού του τύπου συνεχίζουν να κατασκευάζονται. Το Νοέμβριο του 2010, το έργο Thanet στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι το μεγαλύτερο ΘΑΠ στον κόσμο με 300 MW (100 ανεμογεννήτριες των 3 MW), ακολουθεί το Horns Rev II (2009) της Δανίας με 209 MW (91 ανεμογεννήτριες των 2.3 MW) (http://en.wikipedia.org/wiki/wind_farm).

Στην πραγματικότητα, είναι ουσιαστικό να προωθηθεί η χρήση υπεράκτιας αιολικής ενέργειας για να επιτευχθούν οι δεσμεύσεις που απαιτούνται από το πρωτόκολλο του Κιότο. Εν συνεχεία, στη εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα ιστόγραμμα όπου παρουσιάζει την εξέλιξη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας από το 1990 μέχρι το 2007 (Esteban et al., 2010).



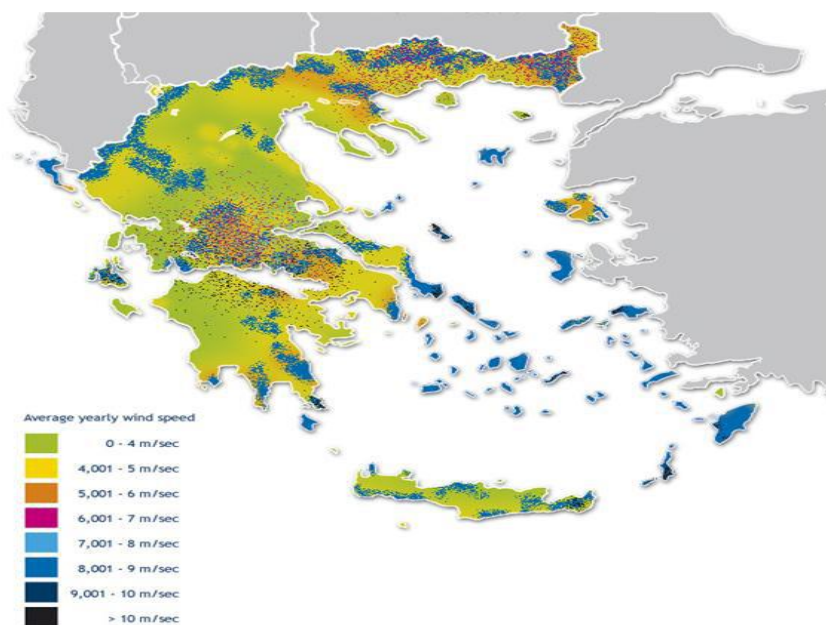
Εικόνα 6: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει την εξέλιξη της υπεράκτιας αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας.

1.3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ

Η αιολική ενέργεια, όπως και προαναφέρθηκε, δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί την μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη, γι' αυτό και είναι ανανεώσιμη. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με την σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε έναν εξαιρετικό μοχλό ανάπτυξης.

Μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα κατατάσσεται στην όγδοη θέση, ως προς την χρήση αιολικής ενέργειας. Προηγούνται κατά σειρά η Γερμανία, η Ισπανία, η Δανία, η Ολλανδία, η Αυστρία, η Πορτογαλία. Το ποσοστό χρήσης αιολικής ενέργειας στην Ε.Ε. κυμαίνεται στο 5% έναντι 58% της θερμοηλεκτρικής, 19% πυρηνικής και

18% υδροηλεκτρικής. Η πολιτική της ευρωπαϊκής ένωσης για την περίοδο 2007-2013 προβλέπει ακόμα μεγαλύτερη στήριξη της παραγωγής ενέργειας από αιολικά συστήματα καθώς είναι η πιο φθηνή μορφή ενέργειας (η οποία μπορεί να προσφέρει ικανή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας).



Εικόνα 7: Απεικόνιση κατανομής εύρους ταχυτήτων στον Ελλαδικό χώρο.

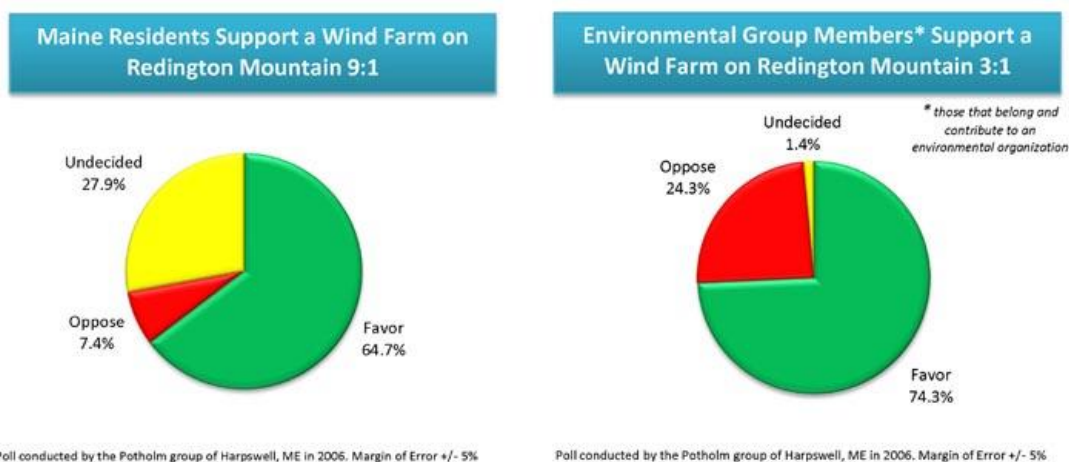
Το βασικότερο ζήτημα που συχνά παρεμποδίζει την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια είναι η έλλειψη σαφούς νομοθετικού πλαισίου που φαίνεται να αντιμετωπίζεται από την πρόσφατη ψήφιση του ΕΠΧΣΑΑ, το οποίο καθιερώνει κριτήρια χωροθέτησης και κανόνες, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής, περιορίζοντας τα προβλήματα συγκρούσεων χρήσεων γης. Ένα ακόμα, σοβαρό κατά τα άλλα, ζήτημα με βαθύτατα αίτια που παρεμποδίζει την περαιτέρω ανάπτυξη των αιολικών εγκαταστάσεων, αποτελεί η μη αποδοχή τους από την ελληνική κοινή γνώμη.

Οι αντιδράσεις αυτές ορισμένες φορές, οφείλονται σε κακή πληροφόρηση και απουσία σωστής ενημέρωσης των κατοίκων, άλλες φορές όμως, βασίζονται σε πραγματικούς κινδύνους και απειλές για το περιβάλλον.

Opinion on increase in number of wind farms, 2010 Harris Poll^[9]

	U.S.	Great Britain	France	Italy	Spain	Germany
Strongly oppose	3	6	6	2	2	4
Strongly favour	50	38	33	49	53	40
Oppose more than favour	9	12	16	11	9	14
Favour more than oppose	37	44	44	38	37	42
	%	%	%	%	%	%

Εικόνα 8 : Αποτελέσματα δημοσκόπησης που έκανε η εταιρεία "Harris Poll" με θέμα τον βαθμό όχλησης των πολιτών από αιολικά πάρκα, (πηγή Wikipedia)

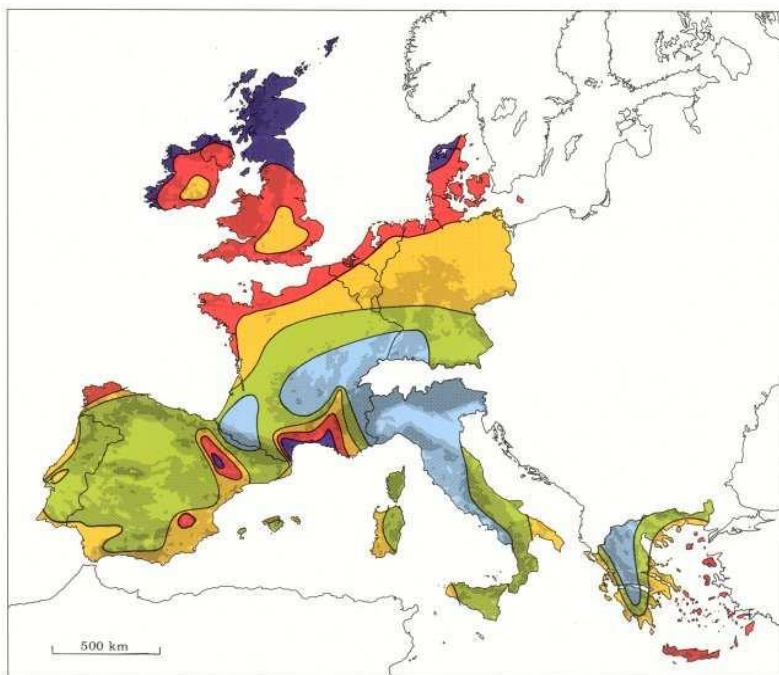


Εικόνα 9 : Αποτελέσματα δημοσκοπικής έρευνας για την όχληση πολιτών με θέμα την εγκατάσταση αιολικού πάρκου στο όρος Redington, (πηγή Wikipedia).

Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από 4-5 m/s, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η

αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητας της, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό από αυτό της Ελλάδας, στην Ευρώπη, έχει μόνο το Ηνωμένο Βασίλειο. Δείκτης του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου και μετριέται σε m/s. Στη Γερμανία και στη Δανία που πραγματοποιήθηκε η μεγάλη ανάπτυξη των αιολικών πάρκων οι μέσες ετήσιες ταχύτητες είναι της τάξης των 5,5 – 6,5 m/s. Στην Ελλάδα τέτοιες θέσεις τις αγνοούμε. Σχετικά εύκολα βρίσκει κανείς στη χώρα μας θέσεις με ταχύτητας ανέμου από 6,5 έως και 7,5 m/s η και πολύ περισσότερο. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ενέργεια που παράγεται σε μια θέση είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου. Επομένως μια ίδια επένδυση στη Ελλάδα θα είναι σαφώς αποδοτικότερη έναντι της ίδιας στην Γερμανία.



Wind resources ¹ at 50 metres above ground level for five different topographic conditions									
Sheltered terrain ²		Open plain ³		At a sea coast ⁴		Open sea ⁵		Hills and ridges ⁶	
m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²
> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0- 8.5	400- 700
< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

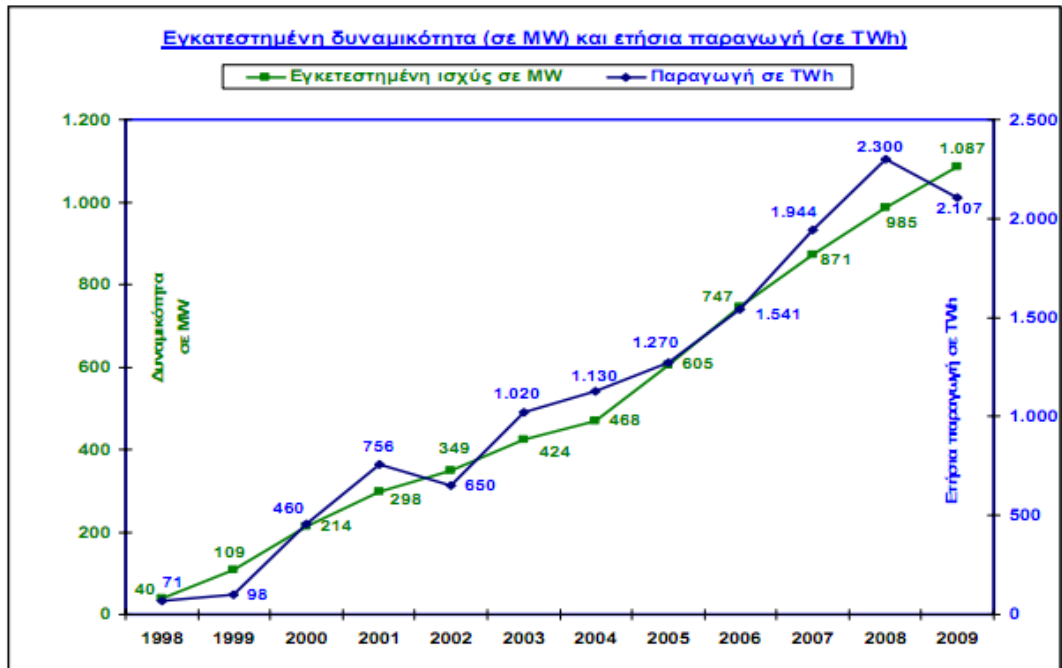
Εικόνα 10: Απεικόνιση διαθέσιμου αιολικού δυναμικού σε ολόκληρο τον Ευρωπαϊκό χώρο (πηγή «estimation of the wind potential in Greece»).

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

(http://www.ecofinder.gr/learn/Αιολική_Ενέργεια).

Για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει ενέργειες σε όλη την χώρα. Στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις Ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3486/06, παρέχει ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας.

Η Ελλάδα άρχισε να ασχολείται με εγκαταστάσεις ΑΠΕ από το 1982. Τότε δημιουργήθηκε στη ΔΕΗ η Διεύθυνση Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας (ΔΕΜΕ). Το 1983 λειτουργούσε ένα αιολικό πάρκο στην Κύθνο (5 × 15) kW. Από το 1982, οπότε και εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν εγκατασταθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, στη Λέσβο, στη Χίο, στη Σάμο, και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 MW.



Εικόνα 11: Γράφημα που απεικονίζει την δυναμικότητα (MW) εγκατεστημένης ισχύος αλλά και την ετήσια παραγωγή (TWh).

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησιδων» (λόφοι, υψώματα κλπ με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πολλά άλλα νησιά, όπως στην Κεφαλονιά (έχουν δημιουργηθεί ήδη τρία αιολικά πάρκα). Με τη λειτουργία των τριών (3) αυτών αιολικών πάρκων ο νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 75,6 MW ηλεκτρικής ισχύος. Σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται ακόμα πέντε (5) μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής ανέρχονται σε 50 MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας σε πολλά ακόμη νησιά της χώρας.

Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης δείχνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Κρήτη, όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκατάστασης για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων MW.

Όσον αφορά τα υπεράκτια αιολικά πάρκα, μέχρι σήμερα έχουν προταθεί τα έργα που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΜΕΓΑΛΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ OFFSHORE				
Φορέας	Νομός	Δήμος	Θέση	Ισχύς (MW)
ΠΛΕΙΑΔΕΣ ΑΙΟΛΙΚΗ Α.Ε.(ΤΕΡΝΑ)	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ	ΚΟΛΠΟΣ ΠΕΤΑΛΙΩΝ	450
ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΛΥΔΩΝΟΣ II (ΑΚΣΙΟΝΑ-ΕΝΤΕΚΑ)	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑ	ΧΑΛΚΕΙΑΣ	ΟΡΜΟΣ ΚΑΛΥΔΩΝΟΣ	141
ΚΥΩΝ ΕΠΕ (ΖΕΦΥΡΟΣ) - ΚΑΡΑΔΗΜΑΣ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΥΜΗΣ	ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΧΩΡΟΣ ΔΗΜΟΥ ΚΥΜΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ	300
ΑΡΓΟΣ ΑΙΟΛΟΣ Α.Ε. (ΦΑΚΙΔΗΣ)	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΑΚΡ. ΚΑΦΗΡΕΑΣ-ΑΚΡ. ΘΥΜΗ ΑΚΡ. ΜΑΝΔΗΛΙ ΚΑΙ ΝΗΣΙΔΑ ΜΑΝΔΗΛΟΥ	150
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ	ΕΒΡΟΥ	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	ΘΡΑΚΙΚΟ ΠΕΛΑΓΟΣ	585
ΟΜΙΛΟΣ ΚΟΠΕΛΟΥΖΟΥ - ΣΑΜΑΡΑ	ΕΒΡΟΥ	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΟΤΙΩΣ ΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	216
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ ΑΝΕΜΟΣ Α.Ε.	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΜΑΘΡΑΚΙΟΥ	ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΧΩΡΟ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ ΤΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	162
VENERGIA - ΚΑΜΟΥΛΑΚΟΣ	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΘΘΩΝΩΝ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΠΟΝΤΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	176
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ	ΛΕΣΒΟΥ	ΑΓΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	ΑΗ-ΣΤΡΑΤΗΣ	98
ΤΖΑΣΠΕΡ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ ΠΡΩΗΝ ΥΟΡΚ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΥΔΡΟΥΣΑΣ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΒΑ Ν. ΑΝΔΡΟΥ	306
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ - ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΕΝΟΡΑ - ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΜΑΘΡΑΚΙΟΥ	ΠΛΑΤΕΙΑ	30
ΤΖΑΣΠΕΡ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε. & ΣΙΑ ΑΓ. ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ Ε.Ε.	ΛΕΣΒΟΥ	ΑΓΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΒΑ Ν. ΑΓΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	446
ΤΖΑΣΠΕΡ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε. & ΣΙΑ ΚΕΡΚΥΡΑ 2 Ε.Ε.	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΜΑΘΡΑΚΙΟΥ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΟΡΕΙΑ Ν. ΜΑΘΡΑΚΙ & ΒΑ ΝΗΣΟΥ ΘΘΩΝΟΙ	495
VENERGIA - ΚΑΜΟΥΛΑΚΟΣ	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΘΘΩΝΩΝ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΠΟΝΤΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	85
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΒΟΡΕΙΟΣ ΕΛΛΑΣ ΑΒΕΕ	ΛΕΣΒΟΥ	ΜΟΥΔΡΟΥ (ΛΗΜΝΟΣ)	ΠΛΑΚΑ-ΚΕΡΟΣ-ΑΓ.ΕΙΡΗΝΗ	486
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	ΛΕΣΒΟΥ	ΜΟΥΔΡΟΥ (ΛΗΜΝΟΣ)	ΜΕΘΩΝΕΣ-ΚΕΡΟΣ	320
CITY ELECTRIC Α.Ε. (RF ENERGY)	ΛΕΣΒΟΥ	ΜΟΥΔΡΟΥ (ΛΗΜΝΟΣ)	ΠΛΑΚΑ	500

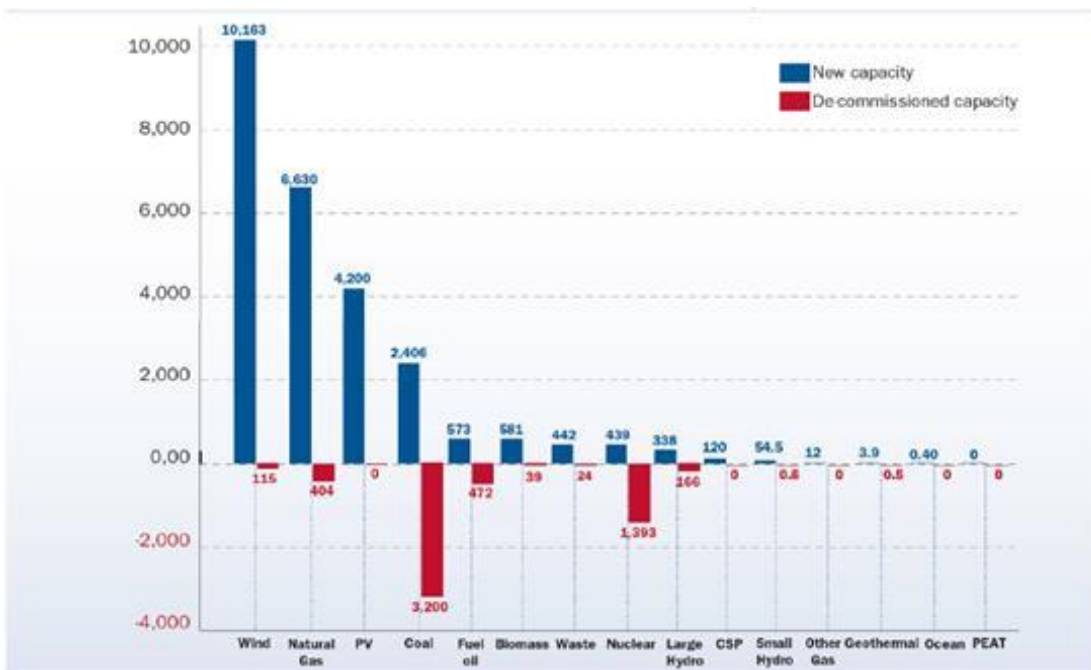
Εικόνα 12: Πίνακας προτεινόμενων αιολικών πάρκων προς εγκατάσταση (πηγή: Εφημερίδα ΑΞΙΑ, 10/7/2010).

Οι περιοχές που έχουν επιλεγεί αφορούν στην πρώτη φάση της ανάπτυξης θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, με χρονικό ορίζονται ανάπτυξης 2012-2017. Πλωτές λύσεις θα εξεταστούν σε πιθανή δεύτερη φάση του προγράμματος (2017-2025), εφόσον προκύψει σχετική ανάγκη.

1.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

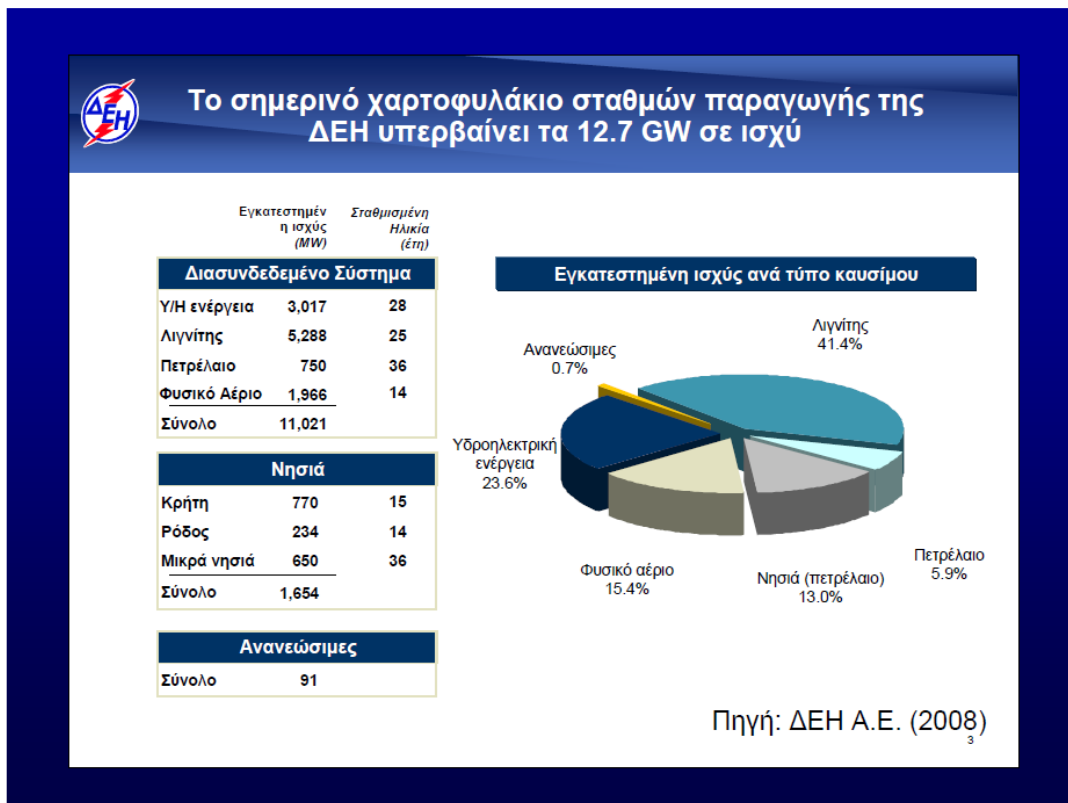
Για αρχή, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η απόδοση μια τυπικής ανεμογεννήτριας είναι σημαντικά μεγαλύτερη από άλλες μορφές ΑΠΕ. Για την ακρίβεια, οι τυπικές τιμές απόδοσης μια ανεμογεννήτριας κυμαίνονται μεταξύ 25-40%, ενώ για τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι αντίστοιχα 12 – 17%. Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και των ΑΠΕ γενικά, έχει οδηγήσει σε κλείσιμο πολλών συμβατικών σταθμών ορυκτών καυσίμων και πυρηνικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Την περίοδο 2000-2009 στην Ευρώπη η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ορυκτών καυσίμων (π.χ. άνθρακα, λιγνίτη) μειώθηκε κατά 12010 MW καθώς και του πετρελαίου κατά 12920 MW. Για την ακρίβεια το 2009, η συνολική καθαρή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη οφείλεται κατά 77% στις ΑΠΕ, εκ των οποίων το 50% ήταν αιολικά πάρκα και το 21% φωτοβολταϊκά.



Εικόνα 13: Ραβδογράφημα νέων και προς απόσυρση εγκατεστημένων μονάδων, για διάφορες πηγές ενέργειας (συμβατικές και μη) για το έτος 2009 (πηγή www.ewea.org).

Με τη συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα παραγωγής ηλεκτρισμού στην Ελλάδα, το 2010, η συμμετοχή του λιγνίτη στο ενεργειακό μίγμα, μετά από αύξηση που σημείωσε για το 2009, μειώθηκε στο 47,06%, δηλαδή κοντά στα επίπεδα του 2008, όπως φαίνεται και στους ακόλουθους πίνακες.



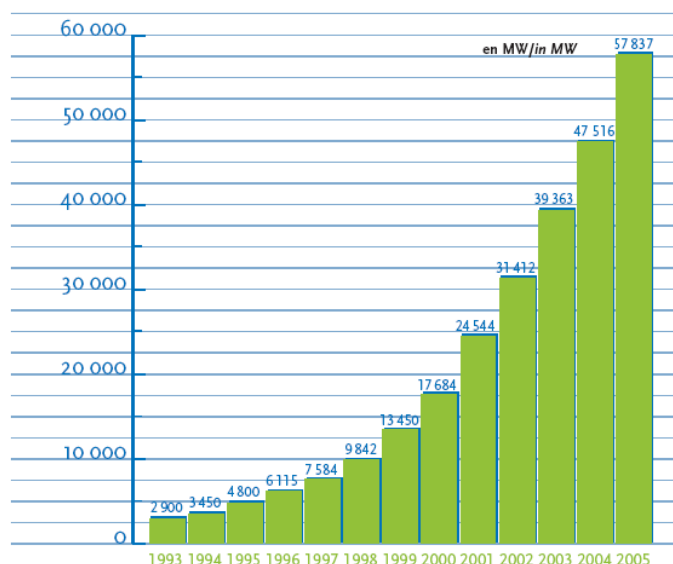
Εικόνα 14: Χαρτοφυλάκιο ενέργειας Ελλάδας (για έτος 2009),(πηγή www.dei.gr).

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΕΙΓΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ: 09/2010-01/2011

ΛΙΓΝΙΤΗΣ:	47.06 %
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ:	17.46 %
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ:	8.58 %
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ:	10.72 %
ΑΠΕ:	6.58 %
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ:	9.60 %
ΣΥΝΟΛΟ:	100 %

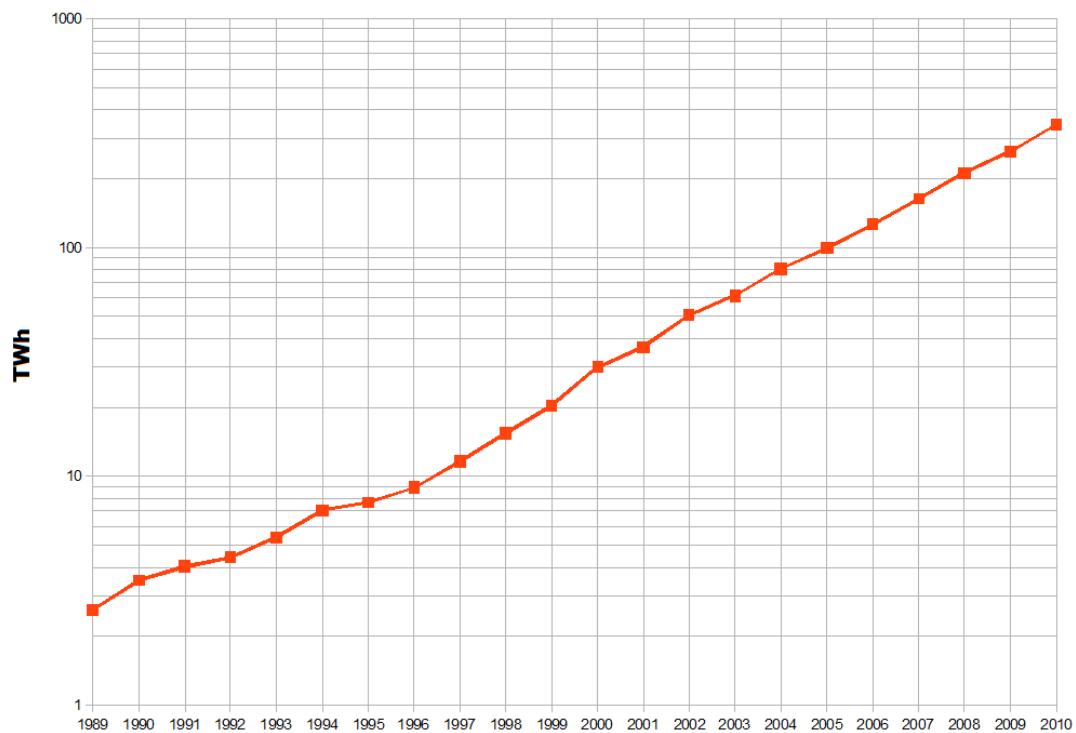
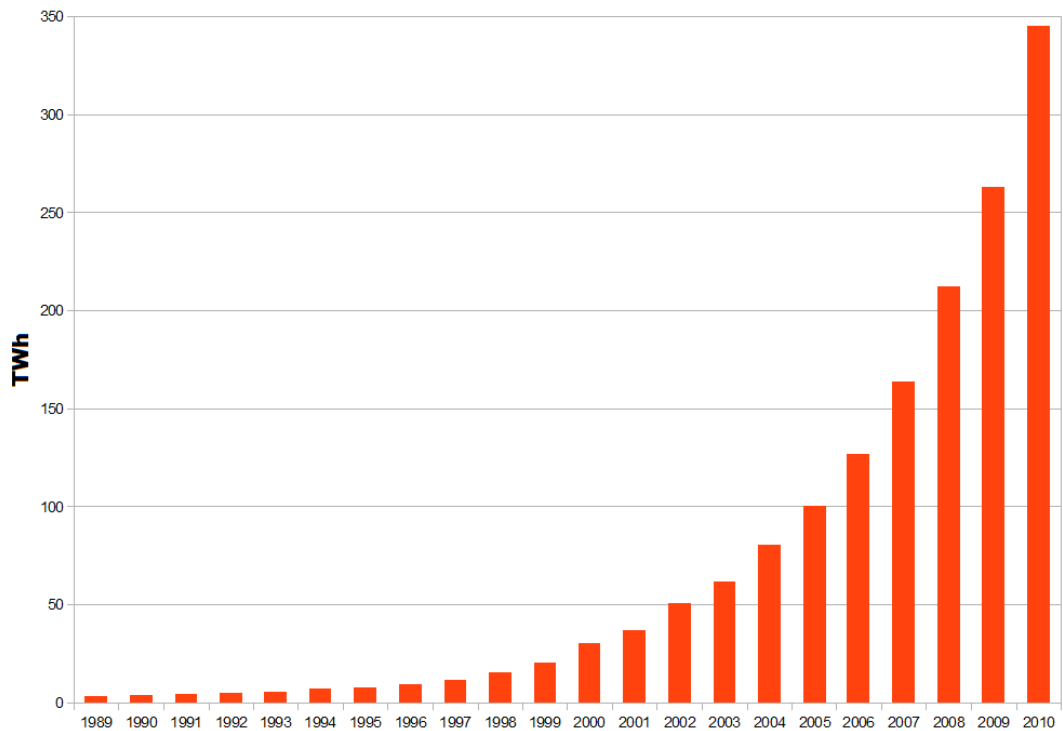
Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε

Εικόνα 15: Ενεργειακό μίγμα στην Ελλάδα για το 2010-2011. Πηγή : ΔΕΗ

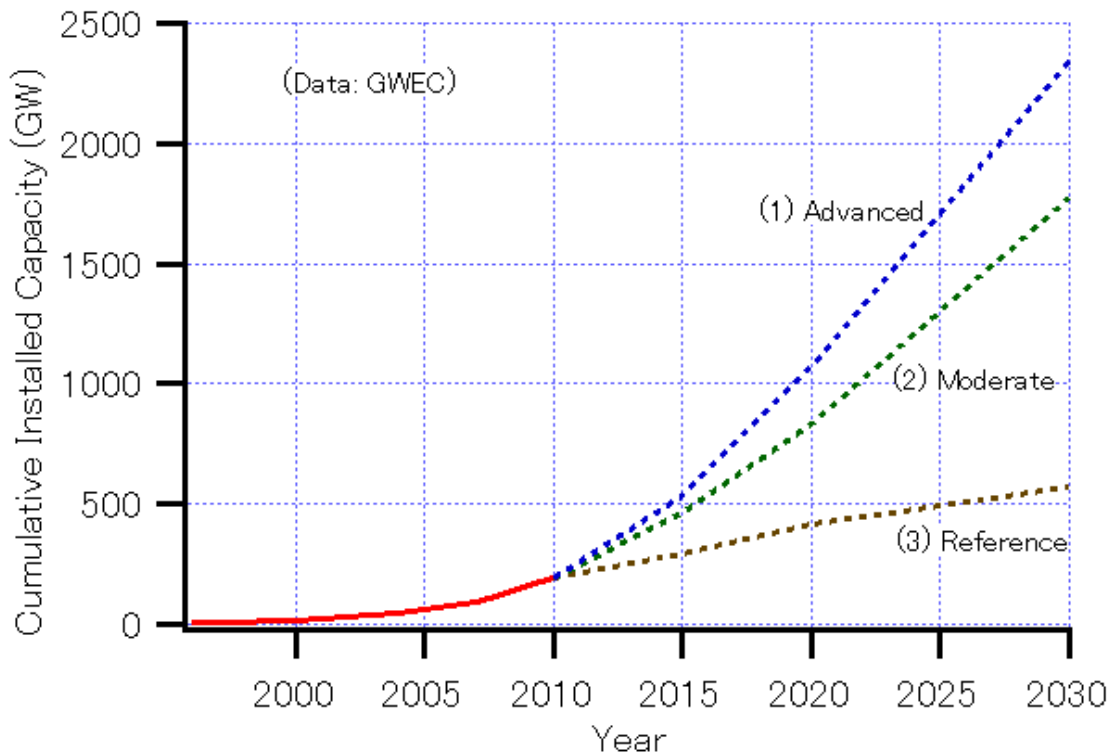


Εικόνα 16: Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος αιολικών συστημάτων στον κόσμο έως το έτος 2005 (σε MW). Πηγή Ν. Ανδρίτσος, σημειώσεις "Ενέργεια και Περιβάλλον"

Worldwide Electricity Generation from Wind



Εικόνα 17: πίνακας ραβδογράμματος και ιστογράμματος λογαριθμικής κλίμακας της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα.



Εικόνα 18: γράφημα συσσωρευτικής εξέλιξης εγκατάστασης αιολικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Το γράφημα εμπεριέχει και πρόβλεψη, διαχωριζόμενη ως προς το βαθμό μετριοπάθειας. (πηγή www.gwec.org)

1.5. ΟΙ ΑΠΕ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Στα νησιά η μορφή ΑΠΕ που κυριαρχεί είναι η αιολική. Συγκεκριμένα:

- Κρήτη: 31 αδειοδοτημένα αιολικά πάρκα παράγουν 166,9 MW σε αντίθεση με την εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών που είναι πολύ μικρή σε σχέση με τις δυνατότητες ανάπτυξης της.
- Περιφέρεια νότιου Αιγαίου: έχουν λάβει άδεια λειτουργίας 26 πάρκα συνολικής ισχύος 60,5 MW, ενώ έχουν κατατεθεί 197 αιτήσεις συνολικής ισχύος 4719,8 MW.
- Βόρειο Αιγαίο: 24 αιολικά πάρκα ισχύος 28,4 MW ενώ οι αιτήσεις που έχουν κατατεθεί είναι 115 για έργα ισχύος 4299,3 MW.
- Ιόνιο: σε λειτουργία βρίσκονται τρία μεγάλα αιολικά πάρκα ισχύος 70,8 MW ενώ οι αιτήσεις αφορούν έργα συνολικής ισχύος 1831,1 MW.

Η ΔΕΗ, στο επιχειρησιακό σχέδιο 2009-2014 του Ομίλου ΔΕΗ προβλέπει την πραγματοποίηση συνολικών επενδύσεων ύψους:

- 379 εκατ. Ευρώ στα νησιά του Βορείου Αιγαίου.
- 1586 εκατ. Ευρώ στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου.
- 901 εκατ. Ευρώ στην Κρήτη.
- 270 εκατ. Ευρώ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα νησιά του Βορείου και Νοτίου Αιγαίου και στην Κρήτη.
- 350 εκατ. Ευρώ περίπου για τη διασύνδεση των Κυκλάδων με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα μέχρι τα τέλη 2012.

Οι επενδύσεις αυτές στα μη διασυνδεδεμένα νησιά στοχεύουν την εξασφάλιση επαρκούς ισχύος μέσω της κατασκευής νέων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μακροπρόθεσμα καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στους κατοίκους των νησιών. Το επενδυτικό σχέδιο αυτό θα συμβάλει στη δυναμική επέκταση των ΑΠΕ καθώς και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, συμβάλλοντας έτσι στην περιφερειακή ανάπτυξη.

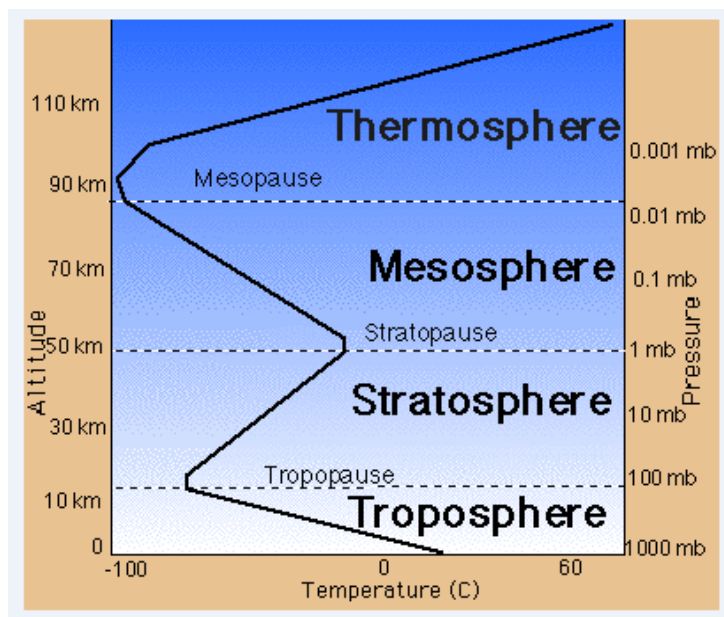
2. Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

2.1. Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η μέθοδος χαρακτηρισμού των διαφόρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας χρησιμοποιεί μοντέλα που τη διαιρούν σε στρώματα με παρόμοιες ιδιότητες και κυρίως με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος. Με αυτό το κριτήριο η ατμόσφαιρα διαιρείται σε πέντε στρώματα:

- Την τροπόσφαιρα
- Τη στρατόσφαιρα
- Τη μεσόσφαιρα
- Τη θερμόσφαιρα
- Την εξώσφαιρα

Το πρώτο στρώμα που ξεκινάει από τη Γη μέχρι το μέσο ύψος των 11 km ονομάζεται τροπόσφαιρα και περιέχει το 75% της όλης μάζας του ατμοσφαιρικού αέρα και το 100% του νερού της ατμόσφαιρας. Στην τροπόσφαιρα παρατηρούνται όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Η θερμοκρασία στην τροπόσφαιρα ελαττώνεται με το ύψος ομοιόμορφα κατά 6,5 βαθμούς Κελσίου περίπου ανά 1000 m. Η ελάττωση αυτή σταματά στην τροπόπαυση, που είναι το διαχωριστικό στρώμα, από το αμέσως επόμενο, τη στρατόσφαιρα.



Εικόνα 19: Απεικόνιση διαχωρισμού της ατμόσφαιρας συναρτήσει πίεσης και θερμοκρασίας.

Η ατμόσφαιρα της γης στα κατώτερα στρώματα της αποτελείται από:

- a. Μίγμα αερίων που αποτελούν αυτό που ονομάζουμε ξηρό αέρα. Η σύνθεση του φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Αέρια	Περιεκτικότητα επί τοις 100% κατ'όγκο	
Αζωτο	N	78,08
Οξυγόνο	O	20,95
Αργό	Ar	0,93
Διοξ. Άνθρακα	CO₂	0,03
Νέο	Ne	18,18*10⁻⁴
Ήλιο	He	5,24*10⁻⁴
Μεθάνιο	CH₄	2,2*10⁻⁴
Κρυπτό	Kr	1,14*10⁻⁴
Οξειδ. Αζώτου	N₂O	(0,05±0,1)*10⁻⁴
Υδρογόνο	H₂	0,5*10⁻⁴
Ξένο	Xe	(0,0,087)*10⁻⁴
Όζον	O₃	(0,0,07)*10⁻⁴ και (1-3)*10⁻⁴

Εικόνα 20: Κατάλογος χημικών αερίων στοιχείων και περιεκτικότητα κατ'όγκο στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. (Σημειώσεις: «Η σύνθεση της ατμόσφαιρας», Δρ. Ε. Λυκούδη, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών ΕΜΠ, Αθήνα 2005.

- b. Νερό με τη μορφή στερεού, υγρού ή αερίου και
c. Διάφορα στερεά ή και υγρά σωματίδια.

Οι διαταραχές σε κίνηση που συμβαίνουν στη μάζα της ατμόσφαιρας της γης ονομάζονται άνεμοι. Οι άνεμοι είναι συνέπεια της άνισης κατανομής της ηλιακής ενέργειας (θερμότητας) στην επιφάνεια της Γης.

Η ηλιακή ενέργεια επιδρά στα διάφορα γεωγραφικά πλάτη, είτε στην ξηρά, είτε στη θάλασσα και θέτει την ατμόσφαιρα σε κίνηση. Η θερμική ενέργεια του Ήλιου ανεβάζει την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και επιφάνειας της

Γης. Ταυτόχρονα ένα άλλο μέρος της ηλιακής ενέργειας αλλάζει συνεχώς μορφές που έμμεσα συντελούν στην δημιουργία των ανέμων.

Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από τη Γη και την ατμόσφαιρα μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια ανέμων και σε θερμότητα των υδρατμών. Αργότερα η κινητική αυτή ενέργεια ξαναμετατρέπεται σε θερμότητα λόγω της τριβής που αναπτύσσεται ανάμεσα στον άνεμο και την επιφάνεια της Γης, η δε λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών οδηγεί στη συμπύκνωση τους.

2.2. ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΡΟΤΥΠΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Ατμοσφαιρικό μοντέλο που υιοθετήθηκε και αποτελεί προσέγγιση της μέσης ετήσιας ατμόσφαιρας όλων των γεωγραφικών πλατών.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρότυπη ατμόσφαιρα, η ατμόσφαιρα της γης θεωρείται ότι

- Είναι απόλυτα ξηρή με σταθερή σύσταση
- Συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο
- Στη μέση στάθμη θάλασσας η θερμοκρασία είναι 15°C, η πίεση 1013,25 hPa (ή 29,92 in. Hg) και η πυκνότητα 1,225 kg/m³
- Η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα στην τροπόσφαιρα (μέχρι 11 km) είναι ίση με 6,5°C/1000 m και από ύψος 11 km έως 20 km, η θερμοκρασία είναι σταθερή και ίση με -56,5°C.

2.3. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Στις περιοχές του Ισημερινού (γεωγραφικό πλάτος 0⁰) ο αέρας θερμαίνεται περισσότερο σε σχέση με την υπόλοιπη υδρόγειο.

Ο θερμός αέρας, όντας ελαφρύτερος από τον ψυχρό, ανυψώνεται (σε ύψος περίπου 10 km από την επιφάνεια της θάλασσας) και διαδίδεται προς τον Βορρά και τον Νότο.

Αν η Γη δεν περιστρεφόταν, ο αέρας θα έφτανε απλώς στο βόρειο και νότιο πόλο όπου θα ψυχόταν και στη συνέχεια θα επέστρεφε στην Ισημερινό. Στην πραγματικότητα, η διάδοση του θερμού αέρα προς τους δυο (2) πόλους σταματά στις 30°B και 30°N (περιοχές υψηλής πίεσης) όπου ο αέρας αρχίζει να βυθίζεται και πλέον μια ροή ψυχρού αέρα λαμβάνει χώρα στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.



Εικόνα 21: Μακροσκοπική απεικόνιση κίνησης ανέμων λόγω διαφορών πίεσης και θερμοκρασίας.

Η κίνηση του αέρα παρουσιάζει μια απόκλιση της ροής του από τον Ισημερινό προς τους πόλους προς τα ανατολικά, και από τους πόλους προς τον Ισημερινό προς τα δυτικά. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη δύναμη Coriolis, η οποία αναλύεται παρακάτω.

2.4. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΕΡΑ

Θεωρώντας ένα απλό μοντέλο για τη μελέτη της κίνησης του αέρα πρέπει να λάβουμε υπόψη τέσσερις (4) δυνάμεις:

- ✚ Τη δύναμη Coriolis
- ✚ Τις δυνάμεις πίεσης
- ✚ Τις δυνάμεις αδράνειας
- ✚ Τις δυνάμεις τριβής (στην επιφάνεια της Γης)

2.4.1. CORIOLIS

Το φαινόμενο Coriolis είναι η φαινομενική απόκλιση της κίνησης ενός σώματος σε σχέση με ένα σύστημα αναφοράς που περιστρέφεται. Η δύναμη Coriolis στην περίπτωση των ανέμων οφείλεται στην περιστροφή της Γης.

Το μέτρο δίνεται από τη σχέση:

$$F_c = f \times U \quad (2.1)$$

Όπου U : ταχύτητα του αέρα

f : παράμετρος Coriolis και $f = 2 \times \omega \times \sin(\varphi)$

φ : γεωγραφικό πλάτος

ω : γωνιακή ταχύτητα της Γης

Η διεύθυνση της δύναμης Coriolis είναι κάθετη στη διεύθυνση κίνησης του αέρα.

2.4.2. ΔΥΝΑΜΗ ΠΙΕΣΗΣ

Δύναμη πίεσης ανά μονάδα μάζας:

$$F_p = -\frac{1}{\rho} \times \frac{\partial p}{\partial n} \quad (2.2)$$

Όπου ρ : πυκνότητα του αέρα

n : μοναδιαίο διάνυσμα κάθετο στις ισοβαρείς καμπύλες

Το αποτέλεσμα των δύο παραπάνω δυνάμεων F_p , F_c ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος και τείνει να είναι παράλληλος στις ισοβαρείς καμπύλες.

Το μέτρο της ταχύτητας του γεωστροφικού ανέμου δίνεται από τη σχέση :

$$U_g = -\frac{1}{F_p} \times \frac{\partial p}{\partial n} \quad (2.3)$$

Οι γεωστροφικοί άνεμοι κατευθύνονται κυρίως από τις διαφορές θερμοκρασίας και πίεσης και δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την επιφάνεια της Γης, καθώς εμφανίζονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1000 m.

2.5. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΥΨΟΥΣ

Οι μεταβολές της ταχύτητας του αέρα συναρτήσει του ύψους από την επιφάνεια του εδάφους (ή της θάλασσας) συνιστούν το προφίλ της ταχύτητας του ανέμου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι δύο κυριότερες συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του προφίλ του ανέμου.

2.5.1. ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ

Κοντά στην επιφάνεια της Γης η εξίσωση της ορμής είναι:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \quad (2.4)$$

Όπου τ_{xz} : διατμητική τάση στο επίπεδο xz

p : πίεση

Για z πολύ μικρό (δηλαδή πολύ κοντά στην επιφάνεια της Γης) η πίεση p είναι ανεξάρτητη του z .

Ολοκληρώνοντας την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:

$$\tau_{xz} = \tau_0 + z \times \frac{\partial p}{\partial x} \quad (2.5)$$

Όμως κοντά στην επιφάνεια της Γης το $z \rightarrow 0$, συνεπώς ο όρος $\left\{ z \times \frac{\partial p}{\partial x} \right\}$ θεωρείται αμελητέος και έτσι έχουμε :

$$\tau_{xz} = \tau_0$$

Χρησιμοποιώντας την έκφραση διατμητικής τάσης κατά Prandtl (υπόθεση μήκους αναμείξεως) προκύπτει :

$$\tau_{xz} = \rho \times l^2 \times \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 \quad (2.6)$$

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (2.5) και (2.6) προκύπτει ότι:

$$\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{1}{l} \times \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \frac{U^*}{l} \quad (2.7)$$

$$\text{Όπου } U^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

ρ : πυκνότητα του αέρα

l : μήκος αναμείξεως

Αν η επιφάνεια θεωρηθεί ομαλή (π.χ. θάλασσα) τότε:

$$l = k \times z \quad (2.8)$$

Όπου $k = 0.4$ η σταθερά von Karman, και η σχέση (1.7) γίνεται :

$$\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{1}{k \times z} \times \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \frac{U^*}{k \times z} \rightarrow \int_{z_0}^z \frac{\partial U}{\partial z} = \int_{z_0}^z \frac{U^*}{k \times z} \rightarrow U_{(z)} = \frac{U^*}{k} \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (2.9)$$

Όπου z_0 : μήκος ανωμαλίας του εδάφους.

Η εξίσωση (1.9) μπορεί να γραφεί και στην παρακάτω μορφή:

$$\ln(z) = \frac{k}{U^*} \times U_{(z)} + \ln(z_0) \quad (2.10)$$

Αυτή η εξίσωση αναπαριστά τελικά και ευθεία με κλίση $\frac{k}{U^*}$

Τη λογαριθμική συνάρτηση τη χρησιμοποιούμε συχνά για να υπολογίσουμε την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z από ένα ύψος αναφοράς z_r :

$$\frac{U_{(z)}}{U_{(z_r)}} = \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_r}{z_0}\right)} \quad (2.11)$$

2.5.2. ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ

$$\frac{U_{(z)}}{U_{(z_r)}} = \left(\frac{z}{z_r}\right)^a \quad (2.12)$$

Όπου ο εκθέτης α εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους. Μια ενδεικτική τιμή του α για υδάτινες περιοχές είναι [$\alpha=0,01$] και για περιοχές με λίγα εμπόδια [$\alpha=0,12$].

Ο εκθέτης α εκφράζεται συναρτήσει του ύψους και ταχύτητας αναφοράς ως:

$$\alpha(U_r, z_r) = \frac{0,37 - 0,088 \times \ln(U_r)}{1 - 0,088 \times \ln(\frac{z_r}{10})} \quad (\text{Justus 1978})$$

Και συνάρτηση του μήκους ανωμαλίας ως:

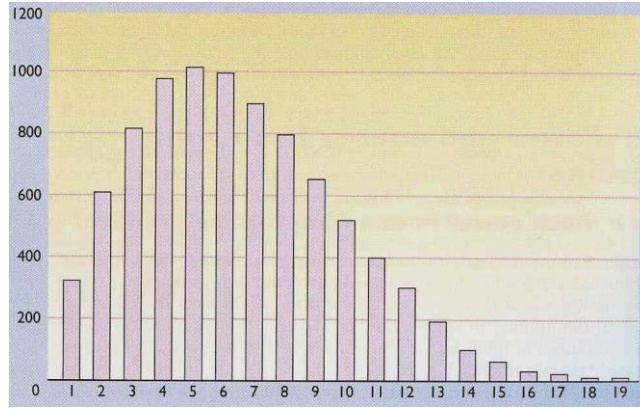
$$\alpha(z_0) = 0,096 \times \log_{10}(z_0) + 0,016 \times \log_{10}(z_0)^2 + 0,24 \quad (\text{Counihan 1975})$$

ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	Ύψος τραχύτητας z_0	Εκθέτης α
Εξομαλυμένο (επίπεδο, θάλασσα)	0,001 - 0,02	0,1 - 0,13
Μέτριας τραχύτητας, χαμηλή βλάστηση, αγροτικές περιοχές	0,02 - 0,3	0,13 - 0,2
Τραχύ έδαφος (περιοχές προαστίων)	0,3 - 2	0,2 - 0,27
Πολύ τραχύ έδαφος (αστικές περιοχές)	2 και άνω	0,27 - 0,4

Εικόνα 22: Ενδεικτικός πίνακας με ύψη-μήκη τραχύτητας και αντίστοιχους εκθέτες για διάφορους τύπους εδάφους (Ζερβός Α., 2008)

2.6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΕΜΟΥ

Η στατιστική ανάλυση ως εργαλείο είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού μιας δεδομένης τοποθεσίας και την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης μιας γεννήτριας στην περιοχή αυτή.



Εικόνα 23: Τυπική κατανομή της ταχύτητας του ανέμου (N. Ανδρίτσος, σημειώσεις "Ενέργεια και Περιβάλλον").

2.6.1. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του ανέμου δίνει την πιθανότητα η ταχύτητα του ανέμου να βρίσκεται μεταξύ κάποιου εύρους τιμών (έστω U_A, U_B).

$$P(U_A \leq U \leq U_B) = \int_{U_B}^{U_A} P(U) dU \quad (2.13)$$

Επιπλέον με βάση την συνθήκη κανονικοποίησης η ολική πιθανότητα αθροίζει στην μονάδα, δηλαδή: $\int P(U) dU = 1$

2.6.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ WEIBULL

Η στατιστική κατανομή Weibull είναι η πλέον συνηθής κατανομή με την οποία περιγράφονται οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου σε κάποια τοποθεσία. Για την χρήση της είναι απαραίτητο να είναι γνωστοί δύο παράγοντες:

- k : μορφολογικός παράγοντας
- c : παράγοντας κλίμακας

Αυτοί οι παράγοντες είναι συνάρτηση της μέσης τιμής \bar{U} και της τυπικής απόκλισης σ_U .

Η συνάρτηση της στατιστικής κατανομής Weibull δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$P(U) = \frac{k}{c} \times \frac{U^{k-1}}{c} \times \exp\left[-\left(\frac{U}{c}\right)^k\right] \quad (2.14)$$

Επίσης η συνάρτηση αθροιστικής πιθανότητας της κατανομής είναι:

$$F(U) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{U}{c}\right)^k\right] \quad (2.15)$$

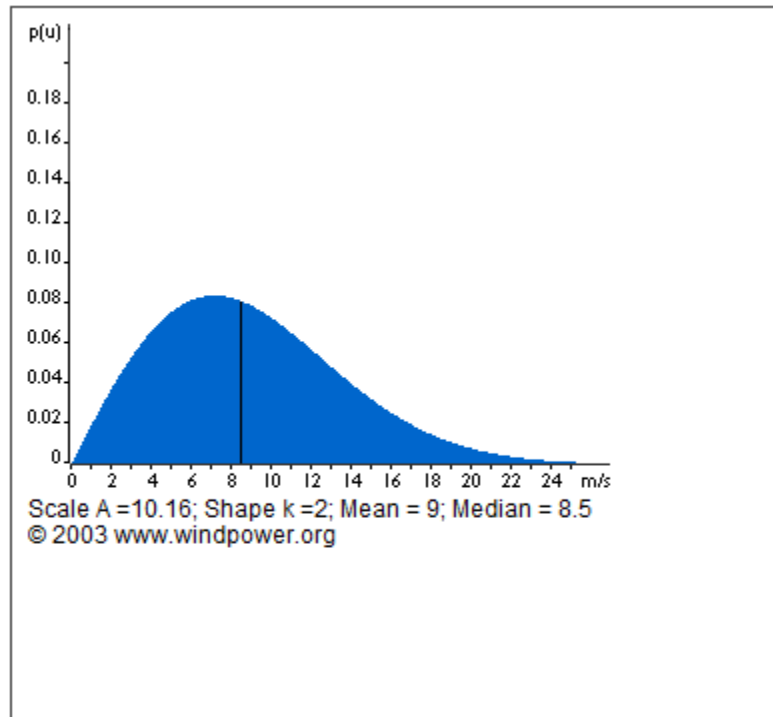
Η αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας δίνει την πιθανότητα ώστε η ταχύτητα του ανέμου να είναι μικρότερη ή ίση από μια δεδομένη ταχύτητα U . Εν συνεχεία παρατίθενται γραφικά παραδείγματα της κατανομής Weibull.

Το γραμμοσκιασμένο τμήμα κάτω από την καμπύλη έχει εμβαδό ίσο με την μονάδα καθώς αναπαριστά την ολική πιθανότητα. (Μπακούρος Ι., 2009)

Για τις γραφικές παραστάσεις έγινε χρήση σχεδιαστικού προγράμματος της Danish Wind Industry Association το οποίο διατίθεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

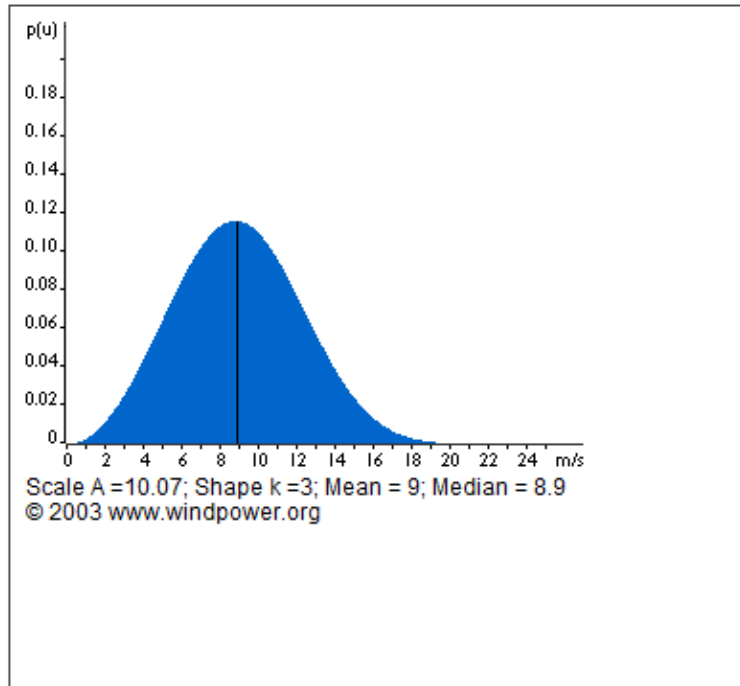
<http://quideditour.windpower.org/en/tour/wres/weibull/index.html>

Weibull Distribution Plotter Programme

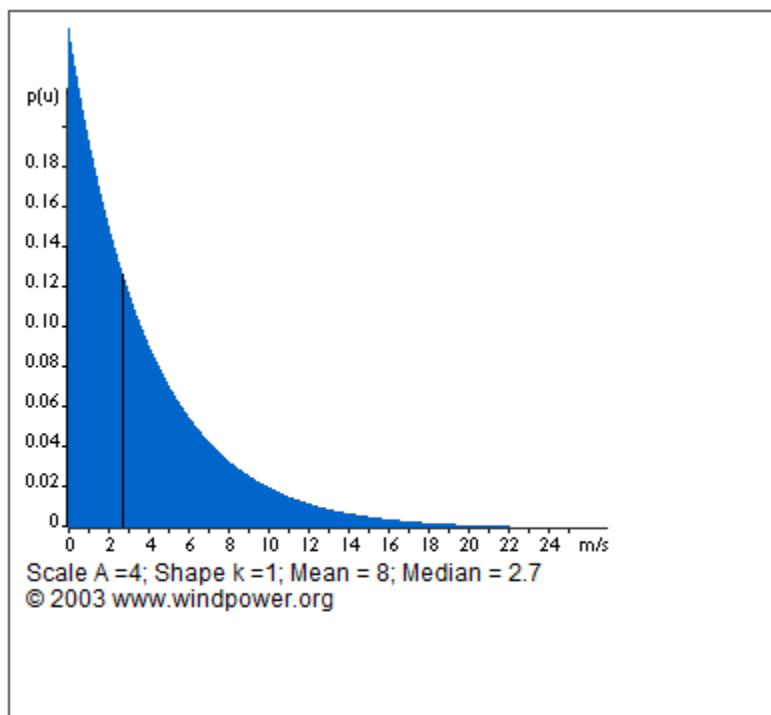


Εικόνα 24: Στατιστική κατανομή Weibull.

Όταν ο μορφολογικός παράγοντας είναι $k=2$ τότε η κατανομή που προκύπτει είναι η στατιστική κατανομή Rayleigh.



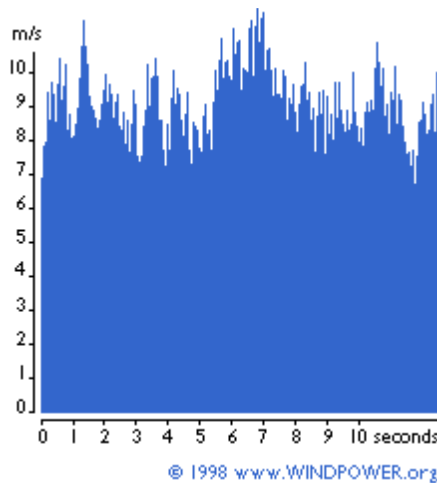
Εικόνα 25: Στατιστική κατανομή Rayleigh.



Εικόνα 26: Στατιστική κατανομή με διαφορετικού τύπου παραμέτρους.

2.6.3. ΤΥΡΒΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι τυχαίες και δεν μπορούν να προβλεφθούν και να αναλυθούν με ασφαλή τρόπο.



Εικόνα 27: Μεταβολές στην ταχύτητα του ανέμου ως στοχαστική διαδικασία (ριπές ανέμου).

Αυτό έχει σαν συνέπεια να χρησιμοποιούμε τις στατιστικές τεχνικές για την περιγραφή των χαρακτηριστικών του ανέμου. Έτσι, από τον ορισμό της μέσης τιμής της ταχύτητας, προκύπτει η τύρβη που ορίζεται ως η διαταραχή της ταχύτητας με περίοδο μικρότερη από την περίοδο ολοκλήρωσης της μέσης τιμής. Συνήθως για να έχουμε ένα κοινό σημείο αναφοράς, υπολογίζουμε την τύρβη δεκαλέπτου (ή και άλλες χρονικές περιόδους, για παράδειγμα μετρήσεις για πολλά δίωρα).

Στη σχέση (2.11) της λογαριθμικής συνάρτησης της ταχύτητας του ανέμου, δηλαδή ο όρος

$$I = \frac{1}{\ln\left(\frac{z_r}{z_0}\right)} \quad (2.16)$$

είναι ο όρος της τύρβης του ανέμου.

Η διάτμηση (shear) δείχνει αν υπάρχει πρόβλημα με μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου στη βάση της εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας σε σχέση με την

ταχύτητα στην κεφαλή του ρότορα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξεταστεί η συγκεκριμένη παράμετρος όταν χωροθετούνται οι ανεμογεννήτριες γιατί τυχόν λάθος υπολογισμός μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τα πτερύγια των ανεμογεννητριών.

2.6.4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζονται βασικές σχέσεις της φυσικής που έχουν σχέση με την ενέργεια και την ισχύ του ανέμου. Στη συνέχεια, βάση των σχέσεων της κινητικής ενέργειας και της διατήρησης της μάζας γίνεται υπολογισμός της θεωρητικής αιολικής ενέργειας (χωρίς να εξεταστεί η επίδραση του μετατροπέα). Επιπροσθέτως, υπολογίζεται το ποσοστό της αιολικής ενέργειας που μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ.

Η κινητική ενέργεια μιας μάζας αέρα m , η οποία κινείται με σταθερή ταχύτητα u μπορεί να εκφραστεί ως:

$$E = \frac{1}{2} \times m \times u^2 \quad (2.17)$$

Για μια συγκεκριμένη διατομή A , μέσω της οποίας ο αέρας με πυκνότητα ρ διέρχεται με ταχύτητα u , η ροή της μάζας είναι:

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \rho \times u \times A \quad (2.18)$$

Οι παραπάνω εξισώσεις, οι οποίες εκφράζουν την κινητική ενέργεια του κινούμενου αέρα και της ροής μάζας παράγουν το ποσό ενέργειας που περνά μέσω της διατομής A ανά μονάδα χρόνου. Αυτή η ενέργεια \dot{E} είναι ταυτόσημη με την ισχύ P_0 .

$$P_0 = \dot{E} = \frac{1}{2} \times \dot{m} \times u^2 = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times u \times u^2 = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times u^3 \quad (2.19)$$

Αυτό που απασχολεί όμως και πρέπει να απαντηθεί είναι πόση μηχανική ενέργεια μπορεί να εξαχθεί από τη ροή αέρος ελεύθερου ρεύματος από έναν ενεργειακό μετατροπέα. Δεδομένου ότι η μηχανική ενέργεια μπορεί μόνο να εξαχθεί με κόστος την κινητική ενέργεια που περιλαμβάνεται στο ρεύμα αέρα, αυτό σημαίνει ότι, με μια αμετάβλητη μαζική ροή, η ταχύτητα ροής πίσω από τον μετατροπέα αιολικής ενέργειας πρέπει να μειωθεί. Εντούτοις, η μειωμένη ταχύτητα σημαίνει συγχρόνως μια διεύρυνση της διατομής, δεδομένου ότι η ίδια ροή μάζας πρέπει να περάσει μέσω αυτής. Είναι επομένως απαραίτητο να εξεταστούν οι όροι μπροστά και πίσω από το μετατροπέα.

Εδώ η u_1 είναι η χωρίς καθυστέρηση ταχύτητα ελεύθερης ροής, η ταχύτητα του ανέμου, προτού φθάσει στο μετατροπέα, ενώ η u_2 είναι η ταχύτητα ροής πίσω από το μετατροπέα.

Η μηχανική ενέργεια που ο μετατροπέας (disk – shaped) εξάγει από τη ροή αέρα αντιστοιχεί στη διαφορά ισχύος του ρεύματος αέρα πριν και μετά το μετατροπέα:

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \times \rho \times A_1 \times u_1^3 - \frac{1}{2} \times \rho \times A_2 \times u_2^3 \\ &= \frac{1}{2} \times \rho \times (A_1 \times u_1^3 - A_2 \times u_2^3) \end{aligned}$$

Η διατήρηση της ροής μάζας (εξίσωση συνέχειας) ορίζει ότι:

$$\rho \times u_1 \times A_1 = \rho \times u_2 \times A_2$$

Λαμβάνοντας υπόψιν την εξίσωση συνέχειας, η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$P = \frac{1}{2} \times \dot{m} \times (u_1^2 - u_2^2)$$

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει ότι η ισχύς θα έπρεπε να είναι στο μέγιστο της όταν u_2 είναι μηδέν, δηλαδή όταν ο άνεμος φέρεται σε πλήρη ακινητοποίηση από το μετατροπέα. Αυτό δεν έχει νόημα όμως. Εάν η ταχύτητα εκροής u_2 πίσω από τον μετατροπέα είναι μηδέν, οφείλει και η ταχύτητα εισροής πριν το μετατροπέα να γίνει μηδέν, υπονοώντας ότι δεν θα υπήρχε άλλη ροή μέσω του μετατροπέα καθόλου. Όπως αναμένεται ένα φυσικά σημαντικό αποτέλεσμα συνίσταται σε ένα συγκεκριμένο αριθμητικό λόγο u_2/u_1 όπου η εξαχθείσα ισχύς φτάνει στο μέγιστο της.

Αυτό απαιτεί μια άλλη εξίσωση εκφράζοντας τη μηχανική ισχύ του μετατροπέα. Χρησιμοποιώντας το νόμο διατήρησης ορμής, η δύναμη που ασκεί ο άνεμος στο μετατροπέα μπορεί να εκφραστεί ως:

$$P = \dot{m} \times (u_1 - u_2)$$

Σύμφωνα με την αρχή «η δράση προκαλεί ίση και αντίθετη αντίδραση», αυτή η δύναμη, η ώση (thrust), πρέπει να αντισταθμιστεί με μια ίση δύναμη που ασκείται από το μετατροπέα στη ροή αέρα. Η ώση ωθεί τη μάζα αέρα στην ταχύτητα αέρα u' , που υπάρχει στο επίπεδο ροής του μετατροπέα. Η ισχύς που απαιτείται για αυτό είναι:

$$P = F \times u' = \dot{m} \times (u_1 - u_2) \times u'$$

Κατά συνέπεια, η μηχανική ενέργεια που εξάγεται από τη ροή του αέρα μπορεί να προέλθει από τη διαφορά ενέργειας ή δύναμης πριν και μετά το μετατροπέα, αφ' ενός και αφ' ετέρου από την ώθηση και την ταχύτητα ροής. Η εξίσωση αυτών των δύο (2) εκφράσεων (εξισώσεις 6,8) παράγει τη σχέση για την ταχύτητα ροής u' :

$$\frac{1}{2} \times \dot{m} \times (u_1^2 - u_2^2) = \dot{m} \times (u_1 - u_2) \times u'$$

$$u' = \frac{1}{2} \times (u_1 + u_2)$$

Κατά συνέπεια η ταχύτητα ροής μέσω του μετατροπέα είναι ίση με τον αριθμητικό μέσο όρο u_1 και u_2 :

$$\mathbf{u}' = \frac{1}{2} \times (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2)$$

Έτσι η εξίσωση (2) της ροής μάζας γίνεται:

$$\dot{m} = \rho \times A \times \mathbf{u}' = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2)$$

Η μηχανική ισχύς που παράγεται από το μετατροπέα μπορεί τώρα να εκφραστεί ως:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times (\mathbf{u}_1^2 - \mathbf{u}_2^2) \times (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2)$$

Ο λόγος μεταξύ της μηχανικής ισχύος που παράγεται από το μετατροπέα προς την ισχύ του μη διαταραγμένου ρεύματος αέρα καλείται «συντελεστής ισχύος» c_p και ορίζεται ως :

$$c_p = \frac{P}{P_0} = \frac{\frac{1}{4} \times \rho \times A \times (\mathbf{u}_1^2 - \mathbf{u}_2^2) \times (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2)}{\frac{1}{2} \times \rho \times \mathbf{u}_1^3 \times A}$$

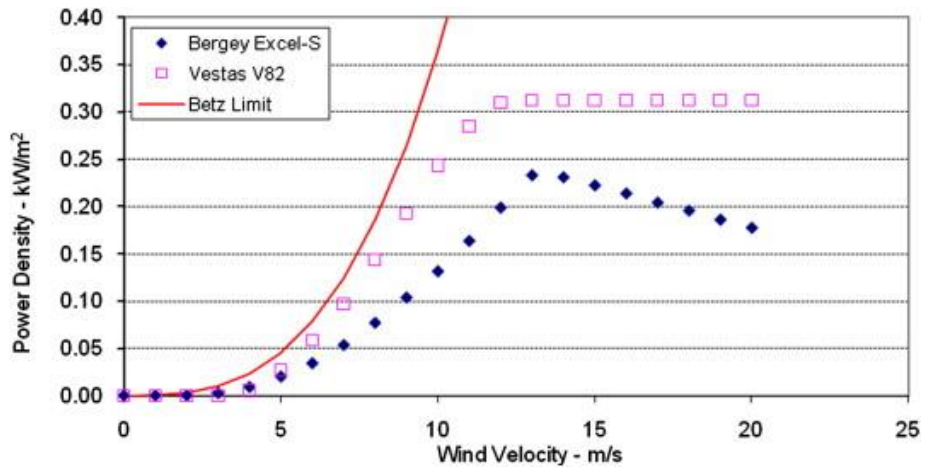
Μετά από κάποια αναδιάταξη, ο συντελεστής ισχύος μπορεί να καθορίζεται άμεσα ως συνάρτηση του λόγου των ταχυτήτων u_2 / u_1 :

$$c_p = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left| 1 - \frac{u_2}{u_1} \right| \times \left| 1 + \frac{u_2}{u_1} \right|^2$$

Ο συντελεστής ισχύος, ο λόγος της εξαγώγιμης μηχανικής ισχύος προς την ισχύ που περιέχεται στο ρεύμα αέρα, ως εκ τούτου, τώρα εξαρτάται μόνο από τον λόγο των ταχυτήτων αέρα πριν και μετά τον μετατροπέα. Εάν αυτή η αλληλεπίδραση σχεδιαστεί γραφικά, μια αναλυτική λύση μπορεί επίσης να βρεθεί εύκολα και μπορεί να διαπιστωθεί ότι ο συντελεστής ισχύος φθάνει σε ένα μέγιστο για ένα ορισμένο λόγο ταχύτητας.

Με $u_2 / u_1 = 1/3$, ο μέγιστος «ιδανικός συντελεστής ισχύος» c_p γίνεται:

$$c_p = \frac{P}{P_0} = 0,593 \text{ ("Betz limit")}$$



Εικόνα 28: όριο του BETZ και απεικόνιση πως η καμπύλη ισχύος του μοντέλου VESTAS V82 σε μεσαία επίπεδα ταχυτήτων το προσεγγίζει (πηγή: Science direct "local wind energy potential for the city Guelph, Joseph H. McIntyre and William D. Lubitz

3. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

3.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

3.1.1. ΠΥΡΓΟΣ

Ο πύργος είναι συνήθως κυλινδρικής μορφής και είναι κατασκευασμένος από χάλυβα. Αποτελεί την βάση στήριξης της ανεμογεννήτριας.

3.1.2. ΘΑΛΑΜΟΣ

Ο θάλαμος βρίσκεται στην κορυφή του πύργου και περιέχει τα βασικά τεχνικά μέρη της ανεμογεννήτριας. Συνήθως είναι κατασκευασμένος από fiberglass και περιέχει: τους άξονες υψηλής και χαμηλής ταχύτητας, το κιβώτιο ταχυτήτων, το φρένο, τη γεννήτρια, τη μονάδα ψύξης, pitch control system, το μηχανισμό εκτροπής – προσανεμισμού (yaw mechanism) που ελέγχει τη θέση της τουρμπίνας σε σχέση με τον άνεμο και το υδραυλικό σύστημα που ελέγχει τη γωνία των πτερυγίων.

3.1.3. ΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗΣ (anemometer & wind vane)

Το ανεμόμετρο μετρά την ταχύτητα του ανέμου και μεταδίδει τα δεδομένα στο σύστημα ελέγχου. Ο ανεμοδείκτης μετρά τη διεύθυνση του ανέμου και επικοινωνεί με το μηχανισμό εκτροπής ώστε να προσανατολίσει την τουρμπίνα ανάλογα με τη διεύθυνση του ανέμου.

3.1.4. ΑΞΟΝΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Συνδέει την κεφαλή του ρότορα με το κιβώτιο ταχυτήτων.

3.1.5. ΑΞΟΝΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Κινεί την γεννήτρια. Το διαφορικό υψηλής ταχύτητας είναι εξοπλισμένο με ένα δισκόφρενο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μηχανικό φρένο χρησιμοποιείται σε περίπτωση που το αεροδυναμικό φρένο υποστεί βλάβη ή η ανεμογεννήτρια επισκευάζεται.

3.1.6. ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ (gear box)

Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ένα από τα σημαντικότερα μέρη της ανεμογεννήτριας. Βρίσκεται τοποθετημένο μεταξύ του κυρίου άξονα χαμηλής ταχύτητας, ο οποίος συνδέεται με το ρότορα, από περίπου 30 – 60 rpm (στροφές ανά λεπτό) σε 1000 έως 1800 rpm που είναι οι απαιτούμενες από τις περισσότερες γεννήτριες στροφές ώστε να παράγουν ηλεκτρισμό.

3.1.7. ΡΟΤΟΡΑΣ, ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ (rotor, blades, main shaft).

- Κεντρικός άξονας

Ο άξονας περιστροφής είναι συνήθως κατασκευασμένος από ενισχυμένο και σκληρυμένο χάλυβα. Κατά την κατασκευή του άξονα σχηματίζεται μια εσωτερική φλάντζα στην οποία θα προσαρμοστεί («κουμπώσει») η κεφαλή του ρότορα (hub). Ο κεντρικός άξονας περιστρέφει το ρότορα της ανεμογεννήτριας.

- Πτερύγια

Οι περισσότερες τουρμπίνες αποτελούνται από δύο ή τρία πτερύγια. Ο αέρας που προσπίπτει στα πτερύγια προκαλεί την άνωση και περιστροφή τους.

- Ρότορας

ονομάζεται το σύστημα που σχηματίζουν τα πτερύγια και η κεφαλή του ρότορα (hub).



Εικόνα 29: φωτογραφία που απεικονίζει την βάση των πτερυγίων και την πλύμνη αλλά και μεγάλο μέρος του σώματος της ανεμογεννήτριας.

3.1.8. ΦΡΕΝΟ (break)

Δίσκος φρένου ο οποίος μπορεί να εφαρμοστεί μηχανικά, υδραυλικά ή ηλεκτρικά για να σταματήσει το ρότορα όταν είναι αναγκαίο. Το μηχανικό φρένο συνήθως τοποθετείται στον άξονα περιστροφής υψηλής ταχύτητας γιατί απαιτείται σχετικά μικρή ροπή πέδησης. Η τοποθέτηση του φρένου στον άξονα χαμηλής ταχύτητας απαιτεί ο δίσκος του φρένου να είναι σημαντικά μεγαλύτερων διαστάσεων και βάρους λόγω της μεγάλης ροπής πέδησης. Σε αυτήν τη περίπτωση το κόστος είναι μεγαλύτερο, αποτελεί όμως τη βέλτιστη τεχνική λύση καθώς προστατεύεται καλύτερα το σύστημα του ρότορα και το κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης.

3.1.9. ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ (generator)

Κάθε ανεμογεννήτρια που συνδέεται στο δίκτυο παροχής, κινεί μια γεννήτρια εναλλασσόμενου τριφασικού ρεύματος. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο είδη γεννητριών, οι σύγχρονες και οι ασύγχρονες.

- ✚ Σύγχρονη : αυτού του τύπου η γεννήτρια παράγει στην έξοδο της ρεύμα ίδιας συχνότητας με αυτή του δικτύου που είναι συνδεδεμένη (εναλλακτήρες)
- ✚ Ασύγχρονη: αυτές οι γεννήτριες παράγουν ρεύμα συχνότητας μεγαλύτερης από εκείνης του δικτύου διανομής (επαγωγής).

3.1.10. ΜΟΝΑΔΑ ΨΥΞΗΣ

Η μονάδα ψύξης βρίσκεται μέσα στο θάλαμο και προφυλάσσει τα λειτουργικά μέρη της ανεμογεννήτριας από επικίνδυνη άνοδο της θερμοκρασίας. Στις περισσότερες τουρμπίνες η ψύξη επιτυγχάνεται τοποθετώντας την γεννήτρια μέσα σε ένα σωλήνα ο οποίος εμπεριέχει έναν μεγάλο ανεμιστήρα. Υπάρχουν και περιπτώσεις ωστόσο, στις οποίες χρησιμοποιείται σύστημα ψύξης με νερό. Σε μια τέτοια περίπτωση όμως είναι απαραίτητη η εγκατάσταση ενός επιπλέον μηχανισμού για να αποβάλει τη θερμότητα που παράγεται από το σύστημα ψύξης του νερού.

3.1.11. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΑΝΕΜΙΣΜΟΥ

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν σύστημα προσανατολισμού το οποίο περιστρέφει την άτρακτο έτσι ώστε να ακολουθεί συνεχώς την διεύθυνση του ανέμου. Ο μηχανισμός που περιστρέφει την άτρακτο (yaw mechanism) βρίσκεται στην κορυφή του πύργου. Ο ανεμοδείκτης που βρίσκεται στην ανεμογεννήτρια στρέφεται ανάλογα με τη διεύθυνση του ανέμου και δίνει σήμα στο ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου το οποίο εν συνεχεία στρέφει το μηχανισμό προσανεμισμού.

3.1.12.ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ/ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ ΠΤΥΡΥΓΙΩΝ

Ο μηχανισμός στρέψης προκαλεί περιστροφή του πτερυγίου γύρω από τον διαμήκη άξονα του, έτσι γίνεται η μεταβολή της γωνίας προσβολής του από τον άνεμο.

Όταν αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου, κάθε πτερύγιο στρέφεται περί τον άξονα του έτσι ώστε να ελαττώνεται η γωνία πρόσπτωσης του ανέμου σε κάθε πτερύγιο. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι στροφές της έλικας και κατά συνέπεια μειώνεται και η ισχύς εξόδου της ανεμογεννήτριας στην επιθυμητή ισχύ. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξής τρόπο: στον θάλαμο της γεννήτριας υπάρχει βατόμετρο το οποίο μετράει την ισχύ που παράγεται η οποία συγκρίνεται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με την επιθυμητή τιμή ισχύος. Εν συνεχεία, μέσω του συστήματος ελέγχου αποστέλλεται σήμα στο μηχανισμό απόκλισης των πτερυγίων που ρυθμίζει την τελική απόκλιση που πρέπει να έχουν.

Με την τεχνική αυτή διατηρείται σταθερή η ταχύτητα περιστροφής της ανεμογεννήτριας, η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος της παραγόμενης ισχύος και ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια.

3.1.13.ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Το σύστημα ελέγχου περιλαμβάνει έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή που παρακολουθεί διαρκώς την κατάσταση της ανεμογεννήτριας και ελέγχει τον μηχανισμό περιστροφής. Σε περίπτωση επιπλοκής, για παράδειγμα υπερθέρμανση του κιβωτίου ταχυτήτων ή της γεννήτριας, σταματά αυτόματα την ανεμογεννήτρια και στέλνει αυτόματα ενημέρωση για την ύπαρξη βλάβης. Το σύστημα ελέγχου περιλαμβάνει τα ακόλουθα λειτουργικά τμήματα:

- Έλεγχος απότομης ανύψωσης των στροφών, παύσης και λειτουργίας και εποπτεία σημάτων συναγερμού και ελέγχου.
- Εποπτεία συστήματος προσανεμισμού.
- Εποπτεία του συστήματος ρύθμισης της γωνίας των πτερυγίων ως προς την πρόσπτωση του ανέμου.
- Επικοινωνία με το σταθμό παραγωγής.

3.2. ΤΥΠΟΙ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Ενώ σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε ο βασικός διαχωρισμός των γεννητριών, παρακάτω ακολουθεί μια περισσότερο λεπτομερής περιγραφή.

3.2.1. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ (εναλλακτήρες)

Η σύγχρονη γεννήτρια είναι πολύ πιο ακριβή και μηχανικώς πιο περίπλοκη από μια γεννήτρια επαγωγής ενός παρόμοιου μεγέθους. Ωστόσο, έχει ένα σαφές πλεονέκτημα σε σχέση με τη γεννήτρια επαγωγής. Αυτό είναι ότι δεν χρειάζεται ρεύμα εναλλασσόμενου μαγνήτη.

Το μαγνητικό πεδίο στη σύγχρονη γεννήτρια μπορεί να δημιουργηθεί με τη χρήση μόνιμων μαγνητών ή με ένα συμβατικό πεδίο. Εάν η σύγχρονη γεννήτρια έχει ένα κατάλληλο αριθμό πόλων (ένα πολύ – πολικού τύπου WRSG ή ένα πολύ – πολικό PMSG) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις απαιτούμενες λειτουργίες απευθείας χωρίς κανένα κιβώτιο ταχυτήτων. Ως σύγχρονη γεννήτρια, είναι ίσως η πιο κατάλληλη για πλήρη έλεγχο της ισχύς καθώς είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο μέσω μετατροπέα τάσεως του ρεύματος.

Ο μετατροπέας έχει δύο πρωταρχικούς στόχους:

- Να λειτουργήσει ως ρυθμιστής ενέργειας για την μεταβολή της ισχύος που προκαλείται από τις μεταβολές τις ταχύτητας των ανέμων

- Τον έλεγχο της μαγνήτισης ώστε να αποφευχθούν προβλήματα συγχρονισμού με την συχνότητα του κυκλώματος.

Μια τέτοια γεννήτρια επιτρέπει τη λειτουργία μεταβλητής ταχύτητας των ανεμογεννητριών.

Δύο κλασικά είδη σύγχρονων γεννητριών έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία αιολικής ενέργειας:

- 1) Η wound rotor synchronous generator (WRSG)
- 2) Η permanent magnet synchronous generator (PMSG)

3.2.1.1. Wound rotor synchronous generator (WRSG)

Είναι άμεσα συνδεδεμένη με το δίκτυο και ως εκ τούτου η ταχύτητα περιστροφής είναι αυστηρά καθορισμένη από τη συχνότητα του δικτύου παροχής. Το στροφείο περιέλιξης διεγείρεται με συνεχές ρεύμα χρησιμοποιώντας δαχτυλίδια ολίσθησης ή με περιστρεφόμενο ανορθωτή.

Σε αντίθεση με τη γεννήτρια επαγωγής, η σύγχρονη γεννήτρια δεν χρειάζεται καμία περαιτέρω μετατροπή ισχύος. Ο ρότορας παράγει το πεδίο διέγερσης λόγω της ροής του ρεύματος, το οποίο προκύπτει σε σύγχρονη ταχύτητα. Η ταχύτητα της σύγχρονης γεννήτριας καθορίζεται από τη συχνότητα του περιστρεφόμενου πεδίου και από τον αριθμό των ζευγών των πόλων του ρότορα.

Μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν WRSG χαμηλής ταχύτητας διότι έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί κιβώτιο ταχυτήτων. Αυτή η επιλογή γεννήτριας είναι ακριβότερη και χρειάζεται έναν μετατροπέα ρεύματος.

3.2.1.2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ

Σε αυτή τη περίπτωση γεννήτριας η απόδοση είναι υψηλότερη απ' ό τι στη γεννήτρια επαγωγής μιας και διέγερση δεν απαιτεί τροφοδότηση ρεύματος.

Ωστόσο, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μόνιμου μαγνήτη είναι ακριβά, και είναι δύσκολο να επεξεργαστούν. Επιπλέον, απαιτεί τη χρήση μετατροπέα ισχύος, για να ρυθμίζει την τάση και τη συχνότητα της παραγωγής όσον αφορά την τάση και τη συχνότητα μετάδοσης αντίστοιχα. Ωστόσο, το όφελος είναι ότι η ισχύς μπορεί να παραχθεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα, έτσι ώστε να συνάδει με τις τρέχουσες συνθήκες. Ο άξονας είναι εφοδιασμένος με μόνιμο σύστημα πόλων μαγνήτισης. Αυτού του τύπου οι γεννήτριες έχουν μεγάλη εφαρμογή σε ανεμογεννήτριες χαμηλής ταχύτητας.

3.2.2. ΑΣΥΓΧΡΟΝΕΣ (επαγωγής)

Η πιο συνηθισμένη γεννήτρια, που χρησιμοποιείται σε ανεμογεννήτριες είναι η ασύγχρονη, ή αλλιώς η γεννήτρια επαγωγής. Έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η αξιοπιστία και η μηχανική απλότητα της καθώς και ότι είναι πολύ πιο οικονομική από άλλου τύπου.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της είναι ότι ο στάτης της χρειάζεται μεταβαλλόμενο ρεύμα μαγνήτισης. Η ασύγχρονη γεννήτρια δεν περιέχει μόνιμους μαγνήτες οι οποίοι δεν διεγείρονται ξεχωριστά. Ως εκ τούτου, πρέπει να λάβει ρεύμα από διαφορετική πηγή χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ισχύ, η οποία μπορεί να παρέχεται από το δίκτυο ή από μια άλλη γεννήτρια. Το μαγνητικό πεδίο της γεννήτριας υφίσταται μόνον όταν είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο. Στην περίπτωση AC διέγερσης, το μαγνητικό πεδίο περιστρέφεται με μια ταχύτητα που καθορίζεται από κοινού από τον αριθμό των πόλων και τη συχνότητα του ρεύματος. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται σύγχρονη ταχύτητα. Έτσι, όταν το στροφείο περιστρέφεται με ταχύτητα που υπερβαίνει την σύγχρονη ταχύτητα, το ηλεκτρικό πεδίο που προκαλείται από τη σχετική κίνηση (slip ή ολίσθηση) μεταξύ του ρότορα και του περιστρεφόμενου πεδίου του στάτη, προκαλεί ένα ρεύμα επαγωγής.

Η αλληλεπίδραση αυτή προκαλεί μια ροπή που εφαρμόζεται πάνω στον ρότορα. Υπάρχουν δύο (2) κυρίαρχοι τύποι ασύγχρονων γεννητριών:

1. Squirrel cage induction generator (SCIG)
2. Wound rotor induction generator (WRIG)

Αναλυτικότερα:

3.2.2.1. Squirrel cage induction generator (SCIG)

Αυτού του τύπου οι ανεμογεννήτριες είναι εξοπλισμένες με ένα μαλακό μηχανισμό εκκίνησης και μια εγκατάσταση αντιστάθμισης ισχύος, καθώς αυτές οι γεννήτριες καταναλώνουν ισχύ.

Η ταχύτητα του ρότορα μεταβάλλεται λίγο σε σχέση με τη μεταβολή της ταχύτητας των ανέμων. Επομένως, αυτή η γεννήτρια χρησιμοποιείται για ανεμογεννήτριες σταθερής ταχύτητας. Ο ρότορας και η γεννήτρια είναι συνδεδεμένοι μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων, καθώς οι ταχύτητες των δύο πρέπει να εξισορροπούνται. Το μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει σε αυτόν τον τύπο γεννητριών είναι ότι, λόγω του ρεύματος μαγνήτισης που παρέχεται από το δίκτυο στο στάτη εκκαθάρισης, ο συντελεστής απόδοσης τους είναι χαμηλός. Ο πολύ χαμηλός συντελεστής απόδοσης αντισταθμίζεται από τη σύνδεση πυκνωτών παράλληλα με τη γεννήτρια.

Στις SCIG's, σε ισχυρούς ανέμους η ανεμογεννήτρια μπορεί να παράγει περισσότερη ισχύ μόνο αν η γεννήτρια αντλεί περισσότερη λειτουργική ισχύ. Η ισχύς για τη γεννήτρια πρέπει να ληφθεί άμεσα από το δίκτυο. Η ισχύς που παρέχεται από το δίκτυο προκαλεί πρόσθετες απώλειες μεταφοράς και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να κάνει το δίκτυο ασταθές. Συστήματα πυκνωτών ή σύγχρονοι μετατροπείς ισχύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, υπάρχει όμως το μειονέκτημα της διακύμανσης ρεύματος κατά τις μετατροπές.

3.2.2.2. Wound rotor induction generator (WRIG)

Στην περίπτωση των WRIG, τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ρότορα μπορούν να ελεγχθούν εξωτερικά. Με την παροχή ισχύος από τροφοδοτικό

η γεννήτρια μπορεί να μαγνητιστεί είτε από το σύστημα του ρότορα είτε του στάτη. Συνεπώς, είναι επίσης δυνατό να ανακτήσει την ενέργεια λόγω slip από το στροφείο του κυκλώματος και να την τροφοδοτήσει στη έξοδο του στάτη. Το μειονέκτημα των WRIG είναι ότι είναι ακριβότερες και δεν είναι τόσο ισχυρές όσο οι SCIG's.

Η γεννήτρια επαγωγής Optislip, η οποία χρησιμοποιείται στην ανεμογεννήτρια VESTAS V90 – 2.0 MW που θα χρησιμοποιήσουμε στην συνέχεια είναι τύπου WRIG.

3.2.2.3. Optislip

Η γεννήτρια Optislip εισήχθη από τη δανέζικη εταιρεία παραγωγής ανεμογεννητριών VESTAS προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες λόγω ξαφνικών ανέμων. Η δυνατότητα αυτή, η Optislip, επιτρέπει τη γεννήτρια να έχει μεταβλητή ολίσθηση (slip) και να επιλέξει την καλύτερη δυνατή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν μικρότερες διακυμάνσεις στην ροπή κίνησης, άρα και στην παραγόμενη ισχύ. Η μεταβλητή ολίσθηση είναι μία πολύ απλή, αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική λύση για να επιτευχθεί μείωση φορτίου σε σχέση με περισσότερο πολύπλοκες λύσεις, όπως οι “full variable speed generators” (μεταβαλλόμενης ταχύτητας με χρήση μετατροπών ισχύος).

Η ολίσθηση της γεννήτριας μεταβάλλεται με την τροποποίηση της συνολικής αντίστασης του ρότορα, με τη βοήθεια ενός μετατροπέα που είναι τοποθετημένος επί του άξονα του.

Ο μετατροπέας είναι οπτικά ελεγχόμενος, κάτι που σημαίνει ότι δεν απαιτούνται δακτύλιοι ολίσθησης. Ο στάτης της γεννήτριας συνδέεται απευθείας με το δίκτυο.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της γεννήτριας είναι ότι διαθέτει απλή τοπολογία κυκλώματος, δεν υπάρχει ανάγκη για δακτυλίους ολίσθησης και έχει βελτιωμένο εύρος λειτουργίας σε σύγκριση με τις SCIG.

Σε κάποιο βαθμό, αυτό το μοντέλο μπορεί να μειώσει τις μηχανικές καταπονήσεις και τις διακυμάνσεις ενέργειας που προκαλούνται από τους ξαφνικούς και έντονους ανέμους (ριπές ανέμου). Ωστόσο εξακολουθεί να απαιτεί ένα σύστημα αντιστάθμισης ισχύος.

Τα μειονεκτήματα είναι η κλίμακα στροφών του, όπου συνήθως περιορίζεται σε 0 – 10% αφού εξαρτάται από το μέγεθος της μεταβλητής αντίστασης ρότορα. Επίσης δεν υπάρχει πλήρης έλεγχος της ενεργού και λειτουργικής ισχύος και τρίτον η δύναμη ολίσθησης αποδίδεται στη μεταβλητή αντίστασης ως απώλεια.

3.3. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΑΞΟΝΩΝ

Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου.

3.3.1. ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, ο κεντρικός άξονας περιστρέφεται με τέτοιο τρόπο ώστε να βρίσκεται παράλληλα στην διεύθυνση ροής του ανέμου, και ο ρότορας τους είναι τύπου έλικας. Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται σήμερα (περίπου το 90% της εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως) είναι οριζοντίου άξονα.

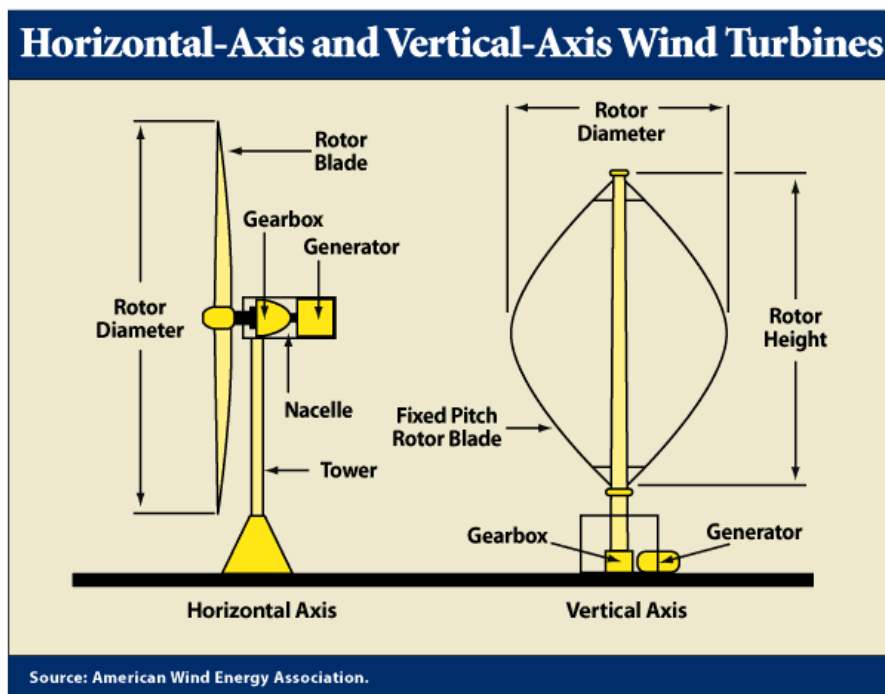
Αυτού του τύπου οι γεννήτριες εμφανίζουν σημαντικές περιφερειακές ταχύτητες, ενώ τα πτερύγια τους είναι συνήθως μέχρι τρία (3) (σπάνια ένα λόγω αυξημένων ταλαντώσεων), βασίζονται στην τεχνολογία των

αεροπορικών ελίκων. Ένα από τα πλέον βασικά τους χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος συντελεστής απόδοσης τους, αλλά και η βέλτιστη λειτουργία τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου περιστροφής «λ» (περιγράφεται ακολούθως), με αποτέλεσμα την αρκετά μεγάλη σχετική ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο.

3.3.2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ

Σε αυτού του τύπου ανεμογεννήτριες ο ρότορας είναι κάθετος στην διεύθυνση του ανέμου. Το σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μηχανολογικής διάταξης είναι η αυτόματη προσαρμογή στην διεύθυνση του ανέμου, καθώς ο άξονας περιστροφής είναι συνεχώς κάθετος στην ροή του ανέμου. Οι πιο γνωστοί τύποι ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές Darrieus και Savonius.

Οι δύο βασικοί τύποι που περιγράφηκαν ανωτέρω δίδονται σχηματικά στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 30: Παρουσίαση ανεμογεννήτριας καθέτου και οριζοντίου άξονα. (πηγή: American wind energy association)

Οι ανεμογεννήτριες διαχωρίζονται σε ακόμα δύο κατηγορίες ανάλογα με την μέθοδο λειτουργίας τους. Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι με τις οποίες μετατρέπεται η αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική. Είναι η μέθοδος λειτουργίας σταθερής ταχύτητας (fixed speed) και η μέθοδος λειτουργίας της μεταβλητής ταχύτητας (variable speed).

3.3.3. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Σταθερής ταχύτητας λειτουργία σημαίνει ότι ο ρότορας της ανεμογεννήτριας στρέφεται με σταθερό ρυθμό στροφών ανεξάρτητα της ταχύτητας του ανέμου. Η σύνδεση της ανεμογεννήτριας στο δίκτυο γίνεται απευθείας χρησιμοποιώντας ένα μετασχηματιστή προσαρμογής του επιπέδου τάσης λειτουργίας της γεννήτριας, σε αυτό του συστήματος μεταφοράς. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης, προκαθορίζει και την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της.

3.3.4. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Στη λειτουργία μεταβλητής ταχύτητας, η ταχύτητα του ρότορα της ανεμογεννήτριας μεταβάλλεται με ελεγχόμενο τρόπο, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Για την σύνδεση μιας τέτοιου τύπου ανεμογεννήτριας στο δίκτυο σταθερής συχνότητας χρησιμοποιείται μετατροπέας συχνότητας. Με τον τρόπο αυτό η ταχύτητα περιστροφής αποδεδειγμένα από την σταθερή συχνότητα του δικτύου και είναι δυνατή η μεταβολή της.

3.4. ΒΑΣΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

3.4.1. ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ

Η «καμπύλη ισχύος» μιας ανεμογεννήτριας μας δείχνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συναρτήσει της ταχύτητας του ανέμου που

προσπίπτει στον ρότορα. Βασικές παράμετροι για τον τελικό προσδιορισμό της απόδοσης ισχύος είναι οι ακόλουθοι:

3.4.1.1. Ταχύτητα κατωφλίου εισόδου

Είναι η ταχύτητα του ανέμου στην οποία η ανεμογεννήτρια αρχίζει να παράγει καθαρή ισχύ και είναι διαφορετική (μεγαλύτερη) από την ταχύτητα ανέμου που απαιτείται για να ξεκινήσει η περιστροφή του ρότορα.

3.4.1.2. Ταχύτητα κατωφλίου εξόδου

Είναι η τιμή της ταχύτητας του ανέμου στην οποία η γεννήτρια παράγει ισχύ με ελαττωμένο μηχανικό και αεροδυναμικό φορτίο και χωρίς ηλεκτρικές απώλειες.

3.4.1.3. Ονομαστική ισχύς

Είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να παραχθεί από την κανονική λειτουργία της ανεμογεννήτριας.

3.4.1.4. Ονομαστική ταχύτητα

Είναι η ταχύτητα του ανέμου στην οποία παράγεται η ονομαστική ισχύς.

3.4.2. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ

Ως διαθεσιμότητα ορίζεται το μέρος του χρόνου όπου η ανεμογεννήτρια μπορεί να παράγει η ισχύ. Οι τυπικές τιμές διαθεσιμότητας των σύγχρονων ανεμογεννητριών είναι 95-99 %, λαμβάνοντας υπόψη τις περιόδους συντήρησης ή επισκευής.

Η ωφέλιμη ισχύς παράγεται μεταξύ των ταχυτήτων κατωφλίου εισόδου και εξόδου. Καθώς η λειτουργία της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες ανέμου, θα λειτουργεί σε επίπεδα χαμηλότερα της διαθεσιμότητας της.

3.5. ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η ισχύς εξόδου αυξάνεται όσο αυξάνει η επιφάνεια που σαρώνει ο ρότορας της ανεμογεννήτριας. Η επιφάνεια του δίσκου που καλύπτει η περιστροφή των πτερυγίων, η ταχύτητα του ανέμου σε συνδυασμό με τον συντελεστή απόδοσης της ανεμογεννήτριας καθορίζουν την παραγόμενη ενέργεια.

Παρατίθεται παρακάτω σχήμα στο οποίο συσχετίζονται τυπικές τιμές διαμέτρου του ρότορα της ανεμογεννήτριας σε σχέση με την ονομαστική ισχύ της. Αυτές οι τιμές βέβαια είναι ενδεικτικές και μπορεί να διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και ανάλογα με το αιολικό δυναμικό της κάθε περιοχής. Μπορεί δηλαδή σε μια περιοχή με χαμηλό αιολικό δυναμικό να χρησιμοποιηθεί ρότορας μεγαλύτερης διαμέτρου ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΑΔΕΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ

4.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η ραγδαία εξάπλωση κάθε μορφής ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα της αιολικής, επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τη 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.

Έτσι η Ε.Ε. 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 στρέψει το ενεργειακό ενδιαφέρον προς τις ΑΠΕ. Με την προώθηση και την χρήση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) είναι εφικτό να προστατευθεί το περιβάλλον από τις εκπομπές CO₂, 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 υποστηρίξουν 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 Ε.Ε. 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 και ένα σχέδιο δράσης που προέβλεπε μια κοινοτική στρατηγική για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ μέσω συγκεκριμένων προγραμμάτων όπως το JOULE – THERMIE, INCO, FAIR, ALTENER 1 & 2. Οι τρεις (3) κυριότεροι στόχοι της ευρύτερης ενεργειακής πολιτικής της Ε.Ε. 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 διάρθρωσή του περιλαμβάνει κάποια συγκεκριμένα μέτρα οικονομικής φύσεως όπως τα παρακάτω:

- 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

- 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.
- Τη χρήση βιοενέργειας για τις μεταφορές, τη 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 έλλειμμα που είναι φυσικό να προκύψει από τη χρήση τους, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη μιας ανάλογης επιδότησης.
- Την βελτίωση των κανονισμών δομήσεως όλων των οικημάτων αφού το μεγαλύτερο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας από τα νοικοκυριά γίνεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους αλλά και κατά την συντήρησή τους.

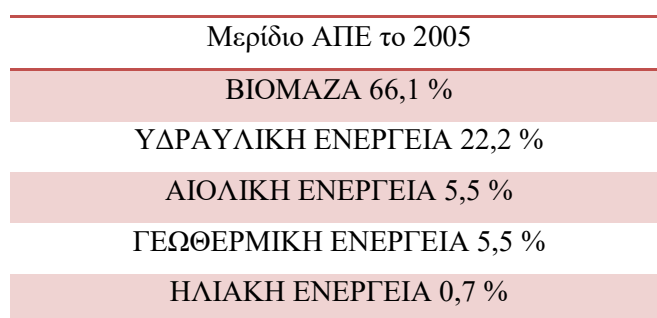
Προκειμένου η Λευκή Βίβλος να μην αποδειχθεί απλά ένα φιλόδοξο σχέδιο το οποίο τελικά θα παραμείνει στα χαρτιά, απαιτείται ο συνεχής έλεγχος του όποιου προγραμματισμού και των κινήσεων που έχουν προαποφασιστεί. Ο μόνος τρόπος να επιτευχθεί κάτι τέτοιο είναι να ενταθεί η προσπάθεια σύνδεσης των παραπάνω πολιτικών και προγραμμάτων με 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 των οποίων και στην Ελλάδα. Χαρακτηριστική είναι η οδηγία 1001/77/ΕΚ η οποία θέτει σαν στόχο την αύξηση της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η δημιουργία στέρεας βάσης για ένα μελλοντικό ενιαίο κοινοτικό πλαίσιο στο άμεσο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή όλα τα κράτη – μέλη είναι υποχρεωμένα να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για την προώθηση της αύξησης της ενέργειας, σύμφωνα με τους ιδιαίτερους στόχους που έχει θέσει το καθένα

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 υπόψη 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.

4.2. 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 Ε.Ε. 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.



Εικόνα 31: Μερίδιο αγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό ισοζύγιο ενεργειακού μίγματος το 2005.

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:

- 1) Το υψηλό και σημαντικό κόστος των επενδύσεων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- 2) Διοικητικά προβλήματα που συνδέονται με τις διαδικασίες εγκατάστασης και με τον αποκεντρωμένο χαρακτήρα των περισσότερων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- 3) Οι πολλές φορές αδιαφανείς και ίσως μεροληπτικές διατάξεις για την πρόσβαση στο δίκτυο.
- 4) Η κατά περίπτωση 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. Παρά το γεγονός ότι πολλά κράτη πλησιάζουν τους στόχους που έθεσαν, ο ευρωπαϊκός μέσος όρος απέχει κατά πολύ από το 20% παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Έτσι μετατέθηκε για το 2020.

Πρόθεση της επιτροπής προκειμένου οι παραπάνω δυσκολίες να καμφθούν είναι να προτείνει μέτρα για τη βελτίωση της εσωτερικής αγοράς, την εξάλειψη των στρεβλώσεων και την κατάργηση των φραγμών στην ανάπτυξη των ΑΠΕ στους τομείς του ηλεκτρισμού, της θέρμανσης και της ψύξης.

4.2.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η διαδικασία αδειοδότησης για αιολικά πάρκα διέπεται κατά κύριο λόγο από το Ν. 3851/2010 για την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής», ο οποίος τροποποίησε τον προηγούμενο Ν. 3468/2006. Προσφάτως, ο Ν. 4001/2011 «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις» εισήγαγε και κάποιες επιπρόσθετες κρίσιμες ρυθμίσεις.

Τα κύρια αδειοδοτικά στάδια στις περιπτώσεις των αιολικών έργων είναι:

- **Άδεια Παραγωγής**

Η άδεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται για αιολικά πάρκα με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 100 kW, ενώ για τα πάρκα με μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη. Η άδεια παραγωγής χορηγείται με απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), κατόπιν σχετικής αίτησης, ενώ για τη χορήγησή της αξιολογούνται κριτήρια που αναφέρονται στο άρθρο 2 παρ. 1 του Ν. 3851/2010. Η Ρ.Α.Ε., αφού εξετάσει αν πληρούνται τα κριτήρια αυτά, αποφασίζει για τη χορήγηση ή μη άδειας παραγωγής μέσα σε δύο (2) μήνες από την υποβολή της αίτησης, εφόσον ο φάκελος είναι πλήρης, άλλως από τη συμπλήρωσή του. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης, αν μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον αιτούντα συμπληρωματικά στοιχεία.

Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα είκοσι πέντε (25) ετών και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρόνο. Στην περίπτωση, όμως, που εντός τριάντα (30) μηνών από τη χορήγηση της δεν εκδοθεί άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής παύει αυτοδικαίως να ισχύει, εκδιδόμενης σχετικής διαπιστωτικής πράξης από τη Ρ.Α.Ε.

- **Προσφορά Σύνδεσης**

Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε., ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, ζητά ταυτόχρονα την έκδοση:

- α) Προσφοράς Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης.
- β) Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.), κατά το άρθρο 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, και
- γ) Άδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, κατά την παρ. 2 του άρθρου 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α'), εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

Ο αρμόδιος Διαχειριστής χορηγεί μέσα σε τέσσερις (4) μήνες την Προσφορά Σύνδεσης που του ζητήθηκε, η οποία αρχικώς είναι μη δεσμευτική και οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική:

- α) με την έκδοση της απόφασης Ε.Π.Ο. για το σταθμό Α.Π.Ε. ή,
- β) αν δεν απαιτείται απόφαση Ε.Π.Ο., με τη βεβαίωση από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας ότι ο σταθμός Α.Π.Ε. απαλλάσσεται από την υποχρέωση αυτή.

Η Προσφορά Σύνδεσης ισχύει για τέσσερα (4) έτη από την οριστικοποίηση της και δεσμεύει τον Διαχειριστή και τον δικαιούχο.

- **Άδεια Εγκατάστασης**

Αφού καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος ενεργεί:

- α) για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης
- β) για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης, σύμφωνα με τα άρθρα 9, 10 και 12 και τους Κώδικες Διαχείρισης του

Συστήματος και του Δικτύου. Σύμφωνα με το άρθ.187 του ν.4001/2011 (Α'179) που τροποποιεί το άρθ.8 του ν.3468/2006, η σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης προηγείται της σύναψης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας. Οι Συμβάσεις αυτές υπογράφονται και ισχύουν από τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, εφόσον απαιτείται,

γ) για τη χορήγηση αδειών, πρωτοκόλλων ή άλλων εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για την εγκατάσταση του σταθμού, οι οποίες εκδίδονται χωρίς να απαιτείται η προηγούμενη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης,

δ) για την τροποποίηση της απόφασης Ε.Π.Ο. ως προς τα έργα σύνδεσης, εφόσον απαιτείται.

Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών. Κατά τη διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης, ελέγχεται η απόσταση κάθε ανεμογεννήτριας του σταθμού από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια σταθμού του ίδιου ή άλλου παραγωγού, η οποία καθορίζεται με ανέκκλητη συμφωνία των παραγωγών, για την οποία ενημερώνεται η Ρ.Α.Ε. και οι αδειοδοτούσες αρχές.

Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται, κατ' ανώτατο όριο, για ίσο χρόνο, μετά από αίτηση του κατόχου της, εφόσον:

α) κατά τη λήξη της διετίας έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 50% της επένδυσης, ή

β) δεν συντρέχει η προϋπόθεση της ανωτέρω περίπτωσης αλλά έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου, ή

γ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου.

- **ΕΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ (Ε.Π.Ο.)**

Για αιολικά πάρκα, των οποίων η εγκατεστημένη ισχύς είναι μικρότερη των 20 kW, δεν απαιτείται βεβαίωση ΕΠΟ, αλλά βεβαίωση απαλλαγής από αυτήν. Η βεβαίωση απαλλαγής εκδίδεται από τη ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα, κατά τις διατάξεις του άρθρου 3 του Ν. 3851/2010. Για την απόδειξη της άπρακτης παρέλευσης, ο ενδιαφερόμενος πρέπει στα επόμενα στάδια να προσκομίζει σχετική βεβαίωση της Περιφέρειας, ή εναλλακτικά, αντίγραφο του αιτήματός του με τον αριθμό πρωτοκόλλου και την ημερομηνία κατάθεσής του, μαζί με υπεύθυνη δήλωση για την παρέλευση του 20ημέρου χωρίς έκδοση ούτε απαλλαγής, ούτε αρνητικής απόφασης. Κατ' εξαίρεση απαιτείται ΕΠΟ εάν:

- α) το έργο εγκαθίσταται εντός περιοχής Natura 2000 ή σε απόσταση μικρότερη των 100m από αιγιαλό, ή
- β) γειτνιάζει σε απόσταση μικρότερη των 150 m με άλλο σταθμό ίδιας τεχνολογίας, η δε αθροιστική ισχύς υπερβαίνει το όριο των 20 kW.

Για την έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. κατά τις διατάξεις του άρθρου 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, υποβάλλεται πλήρης φάκελος και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) στην αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή.

Η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης και αποφαινεται για τη χορήγηση ή μη απόφασης Ε.Π.Ο. μέσα σε τέσσερις (4) μήνες από το χρόνο που ο φάκελος θεωρήθηκε πλήρης.

Η απόφαση Ε.Π.Ο. για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεώνεται, με αίτηση που υποβάλλεται υποχρεωτικά έξι (6) μήνες πριν από τη λήξη της, για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά. Μέχρι την

έκδοση της απόφασης ανανέωσης εξακολουθούν να ισχύουν οι προηγούμενοι περιβαλλοντικοί όροι.

Βεβαίωση Ε.Π.Ο. ή απαλλαγή από αυτήν δεν απαιτείται για ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων (ΒΙ.ΠΕ., ΒΙ.ΠΑ. κτλ), ή πάνω σε κτίρια και άλλες δομικές κατασκευές (Ν. 3468/2006, αρθ. 8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν. 3851/2010, αρθ. 3, §2). Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προσκομίζεται τοπογραφικό διάγραμμα ή έγγραφο προσφοράς σύνδεσης απ' όπου να προκύπτει σαφώς η εγκατάσταση σε υποδοχέα ή πάνω σε κτίριο αντίστοιχα.

- **Άδεια λειτουργίας**

Πριν τη χορήγηση άδειας λειτουργίας, απαιτείται να προηγηθεί προσωρινή σύνδεση του πάρκου για δοκιμαστική λειτουργία, κατόπιν αιτήσεως στον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστη λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).

Εν συνεχεία, ο παραγωγός ενεργεί για τη χορήγηση άδειας λειτουργίας. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο από κλιμάκιο των αρμόδιων Υπηρεσιών της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του, που μπορεί να διενεργείται και από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε αποκλειστική προθεσμία είκοσι (20) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων.

Η άδεια λειτουργίας ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα.

Σημειώνεται πως σε περιπτώσεις αιολικών πάρκων με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση με 100 kW δεν απαιτείται η έκδοση άδειας παραγωγής, άδειας εγκατάστασης ή άδειας λειτουργίας, ενώ δεν απαιτείται επίσης και περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας.

4.2.2. ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

Με την αναπροσαρμογή των τιμολογίων του άρθρου 5 του Ν.3851/2010 (ΦΕΚ.Α'85), η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού χρήσης ΑΠΕ - συμπεριλαμβανομένων των μικρών Φωτοβολταϊκών σε κτίρια και μόνο, όχι των υπολοίπων (βλ. πιο κάτω) - ή μέσω ΣΗΘΥΑ ή από υβριδικό σταθμό και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, τιμολογείται σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος > 50 kW	87,85	99,45
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος ≤ 50 kW	250	
Φωτοβολταϊκά έως 10 kWpeak στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις (σύμφωνα με το ειδικό πρόγραμμα για Φ/Β σε κτίρια - ΚΥΑ.12323/4.6.2009, Β'1079)	550	
Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από μΥΗΣ με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 15 MWe	87,85	
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	264,85	
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	284,85	
Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας (Ν.3175/2003, Α'207, αρθ.2, §1στ)	150	
Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (Ν.3175/2003, Α'207, αρθ.2, §1στ)	99,45	
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 1 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200	
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατ. ισχύ > 1 MW και ≤ 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175	
Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≥ 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου	150	

Εικόνα 32: Πίνακας τιμών πώλησης ενέργειας από ΑΠΕ (πηγή ΔΕΣΜΗΕ)

1

¹ (18/1/2011) Ερώτηση του Ευρωβουλευτή Καθηγητή Ιωάννη Α. Τσουκαλά σχετικά με την τιμή επιδότησης της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα

«Με βάση επίσημα στοιχεία που δημοσιοποιεί η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στην ιστοσελίδα της, η Ελλάδα διαθέτει την υψηλότερη τιμή επιδότησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά στην ΕΕ (0,55 ευρώ/KWh), ενώ διαθέτει μία από τις χαμηλότερες τιμές επιδότησης ανά KWh για αιολική ενέργεια, ιδίως αυτή που προέρχεται από υπεράκτια αιολικά πάρκα (0,07 – 0,09 ευρώ/KWh). Η τιμή επιδότησης (feed-in tariff) για την φωτοβολταϊκή κλιμακωτά είναι 8 φορές μεγαλύτερη αυτής για την αιολική και σχεδόν πενταπλάσια του μέσου κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην

Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και Βιοαέρια από Βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 2 MW	120	
Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και Βιοαέρια από Βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ > 2 MW	99,45	
Βιοαέριο που προέρχεται από Βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 3 MW	220	
Βιοαέριο που προέρχεται από Βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ > 3 MW	200	
Λοιπές ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	87,85	99,45
Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ)	$87,85 \times \Sigma P^{(*)}$	$99,45 \times \Sigma P^{(*)}$

(*) ΣΡ: Συντελεστής Ρήτρας Φυσικού Αερίου όπως ορίζεται στον Ν.3851

Εικόνα 33: Συνέχεια πίνακα τιμολόγησης (πηγή ΔΕΣΜΗΕ)

Ελλάδα. Παρομοίως, ιδιαιτέρως χαμηλές είναι και οι τιμές επιδότησης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα...

...Με βάση τα παραπάνω ερωτάται η Ευρωπαϊκή Επιτροπή:

1. τι στοιχεία διαθέτει για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα; Πώς αξιολογεί το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ που παρουσίασε η ελληνική κυβέρνηση;
2. Πώς αξιολογεί τις προαναφερθείσες τιμές επιδότησης της κλοβατώρας; Θεωρεί ότι ενισχύεται δυσανάλογα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά, έναντι της ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά ή βιοκαύσιμα, δεδομένου και του τεράστιου αιολικού δυναμικού που διαθέτει η Ελλάδα, αλλά και των πρακτικά ανεξάντλητων δυνατοτήτων για την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων;
3. Από την αρχή του έτους, το κόστος των τιμολογίων της ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε για τους Έλληνες πολίτες τουλάχιστον κατά 11%. Πώς αξιολογεί η Επιτροπή τον κίνδυνο μεγάλης αύξησης του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για τους Έλληνες πολίτες, κατά τα επόμενα χρόνια, μέσω του «Τέλους ΑΠΕ», δεδομένου ότι πρακτικά αυτοί επιδοτούν, μέσω του λογαριασμού του ηλεκτρικού ρεύματος, τις εγκαταστάσεις νέων φωτοβολταϊκών μονάδων; Η δυσαναλογία στην τιμή επιδότησης της ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά, σημαίνει ότι οι Έλληνες πολίτες θα επιδοτήσουν, σε μια εξαιρετικά δύσκολη οικονομική συγκυρία, την εγκατάσταση και παραγωγή ενέργειας από τη λιγότερο ώριμη τεχνολογικά λύση των φωτοβολταϊκών;
4. Πώς σχολιάζει τις πρόσφατες αυξήσεις στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που αυξάνουν τον πληθωρισμό και μειώνουν ακόμη περισσότερο την ανταγωνιστικότητα των ελληνικών προϊόντων και της ελληνικής οικονομίας εν γένει, ενώ με το παρόν μοντέλο παραγωγής ενέργειας εξακολουθεί να παραμένει κρίσιμο το ζήτημα της απασχόλησης;» (ΠΗΓΗ: Η οικεία ιστοσελίδα του ευρωβουλευτή)

4.2.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΒΑΘΜΟ ΟΧΛΗΣΗΣ

Σύμφωνα με το νόμο 1650/1986, ΦΕΚ.Α'160, αρθ.3, όπως αναθεωρήθηκε από τον Ν.3010/2002, ΦΕΚ.Α'91, αρθ.1, τα δημόσια και ιδιωτικά έργα και δραστηριότητες κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον :

Η πρώτη (Α) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες που λόγω της φύσης, του μεγέθους ή της έκτασής τους είναι πιθανό να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Διαιρείται στις υποκατηγορίες Α1 και Α2.

Η δεύτερη (Β) κατηγορία περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία, χωρίς να προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις, πρέπει να υποβάλλονται για την προστασία του περιβάλλοντος σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που προβλέπονται από κανονιστικές διατάξεις. Διαιρείται στις υποκατηγορίες Β3 και Β4.

Η Τρίτη (Γ) κατηγορία περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα έργα παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ που κατατάχθηκαν στις κατηγορίες Α1 ως Β4 με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 15393/2332/2002, ΦΕΚ.Β'1022, όπως τροποποιήθηκε από την ΚΥΑ.145799/2005, ΦΕΚ.Β'1002 σε σχέση με τα Φωτοβολταϊκά συστήματα και την ΚΥΑ.126880/2007, ΦΕΚ.Β'435 σε σχέση με τους υποσταθμούς και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας :

Πίνακας Κατάταξης Έργων ΑΠΕ σε Κατηγορίες

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ Ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΩΤΗ		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΕΥΤΕΡΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	A1	A2	B3	B4	
Ηλεκτροπαραγωγή από Αιολική και Ηλιακή Ενέργεια (ηλην Φωτοβολταϊκών)	$P_{\text{installed}} > 40 \text{ MW}$	5 MW - 40 MW	$P_{\text{installed}} < 5 \text{ MW}$		Οι μονάδες αναφέρονται σε εγκατεστημένη ισχύ. Η υποκατηγορία συνοδών έργων (π.χ. οδοποιία, γραμμές μεταφοράς ρεύματος) αν είναι ανώτερη, συμπαρασύρει την υποκατηγορία του κυρίως έργου.
Ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά συστήματα		$P_{\text{installed}} \geq 2 \text{ MW}$	α) 20 kW έως 2 MW εφόσον βρίσκεται εκτός περιοχών NATURA 2000, Εθνικών Δρυμών, παραδοσιακών οικισμών και περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. β) < 2 MW εφόσον βρίσκεται εντός περιοχών NATURA 2000, Εθνικών Δρυμών, κλπ. ως άνω.		

Εικόνα 34: Πίνακας κατάταξης έργων ΑΠΕ σε κατηγορίες

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ			
	ΥΨΗΛΗ	ΜΕΣΗ	ΧΑΜΗΛΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμική ενέργεια	-	> 5 MW	> 0,5 MW <= 5 MW	Αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς
Ηλεκτροπαραγωγή με χρήση βιομάζας ή αγροτικών παραπροϊόντων	-	> 5 MW	> 0,5 MW <= 5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιοαερίου	-	> 0,5 MW	<= 0,5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά συστήματα	-	-	> 0,5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες	-	> 700 kW	> 20 kW <= 700 kW	-//-
Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	-	-	-	-//-

Εικόνα 35: πίνακας κατάταξης έργων ΑΠΕ με βάση τον βαθμό όχλησης

5. ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETSCREEN INTERNATIONAL

Σε αυτό το κεφάλαιο η διπλωματική εργασία πραγματεύεται την εγκατάσταση αιολικού πάρκου ονομαστικής ισχύος 20 MW (και σε κάποιες περιπτώσεις ελάχιστα μεγαλύτερη λόγω χρήσης συγκεκριμένων μοντέλων ανεμογεννητριών).

Το RETSCREEN είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης τεχνοοικονομικής μελέτης ενέργειας. Αναπτύχθηκε από το εργαστήριο “Canada’s Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL). Αναπτύχθηκε στην λογική λειτουργίας του Microsoft Excell το οποίο και χρησιμοποιεί τόσο για την λειτουργία του όσο και για την αποθήκευση.

Γενικά πρέπει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα έχει πληθώρα δυνατοτήτων αλλά κρίνεται σκόπιμο να μην επεκταθεί η ανάλυση σε πολλούς τομείς, αλλά να επικεντρωθεί στο τομέα της αιολικής ενέργειας.

Τέλος σε ότι αφορά την γενική περιγραφή το πρόγραμμα έχει τριών (3) ειδών πεδία τιμών («κελιά», αντίστοιχα με excel). Τα «κελιά» χρωματισμένα με γκρι χρώμα, που οι τιμές σε αυτά ορίζονται από τον χρήστη αλλά δεν συμμετέχουν στους υπολογισμούς (είναι μόνο σχόλια), αυτά με το κίτρινο χρώμα που συμπληρώνονται από τον χρήστη και συμμετέχουν στους υπολογισμούς και τα λευκά κελιά που παρουσιάζουν τιμές ως «έξοδο» του προγράμματος και δεν μπορεί να παρέμβει ο χρήστης σε αυτά.

Συνολικά στην τεχνοοικονομική μελέτη εγκατάστασης του αιολικού πάρκου παρουσιάζονται τα εξής υπολογιστικά φύλλα:

- Εκκίνηση
- Ενεργειακό μοντέλο
- Ανάλυση κόστους

- Ανάλυση εκπομπών
- Οικονομική ανάλυση
- Ανάλυση ευαισθησίας

Παρακάτω αναπτύσσεται αναλυτικότερα το κάθε επιμέρους φύλλο εργασίας:

i. Φύλλο εκκίνησης

Το πρώτο υπολογιστικό φύλλο του RETSCREEN. Χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη, την «πληροφορία έργου» και τις «συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας». Στο πρώτο κομμάτι του πρώτου υπολογιστικού αυτού φύλλου το πρόγραμμα ζητάει να τοποθετηθούν κάποιο πληροφοριακό υλικό (σε γκρι χρώματος «κελιά»). Ζητείται:

- *Ονομασία έργου*
- *Τοποθεσία έργου*
- *Την επωνυμία της εταιρείας για την οποία συντάσσεται η εκάστοτε μελέτη*
- *Την επωνυμία του συντάκτη μηχανικού*

Αυτό συμβαίνει περισσότερο για να είναι κατοχυρωμένα τα δικαιώματα του μηχανικού που εκπόνησε την μελέτη.

Ακολουθούν τέσσερα (4) κίτρινα πεδία τα οποία απαιτούν από το χρήστη να τα συμπληρώσει προκειμένου να συνεχίσει το πρόγραμμα.

- Τύπος έργου, με πληθώρα επιλογών τα οποία καθορίζουν την φύση της μελέτης. Μερικές επιλογές από αυτές είναι τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, παραγωγή ηλεκτρισμού, παραγωγή θερμότητας, παραγωγή ψύξης ακόμα και συμπαραγωγή όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των παραπάνω.
- Τεχνολογία, το πεδίο αυτό εξαρτάται φυσικά από τη προηγούμενη επιλογή. Αν επιλεγθεί για παράδειγμα στο ανωτέρω πεδίο, παραγωγή θερμότητας τότε στις διαθέσιμες τεχνολογίες μπορεί να επιλεγθεί λέβητας, σύστημα βιομάζας κλπ. Ενώ αν επιλεγθεί παραγωγή ηλεκτρισμού τότε στις διαθέσιμες τεχνολογίες μπορεί να επιλεγθεί

οποιαδήποτε τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ατμοστρόβιλος κ.α. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι αν επιλεγεί παραγωγή ηλεκτρισμού αρχικά το πρόγραμμα εμφανίζει ένα 5^ο πεδίο ενδιάμεσα το οποίο ζητάει να αποφασίσουμε αν θα συνδεθεί η προς μελέτη εγκατάσταση στο κεντρικό δίκτυο ή αν θα είναι σε απομονωμένο δίκτυο κ.α.

- 3^ο πεδίο, αποτελεί ο επιδιωκόμενος τύπος ανάλυσης, το οποίο πεδίο διαθέτει δύο επιλογές, την μέθοδο 1 και την μέθοδο 2. Η πρώτη δίνει εντολή στο πρόγραμμα να συνεχίσει μόνο με τεχνική ανάλυση, ενώ η δεύτερη μέθοδος παρουσιάζει και οικονομική ανάλυση.
- Το τελευταίο πεδίο του πρώτου μέρους ζητά να αποφασίσει ο χρήστης μεταξύ ανώτερης και κατώτερης ισοδύναμης θερμογόνου δύναμης.

Αφού ο χρήστης περατώσει τις αρχικές επιλογές και επιλέξει να φανερωθούν δεδομένα το πρόγραμμα προσφέρει και επιπλέον δευτερεύουσες επιλογές όπως την γλώσσα στην οποία το πρόγραμμα θα χρησιμοποιείται, μονάδες S.I. ή όχι, και σε τι νόμισμα θα είναι η παρουσίαση των οικονομικών αποτελεσμάτων.

Στο δεύτερο σκέλος του πρώτου υπολογιστικού φύλλου δίνεται η δυνατότητα να επιλεγεί η τοποθεσία στην οποία αποφασίζει ο χρήστης να υλοποιήσει την μελέτη. Διατίθεται από το ίδιο το πρόγραμμα μια βάση δεδομένων σε συνεργασία με την National Aeronautics and Space Administration (NASA) που περιέχει μετεωρολογικά στοιχεία σχεδόν από όλες τις χώρες του πλανήτη και για πάρα πολλές περιοχές τους.

Ενδεικτική εικόνα του πρώτου φύλλου φαίνεται ακολούθως. Στην παρούσα μελέτη επιλέγεται η παραγωγή ηλεκτρισμού με χρήση ανεμογεννήτριας, συνδυαστικά με οικονομική ανάλυση σε ευρώ και μονάδες S.I.

Πληροφορία έργου [Δείτε βάση δεδομένων έργου](#)

Όνομασία έργου: ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ
 Τοποθεσία έργου: ΚΟΖΑΝΗ

Συντάχθηκε για:
 Συντάχθηκε από:
 Τύπος έργου: Παραγωγή ηλεκτρισμού

Τεχνολογία: Ανεμογεννήτρια
 Τύπος δικτύου: Κεντρικό δίκτυο

Τύπος ανάλυσης: Μέθοδος 2

Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς: Ανώτερη Θερμογόνος ικανότητα (ΑΘΙ)

Δείξε ρυθμίσεις:

Γλώσσα: Greek - Ελληνικά
 Εγγαφίδιο Χρήστη: English - Αγγλικά

Νόμισμα: Σύμβολο Ευρώ

Μονάδες: Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας [Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Κοζάνη

Δείξε δεδομένα:

Ετοιμο | Εκκίνηση | Ενεργειακό Μοντέλο | Ανάλυση Κόστους | Ανάλυση Εκπομπών | Οικονομική Ανάλυση | Ανάλυση Επικινδυνότητας | Εργαλεία

Εικόνα 36: υπολογιστικό φύλλο εκκίνησης προγράμματος RETSCREEN

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικό φύλλο επιλογής των μετεωρολογικών δεδομένων από τη NASA. Συγκεκριμένα επιλέγουμε την Ελλάδα ως χώρα και περιοχή την Κοζάνη. Πληροφορίες που αποκομίζει ο χρήστης για την εκάστοτε περιοχή είναι γεωγραφικό μήκος και πλάτος, ταχύτητα ανέμου ανά μήνα και μέση τιμή έτους, θερμοκρασία εδάφους, βαθμο-ημέρες θέρμανσης ανά μήνα και μέσες τιμές κ.α.

RETScreen

Κράτος - περιφέρεια: Ελλάδα

Επαρχία / Νομός: n/a

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Κοζάνη

Γεωγραφικό πλάτος: Κοζάνη

Γεωγραφικό μήκος: Lamia, Lankadás, Larissa (Hel-ABF), Limnos Island Arpt, Methoni, Milos, Mitilini

Υψόμετρο: °C, 28,5, NASA

Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού: °C, 22,0, NASA

Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους: °C, 22,0, NASA

	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιαν	1,3	77,5%	1,94	94,2	3,4	0,8	518	0
Φεβ	2,2	72,9%	2,68	94,1	3,5	2,3	442	0
Μαρ	5,5	67,3%	3,77	94,0	3,3	6,5	386	0
Απρ	10,5	59,2%	4,53	93,8	3,0	12,1	226	14
Μαί	16,3	51,2%	5,44	93,9	2,8	18,6	51	197
Ιουν	21,0	44,9%	6,64	93,9	2,7	23,9	0	330
Ιουλ	23,8	40,2%	6,62	93,9	2,8	27,0	0	428
Αυγ	23,6	41,5%	5,82	94,0	2,9	26,5	0	421
Σεπτ	19,1	48,6%	4,49	94,1	2,8	21,2	0	272
Οκτ	13,4	60,2%	3,07	94,4	3,0	14,3	144	104
Νοε	7,1	74,3%	1,99	94,2	3,3	7,0	327	0
Δεκ	2,3	78,9%	1,55	94,2	3,6	1,8	486	0
Ετήσιο	12,2	59,7%	4,05	94,1	3,1	13,6	2.581	1.765
Πηγή	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

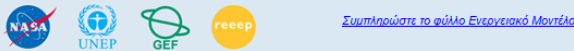
Μετρημένο σε: m, 10, 0

Εικόνα 37: Τοπολογική βάση δεδομένων προγράμματος RETSCREEN η οποία φέρει και το λογότυπο της NASA

Αφού αποδεχθεί ο χρήστης την γεωγραφική επιλογή υλοποίησης της μελέτης μπορεί να επιλεγεί στο κάτω μέρος της οθόνης να δειχθούν τα «δεδομένα». Με αυτόν τον τρόπο το πρόγραμμα τυπώνει τα δεδομένα της γεωγραφικής επιλογής που κάναμε σε φύλλο του Microsoft Excell. Έτσι τα δεδομένα είναι πλέον αξιοποιήσιμα για χρήση και υπολογισμούς. Ο αντίστοιχος πίνακας των δεδομένων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Θέση		κλιματολογικών δεδομένων		Τοποθεσία έργου	
Μονάδα					
Γεωγραφικό πλάτος	°B	40,3		40,3	
Γεωγραφικό μήκος	°A	21,8		21,8	
Υψόμετρο	m	908		908	
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-4,0			
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	28,5			
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	22,0			

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα		Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια		Ατμοσφαιρική πίεση kPa	Ταχύτητα ανέμου m/s	Θερμοκρασία εδάφους °C	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης °C-ημ	Βαθμο-ημέρες ψύξης °C-ημ
	°C	Σχετική υγρασία %	kWh/m ² /ημ	%					
Ιανουάριος	1,3	77,5%	1,94	94,2	94,2	3,4	0,8	518	0
Φεβρουάριος	2,2	72,9%	2,68	94,1	94,1	3,5	2,3	442	0
Μάρτιος	5,5	67,3%	3,77	94,0	94,0	3,3	6,5	386	0
Απρίλιος	10,5	59,2%	4,53	93,8	93,8	3,0	12,1	226	14
Μαΐος	16,3	51,2%	5,44	93,9	93,9	2,8	18,6	51	197
Ιούνιος	21,0	44,9%	6,64	93,9	93,9	2,7	23,9	0	330
Ιούλιος	23,8	40,2%	6,62	93,9	93,9	2,8	27,0	0	428
Αύγουστος	23,6	41,5%	5,82	94,0	94,0	2,9	26,5	0	421
Σεπτέμβριος	19,1	48,6%	4,49	94,1	94,1	2,8	21,2	0	272
Οκτώβριος	13,4	60,2%	3,07	94,4	94,4	3,0	14,3	144	104
Νοέμβριος	7,1	74,3%	1,99	94,2	94,2	3,3	7,0	327	0
Δεκέμβριος	2,3	78,9%	1,55	94,2	94,2	3,6	1,8	486	0
Ετήσιο	12,2	59,7%	4,05	94,1	94,1	3,1	13,5	2.581	1.765
Μετρημένο σε	m					10,0	0,0		



Εικόνα 38: Τοπολογικά δεδομένα της βάσης δεδομένων του υπολογιστικού προγράμματος όπως έχουν εισηχθεί πλέον προς χρήση κατόπιν επιλογής.

Κατόπιν επιλέγουμε να εμφανιστεί το ενεργειακό φύλλο υπολογισμών. Εδώ είναι πολύ σημαντικό να προσεχθεί η πρώτη παράμετρος του προγράμματος που πρέπει να επιλεγεί. Αναφέρεται ως μέθοδος 1,2 ή 3 και είναι στο μέσο της οθόνης.

Η πρώτη μέθοδος υπολογισμών είναι η απλούστερη δυνατή. Παρουσιάζει μόνο το μοντέλο της ανεμογεννήτριας και τα κύρια χαρακτηριστικά της (ονομασία μοντέλο και ισχύς). Ο χρήστης εισάγει μόνο το ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ ανηγμένο κόστος, τον συντελεστή ισχύος της ανεμογεννήτριας και την τιμή πώλησης (σε χρηματικές μονάδες ανά MWh). Κατόπιν δίδεται επιλογή για να συμπληρωθούν πεδία που έχουν να κάνουν με την ισοδύναμη μείωση εκπομπών ρύπων από συμβατικές τεχνολογίες και τα οφέλη που προκύπτουν από αυτές. Τέλος συνοπτικά μας παρουσιάζονται βασικά κόστη, συντελεστές φορολογίας οι οποίοι εισάγονται από τον χρήστη. Όλα αυτά καταλήγουν στην καμπύλη αθροιστικών χρηματοροών όπου και εκεί παρατηρούμε το νεκρό σημείο της επένδυσης (η χρονιά εκείνη που μαζί με όλα τα έξοδα, δηλαδή με βάση τα καθαρά κέρδη καλύπτεται η αρχική επένδυση).

Η 3^η μέθοδος υπολογισμών είναι και η αναλυτικότερη αφού υπολογίζει την παραγωγή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια ανά μήνα με βάση την μηνιαία μέση ταχύτητα του ανέμου.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η 2^η μέθοδος, η οποία κρίνεται και σκόπιμο να αναλυθεί διεξοδικότερα.

Αρχικά επιλέγεται από τον χρήστη αν οι υπολογισμοί θα γίνουν βάση ταχύτητας ανέμου ή πυκνότητας αιολικής ενέργειας (διαθέσιμη ισχύς αιολικού δυναμικού και πως αυτή συνδέεται με την ονομαστική ισχύ της ανεμογεννήτριας ώστε να παραχθεί ενέργεια, wind power density). Λόγω διευκόλυνσης υπολογισμών στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η μέση τιμή ταχύτητας ανέμου που δίδεται από την βάση δεδομένων του ίδιου του προγράμματος.

Συγκεκριμένα είναι 3,1 m/s μετρημένα στο έδαφος (για την ακρίβεια στα 10m). Ακολουθούν οι σχέσεις για την πυκνότητα αιολικού δυναμικού, την μέση ταχύτητα και την ενέργεια που παράγει για κάθε ταχύτητα η εκάστοτε ανεμογεννήτρια.

$$WPD = \sum_{x=0}^{x=25} 0.5 \times \rho \times \chi^3 \times p(\chi)$$

$$\bar{v} = \sum_{x=0}^{x=25} x \times p(x)$$

$$E_{\bar{v}} = \sum_{x=0}^{x=25} P_x \times p(x)$$

Όπου $p(x)$ η στατιστική κατανομή Weibull

P_x η ισχύς ανεμογεννήτριας για ταχύτητα χ

Ακολούθως εισάγουμε στο υπολογιστικό φύλλο την τιμή του εκθέτη παραμόρφωσης του ανέμου, ο οποίος αντιπροσωπεύει την τραχύτητα του εδάφους και πως αυτή επηρεάζει τον οριακό υπόστρωμα της ατμόσφαιρας έτσι ώστε να επιταχύνεται ο άνεμος όσο μεγαλώνει το υψόμετρο. Το

πρόγραμμα λοιπόν χρησιμοποιεί τον λογαριθμικό νόμο. Στην παρούσα μελέτη επιλέγεται για εκθέτης $\alpha=0,2$. Θερμοκρασία και πίεση ατμόσφαιρας δεν αλλάζουν και ιδιαίτερα σε χαμηλά ύψη οπότε διατηρούνται οι ίδιες τιμές. Ακολουθεί εικόνα ενεργειακού υπολογιστικού φύλλου.

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Εξοπλισμός ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τεχνολογία: Ανεμογεννήτρια

Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Τύπος ανάλυσης

Αξιολόγηση πηγών
 Μέθοδος (εκτίμηση) φυσικών πόρων

Ταχύτητα ανέμου

Κοζάνι

Ταχύτητα ανέμου - ετήσια	m/s	3,1	3,1
Μέτρηση σε	m	10,0	10,0
Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου		0,2	
Θερμοκρασία αέρα - ετήσια	°C	12,2	12,2
Ατμοσφαιρική πίεση - ετήσια	kPa	94,1	94,1

Ανεμογεννήτρια

Ισχύς ανά στρόβιλο	kW	2.000,0	
Κατασκευαστής		AAER	
Μοντέλο		A-2000 - 100	
Αριθμός στρόβιλων		10	
Ηλεκτρική ισχύς	kW	20.000,0	7,0 m/s
Ύψος πυλώνα	m	60,0	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	m	64	
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	m²	5.542	
Καμπύλες ενεργειακών δεδομένων		Τυποποιημένο	
Παράγων σχήματος		2,0	

Αιτία Χώστες

Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων

Εικόνα 39: Εκκίνηση ενεργειακού φύλλου

Αιτία Χώστες

Αιτία Χώστες	Ταχύτητα ανέμου m/s	Δεδομένα καμπύλης ισχύος kW	Καμπύλες ενεργειακών MWh
0	0,0	0,0	
1	0,0	0,0	
2	0,0	0,0	
3	0,0	0,0	444,6
4	43,0	43,0	1.359,0
5	145,0	145,0	2.774,7
6	292,0	292,0	4.453,7
7	438,0	438,0	6.123,9
8	584,0	584,0	7.589,2
9	730,0	730,0	8.737,9
10	876,0	876,0	9.532,6
11	1.022,0	1.022,0	9.993,5
12	1.168,0	1.168,0	10.172,7
13	1.314,0	1.314,0	10.132,8
14	1.460,0	1.460,0	9.933,7
15	1.606,0	1.606,0	9.626,0
16	1.752,0	1.752,0	
17	1.898,0	1.898,0	
18	2.044,0	2.044,0	
19	2.190,0	2.190,0	
20	2.336,0	2.336,0	
21			
22			
23			
24			
25 - 30			

Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων

Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων	Ανά στρόβιλο
Μη διορθωμένη ενεργειακή παραγωγή	MWh 6.169
Συντελεστής πίεσης	0,929
Συντελεστής θερμοκρασίας	1,010
Συνολική ενεργειακή παραγωγή	MWh 5,787
Συντελεστής απωλειών	0,90
Ειδική παραγωγή	kWh/m² 938

Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων

Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων	Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων	Αιτία Βάση Δεδομένων Προσόντων
Απώλειες διάταξης	%	1,0%
Απώλειες πτερυγίου	%	2,0%
Απώλειες διαθεσιμότητας	%	2,5%
Διαθεσιμότητα	%	95,0%
Περίληψη		
Συντελεστής ισχύος	%	29,7%

Εικόνα 40: Ενεργειακό φύλλο υπολογισμού με στοιχεία ανεμογεννήτριας αλλά και λοιπές τεχνικές παραμέτρους.

Μετά τα βασικά χαρακτηριστικά του ανέμου ο χρήστης καλείται να εισάγει από μια βάση δεδομένων το μοντέλο της ανεμογεννήτριας που θα χρησιμοποιηθεί

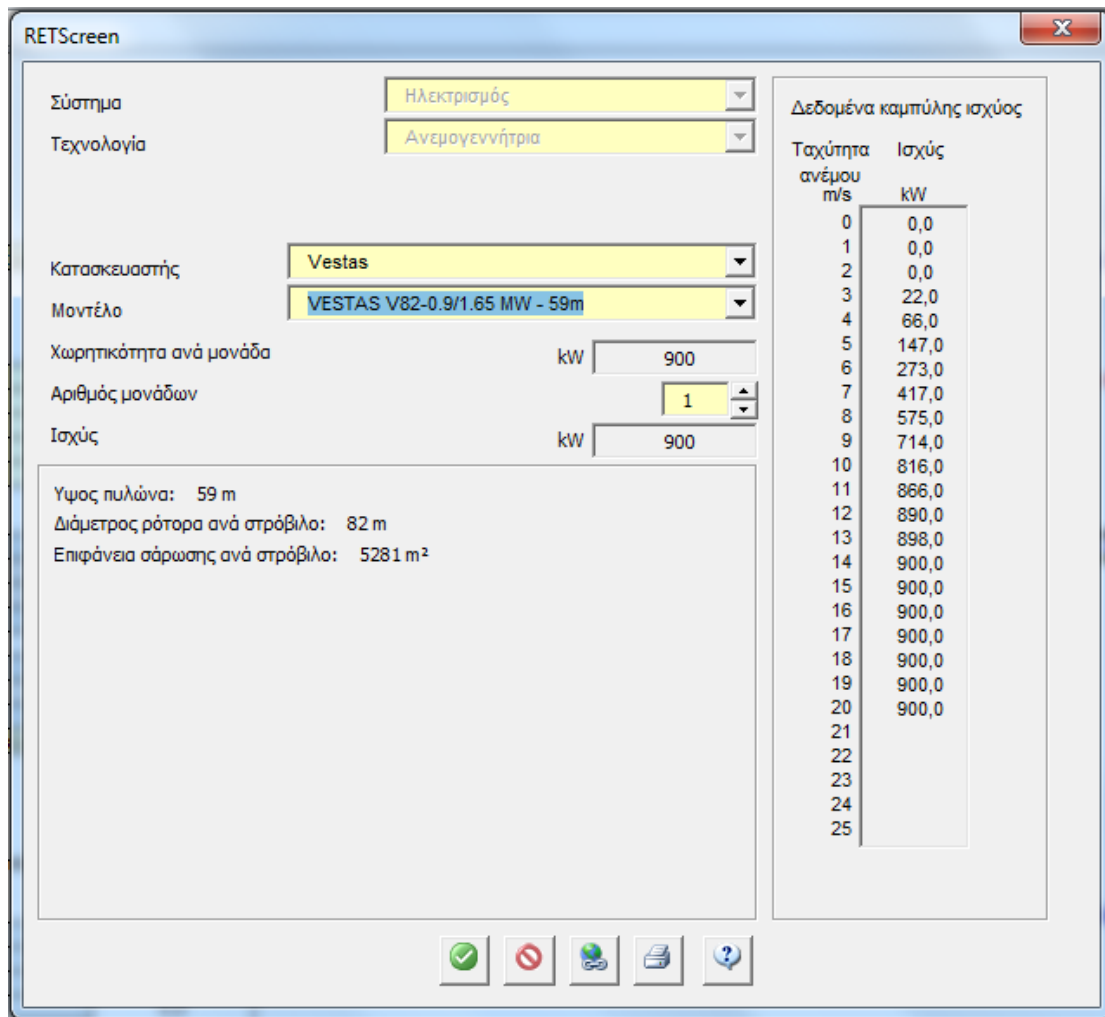
και ανάλογα με την δυναμικότητα της εγκατάστασης να αυξομειώσει το πλήθος των. Στην βάση δεδομένων αυτή όπως και προγενέστερα έχουν συλλεχθεί πολλά στοιχεία για κάθε μάρκα και μοντέλο ανεμογεννήτριας όπως διάμετρος ρότορα, ύψος πλύμνης, χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος και επιφάνεια σάρωσης πτερυγίων. Στην παρούσα προμελέτη εφικτότητας εγκατάστασης αιολικού πάρκου το πρόγραμμα εκτελείται 8 φορές για διαφορετικά σενάρια κάθε φορά. Σε κάθε σενάριο αλλάζει το μοντέλο της ανεμογεννήτριας που χρησιμοποιείται και έμμεσα με την αλλαγή αυτή προκύπτει αλλαγή στο ύψος που προσπίπτει ο εκμεταλλεύσιμος άνεμος (που ισούται με το ύψος άλλωστε της πλύμνης). Έτσι έμμεσα μεταβάλλοντας το μοντέλο κάθε φορά της ανεμογεννήτριας μεταβάλλουμε την μέση ταχύτητα ανέμου, αλλά και τον αριθμό των ανεμογεννητριών αφού αλλάζει η ονομαστική ισχύς της μίας ανεμογεννήτριας (σε κάθε περίπτωση η εγκατεστημένη ισχύς του αιολικού πάρκου πρέπει να είναι κατ ελάχιστον 20 MW). Πρέπει να σημειωθεί ότι στην παρούσα προμελέτη γίνεται η υπόθεση ότι η συστοιχία των ανεμογεννητριών τοποθετείται σε κορυφογραμμή ύψους 500 μέτρων κάτι που είναι πολύ ρεαλιστικό αν σκεφτεί κάποιος ότι η Κοζάνη χαρακτηρίζεται από έντονη ανομοιομορφία εδάφους. Άλλωστε η πρωτεύουσα του νομού είναι κτισμένη στα 750 με 800 μέτρα υψόμετρο. Ακολουθεί εικόνα από την βάση δεδομένων των μοντέλων των ανεμογεννητριών που διαθέτει η RETSCREEN INTERNATIONAL.

$$E_G = E_U \times c_H \times c_T$$

$$c_H = \frac{P}{P_0}$$

$$c_T = \frac{T_0}{T}$$

Όπου E_G ακαθάριστη ενέργεια, E_U ονομαστική αμείωτη ενέργεια που προκύπτει εύκολα με γραμμική παρεμβολή και c_H , c_T συντελεστές πίεσης και θερμοκρασίας αντίστοιχα για πρότυπες συνθήκες 288,1 K και 101,3 kPa.

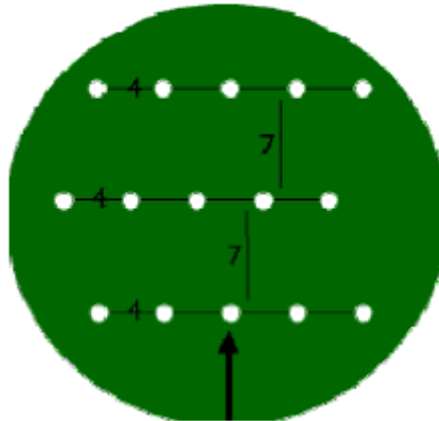


Εικόνα 41: Βάση δεδομένων ανεμογεννητριών σύμφωνα με την μάρκα το μοντέλο και την δυναμικότητα.

Στο τέλος αυτού του βήματος καλείται ο χρήστης να εισάγει πέντε (5) βασικές παραμέτρους. Αυτές είναι οι κάτωθι:

- Απώλειες διάταξης, οι οποίες έχουν να κάνουν με την τοποθέτηση της κάθε μίας ανεμογεννήτριας σε σχέση με τις άλλες και αν «σκιάζει» η μία την άλλη. Η έννοια της «σκιάς» έχει να κάνει με τον ομόρου της ανεμογεννήτριας, δηλαδή το χαμηλότερης ποιότητας και αξίας ρεύμα που αφήνει πίσω της αφού πρώτα το έχει εκμεταλλευτεί περιστρέφοντας το ρότορα, και αν αυτό το ρεύμα αέρα – όντας υποβαθμισμένο – αποτελεί είσοδο για κάποια άλλη ανεμογεννήτρια η οποία αναγκαστικά θα παράγει μειωμένη ενέργεια. Στην παρούσα μελέτη εφικτότητας εκλέγεται ως συντελεστής απωλειών διάταξης 1% αφού η συστοιχία είναι σε κορυφογραμμή δεν επηρεάζει η μία την

άλλη, αλλά και όταν αυξάνει κατά πολύ ο αριθμός τους ακολουθείται ο κανόνας των τριών (3) με τεσσάρων (4) διαμέτρων κατά πλάτος και περίπου εφτά (7) διαμέτρων διαμήκης απόσταση.



Εικόνα 42: Σχηματική αναπαράσταση διάταξης και τοποθέτησης ανεμογεννητριών (πηγή: σημειώσεις μαθήματος "Ενεργειακές τεχνολογίες, αειφορία και περιβάλλον τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης πανεπιστημίου Πειραιά")

- Απώλειες πτερυγίων, μέγεθος που έχει να κάνει με τον συντελεστή απόδοσης του συγκεκριμένου πτερυγίου (κανένα δεν είναι σχεδιασμένο να αποδίδει 100% παρόλα αυτά τα χρησιμοποιούμενα πτερύγια είναι βελτιστοποιημένα πλήρως και με την αρωγό σε αυτό της υπολογιστικής ρευστομηχανικής, Computational Fluid Dynamics). Εκλέγεται ως 1%.
- Λοιπές απώλειες, είναι οτιδήποτε άλλο έχει να κάνει με μείωση του εκμεταλλεύσιμου δυναμικού ή δυσλειτουργία της εγκατάστασης. Εκλέγεται 2%
- Διαθεσιμότητα, είναι οι ώρες της εν δυνάμει λειτουργίας της ανεμογεννήτριας προς το σύνολο των ωρών. Στην προκειμένη περίπτωση των ωρών ενός έτους (8760 ώρες). Στο συγκεκριμένο πεδίο επιλέγεται διαθεσιμότητα 95%, σχετικά υψηλή, και ο λόγος είναι ότι οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες τελευταίας γενιάς διαθέτουν συστήματα εκκίνησης και διατήρησης της κερτημένης ταχύτητας του ρότορα λόγω χρησιμοποίησης υψηλών προδιαγραφών συστημάτων αυτομάτου

ελέγχου. (πηγή CADET report “5 MW Offshore Wind Farm”, September 1999)

$$E_C = E_G \times c_L$$

$$c_L = (1 - \lambda_{array}) \times (1 - \lambda_{downtime}) \times (1 - \lambda_{misc}) \times (1 - \lambda_{soiling})$$

Όπου c_L συντελεστής απωλειών, λ_{array} απώλειες διάταξης, $\lambda_{downtime}$ απώλειες διαθεσιμότητας, $\lambda_{soiling}$ απώλειες πτερυγίων, λ_{misc} λοιπές απώλειες.

Στο τελευταίο πεδίο του ενεργειακού φύλλου εισάγεται η ανηγμένη ανά μονάδα ενέργειας τιμή στην οποία πωλείται το ρεύμα που παράγεται από την εγκατάσταση. Εκλέγεται η τιμή όπως παρουσιάστηκε από προηγούμενο κεφάλαιο και σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (87,85 ευρώ / MWh).

Στην συνέχεια ακολουθεί το φύλλο υπολογισμού κόστους, το οποίο καταχωρείται σε λογαριασμούς εφάπαξ αλλά και περιοδικών στοιχείων της επένδυσης. Με την συμπλήρωση όλων των λογιστικών εγγραφών ταυτόχρονα το φύλλο υπολογίζει και τη συμμετοχή της κάθε εγγραφής στο τελικό κόστος απόκτησης και έναρξης λειτουργίας της επιχείρησης. Ενδεικτικά παρατίθεται στην συνέχεια το χαρακτηριστικό φύλλο αυτό.

<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1 <input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος <input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα <input type="radio"/> Κατανομή κόστους	Σημειώσεις/Εύρος	Καμία
---	--	------------------	-------

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος	1	€ 120.000	€ 120.000	
Υπο-σύνολο:				€ 120.000	0,3%
Ανάπτυξη					
Ανάπτυξη	κόστος	1	€ 600.000	€ 600.000	
Υπο-σύνολο:				€ 600.000	1,5%
Μηχανολογικά					
Μηχανολογικά	κόστος	1	€ 50.000	€ 50.000	
Υπο-σύνολο:				€ 50.000	0,1%
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας					
Ανεμογεννήτρια	kW	20.000,00	€ 1.795	€ 35.900.000	
Έργα οδοποιίας	km	20	€ 15.000	€ 300.000	
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	20	€ 15.000	€ 300.000	
Υποσταθμός	έργο	1	€ 400.000	€ 400.000	
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			€ -	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	
Υπο-σύνολο:				€ 36.900.000	91,4%
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ανταλλακτικά	%	2,0%	€ 35.900.000	€ 718.000	
Μεταφορά	έργο	0	€ -	€ -	
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα	15	€ 3.000	€ 45.000	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	
Απρόβλεπτα	%	5,0%	€ 38.433.000	€ 1.921.650	
Τόκος κατά την κατασκευή				€ 40.354.650	
Υπο-σύνολο:				€ 2.684.650	6,7%
Συνολικά αρχικά κόστη				€ 40.354.650	100,0%

Εικόνα 43: Υπολογιστικό φύλλο κοστολόγησης αρχικού - αφάπαξ συνολικού κόστους

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Τμήματα & Εργασία	έργο	3	€ 15.000	€ 45.000
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€ 20.000	€ 20.000
Απρόβλεπτα	%		€ 65.000	€ -
Υπο-σύνολο:				€ 65.000
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)				
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€ -

Μεταφορά στο φύλλο Ανάλυσης εκπομπών

Εικόνα 44: Υπολογιστικό φύλλο κοστολόγησης περιοδικών σε ετήσια βάση κατηγοριών κόστους

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έγινε λόγος για την θετική συνεισφορά στο περιβάλλον που έχει η λειτουργία και παραγωγή ενέργειας από φιλικές προς αυτό τεχνολογίες. Στην παρούσα μελέτη εφικτότητας μέσω του προγράμματος RETSCREEN δίνεται η δυνατότητα να αναχθεί η ενέργεια που παράγεται από φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες σε ενέργεια από συμβατικές πηγές ενέργειας και κατόπιν σε εκπεμπόμενους τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Για παράδειγμα στην Ελλάδα η οποία είναι λιγνιτοεξαρτώμενη θα ήτο φρόνιμο να επιλεγεί η αντίστοιχη περιγραφή, προκειμένου να γίνουν οι μετατροπές. Κατόπιν το αποτέλεσμα αντιστοιχίζεται είτε σε κάποιο ισοδύναμο ποσό αυτοκινητών που δεν θα κυκλοφορεί είτε σε τόνους ανακυκλωμένων απορριμμάτων κ.α.

Ακολουθούν τα αντίστοιχα φύλλα υπολογισμού του προγράμματος αλλά και η παράθεση ορισμένων χρήσιμων στατιστικών στοιχείων προκειμένου να επιβεβαιωθούν οι ανωτέρω προτάσεις.

ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΑΠΟ ΕΝΑ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 1 kW_p

ΠΕΡΙΟΧΗ	*CO ₂ (th)	*SO ₂ (kg)	*CO (kg)	*NO _x (kg)	*HC (kg)	*ΣΩΜΑ- ΤΙΔΙΑ (kg)
ΣΤΑΘΜΟΙ						
Περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες ή πρόκειται να διασυνδεθούν με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο μέχρι το 2006	2,55	46,5	0,54	3,6	0,15	2,4
Νησιά που δεν πρόκειται να διασυνδεθούν με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο μέχρι το 2006	3,18	58,2	0,54	4,5	0,15	3

(Πηγή: BONAIR, 2010)

*Για ετήσια παραγωγή 3.000 KWh

Εικόνα 45: Ενδεικτικός πίνακας μείωσης ρύπων σε ετήσια βάση από αιολικό πάρκο

ΠΕΡΙΟΧΗ	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	ΣΩΜΑ- ΤΙΔΙΑ
ΣΤΑΘΜΟΙ						
Περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες ή πρόκειται να διασυνδεθούν με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο μέχρι το 2006	850	15,5	0,18	1,2	0,05	0,8
Νησιά που δεν πρόκειται να διασυνδεθούν με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο μέχρι το 2006	1.062,5	19,4	0,18	1,5	0,05	1,0
ΑΓΟΡΑΖΟΥΜΕΝΗ- ΠΩΛΟΥΜΕΝΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	346,6	1,55	0,06	0,567	0,02	0,2

(Πηγή: ΥΠΑΝ, 2004)

Εικόνα 46: Ετήσιες εκπομπές αερίων ρύπων στον Ελλαδικό χώρο.

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ (εξαιρούνται Μ&Δ) tCO ₂ /MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO ₂ /MWh
Καναδάς	Ανθρακας	0,867		0,867

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO ₂ /MWh	Εκπομπές ΑΤΟ tCO ₂
Ηλεκτρική ενέργεια	100,0%	52.000	0,867	45.084,3
Σύνολο	100,0%	52.000	0,867	45.084,3

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO ₂ /MWh	Εκπομπές ΑΤΟ tCO ₂
Αιολικό	100,0%	52.000	0,000	0,0
Σύνολο	100,0%	52.000	0,000	0,0
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	52.000	Απώλειες Μ&Δ	0
				0,867
			Σύνολο	0,0

Εικόνα 47: Υπολογιστικό φύλλο μείωσης ρύπων από ΑΠΕ και τυχόν εξοικονόμησης χρημάτων από επιδοτήσεις

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO ₂ /MWh	Εκπομπές ΑΤΟ tCO ₂
Αιολικό	100,0%	52.000	0,000	0,0
Σύνολο	100,0%	52.000	0,000	0,0
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	52.000	Απώλειες Μ&Δ	0
				0,867
			Σύνολο	0,0

Εργο ηλεκτροπαραγωγής	Εκπομπές ΑΤΟ βασικής περίπτωσης tCO ₂	Εκπομπές ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης tCO ₂	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO ₂	Τέλη συνναλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΟ %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO ₂
Εργο ηλεκτροπαραγωγής	45.084,3	0,0	45.084,3		45.084,3
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ	45.084	tCO ₂	ισοδυναμεί με	8.257	

Αυτοκίνητα και ελαφριά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται
 Απαιτούνται και ελαφριά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται
 Μη κατανάλωσαντα Άλλα βενζίνης
 Μη κατανάλωσαντα βαρέα οργαία πετρελαίου
 Άτομο που μειώνουν την χρήση ενέργειας κατά 20%
 Στέρεματα δασους που απορροφούν άνθρακα
 Έκτακτα δασους που απορροφούν άνθρακα
 Τόνοι ανακυκλωμένων απορριμμάτων

[Συμπληρώστε το φύλλο Οικονομική Ανάλυση](#)

Εικόνα 48: Σύνοψη υπολογιστικού φύλλου μείωσης εκπομπών ρύπων

Στο φύλλο υπολογισμού της οικονομικής ανάλυσης, το RETSCREEN ζητάει δεδομένα οικονομικών παραμέτρων προκειμένου να υπολογίσει βασικούς οικονομικούς δείκτες όπως η καθαρά παρούσα αξία (net present value)², τον

² Η παρούσα αξία μελλοντικών χρημάτων είναι η αναγωγή σε παρούσα αξία όλων των μελλοντικών εσόδων ή και εξόδων (cash flows) μιας επένδυσης. Η καθαρά παρούσα αξία αποτελείται από την

IRR δείκτη (internal rate of return) και τον δείκτη απόδοσης με βάση την αρχική επένδυση ROI (return of investment) αλλά και την απλή αποπληρωμή της επένδυσης POT (simple payback time ή pay out time). Πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης IRR προέρχεται από τον μηδενισμό της καθαρής παρούσας αξίας με δεδομένο τα έτη που διαρκεί η επένδυση (στην προκειμένη περίπτωση 25 χρόνια).

$$PV = \frac{S}{(1+i)^N}$$

Όπου S το χρηματικό ποσό που επενδύεται και N οι χρονικές περιόδους

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=N} \frac{M_t}{(1+i)^t} - I$$

Όπου M_t η ετήσια χρηματοροή, i (rate of return) ή απόδοση άλλων επενδύσεων του οργανισμού, I η συνολική αρχική επένδυση.

Στην παρούσα μελέτη για κάθε διαφορετικό σενάριο επένδυσης διατηρούνται σταθερά κάποια δεδομένα προκειμένου τα αποτελέσματα της μελέτης να είναι συγκρίσιμα.

Έτσι ως κυλιόμενο φόρο κόστους καυσίμου επιλέγεται 0%, πληθωρισμό 4%, επιτόκιο αναγωγής i 7,5% και διάρκεια ζωής έργου 25 έτη. Το έργο υλοποιείται χωρίς χρηματοδότηση, αλλά μόνο με ίδια κεφάλαια. Επίσης βάση των τελευταίων νομοθετικών διατάξεων και λόγω της «οικονομικής κρίσης» στην οποία έχει περιέλθει η χώρα χρησιμοποιείται για κάθε περίπτωση συντελεστής φορολογίας 28% ενώ ποσοστό φορολογικής απόσβεσης 2%. Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται γραμμικά με σταθερό ποσό – ποσοστό ετησίως. Όλα τα υπόλοιπα πεδία δεν χρησιμοποιούνται για απλούστευση της μελέτης.

Ακολουθούν πίνακες που φαίνεται η δόμηση του προγράμματος. Στο τέλος παρατηρείται και η αντίστοιχη καμπύλη αθροιστικών χρηματοροών και που

παρούσα αξία των χρηματοροών για την οικονομική ζωή της εγκατάστασης μείον την συνολική αρχική επένδυση.

συναντά το μηδέν στον άξονα του χρόνου, το οποίο είναι και το κρίσιμο σημείο της επένδυσης.

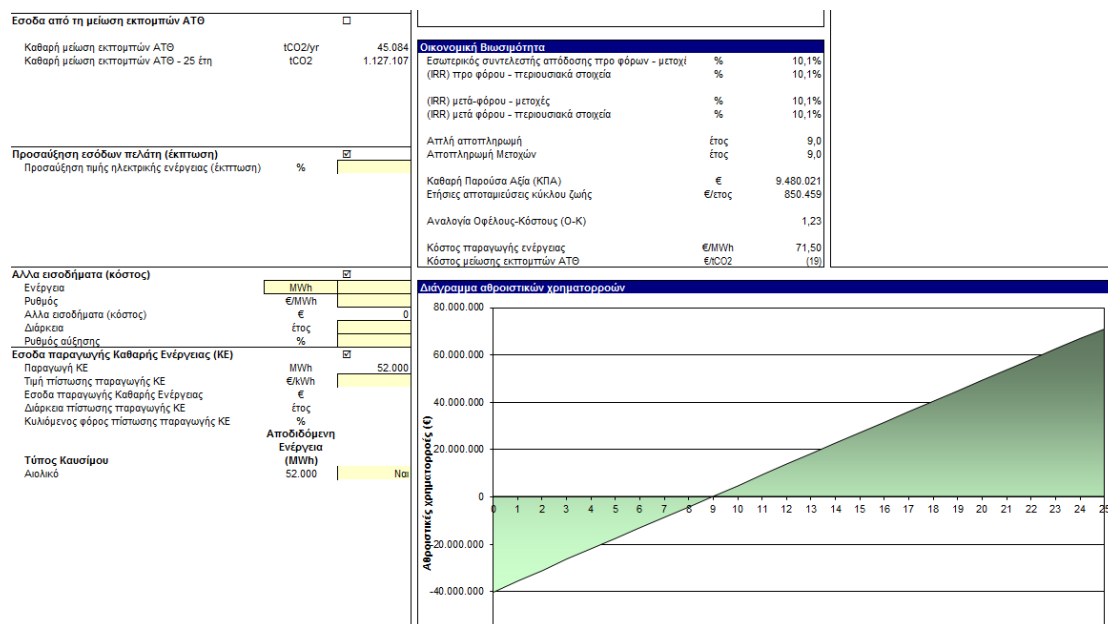
Οικονομική Ανάλυση RETScreen -Εργο ηλεκτροπαραγωγής

Οικονομικοί Παράμετροι		
Γενικά		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	0,0%
Τιμή πληθωρισμού	%	4,0%
Επτόκιο αναγωγής	%	7,5%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25
Χρηματοδότηση		
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	0
Τοκοχρεολύσιο	%	0,0%
Ανάλυση φόρου εισοδήματος <input checked="" type="checkbox"/>		
Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης	%	0,0%
Ζημιές εις μεταφορά;		Όχι
Μέθοδος απόσβεσης		Ευθεία γραμμή
Φορολογική βάση απόσβεσης	%	2,0%
Περίοδος απόσβεσης	έτος	25
Υφίσταται φορολογική ατέλεια;	ναί/όχι	Όχι
Ετήσια έσοδα		
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	52.000
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	4.568.228
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%	0,0%
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ <input type="checkbox"/>		
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tCO2/yr	45.084
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tCO2	1.127.107

Εικόνα 49: Τμήμα υπολογιστικού φύλλου, παρουσιάζονται τα ετήσια έσοδα και κάποιοι οικονομικοί παράμετροι

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων				Ετήσια χρηματοροή			
Αρχικά κόστη				Ετος #	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
Μελέτη σκοπιμότητας	0,3%	€	120.000		€	€	€
Ανάπτυξη	1,5%	€	600.000	0	-40.354.650	-40.354.650	-40.354.650
Μηχανολογικά	0,1%	€	50.000	1	4.500.628	4.500.628	-35.854.022
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	91,4%	€	36.900.000	2	4.497.924	4.497.924	-31.356.098
				3	4.495.112	4.495.112	-26.860.986
				4	4.492.187	4.492.187	-22.368.798
				5	4.489.146	4.489.146	-17.879.652
				6	4.485.982	4.485.982	-13.393.670
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	6,7%	€	2.684.650	7	4.482.693	4.482.693	-8.910.977
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	40.354.650	8	4.479.271	4.479.271	-4.431.706
				9	4.475.713	4.475.713	44.007
				10	4.472.012	4.472.012	4.516.019
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους				11	4.468.164	4.468.164	8.984.183
Λειτουργία & Συντήρηση		€	65.000	12	4.464.161	4.464.161	13.448.344
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	0	13	4.459.998	4.459.998	17.908.343
Συνολικά ετήσια κόστη		€	65.000	14	4.455.669	4.455.669	22.364.012
				15	4.451.167	4.451.167	26.815.179
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)				16	4.446.484	4.446.484	31.261.663
				17	4.441.615	4.441.615	35.703.278
				18	4.436.550	4.436.550	40.139.828
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα				19	4.431.283	4.431.283	44.571.111
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	0	20	4.425.805	4.425.805	48.996.916
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		€	4.568.228	21	4.420.108	4.420.108	53.417.025
				22	4.414.183	4.414.183	57.831.208
				23	4.408.022	4.408.022	62.239.230
				24	4.401.613	4.401.613	66.640.843
				25	4.394.949	4.394.949	71.035.792
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα		€	4.568.228				

Εικόνα 50: Σύνοψη κόστους και αθροιστικές χρηματοροές



Εικόνα 51: Τμήμα υπολογιστικού φύλλου οικονομικής ανάλυσης με την καμπύλη αθροιστικών χρηματοροών, λοιπά έσοδα της εταιρείας, έσοδα από μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Τελευταία, και αφού παρουσιαστεί στον χρήστη σχεδόν ολόκληρο το επενδυτικό μοντέλο, δίδεται η ευκαιρία για ανάλυση ευαισθησίας η οποία

βοηθά τον χρήστη να υπολογίσει την μεταβολή κάποιων οικονομικών αποτελεσμάτων της επιχείρησης μεταβάλλοντας όμως οικονομικούς και χρηματοοικονομικούς δείκτες. Αυτό το φύλλο εργασίας χωρίζεται σε δύο τομείς, την ανάλυση ευαισθησίας και την ανάλυση ρίσκου της επένδυσης. Ο υπολογισμός αυτού του φύλλου εργασίας είναι προαιρετικός και όχι αναγκαστικός, ούτε και επηρεάζει την οικονομικότητα της επένδυσης ούτε και εξαρτώνται τα δεδομένα που έχουν εισηχθεί πρότερα από αυτά της ανάλυσης ευαισθησίας.

Η ανάλυση ευαισθησίας βασίζεται στην προσομοίωση “Monte Carlo” στην οποία η είσοδος των δεδομένων – παραμέτρων βασίζεται σε «τυχαία» επιλογή μέσα σε ένα (1) προαποφασισμένο διάστημα για να προσομοιάσει πιθανά ενδεχόμενα.

Χρησιμοποιείται η Gaussian κατανομή, από την οποία εξάγονται 500 παράμετροι για κάθε μεταβλητή. Η γραμμική συνάρτηση που χρησιμοποιείται έχει την παρακάτω μορφή.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_9 X_9 + \varepsilon$$

Όπου β_n οι συντελεστές της συνάρτησης, ε το στατιστικό σφάλμα, X_n ανεξάρτητες μεταβλητές και Y η εξαρτημένη μεταβλητή.

X_1 be the avoided cost of energy;

X_2 be the RE delivered;

X_3 be the initial costs;

X_4 be the annual costs;

X_5 be the debt ratio;

X_6 be the debt interest rate;

X_7 be the debt term;

X_8 be the GHG emission reduction credit; and

X_9 be the RE production credit.

Εικόνα 52: Επεξήγηση ανεξάρτητων μεταβλητών γραμμικής συνάρτησης

Οι β_n συντελεστές κανονικοποιούνται χρησιμοποιώντας την παρακάτω φόρμουλα.

$$b_n = \frac{s_n}{s_Y} \times \beta_n$$

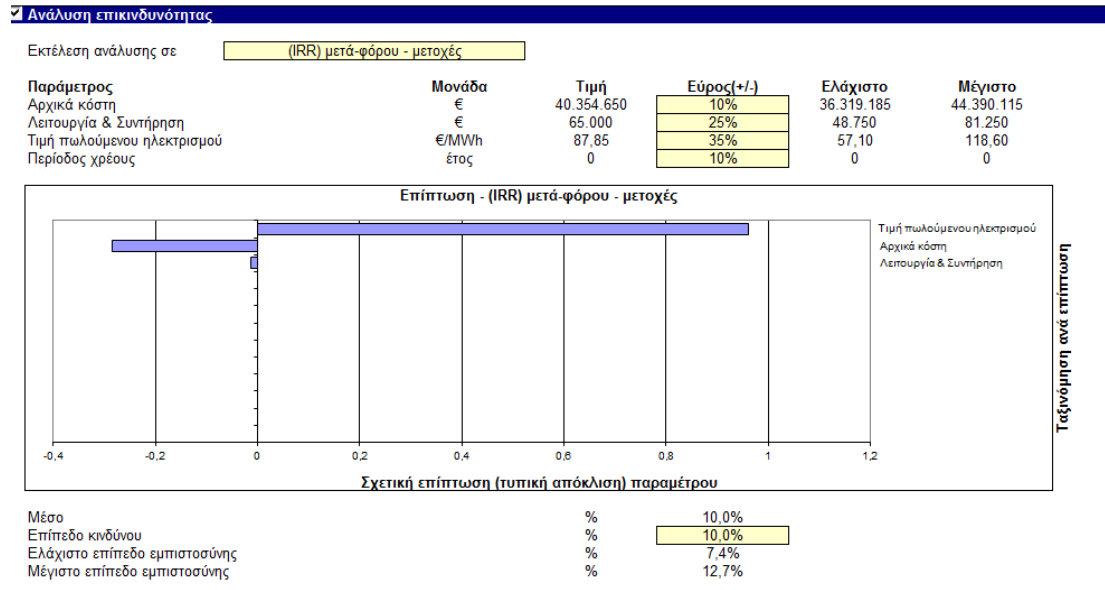
Όπου s_n η τυπική απόκλιση των 500 τιμών X_n και s_Y η τυπική απόκλιση των εξαρτημένων 500 τιμών που προκύπτουν Y_n .

Στην παρούσα μελέτη εξάγονται αποτελέσματα από αλλαγές που γίνονται σε τεχνικές παραμέτρους στο ενεργειακό φύλλο υπολογισμού. Αναφέρονται όμως για βιβλιογραφικούς λόγους και οι παραπάνω δυνατότητες. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά τα φύλλα υπολογισμού ανάλυσης ευαισθησίας και διακινδύνευσης επένδυσης προκειμένου ο αναγνώστης να έχει μια επισκοπική εικόνα για τις δυνατότητες του υπολογιστικού προγράμματος RETSCREEN.

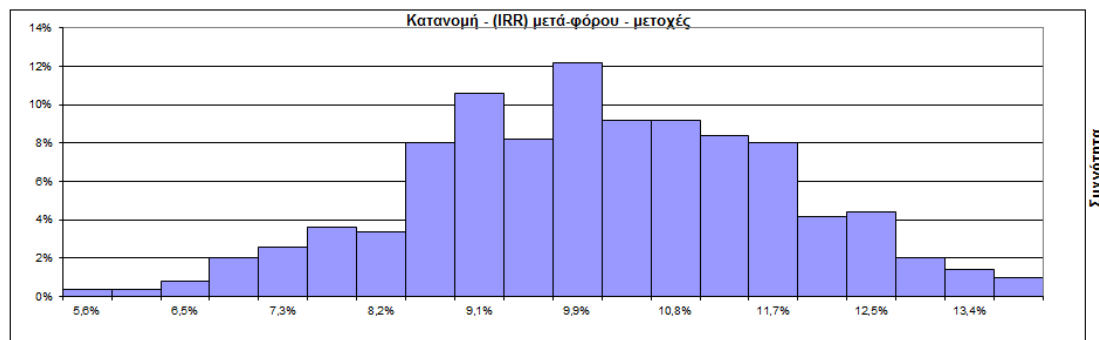
Ανάλυση Ευαισθησίας και Επικινδυνότητας RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

✓ Ανάλυση ευαισθησίας						
Εκτέλεση ανάλυσης σε		(IRR) μετά-φόρου - μετοχές				
Εύρος ευαισθησίας		10%				
Κατώφλι		10 %				
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		Αρχικά κόστη				€
€		36.319.185	38.336.918	40.354.650	42.372.383	44.390.115
		-10%	-5%	0%	5%	10%
0	-10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	-5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	0%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		Αρχικά κόστη				€
€		36.319.185	38.336.918	40.354.650	42.372.383	44.390.115
		-10%	-5%	0%	5%	10%
0	-10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	-5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	0%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0	10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
Επιτόκιο δανεισμού		Αρχικά κόστη				€
%		36.319.185	38.336.918	40.354.650	42.372.383	44.390.115
		-10%	-5%	0%	5%	10%
0,00%	-10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0,00%	-5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0,00%	0%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0,00%	5%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%
0,00%	10%	11,5%	10,8%	10,1%	9,5%	8,9%

Εικόνα 53: Λογιστικό φύλλο ανάλυσης ευαισθησίας



Εικόνα 54: Υπολογιστικό φύλλο ανάλυσης επικινδυνότητας (risk analysis)



Εικόνα 55: GAUSSIAN κατανομή IRR ή και οποιοδήποτε άλλου μεγέθους ο χρήστης του προγράμματος θα επέλεγε να πραγματοποιήσει την ανάλυση ευαισθησίας.

6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΚΟΖΑΝΗ

6.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Η επιλογή της πόλης της Κοζάνης δεν είναι τυχαία. Ο νομός Κοζάνης είναι η καρδιά της ηλεκτροπαραγωγής της χώρας αφού εκεί είναι εγκατεστημένη η συντριπτική πλειοψηφία των συμβατικών (λιγνιτικών) σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού. Αυτό προσφέρει μεγάλες δυνατότητες διασύνδεσης με το υπάρχον δίκτυο. Επικουρικά πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την γνώμη του συγγραφέα της παρούσας μελέτης, είναι επιτακτική η ανάγκη για στροφή προς φιλικότερες προς το περιβάλλον μεθόδους παραγωγής ενέργειας, με συγκεκριμένο βέβαια των στατιστικών δεικτών ανεργίας αλλά και υπαρχουσών θέσεων εργασίας που εξασφαλίζει η ΔΕΗ, ώστε να αυξηθεί και ενεργητικά πλέον το επίπεδο ζωής των κατοίκων της Κοζάνης (www.health-in.gr επαρχία με υψηλό δείκτη εμφάνισης καρκίνου)³.

Το υπό μελέτη αιολικό πάρκο επιλέγουμε να έχει κατ ελάχιστον δυναμικότητα 20 MW. Σε κάποιες περιπτώσεις ξεπερνιέται αυτή η εγκατεστημένη δυναμικότητα αφού χρησιμοποιούνται πολλοί και διαφορετικοί τύποι ανεμογεννητριών με διαφορετικές ονομαστικές ισχύς. Κάτι τέτοιο όμως δεν επηρεάζει την σύγκριση των αποτελεσμάτων αφού αυτή η υπέρβαση διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.

³ την 5ετία 1990 (από το μήνα Αύγουστο)-1995 στο Παθολογοανατομικό Εργαστήριο του νοσοκομείου Κοζάνης είχαν διαβιβασθεί από τα χειρουργεία (από ανθρώπους νεκρούς ή εν ζωή) αθροιστικά 8.358 όγκοι, εκ των οποίων οι 524 αποδείχθηκαν καρκινογόνοι.

Την επόμενη 5ετία (1995-2000) εστάλησαν 9.346 όγκοι, από τους οποίους καρκινογόνοι ήταν αυτό το διάστημα 837. Ακόμη, ενώ το 1998 εντοπίστηκαν 118 καρκινογόνοι όγκοι, το 1999 έφτασαν τους 180 και το 2000 τους 224. Κι όλα αυτά, τη στιγμή που το 1992 ήταν 91, το 1994 μόλις 78 και το 1995 ήταν 88.

Τα νούμερα είναι βέβαια ενδεικτικά, καθώς δεν υπολογίζονται οι περιπτώσεις λευχαιμίας (μορφή καρκίνου που συνδέεται σχεδόν ολοκληρωτικά με τη ραδιενέργεια), ούτε οι ασθενείς που δεν απευθύνθηκαν στο τοπικό νοσοκομείο, αλλά κατέληξαν απευθείας στο ειδικό για περιπτώσεις καρκίνου, Θεαγένειο Νοσοκομείο της Θεσσαλονίκης, κι αυτοί πρέπει να είναι πολλοί τον αριθμό.

Κάθε τύπος ανεμογεννήτριας που χρησιμοποιείται έχει τρία (3) πτερύγια, καθώς αποφεύγεται ο ζυγός αριθμός πτερυγίων για αποφυγή ταλαντώσεων. Βέβαια δεν χρησιμοποιείται και αριθμός πέντε (5) πτερυγίων και άνω γιατί τότε θα παρατηρούνταν μεγάλα φαινόμενα αντίστασης αλλά και διατμητικών τάσεων στις βάσεις του πυλώνα. Για να αποφευχθούν τέτοιου τύπου προβλήματα χρησιμοποιούνται ήδη βελτιστοποιημένα μοντέλα ανεμογεννητριών γνωστών εταιρειών. Τα μοντέλα ήδη είναι δοκιμασμένα ανά τον κόσμο σε μεγάλα και γνωστά αιολικά πάρκα.

6.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Με χρήση της βάσης δεδομένων του προγράμματος RETSCREEN αναφέρονται παρακάτω τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς και παρατίθεται συγκριτικό γράφημα των καμπυλών ισχύος για την κάθε μία ανεμογεννήτρια ξεχωριστά.

Κατασκευαστής	AAER (Pioneer)		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	A-2000 - 100		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	2000	kW	7,0 m/s
Αριθμός στρόβιλων	10		
Ηλεκτρική ισχύς	20000	kW	
Υψος πυλώνα	600	m	Πτερύγια
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	84	m	3
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	5542	m ²	Τύπος
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	52000	MWh	Ασύγχρονη
Κόστος κτήσης ανά kw	1795	ευρώ	

Εικόνα 56: πίνακας ανεμογεννήτριας AAER, μοντέλο A - 2000 - 100

Κατασκευαστής	AAER (Pioneer)		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	A-2000 - 80		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	2000	kW	
Αριθμός στροβίλων	10		
Ηλεκτρική ισχύς	20000	kW	7,0 m/s
Υψος πυλώνα	580	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	80	m	Πτερύγια
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	5026	m ²	3
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	47243	MWh	Τύπος
Κόστος κτήσης ανά kw	1725	ευρώ	Ασύγχρονη

Εικόνα 57: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας AAER, μοντέλο A-2000-80

Κατασκευαστής	Enercon		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	ENERCON - 126 - 135m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	7500	kW	
Αριθμός στροβίλων	3		
Ηλεκτρική ισχύς	22500	kW	7,0 m/s
Υψος πυλώνα	635	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	127	m	Πτερύγια
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	12667,69	m ²	3
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	44545	MWh	Τύπος
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	Ασύγχρονη

Εικόνα 58: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας ENERCON, μοντέλο 126

Κατασκευαστής	Enercon		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	ENERCON - 82 E2 2MW - 138m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	2000	kW	
Αριθμός στροβίλων	10		
Ηλεκτρική ισχύς	20000	kW	7,1 m/s
Υψος πυλώνα	638	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	82	m	Πτερύγια
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	5281,02	m ²	3
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	54911	MWh	Τύπος
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	Ασύγχρονη

Εικόνα 59: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας ENERCON, μοντέλο E2

Κατασκευαστής	Vestas		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	VESTAS V82-0.9/1.65 MW - 59m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	900	kw	
Αριθμός στρόβιλων	23		
Ηλεκτρική ισχύς	20700	kW	
Υψος πυλώνα	559	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	82	m	
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	5281,02	m ²	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	68350	MWh	
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	
			7,0 m/s
			Πτερύγια
			3
			Τύπος
			Ασύγχρονη

Εικόνα 60: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας VESTAS, μοντέλο V82, 0,9 MW

Κατασκευαστής	Vestas		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	VESTAS V90-2.0 MW - 105m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	2000	kW	
Αριθμός στρόβιλων	10		
Ηλεκτρική ισχύς	20000	kW	
Υψος πυλώνα	605	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	90	m	
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	6361,73	m ²	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	54509	MWh	
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	
			7 m/s
			Πτερύγια
			3
			Τύπος
			Ασύγχρονη

Εικόνα 61: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας VESTAS, μοντέλο V90, 2MW

Κατασκευαστής	Vestas		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	VESTAS V90-3.0 MW - 105m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	3000	kW	
Αριθμός στρόβιλων	7		
Ηλεκτρική ισχύς	21000	kW	
Υψος πυλώνα	605	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	90	m	
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	6361,73	m ²	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	45785	MWh	
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	
			7 m/s
			Πτερύγια
			3
			Τύπος
			Ασύγχρονη

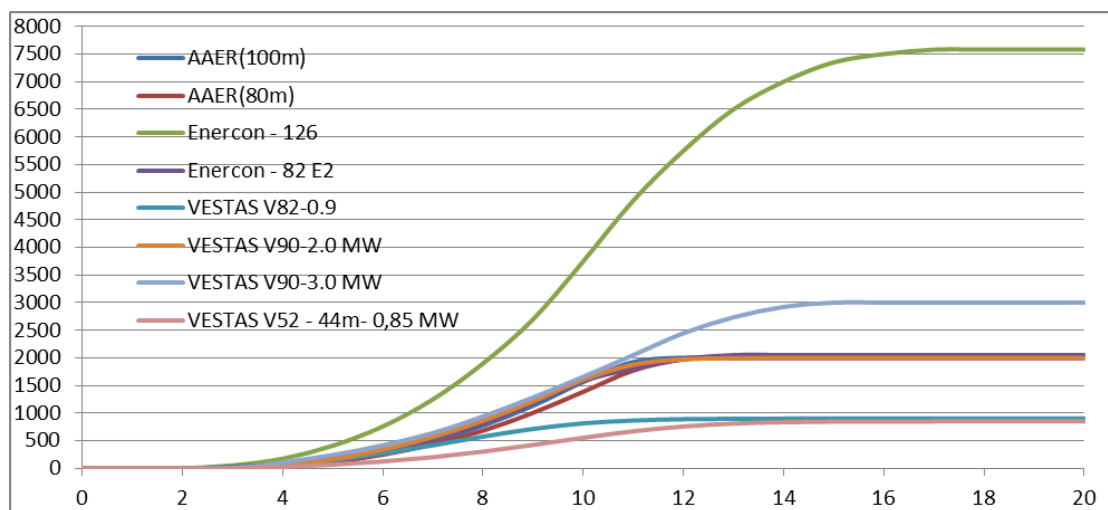
Εικόνα 62: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας VESTAS, μοντέλο V90, 3MW

Κατασκευαστής	Vestas		Ταχύτητα πρόσπτωσης ανέμου σε ύψος 500m + ύψος πυλώνα
Μοντέλο	VESTAS V52 - 44m		
Ηλεκτρική ισχύς ανεμογεννήτριας	850	kW	6,9 m/s
Αριθμός στρόβιλων	24		
Ηλεκτρική ισχύς	20400	kW	Πτερύγια
Υψος πυλώνα	544	m	
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	52	m	3
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	2123,72	m ²	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	46854	MWh	Τύπος
Κόστος κτήσης ανά kw	1600	ευρώ	

Εικόνα 63: πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας VESTAS, μοντέλο V52, 0,85MW

Ταχύτητα ανέμου (m/s)	Δεδομένα καμπύλης ισχύος (kW)							
	AAER(100m)	AAER(80m)	Enercon - 126	Enercon - 82 E2	VESTAS V82-0.9	VESTAS V90-2.0 MW	VESTAS V90-3.0 MW	VESTAS V52 - 44m- 0,85 MW
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	3	0	0	0	0
3	0	0	55	25	22	0	0	0
4	43	14	175	82	66	56	106	25,5
5	146	111	410	174	147	165	243	67,4
6	292	249	760	321	273	339	417	125
7	494	436	1250	532	417	570	640	203
8	774	683	1900	815	575	863	940	304
9	1136	1006	2700	1180	714	1215	1285	425
10	1567	1387	3750	1580	816	1606	1659	554
11	1926	1773	4850	1810	866	1878	2052	671
12	2001	1974	5750	1980	890	1974	2447	759
13	2001	2001	6500	2050	898	1995	2736	811
14	2001	2001	7000	2050	900	2000	2923	836
15	2001	2001	7350	2050	900	2000	3000	846
16	2001	2001	7500	2050	900	2000	3000	849
17	2001	2001	7580	2050	900	2000	3000	850
18	2001	2001	7580	2050	900	2000	3000	850
19	2001	2001	7580	2050	900	2000	3000	850
20	2001	2001	7580	2050	900	2000	3000	850

Εικόνα 64: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων ισχύος συναρτήσει ταχύτητας



Εικόνα 65: Γραφική αποτύπωση καμπύλων ισχύος συναρτήσει ταχυτήτων ανέμου για όλες τις ανεμογεννήτριες

Επίσης παρατίθεται πίνακας με όλα τα τεχνικά δεδομένα που εισάγονται στο υπολογιστικό ενεργειακό φύλλο και είναι κοινά για όλα τα σενάρια της προσομοίωσης.

υψος εγκατάστασης	500	m
Μέση ταχύτητα ανέμου	3,1	m/s
Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου	0,2	
Μέση θερμοκρασία αέρα (ετήσια)	12,2	C
Μέση ατμοσφαιρική πίεση (ετήσια)	94,1	kPa
Απώλειες διάταξης	1	%
Απώλειες πτερυγίου	2	
Λοιπές απώλειες	2,5	
Διαθεσιμότητα	95	
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	87,85	ευρώ

Εικόνα 66: τεχνικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης αιολικού πάρκου τα οποία μένουν σταθερά ανεξαρτήτως σεναρίου

6.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

6.3.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους, εγκατάστασης και λειτουργίας χρησιμοποιούνται δεδομένα ρεαλιστικά τα οποία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Αξίζει να σημειωθεί πως το κόστος κτήσης της κάθε ανεμογεννήτριας ανά μονάδα εγκατεστημένης κιλοβατώρας (συμπεριλαμβανομένου των μεταφορικών) αναφέρονται στο προηγούμενο υποκεφάλαιο στους πίνακες τεχνικών χαρακτηριστικών για την κάθε μία εταιρεία και μοντέλο ξεχωριστά. Τα δεδομένα αυτά πάρθηκαν από τους ιστότοπους κάθε εταιρείας ξεχωριστά. Επίσης για έργα οδοποιίας και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υποθέτουμε ένα μέσο κόστος ανά χιλιόμετρο 15000 ευρώ. Στον λογαριασμό της εκπαίδευσης υποθέτουμε ότι για την έναρξη και λειτουργία της εγκατάστασης χρειάζεται κάποιος τεχνικός απεσταλμένος της εταιρείας ο οποίος θα μείνει στην εγκατάσταση για 15 μέρες και θα κοστίζει στον επενδυτή 3000 ευρώ ημερησίως. Τα απρόβλεπτα κόστη υπολογίζονται ως ένα ποσοστό σταθερό και ίσο με 5% επί του κόστους συνολικού εφάπαξ κόστους. Η κατασκευή υποσταθμού εξοπλισμένου με όλο τον τεχνικό εξοπλισμό (control room, inverter, converter) υπολογίζεται ότι θα κοστίσει 400000 ευρώ. Για τα περιοδικά και πάγια κόστη γίνεται υπόθεση ότι θα εργάζονται 3 άτομα (δύο ηλεκτρολόγοι και ένας φύλακας) οι οποίοι θα έχουν μεικτές αμοιβές σε ετήσια βάση 15000 ευρώ έκαστος. Τα επιπλέον κόστη (20000 ευρώ ετησίως) αντιπροσωπεύουν κόστη για ύδρευση και συντήρηση των ανεμογεννητριών.

ΚΟΣΤΗ ΕΦΑΠΑΞ (ευρώ)	
Μελέτη σκοπιμότητας	120000
Ανάπτυξη	600000
Μηχανολογικά	50000
Έργα οδοποιίας (20km)	300000
Έργα μεταφοράς ηλεκτρισμού (km)	300000
Υποσταθμός	400000
Ανταλλακτικά (2%) επί του κόστους κτήσης ανεμογεννητριών	
Εκπαίδευση (15 μέρες)	45000
Απρόβλεπτα (5%) επί του κόστους κτήσης και εγκατάστασης	
ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΚΟΣΤΗ (ευρώ)	
Εργατικά (3)	45000
Επιπλέον κόστη	20000

Εικόνα 67: Πίνακας παρουσίας εκλογής διαφόρων παραμέτρων κόστους

6.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σε αυτή τη φάση της μελέτης εκλέγονται τα χρηματοοικονομικά στοιχεία και δείκτες τα οποία επηρεάζουν την οικονομικότητα της επένδυσης όπως αναφέρονται στο υπολογιστικό φύλλο του RETSCREEN. Ότι δεν αναφέρεται σημαίνει ότι για απλούστευση των υπολογισμών έχει παραβλεφθεί και έχει τεθεί ίσο με μηδέν. Ακολουθεί αντίστοιχος πίνακας.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	
Τιμή πληθωρισμού	4%
Επιτόκιο αναγωγής	7,50%
Διάρκεια ζωής έργου (έτη)	25
Συντελεστής φορολογίας	28%
Φορολογική βάση έκπτωσης απόσβεσης	5%

Εικόνα 68: Παράθεση οικονομικών δεικτών, διατηρούνται σταθεροί ως εισοδοί για κάθε σενάριο

Για το ποσοστό αποσβέσεων, το οποίο παράλληλα εκπίπτει και από την φορολογία έχει επιλεγεί το 5% (σύμφωνα και με το Π.Δ. 299/2003 περί αποσβέσεων). Με βάση όλα τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω προ φόρων και μετά φόρων αθροιστικές χρηματοροές.

Ετος	AAER(100m)			Ετος	AAER(80m)		
	Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)		Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)
0	-40354650	-40354650	-40354650	0	-40354650	-40354650	-40354650
1	4500628	3249492	-37105158	1	4082669	2948561	-37406089
2	4497924	3247545	-33857613	2	4079965	2946614	-34459475
3	4495112	3245520	-30612093	3	4077153	2944589	-31514886
4	4492187	3243414	-27368679	4	4074228	2942484	-28572402
5	4489146	3241224	-24127454	5	4071186	2940294	-25632109
6	4485982	3238947	-20888508	6	4068023	2938016	-22694093
7	4482693	3236578	-17651929	7	4064733	2935647	-19758445
8	4479271	3234115	-14417815	8	4061312	2933184	-16825262
9	4475713	3231553	-11186262	9	4057753	2930622	-13894640
10	4472012	3228888	-7957374	10	4054053	2927957	-10966682
11	4468164	3226117	-4731256	11	4050204	2925186	-8041496
12	4464161	3223235	-1508021	12	4046202	2922305	-5119191
13	4459998	3220238	1712217	13	4042039	2919307	-2199884
14	4455669	3217121	4929339	14	4037710	2916190	716307
15	4451167	3213880	8143218	15	4033207	2912949	3629256
16	4446484	3210508	11353727	16	4028525	2909577	6538833
17	4441615	3207002	14560729	17	4023655	2906071	9444904
18	4436550	3203356	17764084	18	4018591	2902425	12347329
19	4431283	3199563	20963647	19	4013324	2898632	15245961
20	4425805	3195619	24159267	20	4007846	2894688	18140649
21	4420108	3191517	27350784	21	4002149	2890587	21031236
22	4414183	3187252	30538036	22	3996224	2886321	23917557
23	4408022	3182815	33720851	23	3990062	2881884	26799441
24	4401613	3178201	36899052	24	3983654	2877270	29676711
25	4394949	3173403	40072454	25	3976989	2872472	32549183

Εικόνα 69: Πίνακας αθροιστικών χρηματοροών 2 ανεμογεννητριών.

		Enercon - 126					Enercon - 82 E2		
Ετος	Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)	Ετος	Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)		
0	-40459650	-40459650	-40459650	0	-36177750	-36177750	-36177750		
1	3845709	2777974	-37681676	1	4756314	3432650	-32745100		
2	3843005	2776027	-34905650	2	4753610	3430703	-29314398		
3	3840193	2774002	-32131648	3	4750798	3428678	-25885719		
4	3837268	2771896	-29359751	4	4747873	3426572	-22459147		
5	3834227	2769706	-26590045	5	4744831	3424382	-19034765		
6	3831063	2767429	-23822617	6	4741668	3422105	-15612660		
7	3827774	2765060	-21057557	7	4738378	3419736	-12192924		
8	3824352	2762597	-18294960	8	4734957	3417273	-8775651		
9	3820794	2760035	-15534925	9	4731398	3414711	-5360941		
10	3817093	2757370	-12777555	10	4727698	3412046	-1948894		
11	3813245	2754599	-10022956	11	4723849	3409275	1460381		
12	3809242	2751717	-7271239	12	4719847	3406393	4866774		
13	3805079	2748720	-4522519	13	4715684	3403396	8270170		
14	3800750	2745603	-1776915	14	4711355	3400279	11670450		
15	3796248	2742361	965446	15	4706852	3397038	15067487		
16	3791565	2738990	3704436	16	4702170	3393666	18461153		
17	3786696	2735484	6439920	17	4697300	3390160	21851313		
18	3781631	2731837	9171757	18	4692236	3386513	25237827		
19	3776364	2728045	11899802	19	4686969	3382721	28620548		
20	3770886	2724101	14623903	20	4681491	3378777	31999325		
21	3765189	2719999	17343903	21	4675794	3374675	35374000		
22	3759265	2715733	20059636	22	4669869	3370409	38744410		
23	3753103	2711297	22770933	23	4663707	3365973	42110383		
24	3746694	2706683	25477616	24	4657299	3361359	45471742		
25	3740030	2701884	28179500	25	4650634	3356561	48828302		

Εικόνα 70: Πίνακας αθροιστικών χρηματοροών 2 ανεμογεννητριών.

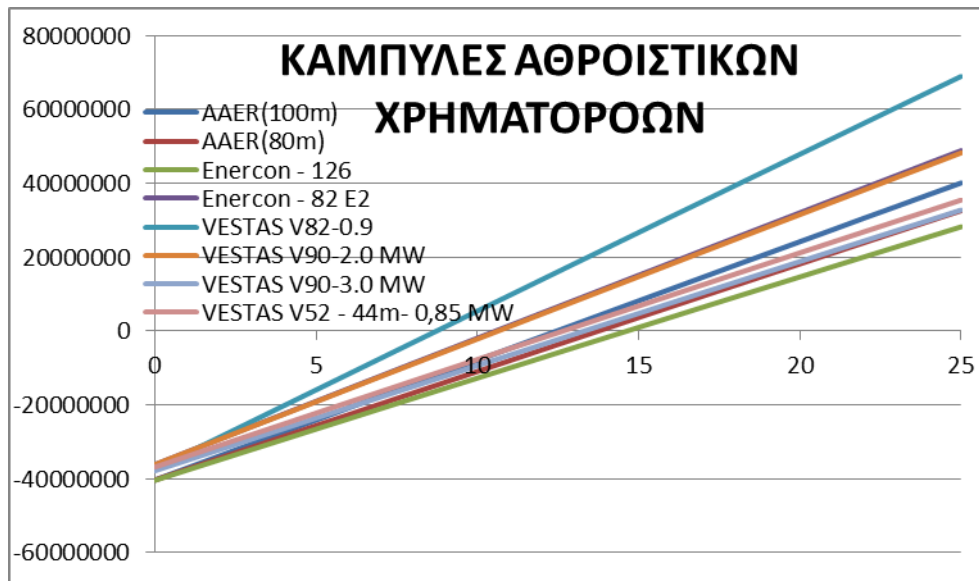
Ετος	VESTAS V82-0.9			Ετος	VESTAS V90-2.0 MW		
	Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)		Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)
0	-37353750	-37353750	-37353750	0	-36177750	-36177750	-36177750
1	5936951	4282972	-33070778	1	4721010	3407231	-32770519
2	5934247	4281025	-28789753	2	4718306	3405284	-29365235
3	5931435	4279000	-24510753	3	4715494	3403259	-25961976
4	5928510	4276895	-20233858	4	4712569	3401154	-22560822
5	5925469	4274705	-15959153	5	4709527	3398964	-19161859
6	5922305	4272427	-11686726	6	4706364	3396686	-15765173
7	5919015	4270058	-7416668	7	4703074	3394317	-12370855
8	5915594	4267595	-3149073	8	4699653	3391854	-8979001
9	5912036	4265033	1115960	9	4696095	3389292	-5589709
10	5908335	4262369	5378328	10	4692394	3386627	-2203082
11	5904486	4259598	9637926	11	4688545	3383856	1180775
12	5900484	4256716	13894641	12	4684543	3380975	4561749
13	5896321	4253719	18148360	13	4680380	3377977	7939727
14	5891992	4250601	22398961	14	4676051	3374860	11314587
15	5887490	4247360	26646321	15	4671549	3371619	14686206
16	5882807	4243988	30890310	16	4666866	3368247	18054453
17	5877937	4240482	35130792	17	4661996	3364741	21419194
18	5872873	4236836	39367628	18	4656932	3361095	24780289
19	5867606	4233043	43600671	19	4651665	3357302	28137592
20	5862128	4229099	47829770	20	4646187	3353358	31490950
21	5856431	4224998	52054768	21	4640490	3349257	34840206
22	5850506	4220732	56275500	22	4634565	3344991	38185197
23	5844344	4216295	60491795	23	4628403	3340554	41525751
24	5837936	4211681	64703476	24	4621995	3335940	44861692
25	5831272	4206883	68910359	25	4615331	3331142	48192834

Εικόνα 71: Πίνακας αθροιστικών χρηματοροών 2 ανεμογεννητριών.

Ετος	VESTAS V90-3.0 MW			Ετος	VESTAS V52 - 44m- 0,85 MW		
	Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)		Προ-φόρων (€)	Μετά-φόρων (€)	Αθροιστικά (€)
0	-37857750	-37857750	-37857750	0	-36849750	-36849750	-36849750
1	3954590	2855785	-35001965	1	4048536	2923200	-33926550
2	3951886	2853838	-32148127	2	4045832	2921254	-31005296
3	3949074	2851813	-29296314	3	4043020	2919229	-28086067
4	3946149	2849708	-26446606	4	4040095	2917123	-25168944
5	3943108	2847518	-23599089	5	4037054	2914933	-22254011
6	3939944	2845240	-20753849	6	4033890	2912655	-19341356
7	3936654	2842871	-17910977	7	4030601	2910287	-16431069
8	3933233	2840408	-15070569	8	4027179	2907823	-13523246
9	3929675	2837846	-12232724	9	4023621	2905261	-10617984
10	3925974	2835181	-9397542	10	4019920	2902597	-7715387
11	3922125	2832410	-6565132	11	4016072	2899826	-4815561
12	3918123	2829529	-3735603	12	4012069	2896944	-1918617
13	3913960	2826531	-909071	13	4007906	2893947	975330
14	3909631	2823414	1914343	14	4003577	2890830	3866159
15	3905129	2820173	4734516	15	3999075	2887588	6753748
16	3900446	2816801	7551317	16	3994392	2884217	9637965
17	3895576	2813295	10364612	17	3989523	2880711	12518675
18	3890512	2809649	13174261	18	3984458	2877064	15395739
19	3885245	2805856	15980117	19	3979191	2873272	18269011
20	3879767	2801912	18782030	20	3973713	2869328	21138339
21	3874070	2797811	21579840	21	3968016	2865226	24003565
22	3868145	2793545	24373385	22	3962091	2860960	26864525
23	3861983	2789108	27162493	23	3955930	2856524	29721049
24	3855575	2784494	29946988	24	3949521	2851910	32572959
25	3848911	2779696	32726683	25	3942857	2847111	35420070

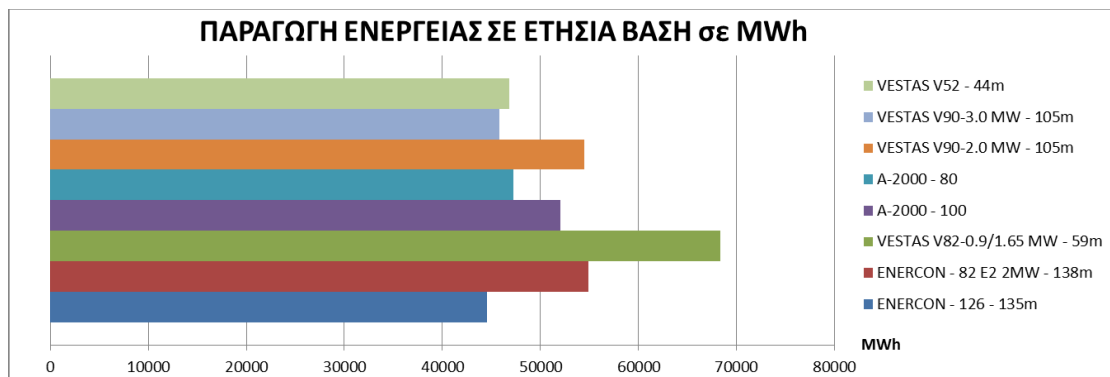
Εικόνα 72: Πίνακας αθροιστικών χρηματοροών 2 ανεμογεννητριών.

Προκειμένου τα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα παρατίθεται γράφημα με όλες τις καμπύλες αθροιστικών χρηματοροών μετά φόρων για κάθε επένδυση και τύπο ανεμογεννήτριας.



Εικόνα 73: Γράφημα καμπυλών αθροιστικών χρηματοροών για κάθε ανεμογεννήτρια και σενάριο εγκατάστασης

Επίσης για κάθε τύπο και σενάριο επένδυσης, μεταβάλλοντας το μοντέλο της ανεμογεννήτριας και κρατώντας πάντοτε σταθερή την δυναμικότητα της εγκατάστασης προκύπτουν σε γράφημα τα κάτωθι ποσά ενέργειας (σε MWh) που παράγει κάθε διαφορετική συστοιχία ανεμογεννητριών.



Εικόνα 74: Παραγωγή ενέργειας σε ετήσια βάση για κάθε τύπο ανεμογεννήτριας και σενάριο εγκατάστασης

Το πρόγραμμα RETSCREEN μέσω σχέσεων που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο εκπονεί και κάποιους δείκτες που αφορούν την οικονομική βιωσιμότητα της επιχείρησης και περιγράφουν λεπτομερέστερα

την θέση της επιχείρησης μετά από την υλοποίηση μιας τέτοιας εγκατάστασης.

	Δείκτες οικονομικής βιωσιμότητας							
	A-2000 - 100	A-2000 - 80	ENERCON 126 -	ENERCON 82 E2	VESTAS V82-	VESTAS V90-2.0	VESTAS V90-3.0	VESTAS V52 - 44m
IRR προ φόρου	10,1	8,8	8,1	12,4	15,4	12,3	9,2	9,9
IRR μετά φόρου	10,1	5,2	4,6	8,1	10,5	8	5,5	6,1
Αποπληρωμή απλή	9	9,9	10,5	7,6	6,3	7,7	9,6	9,1
Αποπληρωμή επένδυσης	9	13,8	14,6	10,6	8,7	10,7	13,3	12,7
ΚΠΑ	9480	-7727	-9733	1845	10148	1562	-6264	-4505
Αναλογία οφέλους - κόστος	1,23	0,81	0,76	1,05	1,27	1,04	0,83	0,88

Εικόνα 75: Δείκτες οικονομικής βιωσιμότητας εγκατάστασης (η καθαρή παρούσα αξία σε χιλιάδες ευρώ)

Κατόπιν σύγκρισης των αποτελεσμάτων, δηλαδή της καθαρής παρούσας αξίας (όπου είναι θετική και μεγαλύτερη) αλλά και των υπολοίπων δεικτών είναι φανερό ότι η πλέον συμφέρουσα επιλογή για εγκατάσταση και υλοποίηση μιας τέτοιας μεγάλης κλίμακας έργου είναι μέσω του μοντέλου της εταιρείας VESTAS V82 δυναμικότητας 900 kW εκάστη.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΘΕΣΕΙΣ

- ✚ Πρωτεύον στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση του λογισμικού RETSCREEN στην ακαδημαϊκή κοινότητα του πανεπιστημίου δυτικής Μακεδονίας το οποίο και ανέθρεψε πνευματικά τον συγγραφέα του πονήματος αυτού.
- ✚ Παράλληλα γίνεται επιλογή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου στην Κοζάνη προκειμένου να τονισθεί η ανάγκη για στροφή σε φιλικότερες προς το περιβάλλον τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας. Είναι ολοφάνερη άλλωστε τόσο η υποβάθμιση του περιβάλλοντος στον νομό, όσο και τα κρίσιμα προβλήματα που ανακύπτουν ολοένα εντονότερα σε παγκόσμια κλίμακα γύρω από το περιβάλλον. Καταδεικνύεται άλλωστε και από χρήσιμα στατιστικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, ότι παρόλη την τάση αντικατάστασης των συμβατικών μορφών ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές η ζήτηση σε ενέργεια παγκοσμίως βαίνει εκθετικά αυξανόμενη. Κάτι τέτοιο δεν πρέπει να εφησυχάσει την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αλλά να την επαγρυπνήσει ώστε οι ΑΠΕ να μην έχουν απλά το ρόλο του «συμπληρώματος» στο ενεργειακό χαρτοφυλάκιο κάθε χώρας αλλά να αποτελέσουν τον κύριο και βασικότερο πυλώνα ανάπτυξης.
- ✚ Ένα σημαντικός τομέας που θα πρέπει να επιστήσει κάποιος την προσοχή του είναι η δαιδαλώδης και συχνά αποτρεπτικές νομικές διατάξεις. Η γραφειοκρατία στον τομέα αδειοδότησης της εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας ταλανίζει την ελληνική κοινωνία. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι χρειάζονται 21 πιστοποιητικά για να προχωρήσει ένα τέτοιας κλίμακας έργο.

ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΑΔΕΙΑΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Δικαιολογητικά - 21 τον αριθμό ! - που απαιτούνται για την χορήγηση αδειας αιολικού πάρκου στην Ελλάδα:

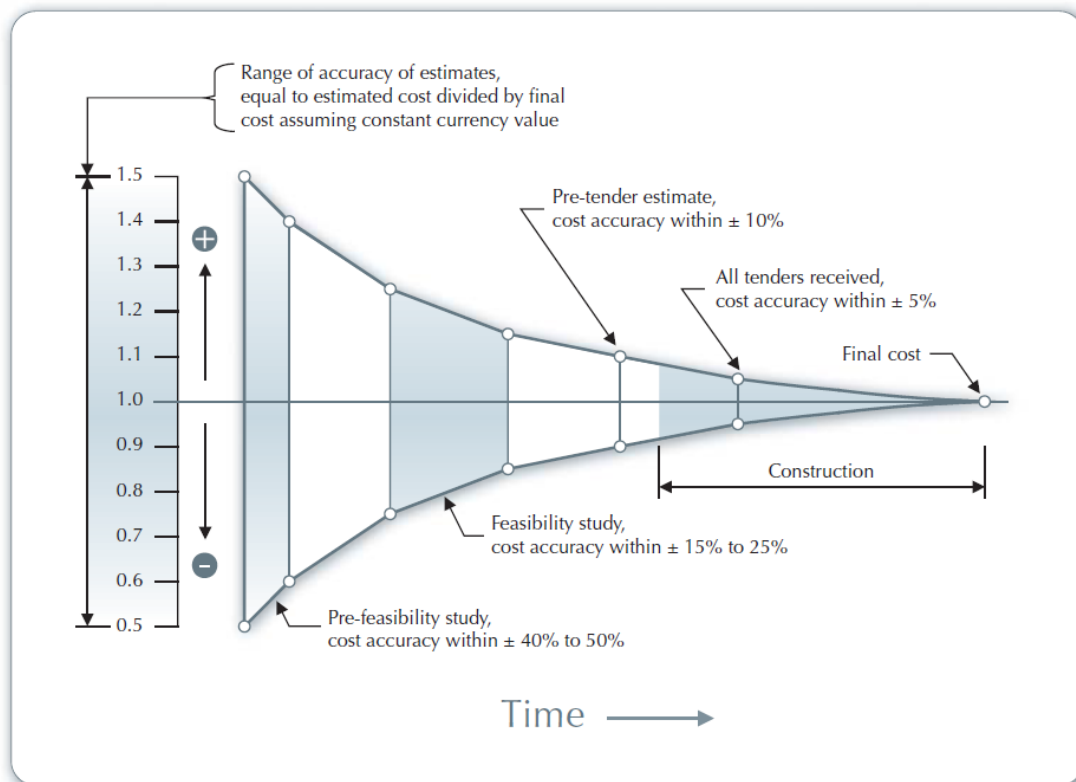
1. Γνωμοδότηση -Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
2. Έκδοση Αδειας Παραγωγής - Υπ.Ανάπτυξης
3. Διατύπωση όρων διασύνδεσης - ΔΕΗ
4. Βεβαίωση (κατόπιν αυτοψίας) ολοκλήρωσης έργου διασύνδεσης - ΔΕΗ
5. Σύμβαση διασύνδεσης και αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας - ΔΕΗ
6. Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση - Δ/νση Σχεδιασμού & Ανάπτυξης της Περιφέρειας
7. Γνωμοδότηση για αποστάξεις από όρια οικισμών - Πολεοδομία
8. Οικοδομική άδεια - Πολεοδομία
9. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Δασαρχείο περιοχής
10. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Δ/νση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας Περιφέρειας
11. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών αρχαιοτήτων
12. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Εφορεία Βυζαντινών και Νεώτερω Μνημείων
13. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
14. Πιστοποιητικό έγκρισης - από Γ' Κλάδο ΓΕΕΘΑ / Υπ. Εθν.Άμυνας
15. Πιστοποιητικό έγκρισης - από ΟΤΕ
16. Πιστοποιητικό έγκρισης - από ΕΟΤ
17. Πιστοποιητικό έγκρισης και μετρήσεων ισχύος - από ΚΑΠΕ
18. Έγκριση περιβαλλοντικών όρων - Δήμος Περιοχής ή Νομαρχία
19. Έγκριση επέμβασης ή παραχώρησης - Δ/νση Δασών Περιφέρειας - ΓΓ Περιφέρειας
20. Άδεια λειτουργίας από Δ/νση Βιομηχανίας και Συγκοινωνιών της Νομαρχίας - αυτοψία έργου
21. Γνωμοδότηση άδειας λειτουργίας - από Πυροσβεστική Υπηρεσία

Εικόνα 76: πιστοποιητικά έγκρισης για αδειοδότηση αιολικού πάρκου (πηγή: ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ)

✚ Στο κομμάτι της φορολογίας πρέπει να τονισθεί η αβεβαιότητα που υπάρχει στο περιβάλλον αποτρέποντας την πλήρη έκφραση του υγιούς

«επιχειρείν» του ατόμου. Μέχρι πρότινος έργα που σχετίζονταν με τις ΑΠΕ απολάμβαναν φορολογική ατέλεια. Δεν είναι πολύς καιρός που θεσπίστηκε φορολογία εκτάκτως λόγω συνθηκών που έχει περιέλθει η χώρα, της τάξης του 28%.

- ✚ Σε ότι αφορά το επίπεδο της τεχνοοικονομικής προμελέτης εφικτότητας που πραγματοποιήθηκε, πρέπει να γίνει γνωστό ότι οι αποκλίσεις βρίσκονται στο μεγαλύτερο δυνατό επίπεδο. Κάτι τέτοιο δεν είναι αποθαρρυντικό αλλά επιβεβαιώνει το αρχικό στάδιο στο οποίο βρίσκεται η μελέτη, και ενθαρρύνει μελλοντικά εγχειρήματα προκειμένου να βελτιστοποιηθούν τέτοιου είδους μελέτες έως και να τεθούν σε εφαρμογή. Με βάση λοιπόν το στάδιο της μελέτης πρέπει να αποδεχτούμε μια απόκλιση των αποτελεσμάτων έως και 30% από το πραγματικό ρεαλιστικό σενάριο. Όσο η τεχνοοικονομική μελέτη εφικτότητας «καλλιεργείται» και επεξεργάζεται, τόσο οι υποθέσεις παύουν να παραμένουν υποθέσεις και γίνονται βεβαιότητα.



Εικόνα 77: Ενδεικτική πορεία τεχνοοικονομικής μελέτης στην πάροδο του χρόνου

✚ Ένας άλλος στόχος του πονήματος αυτού είναι να ενθαρρύνει την ακαδημαϊκή κοινότητα του πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας να ασχοληθεί με την χρήση του προγράμματος RETSCREEN και σε άλλου τύπου μελέτες πλην της αιολικής ενέργειας. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα διαθέτει μεγάλες βάσεις δεδομένων και προβλήματα επιλυμένα ως πρότυπα. Επίσης διαθέτει και ενημερωμένο ιστότοπο στο διαδίκτυο οπότε ο οποιοσδήποτε μπορεί να αντλήσει πληροφορίες για την χρήση του. Τελικά κάτι τέτοιο θα προτυποποιούσε σε μεγάλο βαθμό τις οικονομοτεχνικές μελέτες και το όφελος σε υπολογιστικό χρόνο (κατ επέκταση και σε χρήμα) θα ήταν μεγάλο.

✚ Σε ότι αφορά τώρα τα αποτελέσματα του προγράμματος, η πλέον αποδοτικότερη λύση για την ίδια περιοχή εγκατάστασης (Κοζάνη) και ίδια δυναμικότητα έργου (περίπου 20 MW) είναι η χρησιμοποίηση του μοντέλου VESTAS V82. Η κάθε ανεμογεννήτρια τέτοιου τύπου είναι ονομαστικής ισχύος 900 KW, και για να καλυφθεί η απαιτούμενη ισχύς χρειάζονται 23

τέτοιες ανεμογεννήτριες. Δεν μπορεί να πει κανείς με ευκολία τι είναι βέλτιστο για το εγχείρημα της εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, μία συστοιχία ανεμογεννητριών μικρής ισχύος και πολλών τεμαχίων ή λίγες ανεμογεννήτριες με multi MW ισχύ; Το πρόγραμμα RETSCREEN δίνει την απάντηση, απορρίπτοντας και το σενάριο των εικοσιπτεσσάρων (24) VESTAS V52 αλλά και το σενάριο των τριών ENERCON ονομαστικής ισχύος 7,5 MW (καθ'εκάστη). Η απάντηση είναι κριμένη στην επιστήμη τόσο της μηχανικής των ρευστών όσο και της μηχανικής γενικότερα. Για βέλτιστη απόδοση σε περιβάλλοντα μέτριων πυκνοτήτων αιολικού δυναμικού όπως αυτό της Κοζάνης χρειαζόμαστε μία ανεμογεννήτρια με μεγάλη σχετικά επιφάνεια σάρωσης πτερυγίων (η ανεμογεννήτρια VESTAS V82 έχει διάμετρο ρότορα 82m). Αυτό όμως δεν είναι αρκετό. Είναι απαραίτητο η ανεμογεννήτρια που θα χρησιμοποιηθεί να μπορεί να λειτουργεί και σε χαμηλές ταχύτητες (ακόμα και των 3m/s), και μέσω του μεγάλου αριθμού που θα τοποθετηθούν (φυσικό επακόλουθο είναι να απαιτείται μεγαλύτερη έκταση εγκατάστασης) να παράγεται σημαντικά μεγαλύτερο ποσό ενέργειας σε ετήσια βάση. Στο παράρτημα της εργασίας παρατίθεται και το τεχνικό φυλλάδιο του μοντέλου το οποίο πάρθηκε από την εταιρεία παραγωγής χάριν της εργασίας. Στο ίδιο αυτό το φυλλάδιο αναφέρει ότι η ανεμογεννήτρια είναι κατάλληλη χαμηλές ταχύτητες ανέμου.

- ✚ Κατά την γνώμη του συγγραφέα πρέπει να σχολιασθεί η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα σε σχέση με άλλες ΑΠΕ. Για παράδειγμα οι τιμές πώλησης ανά MWh σε ότι αφορά τις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών πάνελ είναι πολλαπλάσιες αυτές των αιολικών. Κάτι τέτοιο συνιστά μεγάλη αδικία και οδηγεί σε μία χειραγώγηση λήψης αποφάσεων και αποθάρρυνσης των επενδύσεων. Δεν υπάρχει κανένας λόγος να προτιμάται η μία ή η άλλη μορφή ΑΠΕ από την στιγμή που στον ελλαδικό χώρο υπάρχει αφθονία ήλιου και ανέμου. Αυτό τελικά που εξισορροπεί την κατάσταση είναι ότι οι επενδύσεις με βάση τον άνεμο είναι πολύ μεγαλύτερης κλίμακας σε σχέση με εκείνες άλλων μορφών εκμετάλλευσης,

✚ Τέλος κρίνεται σκόπιμο, η διπλωματική να προσεγγίσει μια πιο κοινωνική διάσταση του θέματος παραγωγής ενέργειας. Με έρισμα τις κοινωνικές εξελίξεις της εποχής και το φαινόμενο της ανεργίας να διογκώνεται ραγδαία και να απειλεί τους πάντες πρέπει να σημειωθεί ότι η στροφή προς ΑΠΕ ενέχει εργασιακό κόστος. Φαίνεται ξεκάθαρο και από την παρούσα μελέτη αλλά και από άλλες ο αριθμός εργαζομένων σε ένα τέτοιας δυναμικότητας πάρκο να διατηρείται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, όταν σε συμβατικά (λιγνιτικού τύπου) εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αντιστοιχούν πολλοί περισσότεροι εργαζόμενοι. Με άλλα λόγια πρέπει να απαντηθεί και το δίλλημα περισσότερη υγεία ή περισσότερη ανεργία; Και εδώ η απάντηση δεν είναι προφανής. Όμως μπορεί να απαντηθεί αν σκεφτεί κανείς ότι η Ελλάδα μπορεί να έχει άπλετο ενεργειακό δυναμικό όμως τα μηχανήματα εκμετάλλευσης αυτού, δεν παράγονται εδώ αλλά εισάγονται. Κάτι τέτοιο έχει σαν αποτέλεσμα τη διαρροή κεφαλαίων στο εξωτερικό. Ίσως μια προσπάθεια για ανάπτυξη και στροφή στις ΑΠΕ περνάει κατά κύριο λόγο από την δημιουργία των παραγωγικών δυνάμεων εκείνων που θα ασχολούνται με την μεταποίηση πρώτων υλών και βιομηχανικών προϊόντων που έχουν να κάνουν με τέτοιου είδους μηχανήματα. Ίσως έτσι δημιουργηθούν αντισταθμιστικά πλέον και οι θέσεις εργασίας (και ειδικά σε καταρτισμένο προσωπικό) που θα κάνουν τέτοια εγχειρήματα ακόμα πιο δελεαστικά, ακόμα πιο απροβλημάτιστα και ευεργετικά για το σύνολο της κοινωνίας σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Βιβλιογραφία

- Ackermann, T. (2005). Wind Power in Power Systems.
- Aubault, A., Cermelli, C. and Roddier, D. (2009). WINDFLOAT: A Floating Foundation For Offshore Wind Turbines Part III: Structural Analysis. Proceedings of the ASME 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2009-79232, Honolulu, Hawaii, USA.
- Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N. and Bossanyi, E., (2001). WIND ENERGY HANDBOOK.
- Cermelli, C., Aubault, A., Dominique Roddier, D. and McCoy, T. (2010). Qualification of a Semi-Submersible Floating Foundation for Multi - Megawatt Wind Turbines.
- Esteban, MD., Diez JJ, López, JS and Negro, V. (2010). Why offshore wind energy?
- EWEA, 2011. EU Energy Policy to 2050: Achieving 80-95% emissions reductions.
- Report by the European Wind Energy Association. European Wind Energy Accusation
- Freris, L. and Infield, D (2008). Renewable Energy in Power Systems. Wiley, 302 pp. Giovanello, A. and Kaplan, C.S. (2008). Wind Energy Siting Handbook. American Wind Energy Association (AWEA)
- Hau, E. (2006). Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics” (2nd edition), Springer
- Henderson, A. R., Morgan, C. S., Smith, B., Sørensen, H. C., Barthelmie, R. J., and Boesmans, B., 2003. “Offshore Wind Energy in Europe — A Review of the State-of-the-Art,” Wind Energy, Vol. 6
- Jonkman, JM (2007). Dynamics Modeling and Loads Analysis of an Offshore Floating Wind Turbine, National Renewable Energy Laboratory, Technical Report NREL/TP-500-41958
- Lehmann, L. (2007). Wave Propagation in Infinite Domains With Applications to Structure Interaction. Springer.
- Musial, W. and Butterfield, S (2004). Future for Offshore Wind Energy in the United States, Energy Ocean Proceedings. National Renewable Energy Laboratory, NREL/CP-500-36313.
- Nelson V. (2009). Wind Energy: Renewable Energy and the Environment.
- Sathyajith, M. (2006). Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics.
- Καζαντζίδης Α., (2009). Σημειώσεις για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

- Κτενιαδάκης Μ., (1999). Εξοικονόμηση και Διαχείριση Ενέργειας. ΤΕΙ Ηρακλείου, Κρήτη.
- Κωλέτσης Ι., (2007). Το αιολικό δυναμικό σε περιοχές του Νομού Ιωαννίνων.
- Κωλέτσης Ι., (2007). Το αιολικό δυναμικό σε περιοχές του Νομού Ιωαννίνων.
- Μαμάσης Ν., (2010). Σημειώσεις Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία Αιολική ενέργεια. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μπινιόπουλος Ε. και Χαβιαρόπουλος Π. (2006). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα". Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
- ΥΠΕΚΑ, (2010). Προκαταρκτική Χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων: Ανταπόκριση του ΥΠΕΚΑ στις Προτάσεις της Άτυπης διαβούλευσης. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 23 Ιουλίου.
- Φλόκας Α., (1997). Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Β΄ Έκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Ανδρίτσος Ν., (2009). «Ενέργεια και Περιβάλλον Έμφαση στην Εξοικονόμηση και τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Διδακτικές Σημειώσεις», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Παν. Θεσσαλίας
- Δρ. Ε. Λυκούδη (2005) Σημειώσεις: «Η σύνθεση της ατμόσφαιρας», Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών ΕΜΠ
- Μπακούρος Ι. (2009), «Αξιοπιστία και συντήρηση τεχνολογικών συστημάτων», εκδ. «Σοφία»
- S. Chronopoulou, P. T. Nastos,& N. A. Kampanis , “Estimation of the wind potential in Greece”
- Ζερβός Α. (2008), «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» εκδόσεις ΕΜΠ
- Ζερβός Α. (2008), «Σημειώσεις Αιολικής Ενέργειας» εκδόσεις ΕΜΠ

Ιστοσελίδες

<http://www.retscreen.net/el/home.php>

<http://www.dei.gr/>

<http://www.enet.gr/>

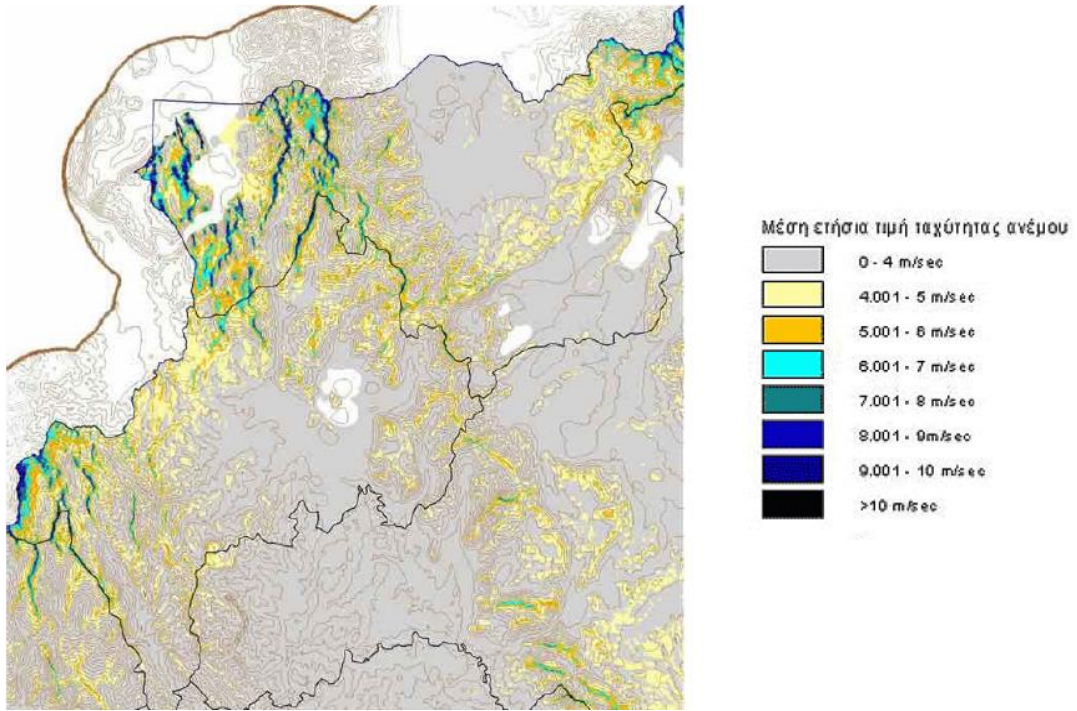
<http://www.rae.gr/>

<http://www.vestas.com/>

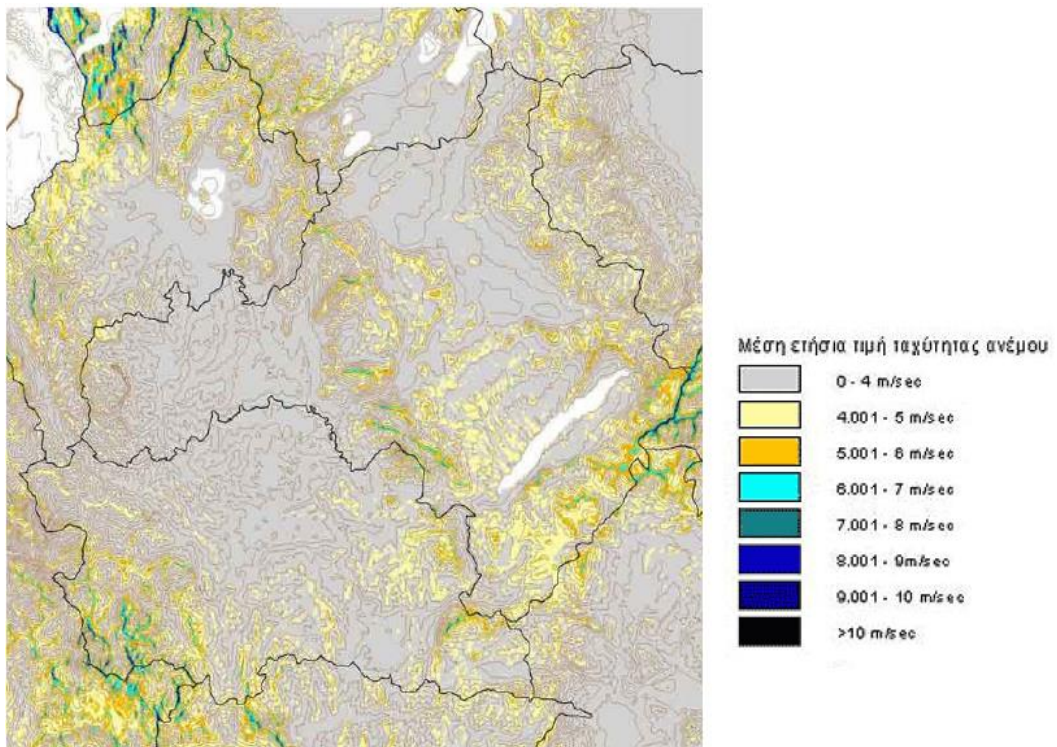
<http://www.ypan.gr/>

<http://www.physics4u.gr/energy/ape.html>
<http://www.ewea.org/>
<http://www.ypeka.gr/>
<http://www.cres.gr/>
<http://www.aquaret.com/>
<http://www.eletaen.gr/>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Wind farm](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_farm)
<http://www.windpower.org/>
<http://www.awea.org/>
<http://www.tovima.gr>
[http://www.ecofinder.gr/learn/Αιολική Ενέργεια](http://www.ecofinder.gr/learn/Αιολική_Ενέργεια)
<http://www.gwec.net/>
<http://www.desmie.gr/>
<http://www.admie.gr/>

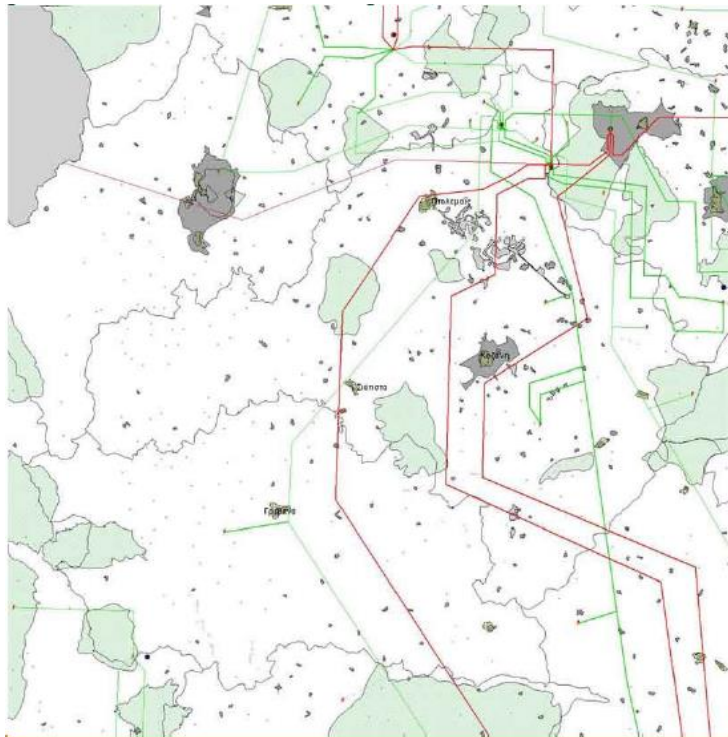
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 78: Χάρτης αιολικού δυναμικού νομού Φλώρινας και Κοζάνης



Εικόνα 79: Χάρτης αιολικού δυναμικού νομού Φλώρινας και Κοζάνης



Εικόνα 80: Τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό στο νομό Κοζάνης

ΠΙΝΑΚΑΣ (ΜΗΤΡΩΟ) ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΡΑΕ ΓΙΑ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΔΕΙΞΕΩΝ ΠΑΡΑΙΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)
(ν.3851/2010, άρθρο 2, παρ. 2)

ΜΟΝΑΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	Κωδ. Αιτήσεως προς ΡΑΕ	Αρ.Πρωτ. ΥΠΕΚΑ	Ημερομηνία ΑΠΥΠΕΚΑ	Αρ.Πρωτ. ΡΑΕ	Ημερομηνία ΑΠ ΡΑΕ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΙΣΧΥΣ (MW)	ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΦΟΡΕΑ	ΑΡ.ΑΠΟΦ.ΡΑΕ/ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΣΤΟ SITE ΡΑΕ	ΑΠΟΦΑΣΗ ΡΑΕ	ΝΟΜΟΣ / ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΔΗΜΟΣ/ΚΟΙΝ.	ΘΕΣΗ
20111220000	Γ-04227	28020	8/12/2011	0-49379	7/12/2011	ΜΕΓΑΛΑ ΥΨΗ	220	ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Β.Ε.Ε.	1454/2011	20/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1454/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αντλιοστασιαμετατικό (σποδηλεκτρικό) σταθμό παραγόμενης ισχύος 220 MW και κλιπότητας ύψιστης 231 MW, στη θέση «Πύργος» του Δήμου Αιφολόγας (Δημοτική Ενότητα Νάγνου) του Νομού Αιτωλοακαρνανίας, στην εταιρεία «ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.»	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ	ΠΥΡΓΟΣ
20111223034	Γ-01419	28756	15/12/2011	0-49495	14/12/2011	ΑΙΟΙΑ	9	ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΑΕ ΜΑΡΜΑΡΑ - ΓΡΑΝΙΤΕΣ	1523/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1523/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 9 MW στη θέση «Κορφοβούνι», των Δημοτικών Ενότητων Δωδώνης, Πολυκάστρου & Χέρσου, του Δήμου Κιλκίς, της Περιφερειακής Ενότητας Κιλκίς, στην εταιρεία με την επωνυμία «ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΑΕ ΜΑΡΜΑΡΑ - ΓΡΑΝΙΤΕΣ»	ΚΙΛΚΙΣ	ΚΙΛΚΙΣ	ΚΟΡΦΟΒΟΥΝΙ
20111223023	Γ-01448	28756	15/12/2011	0-49494	14/12/2011	ΑΙΟΙΑ	39	ΡΟΥΡΝΑΡΙ ΑΙΟΛΟΣ Α.Ε.	1522/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1522/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 39 MW στη θέση «Πουρναρί», της Δημοτικής Ενότητας Αλιάρτου, του Δήμου Αλιάρτου και της Δημοτικής Ενότητας Θίφης, του Δήμου Θιβαίων, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «ΡΟΥΡΝΑΡΙ ΑΙΟΛΟΣ Α.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΑΛΙΑΡΤΟΥ & ΘΗΒΑΙΩΝ	ΠΟΥΡΝΑΡΙ
20111223010	Γ-01462	28756	15/12/2011	0-49481	14/12/2011	ΑΙΟΙΑ	11,2	Α / Π ΨΗΛΩΜΑ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.	1508/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1508/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 11,2 MW στη θέση «Ψήλωμα», του Δήμου Θιβαίων, της Δημοτικής Ενότητας Θίφης, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «Α / Π ΨΗΛΩΜΑ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΘΗΒΑΙΩΝ	ΨΗΛΩΜΑ
20111223024	Γ-01471	28756	15/12/2011	0-49482	14/12/2011	ΑΙΟΙΑ	11,5	Α / Π ΣΤΑΥΡΟΣ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.	1509/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1509/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 11,5 MW στη θέση «Σταυρός», του Δήμου Θιβαίων, της Δημοτικής Ενότητας Θίφης, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «Α / Π ΣΤΑΥΡΟΣ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΘΗΒΑΙΩΝ	ΣΤΑΥΡΟΣ
20111223037	Γ-01561	28756	15/12/2011	0-49484	14/12/2011	ΑΙΟΙΑ	11,2	Α/Π ΚΑΣΤΕΛΙΑ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.	1511/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αρ. 1511/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 11,2 MW στη θέση «Καστέλια», της Δημοτικής Ενότητας Λεβαδέων, του Δήμου Λεβαδέων, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «Α/Π ΚΑΣΤΕΛΙΑ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕΩΝ	ΚΑΣΤΕΛΙΑ

20111223000	F-02095	28154	9/12/2011	0-49402	8/12/2011	0/Β	1,3824	LITHOS AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1479/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1479/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 1,3824 MW, στη θέση "Τρανό Θράγμα", του Δήμου Κοζάνης, της Δημοτικής Ενότητας Διμητρίου (Υψηλάντη, της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης, στην εταιρεία «LITHOS AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΤΡΑΝΟ ΘΡΑΓΜΑ
20111223008	F-02103	28154	9/12/2011	0-49407	8/12/2011	0/Β	2,16	FOLEA AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1483/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1483/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 2,16 MW, στη θέση Καλλιθέα, του Δήμου Τυρνάβου, της Δημοτικής Ενότητας Τυρνάβου, της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισης, στην εταιρεία «FOLEA AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ
20111223009	F-02104	28154	9/12/2011	0-49406	8/12/2011	0/Β	1,8432	FOLEA AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1482/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1482/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 1,8432 MW, στη θέση «Μικρή Μαγούλα», του Δήμου Τυρνάβου, της Δημοτικής Ενότητας Τυρνάβου, της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισης, στην εταιρεία «FOLEA AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΜΙΚΡΗ ΜΑΓΟΥΛΑ
20111223022	F-02105	28154	9/12/2011	0-49405	8/12/2011	0/Β	1,8432	LITHOS AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1481/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1481/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 1,8432 MW, στη θέση "Μαγούλα", του Δήμου Τυρνάβου, της Δημοτικής Ενότητας Τυρνάβου, της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισης, στην εταιρεία «LITHOS AIOLIOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΜΑΓΟΥΛΑ
20111223045	F-02711	28756	15/12/2011	0-49491	14/12/2011	0/Β	2,8	ERYTHREOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ	1519/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1519/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 2,8 MW στη θέση «Κούκος», της Δημοτικής Ενότητας Μικρακώμης, του Δήμου Μικρακώμης, της Περιφερειακής Ενότητας Φθιώτιδας, στην εταιρεία «ERYTHREOS ENERΓΕΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ»	ΘΟΙΩΤΙΔΑΣ	ΘΟΙΩΤΙΔΑΣ	ΘΟΙΩΤΙΔΑΣ	ΚΟΥΚΟΣ
20111223046	F-03305	28756	15/12/2011	0-49492	14/12/2011	0/Β	5	ΣΩΛΑΡΙΚ ΘΗΒΑ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	1520/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1520/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 5 MW στη θέση «ΡΕΒΕΝΙΑ» της Δημοτικής Ενότητας Θηβαίων του Δήμου Θηβαίων της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία «ΣΩΛΑΡΙΚ ΘΗΒΑ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΡΕΒΕΝΙΑ
20111223039	F-03307	28756	15/12/2011	0-49486	14/12/2011	ΑΙΟΛ	30	ENERΓΕΙΑΚΗ ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ ΑΕ	1513/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1513/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 30 MW στη θέση «Ταρόσσα», της Δημοτικής Ενότητας Θέρβης, του Δήμου Θηβαίων, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «ENERΓΕΙΑΚΗ ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ ΑΕ»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΤΑΡΑΤΣΑ

20111223040	Γ-03444	28756	15/12/2011	0-49496	14/12/2011	ΑΙΟΑ	21,6	ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ - ΓΡΑΝΙΤΕΣ	1524/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1524/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 21,6 MW στη θέση «Μαύρη Πετρα - Συναϊκόν», της Δημοτικής Ενότητας Χέρσου, του Δήμου Κιλκίς της Περιφερειακής Ενότητας Κιλκίς, στην εταιρεία με την επωνυμία «ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ - ΓΡΑΝΙΤΕΣ»	ΚΙΛΚΙΣ	ΚΙΛΚΙΣ	ΜΑΥΡΗ ΠΕΤΡΑ - ΣΥΝΑΙΚΙΑ
20111223038	Γ-03445	28756	15/12/2011	0-49485	14/12/2011	ΑΙΟΑ	11,5	Α/Π ΛΟΝΤΟΥ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.	1512/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1512/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 11,5 MW στη θέση «Λόντου», της Δημοτικής Ενότητας Λεβαδών, του Δήμου Λεβαδών, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «Α/Π ΛΟΝΤΟΥ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕΩΝ	ΛΟΝΤΟΥ
20111223036	Γ-03696	28756	15/12/2011	0-49483	14/12/2011	ΑΙΟΑ	10	QUEST ΑΙΟΛΙΚΗ ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΜΕΤΑΛΟ ΠΛΑΙ ΠΛΑΙ Ε.Π.Ε.	1510/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1510/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 10 MW στη θέση «Μεγάλο Πλάι», του Δήμου Διστόμου - Αρφαρών - Αντικυρας, της Δημοτικής Ενότητας Διστόμου, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «QUEST ΑΙΟΛΙΚΗ ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΜΕΤΑΛΟ ΠΛΑΙ Ε.Π.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΑΡΑΦΑΡΩΝ - ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	ΜΕΤΑΛΟ ΠΛΑΙ
20111223031	Γ-03727	29468	22/12/2011	0-49576	21/12/2011	ΑΙΟΑ	16	BUSINESS ENERGY Α.Ε.	1549/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1549/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 16 MW στη θέση «Μοκρού Ρόχη», της Δημοτικής Ενότητας Κυριακίου, του Δήμου Λεβαδών, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με τον διακριτικό τίτλο «BUSINESS ENERGY Α.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕΩΝ	ΜΑΚΡΥΝΑ ΡΑΧΗ
20111223047	Γ-03836	28756	15/12/2011	0-49468	13/12/2011	ΑΙΟΑ	20	WATER AND WIND ENERGY COMPANY 1 ΕΠΕ	1514/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1514/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 20 MW στη θέση «Ρόχη - Καστρι», της Δημοτικής Ενότητας Διστόμου, του Δήμου Διστόμου - Αρφαρών - Αντικυρας, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «WATER AND WIND ENERGY COMPANY 1 ΕΠΕ»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΑΡΑΦΑΡΩΝ - ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	ΡΑΧΗ - ΚΑΣΤΡΙ
20111223041	Γ-03883	28756	15/12/2011	0-49487	14/12/2011	ΑΙΟΑ	16	ΑΕΤΟΒΟΥΝΙ Α.Ε.	1515/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1515/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 16 MW στη θέση «Αετοβούνι», της Δημοτικής Ενότητας Αιδυρικού, του Δήμου Δωρίδος, της Περιφερειακής Ενότητας Φωκίδας, στην εταιρεία «ΑΕΤΟΒΟΥΝΙ Α.Ε.»	ΦΩΚΙΔΑΣ	ΔΩΡΙΔΟΣ	ΑΕΤΟΒΟΥΝΙ
20111223028	Γ-03921	29468	22/12/2011	0-49578	21/12/2011	ΑΙΟΑ	12	ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΦΩΚΙΔΑΣ ΔΙΚΟΡΦΟ Α.Ε.	1551/2011	23/12/2011	Απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθ. 1551/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό σταθμό ισχύος 12 MW στη θέση «Κατσιλέρι», της Δημοτικής Ενότητας Αιδυρικού, του Δήμου Δωρίδος, της Περιφερειακής Ενότητας Φωκίδας, στην εταιρεία «ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΦΩΚΙΔΑΣ ΔΙΚΟΡΦΟ Α.Ε.»	ΦΩΚΙΔΑΣ	ΔΩΡΙΔΟΣ	ΚΑΤΣΙΜΕΡΗΣ

20111223035	Γ-03995	28756	15/12/2011	0-49488	14/12/2011	ΑΙΟΛ	18	GAMESA ENERGIKI HELLAS ANONYMHI ETAIPEIA	15/16/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1516/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό στάθμο ισχύος 18 MW στη θέση «Μεσοβούνι», της Δημοτικής Ενότητας Λιδορκίου, του Δήμου Δωρίδος, της Περιφερειακής Ενότητας Φωκίδας στην εταιρεία «GAMESA ENERGIKI HELLAS ANONYMHI ETAIPEIA»	ΦΩΚΙΔΑΣ	ΔΩΡΙΔΟΣ	ΜΕΣΟΒΟΥΝΙ
20111223043	Γ-04073	28756	15/12/2011	0-49489	14/12/2011	ΑΙΟΛ	9,2	EDF EN GREECE A.E. & ΣΙΑ – ΦΩΚΙΔΑ 4 Ε.Ε.	15/17/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1517/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό στάθμο ισχύος 9,2 MW στη θέση «Ψαρμύστα», της Δημοτικής Ενότητας Τολοφώνος, του Δήμου Δωρίδος της Περιφερειακής Ενότητας Φωκίδας, στην εταιρεία με την επωνυμία «EDF EN GREECE A.E. & ΣΙΑ – ΦΩΚΙΔΑ 4 Ε.Ε.»	ΦΩΚΙΔΑΣ	ΔΩΡΙΔΟΣ	ΨΑΡΜΥΣΤΑ
20111223044	Γ-04257	28756	15/12/2011	0-49490	14/12/2011	ΑΙΟΛ	36	VIOTIA AIOLOS A.E.	15/18/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1518/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό στάθμο ισχύος 36 MW στη θέση «Κορομύλι», των Δημοτικών Ενότητων Πλαταιών και Θιάβης, του Δήμου Θηβαίων, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία με την επωνυμία «VIOTIA AIOLOS A.E.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΘΗΒΑΙΩΝ	ΚΟΡΟΜΥΛΙΑ
20111223029	Γ-04262	29468	22/12/2011	0-49593	21/12/2011	ΜΗΗΣ	3,3	ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΑΜΟΛΑΔΑΣ ΕΥΡΥΠΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.	15/66/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1566/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μικρό Υδροηλεκτρικό Στάθμο ισχύος 3,3 MW στο Ρέμα Βουρμιανικό, της Δημοτικής Ενότητας Μαστοροφωρίων, του Δήμου Κόνιτσας, της Περιφερειακής Ενότητας Ιωαννίνων, στην εταιρεία με την επωνυμία «ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΑΜΟΛΑΔΑΣ ΕΥΡΥΠΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.», με δ.τ. «ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ»	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΚΟΝΙΤΣΑΣ	ΡΕΜΑ ΒΟΥΡΜΙΑΝΙΚΟ
20111223030	Γ-04274	29468	22/12/2011	0-49577	21/12/2011	ΑΙΟΛ	18	ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΙΝΟΗ ΑΓΟΣΚΙΑΣ Μ.Ε.Π.Ε.	15/50/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1550/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό στάθμο ισχύος 18 MW στη θέση «Αγ. Ιωάννης» της Δημοτικής Ενότητας Διστόμου, του Δήμου Διστόμου - Αρχαγόρας - Αντικύρας, της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας, στην εταιρεία «ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΙΝΟΗ ΑΓΟΣΚΙΑΣ Μ.Ε.Π.Ε.»	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΑΡΧΑΓΟΡΑΣ - ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ
20111223025	Γ-04788	29468	22/12/2011	0-49591	21/12/2011	ΑΙΟΛ	10	ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΡΙΟΣΤΥΛΙΑΣ Α.Ε.	15/64/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1564/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικό στάθμο ισχύος 10 MW στη θέση «Αργυστήμα ή Ψηλό Κοτρών», της Δημοτικής Ενότητας Αμφισσής, του Δήμου Δελφών, της Περιφερειακής Ενότητας Φωκίδας, στην εταιρεία «ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΡΙΟΣΤΥΛΙΑΣ Α.Ε.»	ΦΩΚΙΔΑΣ	ΔΕΛΦΩΝ	ΑΡΙΟΣΤΥΛΙΑ ή ΨΗΛΟ ΚΟΤΡΩΝΙ
20111223013	Γ-04791	28154	9/12/2011	0-49401	8/12/2011	ΗΛΩΘΕ	1,5	ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΣΙΑΦΩΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Α.Ε. και ΣΙΑ Ε.Ε.	14/78/2011	23/12/2011	Απόφαση ΠΑΕ υπ' αρ. 1478/2011 για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιοθερμικό στάθμο ισχύος 1,5 MW στη θέση «Σμόρα», του Δήμου Βοιου, της Δημοτικής Ενότητας Ασκού, της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης, στην εταιρεία με την επωνυμία «ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΣΙΑΦΩΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Α.Ε. και ΣΙΑ Ε.Ε.» με δ.τ. «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΚΙΟΥ»	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΒΟΪΟΥ	ΣΜΑΡΙ

