

ΜΗΧ
620

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Τμήμα Μηχανολογίας

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Θεωρητική μελέτη εφαρμογής μικρής
ανεμογεννήτριας με σκοπό την αξιοποίηση ήπιων
μορφών ενέργειας μικρής έντασης. Εφαρμογή
στον οικιακό τομέα.»**

Αντωνόπουλος Αλέξανδρος

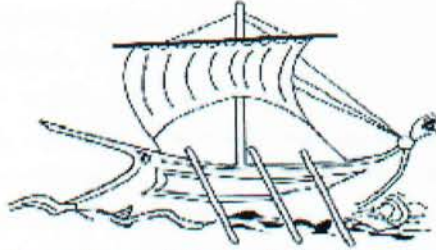
Παπαδόπουλος Δημήτριος

Επιβλέποντες Καθηγητές: Νικολόπουλος Νίκος

Ζαφειράκης Δημήτρης

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Τμήμα Μηχανολογίας



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Θεωρητική μελέτη εφαρμογής μικρής
ανεμογεννήτριας με σκοπό την αξιοποίηση ήπιων
μορφών ενέργειας μικρής έντασης. Εφαρμογή
στον οικιακό τομέα.»**

Αντωνόπουλος Αλέξανδρος

Παπαδόπουλος Δημήτριος

Επιβλέποντες Καθηγητές: Νικολόπουλος Νίκος

Ζαφειράκης Δημήτρης

Πρόλογος

Ο σκοπός της πτυχιακής μας είναι η γνωριμία με την τεχνολογία των μικρών ανεμογεννητριών καθώς και μια θεωρητική ανάλυση της εφαρμογής τους στον κτιριακό τομέα, από τεχνικής αλλά και οικονομικής πλευράς.

Ο λόγος που επιλέξαμε αυτήν την πτυχιακή είναι διότι η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, πολλά υποσχόμενη, όπου θα μπορούσε να συμβάλει δυναμικά στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μας, καθώς η Ελλάδα είναι μια χώρα με υψηλό αιολικό δυναμικό. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια τάση της πολιτείας προς την πράσινη ανάπτυξη, δίνοντας κίνητρα στον απλό πολίτη να επενδύσει σε αυτού του είδους τις τεχνολογίες όπως για παράδειγμα γίνεται με τα φωτοβολταϊκά στον κτιριακό τομέα.

Για να πετύχει το εγχείρημα αυτό, με τις μικρές ανεμογεννήτριες, θα πρέπει να θεσπιστεί το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο και να γίνουν οι σωστές ενέργειες από την πολιτεία, ξεκαθαρίζοντας με αυτόν τον τρόπο το τοπίο. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση της αγοράς σε αυτού του είδους την τεχνολογία.

Ευχαριστίες

Με την Πτυχιακή Εργασία ολοκληρώνεται ένας τετραετής κύκλος σπουδών μας στο Τμήμα Μηχανολογίας του ΤΕΙ Πειραιά. Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους του διδάσκοντες του ΤΕΙ για αυτά που μας προσέφεραν. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τον κ. Δημήτρη Ζαφειράκη από το εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας για τις χρήσιμες πληροφορίες και τη καθοδήγηση που μας προσέφερε. Ευχαριστούμε επίσης τον κ. Νίκο Νικολόπουλο για την επίβλεψη και τη συνεισφορά του στην εργασία μας.

Μάρτιος 2012

Αντωνόπουλος Αλέξανδρος,

Παπαδόπουλος Δημήτριος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ιστορική αναδρομή	7
1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	10
1.1 Εγκαταστάσεις και τρόποι χρήσης μικρών ανεμογεννητριών	10
1.2 Οι μικρές ανεμογεννήτριες στην οικιακή χρήση και στο αστικό περιβάλλον.....	13
1.3 Επιμέρους εξαρτήματα για οικιακή εγκατάσταση μικρής Α/Γ.....	18
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	29
2.1 Τύποι μικρών ανεμογεννητριών	29
2.2 Κατηγοριοποίηση μικρών ανεμογεννητριών ανάλογα με τη παραγόμενη ισχύ	32
2.3 Βασικά μέρη μικρών ανεμογεννητριών	32
2.4 Αεροδυναμική Σχεδίαση Πτερυγίων.....	35
2.5 Κατηγορίες Γεννητριών.....	42
2.6 Ουρά μικρής ανεμογεννήτριας.....	46
2.7 Πύργοι στήριξης μικρών ανεμογεννητριών	47
2.8 Τρόποι προστασίας μικρών Α/Γ από υψηλές ταχύτητες ανέμου	50
2.9 Καμπύλες Ισχύος Μικρών Ανεμογεννητριών	52
3. ΜΕΓΑΛΕΣ ΑΓΟΡΕΣ	54
3.1 Κατασκευαστές μικρών Α/Γ	54
3.2 Εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ μικρής κλίμακας σε USA και UK.....	55
3.3 Σύγκριση αριθμού μονάδων διασυνδεδεμένων και μη στο δίκτυο	57
3.4 Σύγκριση μονάδων οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα σε UK	59
3.5 Πολιτείες των ΗΠΑ με μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων	60
3.6 Οικονομικά μικρών Α/Γ.....	61
4. STANDARDS ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΓΟΡΩΝ.....	63
4.1 Περίληψη Βρετανικής νομοθεσίας	63
4.2 Κυριότερες παράγραφοι Βρετανικού προτύπου ασφαλείας.....	64
4.3 Διαφορές Αμερικάνικων και Βρετανικών Προτύπων.....	68
4.4 Υπάρχουσα νομοθεσία για μικρές Α/Γ στην Ελλάδα	68
5. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ.....	74
5.1 Αξιολόγηση μικρών Α/Γ.....	74
5.2 Στόχοι της Αμερικάνικης αγοράς (2002-2020).....	77
6. Θεωρητική μελέτη εγκατάστασης μικρής Α/Γ.....	93
6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά επιλεχθέντων ανεμογεννητριών	93
6.2 Ανάλυση κόστους-κέρδους μικρών Α/Γ	98
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	172

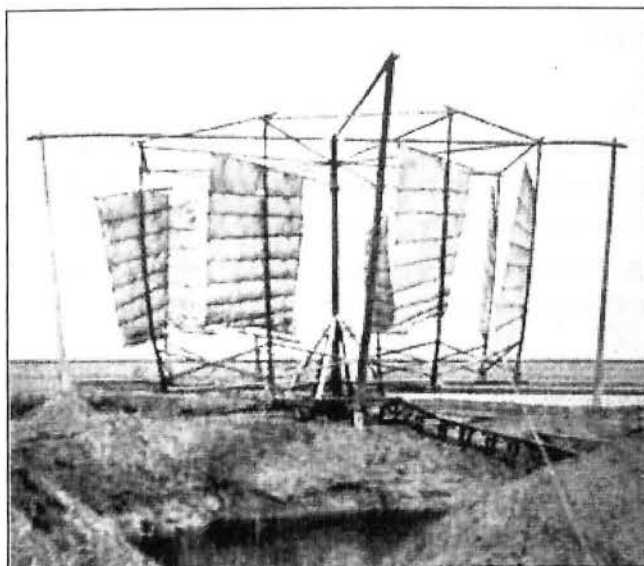
Ιστορική αναδρομή

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου ξεκίνησε από τα πρώιμα ιστορικά χρόνια και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας με τη χρήση της τόσο στη ναυτιλία, όσο και στην άρδευση καθώς και στις αγροτικές καλλιέργειες. Υπάρχουν επίσης ιστορικές και αρχαιολογικές μαρτυρίες [1] ότι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν από τους Κινέζους, τους Πέρσες και τους Αιγύπτιους πολλούς αιώνες πριν από τη γέννηση του Χριστού.

Στην Αίγυπτο σώζονται πύργοι ανεμόμυλων ηλικίας μεγαλύτερης των 3000 ετών. Στη Βαβυλωνία οι ανεμόμυλοι έδιναν την απαραίτητη ενέργεια για την άρδευση της Μεσοποταμίας και λέγεται μάλιστα ότι ο βασιλιάς Χαμουραμπί της Βαβυλωνίας ήδη από τον 17^ο αιώνα π.Χ. είχε συλλάβει κάποιο σχέδιο προκειμένου να αρδεύσει τη κοιλάδα της Μεσοποταμίας με τη βοήθεια της αιολικής ενέργειας. Παράλληλα, αρχαιολογικές ανασκαφές στις αρχές του 20^{ου} αιώνα στο Αφγανιστάν έφεραν στο φως ένα σημαντικό αριθμό από ανεμόμυλους καθέτου άξονα καθώς επίσης και τα ερείπια ενός μεγάλου κτιρίου, με πολλές οπές, δια μέσου των οποίων ο αέρας που εισρούσε έβαζε σε κίνηση ειδικές μηχανές που εκτελούσαν χρήσιμες για τον άνθρωπο εργασίες. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες ενδείξεις οι ανεμόμυλοι στη Βαβυλωνία, όσο και τη Κίνα ήταν κατακόρυφου άξονα. Κύρια υλικά κατασκευής τους ήταν το ξύλο, το πανί καθώς και ειδικές λιθόκτιστες κατασκευές.

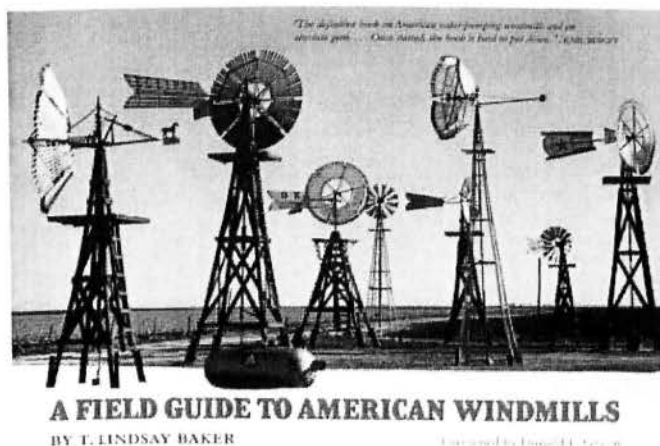


Εικόνα: Ανεμόμυλοι των Περσών.



Εικόνα: Κινέζικος ανεμόμυλος.

Η χρήση των ανεμόμυλων για άλεση δημητριακών και για άρδευση συνεχίστηκε στις χώρες της ανατολής, στη Μικρά Ασία και στο Αιγαίο κατά τη Βυζαντινή εποχή. Στην Ευρώπη υποστηρίζεται ότι οι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν κατά το 1200 μ.Χ. και μεταφέρθηκαν από τους σταυροφόρους κατά την επιστροφή τους από τα Ιεροσόλυμα. Ο τύπος ανεμόμυλου που χρησιμοποιήθηκε κατά το μεσαίωνα ήταν οριζοντίου άξονα με τέσσερα πτερύγια ενώ κατά την Αναγέννηση εξαπλώθηκε ένας άλλος τύπος ανεμόμυλου ο οποίος χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα για την άντληση νερού και ονομάζεται «Αμερικάνικος ανεμόμυλος». Αυτός ο ανεμόμυλος είναι πολύπτερος και παρόλο που δεν έχει μεγάλη ενεργειακή απόδοση, εμφανίζει σημαντική ροπή λειτουργίας ακόμα και σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου, γεγονός που τον καθιστά ιδιαίτερα αποδοτικό σε γεωργικές και βιοτεχνικές εφαρμογές. Η χρήση των ανεμόμυλων στις ΗΠΑ στο απόγειο της στη δεκαετία 1920-1930 με την εγκατάσταση περίπου 600000 μηχανών.

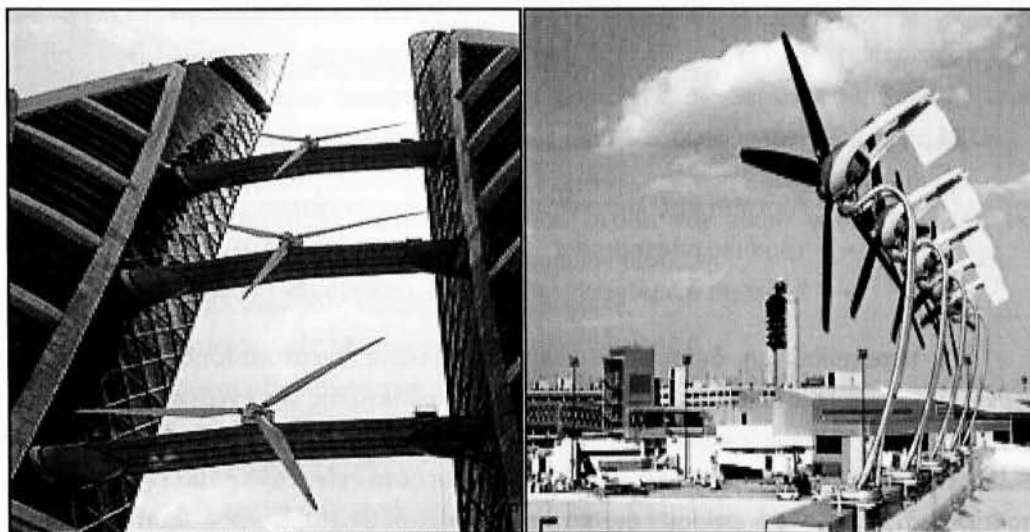


Εικόνα: Αμερικάνικοι ανεμόμυλοι.

Στις αρχές του αιώνα μας πρώτοι οι Δανοί παράγουν ηλεκτρισμό από τον άνεμο, ενώ στην αμερική ανεμόμυλοι μεταλλικής κατασκευής χρησιμοποιούνται για ηλεκτροδότηση. Έτσι το 1891 λειτούργησε στο Askon της Δανίας πειραματικός ανεμοκινητήρας με δύο ηλεκτρογεννήτριες (9 kW η κάθε μία) και διάμετρο 22,8 m, κάτω από την επίβλεψη του καθηγητή P. La Cour. Αντίστοιχα τη δεκαετία του 1930 κατασκευάσθηκε στη βαλτική μηχανή 100 kW με σχεδιαστική επίβλεψη των Sabanin και Yuriev.

Στα χρόνια που ακολούθησαν το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η χρήση της ατομικής ενέργειας και οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου περιόρισαν δραστικά το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Όμως η ρύπανση του περιβάλλοντος, οι διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις καθώς και η εξάντληση των αποθεμάτων πετρελαίου υποχρέωσαν ξανά τις τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες να ενδιαφερθούν γι'αυτήν.

Έτσι το Δεκέμβριο του 1980 βλέπουμε τη πρώτη αλλαγή στη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών [2], καθώς η US Windpower εγκατέστησε το πρώτο αιολικό πάρκο, στην περιοχή του Crotched Mountain στο New Hampshire, το οποίο αποτελούταν 20 ανεμογεννήτριες, ονομαστικής ισχύος 30 kW η κάθε μια. Η δεύτερη αλλαγή [3] ήρθε το 1991 με την ίδρυση αιολικών πάρκων μέσα στη θάλασσα (offshore), όπου μέχρι τον Ιούνιο του 2010 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από τα offshore πάρκα έφτανε τα 2396 MW. Σήμερα, είναι σε εξέλιξη η εγκατάσταση αιολικών μηχανών μικρής κλίμακας σε στέγες και προσόψεις κτιρίων όπου υποδηλώνει τη τρίτη αλλαγή στην χωροθέτηση.



Εικόνα: Παράδειγμα ανεμογεννητριών εγκατεστημένων σε πρόσοψη και σε στέγη κτιρίων.

1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν πολλές εφαρμογές οπότε σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν οι παράγοντες που συμβάλουν στη καλή λειτουργία της μηχανής κυρίως στον αστικό τομέα και κάποια επιμέρους ηλεκτρονικά μέρη τα οποία είναι αναγκαία σε τέτοιες εγκαταστάσεις.

1.1 Εγκαταστάσεις και τρόποι χρήσης μικρών ανεμογεννητριών

Οι εγκαταστάσεις των μικρών ανεμογεννητριών χωρίζονται σε διασυνδεδεμένες και μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο. Η εικόνα 1.1 περιγράφει τις εφαρμογές των μικρών Α/Γ συναρτήσει της ισχύος ανάλογα με τη κατηγορία που ανήκουν, δηλαδή σε διασυνδεδεμένες και μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο.

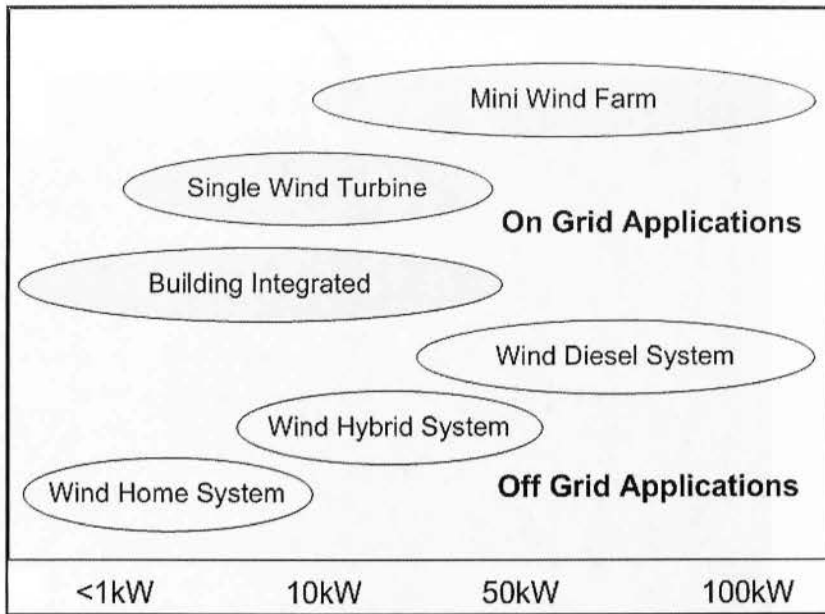
Οι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι:

- Αιολικό πάρκο αποτελούμενο από μικρές ανεμογεννήτριες.
- Αυτόνομη μικρή ανεμογεννήτρια.
- Μικρή ανεμογεννήτρια εγκατεστημένη σε κτίριο.

Οι μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο χωρίζονται επίσης σε τρεις κατηγορίες:

- Σύστημα ντιζελογεννήτριας με ανεμογεννήτρια.
- Υβριδικό σύστημα ανεμογεννήτριας με άλλες ΑΠΕ.
- Σύστημα ανεμογεννήτριας σε απομακρυσμένο σπίτι.

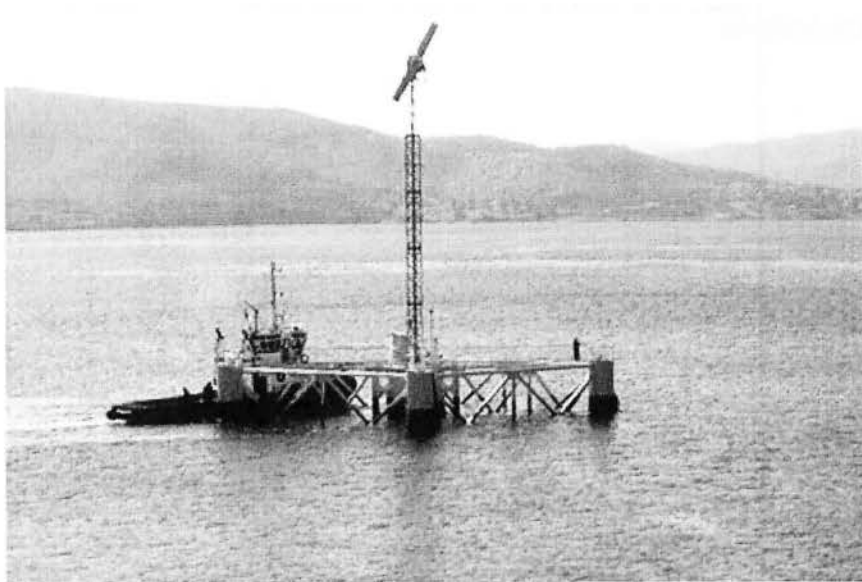
Σε περίπτωση μη διασυνδεδεμένης στο δίκτυο εγκατάστασης, όπου υπάρχει πλεονάζουσα ενέργεια υπάρχει κάποιο σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας που σε όλες τις περιπτώσεις μικρών εγκαταστάσεων είναι οι μπαταρίες. Η πλεονάζουσα ενέργεια αποθηκεύεται στις μπαταρίες ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν είναι αναγκαία και συνεχίζει να αποθηκεύεται μέχρι να φορτίσουν οι μπαταρίες. Όταν οι μπαταρίες φορτίσουν πλήρως και για να μην υπερφορτωθούν, υπάρχει κάποιο σύστημα ανάδρασης όπου αναγνωρίζει ότι οι μπαταρίες είναι γεμάτες και στέλνει την πλεονάζουσα ενέργεια σε κάποια αντίσταση ώστε να καταναλωθεί. Το σύστημα αυτό είναι συνήθως ο ελεγκτής φόρτισης όπου αναφέρεται σε επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 1.1: Κατανομή εφαρμογών μικρών Α/Γ για διασυνδεδεμένο και μη διασυνδεδεμένο δίκτυο, σε συνάρτηση με την ισχύ.

Αυτή τη στιγμή υπάρχουν πολλοί τρόποι χρήσης μικρών ανεμογεννητριών που δεν είναι διασυνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο. Μερικές τέτοιες εγκαταστάσεις που φιλοξενούν τέτοιες Α/Γ είναι οι ακόλουθες:

- Μετεωρολογικοί και τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί.
- Συστήματα φωτισμού δρόμων που διασχίζουν ακατοίκητες περιοχές.
- Μικροδίκτυα (απομακρυσμένα χωριά) με συνδυασμό συμβατικών πηγών ενέργειας (ντιζελογεννήτριες), ή με συνδυασμό άλλων Α.Π.Ε. με αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας σε συστήματα μπαταριών.
- Σε συστήματα αφαλάτωσης του νερού για μικρά νησιά (πχ. Στη νήσο Ηρακλεία ο σταθμός αφαλάτωσης «Υδριάδα»).
- Σε πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου.
- Σε αγροτικές εφαρμογές για άντληση νερού.
- Ανεμογεννήτριες της τάξεως των 500Watt τοποθετούνται σε ιστιοπλοϊκά για κάλυψη των μικρών φορτίων που διαθέτουν (φωτισμός, ψυγεία, τηλεοράσεις κλπ).
- Σε ηλεκτρικούς φράχτες.



Εικόνα 1.2: Μικρή Α/Γ στο σταθμό αφαλάτωσης «Υδριάδα».

Παράλληλα υπάρχει και χρήση Α/Γ που βρίσκονται διασυνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο σε χώρους:

- Μικρών βιομηχανιών.
- Κτηνοτροφικών Μονάδων.
- Σχολείων.
- Σε κήπους εξοχικών κατοικιών ή μονοκατοικιών σε ημιαστικές περιοχές και προάστια πόλεων.
- Στις οροφές σπιτιών και κτιρίων, υπό την αυστηρή τήρηση νομοθετικών διατάξεων και εγκεκριμένων προδιαγραφών όσον αφορά τους κανόνες ασφαλείας που απαιτείται να πληρούν.
- Υπάρχει δυνατότητα ενσωμάτωσης στην αρχιτεκτονική του κτιρίου (όπως για παράδειγμα στο World Trade Center στο Bahrain, Σχήμα 1.3).



Εικόνα 1.3: Μικρές Α/Γ σε αρχιτεκτονική κτιρίου στο Bahrain.

Στη δεύτερη περίπτωση, δηλαδή στη περίπτωση χρήση Α/Γ που βρίσκονται στο διασυνδεδεμένο δίκτυο έχουμε οικονομικά οφέλη αφού η τιμή πώλησης της αιολικής κιλοβατώρας είναι μεγαλύτερη από τη τιμή αγορά της κιλοβατώρας από τις Δημόσιες Εταιρίες Ηλεκτρισμού με αποτέλεσμα να γίνεται απόσβεση της επένδυσης σε λιγότερο από 10 χρόνια.

Άρα λοιπόν μετά το πέρας της απόσβεσης μια μικρή ανεμογεννήτρια μπορεί να μετατραπεί σε πηγή κέρδους για τον ιδιώτη.

1.2.Οι μικρές ανεμογεννήτριες στην οικιακή χρήση και στο αστικό περιβάλλον

Η ενότητα αυτή θα εστιάσει περισσότερο στη χρήση και τοποθέτηση ανεμογεννητριών μικρής ισχύος σε μέσα στο αστικό περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα τέτοιες Α/Γ χρησιμοποιούνται όπως προαναφέραμε σε ταράτσες κτιρίων ή στέγες μονοκατοικιών αλλά και σε προάστια μεγάλων αστικών κέντρων στα οποία υπάρχουν σπίτια με μεγάλες αυλές οι οποίες μπορούν να φιλοξενήσουν και εκεί κάποιες ανεμογεννήτριες τέτοιου τύπου.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις και τις συνέπειες μιας τέτοιας εγκατάστασης πρέπει να τονιστεί ότι το αστικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από υψηλό μήκος τραχύτητας άνω των 0.8m, με επακόλουθο σε χαμηλά ύψη από το έδαφος να εμφανίζονται σπάνια εκμεταλλεύσιμες ταχύτητες ανέμου.

Επιπλέον είναι προφανές ότι στα αστικά κέντρα τα πολύ ψηλά κτίρια ή ακόμα και τα δέντρα που υπάρχουν λειτουργούν ως «εμπόδια» στην ελεύθερη ροή του αέρα προς τα πτερύγια των ανεμογεννητριών, κάτι που φυσικά δεν είναι θετικό για τη λειτουργία τους. Κατά συνέπεια διαμορφώνεται ένα τοπικό αέρινο ρεύμα με έντονη τύρβη και με μεγάλης κλίμακας ριπές ανέμου. [4]

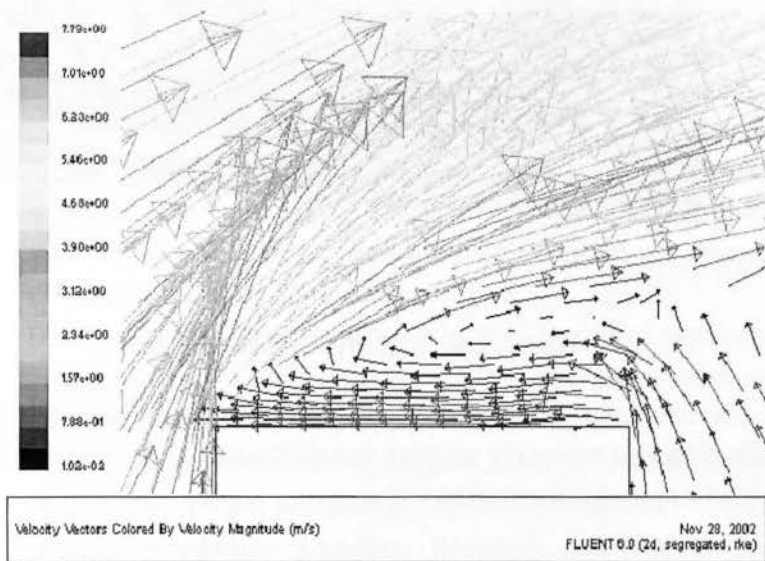
Γενικότερα έχουν οριστεί κάποιες γενικές αρχές και κάποιοι εμπειρικοί κανόνες σχετικά με το σχεδιασμό της εγκατάστασης Α/Γ μέσα στο αστικό περιβάλλον για οικιακή χρήση:

- Κατά προτίμηση τοποθετούνται σε οροφές ψηλών κτιρίων με όσο το δυνατόν πιο επίπεδες και μεγάλες επιφάνειες.
- Πραγματοποιείται έρευνα σχετικά με το ποιο τύπο και ποιο μοντέλο ανεμογεννήτριας είναι η καλύτερη επιλογή για το συγκεκριμένο οίκημα, και γεωγραφική περιοχή.
- Εγκατάσταση περισσότερων όμοιων Α/Γ στην ίδια περιοχή εάν αυτό καθίσταται δυνατό.
- Έλεγχος αν το συγκεκριμένο κτίριο και τα γειτονικά του κτίσματα είναι κατάλληλα για υλοποίηση μια τέτοιας μελέτης.
- Επιβεβαίωση για την ενσωμάτωση Α/Γ στη χωροταξική ανάπτυξη μιας περιοχής.
- Δεν παραλείπεται ο έλεγχος από αισθητική άποψη για την Α/Γ η οποία φυσικά θα πρέπει να ενσωματώνεται ομαλά με την όψη του κτιρίου και της περιοχής.
- Έλεγχος για ικανοποιητική απόσταση από γειτονικά κτίρια ώστε να μην υπάρχει ενόχληση ή παράπονα για το θόρυβο που μπορεί να προκαλέσει η περιστροφή των πτερυγίων.

Όσον αφορά τώρα τις περιοχές τοποθέτησης, αυτές πρέπει να παρουσιάζουν μέση τιμή ταχύτητας ανέμου άνω των 5,5 m/s. Ως εκ τούτου κρίνεται απαραίτητη η μέτρηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού της περιοχής, πριν την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας. Σε πυκνοκατοικημένες περιοχές όμως ή μέσα ταχύτητα μπορεί να διαφέρει αισθητά λόγω των διάφορων εμποδίων και τη χωροταξικής διάταξης με συνέπεια η εγκατάσταση Α/Γ ακόμα και στην ίδια οροφή να παρουσιάζει μεγάλες διαφορές στην αναμενόμενη ενεργειακή παραγωγή για αποστάσεις λίγων μέτρων. Σημαντικό είναι επίσης και το ύψος που βρίσκεται ο δρομέας καθώς πιο ψηλά αποφεύγονται τα φαινόμενα τύρβης και ταυτοχρόνως ο αέρας είναι οριακά πιο ισχυρός, αφού η τύρβη εξαρτάται από το κύβο της ταχύτητας του αέρα.

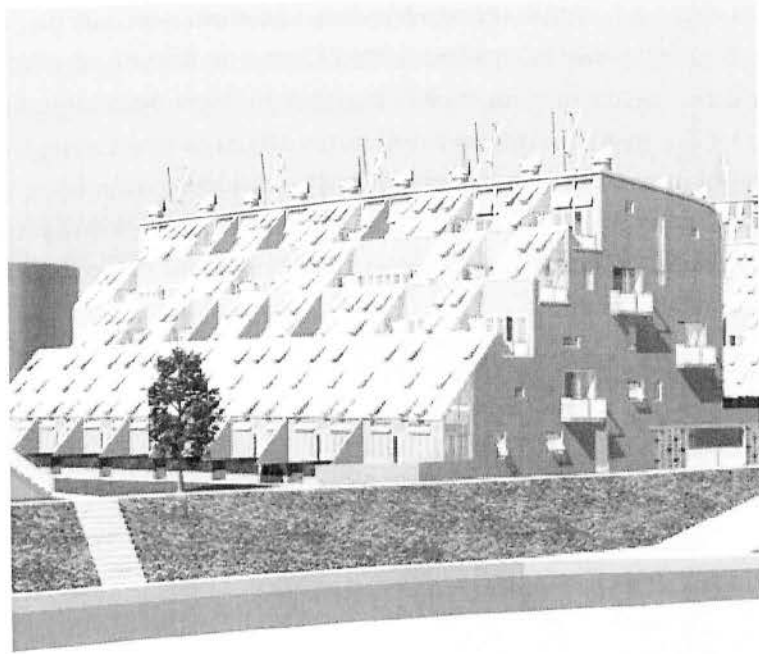
Επίσης σημαντικό είναι να γίνει έλεγχος για το ποια είναι η κύρια κατεύθυνση από την οποία προέρχονται οι υψηλές ταχύτητες ανέμου καθώς είναι γνωστό ότι αυτό διαφέρει σε κάθε γεωγραφική περιοχή. Συνεπώς η τοποθέτηση των ανεμογεννητριών όταν υπάρχουν εμπόδια θα πρέπει να γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε ο άνεμος να συναντά πρωτίστως την ανεμογεννήτρια και στη συνέχεια τα διάφορα άλλα εμπόδια που υπάρχουν. Επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη η τύρβη που δημιουργεί το ίδιο το κτίριο, από την οποία ο δυνατότερος και πιο σταθερός άνεμος βρίσκεται στο κέντρο της οροφής και σε ύψος άνω

του 30% του ύψους του κτιρίου. Οπότε θα πρέπει αφενός η ανεμογεννήτρια να τοποθετηθεί κοντά στο κέντρο της οροφής όταν πρόκειται για ταράτσα και αφετέρου κοντά στο σημείο από όπου φυσάει η κύρια κατεύθυνση του ανέμου, ενώ το χαμηλότερο ύψος της πτερωτής θα πρέπει να είναι το 30% του κτιρίου. Είναι όμως σημαντικό να τονισθεί ότι η βάση της Α/Γ θα πρέπει να απέχει τουλάχιστον 20 μέτρα από τα εμπόδια ή τα άλλα κτίρια που βρίσκονται στην εγγύς περιοχή και θα πρέπει ο πύργος στήριξης ή η στέγη του κτιρίου να είναι 50% ψηλότερη από το ύψος του εμποδίου ώστε να αποφεύγεται το διαταραγμένο ρεύμα ανέμου που δημιουργείται λόγω αυτών. Ενδεικτικά στο σχήμα 1.4 φαίνεται η ροή ανέμου που συναντά το κτίριο.



Εικόνα 1.4: Προσομοίωση μοντέλου ανέμου που συναντά κτίριο.

Σε σχέση με την αρχιτεκτονική του κτιρίου, θα πρέπει από τη σχεδίαση του κτιρίου να δίνεται κλίση στο προσανατολισμό του κελύφους σε διεύθυνση κάθετη προς την κύρια διεύθυνση του ανέμου, από την προσήνεμη πλευρά (Εικόνα 1.5), με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα του, ενώ δεν θα πρέπει να παραβλεφθούν οι στατικές και δυναμικές φορτίσεις που δημιουργεί μια ανεμογεννήτρια στην οροφή του κελύφους, έτσι ώστε να μπορούν να εγκατασταθούν παραπάνω από μια ανεμογεννήτριες κατά το μήκος της επικλινούς επιφάνειας.



Εικόνα 1.5: Επικλινής επιφάνεια κτιρίου.

Τέλος εάν δεν είναι δυνατό να επέμβουμε στην αρχιτεκτονική του κτιρίου θα πρέπει να ακολουθήσουμε τους εξής κανόνες τοποθέτησης, οι οποίοι εξήχθησαν μετά από πλήθος αριθμητικών προσομοιώσεων [5]:

	Γωνία	Κέντρο	Άκρη
Αμφίρρικτη Στέγη	✓	X	X
Επίπεδη Στέγη	✓	✓	✓
Πυραμιδοειδής Στέγη	✓	X	X

Πίνακας 1.1: Τρόποι χωροθέτησης μικρών Α/Γ ανάλογα με το τύπο της στέγης.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι είναι προφανές πως καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες να ενταχθεί η αιολική ενέργεια σε αστικό περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα στις κατασκευές. [6]

Σαν συμπέρασμα όλων των παραπάνω μπορούμε να παραθέσουμε κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα εγκατάστασης ανεμογεννητριών για οικιακή χρήση.

Πλεονεκτήματα:

- Λόγω της εκμετάλλευσης του ύψους των κτιρίων και της επί τόπου παραγωγής ενέργειας γλιτώνουμε τη παρουσία και την ανάγκη για μεγάλους πύργους στήριξης για τη σύλληψη μεγάλων ταχυτήτων ανέμου και έχουμε ελάχιστες απώλειες μεταφοράς.
- Σημαντική συμβολή των Α/Γ στη διαμόρφωση κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

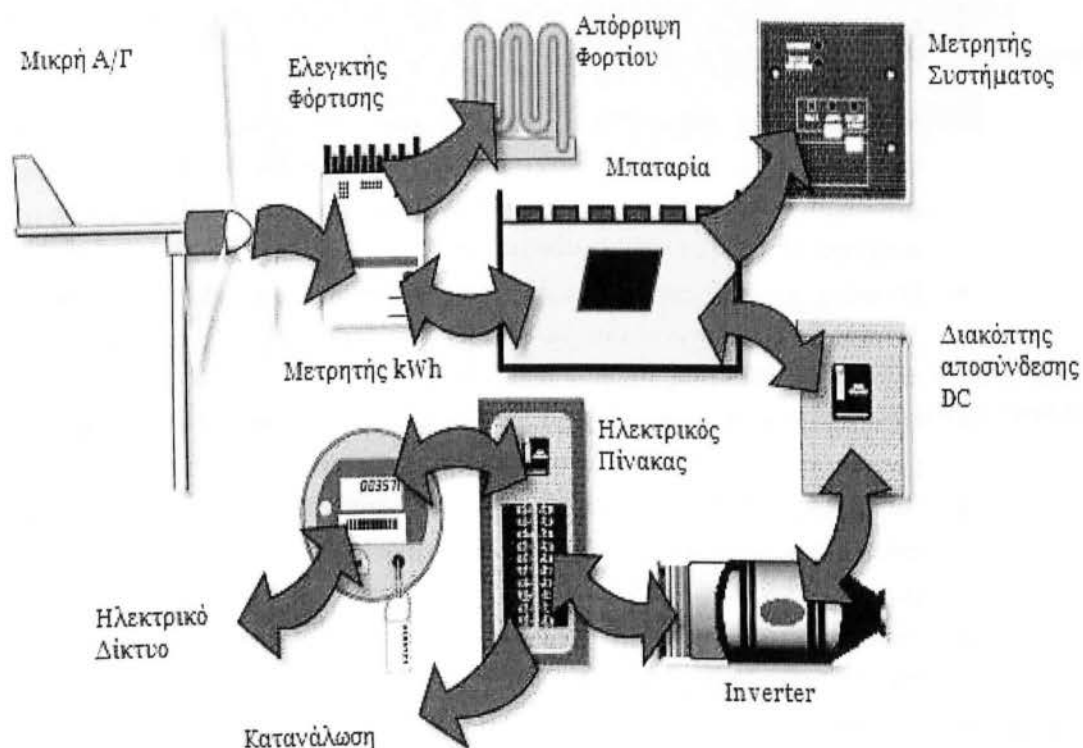
Βεβαίως καθόλου αμελητέα δεν είναι και τα μειονεκτήματα και χρήζουν άμεσης παρατήρησης. Κάποια από αυτά είναι:

- Η δαιδαλώδης αρχιτεκτονική των πόλεων καθώς και τα εμπόδια και φαράγγια αέρα που σχηματίζονται σε ένα αστικό κέντρο είναι περισσότερο αποθαρρυντικός παρά ενθαρρυντικός για την εγκατάσταση μια ανεμογεννήτριας σε κάποιο οίκημα. [5.7]
- Γενικά οι μεγάλες αναταραχές στο αιολικό δυναμικό περιορίζουν την ομαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας καθώς και δημιουργούν μια απρόβλεπτη παραγωγή ενέργειας στη γεννήτρια. [8]
- Βλάβες και καταπόνηση της μηχανής κατά τη λειτουργία της σε τυρβώδη ροή και σε συνεχώς μεταβλητές διευθύνσεις αέρα.
- Παραγωγή υψηλών επιπέδων θορύβου από την ανεμογεννήτρια με αποτέλεσμα να αναγκάζονται να σταματήσουν πολλές φορές τη λειτουργία τους το βράδυ λόγω παραπόνων για ηχορύπανση.
- Αντίστοιχα υπάρχουν και περιπτώσεις κραδασμών προς το κτίριο σε περίπτωση μεγάλης μηχανής.
- Αρκετά ζημιόγonos εμφανίζεται να είναι η κακή απόδοση των μικρών αιολικών μηχανών που έχει αποθαρρύνει το περαιτέρω άνοιγμα της αγοράς μέχρι τώρα.

Κλείνοντας την ενότητα πρέπει να γίνει σαφές ότι υπάρχει ανάγκη υποστήριξης των μικρών ανεμογεννητριών μέσω συγκεκριμένων πολιτικών από την ελληνική κυβέρνηση αλλά και παγκοσμίως γιατί μόνο μέσω αυτών των πολιτικών θα τονωθεί η ενεργειακή απόδοση των συγκεκριμένων ανεμογεννητριών. Τέλος πρέπει να ξεκαθαριστεί ότι οι ανεμογεννήτριες για οικιακή χρήση δεν πρέπει να θεωρούνται ως συσκευές “plug n play” όπως γίνεται με τα φωτοβολταϊκά, αντιθέτως πρέπει να γίνεται λεπτομερής και εκτενής μελέτη από όλες τις παραμέτρους που εμπλέκονται. [9]

1.3.Επιμέρους εξαρτήματα για οικιακή εγκατάσταση μικρής Α/Γ

Όπως έχει αναφερθεί η εγκατάσταση μιας μικρής ανεμογεννήτριας σε σπίτι, απευθύνεται σε σπίτια τα οποία είναι διασυνδεδεμένα ή μη διασυνδεδεμένα στο δίκτυο. Σε αυτή την ενότητα θα γίνει μια περιγραφή των εξαρτημάτων σε μια περίπτωση όπου χρησιμοποιείται μπαταρία για αποθήκευση ενέργειας, το οποίο είναι χαρακτηριστικό ενός μη διασυνδεδεμένου καταναλωτή, καθώς επίσης και ο τρόπος σύνδεσης στο δίκτυο ταυτόχρονα, ώστε να καλυφθεί όλο το φάσμα της συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων σε μια εγκατάσταση [10].



Εικόνα 1.6: Συνδεσμολογία εξαρτημάτων συστήματος διασυνδεδεμένης οικίας με μπαταρία.

1.3.1. Ελεγκτής Φόρτισης (Charge Controller)

Μια βασική λειτουργία του ελεγκτή φόρτισης, είναι η προστασία των μπαταριών από υπερφόρτιση. Αυτό το επιτυγχάνει με την παρακολούθηση της πληρότητας των αποθεμάτων της μπαταρίας, όταν η μπαταρία είναι πλήρως φορτισμένη, ο ελεγκτής φόρτισης στέλνει επικίνδυνη για την εγκατάσταση επιπλέον ενέργεια σε ένα σύστημα απόρριψης ενέργειας.

Πολλοί ελεγκτές φόρτισης είναι ενσωματωμένοι στο ίδιο κουτί με τον αντιστροφέα (Rectifier). Η προστασία από το ισχυρό ρεύμα είναι αναγκαία μεταξύ της μπαταρίας και του ελεγκτή φόρτισης.

Στις χωρίς μπαταρία διασυνδεδεμένες στο δίκτυο εγκαταστάσεις, δεν υπάρχει ελεγκτής φόρτισης σε λειτουργία διότι ο Inverter (Ανορθωτής) δίνει στο ίδιο το δίκτυο την ενέργεια που παράγει η ανεμογεννήτρια, αλλά θα υπάρχουν κάποια συστήματα ελέγχου σε περίπτωση βλάβης στο δίκτυο, επίσης μπορεί να υπάρχουν κάποια ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου πριν από τον Inverter για να ρυθμίζει την τάση εισόδου.

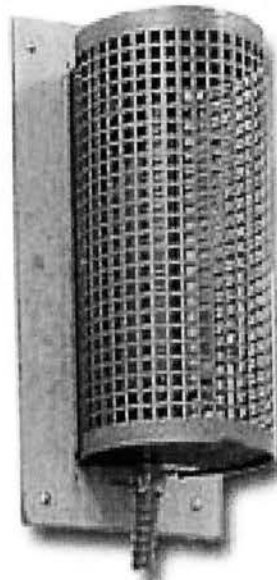


Εικόνα 1.7: Ελεγκτής Φόρτισης (Charge Controller).

1.3.2. Απόρριψη φορτίου (Dump load)

Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες δεν πρέπει να λειτουργούν χωρίς φορτίο διότι θα περιστρέφονται πολύ γρήγορα και πολύ δυνατά με αποτέλεσμα να καταστραφούν, οπότε πρέπει να είναι συνδεδεμένες σε μια κατανάλωση ή σε κάποια μπαταρία. Έτσι ένας ελεγκτής φόρτισης ο οποίος έχει τη δυνατότητα να είναι ελεγκτής εκτροπής χρησιμοποιείται. Ο ελεγκτής εκτροπής παίρνει τη πλεονάζουσα ενέργεια από τη μπαταρία και τη στέλνει σε μια συσκευή απόρριψης φορτίου.

Η απόρριψη φορτίου είναι μια ηλεκτρική αντίσταση, η οποία θα πρέπει να έχει διαστάσεις ώστε να μπορεί να χειριστεί τη πλήρη παραγωγή ηλεκτρισμού της ανεμογεννήτριας. Το απορριπτόμενο φορτίο μπορεί να είναι ένας θερμοσίφωνας ή κάποιο σύστημα θέρμανσης αέρα, συνεισφέροντας στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και στη παραγωγή θερμότητας και να ενεργοποιούνται από τον ελεγκτή φόρτισης όταν οι μπαταρίες είναι πλήρως φορτισμένες ή όταν το δίκτυο δε μπορεί να λάβει τη παραγόμενη ενέργεια.



Εικόνα 1.8: Απόρριψη φορτίου (Dump Load).

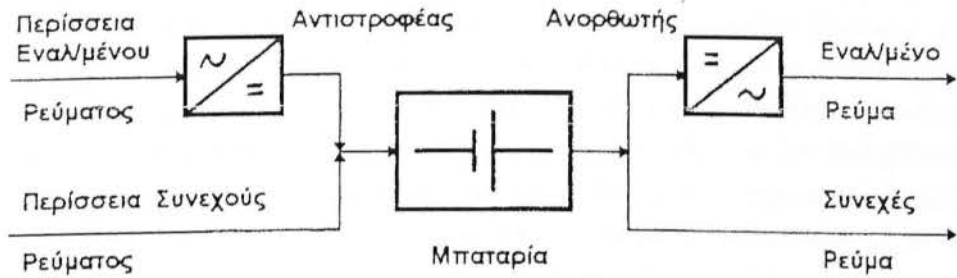
1.3.3. Μπαταρίες

Η ανεμογεννήτρια μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όποτε ο άνεμος έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα έναρξης της ανεμογεννήτριας (cut-in speed). Εάν η εγκατάσταση μας δεν είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, θα χρειαστεί ένα σύστημα αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο θα αποτελείτε από μια ομάδα μπαταριών για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να είναι εφικτό να αντλείτε ηλεκτρική ενέργεια όταν δεν φυσάει και όταν η παραγόμενη ενέργεια δεν είναι γενικά αξιοποιήσιμη (περίσσεια ενέργειας). Για αυτόνομα συστήματα, το σύνολο των μπαταριών θα πρέπει να καλύπτει τις ενεργειακές μας ανάγκες για τρεις ημέρες. Οι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο εγκαταστάσεις μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν μπαταρίες ούτως ώστε να παρέχουν επιπρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια, όποτε αυτό κριθεί σκόπιμο, δηλαδή κατά την διάρκεια διακοπής του ρεύματος, αρκετή ώστε να καλύπτει τις ενεργειακές μας ανάγκες μέχρι να επανέλθει το ρεύμα από το δίκτυο.



Εικόνα 1.9: Μπαταρία.

Ο τρόπος λειτουργίας των μπαταριών είναι η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε χημική, με έναν βαθμό απόδοσης 85%. Η τάση που δίνουν οι μπαταρίες είναι 12 V, 24 V, 48 V για τη συγκεκριμένη λειτουργία. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η εύκολη εγκατάστασή τους, το χαμηλό τους κόστος και η ευρεία κυκλοφορία τους στο εμπόριο σε διάφορες χωρητικότητες [11].



Εικόνα 1.10: Συνδεσμολογία μπαταρίας.

1. Συσσωρευτές Μολύβδου / Οξέος (Pb/acid)

Οι συγκεκριμένοι συσσωρευτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Συσσωρευτές "ανοιχτού τύπου" (Open)
- Συσσωρευτές "κλειστού τύπου" (Sealed) με βαλβίδα υπερπίεσης.
- Συσσωρευτές "κλειστού τύπου" (Vented) με αναπνοή.

Η ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών (Pb/acid) εκφράζεται ως εξής:

$$CN = I_{DISC} * t_{DISC}$$

Όπου:

- EN: Η ονομαστική χωρητικότητα του συσσωρευτή (Ah)
- I_{DISC} : Η μέση τιμή της έντασης του ρεύματος εκφόρτισης (A)
- t_{DISC} : Ο χρόνος εκφόρτισης (h)

Η Ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί σε έναν συσσωρευτή είναι:

$$E_N = U * C_N$$

Όπου:

- E_N : Η αποθηκευμένη ενέργεια του συσσωρευτή (Wh)
- U : Η τάση του συσσωρευτή (V)
- C_N : Η ονομαστική χωρητικότητα του συσσωρευτή (Ah)

Ο ρυθμός φόρτισης ή εκφόρτισης ενός συσσωρευτή εκφράζεται ως εξής:

$$R_{DISC} = \frac{C_N}{t_{DISC}}$$

Όπου:

- R_{DISC} : Ο ρυθμός φόρτισης ή εκφόρτισης ενός συσσωρευτή (A)
- C_N : Η ονομαστική χωρητικότητα του συσσωρευτή (Ah)
- t_{DISC} : Ο χρόνος εκφόρτισης (h)

Η διαθέσιμη χωρητικότητα δίνεται από τη σχέση:

$$C = (DOD_L) * C_N$$

Όπου:

- C : Η διαθέσιμη χωρητικότητα του συσσωρευτή (Ah)
- DOD_L : Το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης (%)
- C_N : Η ονομαστική χωρητικότητα του συσσωρευτή (Ah)

2. Συσσωρευτές Νικελίου / Καδμίου (Ni/Cd)

Πλεονεκτήματα συσσωρευτών (Ni/Cd) σε σχέση με τους συσσωρευτές (Pd/acid):

- Είναι απόλυτα ανθεκτικοί σε ηλεκτρικές και μηχανικές καταπόνησεις.
- Έχουν μεγάλη ικανότητα εκτέλεσης πολλών κύκλων φόρτισης –εκφόρτισης.
- Έχουν άριστη συγκράτηση φορτίου.
- Παρέχουν μεγάλη διάρκεια αποθήκευσης.
- Μπορούν να λειτουργήσουν σε ευρύ θερμοκρασιακό φάσμα.
- Η χωρητικότητα τους είναι λιγότερο ευάλωτη στις μεταβολές της θερμοκρασίας και του ρυθμού φόρτισης – εκφόρτισης.
- Απαιτούν χαμηλή συντήρηση.
- Αντέχουν σε βαθιές εκφορτίσεις με DOD =90%.

Μειονεκτήματα συσσωρευτών (Ni/Cd) σε σχέση με τους συσσωρευτές (Pd/acid):

- Απαιτούν 20-30% περισσότερη ενέργεια επαναφορτίσεως από τους ισοδύναμους (Pd/acid).
- Απαιτούν συγκεκριμένες και εν γένει υψηλές τιμές τάσεως και ρεύματος φόρτισης.
- Έχουν υψηλό κόστος αγοράς.
- Εμφανίζουν μικρότερο βαθμό απόδοσης.

1.3.4. Μετρητής Συστήματος (System Meter)

Ο Μετρητής Συστήματος μπορεί να μετρήσει και να εμφανίσει πολλές διαφορετικές πτυχές του της απόδοσης και της κατάστασης του συστήματος μικρής ανεμογεννήτριας-καταναλωτή, δηλαδή πόσο πλήρης είναι η μπαταρία, πόση ηλεκτρική ενέργεια παράγει ή παρήγαγε η ανεμογεννήτρια και πόση ηλεκτρική ενέργεια είναι σε χρήση. Το σύστημα είναι δυνατόν να λειτουργήσει και χωρίς τον Μετρητή Συστήματος αλλά για εγκαταστάσεις μεγάλου κόστους είναι χρήσιμος να υπάρχει ώστε να υπάρχει και έλεγχος στην εγκατάσταση.



Σχήμα 1.11: Μετρητής Συστήματος (System Meter).

1.3.5. Ανορθωτής (Inverter)

Ο ανορθωτής μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) που αποθηκεύουν οι μπαταρίες σε εναλλασσόμενο (AC) διότι τα σπίτια και οι συσκευές λειτουργούν όλες με εναλλασσόμενο ρεύμα. Παράλληλα ρυθμίζει τη συχνότητα και την σταθεροποιεί στα 50 Hz γιατί το ρεύμα δεν έχει σταθερή συχνότητα όταν παράγεται από την ανεμογεννήτρια, οπότε είτε τροφοδοτεί την αντίστοιχη εγκατάσταση με ρεύμα σταθερής συχνότητας, είτε την στέλνει στο δίκτυο.

Οι ανορθωτές είναι σχεδιασμένοι σε δύο κατηγορίες, αυτούς που λειτουργούν με μπαταρίες και αυτούς που λειτουργούν χωρίς μπαταρίες ανεξάρτητα με τον αν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο ή όχι. Αυτοί που είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν με μπαταρίες έχουν ένα φορτιστή, ο οποίος φορτίζει τις μπαταρίες είτε με ρεύμα από το δίκτυο, είτε με ρεύμα που παράγεται από ντιζελογεννήτρια.

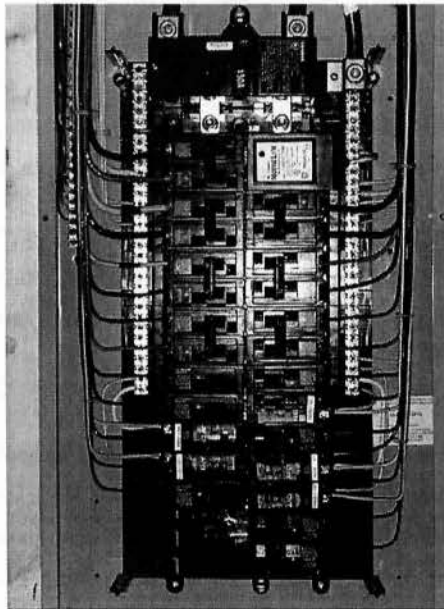


Σχήμα 1.12: Ανορθωτής (Inverter).

1.3.6. Ηλεκτρικός Πίνακας

Ο ηλεκτρικός πίνακας είναι ένα σημείο που όλες οι ηλεκτρικές καλωδιώσεις του σπιτιού συναντιούνται με τον πάροχο της ηλεκτρικής ενέργειας, είτε αυτός είναι το δίκτυο, είτε είναι η ανεμογεννήτρια. Συνήθως ο ηλεκτρικός πίνακας βρίσκεται σε ένα βοηθητικό δωμάτιο, στο γκαράζ, στο υπόγειο ή στο εξωτερικό του κτιρίου. Περιέχει μια σειρά από διακόπτες με ετικέτες οι οποίοι διακόπτουν το ρεύμα από το κάθε δωμάτιο του κτιρίου για συντήρηση είτε για να αποτρέψουν την καλωδίωση του κτιρίου από τη πυρκαγιά.

Ακριβώς όπως όλα δωμάτια του κτιρίου καταλήγουν στον ηλεκτρικό πίνακα, έτσι κι ο Inverter πρέπει να αποδώσει την ηλεκτρική του ισχύ σε ένα διακόπτη εναλλασσόμενου ρεύματος του ηλεκτρικού πίνακα. Αυτό επιτρέπει στον Inverter να αποσυνδεθεί από το δίκτυο ή από το καταναλωτή σε περίπτωση συντήρησης ή για λόγους ασφάλειας.



Σχήμα 1.13: Ηλεκτρικός πίνακας.

1.3.7. Μετρητής kWh

Τα σπίτια τα οποία έχουν σύστημα με μικρή ανεμογεννήτρια και είναι ταυτόχρονα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο πρέπει να έχουν έναν αμφίδρομο μετρητή κιλοβατώρας (kWh) ώστε να μετράει πόση ενέργεια καταναλώνει η εγκατάσταση παίρνοντας ρεύμα από το δίκτυο και πόση παράγεται από την ανεμογεννήτρια. Έτσι στο τέλος μετρώντας την τιμή κιλοβατώρας επί πόσες κιλοβατώρες έχει παράγει το σύστημα και αντίστοιχα το ίδιο για πόσες καταναλώνει από το δίκτυο και αφαιρώντας τις δύο τιμές, μπορεί ο καταναλωτής να έχει μια έκπτωση ή ένα κέρδος στο λογαριασμό του.



Σχήμα 1.14: Αμφίδρομος Μετρητής kWh.

2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία περιγραφή των κυριότερων στοιχείων που χαρακτηρίζουν μία μικρή ανεμογεννήτρια. Επιπλέον αναφέρονται τα βασικότερα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία είναι δυνατό να κατηγοριοποιηθούν.

2.1. Τύποι μικρών ανεμογεννητριών

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις που έχουν σα σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια, δηλαδή σε οποιαδήποτε εύχρηστη μορφή ενέργειας, άμεσα απολήψιμης από τον άνθρωπο.

Οι επικρατέστεροι τύποι μικρών ανεμογεννητριών [12] ταξινομούνται σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι είναι οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα.

2.1.1. Μηχανές οριζοντίου άξονα (Horizontal Axis Wind Turbines-HAWTs)

Οι μικρές ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν τον άξονά τους παράλληλο προς τη κατεύθυνση του ανέμου (head on) δηλαδή μοιάζουν με ένα ανεμόμυλο, με πτερύγια που μοιάζουν με έλικα που περιστρέφονται σε οριζόντιο άξονα. Έχουν επίσης το κύριο στροφείο του άξονα, μια ηλεκτρογεννήτρια στην κορυφή ενός πύργου και μια ουρά που λειτουργεί σαν ανεμοδείκτης. Δεδομένου ότι ο πύργος δημιουργεί αναταραχές στην ροή του ανέμου η ανεμογεννήτριες είναι στραμμένες ανάντι του ανέμου. Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των εγκατεστημένων μηχανών είναι αυτό του οριζοντίου άξονα με τρία πτερύγια (90% περίπου παγκοσμίως), οπότε στη παρούσα πτυχιακή θα δοθεί μεγαλύτερη έμφαση σε αυτού του τύπου της μηχανές.



Εικόνα 2.1: Τριπτέρυγη μικρή ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα.

Πλεονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα:

- Ο ψηλός πύργος στήριξης δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης σε ανέμους με υψηλότερη ταχύτητα.
- Υψηλή απόδοση αφού τα πτερύγια κινούνται πάντα κάθετα προς τον άνεμο.

Μειονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα:

- Γερή κατασκευή πύργου εφόσον ο πύργος σηκώνει μεγάλο βάρος με αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος.
- Δύσκολη πρόσβαση στο κέλυφος της ανεμογεννήτριας.
- Δημιουργείται η λανθασμένη αντίληψη ότι χαλάει η αισθητική του τοπίου.
- Απαιτούν σύστημα yaw ώστε να ακολουθούν τη ροή του ανέμου με τη βοήθεια της ουράς ή ακόμα να την αποφεύγουν σε περίπτωση δυνατών ταχυτήτων.

2.1.2. Μηχανές κατακόρυφου άξονα (Vertical Axis Wind Turbines-VAWTs)

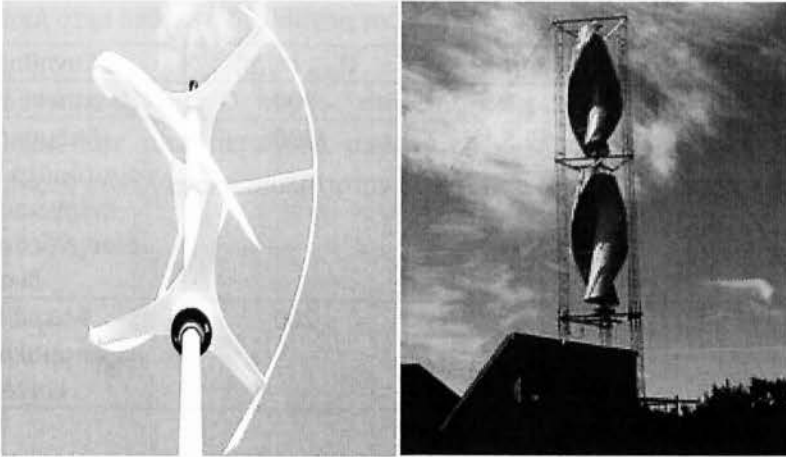
Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα έχουν το κύριο στροφέιο άξονα τοποθετημένα κάθετα. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της ρύθμισης είναι ότι η ανεμογεννήτρια δεν χρειάζεται να προσανατολίζεται προς τον άνεμο. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα σε χώρους όπου η κατεύθυνση του ανέμου είναι ιδιαίτερα μεταβλητή. Έτσι με ένα κατακόρυφο άξονα και μια ηλεκτρογεννήτρια μπορεί να τοποθετηθεί πιο κοντά στο έδαφος ώστε να είναι πιο εύκολη η συντήρηση. Το κύριο μειονέκτημα αυτών των μηχανών είναι ότι δημιουργεί μεγάλη οπισθέλκουσα όταν περιστρέφεται.

Επειδή είναι δύσκολο να τοποθετηθεί ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα σε ψηλό πύργο στήριξης, συνήθως τοποθετούνται πιο κοντά στη βάση η οποία μπορεί να είναι το έδαφος ή η ταράτσα ενός σπιτιού. Επειδή όμως η ταχύτητα του ανέμου είναι χαμηλότερη κοντά στο έδαφος η παραγόμενη ισχύς θα είναι μικρότερη και παράλληλα επειδή υπάρχουν αντικείμενα μπορεί να δημιουργήσουν τυρβώδη ροή που με τη σειρά της

μπορεί να δημιουργήσει κραδασμούς, θόρυβο και προβλήματα που θα ελαττώσουν τη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας.

Υπάρχουν δύο κύρια είδη ανεμογεννητριών καθέτου άξονα:

1. Οι ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus
2. Οι ανεμογεννήτριες τύπου Savonius



Εικόνα 2.2: Μικρές ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus και Savonius.

Πλεονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών καθέτου άξονα:

- Δεν χρειάζονται μηχανισμούς yaw.
- Βρίσκονται πιο κοντά στο έδαφος και μπορεί εύκολα να γίνει συντήρηση.
- Έχουν χαμηλότερες ταχύτητες εκκίνησης.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές όπως στέγες σπιτιών όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι αυξημένη.

Μειονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών καθέτου άξονα:

- Έχουν μειωμένη μέση απόδοση εξ' αιτίας της αυξημένης οπισθέλκουσας.
- Τοποθετούνται κοντά στο έδαφος όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι χαμηλότερη.
- Είναι μη αξιόπιστες λόγω των προβλημάτων που παρουσιάζουν.

2.2. Κατηγοριοποίηση μικρών ανεμογεννητριών ανάλογα με τη παραγόμενη ισχύ

Στο Πίνακα 2.1 μπορεί κανείς να δει σε ποια από τις τρεις κατηγορίες κατατάσσεται μια μικρή Α/Γ ανάλογα με την ονομαστική ισχύ της, καθώς και κάποιες συνήθεις χρήσεις της.

Κατηγορία	P (kW)	R (m)	Ω_{\max} (rpm)	Συνήθης Χρήση
Pico	<0,5	1,5	700	Ηλεκτρικοί φράχτες, Γιοτ
Micro	0,5-5	2,5	400	Απομακρυσμένα συστήματα παραγωγής ενέργειας, Χρήστες διασυνδεδεμένοι με το δίκτυο
Mini	5-50	5	200	Μικρά δίκτυα, απομακρυσμένες κοινότητες

Πίνακας 2.1: Κατηγοριοποίηση ανάλογα με την ισχύ.

2.3. Βασικά μέρη μικρών ανεμογεννητριών

Τα βασικά μέρη των μικρών ανεμογεννητριών εν συντομία είναι τα εξής:

1. **Η πτερωτή:** Η πτερωτή στις μικρές ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα συνήθως αποτελείται από τρία πτερύγια, τα οποία εκμεταλλεύονται τη κινητική ενέργεια του ανέμου και περιστρέφονται.
2. **Η πλήμνη:** Η πλήμνη αποτελεί το δεύτερο συστατικό της πτερωτής (δρομέας) και περιλαμβάνει εκείνο το μέρος της ανεμογεννήτριας πάνω στο οποίο προσαρμόζονται τα πτερύγια. Η τελική της μορφή εξαρτάται τόσο από το είδος της πτερωτής όσο και από τους επιθυμητούς βαθμούς ελευθερίας στη θέση σύνδεσης των πτερυγίων.
3. **Ο άξονας:** Ο άξονας της ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται έτσι ώστε να δύναται να μεταφέρει ισχυρές μη μόνιμες στρεπτικές και καμπτικές ροπές, ενώ η έδρασή του γίνεται συνήθως με δύο ένσφαιρα έδρανα ικανά να παραλαμβάνουν τόσο το βάρος του άξονα όσο και τα εξασκούμενα φορτία.

4. **Το κέλυφος:** Για τη προστασία των τμημάτων της ανεμογεννήτριας από τις καιρικές συνθήκες χρησιμοποιείται ειδικό κέλυφος που στη περιοχή της πλήμνης πρέπει να έχει αεροδυναμική μορφή και παράλληλα αντιδιαβρωτική προστασία.
5. **Η γεννήτρια:** Η ηλεκτρογεννήτρια χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.
6. **Η ουρά:** Η ουρά της ανεμογεννήτριας χρησιμοποιείται για να προσανατολίζει τη πτερωτή στην ανάλογη διεύθυνση του ανέμου.
7. **Ο πύργος στήριξης:** Ο πύργος στήριξης αποτελείται είτε από ένα μεταλλικό δικτύωμα είτε από μεταλλικό σωλήνα, ο οποίος στηρίζει όλη τη παραπάνω κατασκευή στο ελάχιστο τουλάχιστον ύψος όπου είναι η διάμετρος της πτερωτής.

2.3.1. Υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή

Στο παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 2.2) μπορούμε να δούμε τα υλικά από τα οποία κατασκευάζεται το κάθε εξάρτημα της ανεμογεννήτριας καθώς και το ποσοστό τους κατά βάρος.[13]

Υλικό/Συστατικό (% κατά βάρος)	Άξονας	Πτερύγια	Γεννήτρια	Πύργος
Μαγνητικά Υλικά			(50)	
Προεντεταμένο Σκυρόδεμα				2
Χάλυβα	(95)-100	5	(20)-65	98
Αλουμίνιο	(5)			(2)
Χαλκός			(30)-35	
Ενισχυμένο πλαστικό με ίνες γυαλιού		95		
Ξύλο		(95)		
Ενισχυμένο πλαστικό με ανθρακόνημα		(95)		

Πίνακας 2.2: Υλικά κατασκευής εξαρτημάτων Α/Γ.

Οι αριθμοί στις παρενθέσεις υποδηλώνουν κάποιο πιθανό ποσοστό υλικού, κατά βάρος, που θα μπορούσαν να αποτελούνται τα συγκεκριμένα εξαρτήματα. Οι αριθμοί εκτός παρένθεσης είναι το σύνηθες ποσοστό που αποτελούνται τα εξαρτήματα.

2.4. Αεροδυναμική Σχεδίαση Πτερυγίων

Η σχεδίαση των ελίκων μέχρι το 1870 περίπου ήταν ημιεμπειρική, οπότε και εμφανίστηκε η πρώτη συστηματική θεωρία αεροδυναμικής σχεδίασης από τους Rankine, Froude και Betz. Η θεωρία αυτή, γνωστή και ως θεωρία του δίσκου ενέργειας, χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα είτε στην σχεδίαση είτε στην πρόβλεψη της αεροδυναμικής απόδοσης των ελίκων.

2.4.1. Θεωρία του δίσκου ενέργειας

Σύμφωνα με τη θεωρία του δίσκου ενέργειας [14] ο μηχανισμός δέσμωσης της κινητικής ενέργειας του ανέμου από το δρομέα του ανεμοκινητήρα θεωρείται ιδανικός δηλαδή άνευ απωλειών σύμφωνα με κάποιες παραδοχές και ο δε δρομέας εξετάζεται ως «μαύρο κουτί» δια μέσου του οποίου περνάει ο αέρας που υφίσταται μεταβολή της ενέργειας του, μεταβολή που ουσιαστικά εκφράζεται με τη πτώση της στατικής πίεσης. Επιπλέον ο δρομέας θεωρείται ως δίσκος που ενεργεί πάνω στο ρευστό, εξ'ού και η ονομασία του ως «δίσκος ενέργειας». Ο αέρας από πολύ μακριά ανάντι από το δίσκο έχει στατική πίεση P και πλησιάζει το δίσκο με τη ταχύτητα U . Ο δίσκος αφαιρεί ενέργεια από τον αέρα και συνεπώς πολύ μακριά κατάντι από το δίσκο όπου η πίεση του αέρα θα έχει αποκατασταθεί στην πίεση περιβάλλοντος P , η ταχύτητα του ανέμου V θα είναι μικρότερη από την U , $V < U$. Για τη μελέτη του αεροδυναμικού πεδίου γύρω από το δίσκο εφαρμόζονται οι γνωστοί νόμοι της μηχανικής ρευστών και συγκεκριμένα:

- Η εξίσωση Διατήρησης της Μάζας
- Η εξίσωση Διατήρησης της Ορμής
- Ενεργειακός Ισολογισμός
- Η εξίσωση της Ροπής της Ορμής

Επιπλέον μια ακόμα σημαντική παράμετρος που χαρακτηρίζει τη ροή του αέρα, είναι ο αριθμός Reynolds ο οποίος ορίζεται ως:

$$Re = \frac{V L}{\nu}$$

Όπου:

- V : Η ταχύτητα του ρευστού (m/sec).
- L : Ένα χαρακτηριστικό μήκος του σώματος, συνήθως το μήκος της χορδής της αεροτομής του πτερυγίου (m).
- ν : Το κινηματικό ιξώδες (m^2/sec).

Όπως φαίνεται από φυσικής πλευράς, ο Re εκφράζει ένα μέτρο μεταξύ των αδρανειακών δυνάμεων και των δυνάμεων συνεκτικότητας. Έτσι μικροί αριθμοί Reynolds, σημαίνουν ροή στην οποία υπερέχουν οι δυνάμεις συνεκτικότητας, ενώ μεγάλοι αριθμοί Reynolds, ροή στην οποία υπερέχουν οι αδρανειακές δυνάμεις. Η πρώτη περίπτωση (Re

πολύ μικρό) συμβαίνει όταν μελετάμε σώματα πολύ μικρών διαστάσεων ή μικρών ταχυτήτων και που το ρευστό έχει μεγάλο κινηματικό ιξώδες. Ιδιαίτερη σπουδαιότητα όμως έχει η δεύτερη περίπτωση των μεγάλων αριθμών Reynolds, η οποία έχει πολλές τεχνικές εφαρμογές, ιδιαίτερα σε προβλήματα τεχνικής της πτήσης ενός αεροπλάνου, και τούτο διότι αυτή συμβαίνει σε ρευστά με πολύ μικρό κινηματικό ιξώδες ν (νερό και αέρα) και σε σώματα που οι διαστάσεις τους και οι ταχύτητες τους είναι μεγάλες. Αναφέρεται ότι η επίδραση του αριθμού Reynolds στη ροή γύρω από σώματα είναι καθοριστική για τη μορφή της ροής γύρω από αυτό. Από διάφορα πειράματα που είχαν γίνει, διαπιστώσαμε ότι όταν αυξάνεται ο αριθμός Reynolds έχουμε μετάπτωση της ροής από στρωτή σε τυρβώδη. Η τιμή του αριθμού Reynolds, στην οποία συμβαίνει, αυτή η μετάπτωση χαρακτηρίζει το κρίσιμο αριθμό Reynolds (Re_{cr}) και που για τη περίπτωση ροής μέσα σε σωλήνες έχει τη τιμή $Re_{cr}=2300$.

Διατήρηση μάζας

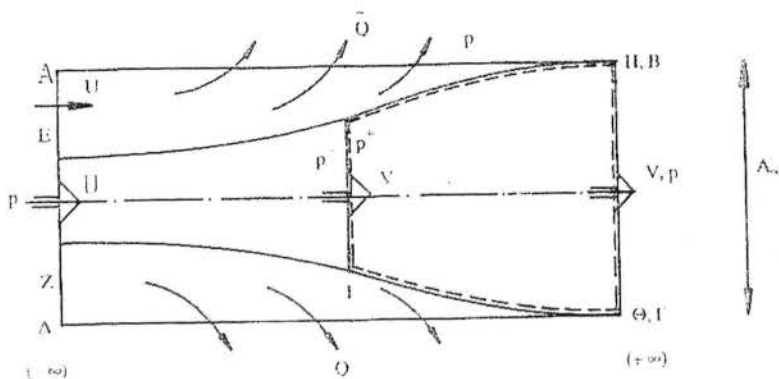
Η μάζα που ρέει στο ροϊκό σωλήνα διατηρείται σταθερή και ίση με:

$$\dot{m} = \rho A \delta V_s$$

Όπου ρ η πυκνότητα του ρευστού, $A\delta$, η διατομή του ροϊκού σωλήνα πάνω στο δίσκο (επιφάνεια δίσκου) και V_s η ταχύτητα του ρευστού δια μέσου του δίσκου.

Διατήρηση της ορμής

Το θεώρημα διατήρησης της ορμής εφαρμόζεται σε κυλινδρικό όγκο ελέγχου ΑΒΓΔ, όπου όγκο ελέγχου (control volume) ορίζουμε ένα κύλινδρο ο οποίος έχει ακτίνα πολύ μεγαλύτερη από την ακτίνα της πτερωτής της ανεμογεννήτριας, ο οποίος περιβάλλει το ροϊκό σωλήνα ΕΖΗΘ. Η παράπλευρη επιφάνεια του κυλίνδρου (ΑΒ-ΓΔ) τοποθετείται πολύ μακριά από το δίσκο ώστε εκεί η στατική πίεση του ρευστού να είναι ίση με την πίεση περιβάλλοντος, δηλαδή την ατμοσφαιρική.



Εικόνα 2.2: Επιφάνεια ελέγχου.

Το ρευστό εισέρχεται στον όγκο ισολογισμού με αξονική ταχύτητα ίση με U . Εφαρμόζοντας το θεώρημα διατήρησης της ορμής, δηλαδή η ώση ισούται με την εν θέσει μεταβολή της ροής της ορμής προκύπτει ότι

$$T = \dot{m} (U - V)$$

Όπου:

- \dot{m} = Ροή μάζας (Kg/sec)
- U = Ταχύτητα εισόδου (m/sec)
- V = Ταχύτητα εξόδου (m/sec)

(η θετική τιμή της ωστικής δύναμης T , επειδή $U > V$, δηλώνει ότι το ρευστό εξασκεί πάνω στο δρομέα δύναμη προς τη κατεύθυνση της κίνησης του ανέμου που συμπίπτει με τη θετική φορά του άξονα των x)

Ενεργειακός ισολογισμός

Στο ροϊκό σωλήνα υπάρχει διατήρηση ενέργειας του ρευστού (εξίσωση Bernoulli) στους δύο ανεξάρτητους υποχώρους πριν και μετά το δίσκο όχι όμως και μεταξύ των δύο υποχώρων γιατί ο δίσκος αφαιρεί ενέργεια από το ρευστό.

Έτσι μετά από εκτέλεση πράξεων έχει αποδειχθεί ότι:

$$P = T V_s$$

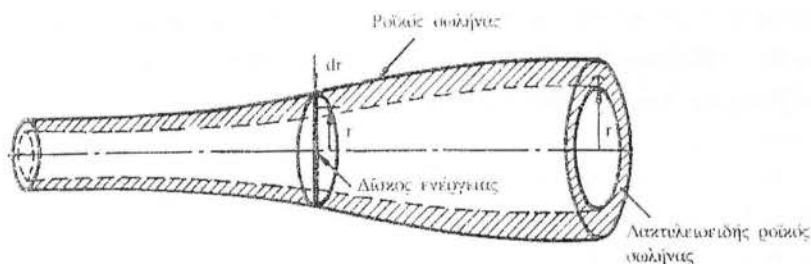
Η παραπάνω σχέση δηλώνει ότι η ισχύς που δεσμεύεται από την ανεμογεννήτρια ισούται με την ώση που το ρευστό εξασκεί πάνω στο δίσκο επί την ταχύτητα ολίσθησης του ανέμου πάνω στο δίσκο.

Θεώρημα της ροπής της ορμής

Το θεώρημα της ροπής της ορμής εκφράζει ότι η μεταβολή της εν θέσει ροπής της ορμής του ρευστού που διέρχεται διά μέσου του όγκου ισολογισμού ισούται με τη ροπή των εξωτερικών δυνάμεων.

Η προηγούμενη μονοδιάστατη ανάλυση των ισολογισμών μάζας, ορμής, ενέργειας και ροπής στο ροϊκό σωλήνα εφαρμόζεται και σε δακτυλιοειδείς ροϊκούς σωλήνες πάχους Δr , όπως τέτοιος σωλήνας φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.

Με την εφαρμογή του θεωρήματος ροπής της ορμής προκύπτει ότι η ώση F_T ισούται με:



Εικόνα 2.3: Δακτυλαιοειδής ροϊκός σωλήνας πάχους dr και ακτίνας r .

Η εφαρμογή των νόμων διατήρησης οδηγεί σε συμπεράσματα ίδια με αυτά που ήδη προκύψαν με τη διαφορά ότι αυτά ισχύουν πλέον σε συγκεκριμένη ακτινική θέση. Επιτρέπεται έτσι η μεταβολή των λειτουργικών παραμέτρων πάνω στο δίσκο ενέργειας.

2.4.2. Αεροδυναμικές απώλειες πτερωτής

Το μέτρο των αεροδυναμικών απωλειών της πτερωτής είναι ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος « C_p ». Η θεωρητική μέγιστη τιμή του C_p καλείται όριο του Betz και έχει υπολογιστεί ότι παίρνει τιμή ίση με:

$$C_p \max = \frac{16}{27} = 0,593$$

Προκύπτει λοιπόν ότι ο βέλτιστος δρομέας, κάτω υπό ιδανικές συνθήκες λειτουργίας μπορεί να δεσμεύει μόνο το 59,3% της ισχύος του ανέμου. Το όριο αυτό είναι κατά κάποιον τρόπο ο μέγιστος βαθμός απόδοσης του συστήματος για ιδανική έλικα, ανάλογος με το βαθμό απόδοσης Carnot των θερμοδυναμικών κύκλων. Οι λόγοι, που σε ιδανική περίπτωση μπορεί να δεσμευτεί μόνο το 59,3% του ανέμου είναι οι εξής:

1. Ο αέρας που διαπερνά την πτερωτή μιας αιολικής μηχανής πρέπει να διαθέτει την απαραίτητη ταχύτητα, ώστε να απομακρύνεται από αυτή, βάσει του θεωρήματος διατήρησης της μάζας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα αξιόλογο μέρος της κινητικής ενέργειας του προσπίπτοντος επί της πτερωτής ανέμου να χάνεται με τη δέσμη διαφυγής του ανέμου.
2. Ένα μικρό ποσοστό της μάζας του αέρα, που θα διερχόταν από την επιφάνεια που καταλαμβάνει η πτερωτή, στην πραγματικότητα παρακάμπει την πτερωτή, λόγω της απόκλισης των γραμμών ροής που η πτερωτή επιβάλλει στο προσπίπτοντα άνεμο.
3. Ένα μικρό επίσης μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου παραμένει ανεκμετάλλευτο, δεδομένης της χρονικής υστέρησης προσανατολισμού της

πτερωτής στη διεύθυνση του ανέμου. Ακόμα και χρησιμοποιώντας σύγχρονα συστήματα προσανατολισμού ηλεκτρονικής βάσης, είναι αναπόφευκτη η απώλεια μέρους της ενέργειας του ανέμου.

Παράλληλα υπάρχουν και απώλειες ενέργειας λόγω τριβών μεταξύ ρευστού και πτερυγίων, όπου λόγω αυτών των απωλειών η τιμή του αεροδυναμικού συντελεστή ισχύος μειώνεται ακόμα περισσότερο με αποτέλεσμα να κυμαίνεται η τιμή του περίπου στο 35%. Τέτοιες απώλειες είναι:

- Απώλειες λόγω τριβών ρευστού και πτερυγίων (Απώλειες οριακού στρώματος)
- Απώλειες λειτουργίας εκτός σχεδιασμού των πτερυγίων (off-design loss)
- Απώλειες στροβιλισμού.

Έτσι η τελική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας ισούται με:

$$N_{ex} = C_p n \left(\frac{1}{2} \rho \frac{\pi}{4} D^2 V^3 \right)$$

Όπου:

- N_{ex} : Τελική ισχύς εξόδου της εγκατάστασης (Watt)
- C_p : Αεροδυναμικός βαθμός απόδοσης
- η : Ηλεκτρομηχανολογικός βαθμός απόδοσης
- ρ : Πυκνότητα αέρα (kg/m^3)
- D : Διάμετρος της πτερωτής της ανεμογεννήτριας (m)
- V : Η ταχύτητα του αέρα (m/sec)

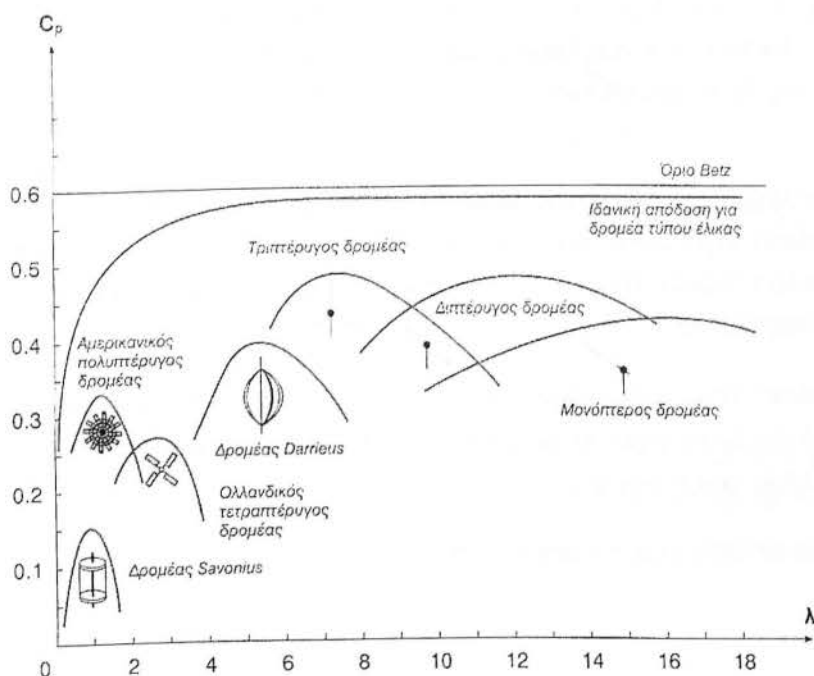
2.4.3. Παράμετρος περιστροφής (λ)

Μια σημαντική παράμετρος για τη λειτουργία των αιολικών μηχανών είναι η παράμετρος περιστροφής λ , όπου μπορούμε με αυτήν να κατατάξουμε τις ανεμογεννήτριες σε πολύστροφες ή αργόστροφες ανάλογα με το αν είναι μεγάλο ή μικρό το βέλτιστο λ_{opt} αντίστοιχα. Για τις μικρές ανεμογεννήτριες αυτή η παράμετρος έχει μεγάλες τιμές της τάξης του δέκα. Η παράμετρος περιστροφής δίνεται από το τύπο:

$$\lambda = \frac{\pi D n}{60 V}$$

Όπου:

- D : η διάμετρος της πτερωτής (m)
- n : ο αριθμός στροφών (rpm)
- V : η ταχύτητα του ανέμου (m/s)

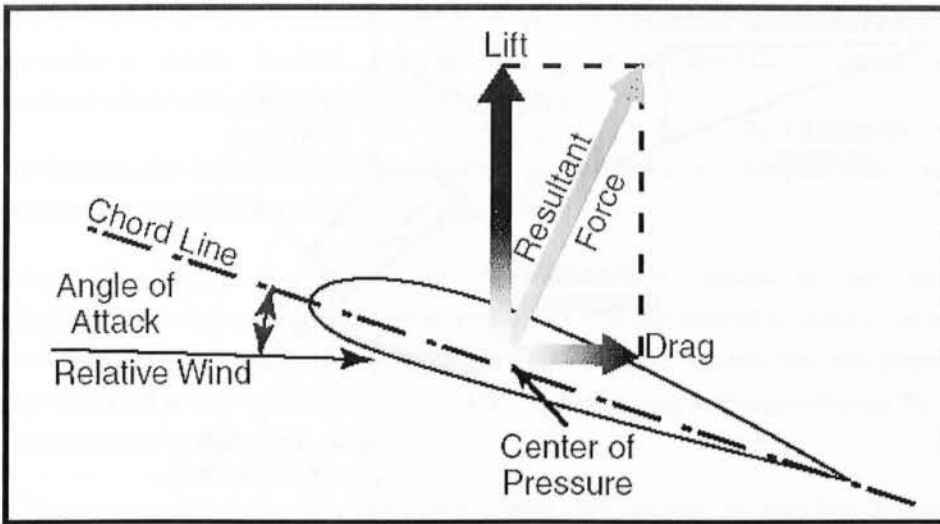


Εικόνα 2.4: Καμπύλες αεροδυναμικής απόδοσης (C_p - λ) πτερωτών Α/Γ.

2.4.4. Αεροτομή πτερυγίου

Ο σχεδιασμός του πτερυγίου της αεροτομής βασίζεται στην αρχή του Bernoulli που ορίζει πως η ενέργεια ενός ρευστού παραμένει σταθερή. Σε περίπτωση που αυξηθεί η πίεση ενός ρευστού η ταχύτητα ελαττώνεται ενώ αν αυξηθεί η ταχύτητα μειώνεται η πίεση.

Έτσι ένα πτερύγιο σχεδιάζεται με βάση αυτό το συσχετισμό με τη ροή του αέρα να επιταχύνεται πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια του πτερυγίου, καθώς μειώνεται η πίεση του. Έτσι χάρη στη ροή του αέρα πάνω στην αεροτομή δημιουργούνται δύο δυνάμεις που ονομάζονται άντωση και οπισθέλκουσα. Η άντωση F_L είναι δύναμη κάθετη προς τη κίνηση. Επιπλέον κάθε σώμα που δέχεται δύναμη αντήσεως βρίσκεται αντιμέτωπο και με μια άλλη δύναμη, η οποία αντιτίθεται στη κίνηση και είναι παράλληλη στη ροή, την οπισθέλκουσα F_D .



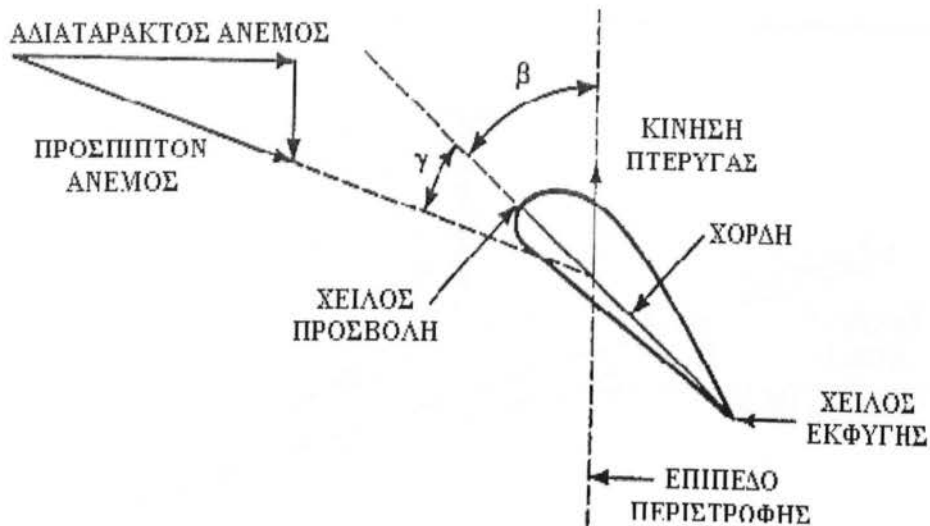
Εικόνα 2.5: Άντωση, οπισθέλκουσα και συνισταμένη δύναμη σε αεροτομή.

Η αδιάστατη μορφή των δυνάμεων άντωσης και οπισθέλκουσας συνηθίζεται να εκπροσωπείται από τους συντελεστές άντωσης C_L και οπισθέλκουσας C_D , όπου:

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2} A \rho U_\infty^2}$$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} A \rho U_\infty^2}$$

Σημαντική παράμετρος του πτερυγίου είναι η γωνία βήματος β (pitch angle) όπου σχηματίζεται μεταξύ της χορδής της αεροτομής και του επιπέδου περιστροφής. Χορδή είναι το ευθύγραμμο τμήμα όπου συνδέει το χείλος προσβολής και το χείλος εκφυγής μιας αεροτομής. Το επίπεδο περιστροφής είναι το επίπεδο εκείνο όπου περιστρέφεται ο δρομέας της Α/Γ. Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς επιτυγχάνεται όταν η διεύθυνση του ανέμου είναι κάθετη προς το επίπεδο αυτό. Η γωνία βήματος β είναι σταθερή και εξαρτάται από τον προσανατολισμό του πτερυγίου. Η γωνία πρόσπτωσης γ (angle of attack) ενώνει την χορδή της αεροτομής με την κατεύθυνση του ανέμου ή την ουσιαστική κατεύθυνση της ροής του αέρα.



Εικόνα 2.6: Γωνία βήματος και γωνία προσβολής πτερυγίου.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι αεροτομές είναι τυποποιημένες σύμφωνα με το σύστημα της NASA [15] το οποίο αναπτύχθηκε στην Αμερική και περιλαμβάνει δύο κυρίως τρόπους ταξινόμησης των αεροτομών, των τετραψήφιο και τον πενταψήφιο.

2.5. Κατηγορίες Γεννητριών

Παλαιότερα οι μικρές ανεμογεννήτριες όπως η διάσημη μηχανή Jacobs από τις ΗΠΑ χρησιμοποιούσαν γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Η σύγχρονη πρακτική χρησιμοποιεί τριφασικές γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη (permanent magnet generators-pmg), με γεννήτριες επαγωγής. Ένας αυξανόμενος αριθμός από αυτές τις γεννήτριες γίνεται ειδικά για τις μικρές ανεμογεννήτριες. Πολλές από αυτές προέρχονται από τη Κίνα η οποία έχει τα περισσότερα κοιτάσματα στον κόσμο από μαγνητικά υλικά, που χρειάζονται για την κατασκευή τους. [16]

Αυτή η αλλαγή υποκινήθηκε από τη ζήτηση των καταναλωτών καθώς είναι περισσότερα τα προϊόντα χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ρεύμα παρά συνεχές. Σχεδόν όλες οι νέες γεννήτριες είναι τριφασικές καθώς αυτό αυξάνει την αναλογία ισχύος προς βάρος και παράγει μια πιο σταθερή ροπή του άξονα σε σχέση με αυτή των λιγότερων φάσεων. Ακόμη και για διασυνδεδεμένες στο δίκτυο, μικρές ανεμογεννήτριες είναι συνηθισμένο να διορθωθεί η διαφορετική συχνότητα και τάση της γεννήτριας και στη συνέχεια να αντιστραφεί και να παραχθεί εναλλασσόμενο ρεύμα συνεχούς τάσης και συχνότητας. Αυτό έχει καταστεί δυνατό λόγω της μείωσης του κόστους και της αύξησης της ικανότητας των σύγχρονων μετατροπέων (inverters). Συνήθως αυτή η μετατροπή συνδυάζεται με τον εντοπισμό του σημείου μέγιστης ισχύος (maximum power point tracking-mppt), η οποία έχει ως στόχο να ταιριάζει με την έξοδο της γεννήτριας ισχύος ως τα χαρακτηριστικά των πτερυγίων, έτσι ώστε να εξαχθεί η μέγιστη δυνατή ενέργεια από

τον άνεμο. Το MPPT τείνει να γίνει πρότυπο για τις κατηγορίες μεγαλύτερες από τις ανεμογεννήτριες micro. Πολλές ανεμογεννήτριες micro φορτίζουν μπαταρίες και χρησιμοποιούν ένα πολύ απλούστερο σύστημα ελέγχου.

Μια άλλη πιο πρόσφατη καινοτομία είναι να συνδυάζει τον ελεγκτή (controller) και τον μετατροπέα (inverter) για τη σύνδεση στο δίκτυο.

Το φιλτράρισμα χρησιμοποιείται συχνά για να μειώσουν την αρμονική παραμόρφωση της ισχύος που παρέχεται στο δίκτυο. Ο μετατροπέας πρέπει να ελέγχει επίσης το συντελεστή ισχύος, και να επιβλέπει την ασφαλή παύση της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, αν το δίκτυο "χαθεί". Επιπλέον, η έξοδος της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να συγχρονιστεί με το δίκτυο.

Είναι επίσης κοινό για τον ελεγκτή της ανεμογεννήτριας να έχει ένα σημαντικό ή αποκλειστικό ρόλο στην προστασία από την υπερβολική ταχύτητα. Για παράδειγμα η ανεμογεννήτρια Skystream 2,4KW χρησιμοποιεί το βραχυκύκλωμα της γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη αντί του αεροδυναμικού ελέγχου (pitch control). Όπως με όλες τις μορφές προστασίας από την υπερβολική ταχύτητα ενδέχεται να υπάρξει πρόβλημα με το να βραχυκυκλωθεί η έξοδος. Το ρεύμα ή η θερμότητα που παράγεται μπορεί να απομαγνητίσει το μαγνήτη ή να κάψει τα τυλίγματα.



Εικόνα 2.7: Ανεμογεννήτρια Skystream 2,4 KW.

2.5.1. Γεννήτριες Μόνιμου Μαγνήτη (Permanent Magnet Generators)

Παρά τη κατάρρευση των DC γεννητριών αξίζει να τις αναφέρουμε εν συντομία. Είναι εύκολο να ελεγχθούν μέσω του ρεύματος και οι μικρές είναι φθηνές: ακόμα και ένα φορητό ηλεκτρικό τρυπάνι ή ο κινητήρας μια ηλεκτρικής σκούπας μπορούν να λειτουργήσουν σαν γεννήτρια συνεχούς ρεύματος. Εφόσον χρειάζονται ρεύμα για να παρέχουν μαγνητικό πεδίο, έχουν περισσότερες απώλειες από καλά σχεδιασμένες γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη και γενικά είναι λιγότερο αποτελεσματικές.

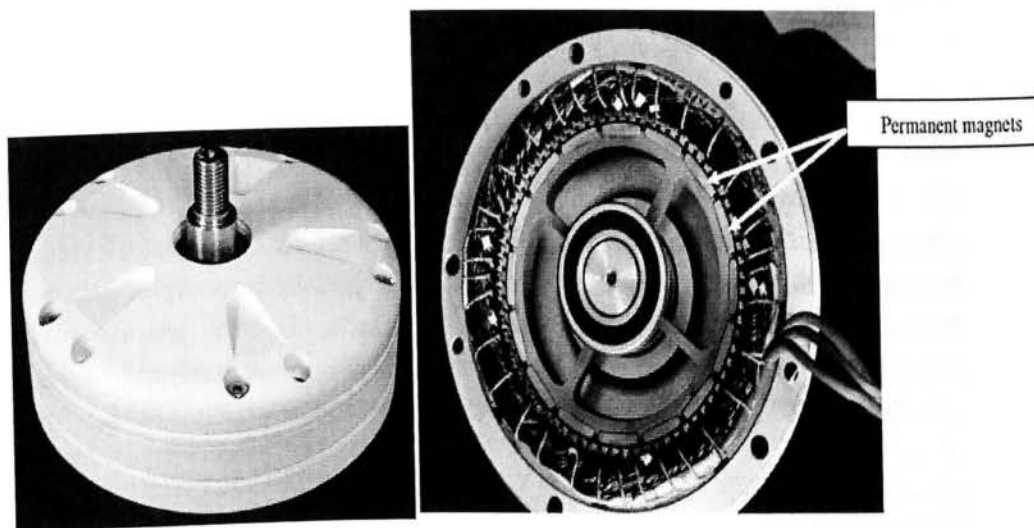
Η παρακάτω εικόνα δείχνει την πολύ απλή δομή ενός PMG, στην περίπτωση αυτή η Ginlong 500-A. Το στήριγμα των πτερυγίων είναι απευθείας βιδωμένο στον άξονα εισόδου. Εκτός ότι είναι πολύ απλές, οι γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη με πολλούς πόλους δουλεύουν αποτελεσματικά σε χαμηλές στροφές που σημαίνει ότι δε χρειάζονται κιβώτιο ταχυτήτων.

Οι μόνιμοι μαγνήτες συνδέονται με το ρότορα που περιστρέφεται στο εσωτερικό του στάτη που μεταφέρει τα τυλίγματα.

Μπορεί να εκτιμηθεί ότι η αποκόλληση των μαγνητών θα μπορούσε να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα και είναι δύσκολο να επισκευαστούν. Τουλάχιστον κάποιοι μαγνήτες από σπάνια κοιτάσματα (π.χ. NeFeB) μπορεί να καούν, αν η προστατευτική επικάλυψη ακουμπήσει μέρος του στάτη. Μερικοί ρότορες μόνιμου μαγνήτη διαθέτουν επένδυση από ίνες γυαλιού ή σίδηρο για να κρατήσει τους μαγνήτες. Όλες οι γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη πρέπει να έχουν μέγιστη ονομαστική ταχύτητα κάτω από το όριο το οποίο είναι εγγυημένο για να κρατήσει τους μαγνήτες στη θέση του για τη διάρκεια ζωής της γεννήτριας.

Η μέγιστη απόδοση της γεννήτριας γίνεται κανονικά σε υψηλότερη τάση της (που σημαίνει ονομαστικής ταχύτητα, ή υψηλότερα), διότι για την ίδια απόδοση ισχύος, το ρεύμα της γεννήτριας είναι λιγότερο. Οι απώλειες αγωγιμότητας ή χαλκού αυξάνονται με την αύξηση του ρεύματος της γεννήτριας επειδή τα καλώδια θερμαίνονται περισσότερο. Υπάρχουν επίσης απώλειες σιδήρου από τη γεννήτρια επειδή μαγνητίζεται και απομαγνητίζεται σε κάθε στροφή. Αυτές οι απώλειες εξαρτώνται από την ένταση του μαγνητικού πεδίου και την ταχύτητα της γεννήτριας.

Μια γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη που λειτουργεί σε σταθερές στροφές ανά λεπτό παράγει μέγιστη ισχύ όταν η αντίσταση του φορτίου ταιριάζει με αυτή της γεννήτριας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη πυκνωτών, αλλά το ποσό που απαιτείται εξαρτάται από την ταχύτητα της γεννήτριας (π.χ. συχνότητα) και η μέγιστη μεταφορά ισχύος έχει σαν τίμημα τη δραματική απώλεια της αποτελεσματικότητας. Για μια ανεμογεννήτρια, η οποία πρέπει να λειτουργεί αποτελεσματικά σε ένα ευρύ φάσμα φορτίων και τις συχνότητων, καλύτερη αντιστοιχία φορτίου είναι απαραίτητη. Η γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη παράγει τριφασικό ρεύματος ποικίλης έντασης και συχνότητας το οποίο συνήθως διορθώνεται σε συνεχές ρεύμα. Εάν η ανεμογεννήτρια φορτίζει τις μπαταρίες, τότε θα αντικατασταθεί ο μετατροπέας σε μετασχηματιστής.



Εικόνα 2.8: Γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη Ginlong 500-A.

Τα πλεονεκτήματα των γεννητριών μόνιμου μαγνήτη είναι:

- Υψηλή απόδοση σε χαμηλές στροφές.
- Δε χρειάζονται κιβώτιο ταχυτήτων.
- Είναι απλές.
- Είναι εύκολες στο να ελεγχθούν.

Τα μειονεκτήματα των γεννητριών μόνιμου μαγνήτη είναι:

- Έχουν υψηλό κόστος σε σχέση με τις επαγωγικές γεννήτριες.
- Μπορεί κάποιο από τα υλικά του να απομαγνητιστεί.

2.5.2. Επαγωγικές Γεννήτριες (Induction Generators)

Μερικές μικρές ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν ασύγχρονες ή επαγωγικές γεννήτριες. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι το χαμηλό κόστος, χωρίς ροπή οδοντώσεων και η ανθεκτικότητά τους. Η σύγχρονη ταχύτητα είναι η ταχύτητα με την οποία ο ρότορας είναι σε αρμονία με την ηλεκτρική συχνότητα. Το ίδιο μηχάνημα είναι ένα κινητήρα όταν λειτουργεί κάτω από n_s και μια γεννήτρια όταν λειτουργεί πάνω από n_s . Η διαφορά είναι η "ολίσθηση" η οποία είναι συνήθως περιορίζεται στο μικρό ποσοστό της σύγχρονης ταχύτητας, εν μέρει επειδή η ολίσθηση καθορίζει μια από τις κύριες απώλειες, τις λεγόμενες απώλειες I^2R , διαχέονται ως θερμότητα στο ρότορα. Υπάρχουν επίσης απώλειες σιδήρου στο στάτη και μικρές απώλειες τριβής.

Η σύγχρονη ταχύτητα καθορίζεται από τον αριθμό των πόλων σύμφωνα με την εξίσωση:

$$n_s = \frac{120f}{n_p}$$

Όπου η συχνότητα f είναι είτε η συχνότητα δικτύου, είτε η συχνότητα εξόδου του μετατροπέα συχνότητας. N_p είναι ο αριθμός πόλων που είναι μικρότερος από 12 για κινητήρες κοινής επαγωγής. Συνήθως η απόδοση μειώνεται με την αύξηση του αριθμού πόλων πιθανώς επειδή απαιτείται περισσότερος χώρος για τα καλώδια χαλκού, ο οποίος μειώνει τη διατομή του σιδήρου του στάτη και τη μαγνητική σύζευξη. Αυτό αυξάνει την επαγωγή η οποία δε συμβάλει στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι επαγωγικές γεννήτριες έχουν λιγότερους πόλους από τις γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη ώστε να περιστρέφονται γρηγορότερα και ως εκ τούτου απαιτούν συνήθως ένα κιβώτιο ταχυτήτων.

Οι επαγωγικές γεννήτριες είναι μόνο μετρίως πιο περίπλοκες από ότι οι γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη. Οι ρότορες τους έχουν τυλίγματα και όχι μαγνήτες, αλλά αυτά τα τυλίγματα είναι βραχυκύκλωμα. Πρακτικά η βασική διαφορά τους είναι ότι οι επαγωγικές γεννήτριες έχουν ανάγκη από πυκνωτές για να μπορούν να αυτό-διεγερθούν ώστε να μπορέσουν να παράγουν ενέργεια.

Τα πλεονεκτήματα των επαγωγικών γεννητριών είναι:

- Χαμηλό κόστος.
- Δεν έχουν ροπή οδοντώσεων.
- Είναι ανθεκτικές.
- Είναι εύκολο να αντικατασταθούν.

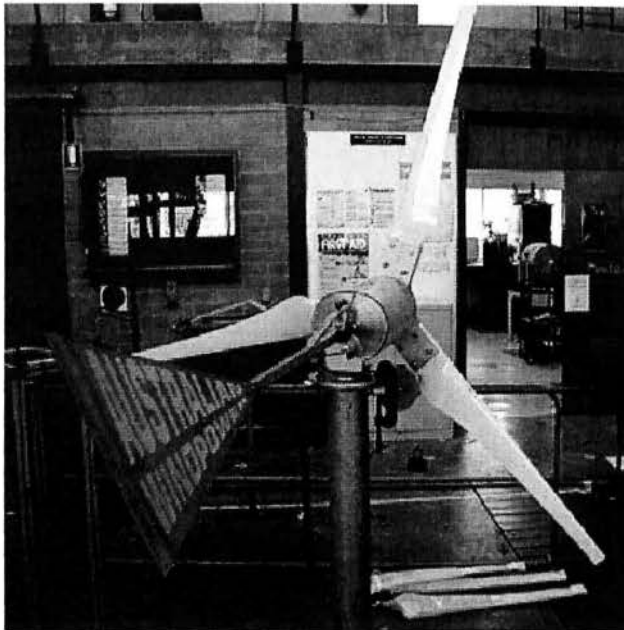
Τα μειονεκτήματα των επαγωγικών γεννητριών είναι:

- Είναι πιο βαριές κατασκευές συγκριτικά με αυτές του μόνιμου μαγνήτη.
- Έχουν μικρή παραγωγή για το ίδιο μέγεθος με μια μόνιμου μαγνήτη.

2.6. Ουρά μικρής ανεμογεννήτριας

Οι περισσότερες μικρές ανεμογεννήτριες έχουν ένα σύστημα προσανατολισμού του ανέμου, το οποίο ονομάζεται «free yaw system». Σε αυτό το σύστημα το στροφείο βρίσκεται ανάντι της ηλεκτρογεννήτριας και του πύργου και κατόντι υπάρχει μια ουρά με ένα πτερύγιο ώστε να προσανατολίζει την ανεμογεννήτρια προς τον άνεμο. Αυτό το απλό σύστημα προσανατολισμού μειώνει κατά πολύ το κόστος της ανεμογεννήτριας και είναι εύκολο να το διατηρήσει ο ιδιοκτήτης καθώς θέλει τη μέγιστη παραγωγή ενέργειας ακόμα και σε περίπτωση που ο άνεμος έχει διαφορετικές διευθύνσεις.

Το πτερύγιο της ουράς έχει τριγωνικό σχήμα όπου πέρα από αισθητικής πλευράς, είναι εύκολο στη κατασκευή του, παρουσιάζει αντοχή και έχει επιθυμητά αεροδυναμικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 2.9: Μικρή ανεμογεννήτρια με τριγωνικό πτερύγιο ουράς.

2.7. Πύργοι στήριξης μικρών ανεμογεννητριών

Στις παρακάτω υποενότητες περιγράφονται όλα τα είδη πύργων στήριξης για μικρές ανεμογεννήτριες. [17]

2.7.1. Πύργος από δύο έως τρεις σωλήνες διαφορετικής διαμέτρου

Τα τμήματα στερεώνονται με φλάντζες, τα τμήματα με νευρώσεις χρησιμοποιούνται για την αύξηση της αξιοπιστίας της κατασκευής. Είναι ίσως το πιο δημοφιλές μοντέλο των πύργων στήριξης. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτών των πύργων στήριξης είναι η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για ανεμογεννήτριες με πολύ ευρύ φάσμα δυνατοτήτων.

Πλεονεκτήματα:

- Έχει καλύτερη εμφάνιση σε σχέση με άλλους πύργους στήριξης, είναι εξαιρετικά ανθεκτική κατασκευή και τοποθετείται σχετικά γρήγορα και απλά.

Μειονεκτήματα:

- Απαιτείται γερανός για την τοποθέτηση του έχει υψηλό κόστος αγοράς.

Χαρακτηριστικά :

- Τοποθετείται σε ύψος $\leq 30\text{m}$, δέχεται ανεμογεννήτρια ισχύος $\leq 250\text{kW}$ (Με διάμετρο ρότορα $\leq 30\text{m}$).

2.7.2. Πύργος στήριξης με εξωτερική περιστρεφόμενη σκάλα

Ο συγκεκριμένος πύργος δεν χρησιμοποιείται μόνο για την στήριξη της ανεμογεννήτριας, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην εμφάνιση του κάνοντας τον πολύ πιο καλαίσθητο, διακοσμώντας με τον τρόπο αυτό την περιοχή του οικόπεδου όπου πρόκειται να τοποθετηθεί, επίσης μπορεί να γίνει ένα παρατηρητήριο σε περιοχές με αξιόλογη θέα.

Πλεονεκτήματα :

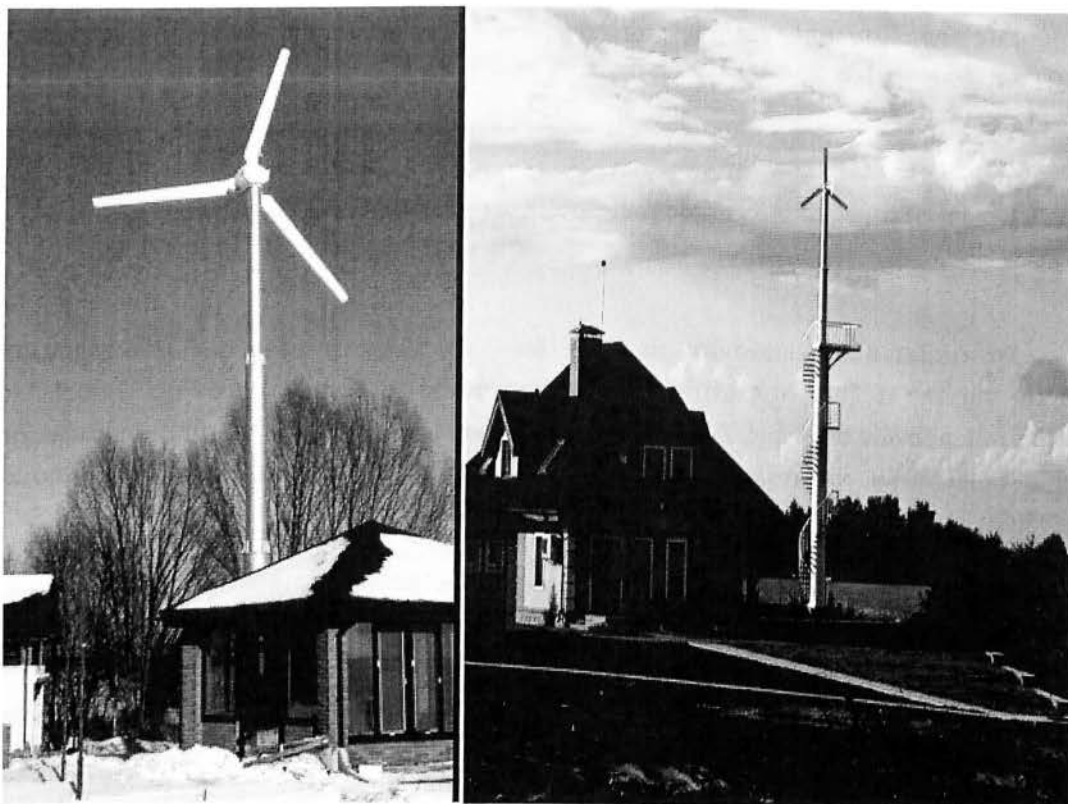
- Εκτός από την χρήση της πλατφόρμας σαν παρατηρητήριο, η σκάλες επιτρέπουν το service της ανεμογεννήτριας χωρίς γερανό.

Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος

Χαρακτηριστικά :

Τοποθετείται σε ύψος $\leq 36\text{m}$, δέχεται ανεμογεννήτρια έως 20Kw (Με διάμετρο ρότορα $\leq 12\text{m}$).



Εικόνα 2.10: Πύργος ο οποίος αποτελείται από δύο έως τρεις σωλήνες διαφορετικής διαμέτρου στα δεξιά και Πύργος στήριξης με εξωτερική περιστρεφόμενη σκάλα στα αριστερά.

2.7.3. Πύργος στήριξης με δικτύωμα

Αυτό το είδος πύργου στήριξης έχει όλα τα πλεονεκτήματα των υπολοίπων πύργων όπως δηλαδή το ότι δεν χρειάζεται συντήρηση και ότι είναι πολύ αξιόπιστος. Ο συγκεκριμένος τρόπος στήριξης έχει χαμηλότερο κόστος σε σχέση με άλλους πύργους στήριξης. Ωστόσο παρόλα τα πλεονεκτήματά τους δεν χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της μη ελκυστικής τους εμφάνισης

Πλεονεκτήματα:

- Έχει σχετικά χαμηλή τιμή και τοποθετείται χωρίς γερανό, επίσης δεν δέχεται μεγάλες δυνάμεις από τον άνεμο, λόγω του σχήματός του επιτρέπει την διέλευση του ανέμου.

Μειονεκτήματα :

- Πολυπλοκότητα της κατασκευής και αρκετό χρονικό διάστημα που απαιτείται για την κατασκευή του, όπως επίσης και μη ελκυστική εμφάνιση.

Χαρακτηριστικά:

- Τοποθετείται σε ύψος $\leq 36\text{m}$, δέχεται ανεμογεννήτρια έως 250Kw (Με διάμετρο ρότορα $\leq 30\text{m}$).

2.7.4. Πύργος στήριξης κωνικής μορφής.

Ο συγκεκριμένος πύργος στήριξης, διαφέρει από τον πύργο ο οποίος αποτελείται από δύο έως τρεις σωλήνες διαφορετικής διαμέτρου, χρησιμοποιώντας έναν μονοκόμματο κώνο του οποίου αυξάνεται η διάμετρος του προς την βάση.

Πλεονεκτήματα:

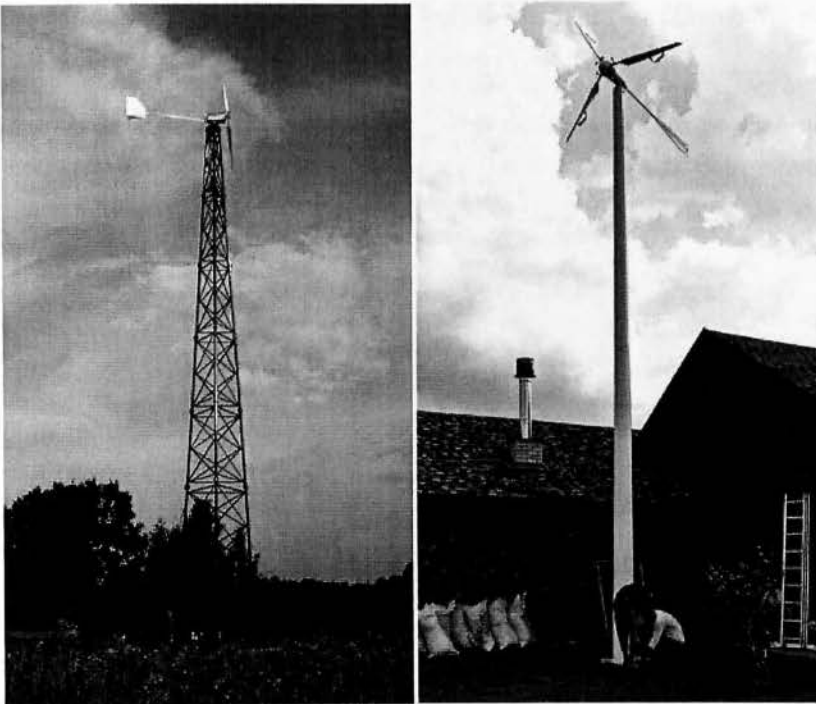
- Είναι αρκετά ελκυστικός ως προς την εμφάνιση του, τοποθετείται γρήγορα (2 →3 ώρες)

Μειονεκτήματα:

- Απαιτείται γερανός για την τοποθέτησή του και το μέγιστο ύψος του φτάνει τα 12m , επίσης είναι δύσκολη και η μεταφορά του διότι είναι μονοκόμματος.

Χαρακτηριστικά:

- Τοποθετείται σε ύψος $\leq 14\text{m}$, δέχεται ανεμογεννήτρια έως 100Kw (Με διάμετρο ρότορα $\leq 8\text{m}$).



Εικόνα 2.11: Πύργος στήριξης με δικτύωμα στα αριστερά και Πύργος στήριξης κωνικής μορφής στα δεξιά.

2.7.5. Πύργος από στύλο στηριζόμενο με καλώδια

Είναι ο τύπος πύργου ο οποίος χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλου τύπου πύργου και αυτό οφείλεται αδιαμφισβήτητα στο εξαιρετικά χαμηλό κόστος του.

Πλεονεκτήματα:

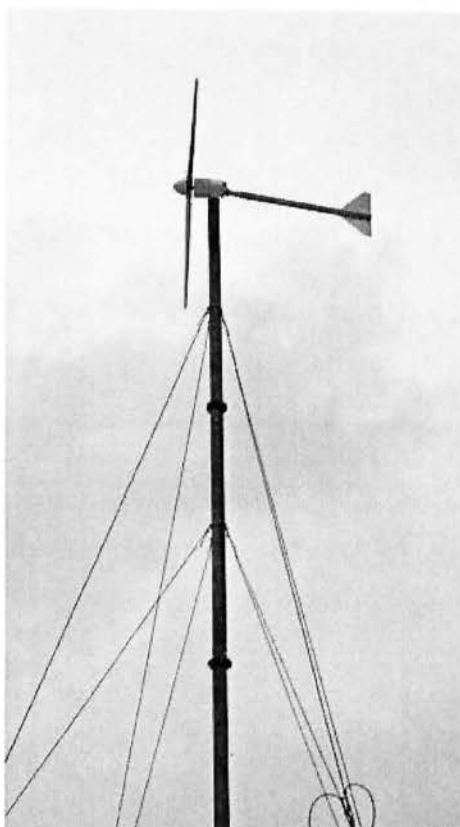
- Μπορεί εύκολα να ανυψώνεται και να κατεβαίνει εάν είναι απαραίτητο, μπορεί να τοποθετηθεί χωρίς γερανό και έχει εξαιρετικά χαμηλό κόστος.

Μειονεκτήματα:

- Είναι λιγότερο ελκυστικός σε σχέση με άλλους πύργους στήριξης όσο αναφορά την εμφάνιση του, καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια και είναι λιγότερο αξιόπιστος.

Χαρακτηριστικά:

- Τοποθετείται σε ύψος $\leq 24\text{m}$, δέχεται ανεμογεννήτρια έως 100Kw (Με διάμετρο ρότορα $\leq 8\text{m}$).



Εικόνα 2.12: Πύργος από στύλο στηριζόμενο με καλώδια.

2.8. Τρόποι προστασίας μικρών Α/Γ από υψηλές ταχύτητες ανέμου

Σε περιπτώσεις που ο άνεμος είναι πολύ δυνατός υπάρχει η πιθανότητα η ανεμογεννήτρια να περιστρέφεται τόσο γρήγορα ώστε να καταστραφεί, δηλαδή, να

σπάσουν τα πτερύγια ή να φύγουν από τη πλήμνη, να καταστραφεί η ηλεκτρογεννήτρια από υπερβολική θερμότητα ή να γίνει ζημιά στο πύργο στήριξης.

Έτσι υπάρχουν δύο τρόποι να προστατευθεί η ανεμογεννήτρια από υψηλές ταχύτητες ανέμου με την αεροδυναμική, όπου ονομάζονται furling και pitching.

2.8.1. Σύστημα Furling

Το σύστημα Furling [18] έχει ως κύριο πλεονέκτημα, ότι είναι απλό και οικονομικό. Αυτό το σύστημα προστασίας επιτυγχάνεται με το να γυρίσουν τα πτερύγια σε άλλη διεύθυνση, εκτός αυτής που φυσάει ο άνεμος. Ο τρόπος για να πετύχει αυτό γίνεται χειροκίνητα ή αυτόματα.

Το χειροκίνητο furling γίνεται αλλάζοντας την γωνία της ουράς, γυρίζοντας την 90° έτσι ώστε αντί να στρέφει τη πτερωτή προς τη διεύθυνση του ανέμου, τη στρέφει σε άλλη διεύθυνση.

Το αυτόματο furling στις μικρές ανεμογεννήτριες είναι μηχανικό και χρησιμοποιείται η βοήθεια του yaw. Για να επιτευχθεί χρησιμοποιούνται κάποια παραπάνω κινούμενα μέρη, βάρη στην ουρά και ένα ελατήριο μεταξύ του σημείου που βρίσκεται η ηλεκτρογεννήτρια και του πύργου στήριξης. Με τα ανάλογα βάρη και δύναμη του ελατηρίου μπορεί να ρυθμιστεί ποιά είναι η επιθυμητή ταχύτητα του ανέμου που χρειάζεται η ανεμογεννήτρια ώστε να παράγει την μέγιστη ισχύ οπότε η ουρά λειτουργεί σαν ανεμοδείκτης και στρέφει τη πτερωτή προς τη διεύθυνση του ανέμου. Για μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές της ονομαστικής ισχύος η ουρά στρέφει τη πτερωτή στο πλάι ώστε να προστατεύεται.

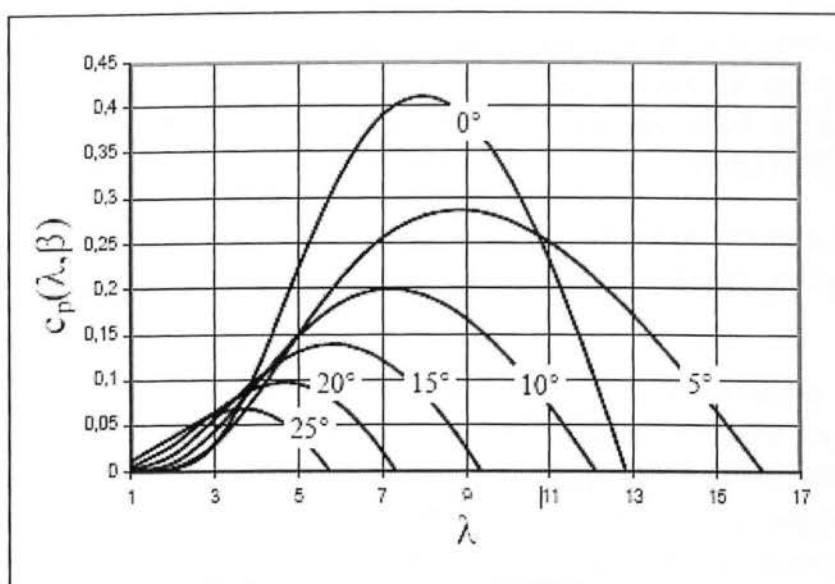
Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι υπάρχει κάποια χρονική υστέρηση, σε περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγάλη και μετά μειωθεί σε ένα επιθυμητό σημείο, η πτερωτή αργεί να επανέλθει.



Εικόνα 2.13: Σύστημα Furling.

2.8.2. Σύστημα Pitch

Οι μικρές ανεμογεννήτριες με pitch control [19] έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφουν τα πτερύγια τους κατά το διαμήκη άξονα κάθε πτερυγίου. Έτσι είναι δυνατόν σε μεγαλύτερες από επιθυμητές ταχύτητες ανέμου, να ελέγχεται η γωνία πρόσπτωσης με αποτέλεσμα η ανεμογεννήτρια να παράγει συνεχώς την ονομαστική ισχύ ακόμα και για μεγάλες ταχύτητες, με τη χρήση διαφορετικού αεροδυναμικού συντελεστή C_p που ορίζεται για τις διαφορετικές γωνίες περιστροφής των πτερυγίων.



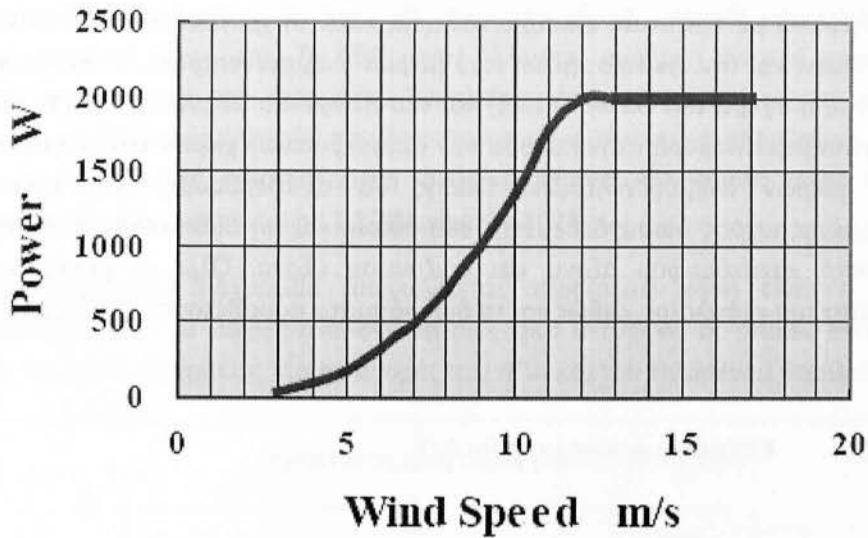
Εικόνα 2.14: Τυπικό διάγραμμα C_p - λ ανεμογεννήτριας pitch control για διάφορες γωνίες κλίσης β των πτερυγίων.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου σε σχέση με το furling είναι ότι το σύστημα αυτό έχει πιο άμεση απόκριση στις μεταβολές ταχύτητας του αέρα και ότι δεν καταπονείται μηχανικά η κατασκευή τόσο πολύ. Τα μειονεκτήματά είναι το υψηλό κόστος κατασκευής καθώς και τα πολύπλοκα ηλεκτρομηχανικά συστήματα και συστήματα ελέγχου που διαθέτει.

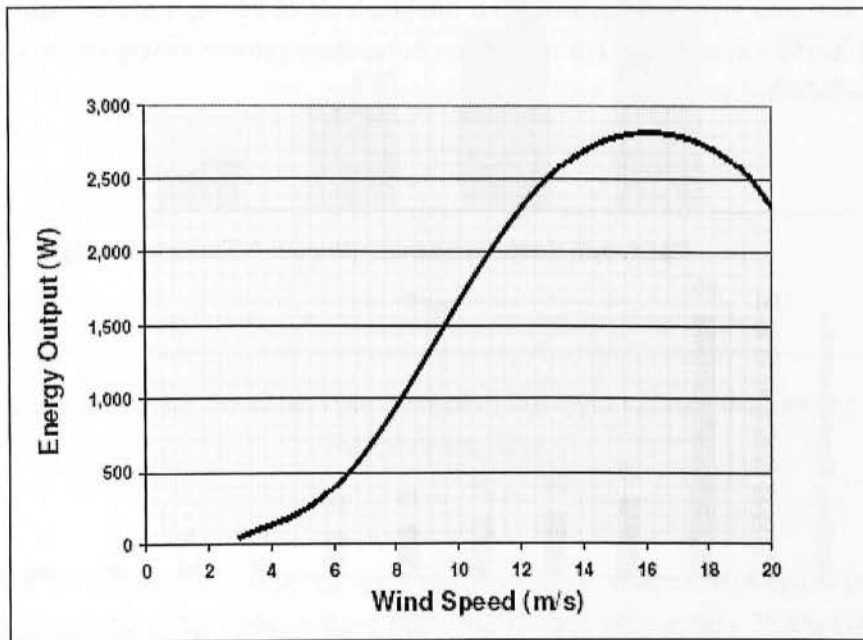
2.9. Καμπύλες Ισχύος Μικρών Ανεμογεννητριών

Η ανάγκη σχεδίασης της καμπύλης ισχύος [20] δημιουργήθηκε διότι, η ονομαστική ισχύς που αναφέρεται σε μια ανεμογεννήτρια δεν επαρκεί για να κατανοήσουμε την ποσότητα ενέργειας που μπορεί να παράγει, αλλά εκφράζει απλώς την ισχύ που μπορεί να προσφέρει σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα ανέμου. Αυτό όμως που είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε εμείς είναι, για τις ταχύτητες ανέμου που επικρατούν στην υπό μελέτη περιοχή, πόση ισχύ μπορεί να δώσει η κάθε ανεμογεννήτρια που συγκρίνουμε. Δηλαδή θα πρέπει να επιλέξουμε την κατάλληλη ανεμογεννήτρια για την μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου της περιοχής όπου πρόκειται να την εγκαταστήσουμε. Παράλληλα από τη μορφή της καμπύλης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας μπορεί κάποιος να καταλάβει τι μηχανισμό προστασίας από

υψηλές ταχύτητες χρησιμοποιεί, διότι, όπως φαίνεται και στις εικόνες παρακάτω, οι ανεμογεννήτριες με pitch control έχουν διαφορετική μορφή καμπύλης ισχύος από τις furling.



Εικόνα 2.15: Καμπύλη ισχύος εμπορικής ανεμογεννήτριας 2 kW-pitch control.



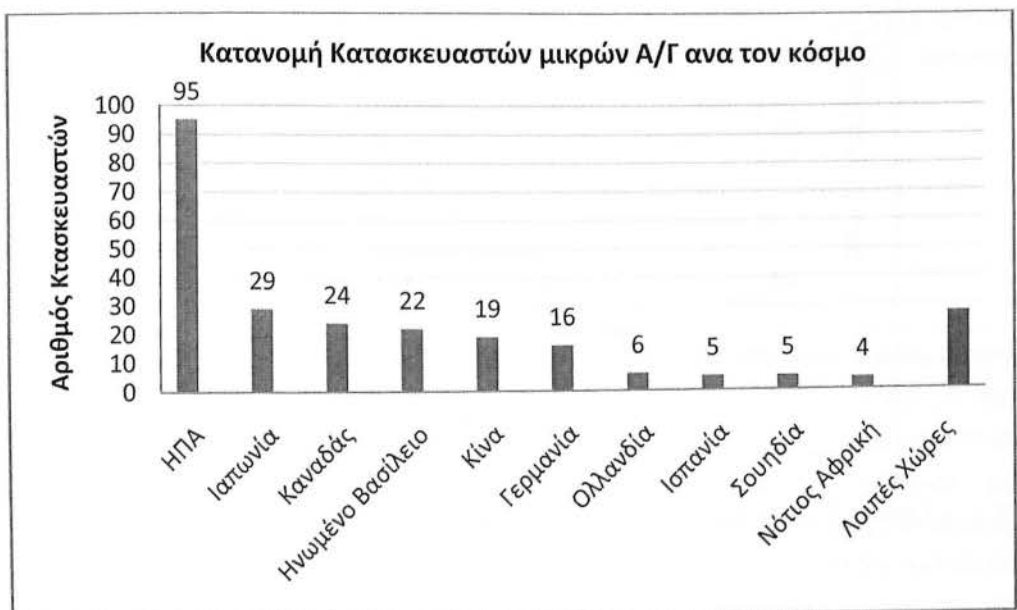
Εικόνα 2.16: Καμπύλη ισχύος εμπορικής ανεμογεννήτριας 2 kW-furling system.

3. ΜΕΓΑΛΕΣ ΑΓΟΡΕΣ

Σύμφωνα με τελευταία επίσημα στοιχεία κατά τη χρονολογία 2009-2010, σχετικά με τις πωλήσεις και την εγκατεστημένη ισχύ μικρών ανεμογεννητριών, οι δύο μεγαλύτερες αγορές είναι, η αγορά των Η.Π.Α. [21.22] και του Ηνωμένου Βασιλείου [23]. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια αναφορά στην πρόοδο των συγκεκριμένων χωρών σχετικά εγκατάσταση μονάδων μικρών ανεμογεννητριών. Επίσης θα αναφερθούμε, στο ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος διασυνδεδεμένης στο δίκτυο και μη διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, στο ποσοστό κατακόρυφου άξονα και οριζοντίου άξονα. Όλες οι μετρήσεις για τα διαγράμματα του κεφαλαίου καθώς και τα διαγράμματα παραθέτονται στο Παράρτημα Α.

3.1. Κατασκευαστές μικρών Α/Γ

Ο αριθμός των ενεργών κατασκευαστών στον τομέα αυτό, σήμερα βρίσκεται να υπερβαίνει τους 250, με την πλειοψηφία (σχεδόν 40%) από αυτούς να βρίσκονται στις ΗΠΑ, όπου μπορεί κανείς να βρει τη μεγαλύτερη εθνική αγορά. Παράλληλα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το Ηνωμένο Βασίλειο έχει το μεγαλύτερο μερίδιο σε κατασκευαστές Α/Γ μικρής κλίμακας, κάτι που είναι αναμενόμενο για μια χώρα με τη δεύτερη μεγαλύτερη ανάπτυξη στο τομέα αυτόν παγκοσμίως. Στο παρακάτω διάγραμμα μπορεί κανείς να δει τον αριθμό κατασκευαστών ανά χώρα.

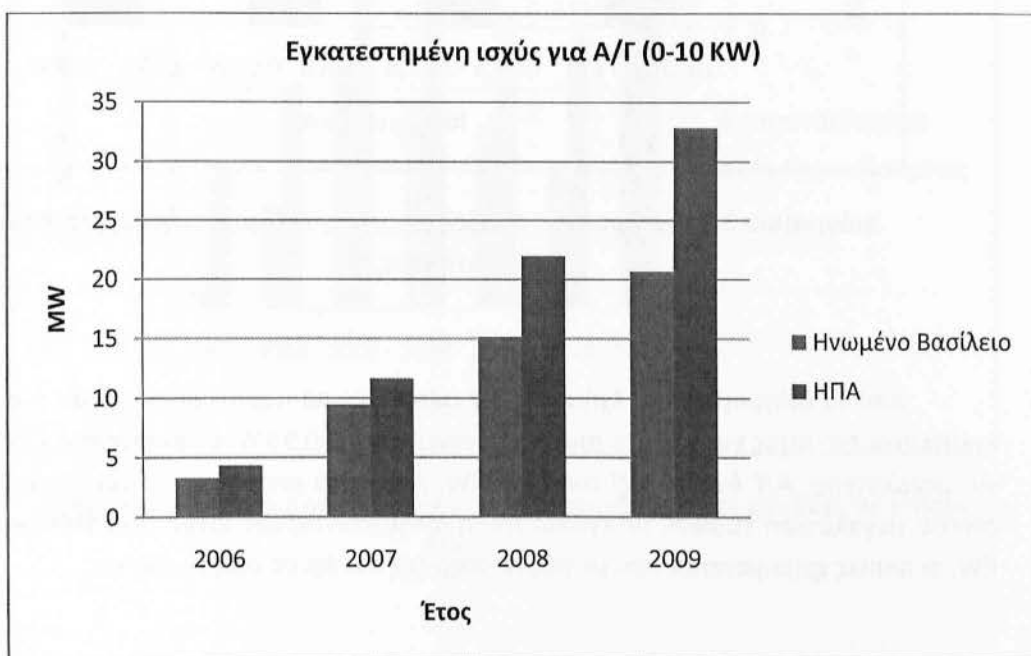


Διάγραμμα 3.1: Κατανομή κατασκευαστών μικρών Α/Γ παγκοσμίως.

3.2. Εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ μικρής κλίμακας σε USA και UK

Ο τομέας των μικρών ανεμογεννητριών στις ΗΠΑ ,έχει καταφέρει στη διάρκεια μιας δεκαετίας να θέσει σε λειτουργία συνολικά πάνω από 55.000 μηχανές μέχρι 100 KW που παράγουν συνολικά πάνω από 70 MW ισχύ. Άλλωστε, ανάλογη είναι η πρόοδος που συναντάται στην αγορά του Ηνωμένου Βασιλείου, όπου σύμφωνα με τις τελευταίες εκτιμήσεις, ο αριθμός των μηχανών που λειτουργούν αναμένεται να υπερβαίνει τις 20.000 το 2011, με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύς να φθάνει 43MW στο τέλος του 2011, αναμένεται να ανεβάσει στα ύψη σε 1.3GW μέχρι το 2020.

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται αθροιστικά πόση είναι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για μικρές ανεμογεννήτριες από 0-10 KW, οι οποίες ανήκουν στη κατηγορία της οικιακής χρήσης, για τις αγορές των ΗΠΑ και του Ηνωμένου Βασιλείου.

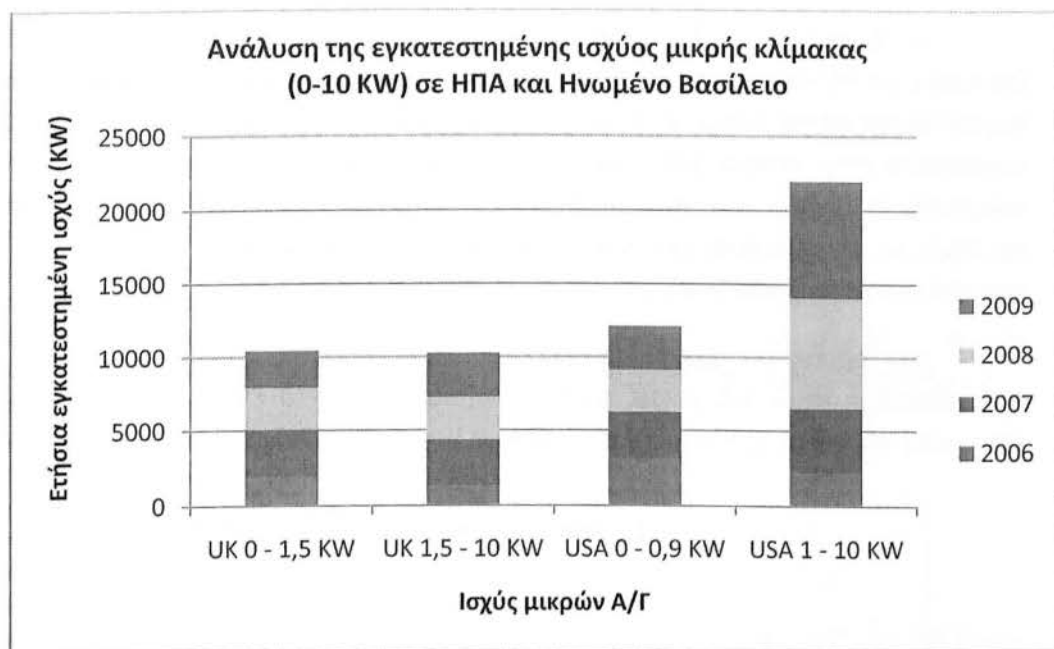


Διάγραμμα 3.2: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς για Α/Γ από 0-10 KW σε ΗΠΑ και Ηνωμένο Βασίλειο.

Από το διάγραμμα μπορούμε να παρατηρήσουμε πως οι ΗΠΑ έχουν μια αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς κατά το έτος 2006 – 2007 της τάξεως του 25,6% ενώ κατά το μέχρι το έτος 2009 έχουμε μια αύξηση περίπου 37% ανά έτος.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο παρατηρούμε μια αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος κατά το διάστημα 2006-2007 (περίπου 35,5%), ενώ στη συνέχεια παρατηρούμε μέχρι το έτος 2009 μια μικρή μείωση (περίπου 3%). Αυτό οφείλεται στο ότι υπήρξε μια στροφή της αγοράς προς τις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο και μεγαλύτερης ισχύος ανεμογεννήτριες σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες $\leq 10\text{kW}$. Αυτό συνέβη διότι η κυβέρνηση προμείωσε την

τοποθέτηση ανεμογεννητριών μεγαλύτερης κλίμακας, με βάση την οικονομική πολιτική που ισχύει από τον Απρίλιο του 2010.



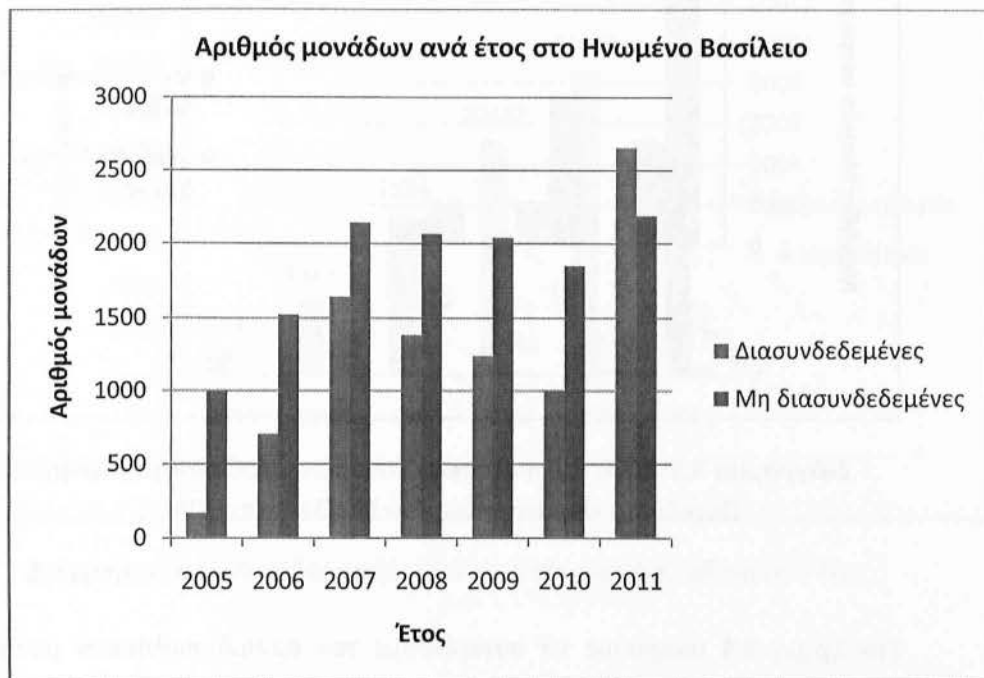
Διάγραμμα 3.3: Ανάλυση της συμβολής μικρών Α/Γ στην ετήσια εγκατεστημένη ισχύ ανά έτος.

Από το διάγραμμα του Σχήματος 3.2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τις ΗΠΑ από ανεμογεννήτριες 0-0,9 KW, είναι περίπου 12 MW ενώ για μεγαλύτερες Α/Γ έως 10 KW είναι 22 MW. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δίνεται μεγαλύτερη έμφαση σε εγκατάσταση ανεμογεννητριών ισχύος μεγαλύτερης από 1 KW, οι οποίες χρησιμοποιούνται με πύργο στήριξης και όχι σε στέγες κτιρίων.

Επίσης, στο Σχήμα 3.2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι συνολική συμβολή στην εγκατεστημένη ισχύ το Ηνωμένο Βασίλειο, από το έτος 2006-2009 για ανεμογεννήτριες 0-1,5 KW είναι 10 MW, ενώ αντίστοιχη είναι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για ανεμογεννήτριες 1,5-10 KW.

3.3. Σύγκριση αριθμού μονάδων διασυνδεδεμένων και μη στο δίκτυο

Στη παράγραφο αυτή θα συγκριθούν σχηματικά ο αριθμός των συνδεδεμένων με των μη διασυνδεδεμένων μονάδων και θα γίνει μια προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων για τη μεταβολή τους στη πάροδο του χρονικού περιθωρίου 2005-2011 για το Ηνωμένο Βασίλειο. Στη συνέχεια θα παρατεθεί σχηματικά η σύγκριση των δύο μεγάλων αγορών για το έτος 2009.

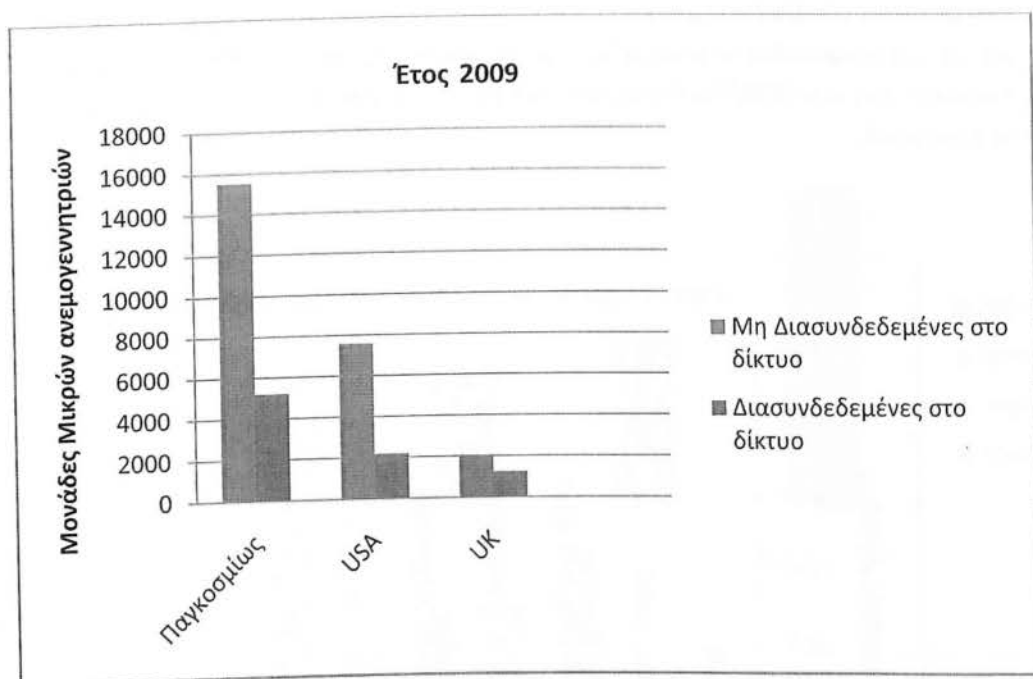


Διάγραμμα 3.4: Διασυνδεδεμένες και μη διασυνδεδεμένες μονάδες σε ετήσια βάση.

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε την ετήσια μεταβολή του επίσημου αριθμού καταγεγραμμένων μονάδων στο Ηνωμένο Βασίλειο. Αναφορικά με τις μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο μονάδες ότι από τη περίοδο 2005-2007 έχουμε μια σημαντική αύξηση της τάξης των 1100 μονάδων και έπειτα μέχρι το 2011 δεν υπάρχουν σημαντικές αυξομειώσεις.

Σχετικά με τις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο μονάδες παρατηρούμε μια σταδιακή αύξηση κατά τη περίοδο 2005-2007 που δείχνει να συμβαδίζει με την αύξηση των μη διασυνδεδεμένων στο δίκτυο μονάδων. Στη συνέχεια κατά τη περίοδο 2007-2010, παρατηρείται μια σταδιακή πτώση τέτοιων μονάδων. Η πτώση αυτή είναι πιθανό να οφείλεται στην αποτυχία της Κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου να θεσπίσει οδηγίες ανάπτυξης, με αποτέλεσμα πολλοί αγοραστές να αναβάλουν τις παραγγελίες τους σε μικρά αιολικά συστήματα σε συνδυασμό με την έλλειψη εμπειρίας που υπάρχει σε τέτοιου είδους μονάδες. Άλλος ένας λόγος ακόμα που παρατηρείται η ύφεση σε τέτοιες επενδύσεις είναι η οικονομική κρίση σε παγκόσμιο επίπεδο που υπήρχε στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Από το 2010 μέχρι το 2011 παρατηρούμε μια απότομη αύξηση της τάξης των 1600 μονάδων διότι τέθηκε σε εφαρμογή η προαναφερθείσα νομοθεσία.

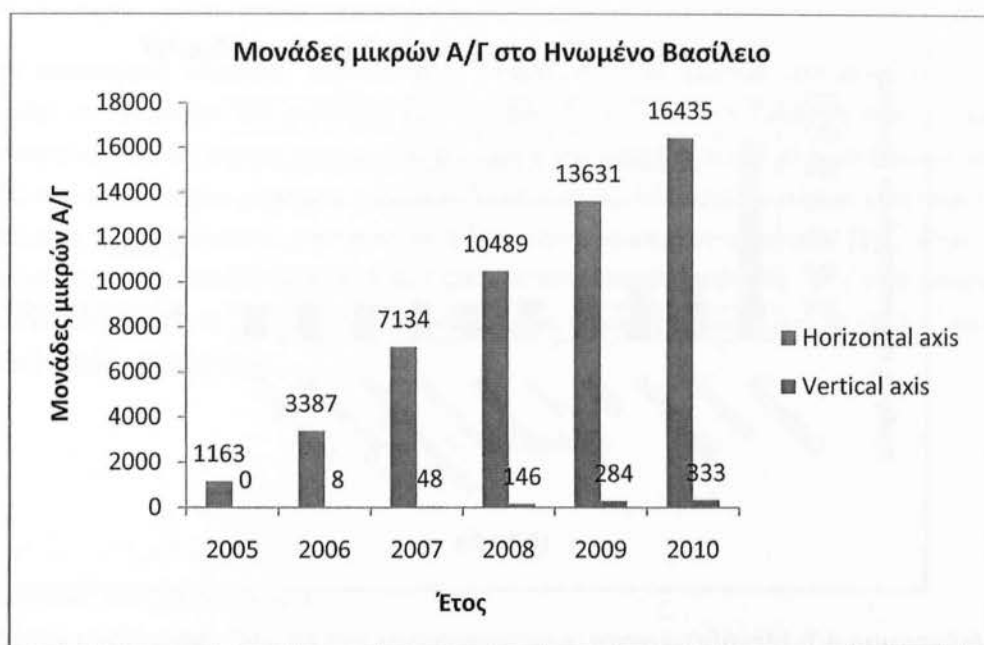


Διάγραμμα 3.5: Σύγκριση πωλήσεων μονάδων μικρών ανεμογεννητριών σε Παγκόσμια κλίμακα, Ηνωμένο Βασίλειο και ΗΠΑ.

Στο Σχήμα 3.4 μπορούμε να συγκρίνουμε τον αριθμό πωλήσεων μονάδων σε παγκόσμια κλίμακα με τον αριθμό των πωλήσεων μικρών Α/Γ στο Ηνωμένο Βασίλειο και στις ΗΠΑ. Παρατηρούμε ότι το Ηνωμένο Βασίλειο και οι ΗΠΑ καταλαμβάνουν ένα σημαντικό μερίδιο μονάδων στη παγκόσμια αγορά που ανέρχεται περί το 64,5% για τις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες και 62% για τις μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες. Στην συνέχεια μπορούμε να εξετάσουμε το μερίδιο που καταλαμβάνει κάθε χώρα ξεχωριστά παγκοσμίως, συγκεκριμένα το Ηνωμένο Βασίλειο όσον αφορά τις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες καταλαμβάνει ένα 23,9% και για τις μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο ένα 13,2%. Ενώ οι ΗΠΑ καταλαμβάνουν ένα 40,6% για τις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο και ένα 48,8% για τις μη διασυνδεδεμένες στο δίκτυο.

3.4. Σύγκριση μονάδων οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα σε UK

Σε αυτή τη παράγραφο θα εξεταστεί η αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων οριζοντίου και κατακόρυφου κατά τη περίοδο 2005-2010.

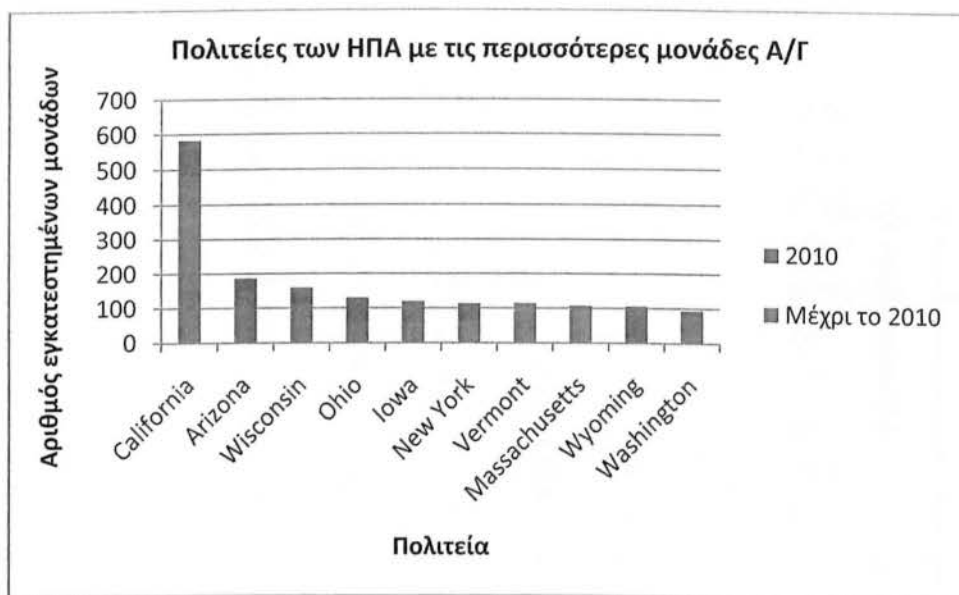


Διάγραμμα 3.6: Μονάδες οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα ανά έτος.

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε αθροιστικά την αύξηση των μηχανών οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα. Από το 2005 μέχρι το 2010 έχουμε μια αναλογική αύξηση όσον αφορά τις οριζοντίου άξονα μηχανές, με αύξηση 3055 μηχανές κατά μέσο όρο, ανά έτος. Αναφορικά με τις καθέτου άξονα μηχανές παρατηρούμε ότι δεν είναι τόσο δημοφιλείς, καταλαμβάνοντας μόλις το 2% της Βρετανικής αγοράς. Σύμφωνα με τη Βρετανική Ένωση Αιολικής, υπολογίζεται ότι παρόλο που τα επόμενα χρόνια το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς θα το έχουν οι μηχανές οριζοντίου άξονα, οι μηχανές κατακόρυφου άξονα θα πάρουν ένα μεγάλο μερίδιο της αγοράς και θα γίνουν πιο ανταγωνιστικές.

3.5. Πολιτείες των ΗΠΑ με μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων

Σε αυτή παρακάτω παράγραφο θα αναλύσουμε τις εγκατεστημένες μονάδες στις ΗΠΑ ανά πολιτεία όπως επίσης και την αύξησή τους κατά το έτος 2010.



Διάγραμμα 3.7: Μονάδες μικρών ανεμογεννητριών ανά πολιτεία και αύξηση κατά το έτος 2010.

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τις εγκατεστημένες μονάδες σε 10 πολιτείες με τον μεγαλύτερο αριθμό. Πρώτη κατά σειρά έρχεται η California της οποίας οι εγκατεστημένες μονάδες ανέρχονται μέχρι και το έτος 2010 στις 582. Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι η πρώτη θέση της California, οφείλεται στην άσκηση πολιτικής που ακολουθεί [24], που ευνοεί οικονομικά τις εγκαταστάσεις μικρότερες των 10 KW διασυνδεδεμένες στο δίκτυο. Παράλληλα αυτό αποσκοπεί στο άνοιγμα νέων θέσεων εργασίας στο συγκεκριμένο τομέα. Αίσθηση επίσης προκαλεί η αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων στο Wyoming όπου πριν το έτος 2010 είχε μόλις 4 μονάδες και μέσα σε έναν χρόνο τις έφτασε στις 106 είχε δηλαδή μια αύξηση της τάξης του 96%.

Η California και το Wyoming οδήγησαν τις άλλες πολιτείες στην χρηματοδότηση της εγκατάστασης μικρών ανεμογεννητριών και ακολούθησαν το Ohio, το Colorado και η New York. Πριν το έτος 2010, μόλις 4 πολιτείες χρηματοδοτήθηκαν από τις οποίες η κάθε μία είχε 100 ή περισσότερες εγκατεστημένες μονάδες και 25 πολιτείες όπου η κάθε μία είχε τουλάχιστον 10 τέτοιες εγκαταστάσεις. Μέχρι το τέλος του έτους 2010 υπήρξε μια αύξηση της χρηματοδότησης σε άλλες 9 πολιτείες για την εγκατάσταση πάνω από 100 μονάδων μικρών ανεμογεννητριών και σε 30 πολιτείες με χρηματοδότηση για πάνω από 10 μονάδες. Ο αριθμός των πολιτειών με τουλάχιστον 1 MW χρηματοδοτούμενων εγκαταστάσεων μικρών ανεμογεννητριών διπλασιάστηκε ή οκταπλασιάστηκε κατά το έτος 2010. Ενώ οι

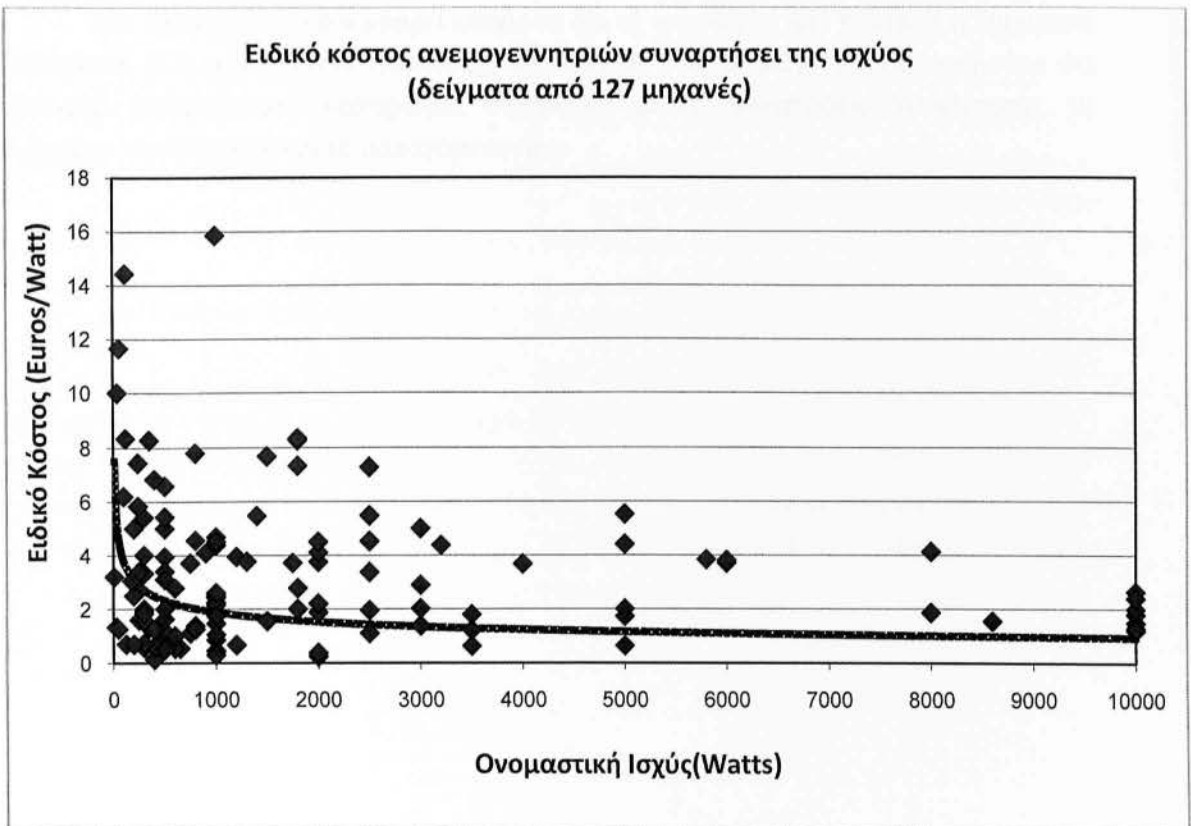
πολιτείες με τουλάχιστον 100kW χρηματοδοτούμενων εγκατεστημένων μονάδων αυξήθηκαν από 24 σε 31. Το Ohio και η Iowa αύξησαν την χρηματοδοτούμενη ισχύ τους από μικρές ανεμογεννήτριες περισσότερο από 2 MW.

3.6. Οικονομικά μικρών Α/Γ

Η οικονομική κλίμακα, κυρίως στην περίπτωση των μικρών ανεμογεννητριών, εξακολουθεί να θεωρείται ότι αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο στη διάδοση των μικρών ανεμογεννητριών, με το ισχύον κόστος των οποίων είναι τουλάχιστον διπλάσιο (ακόμα και έξι φορές) των αντίστοιχων μηχανών μεγάλων διαστάσεων. Άλλωστε, ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών με βάση την ευρωπαϊκή εμπειρία [25], όταν ο προσδιορισμός του συγκεκριμένου κόστους μικρών ανεμογεννητριών "Pr" (€ / kW) μπορεί επίσης να παρέχεται με τη χρήση της ακόλουθης ημι-εμπειρική εξίσωση, με το «N₀» είναι η ονομαστική ισχύς της μηχανής:

$$P_r = \frac{a}{N_0^x} \quad (N_0 \leq 100kW)$$

Θεωρώντας ότι: a=15 (€/W), x=0.3



Διάγραμμα 3.8: Καμπύλη ειδικού κόστους συναρτήσει της ονομαστικής ισχύος μικρών Α/Γ.

Στο Σχήμα 3.8 έχει γίνει μια δειγματοληψία 134 μηχανών [26], ονομαστικής ισχύος από 10 Watt έως 10000 Watt. Παρατηρείται ότι το ειδικό κόστος για τις πιο μικρές μηχανές είναι πολύ υψηλό, ενώ όσο μεγαλώνει η ονομαστική ισχύς παρατηρείται ότι το ειδικό κόστος σταθεροποιείται. Για Α/Γ μικρότερες των 1000 Watt, είναι εύκολα κατανοητό πως η επένδυση γίνεται ασύμφορη.

4. STANDARDS ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΓΟΡΩΝ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο οι δύο μεγαλύτερες αγορές είναι οι ΗΠΑ και το Ηνωμένο Βασίλειο. Έτσι γίνεται κατανοητό πως είναι αναγκαίο να αναφερθούν τα standards των δύο αγορών και να βρεθούν οι διαφορές τους, καθώς είναι τα μόνα κράτη που έχουν αναπτύξει συστήματα πιστοποίησης.

Η αναφορά στα συγκεκριμένα standards γίνεται διότι στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποια τυποποίηση ούτε πρότυπα ασφαλείας, όπως επίσης δεν υπάρχει και ακριβής νομοθεσία για αυτή την κατηγορία των ανεμογεννητριών της οικιακής χρήσης, όσον αφορά τη χωροθέτηση και το παραγόμενο ήχο σε αστικό περιβάλλον, οπότε θα ήταν χρήσιμο να παραθέσουμε τα σημαντικά σημεία της νομοθεσίας του Ηνωμένου Βασιλείου καθώς αποτελείται από κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οπότε είναι προσφιλέστερη στην Ελλάδα.

4.1. Περίληψη Βρετανικής νομοθεσίας

Στο παρακάτω πίνακα μπορεί κανείς να δει τη νομοθεσία που πρότεινε η Βρετανική Κυβέρνηση [27] στα πλαίσια ανάπτυξης της αγοράς των μικρών Α/Γ. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν πολεοδομικοί περιορισμοί αναφορικά με τις αποστάσεις τοποθέτησης, τη διάμετρο της πτερωτής και το παραγόμενο ήχο.

Ανεμογεννήτρια τοποθετημένη σε οροφή	Ανεμογεννήτρια σε πύργο στήριξης
<i>Η ανεμογεννήτρια σε κανονικά κτίρια επιτρέπεται εφόσον:</i>	<i>Η ανεμογεννήτρια σε κανονικά κτίρια επιτρέπεται εφόσον:</i>
< 3m από τη κορυφή του κτιρίου (συμπεριλαμβανομένων και των πτερυγίων) και διάμετρο πτερωτής <2m	<11m (συμπεριλαμβανομένων και των πτερυγίων) και με διάμετρο πτερωτής <2m.
Θόρυβος εντός της ανεμογεννήτριας <30dB	Τουλάχιστον 12m από τα όρια του οικοπέδου.
Θόρυβος εκτός της ανεμογεννήτριας <40dB	Θόρυβος εντός της ανεμογεννήτριας <30dB
Θόρυβος σε υπαίθριο χώρο <40dB	Θόρυβος εκτός της ανεμογεννήτριας <40dB
Μέχρι 4 ανεμογεννήτριες σε κτίρια >15m (Όπως στις κεραίες)	Θόρυβος σε υπαίθριο χώρο <40dB
Κραδασμός <0.5mm/s	Κραδασμός <0.5mm/s
<i>Δεν θα τοποθετούνται ανεμογεννήτριες στην οροφή κτιρίων που βρίσκονται σε προστατευμένες περιοχές ή περιοχές παγκόσμιας κληρονομιάς.</i>	<i>Οι ανεμογεννήτριες σε πύργο στήριξης μπορούν να τοποθετούνται κοντά σε προστατευμένες περιοχές ή σε περιοχές παγκόσμιας κληρονομιάς, εκτός της μπροστινής κύριας όψης.</i>

Πίνακας 4.1: Περίληψη Βρετανικής νομοθεσίας για μικρές Α/Γ

4.2. Κυριότερες παράγραφοι Βρετανικού προτύπου ασφαλείας

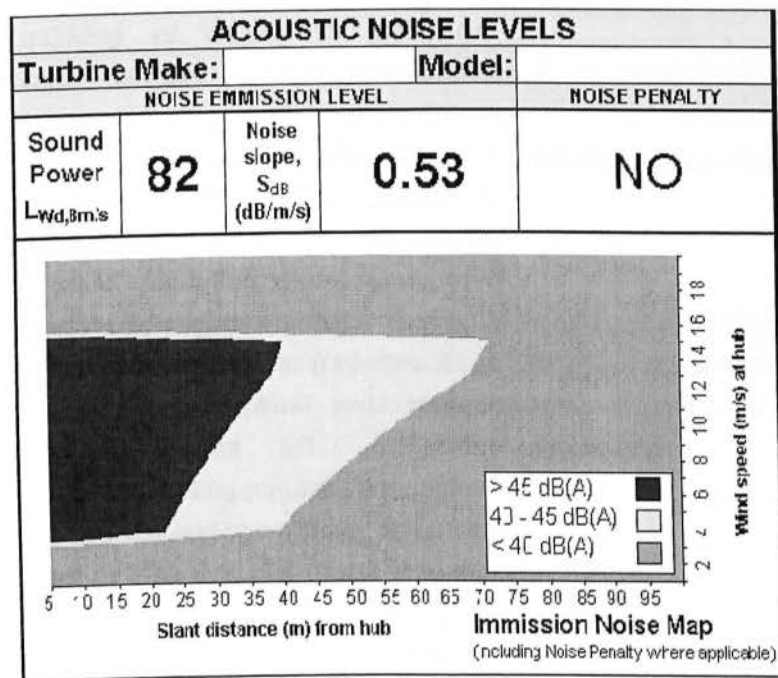
Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούν κάποιες βασικές παράγραφοι του Βρετανικού προτύπου BWEA 2008 [28], σχετικά με την έκταση της Α/Γ, το παραγόμενο θόρυβο, καθώς και βασικές παράμετροι που πρέπει να αναφερθούν σχετικά με την ασφάλεια. Το πρότυπο μπορεί να βρεθεί μεταφρασμένο στο Παράρτημα Β (η αρίθμηση με χρώμα μπλε που ακολουθεί αφορά την ακριβή αρίθμηση ενοτήτων του αρχικού προτύπου).

1.1. Έκταση

- 1.1.1. Το πρότυπο αυτό ισχύει γενικά για τις μικρές ανεμογεννήτριες είτε είναι είτε δεν είναι εντός διασυνδεδεμένου δικτύου.
- 1.1.2. Το πρότυπο αυτό εφαρμόζεται σε ανεμογεννήτριες που έχουν έκταση σάρωσης στροφείου 200 τετραγωνικά μέτρα ή μικρότερο. Σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα αυτό ισοδυναμεί με στροφείο διαμέτρου 16 μέτρων (52 ποδιών).
- 1.1.3. Ένα σύστημα γεννήτρια περιλαμβάνει την ίδια την ανεμογεννήτρια, τον ελεγκτή γεννήτριας (turbine controller), το inverter αν χρειάζεται, καλωδίωση και αποσύνδεση καθώς και τα εγχειρίδια χρήσης και εγκατάστασης.
- 1.1.4. Σε περιπτώσεις όπου αρκετές παραλλαγές του συστήματος γεννήτριας είναι διαθέσιμες, αναμένεται ότι η πλήρης αξιολόγηση θα διεξαχθεί σε μια από τις πιο αντιπροσωπευτικές ρυθμίσεις. Άλλες παραλλαγές, όπως οι διάφορες μορφές παραγωγής ενέργειας, πρέπει μόνο να αξιολογηθούν ή να δοκιμαστούν κατά τους τρόπους με τους οποίους είναι διαφέρουν από την βασική ρύθμιση του συστήματος. Για παράδειγμα, μια ανεμογεννήτρια διαθέσιμη σε έκδοση grid-intertie και έκδοση φόρτισης της μπαταρίας χρειάζονται ξεχωριστούς ελέγχους απόδοσης αν πρόκειται και οι δύο εκδόσεις να πιστοποιηθούν, αλλά δε θα χρειαστούν ξεχωριστούς ελέγχους ασφάλειας στις περισσότερες περιπτώσεις.
- 1.1.5. Εκτός αυτών που αναφέρονται στα σημεία 2.1.1, 4.2, 5.2.6, 5.2.7 και 6.1.4.1, πύργοι και ιδρύματα δεν αποτελούν μέρος του πεδίου εφαρμογής του εν λόγω προτύπου, επειδή θεωρείται ότι η συμμόρφωση της δομής του πύργου στο Διεθνή Κώδικα Οικοδόμησης (IBC) στον Ομοιόμορφο Κώδικα Οικοδόμησης (UBC) ή στον τοπικό ισοδύναμο τους θα απαιτούσε μια οικοδομική άδεια.

3. Δοκιμές Ακουστικής Ήχου

- 3.2. Τα δεδομένα ακουστικής θορύβου όπως περιγράφονται στην ενότητα 3.1. θα πρέπει να αθροίζονται σε μια "Ετικέτα Θορύβου". Ένα παράδειγμα ετικέτας θορύβου φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Οι κλιμακώσεις τις ετικέτας θα είναι από 1m/s μέχρι 18 m/s και από 5 m σε 100 m, και η ελάχιστη κάλυψη των δεδομένων στην ετικέτα θα είναι από 1m/s σε 11 m/s και από 5m σε 100m. Περιοχές χωρίς δεδομένα θα πρέπει να είναι ξεκάθαρα ενδεικτικές.



Εικόνα 4.1: Ετικέτα Θορύβου

4. Αντοχή και Ασφάλεια

- 4.1. Με εξαίρεση τα όσα σημειώνονται παρακάτω, η μηχανική αντοχή της ανεμογεννήτριας θα εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας είτε τις απλές εξισώσεις στην ενότητα 7.4 του BS EN 61400-2:2006 σε συνδυασμό με τους παράγοντες ασφάλειας στην ενότητα 7.8, ή τις αεροελαστικές μεθόδους μοντελισμού στην ενότητα 7.9. Η αξιολογήσεις τουλάχιστον για το βασικό πτερύγιο, το βασικό άξονα και τον άξονα περιστροφής (για HAWT) θα εκτελούνται χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αυτών των εξισώσεων. Ένας γρήγορος έλεγχος της υπόλοιπης δομής για προφανείς ατέλειες ή κινδύνους θα πρέπει να γίνει και αν κριθεί απαραίτητο θα πρέπει να γίνει επιπλέον ανάλυση.
- 4.3. Άλλες πτυχές της ασφάλειας της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να αξιολογηθούν, συμπεριλαμβανομένων των:

4.3.1. Διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν για τη λειτουργία της γεννήτριας.

4.3.2. Διατάξεις για την πρόληψη επικίνδυνων λειτουργιών, σε υψηλούς ανέμους.

4.3.3. Διαθέσιμες μέθοδοι για να επιβραδύνουν ή να σταματήσουν τη γεννήτρια σε μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης ή για λόγους συντήρησης

4.3.4. Επάρκεια της συντήρησης και διατάξεις αντικατάστασης εξαρτημάτων.

Παρατηρούμε ότι το πρότυπο απευθύνεται κυρίως σε κατασκευαστικές εταιρίες μικρών Α/Γ, οι οποίες για να μπορέσουν να μπουν στη Βρετανική αγορά θα πρέπει να τηρούν το πρότυπο. Έτσι θα μπορούσε να γίνει και για την Ελλάδα καθώς είναι στους στόχους της να δημιουργήσει ένα παρόμοιο πρότυπο ώστε να μπορέσει να αναπτυχθεί αγορά μικρών Α/Γ.

4.3. Διαφορές Αμερικάνικων και Βρετανικών Προτύπων

Το πρότυπο που μελετήσαμε παραπάνω αφορά τις διατάξεις της BWEA. Παράλληλα υπάρχει και ένα παρόμοιο πρότυπο της AWEA (American Wind Energy Association) [29] το οποίο ενσωματώνει όλο το πρότυπο της BWEA με ελάχιστες μικρές διαφορές σε σχέση με το πρότυπο της BWEA. Οι διαφορές αυτές είναι οι παρακάτω:

- Γενικότερα στο πρότυπο της AWEA γίνονται αναφορές στην IEC και όχι στη British Standard.
- Στην ενότητα 2.1.7 αναφορικά με την Ηλεκτρική διασύνδεση της ανεμογεννήτριας το BWEA 2008 αναφέρει πως ο ρυθμιστής τάσης πρέπει να μεγαλώνει τη τάση του ρεύματος μέσα στα λειτουργικά όρια και δε περιορίζεται στα 2,5 volt σε κάθε κυψέλη όπως αναφέρεται στο AWEA 2009
- Όπως και στη προηγούμενη μας σύγκριση οι σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται ως προς την επεξήγηση μετρήσεων και στην ενότητα 3 που αφορά Ελέγχους Ακουστικής Ήχου. Πιο συγκεκριμένα στην ενότητα 3.1 του BWEA 2008 γίνεται εκτενής αναφορά στο πως εκφράζεται ο ακουστικός θόρυβος από μια ανεμογεννήτρια. Στην συνέχεια στην ενότητα 3.2 γίνεται αναφορά στην Ετικέτα Θορύβου (Noise Label) που παρουσιάζεται πρώτη φορά στο πρότυπο της BWEA του 2008. Στην ενότητα 3.3 το πρότυπο μας ενημερώνει ότι στο παράρτημα θα βρούμε αναλυτικές οδηγίες επεξήγησης της Ετικέτας Θορύβου ενώ στην ενότητα 3.4 περιγράφονται όλες οι προϋποθέσεις και οι εξισώσεις που θα χρησιμοποιηθούν για να προκύψει η συγκεκριμένη ετικέτα ανά περίπτωση. Τέλος στην ετικέτα 3.5 υπάρχει μια εκτενής περιγραφή των εξισώσεων και των συναρτήσεων που χρησιμοποιούνται προκειμένου να προκύψει η Εισροή Θορύβου (Noise Immission) συμπεριλαμβάνοντας και τη Ποινή Θορύβου (Noise Penalty).
- Επιπλέον στο AWEA 2009 υπάρχει η ειδική διευκρίνιση την ενότητα 4.3.5 που αφορά την ευαισθησία σε επιβλαβή μείωση της λειτουργίας ελέγχου.
- Επίσης στο BWEA 2008 προτείνεται ο πρότυπος τρόπος για ετικέτες πιστοποίησης (labeling) στην ενότητα 7.1.2
- Επιπλέον στο BWEA 2008 υπάρχει μια επιπλέον οδηγία στην ενότητα 8.1.4. που αφορά τροποποιήσεις και αλλαγές πάνω σε υλικό ανεμογεννητριών καθώς και τα τεστ που πρέπει να επαναληφθούν σε τέτοιες περιπτώσεις.
- Τέλος το BWEA 2008 διαθέτει περισσότερες αναφορές στην ενότητα 9 όσον αφορά τις παραπομπές σε επιμέρους πρότυπα, διατάξεις και οδηγίες.

4.4. Υπάρχουσα νομοθεσία για μικρές Α/Γ στην Ελλάδα

1) Σχετικά με την περιβαλλοντική αδειοδότηση, με βάση τον πρόσφατο νόμο 3851/2010, οι μικρές ανεμογεννήτριες (Α/Γ) απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) όταν εγκαθίστανται σε γήπεδα, εφόσον η

συνολική τους ισχύς δεν υπερβαίνει τα 20 kW. Στην περίπτωση αυτή, απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από Ε.Π.Ο. εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας (Δ/νση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας – ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.). Ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή εντός οργανωμένων βιομηχανικών υποδοχέων, ανεξαρτήτως ισχύος, απαλλάσσονται τόσο από την υποχρέωση έκδοσης Απόφασης Ε.Π.Ο. όσο και βεβαίωσης απαλλαγής από Ε.Π.Ο. Ωστόσο, σε διαδικασία Ε.Π.Ο. υπόκεινται οι μικρές Α/Γ με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση με το ως άνω όριο των 20 kW εφόσον:

- εγκαθίστανται σε γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από 100 μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού (εκτός βραχονησίδων),
- σε απόσταση μικρότερη των 150 μέτρων από το γήπεδο εγκατάστασης (ως γήπεδο εγκατάστασης νοούνται οι κορυφές του πολυγώνου του γηπέδου) χωροθετείται γήπεδο άλλου αιολικού σταθμού για τον οποίο έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης και η συνολική ισχύς όλων αυτών των ανεμογεννητριών υπερβαίνει το προαναφερθέν καθοριζόμενο όριο των 20 kW.

Τα ανωτέρω καθορίζονται στο άρθρο 8, παράγραφος 13 του ν.3468/2006, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 3, παράγραφος 2 του ν.3851/2010.

Η διαδικασία Ε.Π.Ο. και οι απαιτούμενες μελέτες καθορίζονται από τις Υ.Α. 104247/2006 και 104248/2006 (ΦΕΚ Β'663), [30]

Ωστόσο, ο νόμος 3851/2010 έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης (ενδεικτικά έχει καταργηθεί το στάδιο της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής επίπτωσης και αξιολόγησης) αλλά οι σχετικές υπουργικές αποφάσεις δεν έχουν ακόμα τροποποιηθεί. Σε κάθε περίπτωση, οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να απευθύνονται στις ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. των οικείων Περιφερειών με αίτησή τους που θα συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων [31].

2) Σχετικά με τις λοιπές βασικές άδειες, οι Α/Γ ισχύος έως 100 kW (και γενικά οι αιολικές εγκαταστάσεις συνολικής ισχύος έως 100 kW) απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης:

- άδειας παραγωγής (άρθρο 4, παράγραφος 4δ του ν.3468/2006, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 2, παράγραφος 12 του ν.3851/2010)
- αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας (άρθρο 8, παράγραφος 8 του ν.3468/2006, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 8, παράγραφος 13 του ν.3851/2010).[6]

Αυτό σημαίνει ότι δεν απαιτείται η πλήρωση των κριτηρίων αξιολόγησης για τη χορήγηση άδειας παραγωγής (π.χ. δεν απαιτείται η προσκόμιση ανεμολογικών μετρήσεων από διαπιστευμένο κατά IEC-17025 φορέα). Σημειώνεται ότι στις ανωτέρω περιπτώσεις δεν εκδίδεται πλέον καμία διοικητική πράξη όπως για παράδειγμα ήταν η Απόφαση Εξαίρεσης από τη Ρ.Α.Ε. δεδομένου ότι αυτό ρητά καθορίζεται στη νέα διατύπωση που εισήγαγε ο ν.3851/2010.

3) Σχετικά με την τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, αυτή διαμορφώνεται ως ακολούθως (άρθρο 13, παράγραφος 1 του ν.3468/2006, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 5, παράγραφος 2 του ν.3851/2010):

- για αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 50 kW, η τιμή ισούται με 87,85 €/MWh (Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και Σύστημα) και 99,45€/MWh (μη Διασυνδεδεμένα Νησιά),
- για αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος μικρότερης ή ίσης των 50 kW, η τιμή ισούται με 250 €/MWh (τιμή ίδια για Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και Σύστημα και για μη Διασυνδεδεμένα Νησιά).

Ο τρόπος αναπροσαρμογής των τιμών αυτών και λοιπές λεπτομέρειες μπορεί να αναζητηθούν στην σχετική διάταξη του νόμου [32].

4) Δυστυχώς για τις μικρές Α/Γ δεν υπάρχει υπουργική απόφαση που να εξειδικεύει τις διαδικασίες αδειοδότησης και σύνδεσης ούτε ειδικές διατάξεις σχετικά με τους όρους δόμησης σε κτίρια ή άλλες δομικές κατασκευές.

Με βάση όμως, την εμπειρία άλλων τεχνολογιών και τις διατάξεις του νόμου, κάποιος που ενδιαφέρεται για την εγκατάσταση μικρού μεγέθους Α/Γ, θα πρέπει να υποβάλλει ταυτόχρονα αιτήσεις ως ακολούθως:

- στη ΔΕΗ/ΔΔΔ, Χαλκοκονδύλη 30, Τ.Κ 104 32, Αθήνα, καθώς και τις τοπικές υπηρεσίες Δικτύου της ΔΕΗ (περιοχές), για χορήγηση Προσφοράς Όρων Σύνδεσης,
- στη Δι.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας για τη χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από Ε.Π.Ο. (ειδικά σε αυτήν την αίτηση θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα από τον αιτούντα για παραλαβή του αριθμού πρωτοκόλλου της υπηρεσίας –αν είναι δυνατό πάνω σε αντίγραφο της αίτησης– ώστε να τεκμαίρεται με ασφάλεια η παρέλευση του 20ημέρου που προβλέπεται στο άρθρο 8 του ν.3468/2006, όπως ισχύει, και μετά την παρέλευση του οποίου η εν λόγω βεβαίωση θεωρείται χορηγηθείσα). Παρά την ύπαρξη της αποκλειστικής αυτής προθεσμίας, οι ενδιαφερόμενοι παροτρύνονται να επιδιώκουν με υπομονή την χορήγηση της βεβαίωσης από τη Δι.ΠΕ.ΧΩ. δεδομένου ότι ένας πλήρης φάκελος διευκολύνει σημαντικά την συνέχιση της αδειοδοτικής διαδικασίας και να επικαλούνται το αποκλειστικό της προθεσμίας μόνο σε έσχατη ανάγκη, αν λόγω αντικειμενικών ή άλλων δυσκολιών (π.χ. έλλειψη προσωπικού) καθυστερεί υπερβολικά η χορήγηση της βεβαίωσης.
- στην αρμόδια Δ/νση Πολεοδομίας για έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας ή άδεια δόμησης αναλόγως της θεμελίωσης.

Αν και, όπως αναφέρθηκε, δεν υπάρχουν σαφείς και συγκεκριμένες οδηγίες για τα έγγραφα τα οποία χρειάζονται, εκτιμάται ότι οι αιτήσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστο τα ακόλουθα:

- Τοπογραφικό διάγραμμα του γηπέδου με σημειωμένο το κτίριο ή τη θέση, όπου πρόκειται να εγκατασταθεί η μικρή Α/Γ σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ87.
- Απόσπασμα χάρτη ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000.
- Φωτογραφίες του χώρου εγκατάστασης.
- Τομή της Α/Γ και διαστάσεις.
- Στοιχεία του φορέα εγκατάστασης.
- Στοιχεία του εξοπλισμού με βασικές πληροφορίες από τα τεχνικά φυλλάδια (π.χ. φωτογραφία του εξοπλισμού, ταχύτητα περιστροφής κ.λπ.) που επιτρέπουν σε μη τεχνικούς να αποκτήσουν άποψη της σκοπούμενης εγκατάστασης. Αν και οι μικρές Α/Γ, όπως και όλες οι Α/Γ, δεν δημιουργούν ηχητική όχληση, θα πρέπει να επιδιώκεται να προσκομίζονται στοιχεία για την προκαλούμενη στάθμη θορύβου, ώστε να προληφθούν σχετικά ερωτήματα από τις αδειοδοτούσες υπηρεσίες.
- Στοιχεία των απαιτούμενων εγκαταστάσεων υποδομής (τρόπος στήριξης/θεμελίωσης, τρόπος ανέγερσης κ.λπ.).

Με βάση τα ανωτέρω στοιχεία η ΔΕΗ, ως Διαχειριστής του Δικτύου, θα εκδώσει την Προσφορά Σύνδεσης, που θα καταστεί δεσμευτική με την προσκόμιση της απαλλαγής από Ε.Π.Ο. ή αποδεικτικό παρέλευσης του 20ημέρου από την υποβολή της αίτησης, και θα περιγράφει τους τεχνικούς και οικονομικούς όρους της σύνδεσης. Σημειώνεται ότι, κατά τον νόμο, ο τίτλος κυριότητας και η έγκριση της Πολεοδομίας, δεν απαιτούνται για την έκδοση της προσφοράς σύνδεσης με τη ΔΕΗ, αλλά απαιτούνται για την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης η οποία έπεται αυτών, με βάση τις σχετικές οδηγίες και την πρακτική της ΔΕΗ [33].

Τέλος, προκειμένου μετά το πέρας της αδειοδοτικής διαδικασίας, να αποφευχθούν προβλήματα με άλλες υπηρεσίες η αρμοδιότητα των οποίων υφίσταται πιθανά ανάλογα με το είδος και τον χαρακτήρα του χώρου εγκατάστασης με βάση άλλες νομοθεσίες (δασική, αρχαιολογική κλπ.), συνίσταται οι ενδιαφερόμενοι να απευθύνονται εγκαίρως με σχετικό αίτημά τους και στις ακόλουθες αρχές: Εφορία Προϊστορικών & Κλασικών Αρχαιοτήτων, Εφορία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, Εφορία Νεωτέρων Μνημείων, Δασαρχείο, Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, ΓΕΕΘΑ, ΓΕΑ.

5) Σχετικά με τη σύναψη Σύμβασης σύνδεσης και την παροχή εγγυήσεων για τη σύνδεση, μετά την έκδοση από τη ΔΕΗ της δεσμευτικής προσφοράς σύνδεσης, την υποβολή του τίτλου κυριότητας και την έγκριση της Πολεοδομίας ο φορέας υποβάλλει στη ΔΕΗ αίτηση για την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης. Με την υπογραφή της Σύμβασης αυτής, ο φορέας καταβάλλει στη ΔΕΗ όλο το κόστος σύνδεσης που έχει καθορισθεί στη δεσμευτική προσφορά.

Ένα σημείο που είναι αδιευκρίνιστο σχετίζεται με την υποχρέωση να έχει εκδοθεί η έγκριση από την Πολεοδομία προκειμένου να υπογραφεί η σύμβαση σύνδεσης. Η ακολουθούμενη πρακτική από τη ΔΕΗ στην περίπτωση των μικρών φωτοβολταϊκών, για τα οποία όμως απαιτείται μόνο έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας όταν δεν συνοδεύονται από κάποια δομική κατασκευή (π.χ. μη προκατασκευασμένος οικίσκος), επιβάλλει την προσκόμιση της έγκρισης αυτής. Στην περίπτωση των μεγάλων Α/Γ για τις οποίες απαιτείται άδεια δόμησης για το θεμέλιο (διαδικασία σαφώς πιο χρονοβόρα από αυτή της έγκρισης εργασιών μικρής κλίμακας) αυτή δεν απαιτείται για την υπογραφή της σύμβασης σύνδεσης. Είναι ασαφές πώς θα αντιμετωπισθούν οι μικρές Α/Γ που απαλλάσσονται από την άδεια εγκατάστασης και θεμελιώνονται σε γήπεδο.

Ένα επίσης βασικό σημείο στη διαδικασία, που θα πρέπει να είναι εκ των προτέρων γνωστό, είναι η υποχρέωση παροχής εγγυήσεων. Στις συμβάσεις σύνδεσης που συνάπτει ο Διαχειριστής με τους φορείς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. οι οποίοι εξαιρούνται από την υποχρέωση για λήψη άδειας παραγωγής (δηλαδή για μικρές Α/Γ έως 100kW), καθορίζεται (σύμφωνα με το άρθρο 8, παράγραφος 15 του ν.3851/2010), προθεσμία σύνδεσης στο Σύστημα ή το Δίκτυο, η οποία είναι αποκλειστική, και ορίζεται εγγύηση ή ποινική ρήτρα που καταπίπτει αν ο φορέας δεν υλοποιήσει τη σύνδεση εντός της καθορισθείσας προθεσμίας. Από την παροχή εγγυήσεων, σύμφωνα με την ίδια παράγραφο και το άρθρο του ν.3851/2010, εξαιρούνται οι σταθμοί από Α.Π.Ε ανεξαρτήτως ισχύος που εγκαθίστανται σε κτίρια, καθώς και σταθμοί από Α.Π.Ε ανεξαρτήτως ισχύος για τους οποίους έχει υπογραφεί Σύμβαση Σύνδεσης πριν τη θέση σε ισχύ του ν.3851/2010 [5].

Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι, κάθε επενδυτής που επιθυμεί να εγκαταστήσει μια μικρή Α/Γ με ισχύ κάτω των 100 kW σε γήπεδο θα υποχρεωθεί να προσκομίσει την ανωτέρω εγγύηση, το ύψος της οποίας θα καθορισθεί με υπουργική απόφαση που δεν έχει ακόμα εκδοθεί.

6) Σχετικά με τη σύναψη Σύμβασης πώλησης και αγοράς της ενέργειας, μετά την υπογραφή της σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ θα πρέπει να υπογραφεί η σύμβαση πώλησης ενέργειας με τον αρμόδιο Διαχειριστή που είναι ο ΔΕΣΜΗΕ (Κάστορος 72, Τ.Κ. 18 545, Πειραιάς) για το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και η ΔΕΗ για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Όσον αφορά τις εγκαταστάσεις οι οποίες δεν υπερβαίνουν τα 20 Kw ονομαστική ισχύ, για μία ή παραπάνω Α/Γ, ισχύει ότι δεν χρειάζεται περιβαλλοντική αδειοδότηση, εάν όμως τοποθετούνται σε προστατευόμενες περιοχές ή παράκτιες ζώνες σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων από τον αιγιαλό τότε θα πρέπει υποχρεωτικά να φέρουν περιβαλλοντική αδειοδότηση. Επίσης περιβαλλοντική αδειοδότηση χρειάζεται η εγκατάσταση όπου τα όρια της είναι σε απόσταση μικρότερη των 150 μέτρων από άλλη αιολική εγκατάσταση.

Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχουν Υπουργικές Αποφάσεις που να εξειδικεύουν τις διαδικασίες αδειοδότησης και σύνδεσης. Παρόλα αυτά όποιος ενδιαφέρεται για μια εγκατάσταση μικρής/ών Α/Γ δεν χρειάζεται άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς και άδεια παραγωγής, όμως θα πρέπει να κάνει κάποιες αιτήσεις σε αρμόδιες υπηρεσίες όπως είναι η Δ.Ε.Η., η Δι.ΠΕ.ΧΩ., και την αρμόδια διεύθυνση πολεοδομίας. Κάτι το οποίο δεν θα πρέπει να παραληφθεί είναι να απευθυνθεί σε κάποιες υπηρεσίες όπως αρχαιολογικές και δασαρχεία ανάλογα με την τοποθεσία που πρόκειται να κάνει την εγκατάσταση.

Ο ενδιαφερόμενος επενδυτής που επιθυμεί να εγκαταστήσει μια μικρή Α/Γ έως 100kW θα πρέπει λάβει υπόψη του ότι στη σύμβαση, την οποία υπογράφει με τους φορείς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., καθορίζεται προθεσμία σύνδεσης στο Σύστημα ή το Δύκτιο, όπου εάν δεν τηρηθεί, καταπίπτει ποινική ρήτρα της οποίας το ύψος θα καθοριστεί με υπουργική απόφαση που δεν έχει ακόμα εκδοθεί.

Τέλος το σημαντικότερο σημείο που θα πρέπει να τονιστεί είναι η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (feed in tariff), η οποία για εγκαταστάσεις μεγαλύτερες από 50 KW είναι 0,087 €/KWh για χερσαίες εγκαταστάσεις και 0,099 €/KWh για μη διασυνδεδεμένα νησιά. Για όλες τις εγκαταστάσεις μικρότερες από 50 KW η τιμή ισούται με 0,25 €/KWh, οπότε και στη περίπτωση της οικιακής χρήσης αυτή θα είναι η τιμολόγηση.

5. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

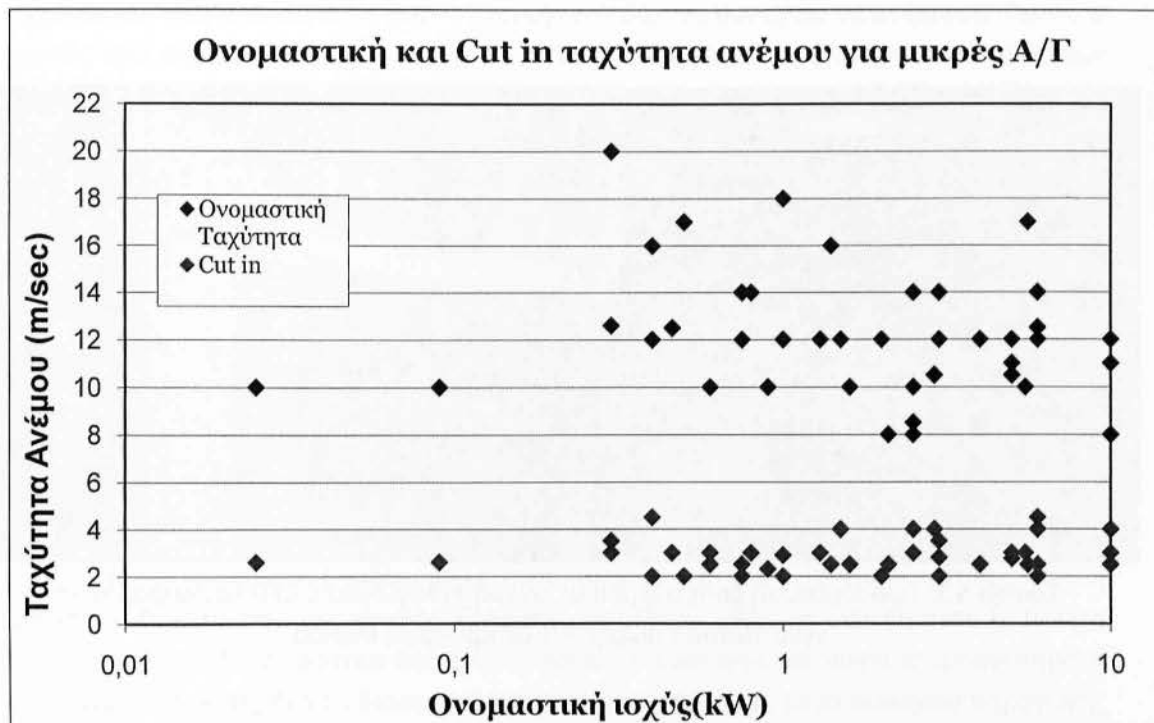
Επειδή οι μικρές Α/Γ για παραγωγή ενέργειας σε αστικό περιβάλλον είναι μια τεχνολογία σχετικά νέα, στο κεφάλαιο αυτό θα παρατεθούν τα κυριότερα αποτελέσματα που έχουν βγει από κάποια διεθνή συνέδρια όπου εξετάστηκαν διάφορες εγκαταστάσεις με μικρές Α/Γ. Επιπλέον θα παρατεθούν οι μελλοντικοί στόχοι της Αμερικανικής αγοράς προκειμένου να προωθήσουν την ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας και να αποκτήσουν μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς.

5.1. Αξιολόγηση μικρών Α/Γ

Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχουν τρεις σημαντικές προσπάθειες παρακολούθησης και αξιολόγησης που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα σχετικά με την απόδοση των μικρών ανεμογεννητριών για κτίρια, δύο από αυτές στην ΕΕ (το έργο WINEUR και το Warwick Wind Trials) [34-37] και η τρίτη στις ΗΠΑ (Massachusetts) [38]. Τα αποτελέσματα και των τριών είναι μάλλον απογοητευτικά και οδηγούν στο κοινό συμπέρασμα ότι, αν οι κατασκευαστές δεν συνειδητοποιήσουν ότι η σημερινή τεχνολογία βρίσκεται ακόμη στο στάδιο της ανάπτυξης, οι δυσμενείς επιπτώσεις μπορεί να βλάψουν την αξιοπιστία στις εφαρμογές μεγαλύτερων ανεμογεννητριών. Ακολούθως δίνεται καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων:

- Ο μέσος συντελεστής ισχύος (capacity factor) στις 19 μηχανές που επιλέχθηκαν ήταν 4% (Massachusetts).
- Κατά μέσο όρο, εγκαταστάτες έχουν την τάση να υπερεκτιμούν την παραγωγή ενέργειας από μια κλίμακα συντελεστή 3 έως 4 (Massachusetts).
- Εκτός από τον προφανή παράγοντα του χαμηλού αιολικού δυναμικού, απογοητευτική επίδοση μπορεί επίσης να αποδοθεί σε συγχρονισμό inverter και stand-by χρόνου (Massachusetts).
- Ο μέσος συντελεστής ισχύος (capacity factor) στις 26 μηχανές που επιλέχθηκαν ήταν 4,15%, εκτός του χρόνου που οι μηχανές είχαν τεθεί εκτός λειτουργίας (π.χ. λόγω της ενόχλησης των κατοίκων για το θόρυβο) και κυμάνθηκε από 0,29% σε 16,54% (Warwick Trials).
- Το αιολικό δυναμικό της τις περισσότερες περιοχές περιγραφόταν επαρκώς από κατανομή Weibull, με τον συντελεστή k να είναι περίπου 1,6 (Warwick Trials).

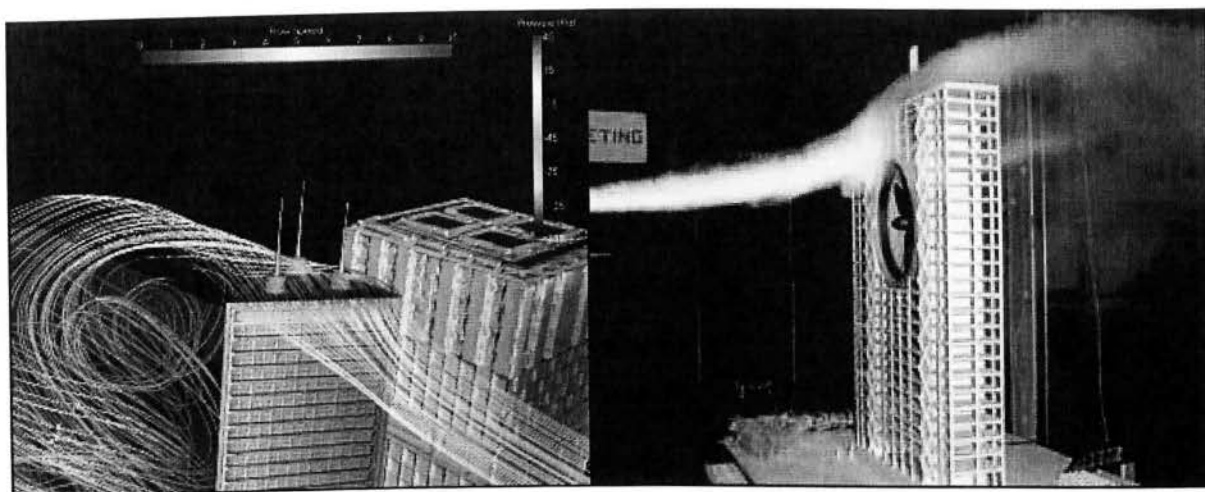
- Η ελάχιστη συνιστώμενη μέση ταχύτητα του ανέμου της θέσης εγκατάστασης θα πρέπει να είναι 5,5 m / sec (WINEUR), θεωρώντας επίσης ότι η ονομαστική ισχύς των περισσότερων μηχανών βρίσκεται στην περιοχή των 12m/sec (βλέπε επίσης σχήμα 5.1–Περιλαμβάνεται και στο Παράρτημα Γ).
- Ο ιστός ή οροφή κτιρίου θα πρέπει να είναι σχεδόν 50% υψηλότερη από τα γύρω αντικείμενα, και στην ιδανική περίπτωση η ανεμογεννήτρια θα πρέπει να εγκατασταθεί στο κέντρο της οροφής (WINEUR).



Διάγραμμα 5.1: Ονομαστική και Cut in ταχύτητα μικρών Α/Γ (38 δείγματα).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αντιμετωπίζονται προκλήσεις, προκειμένου να παρέχεται μια αξιόπιστη παραγωγή και να εμπορευματοποιείται η έννοια των εγκατεστημένων σε κτίρια αιολικών μηχανών. Αφενός η ικανοποίηση των απαιτήσεων και οι περιορισμοί και αφετέρου η αναζήτηση της μέγιστης απόδοσης ενέργειας που προκειμένου να ξεπεραστούν, απαιτεί σημαντικές προσπάθειες σε κάθε πτυχή του προβλήματος με την έννοια σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής (π.χ. κλίση σε προσόψεις μπορεί να διευκολύνει την αυξημένη ταχύτητα του ανέμου στο τελευταίο όροφο), τα πρότυπα ανεμογεννητριών και την αξιοπιστία και προηγμένες διαδικασίες χωροθέτησης (π.χ. χρήση του CFD και μέθοδοι προσομοίωσης-βλέπε επίσης σχήμα 5.2), που δεν πρέπει να περιορίζεται όμως σε μια προσέγγιση κατά περίπτωση, αλλά και να προχωρήσει στη διαμόρφωση των γενικών προτύπων που μπορούν να ικανοποιήσουν μεγάλη διάδοση της αιολικής ενέργειας στο δομημένο περιβάλλον.

Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι στη πρόσφατη βιβλιογραφία, μπορεί κανείς να βρει αρκετές ενδιαφέρουσες ερευνητικές προσπάθειες που προσπαθούν να μιμηθούν το πεδίο ροής γύρω από ένα κτίριο με μικρή ανεμογεννήτρια με τη χρήση προηγμένων υπολογιστικών εργαλείων ή συστηματικές πειραματικές μετρήσεις [39.40], δεδομένου πως είναι γνωστό ότι η ενεργειακή απόδοση μιας παρόμοιας εγκατάστασης μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά γνωρίζοντας λεπτομερώς το πεδίο ροής του αέρα.



Εικόνα 5.1: Προσομοίωση ροής ανέμου με τη χρήση λογισμικού CFD και πειραματική εγκατάσταση μικρής Α/Γ σε πρόσοψη κτιρίου.

5.2. Στόχοι της Αμερικάνικης αγοράς (2002-2020)

Δυνατότητα Αγοράς

Το 2001, εκτιμούμε ότι 13.400 μικρές ανεμογεννήτριες είχαν κατασκευαστεί στις Ηνωμένες Πολιτείες. Περισσότερο από το 50% αυτών εξήχθησαν. Πιστεύουμε ότι τόσο η εγχώρια και ξένη αγορά για τις μικρές ανεμογεννήτριες θα συνεχίσει να αυξάνεται. Αυτός ο χάρτης έχει σχεδιαστεί για να επιταχύνει αυτή την αύξηση στο μέγιστο των δυνατοτήτων της [41].

Αγορά Ηνωμένων Πολιτειών

Εκτιμούμε ότι οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν έως και στο 8%, της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ το 2020. Ο στόχος της βιομηχανίας είναι να εγκαταστήσει γεννήτριες, οι οποίες θα παράγουν τουλάχιστον το 3% της αμερικανικής ηλεκτρικής ζήτηση το 2020 ή 6-8% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας των κατοικιών. Αυτό θα απαιτήσει εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών με συνολική δυναμικότητας 50.000 MW.

Η πιο πρόσφατη δημόσια μελέτη της αγοράς για μικρές ανεμογεννήτριες ήταν η μελέτη A. D. Little που χρηματοδοτήθηκε από τη DOE το 1981. Η έκθεση αυτή (η μελέτη ADL) προέβλεπε δυναμικότητα της αγοράς κατά 3,8 εκατομμύρια μικρά άνεμοσυστήματα που είναι εγκατεστημένα σε διασυνδεδεμένα εφαρμογές. Αν το μέσο δυναμικό παραγωγής των συστημάτων αυτών ήταν 10 kW, τότε η δυνητική συμβολή σε εθνική παραγωγή θα ήταν 38.000 MW.

Το 1981 η μελέτη ADL ήταν αρκετά συντηρητική. Παρόλα αυτά θεωρείται ότι οι πόροι από άνεμο, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, και τα διαθέσιμα κίνητρα, εξαιρέθηκαν πάνω από 100 χώρες με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι πολλές από αυτές τις χώρες έχουν μικρά αιολικά συστήματα και ότι χιλιάδες τέτοια ακίνητα είναι κατάλληλα για μικρές ανεμογεννήτριες. Επίσης, έχουμε μάθει περισσότερα σχετικά με το αιολικό δυναμικό και μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα ο αριθμός των κατοικιών σε κατάλληλα συστήματα αιολικής ενέργειας. Σε αυτό το χάρτη, θα εκτιμηθεί η εν δυνάμει συμβολή των μικρών ανεμογεννητριών από διαίρεση της αγοράς σε τομείς.

Αγροτικός, Οικιστικός κλάδος Αγοράς

Κατανεμημένη παραγωγή

Η μεγαλύτερη δυνητική αγορά για μικρές ανεμογεννήτριες είναι για τους ιδιοκτήτες σπιτιού σε αγροτικές περιοχές όπου η παραγωγή αιολικής ενέργειας μπορεί να μειώσει τους λογαριασμούς ενέργειας. Το 1998, αμερικανικά σπίτια χρησιμοποίησαν 1.1 τρισεκατομμύρια kWh ή 35% των συνολικών πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα υπερβαίνει την κατανάλωση σε οποιαδήποτε εμπορικού ή βιομηχανικού κλάδου αγορά. Οι ιδιοκτήτες σπιτιού αγοράζουν ανεμογεννήτριες για να μειώσουν τους λογαριασμούς σε ηλεκτρική ενέργεια, και των ομοσπονδιακών νόμων (όπως PURPA 210) και εξασφαλίζουν το δικαίωμά τους να τις χρησιμοποιούν. Ενώ μερικές ανεμογεννήτριες μπορούν να εγκατασταθούν όταν νέο σπίτι χτίζεται, οι περισσότερες ευκαιρίες στην αγορά θα είναι για εγκαταστάσεις σε υπάρχουσες κατοικίες. Μια μικρή ανεμογεννήτρια παράγει την ενέργεια που είτε καταναλώνεται αμέσως στο σπίτι ή μεταφέρονται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και καταναλώνονται από έναν γείτονα.

Το 2020, θα υπάρχουν περίπου 43 εκατομμύρια κατοικίες με 1/2 στρέμμα ή περισσότερο γης. Από αυτά τα σπίτια, εκτιμούμε ότι το 65% θα πρέπει να αποτρέπονται από τη χρήση τεχνολογίας άνεμου, διότι το αιολικό δυναμικό δεν αρκεί, λόγω της περιοριστικής ζώνης και συμβολαίων, είτε λόγω της εγγύτητα σε αεροδρόμια ή άλλες ευαίσθητες περιοχές. Αυτό θα αφήσει 15.1 εκατομμύρια σπίτια με τη δυνατότητα να εγκαταστήσουν μια μικρή ανεμογεννήτρια. Εάν κάθε ένα από αυτά τα σπίτια εγκαταστήσει μηχανής 7,5 kW, η συνολική συνεισφορά για τη δημιουργία παραγωγικής ικανότητας θα ήταν 113.000 MW.

Άλλες εγχώριες αγορές

Όταν συνδυάζονται, άλλες αγορές για τις μικρές ανεμογεννήτριες στις Ηνωμένες Πολιτείες προσφέρονται σημαντικές ευκαιρίες για την επέκταση δυναμικότητας ηλεκτρικής παραγωγής. Για παράδειγμα, περίπου δύο εκατομμύρια μικρομεσαία εμπορικά κτήρια είναι υποψήφια για μικρά συστήματα ανεμογεννητριών από 10 έως 100 kW. Επιπλέον, δημόσιες εγκαταστάσεις, όπως σχολεία και κυβερνητικά κτίρια θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για μικρές ανεμογεννήτριες σε κατάλληλους χώρους.

Ένας άλλος κατανεμημένος τομέας αγοράς παραγωγής περιλαμβάνει βιομηχανικής και εμπορικής φύσης πελάτες που είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο ηλεκτρισμού και πιθανόν να έχουν προδιαγραφές για γεννήτριες κάλυψης, οι οποίες μπορούν εύκολα να γίνουν πραγματικότητα με ένα μεγαλύτερο αριθμό μικρών γεννητριών. Δεδομένου ότι η δομή των συντελεστών χρησιμότητας είναι συνήθως διαφορετική από την αγορά κατοικίας

(π.χ. χρεώσεις της ζήτησης), χρειάζεται περαιτέρω μελέτη για να προσδιοριστεί ειδικότερα αυτή η αγορά.

Όταν το δίκτυο δεν είναι διαθέσιμο, αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα θα μπορούσαν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια για τα σπίτια, τις κοινότητες, άντληση νερού, και τις υπηρεσίες των τηλεπικοινωνιών. Η Διαχείριση Πληροφοριών Ενέργειας (ΔΠΕ) εκτιμά ότι υπάρχουν περίπου 200.000 κατοικίες εκτός δικτύου στις ΗΠΑ. Αυτό είναι ήδη μια πολύ ενεργή αγορά για μικρά αιολικά συστήματα.

Υπάρχουν επίσης μια σειρά από off-grid κοινότητες που είναι απομακρυσμένες, απομονωμένες, και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με γεννήτριες πετρελαίου ή βενζίνης. Η Αλάσκα, για παράδειγμα, έχει 91 χωριά που κινούνται με ντίζελ γεννήτριες, εξυπηρετώντας ένα συνολικό πληθυσμό περίπου 42.000 ατόμων. Επιπλέον, υπάρχουν αρκετές εκατοντάδες διάφορες απομακρυσμένες εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από γεννήτριες ντίζελ που κυμαίνονται στο μέγεθος από 2 έως 250 kW.

Επιπλέον, η άντληση νερού για τα ζώα και εκτός δικτύου εγκαταστάσεις είναι ακόμα μια αρκετά μεγάλη αγορά. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν περίπου τρία εκατομμύρια μηχανικούς ανεμόμυλους σε λειτουργία, παρέχοντας νερό για τα σπίτια, αγροκτήματα, και τα ζώα. Σήμερα, υπάρχουν επίσης, νέα ατμοηλεκτρικά συστήματα άντλησης νερού για τα οποία ο στρόβιλος μπορεί να βρίσκεται όπου υπάρχει καλή έκθεση σε άνεμο, και δεν πρέπει να βρίσκεται κοντά στο πηγάδι και την αντλία. Ωστόσο, για τις περιοχές χαμηλής ταχύτητας του ανέμου, η μηχανική άντληση νερού εξακολουθεί να προσφέρει τη πιο οικονομική μέθοδο.

Η απορρύθμιση του τομέα της βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών και η ταχεία ανάπτυξη των ασύρματων συστημάτων έχει γεννήσει ανάπτυξη στην ανάπτυξη των απομακρυσμένων εγκαταστάσεων εκπομπής. Η μέθοδος προτίμησης τροφοδοσίας εγκαταστάσεων αυτών είναι υβριδικά συστήματα που συνδυάζει την παραγωγή από ηλιακά, αιολικά, και ντίζελ συστήματα.

Αυτές οι άλλες αγορές θα μπορούσαν να συμβάλουν με ποσό μέχρι και 25.000 MW του δυναμικού παραγωγής μέχρι το 2020. Από τη συζήτηση αυτή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τις μικρές ανεμογεννήτριες, το 2020 θα μπορούσε να είναι 140.000 MW σε όλες τις αγορές. Ωστόσο, ο στόχος της AWEA Small Wind Turbine Committee είναι να εγκαταστήσει 50.000 MW μικρών ανεμογεννητριών μέχρι το 2020.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που λαμβάνονται από τα πιο πρόσφατα έγγραφα ΔΠΕ, η συνολική παραγωγή δυναμικότητας στις ΗΠΑ το 1999 ήταν περίπου 745.000 MW. Σύμφωνα με την Ετήσια Ενεργειακή Προοπτική της ΔΠΕ του 2001, η προβολή για το 2020 είναι 1.060.000 MW του δυναμικού παραγωγής και 4804 δισ. kWh της ζήτησης.

Αν και το εγχώριο δυναμικό για τη μικρή αιολική παραγωγική υπολογίζεται σε 140.000 MW το 2020, δεν πιστεύουμε ότι αυτός είναι ένας ρεαλιστικός στόχος. Ο περιορισμός που βλέπουμε είναι η ανάπτυξη της αγοράς, όχι η ικανότητα παραγωγής ή πωλήσεων και υποδομή υποστήριξης.

Η ανάπτυξη της αγοράς μικρών ανεμογεννητριών, ακόμη και με ελκυστικά κίνητρα και ευνοϊκές πολιτικές, δεν θα ταιριάζει με το ρυθμό της αγοράς διείσδυσης των άλλων κοινών οικιακών ηλεκτρικές συσκευές με χαμηλότερη πινακίδες τιμές και ευκολότερες υλοποιήσεις. Ο στόχος των 50.000 MW από μικρή ικανότητα άνεμου μέχρι το 2020 είναι επιθετικός, αλλά εφικτά δοσμένος από τη σωστή δημόσια πολιτική περιβάλλοντος, ιδίως κατά τα επόμενα δέκα χρόνια.

Πενήντα γιγαβάτ (50.000 MW) των μικρών ανεμογεννητριών, το 2020 θα παράγουν περίπου 132 δισεκατομμύρια kWh της καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, ή περίπου το 3% των προβλεπόμενων συνολικών ΗΠΑ ζητούμενων. Σε αυτό το επίπεδο της παραγωγικής ικανότητας, τα μικρά αιολικά συστήματα θα παρέχουν 6-8% του οικιστικού τομέα της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Το έγγραφο Energy Outlook της ΔΠΕ προβλέπει ότι η ζήτηση κατοικιών στον ηλεκτρικό τομέα θα είναι 1.701 δισεκατομμύρια kWh το 2020.

Η αυξανόμενη εγχώρια αγορά από τη τρέχουσα εγκατεστημένη ισχύ των 15-18 MW μέχρι 50.000 MW το 2020 θα απαιτούσε διπλασιασμό της αγοράς κάθε χρόνο για αρκετά χρόνια και στη συνέχεια θα απαιτήσει διαρκή αύξηση των πωλήσεων της τάξης του 50-55% ανά το χρόνο. Σε αυτό το σενάριο, η εγχώρια μικρή αιολική βιομηχανία γεννητριών θα έφθανε ετήσιες πωλήσεις 1 δισ. δολάρια και θα απασχολούσε περίπου 10.000 άνθρωποι το 2020.

Αγορά Εξαγωγών

Οι αμερικανοί κατασκευαστές μικρών ανεμογεννητριών σήμερα εξάγουν περισσότερο από το 50% της παραγωγής τους και έχουν ηγετικό μερίδιο στην παγκόσμια αγορά για την τεχνολογία αυτή. Η ξένη αγορά των διασυνδεδεμένων ανεμογεννητριών τροφοδοτείται από την τιμές του ηλεκτρικού ενέργεια πάνω από το διπλάσιο αυτών που αντιμετωπίζουν από τους καταναλωτές των ΗΠΑ. Επιπλέον, Υπολογίζεται ότι περίπου 2 δισ. άνθρωποι στον κόσμο δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια για οικιακή, γεωργική, ή εμπορική χρήση. Η παραδοσιακή μέθοδος της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας με την επέκταση του δικτύου διανομής έχει αποδειχθεί ότι είναι ακριβή και δεν ενδείκνυται για τη χαμηλή κατανάλωση στα επίπεδα των κοινοτήτων των αναπτυσσόμενων εθνών. Και ο αριθμός των κατοικιών χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα αυξάνεται, επειδή το ποσοστό αύξησης των γεννήσεων έχει υπερβεί το ποσοστό αύξησης ηλεκτροδότησης.

Μικρής κλίμακας συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική, υδροηλεκτρική, και ηλιακή) είναι συχνά λιγότερο ακριβά από ό, τι η εγκατάσταση επέκτασης γραμμής. Μικρές ανεμογεννήτριες είναι λιγότερο ακριβές στη λειτουργία τους και παράγουν πολύ λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά κιλοβατώρα από ό, τι γεννήτριες ντίζελ. Μικρά αιολικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ηλεκτροδοτήσουν μόνο σπίτια (<500 W) ή χωριών (<50 kW). Υπάρχουν, επίσης, μια μυριάδα των ειδικών χρήσεων της αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η παραγωγή πάγου για τα παράκτια ψαροχώρια, φόρτιση μπαταριών για διανομή σε μονοκατοικίες, καθώς και τον καθαρισμό του νερού ώστε να γίνει πόσιμο.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν μεγάλες δυνατότητες ζήτηση για μικρά αιολικά συστήματα επειδή συνήθως δεν έχουν μεγάλους σταθμούς ηλεκτρικών παραγωγής ενέργειας που εξυπηρετούν αγροτικές περιοχές. Ωστόσο, οι άνθρωποι είναι συνήθως πολύ φτωχοί για να αγοράσουν μικρά αιολικά συστήματα και χρειάζεται οικονομική βοήθεια από την κυβέρνησή τους για να αντέξουν οικονομικά τους. Η βοήθεια αυτή, σήμερα, σχεδόν απευθύνεται αποκλειστικά στην επιδότηση επέκταση του δικτύου και την εγκατάσταση γεννητριών ντίζελ.

Σχέδιο Δράσης

Ο χάρτης της βιομηχανίας των ΗΠΑ για μικρές ανεμογεννήτριες προσδιορίζει τη κατάσταση, και το δυναμικό της στην αγορά των μικρών ανεμογεννητριών. Ο χάρτης επισημαίνει την τεχνολογία, την αγορά, και τους στόχους της πολιτικής καθώς και συγκεκριμένες δράσεις που απαιτούνται για την επίτευξη αυτών των στόχων. Πολλές ομάδες θα πρέπει να συμμετέχουν στις δραστηριότητες που περιγράφονται εδώ, για να γίνει αντιληπτό το όραμά των μικρών ανεμογεννητριών των ΗΠΑ ως σημαντικού παράγοντα για το χαρτοφυλάκιο εφοδιασμού Ενέργειας της Αμερικής.

Αυτοί οι υψηλής προτεραιότητας στόχοι έχουν εντοπιστεί από την AWEA για να ξεπεραστούν τα εμπόδια που προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Κάτω από κάθε στόχο αναφέρονται συγκεκριμένες δράσεις που μπορούν να ληφθούν από τη βιομηχανία εργάζεται σε συντονισμό με τις ομοσπονδιακές, πολιτειακές και τοπικές κυβερνήσεις για την επίτευξη των στόχων αυτών. Η πρόοδος σε αυτά τα στοιχεία βραχυπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα θα βοηθήσει να γίνει το όραμα αυτού του χάρτη πορείας μια πραγματικότητα.

Στόχοι και δράσεις Τεχνολογίας (2002-2005)

Μειωμένο κόστος της ενέργειας που προκύπτει από γεννήτριες που λειτουργούν σε συνθήκες χαμηλού ανέμου.

Δράσεις:

- Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των ΗΠΑ για χαμηλού κόστους, Α/Γ, βελτιστοποιημένες για περιοχές με χαμηλό αιολικό.
- Η ανάπτυξη χαμηλού κόστους, πολύ ψηλών πύργων.

Μείωση κόστους γεννήτριας μέσα από βελτίωση απόδοσης και αποτελεσματικότητας των μικρών ανεμογεννητριών.

Δράσεις:

- Υποστήριξη κοινής δαπάνης project ανάπτυξης εξαρτημάτων.
- Διεξαγωγή εφαρμοσμένων ερευνητικών μελετών με στόχο την βελτίωση αποδοτικότητας των μικρών ανεμογεννητριών μέσω της καλύτερης ενσωμάτωσης των υποσυστημάτων.
- Ανάπτυξη προηγμένων αεροτομών κατάλληλες για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Ανάπτυξη προηγμένων μόνιμων μαγνητών και άλλων τεχνολογιών κατάλληλων για μικρές ανεμογεννήτριες.

Μειωμένα κόστη πύργου και εγκατάστασης

Δράσεις:

- Ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων θεμελίωσης και ανέγερσης πύργων χαμηλότερου κόστους.
- Ανάπτυξη αυτοματοποιημένων διαδικασιών για κατασκευή πύργων.
- Ανάπτυξη εναλλακτικών σχεδίων πύργου με χαμηλότερο κόστος.

Βελτιωμένη αξιοπιστία γεννήτριας

Δράσεις:

- Ανάπτυξη μεθόδων δοκιμών για θέματα αξιοπιστίας όπως «ακραίων φαινομένων».
- Συγκέντρωση πολυετών δεδομένων για τις επιδόσεις της ανεμογεννήτριας, αξιοπιστίας, λειτουργίας, και συντήρησης.
- Ανάπτυξη των διαρθρωτικών κανόνων ασφάλειας για τη βιομηχανία μικρών γεννητριών.

Αυξημένη συμμετοχή των μικρών ανεμογεννητριών ως επιλογή της τεχνολογίας στα εγχώρια κυβερνητικά προγράμματα

Δράσεις:

- Συνεργασία με την Ομοσπονδιακή Διαχείριση Προγραμμάτων Ενέργειας για την ανάπτυξη μικρών έργων αιολικής ενέργειας σε ομοσπονδιακές εγκαταστάσεις.
- Προώθηση μικρών ανεμογεννητριών για την ασφάλεια της χώρας και άλλες στρατιωτικές επιχειρήσεις.

Μειωμένο κόστος κατασκευής από αύξηση του όγκου της παραγωγής

Δράσεις:

- Πρόσληψη συμβούλων κατασκευής για να συμβουλεύουν τους μεμονωμένους κατασκευαστές σε βελτιωμένες τεχνικές κατασκευής, βελτίωση του χρόνου παράδοσης, και ανάπτυξη ενός σχεδίου κατασκευής.
- Ενθάρρυνση μικρών κατασκευαστών γεννητριών να διερευνήσουν τα κίνητρα του κράτους για την δημιουργία κατασκευαστικών επιχειρήσεων.

Ανάπτυξη εξοπλισμού και διαδικασιών για μαζική παραγωγή μικρών ανεμογεννητριών

Δράσεις:

- Υποστήριξη εταιρειών ειδικές σε house-in δραστηριότητες για τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής.
- Στήριξη της ανάπτυξης εξαρτημάτων σχεδιασμένων ειδικά για μαζική παραγωγή.

Στόχοι και Δράσεις Τεχνολογίας (2006-2012)

Ανάπτυξη βελτιωμένων Ηλεκτρονικών Ισχύος

Δράσεις:

- Υποστήριξη εταιρικής έρευνας διαμοιραζόμενου κόστους στον εξοπλισμό ηλεκτρονικής ισχύος.
- Διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας για τις βλάβες σε θέματα ηλεκτρονικών ισχύος.

Μείωση του θορύβου που παράγεται από μικρές ανεμογεννήτριες

Δράσεις:

- Να αναπτυχθεί μια μέτρηση του θορύβου και ένα πρότυπο για μικρές ανεμογεννήτριες (διαφορετικό από το IEC 61400-11 και το πρότυπο δοκιμής του θορύβου).
- Διεξαγωγή προγραμμάτων επιμερισμένου κόστους, μείωσης θορύβου.
- Διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας για τα θέματα του θορύβου των μικρών ανεμογεννητριών.

Δημιουργία υψηλότερης ακρίβειας προβλέψεων απόδοσης με βάση την πηγή για να βοηθούν τους πελάτες στην επιλογή των τοποθεσιών

Δράσεις:

- Εκκίνηση έρευνας για την καλύτερη κατανόηση της τυρβώδους ροής και του περιβάλλοντος στο οποίο οι μικρές ανεμογεννήτριες λειτουργούν.
- Να αναπτυχθεί μια βελτιωμένη μεθοδολογία πρόγνωσης των επιδόσεων για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Ανάπτυξη Web-based πρόβλεψης απόδοσης με βάση χάρτες υψηλής ευκρίνειας ανέμου.
- Ανάπτυξη βελτιωμένων κατευθυντήριων οδηγιών για εκτιμήσεις σχετικά με όλα τα θέματα ροής ανέμου και περιβάλλοντος.

Βελτίωση της αξιοπιστίας και της ανθεκτικότητας των μικρών ανεμογεννητριών

Δράσεις:

- Ανάπτυξη πρωτόκολλων δοκιμών βελτίωσης του κύκλου ζωής και αναλυτικών μεθόδων για τις μικρές ανεμογεννήτριες.
- Να αναπτυχθεί καλύτερη κατανόηση του σχεδιασμού χαρακτηρισμού του φορτίου, της αυξημένης αξιοπιστίας, αντοχή, και της μακροζωία.
- Εντοπισμός σχεδιαστικών στοιχείων απαραίτητων για να επιτύχει 50 χρόνια ζωής λειτουργίας.
- Εκτέλεση έλεγχου αντοχής και αξιοπιστίας για ακραία καιρικά φαινόμενα.
- Υποστήριξη εταιρειών, σε in-house προγράμματα ενίσχυσης της αξιοπιστίας.

Μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης των μικρών ανεμογεννητριών

Δράσεις:

- Υποστήριξης εταιρειών για in-house προγράμματα μείωσης απαιτήσεων συντήρησης.
- Διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας για τα προβλήματα συντήρησης, μέσω έργων επαλήθευσης υλικού.

Ενισχυμένα αναλυτικά εργαλεία για σχεδιασμό στις μικρές ανεμογεννήτριες

Δράση:

- Βελτίωση των τεχνικών και των ικανοτήτων σχεδιασμού, ιδιαίτερα στην αεροδυναμική των πτερυγίων που είναι ιδιαίτερη σε μικρές ανεμογεννήτριες.

Βελτιωμένη κατανόηση των παθητικών ελέγχων των μικρών ανεμογεννητριών

Δράση

- Διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας για τα ζητήματα παθητικού ελέγχου (furling) για μικρές ανεμογεννήτριες

Στόχοι και δράσεις της Τεχνολογίας (2013+)

Ανάπτυξη με βάση τα συστήματα υδρογόνου

Δράση

- Καθιέρωση σύνδεσης με άλλες τεχνολογίες υβριδική ισχύος όπως μικροί αεριοστροβίλοι, φωτοβολταϊκά πάνελ, το ντίζελ και άλλες γεννήτριες καυσίμων, καθώς και με κάθε νέα τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να αναπτυχθεί.

Δημιουργία δεσμών με την αποθήκευση και άλλες ισχυρές τεχνολογίες

Δράση:

- Δημιουργία δεσμών με την αποθήκευση και άλλες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως την παραγωγή και αποθήκευση υδρογόνου, μπαταρίες, καθώς και κάθε νέα τεχνολογία αποθήκευσης που θα μπορούσε να αναπτυχθεί.

Στόχοι και δράσης αγοράς (2002-2005)

Ανάπτυξη πρόσθετων ενεργών και αποτελεσματικών προτύπων

Δράσεις:

- Δημιουργία αμερικάνικων και διεθνών προτύπων IEC που θα ασχοληθούν με την αξιοπιστία, την αντοχή, τη μακροζωία, το θόρυβο και την απόδοση ισχύος.
- Ολοκλήρωση του προσχεδίου πρότυπου ασφάλειας IEC 61400-2.
- Πλήρης ανάπτυξη οικονομικά αποδοτικών και αποτελεσματικών προγραμμάτων πιστοποίησης για μικρές ανεμογεννήτριες.

Ανάπτυξη ισχυρότερων και πιστοποιημένων καναλιών διανομής και υποστήριξης

Δράσεις:

- Να δημιουργήσει προγράμματα κατάρτισης εγκατάστασης και συντήρησης για τις μικρές ανεμογεννήτριες.
- Συνέχιση των τεχνολογιών της επικοινωνίας με αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις παραγωγής.
- Ανάπτυξη του προγράμματος πιστοποίησης για εγκαταστάτες.

Ανάπτυξη ενός φιλικού προς τον καταναλωτή συστήματος αξιολόγησης απόδοσης.

Δράσεις:

- Ενημέρωση και να συνδυάσει το πρότυπο απόδοσης AWEA με το IEC 61400-12 για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Προώθηση της υιοθέτησης των εκτιμώμενων παραμέτρων την AWEA για την ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Αυξημένη προβολή και αξιοπιστία των μικρών ανεμογεννητριών

Δράσεις:

- Ενθάρρυνση του DOE (Department of Energy) να δώσει μεγαλύτερη προβολή μικρές ανεμογεννήτριες μέσα από τα κίνητρα πολιτικής, μελέτες, καθώς και από ομιλίες.
- Δημοσίευση σε σημαντικά περιοδικά , όπως Scientific American και Popular Science για να επισημανθούν οι μικρές ανεμογεννήτριες ως σημαντική τεχνολογία.
- Δημοσιοποίηση της νέας γενιάς προϊόντων που βγαίνουν από συμβάσεις ανάπτυξης οι οποίες στηρίζονται από την κυβέρνηση.
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης για τα δημόσια γραφεία της ενέργειας και άλλων σημαντικών τοπικών και περιφερειακών ενδιαφερόμενων μερών.
- Δημιουργία μιας σημαντικής ομοσπονδιακής πρωτοβουλία ανάπτυξης για τις μικρές ανεμογεννήτριες σε προνομιακές σημαντικές αγορές.

Ολοκλήρωση της χαρτογράφηση ανέμου υψηλής ευκρίνειας όλων των κρατών και των διεθνών αγορών.

Δράσεις:

- Πλήρης υψηλής ευκρίνειας χάρτης ανέμου για κάθε μια από τις 14 πολιτείες που καλύπτει η AWEA όπως προσφέρουν τις καλύτερες ευκαιρίες για τις μικρές εγκαταστάσεις στροβίλου. (Μετρήσεις που λαμβάνονται σε 24 μέτρα πάνω από το έδαφος.)
- Πλήρεις υψηλής ευκρίνειας χάρτες ανέμου για τις 16 πολιτείες, οι οποίες βρίσκονται σε προτεραιότητα.
- Τροποποίηση των υφιστάμενων διεθνώς χαρτών ανέμου για τα χαρακτηριστικά μικρών ανεμογεννητριών όπως το ύψος και η κατά προσέγγιση κλινοβατώρες παραγωγής.
- Να αναπτυχθεί μια βελτιωμένη μεθοδολογία πρόγνωσης των επιδόσεων για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Ανάπτυξη μιας Web-based δυνατότητας πρόβλεψης απόδοσης βασισμένη σε υψηλής ευκρίνειας χάρτες ανέμου.

Στόχοι και δράσεις της αγοράς (2006-2012)

Βελτιωμένη ευκρίνεια της αγοράς για να χρησιμοποιηθεί για επιχειρηματικό σχεδιασμό

Δράσεις:

- Ενημέρωση της μελέτης της αγοράς A. D. Little του 1981 για μικρές ανεμογεννήτριες στις ΗΠΑ.
- Χαρακτηρισμός του εξαγωγικού δυναμικού της τεχνολογίας των ΗΠΑ.

Αυξημένες επιλογές για τον πελάτη για αγορά και χρηματοδότηση των μικρών ανεμογεννητριών

Δράσεις:

- Επέκταση διαθεσιμότητας των plug-and-play συστημάτων κατάλληλα για μαζικό μάρκετινγκ.
- Καθιέρωση φιλικών προς τον καταναλωτή προγραμμάτων χρηματοδότησης, όπως συμβαίνει για τους αγοραστές αυτοκινήτων.

Αύξηση του αριθμού των διαθέσιμων προϊόντων (μοντέλα και μεγέθους) για διαφορετικά τμήματα της αγοράς

Δράσεις:

- Υποστήριξη εταιρειών για in-house έργα ανάπτυξης προϊόντων.
- Ενθάρρυνση της υποστήριξης του κράτους για την ανάπτυξη προϊόντων για τις μικρές ανεμογεννήτριες.
- Να ενθαρρυνθεί η αύξηση των επενδύσεων στην τομέα των μικρών ανεμογεννητριών.

Ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών οφελών στην αξία των ανεμογεννητριών

Δράση:

- Υποστήριξη της ανάπτυξης αποτελεσματικών πράσινων αγορών για κατανεμημένες παραγωγές.

Αύξηση της πληροφόρησης και της εκπαίδευσης για τις μικρές ανεμογεννήτριες

Δράσεις:

- Ανάπτυξη επίκεντρου σε οδηγούς καταναλωτών για τις μικρές ανεμογεννήτριες.
- Να αναπτυχθεί ένας οδηγός για την αιολική ενέργεια σε σχολικά προγράμματα.
- Αύξηση της προγραμματικής συμμετοχής για τις μικρές ανεμογεννήτριες στην National Wind Coordinating Council, the National Association of State Energy Officials, the Utility Wind Interest Group, the National Council of State Legislators, και άλλοι.

Η αυξημένη συμμετοχή των μικρών ανεμογεννητριών ως επιλογή τεχνολογίας σε διεθνή αναπτυξιακά έργα

Δράσεις:

- Υποστήριξη της δημιουργίας της in-house τεχνολογίας στις μικρές ανεμογεννήτριες στο U. S. AID, τη Παγκόσμια Τράπεζα, U.N. Πρόγραμμα Ανάπτυξης, και άλλα πολυμερή αναπτυξιακά προγράμματα.
- Ανάπτυξη ανταγωνιστικότητας με ξένα κράτη.
- Προώθηση της ευκολότερης και αποτελεσματικότερης χρηματοδότησης προγραμμάτων.
- Ενημέρωση της κυβέρνησης και του δημοσίου σχετικά με την σημασία της δαπάνης στην ξένη βοήθεια.
- Ενθάρρυνση της Παγκόσμιας Τράπεζας να καταστήσει τις ανανεώσιμες πηγές με βάση τουλάχιστον το κόστος.

Στόχοι και δράσεις της αγοράς (2013+)

Ενίσχυση της επανάστασης ισχύος μικρής έντασης

Δράση:

- Ανάπτυξη μιας στρατηγικής ανάπτυξης της ισχύος μικρής έντασης στην αγορά.

Στόχοι και δράσεις Πολιτικής (2002-2005)

Υποστηρικτικές εθνικές πολιτικές για προώθηση της ανάπτυξης της αγοράς

Δράση:

- Δημιουργία εθνικών υποστηρικτικών πολιτικών (φόροι, πιστώσεις, ρυθμίσεις).

Υποστηρικτικές πολιτειακές πολιτικές για προώθηση της ανάπτυξης της αγοράς

Δράσεις:

- Προώθηση δημιουργίας πολιτειακών προγραμμάτων τα οποία μειώνουν τα αρχικά κόστη.
- Προώθηση δημιουργίας πολιτειακών κινήτρων που τονώνουν τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αφαίρεση των περιορισμών ύψους που συναντώνται κυρίως σε κατοικήσιμες περιοχές.

Δράσεις:

- Παροχή ενθαρρυντικών πληροφοριών σχετικά με την εξάλειψη των περιορισμών ύψους σε τοπικές κυβερνήσεις και φορείς τέτοιων ρυθμίσεων.
- Μοντέλο ρύθμισης σχετικά με τον καθορισμό ζωνών για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Προώθηση της κρατικής και εθνικής νομοθεσίας που μπορεί να υπερισχύσει έναντι των τοπικών περιορισμών.

Περισσότερες πληροφορίες για αισθητική διεύθυνση, το θόρυβο, και περιβαλλοντικές ανησυχίες

Δράσεις:

- Δημιουργία αξιόπιστων εγγράφων για θέματα για μικρές ανεμογεννήτριες.
- Ανάπτυξη της τεχνολογίας για τη μείωση του θορύβου.

- Ανάπτυξη εγγράφων σχετικά με την άδεια οικοδομής που αφορούν την αισθητική, το θόρυβο, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τις αξίες των ακινήτων, κ.λπ.
- Ανάπτυξη βίντεο για να τονίσει την μη οπτική παρέμβαση των μικρών ανεμογεννητριών.

Αφαίρεση των εμποδίων διασύνδεσης

Δράσεις:

- Παροχή πληροφοριών σε βοηθήματα και δημόσιες υπηρεσίες που θα βοηθήσουν να αφαιρεθούν αχρείαστες και ακριβές απαιτήσεις σε περιοχές ποιότητας ενέργειας, ασφάλειας και προτύπων απόδοσης.
- Συμμετοχή σε ανάπτυξη ενός εθνικού προτύπου διασύνδεσης.

Δίκαιη τιμολόγηση σε λογαριασμούς και σε πολιτικές κόστος διασύνδεσης

Δράσεις:

- Προώθηση καθαρών μετρητών.
- Προώθηση των απλοποιημένων συμβάσεων διασύνδεσης.
- Προώθηση προστασίας εναντίον αδικαιολόγητων απαιτήσεων ασφάλισης.

Πιστωτικές μονάδες για πράσινη ανάπτυξη

Δράση:

- Συζήτηση των οικονομικών κερδών της τεχνολογίας μικρών ανεμογεννητριών.

Μείωση ή εξάλειψη των περιορισμών σε επενδύσεις σε μικρές ανεμογεννήτριες

Δράση:

- Εντοπισμός περιορισμών σε τέτοιες επενδύσεις (φόροι πωλήσεων, φόροι ιδιοκτησίας κ.λ.).

Στόχοι και δράσεις Πολιτικής (2006-2012)

Υποστήριξη πολιτικών για ανάπτυξη μικρών αιολικών.

Δράση:

- Συνέχιση της εργασίας με πολιτείες για ανάπτυξη νέων πολιτικών

Διάδοση πληροφοριών σχετικά με τα εμπόδια της αγοράς

Δράσεις:

- Απλοποίηση πληροφοριών σχετικά με τον καθορισμό κανονισμών ζωνών, συμφωνιών διασύνδεσης, και καθαρή δοσολογία για να καθοδηγήσει την ανάπτυξη των κινήτρων της πολιτείας.
- Ανάπτυξη απλοποιημένων απαιτήσεις διασύνδεσης.

Στόχοι και δράσεις πολιτικής (2013+)

Ανάπτυξη στρατηγικών για διανομή υψηλού επιπέδου ηλεκτρικές υπηρεσίες σε πελάτες εκτός πόλης.

Δράση:

- Συνεργασίας με αγροτικούς συνεργάτες με σκοπό την επινόηση κινήτρων για πελάτες εκτός πόλης και την απλοποίηση της διαδικασίας διασύνδεσης.

6. Θεωρητική μελέτη εγκατάστασης μικρής Α/Γ

Στο τελευταίο κεφάλαιο, θα γίνει μια σύγκριση μεταξύ τεσσάρων μικρών Α/Γ, διαφορετικής ισχύος, εγκατεστημένες σε τρεις περιοχές. Σκοπός είναι να καταλήξουμε, στο ποια Α/Γ είναι καταλληλότερη για την εκάστοτε περιοχή, ανάλογα με το αιολικό δυναμικό της. Επίσης οι Α/Γ πρόκειται να είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο οπότε θα υπάρχει κάποιο κέρδος κατά το χρόνο ζωής της Α/Γ, εφόσον γίνει απόσβεση. Οπότε θα εξεταστεί ποιά Α/Γ θα φέρει τα περισσότερα κέρδη σε χρονική διάρκεια μιας δεκαπενταετίας όπου είναι περίπου ο χρόνος ζωής μιας Α/Γ. Κάποιες από τις μετρήσεις του 6^{ου} κεφαλαίου μπορούν να μελετηθούν στο παράρτημα Δ.

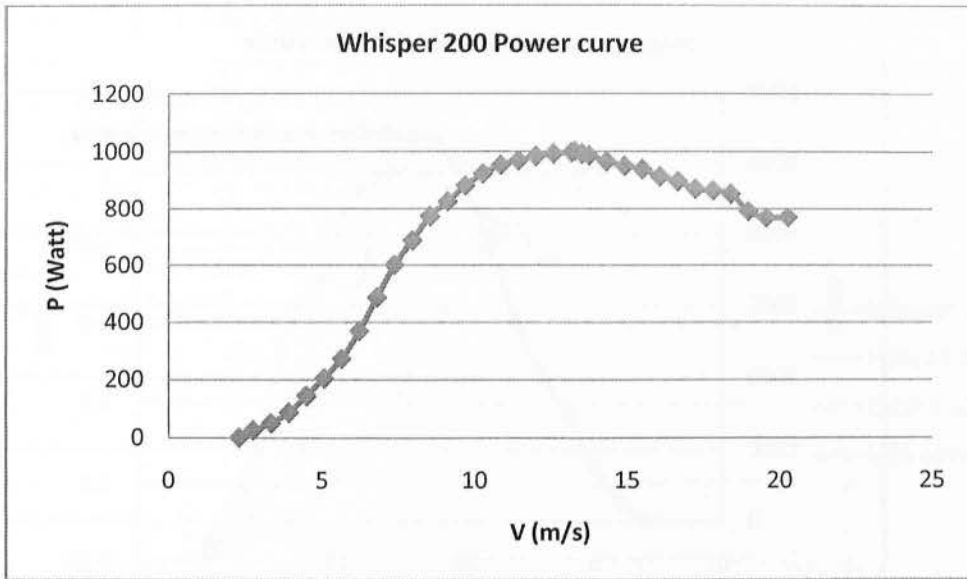
6.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά επιλεγθέντων ανεμογεννητριών

Για τη θεωρητική μελέτη επιλέχθηκαν ανεμογεννήτριες με διαφορετική ονομαστική ισχύ, ώστε να μπορεί να μελετηθεί ένα εύρος διαφορετικών Α/Γ και η συνεργασία τους με το αιολικό δυναμικό των τριών περιοχών. Οι περιοχές που επιλέχθηκαν είναι η Κρήτη που παρουσιάζει υψηλό αιολικό δυναμικό, η Ζάκυνθος με μέτριο αιολικό δυναμικό και η Λήμνος με χαμηλό. Στο παρακάτω πίνακα μπορεί κανείς να δει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ.

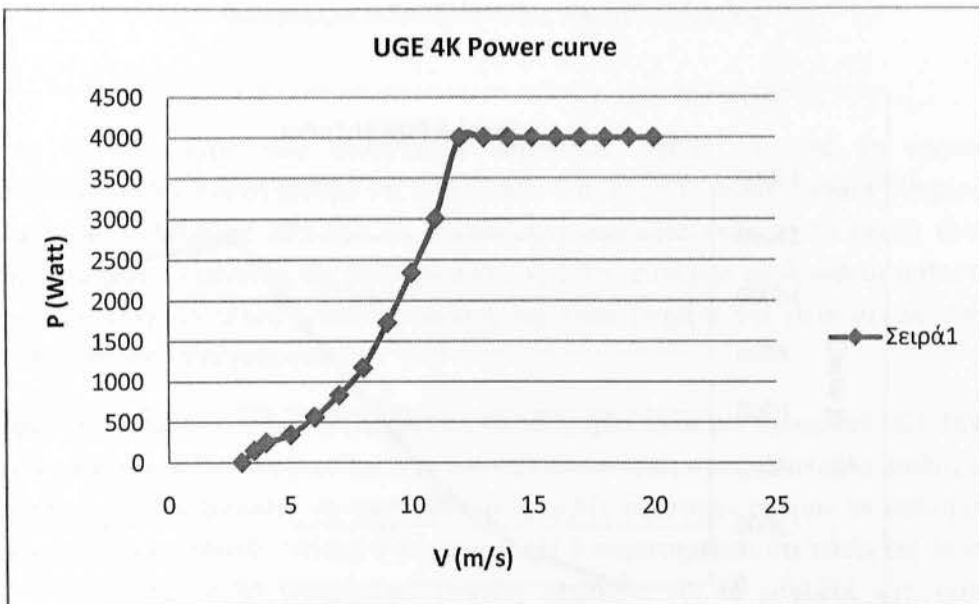
Εταιρεία	SOUTHWEST WINDPOWER	URBAN GREEN ENERGY	NINGJIN HUAYA	BERGEY
A/Γ	WHISPER 200	UGE-4KW	HUAYA 5KW	EXCEL S 10KW
Τύπος α/γ	Οριζοντίου άξονα	Καθέτου άξονα	Οριζοντίου άξονα	Οριζοντίου άξονα
Μέγιστη ισχύς (kW)	1	4	5,4	12
Ονομαστική ταχύτητα αέρα (m/sec)	11,6	12	10	17
Ταχύτητα έναρξης (m/sec)	3,1	3,5	3	3,4
Ταχύτητα διακοπής (m/sec)	20,3	30	25	-
Ταχύτητα αντοχής (m/sec)	55	55	50	54
Διάμετρος πτερωτής (m)	2,7	4.6 *3 (ύψος*πλάτος)	5,4	7
Επιφάνεια σάρωσης (m ²)	5,7	13,8	22,9	38,5
Ταχύτητα περιστροφής(rpm)	-	110	260	-
Αριθμός πτερυγίων	3	-	3	3
Τύπος πτερυγίων	Carbon reinforced fiberglass	Carbon fiber & fiberglass	Fiberglass	-
Γεννήτρια	Permanent magnet	Three phase permanent magnet	Permanent magnet 3 phase AC	Permanent magnet 3 phase AC
Τύπος συστήματος ελέγχου	Whisper controller	-	-	-
Τύπος αυτοπροστασίας	Patented side furling	Electromagnet brake	Pitch control and electromagnet brake	Autofurl
Τιμή (€)	4379	25000	10500	22100

Πίνακας 6.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά μικρών Α/Γ (1kw, 4kw, 5kw, 10kw).

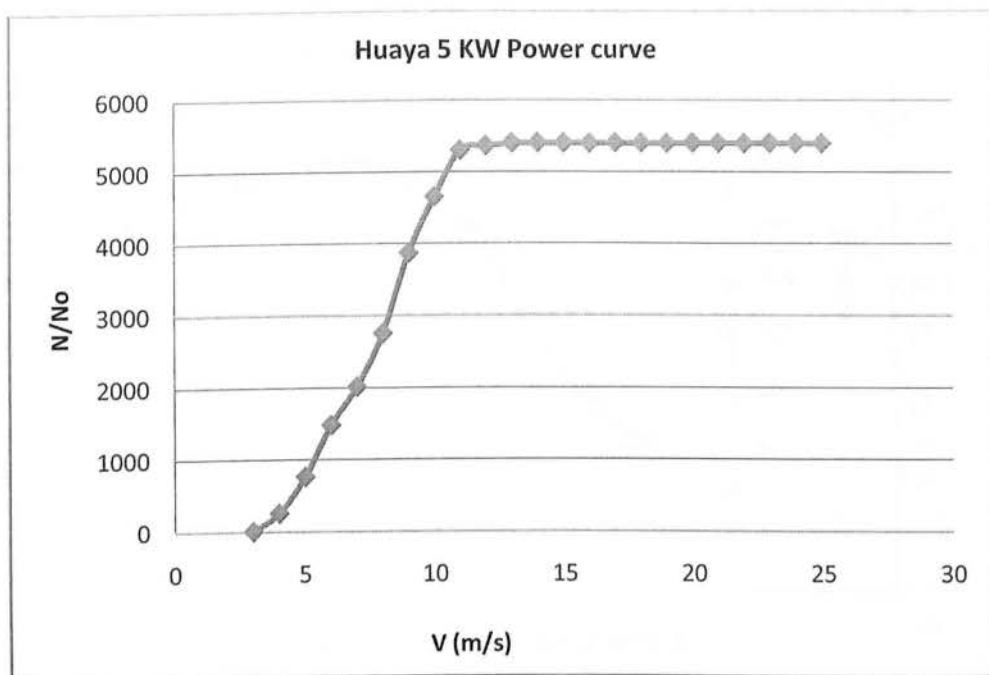
Στη συνέχεια μπορεί κανείς να εξετάσει τις καμπύλες ισχύος της κάθε ανεμογεννήτριας καθώς και την αδιάστατες καμπύλες ισχύος ώστε να συγκριθούν οι διαφορές τους.



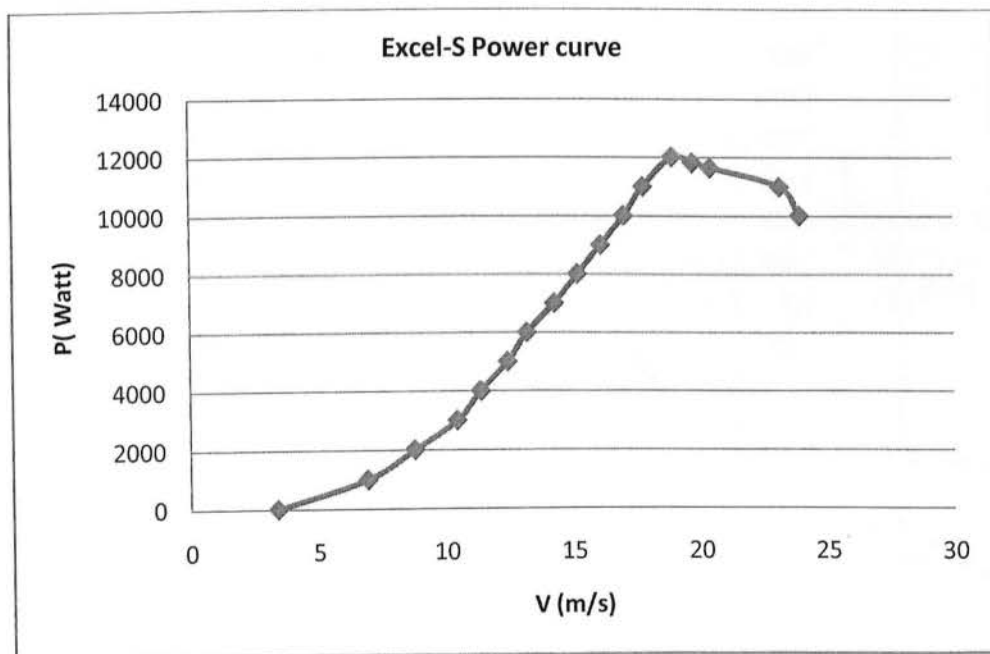
Διάγραμμα 6.1: Καμπύλη ισχύος Whisper 200.



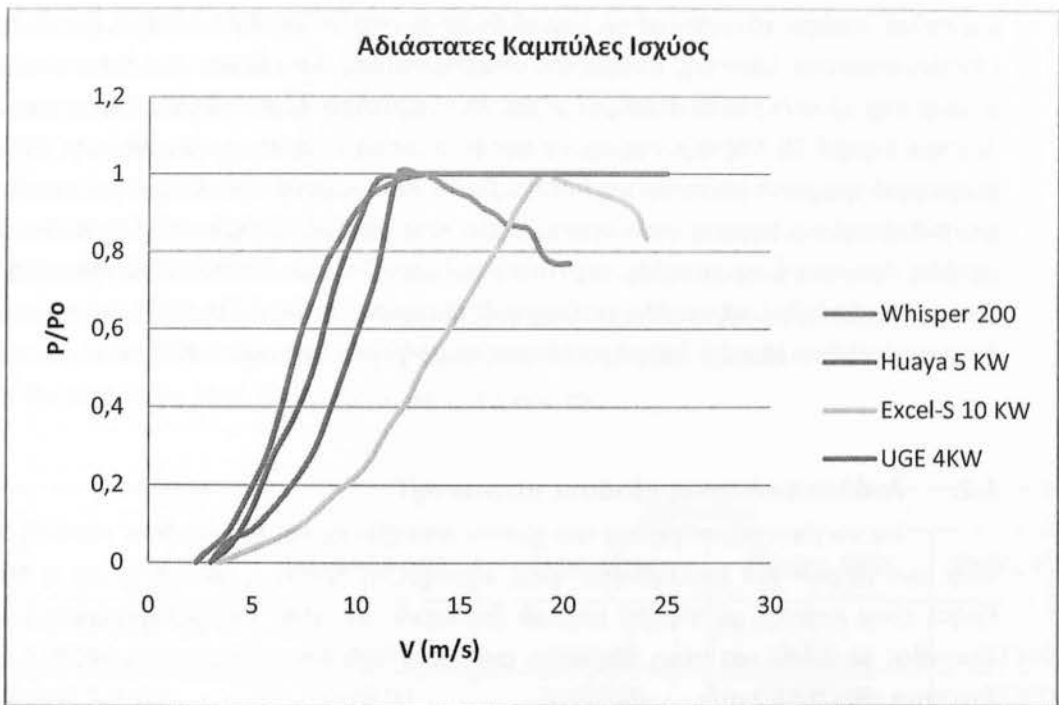
Διάγραμμα 6.2: Καμπύλη ισχύος UGE 4K.



Διάγραμμα 6.3: Καμπύλη ισχύος Huaya 5 KW.



Διάγραμμα 6.4: Καμπύλη ισχύος Excel-S 10 KW.



Διάγραμμα 6.5: Αδιάστατες Καμπύλες Ισχύος.

Από το διάγραμμα των αδιάστατων καμπύλων ισχύος και από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ παρατηρούμε ότι η ταχύτητα έναρξης παραγωγής ισχύος διαφέρει σε κάθε μηχανή. Η Whisper 200 έχει τη χαμηλότερη ταχύτητα έναρξης το οποίο είναι δικαιολογημένο διότι το μέγεθος της είναι αρκετά μικρό. Στη συνέχεια ακολουθούν η Huaya 5KW και η UGE 4KW και τέλος η Excel S όπου η ταχύτητα έναρξης της είναι μεγαλύτερη όπως επίσης είναι και το μέγεθος της.

Αυτό που είναι σημαντικό και πρέπει να παρατηρηθεί είναι για τη μηχανή UGE 4KW ότι η ταχύτητα παραγωγής της ξεκινάει στα 3,5 m/s όπου είναι σχετικά μεγάλη καθώς οι μηχανές καθέτου άξονα ξεκινάνε να παράγουν σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου σε σχέση με τις μηχανές οριζοντίου άξονα. Επίσης η μηχανή Excel S παρατηρείται ότι κάνει cut in σε ταχύτητα 4 m/s, όπου είναι υπερβολικά μεγάλη ταχύτητα για το μέγεθος της. Αυτό προφανώς οφείλεται σε χαμηλό αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης των πτερυγίων καθώς η μηχανή είναι παλιάς τεχνολογίας, κατασκευής του 1983.

Στη συνέχεια με βάση τη κλίση κάθε καμπύλης μπορούμε να κρίνουμε τη ποιότητα της μηχανής ως προς τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό της καθώς όσο πιο απότομη είναι η κλίση κάθε καμπύλης τόσο πιο μικρές θα είναι οι ταχύτητες όπου η ανεμογεννήτρια μπορεί να φτάσει τη μέγιστη παραγωγή της. Οπότε παρατηρούμε ότι η Whisper 200 έχει τη μεγαλύτερη κλίση σε μικρές ταχύτητες ενώ περίπου στα 10 m/s αλλάζει η μορφή του πολυωνύμου και στα 13 m/s η μηχανή φτάνει στη μέγιστη παραγωγή της και στη συνέχεια καθώς η ταχύτητα συνεχίζει και αυξάνεται η παραγωγή της μειώνεται λόγω του μηχανισμού *furling* που κάνει την ανεμογεννήτρια να περιστρέφεται συνεχώς. Μεγάλη κλίση καμπύλης ισχύος έχει επίσης η Huaya 5 KW μέχρι τα 12 m/s όπου φτάνει στη μέγιστη παραγωγή της και τη διατηρεί με τη βοήθεια του *pitch control*. Η UGE 4 KW έχει μικρότερη κλίση

καμπύλης ισχύος, κάτι που είναι λογικό διότι οι μηχανές καθέτου άξονα δεν έχουν πολύ μεγάλη απόδοση λόγω της αυξημένης οπισθέλκουσας. Το μέγιστο της παραγωγής της το φτάνει στα 12 m/s και το διατηρεί μέχρι να σταματήσει λόγω υψηλής ταχύτητας ανέμου. Τέλος η Excel-S 10 KW έχει παρόμοια μορφή καμπύλης ισχύος με τη Whisper 200, επειδή λειτουργεί και αυτή με σύστημα furling. Όμως παρατηρείται ότι έχει πολύ μικρή κλίση η καμπύλη ισχύος, πράγμα που σημαίνει ότι έχει χαμηλό βαθμό απόδοσης και δεν έχει μεγάλη παραγωγή σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Το μέγιστο της το φτάνει στα 19 m/s όπου είναι υπερβολικά μεγάλη ταχύτητα. Έτσι μπορεί να επαληθευτεί η παραπάνω σκέψη ότι η μηχανή έχει χαμηλό βαθμό απόδοσης επειδή είναι παλαιάς τεχνολογίας.

6.2. Ανάλυση κόστους-κέρδους μικρών Α/Γ

Για να γίνει μια σύγκριση του χρόνου απόσβεσης και του κέρδους κατά τη διάρκεια ζωής των μικρών Α/Γ επιλέχθηκαν τρεις περιοχές, η Κρήτη, η Ζάκυνθος και η Λήμνος. Η Κρήτη είναι περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό με μέση ταχύτητα ανέμου 8,1 m/s, η Ζάκυνθος με μέσο και μέση ταχύτητα ανέμου 6 m/s και η Λήμνος με χαμηλό με μέση ταχύτητα ανέμου 4,7 m/s.

Παρακάτω παραθέτονται οι πίνακες με τους χρόνους απόσβεσης και τα κέρδη από το χρόνο ζωής κάθε Α/Γ ο οποίος είναι κατά μέσο όρο 17 χρόνια, γνωρίζοντας ότι η τιμή πώλησης της κιλοβατώρας είναι 0,25 €:

	Κρήτη			
	WHISPER 200	UGE-4KW	HUAYA 5KW	EXCEL S 10K
Χρονιαία παραγωγή (KWh)	5120,90	15024,39	25040,43	33757,81
Κόστος Α/Γ (€)	4379,00	25000,00	10500,00	22100,00
Χρόνος απόσβεσης	3 έτη και 4 μήνες	6 έτη και 8 μήνες	1 έτος και 8 μήνες	2 έτη και 7 μήνες
Κέρδη στη 17ετία (€)	17411,00	42556,00	95967,00	121443,00

Πίνακας 6.2: Χρόνος απόσβεσης και κέρδη στη περιοχή της Κρήτης.

Παρατηρούμε ότι το μικρότερο χρόνο απόσβεσης τον έχει η ΗΥΑΥΑ 5KW ενώ ακολουθεί η EXCEL S 10KW και στη συνέχεια η WHISPER 200 και η UGE-4KW. Τα περισσότερα κέρδη στη διάρκεια ζωής των Α/Γ μας τα αποδίδονται με τη σειρά από τη μεγαλύτερη Α/Γ προς τη μικρότερη που είναι λογικό γιατί η περιοχή έχει υψηλό αιολικό δυναμικό οπότε η μεγαλύτερη μηχανή θα αποφέρει και τα περισσότερα κέρδη. Αυτό όμως που είναι αξιοσημείωτο είναι η τεράστια διαφορά στα κέρδη και στο χρόνο απόσβεσης της UGE-4KW και της ΗΥΑΥΑ 5KW. Αυτό οφείλεται στο ότι το κόστος αγοράς της UGE-4KW με τον εξοπλισμό της (inverter, controller και πύργο) είναι πολύ υψηλό σε αντίθεση με την ΗΥΑΥΑ 5KW η οποία είναι αρκετά φθηνή αλλά είναι κινέζικη και αμφιβόλου ποιότητας σε σχέση με την UGE όπου είναι μεγάλη εταιρία στο χώρο της.

	Ζάκυνθος			
	WHISPER 200	UGE-4KW	ΗΥΑΥΑ 5KW	EXCEL S 10KW
Χρονιαία παραγωγή (KWh)	3518,01	8950,45	17035,66	21340,34
Κόστος Α/Γ (€)	4379,00	25000,00	10500,00	22100,00
Χρόνος απόσβεσης	5 έτη	11 έτη και 2 μήνες	2 έτη και 6 μήνες	4 έτη και 2 μήνες
Κέρδη στη 17ετία (€)	10554,00	13045,00	61754,00	68609,00

Πίνακας 6.3: Χρόνος απόσβεσης και κέρδη στη περιοχή της Ζακύνθου.

Στην περιοχή της Ζακύνθου ισχύει ότι και στην περιοχή της Κρήτης. Παρατηρούμε ότι η Α/Γ EXCEL S 10KW έχει παραπάνω κέρδος μόλις κατά 10% από την ΗΥΑΥΑ 5KW, άρα λοιπόν η πιο συμφέρουσα Α/Γ για την περιοχή της Ζακύνθου θα ήταν η ΗΥΑΥΑ 5KW διότι χρειαζόμαστε το μισό αρχικό κεφάλαιο και έχουμε τον μισό χρόνο απόσβεσης.

	Λήμνος			
	WHISPER 200	UGE-4KW	ΗΥΑΥΑ 5KW	EXCEL S 10KW
Χρονιαία παραγωγή (KWh)	2859,35	5969,88	12024,03	13929,20
Κόστος Α/Γ (€)	4379,00	25000,00	10500,00	22100,00
Χρόνος απόσβεσης	6 έτη και 2 μήνες	17 έτη	3 έτη και 6 μήνες	6 έτη και 4 μήνες
Κέρδη στη 17 ετία (€)	7770,00	-	40581,10	35972,00

Πίνακας 6.4: Χρόνος απόσβεσης και κέρδη στη περιοχή της Λήμνου.

Στην περιοχή της Λήμνου παρατηρούμε ότι τον μικρότερο χρόνο απόσβεσης τον έχει η ΗΥΑΥΑ 5KW, επόμενη ακολουθεί η WHISPER 200 στη συνέχεια έρχεται η EXCEL S 10KW με μόλις 2 μήνες διαφορά από την δεύτερη και τελευταία η UGE-4KW η οποία κάνει απόσβεση μετά από 17 χρόνια. Η πιο συμφέρουσα Α/Γ για την περιοχή της Λήμνου θα ήταν η ΗΥΑΥΑ 5KW η οποία έχει 10% περισσότερο κέρδος από την δεύτερη, τον μισό χρόνο απόσβεσης και το μισό κόστος αγοράς. Η Α/Γ που δεν θα επιλέγαμε σε καμία περίπτωση για την περιοχή της Λήμνου θα ήταν η UGE-4KW η οποία κάνει απόσβεση μετά από 17 χρόνια με συνέπεια να μην έχουμε καθόλου κέρδος.

Οπότε συμπεραίνουμε ότι για περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό η πιο συμφέρουσα ανεμογεννήτρια είναι η EXCEL S 10KW καθώς έχει 20% μεγαλύτερη παραγωγή από τη ΗΥΑΥΑ 5KW όπου έρχεται δεύτερη. Σε μέτρια αιολικά δυναμικά η πιο συμφέρουσα ανεμογεννήτρια είναι η ΗΥΑΥΑ 5KW, παρόλο που έχει 10% μικρότερο κέρδος από την EXCEL S 10KW και αυτό διότι έχει το μισό χρόνο απόσβεσης και το μισό αρχικό κόστος. Σε χαμηλά αιολικά δυναμικά υπερισχύει κατά κράτος η ΗΥΑΥΑ 5KW όπου έχει 10% μεγαλύτερο κέρδος από τη EXCEL S 10KW και το μισό κόστος επένδυσης. Όσον αφορά τη UGE-4KW είναι μια ανεμογεννήτρια με καλή λειτουργία, από αξιόπιστη εταιρία, καθέτου άξονα όπου σε αστικό περιβάλλον είναι οι καταλληλότερες αλλά έχει ως βασικό μειονέκτημα το κόστος της όπου είναι πολύ υψηλό και την καθιστά ασύμφορη. Τέλος η WHISPER 200 έχει υψηλό κόστος για την ονομαστική της ισχύ όπως και όλες οι ανεμογεννήτριες ίδιας τάξης μεγέθους αλλά δεν είναι αρκετά κερδοφόρα στο χρόνο ζωής της, οπότε για εγκαταστάσεις με τόσο μικρές ανεμογεννήτριες θα ήταν συμφερότερο να μπαίνουν παράλληλα η μια δίπλα στην άλλη αν πρόκειται για ηλεκτροδότηση δικτύου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

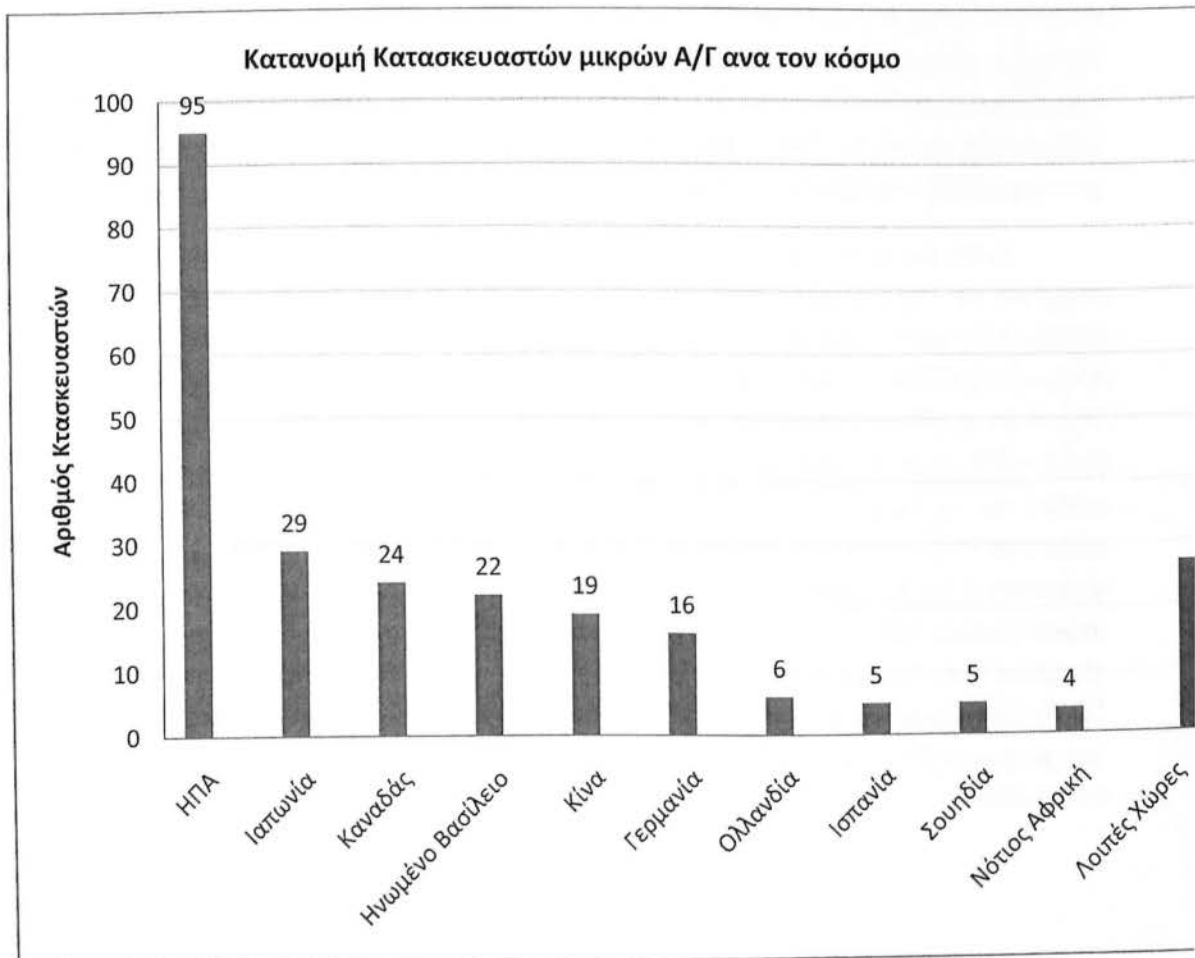
Αναφορικά με τη χωροθέτηση των μικρών Α/Γ, σε αστικό περιβάλλον, είναι γνωστό πως λόγω της άτακτης κυκλοφορίας του αέρα, δημιουργούνται τύρβες και ριπές ανέμου όπου προκαλούν βλάβες και μικραίνουν το χρόνο ζωής των Α/Γ, ενώ μπορεί να αποβούν και επικίνδυνες για τους κατοίκους. Κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες καταλαβαίνουμε πως είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψιν πάντα οι ανάλογοι κανόνες σύμφωνα με τη μορφολογία της εκάστοτε περιοχής, χρησιμοποιώντας λογισμικό προσομοίωσης λειτουργίας Α/Γ υπό πραγματικές συνθήκες, κάνοντας έτσι ασφαλέστερη τη τοποθέτηση και τη λειτουργία των Α/Γ. Παράλληλα θα πρέπει τα προς μελέτη κτίρια, όπου πρόκειται να χτιστούν, να ακολουθούν μια αρχιτεκτονική, η οποία θα ευνοεί τη τοποθέτηση μικρών Α/Γ, εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο σημαντικά ποσά ενέργειας.

Επιπλέον θα πρέπει να διευθετηθεί το θέμα με το παραγόμενο θόρυβο από τις μηχανές και να υπάρξουν συγκεκριμένα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου λειτουργίας, που θα καθορίζονται από ένα πρότυπο του ΕΛ.Ο.Τ. Στη συνέχεια είναι απαραίτητο να υπάρχει καλή και αξιόπιστη συνεργασία με τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που συμπεριλαμβάνονται στην εγκατάσταση (π.χ. inverters) ώστε να εξασφαλιστεί σταθερή παραγωγή ενέργειας. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί επίσης στο σχεδιασμό των πτερυγίων καθώς στη παρούσα κατάσταση έχει περιθώρια βελτίωσης, ώστε να υπάρχει μεγάλη εκμετάλλευση της ταχύτητας του ανέμου, διότι παρατηρείται ότι σε μια αρκετά μικρή ανεμογεννήτρια που θα χρησιμοποιηθεί σε αστικό περιβάλλον η ονομαστική ταχύτητα αέρα είναι 12 m/s.

Εκτός όμως από τις βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν στο τεχνολογικό τομέα είναι αναγκαίο να λάβει μέτρα και η κοινωνία με σκοπό να αναπτυχθεί αυτός ο κλάδος των μικρών Α/Γ. Οπότε κρίνεται σκόπιμο να δημιουργηθούν ακριβείς νομοθεσίες, πάντα για το πλαίσιο της Ελλάδας όπου είναι μια χώρα που κάνει τώρα τα πρώτα βήματα στη θέσπιση νόμων σε αυτό τον κλάδο. Για να το καταφέρει όμως αυτό θα πρέπει να μελετηθούν οι βραχυπρόθεσμοι και μακροπρόθεσμοι στόχοι των μεγάλων αγορών-κρατών στις μικρές Α/Γ, καθώς και να θεσπιστούν αυστηροί κανόνες για τους μηχανικούς όπου κάνουν τέτοιου είδους μελέτες, ώστε στο τέλος να μην έχουμε υπερεκτίμηση εγκαταστάσεων χωρίς να φτάνουμε στην προϋπολογισμένη παραγωγή. Όμως αυτό είναι ένας στόχος ο οποίος είναι ακόμα μακριά καθώς δεν υπάρχουν ακριβείς οδηγίες για το τρόπο θα πρέπει να γίνεται μια τέτοια μελέτη. Τέλος μια σημαντική δράση που θα πρέπει να γίνει από τη πολιτεία είναι να δώσει οικονομικά κίνητρα μέσα από επενδυτικά προγράμματα, μειώνοντας έτσι το κόστος των μικρών Α/Γ, ώστε με αυτό τον τρόπο να γίνει μια ελκυστική επένδυση προς τον απλό καταναλωτή.

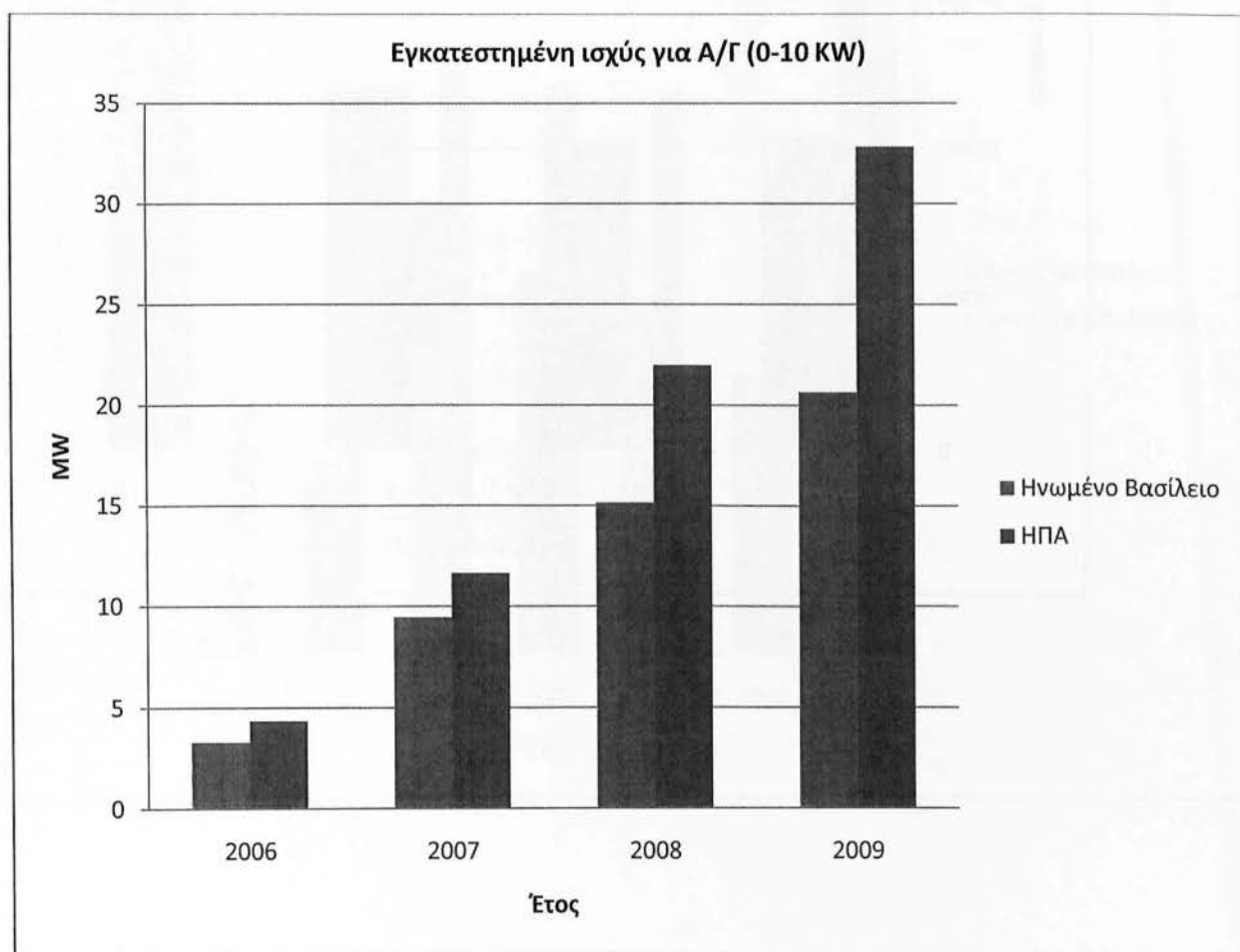
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΗΠΑ	95
Ιαπωνία	29
Καναδάς	24
Ηνωμένο Βασίλειο	22
Κίνα	19
Γερμανία	16
Ολλανδία	6
Ισπανία	5
Σουηδία	5
Νότιος Αφρική	4
Λοιπές Χώρες	27

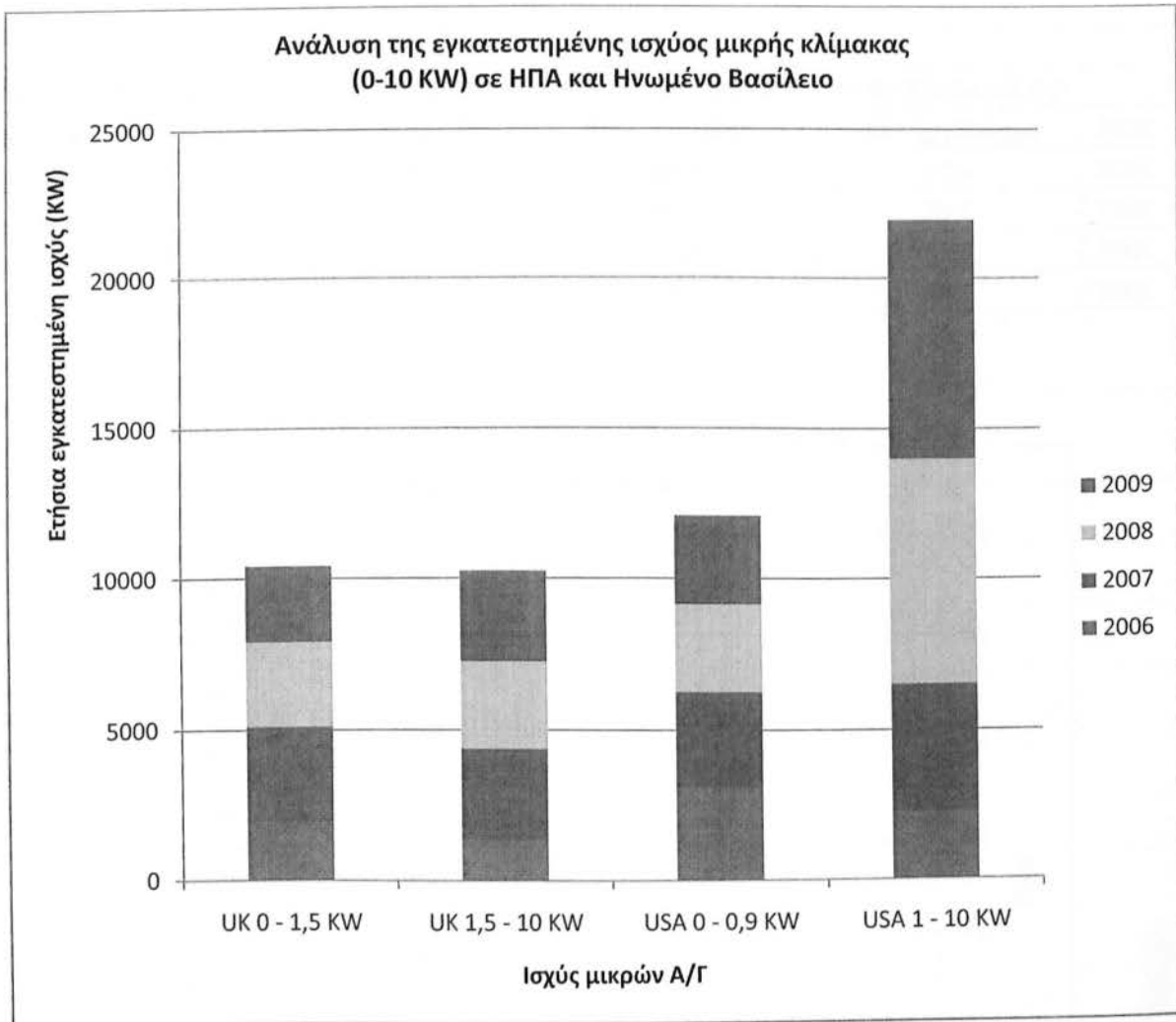


UK				
	0-1 kw wind turbine	1-10 kw wind turbine	0-10 kw wind turbine	0-10 kw wind turbine
YEAR	Capacity in MW	Capacity in MW	Capacity in MW	Aggregate Capacity in MW
2006	1,35	1,94	3,29	3,29
2007	3,01	3,15	6,16	9,45
2008	2,88	2,8	5,68	15,13
2009	3,01	2,52	5,53	20,66

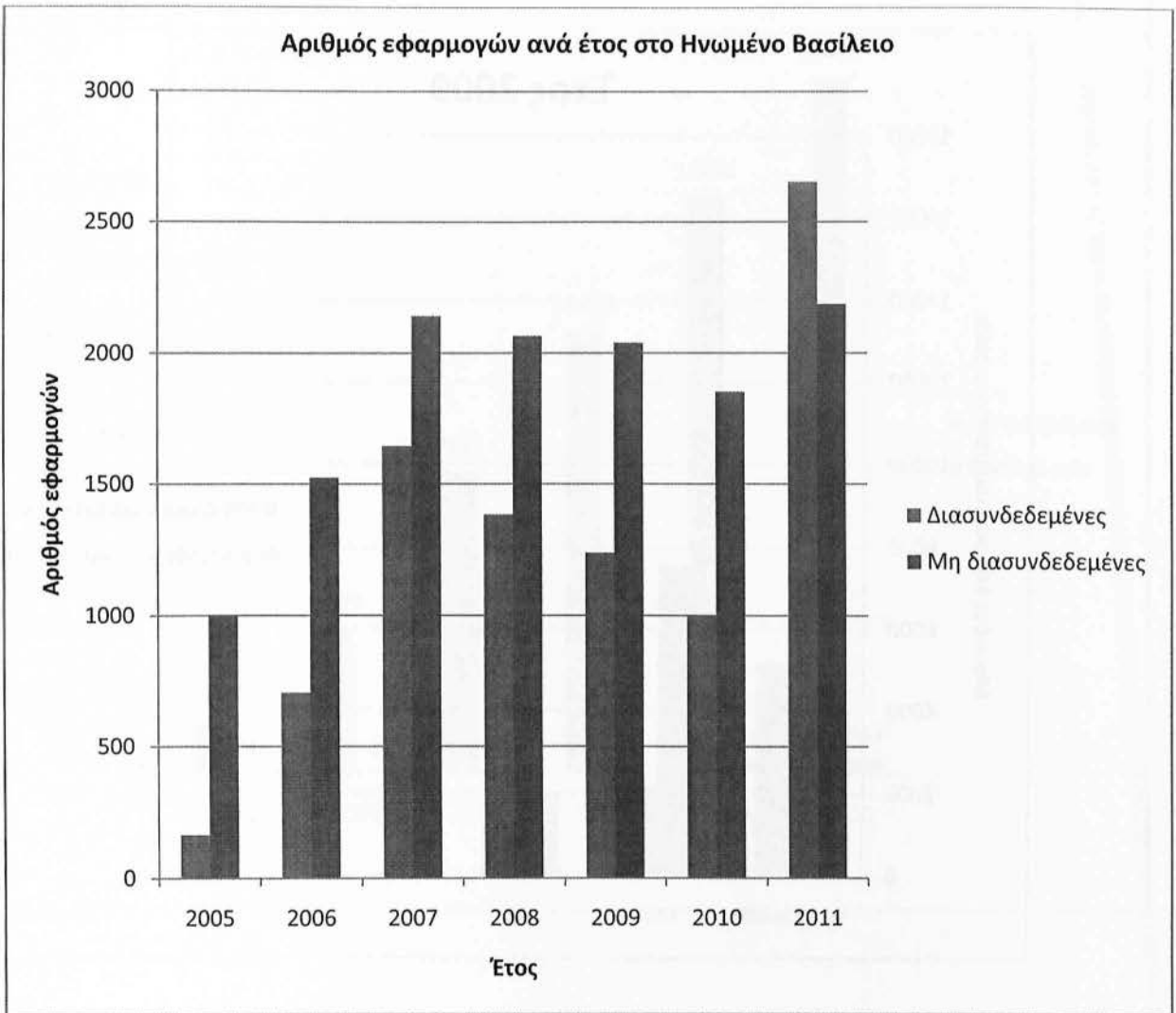
USA				
	0-1 kw wind turbine	1-10 kw wind turbine	0-10 kw wind turbine	0-10 kw wind turbine
YEAR	Capacity in MW	Capacity in MW	Capacity in MW	Aggregate Capacity in MW
2006	2,95	1,39	4,34	4,34
2007	3,04	4,26	7,3	11,64
2008	2,78	7,56	10,34	21,98
2009	2,86	8	10,86	32,84



Country	Rated Power	2006	2007	2008	2009	Total
UK	0-1.5kW	1940	3150	2800	2520	10410
	1.5-10kW	1350	3010	2880	3010	10250
USA	0-0.9kW	3130	3100	2900	2950	12080
	1-10kW	2250	4250	7500	7950	21950

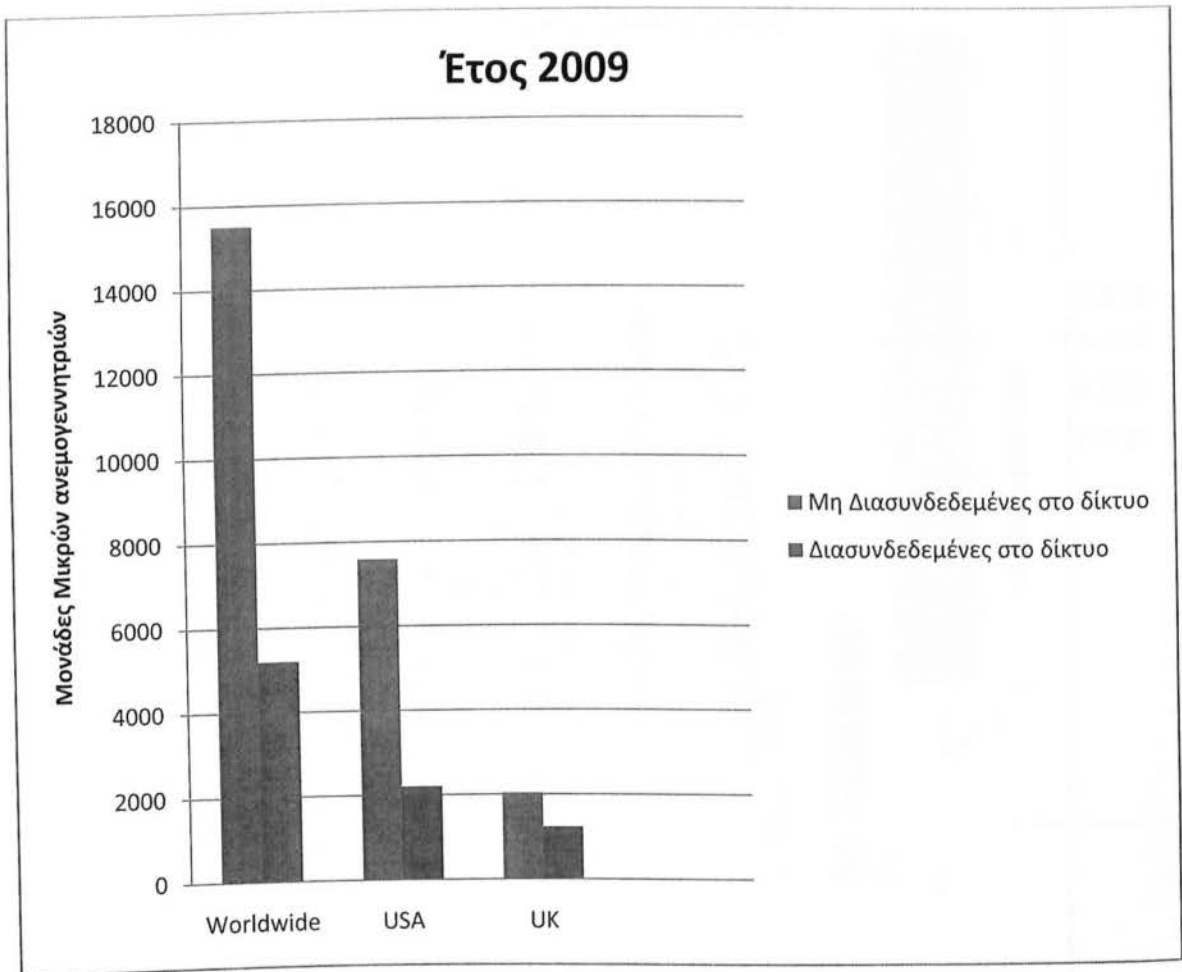


UK		
YEAR	ONGRID	OFFGRID
2005	165	998
2006	705	1523
2007	1644	2143
2008	1384	2066
2009	1240	2040
2010	1002	1851
2011	2654	2188

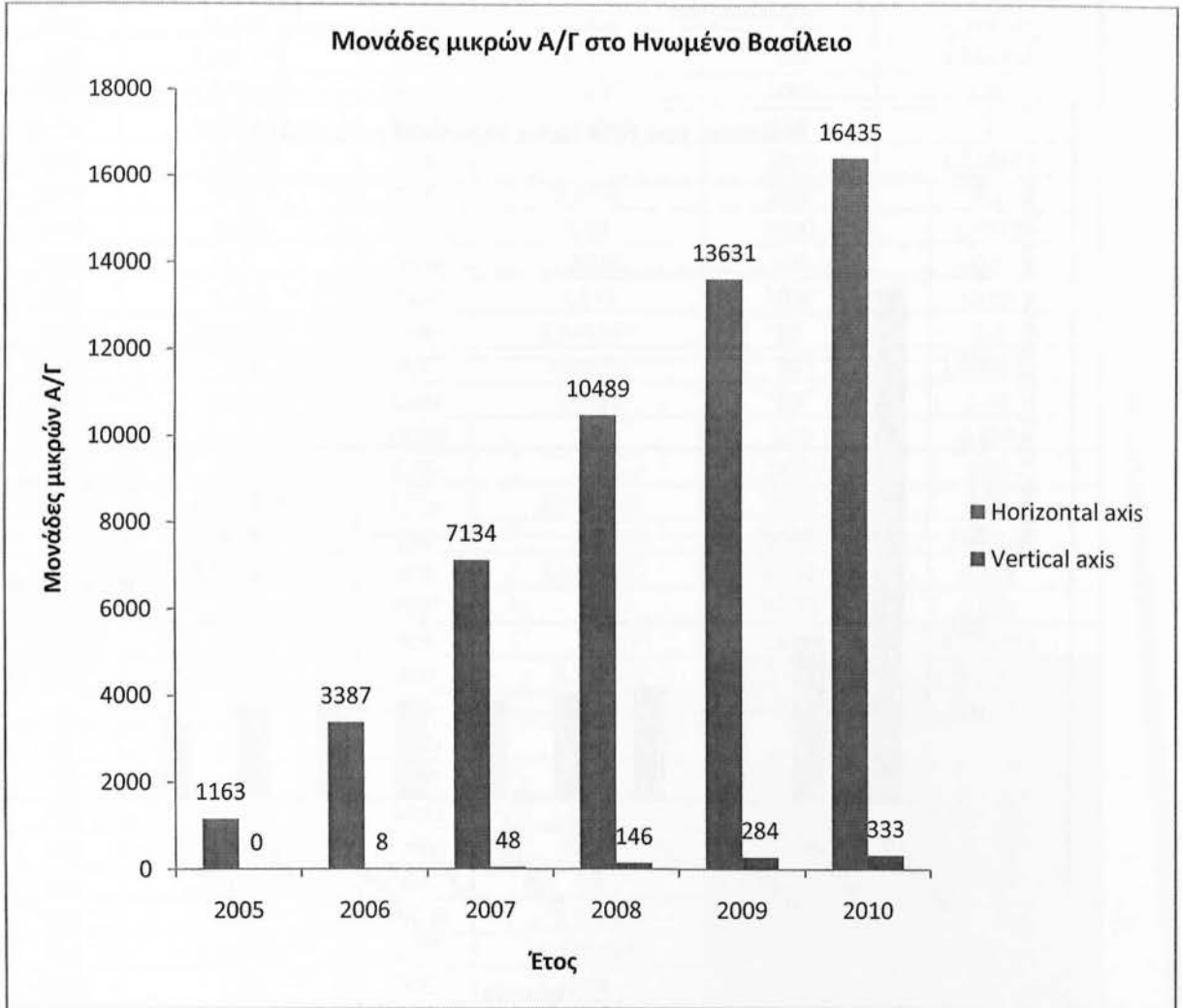


Off Grid Applications	
Worldwide	15500
USA	7583
UK	2040

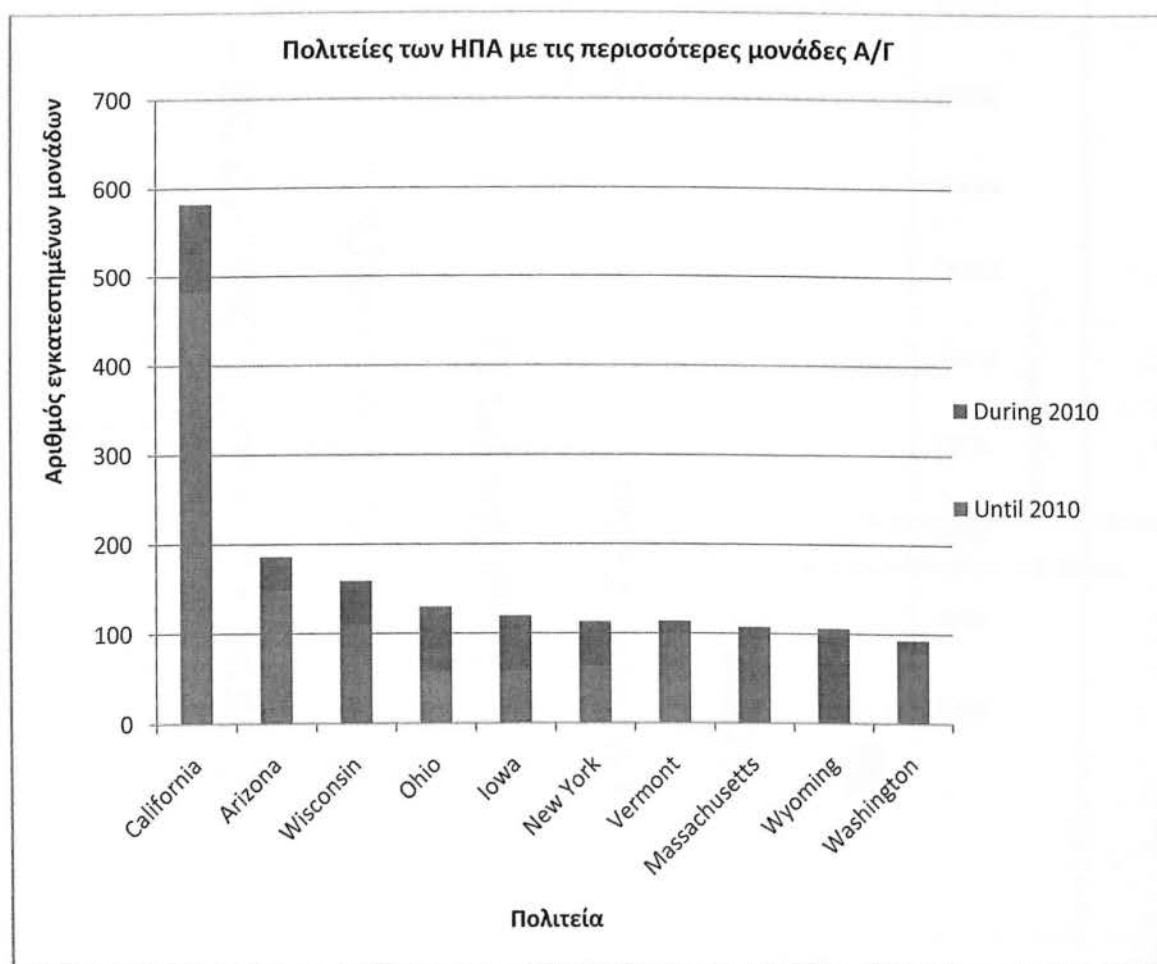
On Grid Applications	
Worldwide	5200
USA	2200
UK	1240



Horizontal axis		Vertical axis	
2005	1163	2005	0
2006	3387	2006	8
2007	7134	2007	48
2008	10489	2008	146
2009	13631	2009	284
2010	16435	2010	333



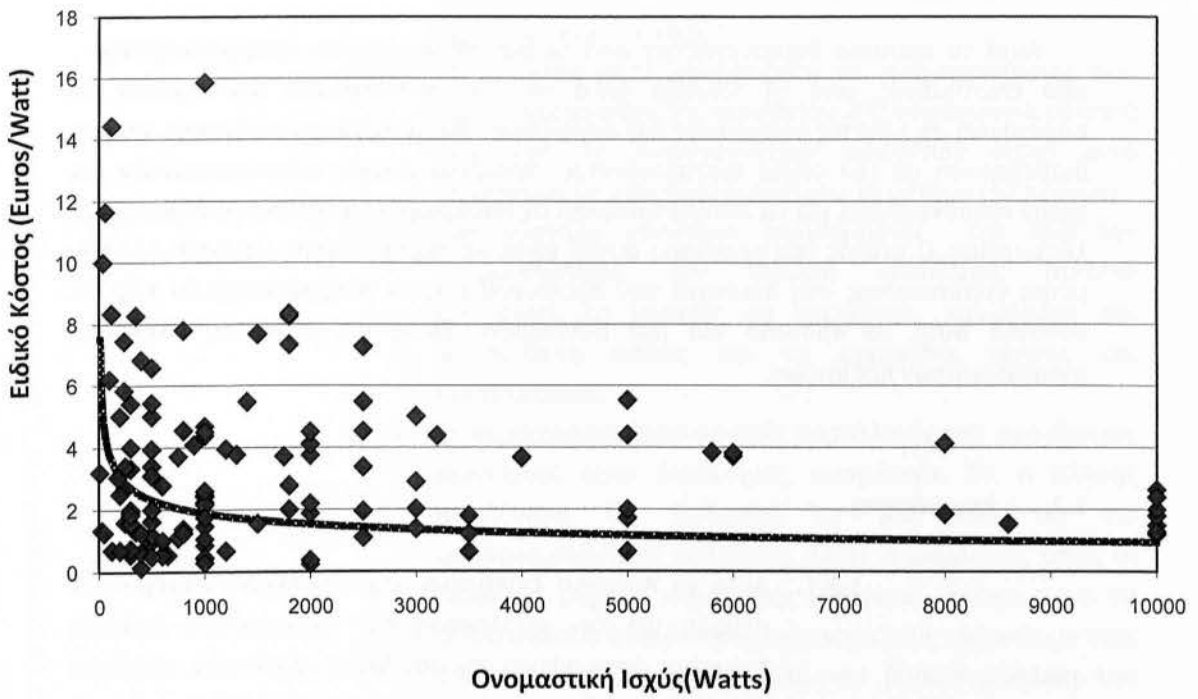
State	Until 2010	During 2010
California	482	100
Arizona	148	38
Wisconsin	110	49
Ohio	58	72
Iowa	59	61
New York	64	49
Vermont	100	14
Massachusetts	93	14
Wyoming	4	102
Washington	79	14



Power	Actual Price Euros/W	Power	Actual Price Euros/W	Power	Actual Price Euros/W
485	0,927835	1000	15,849	2000	3,75
650	0,538462	200	5	5000	2
1200	0,666667	300	4	10000	2
3500	0,628571	500	3,4	2000	0,2375
450	1,1	500	3,1	10000	2,4
750	1,1	1000	2,48	300	0,733333
2500	1,1	3000	2,016667	600	0,533333
500	5	250	2,708	1000	0,46
6000	3,708333	500	1,626	2000	0,3675
3000	2,893	600	0,55	5000	0,638
1000	4,379	1000	0,43	1500	1,553333
900	4,087778	1000	1,465	300	1,833333
5800	3,836207	10000	1,4926	1000	1,05
1400	5,467143	8600	1,546512	600	1
800	7,79625	1800	2	3500	1,218571
2500	5,474	2500	3,3732	2000	4,1
2500	4,522	10000	2,64	2000	4,4975
1000	4,5	8000	1,8625	500	0,5
3200	4,375	1000	4,675	1000	0,29
6000	3,808333	1200	3,941667	10	3,2
1000	2,24	800	4,54875	30	1,333333
5000	5,5228	2500	1,9516	50	1,26
1500	7,674667	10000	1,2	125	0,696
500	6,588	2000	4,1	200	0,69
1800	7,333333	1750	3,714286	180	3,05
400	6,83	200	2,5	1000	4,5
350	8,271429	300	1,916667	8000	4,125
1800	8,260556	3000	5	4000	3,675
2500	7,2756	500	2	1800	8,333333
1800	2,777778	400	0,1375		
40	10	800	1,375		
60	11,65	1000	0,85		
100	6,2	2000	1,875		
300	5,41	5000	1,72		
120	14,43333	10000	1,8		
240	7,441667	5000	4,4		
500	5,43	10000	1,2872		
750	3,706667	300	0,566667		
1000	2,43	300	1,58		
120	8,333333	1000	2,159		
240	5,833333	1300	3,769231		
250	1,592	400	0,625		
350	1,311429	600	2,781667		
500	1,17	1000	1,75		
300	3,326667	1000	2,6		
500	3,94	300	2		
250	3,396	800	1,25		
3000	1,382333	2000	2,1925		
400	1,25	3500	1,797143		

Power	Theoretical Price (Euros/W)	Power	Theoretical Price (Euros/W)	Power	Theoretical Price (Euros/W)
10	7,517809	4000	1,245872	8900	0,980109
20	6,106358	4100	1,236676	9000	0,976829
30	5,406981	4200	1,227768	9100	0,973596
40	4,959904	4300	1,219132	9200	0,970409
50	4,638742	4400	1,210753	9300	0,967267
60	4,391834	4500	1,202617	9400	0,964168
70	4,193357	4600	1,194714	9500	0,961112
80	4,028694	4700	1,187031	9600	0,958098
90	3,888826	4800	1,179557	9700	0,955124
100	3,76783	4900	1,172283	9800	0,95219
100	3,76783	5000	1,165199	9900	0,949294
200	3,060429	5100	1,158298	10000	0,946436
300	2,70991	5200	1,15157		
400	2,485841	5300	1,145008		
500	2,324878	5400	1,138605		
600	2,201131	5500	1,132355		
700	2,101657	5600	1,12625		
800	2,01913	5700	1,120286		
900	1,94903	5800	1,114456		
1000	1,888388	5900	1,108755		
1100	1,835158	6000	1,103179		
1200	1,787874	6100	1,097722		
1300	1,745453	6200	1,09238		
1400	1,707076	6300	1,087149		
1500	1,672106	6400	1,082025		
1600	1,640043	6500	1,077004		
1700	1,610485	6600	1,072082		
1800	1,583104	6700	1,067257		
1900	1,557633	6800	1,062524		
2000	1,533848	6900	1,05788		
2100	1,51156	7000	1,053324		
2200	1,490611	7100	1,048851		
2300	1,470865	7200	1,044459		
2400	1,452205	7300	1,040146		
2500	1,434529	7400	1,035909		
2600	1,417749	7500	1,031746		
2700	1,401787	7600	1,027655		
2800	1,386577	7700	1,023632		
2900	1,372056	7800	1,019678		
3000	1,358172	7900	1,015788		
3100	1,344878	8000	1,011962		
3200	1,332129	8100	1,008198		
3300	1,319888	8200	1,004493		
3400	1,30812	8300	1,000847		
3500	1,296794	8400	0,997258		
3600	1,28588	8500	0,993724		
3700	1,275354	8600	0,990243		
3800	1,265191	8700	0,986814		
3900	1,25537	8800	0,983437		

Ειδικό κόστος ανεμογεννητριών συναρτήσει της ισχύος
(δείγματα από 127 μηχανές)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

British Wind Energy Association Small Wind Turbine Performance and Safety Standard (March 2008)

1. Γενικές Πληροφορίες

1.1. Στόχος

Αυτό το πρότυπο δημιουργήθηκε από τη βιομηχανία μικρών ανεμογεννητριών, από επιστήμονες, από τη πολιτεία αλλά και από καταναλωτές προκειμένου να παρέχονται σε πελάτες ρεαλιστικές και συγκρίσιμες βαθμολογίες αξιολόγησης και μια διαβεβαίωση με την οποία πιστοποιούνται προϊόντα μικρών ανεμογεννητριών ότι έχουν κατασκευαστεί για να ανταποκρίνονται σε καθορισμένα πρότυπα ασφάλειας και λειτουργίας. Ο στόχος του προτύπου αυτού είναι να παρέχει στους καταναλωτές ένα μέτρο εμπιστοσύνης στη ποιότητα των προϊόντων μικρών ανεμογεννητριών που να συναντά αυτό το πρότυπο και μια βελτιωμένη βάση για σύγκριση απόδοσης ανταγωνιστικών προϊόντων.

1.2. Επισκόπηση

- 1.2.1.** Αυτό το πρότυπο επιδόσεων και ασφάλειας παρέχει μια μέθοδο για την αξιολόγηση των συστημάτων αιολικής ενέργειας όσον αφορά την ασφάλεια, αξιοπιστία, απόδοση ισχύος, και τα ακουστικά χαρακτηριστικά. Αυτό το πρότυπο για τις μικρές ανεμογεννήτριες προέρχεται σε μεγάλο βαθμό από τα υπάρχοντα διεθνή πρότυπα ανεμογεννητριών που αναπτύχθηκαν υπό την αιγίδα της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (IEC). Ειδικές παρεκκλίσεις από τα πρότυπα της IEC παρέχονται για να ληφθούν υπόψιν οι τεχνικές διαφορές μεταξύ μεγάλων και μικρών ανεμογεννητριών για την ορθολογική χρήση του, και να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα τους σε μια έναν πιο φιλικό προς το καταναλωτή τρόπο. Το ισοδύναμο BS (British Standard) είναι εισηγμένο για ευκολία στη χρήση.

- 1.2.2.** Καμιά έμμεση ή δευτερεύουσα αναφορά προτύπου δεν προορίζεται. Μόνο άμεσα πρότυπα αναφέρονται σε αυτό το πρότυπο ως ενσωματωμένα.

1.3. Έκταση

- 1.3.1.** Το πρότυπο αυτό ισχύει γενικά για τις μικρές ανεμογεννήτριες είτε είναι είτε δεν είναι εντός διασυνδεδεμένου δικτύου.
- 1.3.2.** Το πρότυπο αυτό εφαρμόζεται σε ανεμογεννήτριες που έχουν έκταση σάρωσης στροφείου 200 τετραγωνικά μέτρα ή μικρότερο. Σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα αυτό ισοδυναμεί με στροφείο διαμέτρου 16 μέτρων (52 ποδιών).
- 1.3.3.** Ένα σύστημα γεννήτρια περιλαμβάνει την ίδια την ανεμογεννήτρια, τον ελεγκτή γεννήτριας (turbine controller), το inverter αν χρειάζεται, καλωδίωση και αποσύνδεση καθώς και τα εγχειρίδια χρήσης και εγκατάστασης.
- 1.3.4.** Σε περιπτώσεις όπου αρκετές παραλλαγές του συστήματος γεννήτριας είναι διαθέσιμες, αναμένεται ότι η πλήρης αξιολόγηση θα διεξαχθεί σε μια από τις πιο αντιπροσωπευτικές ρυθμίσεις. Άλλες παραλλαγές, όπως οι διάφορες μορφές παραγωγής ενέργειας, πρέπει μόνο να αξιολογηθούν ή να δοκιμαστούν κατά τους τρόπους με τους οποίους είναι διαφέρουν από την βασική ρύθμιση του συστήματος. Για παράδειγμα, μια ανεμογεννήτρια διαθέσιμη σε έκδοση grid-intertie και έκδοση φόρτισης της μπαταρίας χρειάζονται ξεχωριστούς ελέγχους απόδοσης αν πρόκειται και οι δύο εκδόσεις να πιστοποιηθούν, αλλά δε θα χρειαστούν ξεχωριστούς ελέγχους ασφάλειας στις περισσότερες περιπτώσεις.
- 1.3.5.** Εκτός αυτών που αναφέρονται στα σημεία 2.1.1, 4.2, 5.2.6, 5.2.7 και 6.1.4.1, πύργοι και ιδρύματα δεν αποτελούν μέρος του πεδίου εφαρμογής του εν λόγω προτύπου, επειδή θεωρείται ότι η συμμόρφωση της δομής του πύργου στο Διεθνή Κώδικα Οικοδόμησης (IBC) στον Ομοίομορφο Κώδικα Οικοδόμησης (UBC) ή στον τοπικό ισοδύναμο τους θα απαιτούσε μια οικοδομική άδεια.

1.4. Συμμόρφωση

- 1.4.1. Η συμμόρφωση με το πρότυπο αυτό πρέπει να έχει πιστοποιηθεί από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης διαπιστευμένο με τις απαιτήσεις του EN45011 του UKAS ή άλλου ισοδύναμου φορέα διαπίστευσης (για παράδειγμα, ένα μέλος της EA: Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη Διαπίστευση).
- 1.4.2. Τα δεδομένα των δοκιμών είναι δυνατόν να λαμβάνονται, οι αναλύσεις μπορούν να εκτελεστούν, καθώς και οι εκθέσεις δοκιμών μπορεί να υποβληθούν σε οποιοδήποτε μορφή , συμπεριλαμβανομένου του παρασκευαστή, αλλά πρέπει να παρέχονται με τρόπο αποδεκτό από διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης.
- 1.4.3. Ως προσωρινό μέτρο του 1.4.1 η αυτοπιστοποίηση μπορεί να γίνεται από το κατασκευαστή εν εξελίξει, εφόσον υπάρξει συναίνεση της British Wind Energy Association (BWEA).

1.5. Ορισμοί

- 1.5.1. Per BS EN 61400-12-1:2006 (Απόδοση); BS EN 61400-11:2003 (Ακουστικός Θόρυβος); και BS EN 61400-2:2006 (Απαιτήσεις Σχεδίασης).
- 1.5.2. Επιπρόσθετοι Ορισμοί
 - 1.5.2.1. BWEA Αναφορά Ισχύος: Η ισχύς εξόδου της ανεμογεννήτριας για 11.0 m/s (24.6 mph) προς τη καμπύλη ισχύος από BS EN 61400-12-1.
 - 1.5.2.2. BWEA Αναφορά Ετήσιας Ενέργειας: Η υπολογισμένη συνολική ενέργεια που θα παράγεται στη διάρκεια μιας μονοετούς περιόδου με μια μέση ταχύτητα ανέμου την 5.0 m/s (11.2 mph), υποθέτοντας μια ταχύτητα ανέμου κατανομής Rayleigh , 100% διαθεσιμότητας, και τη καμπύλη ισχύος που προέρχεται από το BS EN 61400-12-1 (κανονικοποιημένη στο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας).
 - 1.5.2.3. BWEA Αναφορά Επιπέδου Ήχου 60 μέτρων , Lp, 60 μέτρων: Το επίπεδο πίεσης του ήχου σε dB(A) στρογγυλοποιείται εκ νέου κατά 20μPa στο κοντινότερο dB, σε μια απόσταση παρατηρητή 60 μέτρων από το κέντρο του στροφείου και υπολογίζεται από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών όταν η γεννήτρια υποβάλλεται σε ταχύτητα ανέμου των 8m/s στο κέντρο του στροφείου. Η απόσταση 60 μέτρων είναι αντιπροσωπευτική της κοντινότερης απόστασης

- παρατηρητή που αναμένεται από μια γεννήτρια προς το μεγάλο μέγεθος των μικρών ανεμογεννητριών.
- 1.5.2.4.** BWEA Αναφορά Επιπέδου Ήχου 25μέτρων, Lp,25 μέτρων. Το επίπεδο πίεσης του ήχου σε dB(A) στρογγυλοποιείται εκ νέου κατά 20μPa στο κοντινότερο dB, σε μια απόσταση παρατηρητή 25 μέτρων από το κέντρο του στροφείου και υπολογίζεται από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών όταν η γεννήτρια υποβάλλεται σε ταχύτητα ανέμου των 8m/s στο κέντρο του στροφείου. Η απόσταση 25 μέτρων είναι αντιπροσωπευτική της κοντινότερης απόστασης παρατηρητή που αναμένεται από μια γεννήτρια προς μικρό ή εγχώριο μέγεθος των μικρών ανεμογεννητριών.
- 1.5.2.5.** Cut-in Ταχύτητα Ανέμου: Η χαμηλότερη ταχύτητα ανέμου με την οποία η ανεμογεννήτρια θα ξεκινήσει να έχει ισχύ στην έξοδο.
- 1.5.2.6.** Cut-out Ταχύτητα ανέμου: Η ταχύτητα του ανέμου πάνω από την οποία, λόγω της λειτουργία ελέγχου, η ανεμογεννήτρια δε θα έχει καμία ισχύ κατά την έξοδο.
- 1.5.2.7.** Maximum Power (Μέγιστη Ισχύς): Η μέγιστη μέση ισχύς εξόδου σε διάστημα ενός λεπτού μια ανεμογεννήτριας σε σταθερή/κανονική κατάσταση λειτουργίας που παράγεται (η μέγιστη στιγμιαία ισχύς εξόδου μπορεί να είναι υψηλότερη).
- 1.5.2.8.** Maximum Voltage (Μέγιστη Τάση): Η μέγιστη τάση που η ανεμογεννήτρια παράγει εν ώρα λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών ανοικτού κυκλώματος.
- 1.5.2.9.** Maximum Current (Μέγιστο Ρεύμα): Η μέγιστη ένταση ρεύματος της ανεμογεννήτριας που θα παράγει σε κάθε πλευρά του ελέγχου των συστημάτων ή στα ηλεκτρονικά μετατροπής ενέργειας.
- 1.5.2.10.** Overspeed Control (Έλεγχος υπέρβασης ταχύτητας): Η δράση ενός συστήματος ελέγχου, ή μέρους ενός τέτοιου συστήματος η οποία εμποδίζει την υπέρβαση ταχύτητας του στροφείου.
- 1.5.2.11.** Power Form (Μορφή Ισχύος): Τα φυσικά χαρακτηριστικά τα οποία περιγράφουν τη μορφή με την οποία η ισχύς που παράγεται από τη γεννήτρια γίνεται διαμοιράσιμη στο φορτίο.
- 1.5.2.12.** Rotor Swept Area (Έκταση κάλυψης στροφείου): Περιοχή προβλεπόμενη κάθετη στη διεύθυνση του ανέμου καλυμμένη από το στροφείο της ανεμογεννήτριας σε κανονική λειτουργία. Αν το στροφείο διοχετεύεται, η περιοχή που οριοθετείται από τη διοχέτευση πρέπει να περιλαμβάνεται.
- 1.5.2.13.** Turbulence Intensity (Ένταση τριβής): Η τυπική απόκλιση της 1-δευτερολέπτου ταχύτητας του ανέμου προς το μέσο της 1-δευτερολέπτου ταχύτητας ανέμου κατά μέσο όρο σε περίοδο ενός λεπτού.

1.6. Μονάδες

1.6.1. Οι πρωτογενείς μονάδες θα είναι SI (μετρικές). Η συμπερίληψη των δευτερογενών μονάδων στο Αγγλικό σύστημα συνίσταται [π.χ. 10m/s (22.4 mph)].

1.7. Δοκιμές Γεννητριών και Ηλεκτρονικών

1.7.1. Οι δοκιμασμένες ανεμογεννήτριες και τα συναφή ηλεκτρονικά τους πρέπει να πληρούν τις ειδικές απαιτήσεις που διέπουν το πρότυπο ανεμογεννητριών IEC/BS EN για κάθε δοκιμή, ενσωματώνοντας όμως τις επιπρόσθετες οδηγίες που παρέχονται σε αυτή την ενότητα.

2. Δοκιμές Απόδοσης

2.1. Η απόδοση των ανεμογεννητριών θα δοκιμάζεται και θα καταγράφεται σε μια αναφορά δοκιμής για κάθε τελευταία έκδοση της BS EN 61400-12-1, εκτός από την ενσωμάτωση των πρόσθετων οδηγιών που παρέχονται σε αυτή την ενότητα

2.1.1. Στην ενότητα 5.1 Ανεμογεννήτρια και Ηλεκτρική Σύνδεση: Όταν γίνεται αναφορά στην απόδοση, η γεννήτρια συστήματος της ανεμογεννήτριας θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία ως κατάλληλα: τη γεννήτρια, το πύργο γεννήτριας, τον ελεγκτή γεννήτριας, το ρυθμιστή, το inverter, τα καλώδια μεταξύ της γεννήτριας και του φορτίου, το μετατροπέα και την απόρριψη φορτίου. Η ισχύς θα μετριέται στη σύνδεση με το φορτίο με τρόπο τέτοιο ώστε οι απώλειες στο πλήρες σύστημα ανεμογεννήτριας να περιλαμβάνονται.

2.1.2. Οι συσσωρευτές μπαταρίας δε θεωρούνται ως μέρος της ανεμογεννήτριας για φόρτιση μπαταριών ανεμογεννήτριας, αλλά θεωρούνται ότι είναι μέρος του συστήματος για συνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες που ενσωματώνουν συσσωρευτές μπαταρίας.

2.1.3. Επίσης στην ενότητα 5.1 Ανεμογεννήτρια και Ηλεκτρική Σύνδεση: Η ανεμογεννήτρια θα είναι συνδεδεμένη σε ένα ηλεκτρικό φορτίο που είναι αντιπροσωπευτικό του φορτίου για το οποίο η ανεμογεννήτρια έχει σχεδιαστεί.

2.1.4. Επίσης στην ενότητα 5.1 Ανεμογεννήτρια και Ηλεκτρική Σύνδεση: Η ανεμογεννήτρια πρέπει να εγκαθίσταται

χρησιμοποιώντας το ειδικό σύστημα τοποθέτησης του κατασκευαστή. Αν μια ανεμογεννήτρια δεν είναι εφοδιασμένη με ειδικό σύστημα τοποθέτησης, η γεννήτρια πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα κόμβο ύψους τουλάχιστον 10 μέτρων.

- 2.1.5.** Το συνολικό μήκος καλωδίου, μετρημένο από τη βάση του πύργου, πρέπει να έχει μήκος 8 φορές τη διάμετρο του στροφείου και η καλωδίωση πρέπει να έχει μέγεθος σύμφωνα με οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή.
- 2.1.6.** Η cut-in ταχύτητα ανέμου είναι η πρώτη ταχύτητα ανέμου στη καμπύλη μέσης ισχύος που είναι θετική.
- 2.1.7.** Επίσης στην ενότητα 5.1 Ανεμογεννήτρια και Ηλεκτρική Σύνδεση: Ο ρυθμιστής τάσης σε ένα σύστημα φόρτισης μπαταρίας πρέπει να είναι σε θέση να μεγαλώνει τη τάση κατά τη σύνδεση της γεννήτριας με τις μπαταρίες σε όλο το εύρος της ισχύος εξόδου της γεννήτριας. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου ο κατασκευαστής πρέπει να δηλώσει μια ονομαστική τάση μπαταρίας η οποία θα είναι μεταξύ των 2.1 volts και 2.5 volts ανά κελί και αυτή η ονομαστική τάση μπαταρίας θα είναι η ίδια για τη δοκιμή διάρκειας και τη δοκιμή καμπύλης ισχύος. Ο ρυθμιστής μπαταρίας σε ένα σύστημα τροφοδοτούμενο από μπαταρία θα πρέπει να είναι σε θέση να κλιμακώσει τη τάση στη σύνδεση της γεννήτριας με τη τις μπαταρίες σε ποσοστό 10% της ονομαστικής τάσης της μπαταρίας για όλο το εύρος ισχύος εξόδου της Α/Γ. Το μέσο φορτίο τάσης για διάρκεια ενός λεπτού πρέπει να είναι μεταξύ 5% των 2,1 volts για κάθε κελί μπαταρίας μολύβδου οξέος για να συμπεριλαμβάνεται στο σύνολο χρησιμοποιούμενων δεδομένων.
- 2.1.8.** Στην ενότητα 5.2.1. Τοποθεσία του μετεωρολογικού στύλου: Εάν είναι πιο πρακτικό να τοποθετήσετε το ανεμόμετρο σε ένα μακρύ βραχίονα που είναι συνδεδεμένος με το πύργο της γεννήτριας, δεν απαιτείται ξεχωριστός μετεωρολογικός στύλος. Για να ελαχιστοποιηθεί το ενδεχόμενο για την απώλεια του ανεμόμετρου, του ανεμοδείκτη και το τοποθετημένου υλικού στην επιρροή ροής σε ένα μικρό στροφείο, όλα αυτά τα εξαρτήματα πρέπει να είναι τοποθετημένα τουλάχιστον 3 μέτρα μακριά από κάθε ένα μέρος του στροφείου με τη προϋπόθεση ότι ανεμόμετρο τοποθετείται σε απόσταση μεταξύ 2-4 διαμέτρων του στροφείου από τη γεννήτρια (όπως ορίζεται στην ενότητα 5.2.1. του BS EN 61400-12 - 1: 2006). Επιπλέον η τοποθέτηση του ανεμόμετρου πρέπει να είναι διαμορφωμένη για να ελαχιστοποιεί τη διατομή του πάνω

- από το επίπεδο διαμέτρου 1,5 στροφείου κάτω από το κόμβο ύψους.
- 2.1.9.** Στην ενότητα 6.1. Ηλεκτρική Ισχύς: Η ισχύς εξόδου της γεννήτριας θα μετριέται κατά τη σύνδεση με το φορτίο.
- 2.1.10.** Στην ενότητα 6: Επιπροσθέτως στην ηλεκτρική ισχύ, η τάση κατά τη σύνδεση με το φορτίο θα μετριέται για να επιβεβαιώσει τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές που παραθέτονται παρακάτω.
- 2.1.11.** Στην ενότητα 6.4, Πυκνότητα Ανέμου: Ο αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα και η πίεση αέρα θα τοποθετηθούν με τρόπο τέτοιο ώστε θα είναι τουλάχιστον σε απόσταση 1,5 φορές τη διάμετρο του στροφείου κάτω από το κόμβο ύψους ακόμα και αν τέτοια αποτελέσματα τοποθέτησης γίνονται σε περιοχή με μικρότερο από 10 μέτρα πάνω από το επίπεδο του εδάφους.
- 2.1.12.** Στην ενότητα 6.6., Κατάσταση Γεννήτριας της Ανεμογεννήτριας: Η παρακολούθηση της κατάστασης της ανεμογεννήτριας είναι απαραίτητη μόνο όταν ο ελεγκτής της γεννήτριας παρέχει μια ένδειξη σφάλματος γεννήτριας.
- 2.1.13.** Στη ενότητα 7.3 Συλλογή δεδομένων: Τα προπαρασκευασμένα δεδομένα θα είναι διάρκειας ενός λεπτού. Στην ενότητα 7.4 Απόρριψη δεδομένων: Η επιλογή στοιχείων δεδομένων θα βασίζεται σε περιόδους ενός λεπτού.
- 2.1.14.** Στην ενότητα 7.6 Βάση Δεδομένων: Η βάση δεδομένων πρέπει να θεωρείται πλήρης όταν πληρούνται τα ακόλουθα κριτήρια:
- 2.1.14.1.** Κάθε στοιχείο ταχύτητας ανέμου μεταξύ 1m/s cut-in και 14 m/s θα περιέχει τουλάχιστον δεδομένα δείγματος 10 λεπτών.
- 2.1.14.2.** Η τελική βάση δεδομένων περιέχει τουλάχιστον 60 ώρες δεδομένων με τη μικρή ανεμογεννήτρια να λειτουργεί μέσα στο εύρος ταχύτητας ανέμου.
- 2.1.14.3.** Η βάση δεδομένων θα περιλαμβάνει 10 λεπτά δεδομένων για όλες τις ταχύτητες ανέμου τουλάχιστον 5 m/s μεταξύ της χαμηλότερης ταχύτητας ανέμου κατά την οποία η ισχύς είναι μέσα στο 95% της Μέγιστης Ισχύος (ή όταν επιτυγχάνεται διαρκής έξοδος).
- 2.1.15.** Στην ενότητα 8.1 Κανονικοποίηση Δεδομένων: Για γεννήτριες με παθητικό έλεγχο ισχύος όπως το furling ή το blade fluttering, ή καμπύλη ισχύος θα κανονικοποιείται κάνοντας χρήση της Εξίσωσης 3 (προσαρμογή ταχύτητας ανέμου), Εξίσωσης 2 (προσαρμογή ισχύος) ή μια εναλλακτικής μεθόδου. Τα έγγραφα πρέπει να παρέχονται για να πιστοποιηθεί ή χρήση της εναλλακτικής μεθόδου.

- 2.1.16.** Στην ενότητα 8.3 Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας (ΕΠΕ): Σε περιπτώσεις που η μικρή ανεμογεννήτρια δεν απενεργοποιείται σε υψηλούς ανέμους, η μετρημένη ΕΠΕ και η προσχεδιασμένη ΕΠΕ θα υπολογίζονται σαν cut-out ταχύτητα του ανέμου συμπληρώνοντας την ταχύτητα ή 25 m/s το οποίο είναι το μεγαλύτερο.
- 2.1.17.** Στην ενότητα 9, Τρόπος Αναφοράς: Επιπροσθέτως με τη παρεχόμενη πληροφορία που παρέχεται στη ρήτρα 9, η περιγραφή της ανεμογεννήτριας και η εγκατάσταση της δοκιμής πρέπει να περιλαμβάνουν:
- 2.1.17.1.** Μεγέθη καλωδίωσης, υλικά αγωγών, τύποι, μήκη και συνδέτες που χρησιμοποιήθηκαν για να συνδέσουν ανεμογεννήτριες με το φορτίο.
 - 2.1.17.2.** Μετρημένη αντίσταση της καλωδίωσης μεταξύ του inverter και του φορτίου ή μεταξύ της γεννήτριας και του φορτίου αν δε χρησιμοποιείται inverter.
 - 2.1.17.3.** Ρυθμίσεις τάσης για κάθε μια από τις υποτασικές ή υπερτασικές συσκευές προστασίας που είναι μέρος του συστήματος της μικρής ανεμογεννήτριας.
 - 2.1.17.4.** Ονομαστική τάση συσσωρευτή μπαταρίας (π.χ. 12, 24, 48 volts).
 - 2.1.17.5.** Μέγεθος συσσωρευτή μπαταρίας (π.χ. amp-hour χωρητικότητα), τύπος μπαταρίας και ηλικία.
 - 2.1.17.6.** Περιγραφή που συμπεριλαμβάνει μοντέλο και προδιαγραφές της συσκευής ρύθμισης τάσης που χρησιμοποιείται για να μεγαλώνει τη τάση του συσσωρευτή μπαταρίας στα προκαθορισμένα όρια.
- 2.2.** Η Αναφορά Δοκιμής Απόδοσης θα περιλαμβάνει την ένταση τύρβης για κάθε σετ δεδομένων (σειριακά, άσπαστα, χρονοσειρές) έτσι ώστε οι αναθεωρητές να μπορούν να περάσουν κρίση σχετικά με τη καταλληλότητα του χώρου δοκιμών.

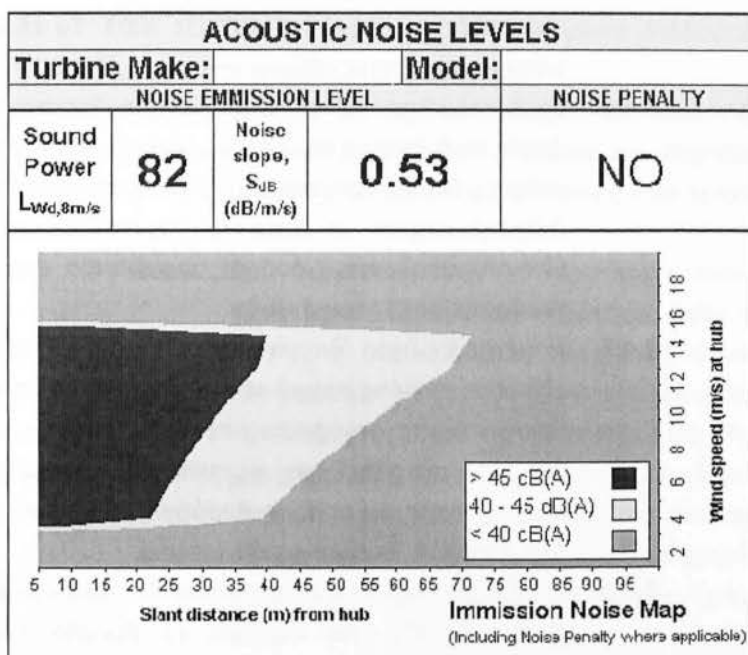
3. Δοκιμές Ακουστικής Ήχου

- 3.1.** Ο ακουστικός θόρυβος από μια ανεμογεννήτρια θα εκφράζεται ως:

- 3.1.1.** Ένα "Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών Ήχου, $L_{wd,8m/s}$ " σε dB(A) ανά 10^{-12} Watts για ταχύτητα ανέμου των 8m/s στο κέντρο του στροφείου μαζί με την «Εξάρτηση Ταχύτητας Ανέμου, S_{dB} " μετρούμενη σε dB/m/s για το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών Ήχου. Αυτά είναι

παρατηρημένα από μέτρηση της γεννήτριας όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.3.

- 3.1.2.** Ένα “Επίπεδο Εισροών Πίεσης Ήχου στα 60 μέτρα, $L_{p,60m}$ ” σε dB(A) ανά 20μPa σε απόσταση των 60m για ταχύτητα ανέμου 8m/s στο ύψος του κέντρου του στροφείου. Αυτό υπολογίζεται από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Ήχου υποθέτοντας ημισφαιρική διάδοση.
 - 3.1.3.** Ένα “Επίπεδο Εισροών Πίεσης Ήχου στα 25 μέτρα, $L_{p,25m}$ ” σε dB(A) ανά 20μPa σε απόσταση των 25m για ταχύτητα ανέμου 8m/s στο ύψος του κέντρου του στροφείου. Αυτό υπολογίζεται από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Ήχου υποθέτοντας ημισφαιρική διάδοση.
 - 3.1.4.** Ένας “Χάρτης Εισροών Θορύβου” που δείχνει τις ζώνες όπου το επίπεδο πίεσης ήχου των ακουστικών συμβάντων αναμένεται να πέσει 40-45 db και κατά πόσο αυτό επηρεάζεται από κεκλιμένες αποστάσεις από το κέντρο του στροφείου και τις ταχύτητας του ανέμου στο κέντρο του ρότορα. Αυτό υπολογίζεται από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών Ήχου και την Εξάρτηση Ταχύτητας Ανέμου του η οποία δίνεται στην ενότητα 3.1.1. υποθέτοντας ημισφαιρική διάδοση. Ο χάρτης θορύβου θα καλύψει από τη ταχύτητα cut-in στη ταχύτητα cut-out όπου σχετίζεται.
 - 3.1.5.** Μια ένδειξη του αν η γεννήτρια έχει κάποιο ειδικότερο χαρακτήρα στο θόρυβο της που κάνει τη παρουσία του πιο ενδεικτική.
- 3.2.** Τα δεδομένα ακουστικής θορύβου όπως περιγράφονται στην ενότητα 3.1. θα πρέπει να αθροίζονται σε μια “Ετικέτα Θορύβου”. Ένα παράδειγμα ετικέτας θορύβου φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Οι κλιμακώσεις τις ετικέτας θα είναι από 1m/s μέχρι 18 m/s και από 5 m σε 100 m, και η ελάχιστη κάλυψη των δεδομένων στην ετικέτα θα είναι από 1m/s σε 11 m/s και από 5m σε 100m. Περιοχές χωρίς δεδομένα θα πρέπει να είναι ξεκάθαρα ενδεικτικές.



Σχήμα: Ετικέτα Θορύβου

- 3.3.** Το παράρτημα Α του προτύπου παρέχει επιπλέον επεξηγήσεις σχετικά με την ετικέτα θορύβου και πως η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει το προβλεπόμενο επίπεδο ακουστικού θορύβου για συγκεκριμένη απόσταση από μια σχεδιασμένη ή δοσμένη εγκατάσταση.
- 3.4.** Η Εκπομπή Ακουστικού Θορύβου οδηγούμενη ταυτοχρόνως με τη ταχύτητα ανέμου θα πρέπει να μετριέται σε γενική σύγκριση με το BS EN 61400-11:2003 αλλά με τις εξαιρέσεις όπως ακολουθούν:
- 3.4.1.** Η μέση περίοδος t , για θόρυβο και δεδομένα ταχύτητας ανέμου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον $t=4 \cdot D$ δευτερόλεπτα (D = διάμετρος στροφείου εκφρασμένη σε μέτρα) υποβάλλοντας σε μια ελάχιστη περίοδο 10 sec. Για τις γεννήτριες κάθετου άξονα η διάμετρος στροφείου είναι η αποτελεσματική διάμετρος στροφείου που παρουσιάζεται στον άνεμο. Μικρότερες περιόδοι μπορούν να χρησιμοποιούνται και να συνδυάζονται για να δώσουν μια περίοδο 10 δευτερολέπτων ή μεγαλύτερη.
 - 3.4.2.** Η ταχύτητα ανέμου πρέπει να μετριέται, και να μη προέρχεται από τη καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας.
 - 3.4.3.** Η ταχύτητα ανέμου θα πρέπει να αναφέρεται στο ύψος του κέντρου του ρότορα (H), και όχι στα 10 m. Αν η ταχύτητα ανέμου είναι μετρημένη σε άλλο ύψος απ' αυτό του κέντρου του ρότορα πρέπει να διορθωθεί όπως

περιγράφεται στο IEC 61400-11: 2003. Το ελάχιστο ύψος μέτρηση ταχύτητας ανέμου είναι τα 5 μέτρα.

- 3.4.4.** Το ανεμόμετρο πρέπει αρχικά να τοποθετείται από 2 ως 4 φορές τη διάμετρο του ρότορα μακριά πάνω στη φορά του ανέμου. Για να επιτραπεί το γεγονός της εκτροπής μικρών ανεμογεννητριών οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου θα γίνονται αποδεκτές όσο το ανεμόμετρο είναι μέσα στο τομέα της φοράς του ανέμου.
- 3.4.5.** Η μέτρηση ήχου θα γίνεται σε μια 1 μέτρου διάμετρο εδάφους σανίδας αρχικά τοποθετημένης σε απόσταση $R_0 =$ ύψος στήριξης στροφείου απευθείας κατόντη του ρότορα. Για να επιτραπεί το γεγονός της εκτροπής μικρών ανεμογεννητριών οι τιμές θορύβου θα γίνονται αποδεκτές όσο η σανίδα θα είναι κατόντι τομέα.
- 3.4.6.** Η πρωτεύουσα ταχύτητα ανέμου θα πρέπει να πρέπει να χρησιμοποιηθεί για στρέψει το θόρυβο εναντίων της ταχύτητας ανέμου. Τουλάχιστον 100 ζεύγη δεδομένων θορύβου ταχύτητας ανέμου θα συλλέγονται με δεδομένα σε έγκυρους τομείς όπως περιγράφεται στις 3.4.4. και 3.4.5. παραπάνω.
- 3.4.7.** Η ταχύτητα ανέμου σε σχέση με τα δεδομένα θορύβου θα πρέπει να καλύπτει ένα εύρος από τη ταχύτητα cut-in μέχρι και τα 11.0 m/s ως ελάχιστο, και τα δεδομένα να καλύπτουν μέχρι τις cut-out ταχύτητες ανέμου αν είναι δυνατόν ειδικά για γεννήτριες που έχουν μηχανισμούς ελέγχους ταχύτητας.
- 3.4.8.** Για να ενεργοποιηθούν τα αποτελέσματα του θορύβου παρασκηνίου, η ταχύτητα ανέμου σε σχέση με τα δεδομένα θορύβου θα πρέπει να συλλαμβάνονται για τη υπάρχουσα γεννήτρια και για τη σταθμευμένη γεννήτρια. Ο θόρυβος παρασκηνίου δε χρειάζεται να καλύπτει το ίδιο εύρος με τις ταχύτητες ανέμου για την ενεργοποιημένη γεννήτρια αλλά να καθιερώσει επαρκώς σχέση θορύβου παρασκηνίου με ταχύτητα ανέμου για τη τοποθεσία δοκιμής.
- 3.4.9.** Η αναφορά ταχύτητας ανέμου πρέπει να είναι 8m/s στο ύψος του κέντρου του ρότορα.
- 3.4.10.** Μια γραμμική παλινδρόμηση της ταχύτητας ανέμου συγκρίσει του θορύβου με τη γεννήτρια να τρέχει θα χρησιμοποιηθεί για να δώσει στη σανίδα επιπέδου πίεσης ήχου μια ταχύτητα ανέμου της τάξης των 8 m/s στο ύψος του κέντρου του στροφείου. Αυτό θα διορθωθεί για το θόρυβο του παρασκηνίου και επίσης για μια ταχύτητα ανέμου κέντρου στροφείου 8m/s. Αυτή η διορθωμένη τιμή των επιπέδων πίεσης ήχου στα 8m/s θα χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών

ήχου κάνοντας χρήση σφαιρικής διάδοσης και διόρθωση των 6dB.

- 3.4.11.** Η Εξάρτηση Ταχύτητας Ανέμου θα υπολογίζεται ως η κλίση της γραμμικής παλινδρόμησης του θορύβου σε σχέση με ταχύτητα ανέμου της γεννήτριας που λειτουργεί βάση του 3.4.10.
- 3.4.12.** Στη περίπτωση που οι γεννήτριες που εκθέτουν ένα χαρακτηριστικό θορύβου ταχύτητας ήχου που αποτελείται από 2 ή περισσότερες γραμμικές περιοχές τότε 2 ή περισσότερες γραμμικές παλινδρομήσεις θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες και χρησιμοποιημένες προκειμένου να χαρτογραφήσουν το χάρτη Εισροής Θορύβου. Μια από αυτές τις γραμμικές παλινδρομήσεις που εκτείνεται 8.0 m/s αναφορικά με τη ταχύτητα ανέμου θα χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών ήχου.
- 3.4.13.** Η αβεβαιότητα της μέτρησης θα πρέπει να υπολογίζεται συμπεριλαμβάνοντας και την αβεβαιότητα της γραμμικής παλινδρόμησης του θορύβου σε σχέση με τη ταχύτητα ανέμου που παρατηρείται στην ενότητα 3.4.10 με την ανεμογεννήτρια σε λειτουργία.
- 3.4.14.** Το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών ήχου θα πρέπει να μετριέται χρησιμοποιώντας τη προσέγγιση του IEC 61400-14: 2005 από το Επίπεδο Δηλωμένων Εμφανών Εκπομπών ήχου. Όπου έχουν πραγματοποιηθεί δοκιμές σε μια μόνο γεννήτρια τρέχουσας παραμετροποίησης σχεδίασης ισχύει:

$$L_{Wd,8m/s} = L_{W,8m/s} + 1.645 \sigma \text{ (Eq.1)}$$

Αυτή ισούται με ένα 95% επίπεδο εμπιστοσύνη ότι ο θόρυβος θα είναι μικρότερος από αυτή τη τιμή στην αναφερόμενη ταχύτητα ανέμου

- 3.4.15.** Το περιεχόμενο Συχνότητας βασισμένο μόνο στο 1/3 της ανάλυσης διαστήματος οκτάβας του θορύβου είναι αποδεκτό. Για γεννήτριες προκαθορισμένης ταχύτητας, ένα οικόπεδο επίπεδων διαστήματος στην αναφερόμενη ταχύτητα ανέμου (8m/s) είναι επαρκές. Για γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας αυτό θα πρέπει να εφοδιάζεται από χώρο στον οποίο ο έλεγχος cut-in ταχύτητας ανέμου και η ταχύτητας ανέμου εμπορεύονται. Κάθε 1/3 οκτάβας χώρου πρέπει να δείχνει τα συνολικά dB(Lin), τα συνολικά dB(A) και τα συνολικά dB(C) για το φάσμα.
- 3.4.16.** Ο Χαρακτήρας του θορύβου αποτιμάται μόνο για τονικότητα. Η μέθοδος του BS EN 61400-11 μπορεί να

χρησιμοποιηθεί αλλά η απλούστερη μέθοδος του ISO 1996-2:2007 Annex D βασισμένη μόνο στο 1/3 των δεδομένων διαστημάτων οκτάβας είναι αποδεκτή ως ακολούθως:

Η γεννήτρια δηλώνεται τονική αν κάποιο 1/3 διάστημα οκτάβας είναι υψηλότερο από τα παρακείμενα του διαστήματα κατά:

- 15 dB σε χαμηλές συχνότητες (50-125 Hz)
- 8 dB σε μεσαίες συχνότητες (160-400 Hz)
- 5 dB σε υψηλές συχνότητες (500-10000 Hz)

3.4.17. Αν η ανεμογεννήτρια είναι δηλωμένη ως τονική από την ανάλυση του 3.4.16. η Ετικέτα Ήχου πρέπει να δείχνει την Ποινή Ήχου ως «NAI» και την εφαρμοσμένη ποιινή P=5dB. Αν η γεννήτρια δεν είναι δηλωμένη τονική η Ποινή Ήχου πρέπει να δείχνει «OXI» και η ποιινή εφαρμογής P=0dB.

3.5. Μια εκτίμηση της Εισροής Θορύβου από τη γεννήτρια συμπεριλαμβανομένης και της Ποινής Θορύβου P θα γίνεται ως ακολούθως:

3.5.1. Το επίπεδο πίεσης εισροών ήχου σε dB(A) ανά 20μPa για κάθε κεκλιμένη απόσταση X μέτρων από το κέντρο του ρότορα για ταχύτητα ανέμου των 8m/s στο ύψος του κέντρου του ρότορα υπολογίζεται κάνοντας χρήση ημισφαιρικής διάδοσης ως ακολούθως:

$$L_{p,x_m} = L_{W_{d,8m/s}} + P - 10\text{Log}_{10}(2\pi X^2) = L_{W_{d,8m/s}} + P - 8 - 10\text{Log}_{10}(X) \quad (\text{Eq.2})$$

3.5.2. Το επίπεδο πίεσης εισροών ήχου στα 60 μέτρα $L_{p,60m}$ σε dB(A) ανά 20μPa για μια ταχύτητα ανέμου 8 m/s στο ύψος του κέντρου του ρότορα θα υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$L_{p,60m} = L_{W_{d,8m/s}} + P - 43.5\text{dB} \quad (\text{Eq. 3})$$

3.5.3. Το επίπεδο πίεσης εισροών ήχου στα 25 μέτρα $L_{p,25m}$ σε dB(A) ανά 20μPa για μια ταχύτητα ανέμου 8 m/s στο ύψος του κέντρου του ρότορα θα υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$L_{p,25m} = L_{W_{d,8m/s}} + P - 36\text{dB} \quad (\text{Eq. 4})$$

3.5.4. Τα δεδομένα για το Χάρτη Εισροής Θορύβου υπολογίζονται πάνω σε ένα εύρος από ταχύτητες ανέμου V m/s στο ύψος

του κέντρου του στροφείου κάνοντας χρήση της ακόλουθης διαδικασίας

- a) Από μια αναδιάταξη της εξίσωσης (2) η κεκλιμένη απόσταση X μέτρων που απαιτείται για να δώσει ένα επίπεδο θορύβου για το στόχο σε Y dB από τη πηγή του επιπέδου ισχύος ήχου L_w dB δίνεται από τον τύπο:

$$X_{YdB} = 10^{\left(\frac{L_w + P - 8 - Y}{20}\right)} \quad (\text{Eq.5})$$

- b) Για μια δοσμένη ταχύτητα ανέμου V m/s στο ύψος του κέντρου του στροφείου αυτό δίνει:

$$X_{YdB} = 10^{\left(\frac{L_{wd,8m/s} + S_{dB}(V-8) + P - 8 - Y}{20}\right)} \quad (\text{Eq.6})$$

- c) Ως εκ τούτου οι αποστάσεις που απαιτούνται για μια δοσμένη ταχύτητα V m/s στο ύψος του κέντρου του στροφείου είναι για επίπεδα 45 dB(A) και 40dB(A) σεβόμενοι τα παρακάτω:

$$X_{45dB} = 10^{\left(\frac{L_{wd,8m/s} + S_{dB}(V-8) + P - 53}{20}\right)} \quad (\text{Eq.7})$$

$$X_{40dB} = 10^{\left(\frac{L_{wd,8m/s} + S_{dB}(V-8) + P - 53}{20}\right)} \quad (\text{Eq.8})$$

- d) Αν η εκπομπή Θορύβου έχει 2 ή περισσότερες γραμμικές περιοχές όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.4.12 παραπάνω τότε οι εξισώσεις (7) και (8) χρειάζεται να χρησιμοποιούν τα δεδομένα και από τις δύο περιοχές με κλίση από ότι μόνο από τη μία. Αυτό θα δώσει ένα πόντο "kink" στο Χάρτη Εκπομπών Θορύβου. Το Παράρτημα Α παρέχει μερικά σχόλια και άλλα στοιχεία του Χάρτη Εκπομπών Θορύβου.

4. Αντοχή και Ασφάλεια

- 4.1. Με εξαίρεση τα όσα σημειώνονται παρακάτω, η μηχανική αντοχή της ανεμογεννήτριας θα εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας είτε τις απλές εξισώσεις στην ενότητα 7.4 του BS EN 61400-2:2006 σε συνδυασμό με τους παράγοντες ασφάλειας στην ενότητα 7.8, ή τις αεροελαστικές μεθόδους μοντελισμού στην ενότητα 7.9. Η αξιολογήσεις τουλάχιστον για το βασικό πτερύγιο, το βασικό άξονα και τον άξονα περιστροφής (για HAWT) θα εκτελούνται χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αυτών των εξισώσεων. Ένας γρήγορος έλεγχος της υπόλοιπης δομής για προφανείς ατέλειες ή κινδύνους θα πρέπει να γίνει και αν κριθεί απαραίτητο θα πρέπει να γίνει επιπλέον ανάλυση.
- 4.2. Οι ανεμογεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας είναι γενικά γνωστές ότι αποφεύγουν επιβλαβείς δυναμικές αλληλεπίδρασης με τους πύργους. Οι μονής/διπλής ταχύτητας ανεμογεννήτριες είναι γενικά γνωστές ότι έχουν βλαβερές αλληλεπιδράσεις με τους πύργους τους. Ως εκ τούτου σε περιπτώσεις μονών/διπλών ανεμογεννητριών όπως αυτές που έχουν ένα ή δύο επαγωγικές γεννήτριες, οι ανεμογεννήτριες και οι πύργοι πρέπει αποδεδειγμένα να αποφεύγουν επιβλαβείς δυναμικές αλληλεπιδράσεις. Μια ανεμογεννήτρια μεταβλητής ταχύτητας με δυναμικές αλληλεπιδράσεις που προκύπτουν για παράδειγμα από λειτουργίες ελέγχου, πρέπει επίσης να αποδείξει ότι μπορεί να αποφύγει δυνητικά επιβλαβείς αλληλεπιδράσεις.
- 4.3. Άλλες πτυχές της ασφάλειας της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να αξιολογηθούν, συμπεριλαμβανομένων των:
- 4.3.1. Διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν για τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας.
 - 4.3.2. Διατάξεις για την πρόληψη επικίνδυνων λειτουργιών, σε υψηλούς ανέμους.
 - 4.3.3. Διαθέσιμες μέθοδοι για να επιβραδύνουν ή να σταματήσουν τη γεννήτρια σε μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης ή για λόγους συντήρησης
 - 4.3.4. Επάρκεια της συντήρησης και διατάξεις αντικατάστασης εξαρτημάτων.
- 4.4. Ένας έλεγχος Ασφάλειας και Λειτουργίας θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την ενότητα 9.6 του BS EN 61400-2:2006.

5. Δοκιμές Διάρκειας

- 5.1. Για να εγκαθιδρυθεί ένα ελάχιστο κατώφλι αξιοπιστίας, ένας έλεγχος διάρκειας θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την ενότητα 9.4 του BS EN 61400-2:2006.
- 5.2. Αλλαγές και πρόσθετες διευκρινίσεις στο πρότυπο αυτό περιλαμβάνουν:
- 5.2.1. Η δοκιμή θα συνεχίζεται για 2500 ώρες παραγωγής ισχύος.
 - 5.2.2. Η δοκιμή θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον 25 ώρες σε ταχύτητες ανέμου 15 m/s (33,6 mph) και πάνω.

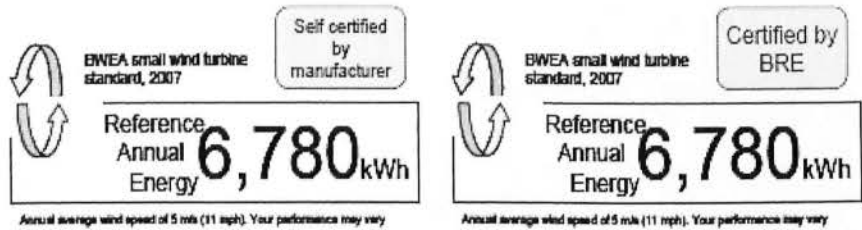
- 5.2.3. Ο χρόνος εκτός λειτουργίας και η διαθεσιμότητα πρέπει να αναφέρεται, και επίσης απαιτείται μια διαθεσιμότητα της τάξης του 90% .
- 5.2.4. Μικροεπισκευές επιτρέπονται αλλά πρέπει να καταγράφονται και να αναφέρονται.
- 5.2.5. Αν κάποιο κύριο εξάρτημα όπως τα πτερύγια, βασικός άξονας, γεννήτρια, πύργος, ελεγκτής, ή το inverter αντικατασταθούν κατά τη διάρκεια της δοκιμής, η δοκιμή πρέπει να ξαναρχίσει από την αρχή.
- 5.2.6. Η γεννήτρια και ο πύργος θα πρέπει να παρατηρούνται για οποιαδήποτε δυναμικά προβλήματα στο πύργο κατά της την διάρκεια του ελέγχου διάρκειας και η αναφορά ελέγχου θα πρέπει να περιλαμβάνει μια δήλωση για τη παρουσία ή την απουσία παρατηρήσεων προβλημάτων.

6. Αναφορές και Πιστοποίηση

- 6.1. Για κάθε μοντέλο που πρέπει να πιστοποιηθεί ο κατασκευαστής θα μπορεί υποβάλλει σε ενώ διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης για αναθεώρηση και πιστοποίηση τα παρακάτω:
 - 6.1.1. Συνολική Αναφορά, η οποία θα περιλαμβάνει μια καμπύλη ισχύος, μια καμπύλη ΕΠΕ, και τα μετρημένα επίπεδα πίεσης ήχου (Ενότητα 9.4 του BS EN 61400-11:2003). Αυτή η αναφορά από τη στιγμή που θα πιστοποιηθεί από ένα διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης πρέπει να είναι δημόσια διαθέσιμη.
 - 6.1.2. Αναφορά Δοκιμής Απόδοσης.
 - 6.1.3. Αναφορά Δοκιμής Ακουστικής.
 - 6.1.4. Ετήσια Αναφορά Ενέργειας της BWEA.
 - 6.1.5. Ετήσια Αναφορά Επιπέδων Ήχου της BWEA.
 - 6.1.6. Ετήσια Αναφορά Ισχύος της BWEA στα 11,0 m/s (24,6 mph).
 - 6.1.7. Αναφορά Αντοχής και Ασφάλειας Ανεμογεννήτριας.
 - 6.1.7.1. Τα κορυφαία φορτία σχεδίασης του πύργου θα πρέπει να καταγράφονται.
 - 6.1.8. Αναφορά Δοκιμής Διάρκειας
- 6.2. Οι κατασκευαστές πιστοποιημένων ανεμογεννητριών θα πρέπει να τηρούν τις απαιτούμενες επισημάνσεις της ενότητας 7.

7. Επισημάνσεις

- 7.1. Η Ετήσια Αναφορά Ενέργειας της BWEA (BWEA RAE) θα παρέχεται σε κάθε βιβλιογραφία προϊόντος ή διαφήμιση στην οποία παρέχονται προδιαγραφές προϊόντος.
- 7.1.1. Η BWEA RAE πρέπει να στρογγυλοποιείται σε όχι περισσότερα από 3 δεκαδικά ψηφία.
- 7.1.2. Η μορφή της παρουσίασης μπορεί να είναι απλό κείμενο αλλά η προτιμώμενη μορφή είναι η ακόλουθη:



(αριστερά παράδειγμα αυτο-πιστοποιημένης, δεξιά παράδειγμα εξωτερικής πιστοποίησης)

- 7.2. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να χρησιμοποιεί την Αναφορά Ισχύος της BWEA αν μια ονομαστική ισχύς έχει καθοριστεί.
- 7.3. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να διαθέσει την Αναφορά Επιπέδων Ήχου.
- 7.4. Άλλες προτεινόμενες προδιαγραφές απόδοσης είναι:
- 7.4.1. Ταχύτητα ανέμου Cut-in.
 - 7.4.2. Ταχύτητα ανέμου Cut-out.
 - 7.4.3. Μέγιστη Ισχύς.
 - 7.4.4. Μέγιστη Τάση.
 - 7.4.5. Μέγιστο Ρεύμα.
 - 7.4.6. Έλεγχος υπερβολικής ταχύτητας (overspeed)
 - 7.4.7. Φόρμα Ισχύος.
- 7.5. Η χρήση των πιο λεπτομερών χαρακτηρισμών απόδοσης, όπως καμπύλες ισχύος ή γραφήματος προβλεπόμενης ενέργειας ή πίνακες, επιτρέπονται όσο το συγκεκριμένο υλικό περιλαμβάνεται στη πιστοποίηση.

8. Αλλαγές στα Πιστοποιημένα Προϊόντα

- 8.1. Είναι αναμενόμενο ότι οι πιστοποιημένες ανεμογεννήτριες θα αλλαχθούν περιστασιακά για να παρέχουν μια φόρμα βελτίωσης ή κάτι άλλο. Σε κάποιες περιπτώσεις τέτοιες αλλαγές θα απαιτούν αναθεώρηση από ένα διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης και πιθανές αλλαγές στις παραμέτρους των

πιστοποιημένων προϊόντων. Η ακόλουθη οδηγία παρέχεται σχετικά με όταν οι αλλαγές προϊόντων απαιτούν αναθεώρηση από κάποιο διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης.

- 8.1.1.** Τυχόν αλλαγές σε μια πιστοποιημένη ανεμογεννήτρια που μπορεί να έχουν συσσωρευτικό αποτέλεσμα στη μείωση της Αναφοράς Ισχύος της BWEA ή της Αναφοράς Ετήσιας Ενέργειας της BWEA πάνω από 10%, θα απαιτούν ξανά διαδικασία δοκιμής και πιστοποίησης από ένα διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης. Μόνο εκείνα τα χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας που επηρεάζονται από τις αλλαγές σχεδίασης θα αναθεωρούνται ξανά.
 - 8.1.2.** Τυχόν αλλαγές σε μια πιστοποιημένη ανεμογεννήτρια που μπορεί να έχουν συσσωρευτικό αποτέλεσμα στην αύξηση της Αναφοράς Επιπέδου Ήχου της πάνω από 1dBA, θα απαιτούν ξανά διαδικασία δοκιμής και πιστοποίησης από ένα διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης. Μόνο εκείνα τα χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας που επηρεάζονται από τις αλλαγές σχεδίασης θα αναθεωρούνται ξανά.
 - 8.1.3.** Τυχόν αλλαγές σε μια πιστοποιημένη ανεμογεννήτρια που θα μπορούσαν να μειώσουν τα περιθώρια αντοχής και ασφάλειας κατά 10%, ή να αυξήσουν της τάσης λειτουργίας ή ρεύματος κατά 10%, θα απαιτούν ξανά διαδικασία υποβολής σε Αναφορά Αντοχής και Ασφάλειας Ανεμογεννήτριας και νέα διαδικασία πιστοποίησης από ένα διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης.
 - 8.1.4.** Τυχόν αλλαγές σε μια πιστοποιημένη γεννήτρια που θα μπορούσαν να αλλάξουν ριζικά τα αποτελέσματα των Δοκιμών Διάρκειας θα απαιτούσαν ξανά δοκιμή, υποβολή μια νέας Αναφοράς Δοκιμής Διάρκειας και επαναπιστοποίηση από διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης.
- 8.2.** Για τα πρώτα δύο χρόνια μετά τη πιστοποίηση της ανεμογεννήτριας ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να ενημερώνει το διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης για όλες τις αλλαγές στο προϊόν συμπεριλαμβανομένου υλικού και λογισμικού. Ο διαπιστευμένος φορέας πιστοποίησης θα καθορίσει την ανάγκη για επανέλεγχο και επιπλέον αναθεώρηση υπό τις οδηγίες που παρέχονται στην ενότητα 8.1.
- 8.3.** Η χρήση των Οδηγιών Αλλαγής Κατασκευής (Engineering Change Orders) ή κάτι ισοδύναμο προτείνεται.

9. Αναφορές και Παραρτήματα

9.1. Αναφορές

- 9.1.1. BS EN 61400-12-1: 2006 Ανεμογεννήτριες: Μέτρηση Απόδοσης Ισχύος για συνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες.
- 9.1.2. BS EN 61400-11: 2003 Συστήματα Ανεμογεννητριών: Τεχνικές Μέτρησης Ακουστικού θορύβου.
- 9.1.3. IEC 61400-11:2006 Συστήματα Ανεμογεννητριών – Μέρος 11: Τεχνικές Μέτρησης Ακουστικού Θορύβου.
- 9.1.4. BS EN 61400-2: 2006, Συστήματα Ανεμογεννητριών: Απαιτήσεις Σχεδίασης μικρών ανεμογεννητριών.
- 9.1.5. IEC TS 61400-14:2005 Ανεμογεννήτριες – Μέρος 14 : Δήλωση εμφανούς επιπέδου ισχύος ήχου και τιμές τονικότητας.
- 9.1.6. BS 7445-2:1991 Περιγραφή και Μέτρηση του περιβαλλοντικού Θορύβου. Οδηγίες για απόκτηση δεδομένων συναφή με τη χρήση γης.
- 9.1.7. BS 7445-1:2003 Περιγραφή και μέτρηση του περιβαλλοντικού θορύβου. Οδηγίες για ποσότητες και διαδικασίες.
- 9.1.8. ISO 1996-2:2007 Ακουστικά-Περιγραφή, Μέτρηση και αποτίμηση περιβαλλοντικού θορύβου – Μέρος 2: Καθορισμός των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου.
- 9.1.9. BS ISO 9611: 1996 Ακουστικά-Χαρακτηρισμός των πηγών δομημένου ήχου με σεβασμό στην ακτινοβολία ήχου από συνδεδεμένες δομές – Μέτρηση της ταχύτητας στα σημεία επαφής της μηχανής όταν έχει συναρμολογηθεί με ελαστικό τρόπο.
- 9.1.10. MIS 3003: Πρότυπο Εγκατάστασης Μικρογεννήτριας: Απαιτήσεις για εργολάβους που αναλαμβάνουν τα εφόδια, τη σχεδίαση, την εγκατάσταση, την ανάθεση προμήθειας εργασιών και τη διαχείριση των μικρών και πολύ μικρών ανεμογεννητριών.
- 9.1.11. BS 4142: Μέθοδος για εκτίμηση βιομηχανικού θορύβου που επηρεάζει περιοχές κατοικίσιμες και βιομηχανικές.

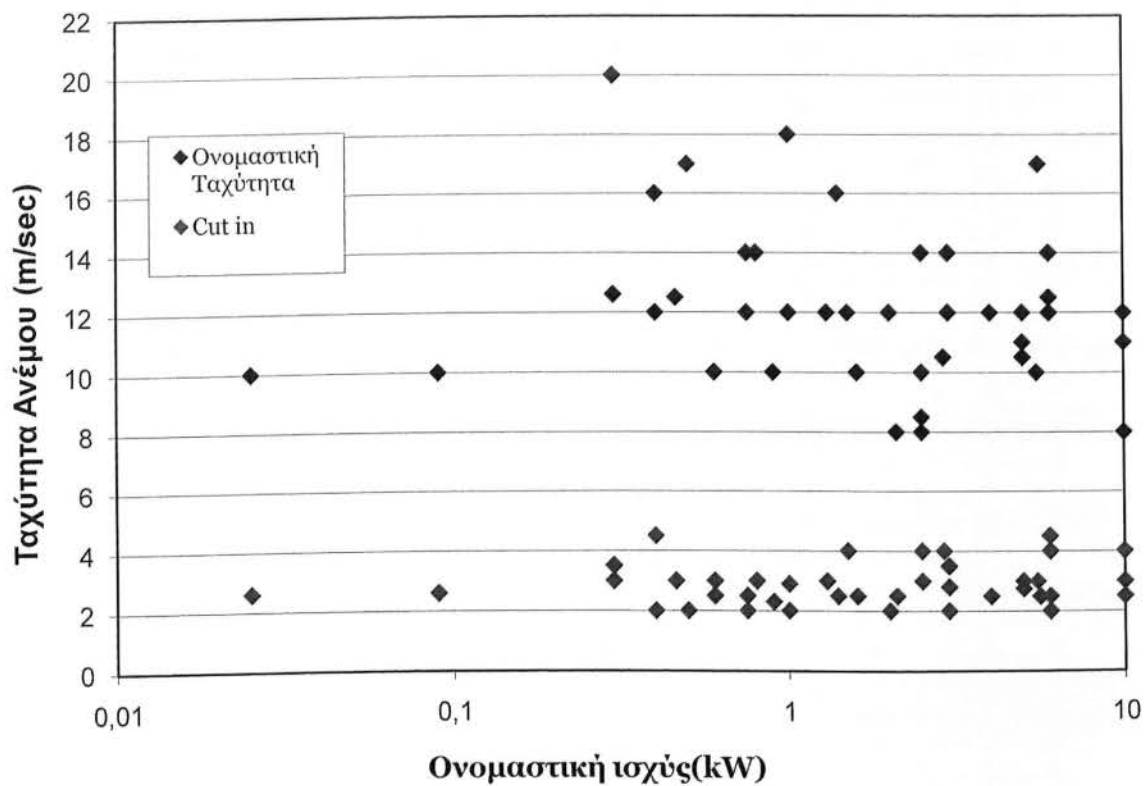
Παράρτημα Προτύπου

Συνοπτικά το Παράρτημα δίνει οδηγίες για τη χρήση και συμπλήρωση του Χάρτη Εισροών Θορύβου, της αναζήτησης κατάλληλης τοποθεσίας μέσω του χάρτη αυτού αλλά και του τοπικού θορύβου παρασκηνίου που υπάρχει στην εκάστοτε τοποθεσία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

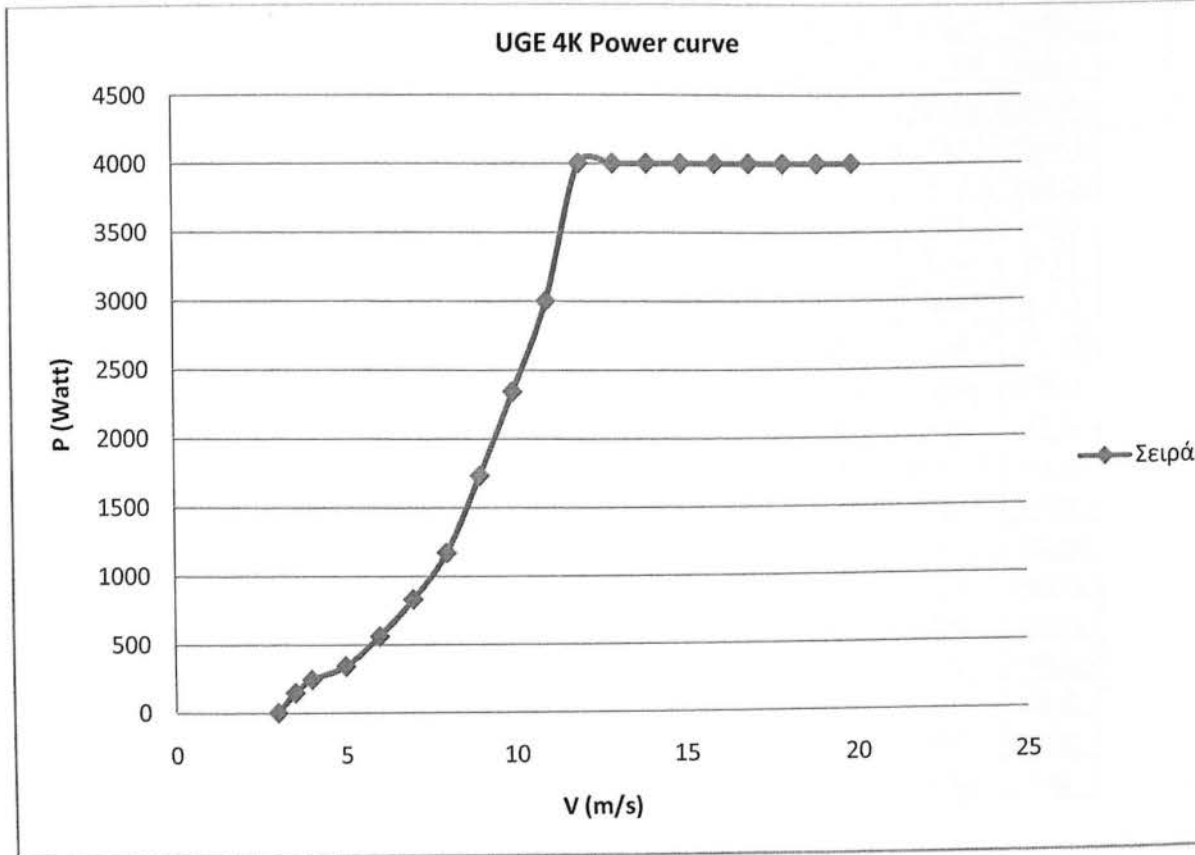
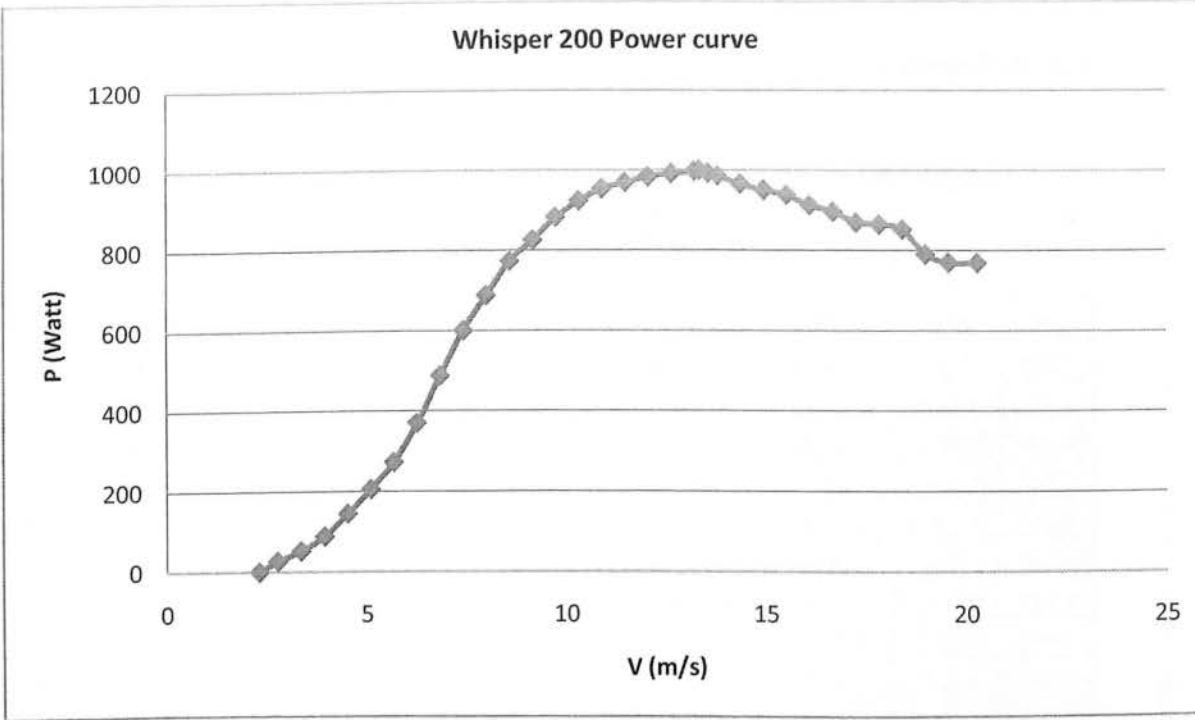
Power (kW)	Rated Speed (m/s)	Cut in (m/s)	Power (kW)	Rated Speed (m/s)	Cut in (m/s)
10	11	2,5	25	8	4
0,3	20	3,5	2,5	8,5	3
0,3	12,6	3	2	12	2
0,6	10	3	4	12	2,5
0,6	10	3	1	12	2,9
0,4	16	2	2,9	10,5	4
3	14	3,5	6	12,5	4,5
6	12	4			
25	12	3			
1,3	12	3			
5	12	3			
10,8	12	3			
19	12	3			
30	12	3			
0,8	14	3			
1,4	16	2,5			
5,6	17	2,5			
10	12	3			
30	12	2,5			
100	13	2,5			
11	10	3			
20	13	4			
5	11	3			
20	12,5	3,5			
0,025	10	2,6			
0,09	10	2,6			
0,09	10	2,6			
1	18	2			
30	15	2			
0,6	10	2,5			
6	12	2,5			
15	12	2,5			
1,5	12	4			
0,75	14	2			
3	14	2			
6	14	2			
0,4	12	4,5			
0,46	12,5	3			
0,75	12	2,5			
5	10,5	2,75			
0,9	10	2,3			
1,6	10	2,5			
3	12	2,8			
2,1	8	2,5			
5,5	10	3			
2,5	10	3			
2,5	14	4			
0,5	17	2			
2,5	8	4			
10	8	4			

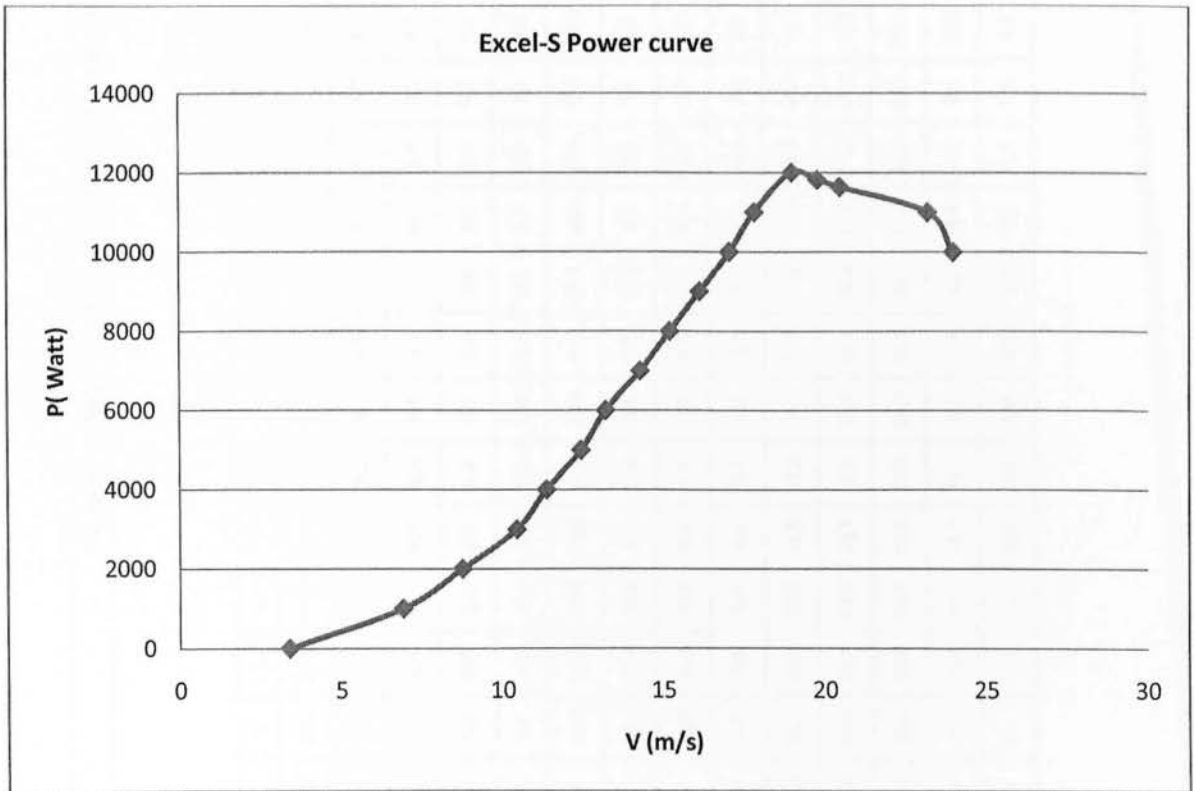
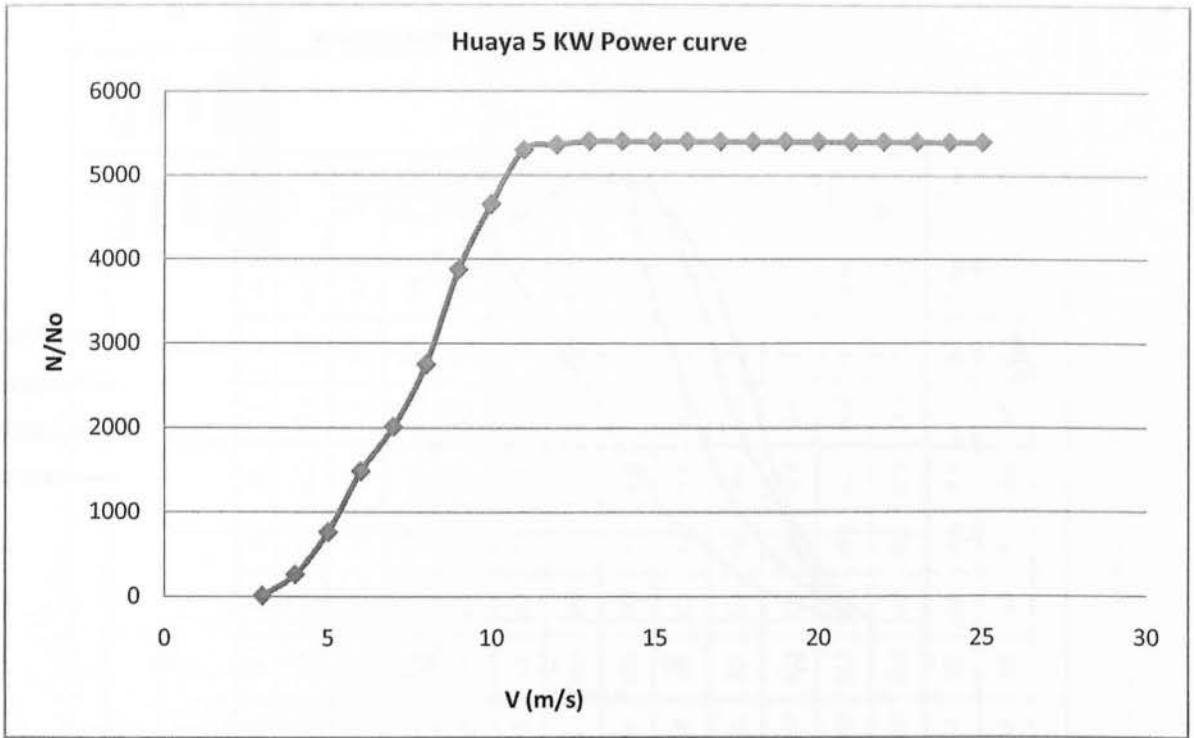
Ονομαστική και Cut in ταχύτητα ανέμου για μικρές Α/Γ



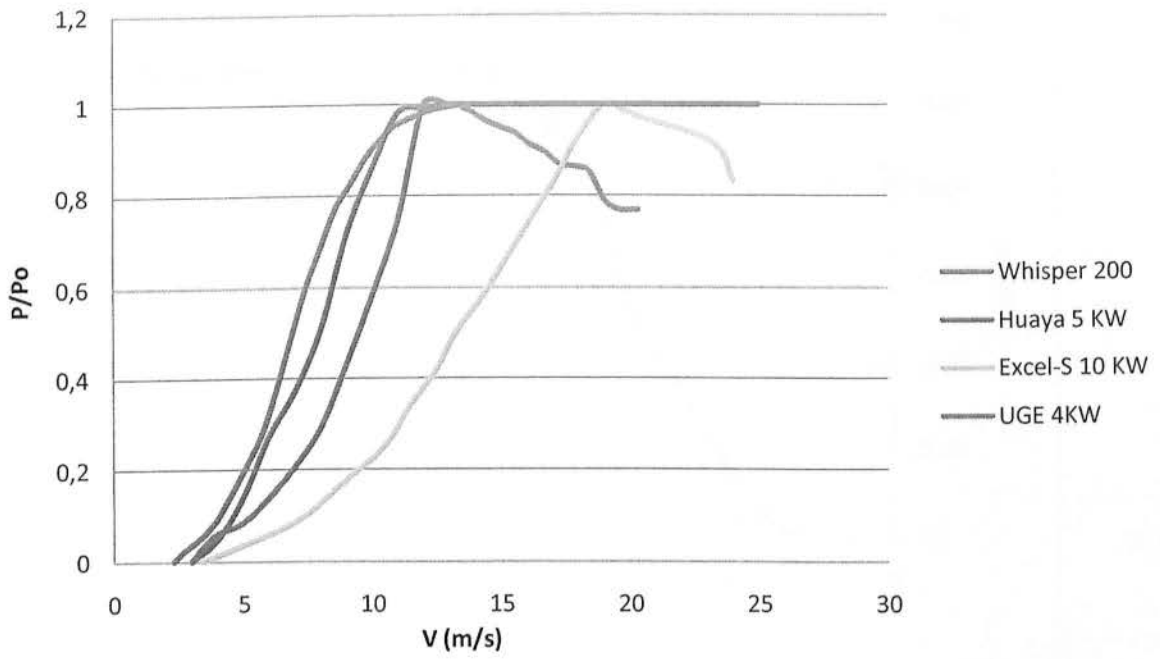
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

WHISPER 200			UGE 4K			HUAYA 5KW			EXCEL S 10KW		
V (m/s)	P (W)	P/Po	V (m/s)	P (W)	P/Po	V (m/s)	P (W)	P/Po	V (m/s)	P (W)	P/Po
2,3	0	0	3	0	0	3	10	0,001851852	3,4	0	0
2,764	25,65	0,02565	3,5	146	0,0365	4	260	0,048148148	6,921	1000	0,083333333
3,344	51,25	0,05125	4	243	0,06075	5	760	0,140740741	8,7666	2000	0,166666667
3,924	87,125	0,087125	5	341	0,08525	6	1480	0,274074074	10,4584	3000	0,25
4,504	143,5	0,1435	6	560	0,14	7	2010	0,372222222	11,3812	4000	0,333333333
5,084	205	0,205	7	829	0,20725	8	2750	0,509259259	12,4578	5000	0,416666667
5,664	271,645	0,271645	8	1170	0,2925	9	3870	0,716666667	13,2262	6000	0,5
6,244	369	0,369	9	1731	0,43275	10	4650	0,861111111	14,3034	7000	0,583333333
6,824	486,875	0,486875	10	2341	0,58525	11	5300	0,981481481	15,2262	8000	0,666666667
7,404	599,625	0,599625	11	3000	0,75	12	5360	0,992592593	16,149	9000	0,75
7,984	686,75	0,68675	12	4000	1	13	5400	1	17,0718	10000	0,833333333
8,564	771,825	0,771825	13	4000	1	14	5400	1	17,8408	11000	0,916666667
9,144	825,125	0,825125	14	4000	1	15	5400	1	19	12000	1
9,724	881,5	0,8815	15	4000	1	16	5400	1	19,8	11820	0,985
10,304	922,5	0,9225	16	4000	1	17	5400	1	20,5	11640	0,97014218
10,884	953,25	0,95325	17	4000	1	18	5400	1	23,2238	11000	0,916666667
11,464	969,035	0,969035	18	4000	1	19	5400	1	24	10000	0,833333333
12,044	983	0,983	19	4000	1	20	5400	1			
12,624	992	0,992	20	4000	1	21	5400	1			
13,204	997	0,997				22	5400	1			
13,32	1000	1				23	5400	1			
13,552	992	0,992				24	5400	1			
13,784	986	0,986				25	5400	1			
14,364	965	0,965									
14,944	950	0,95									
15,524	937,875	0,937875									
16,104	912,25	0,91225									
16,684	896	0,896									
17,264	869	0,869									
17,844	864	0,864									
18,424	852	0,852									
19,004	790	0,79									
19,584	769	0,769									
20,3	768,75	0,76875									





Αδιάστατες Καμπύλες Ισχύος



Αιολικό Δυναμικό Κρήτης (Παράδειγμα μετρήσεων)

Αιολικό Δυναμικό Κρήτης (Παράδειγμα μετρήσεων)																								Μέσος όρος ανά Ημέρα	Μέσος Όρος ανά Μήνα	Μήνας	
Ώρα																											
Ημέρα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1 ^η	15,0	17,5	15,0	15,0	12,5	5,3	10,3	11,4	10,0	14,7	11,7	13,6	12,5	9,2	9,2	11,7	10,6	12,5	11,4	13,9	11,9	12,5	11,7	12,8	12,2	10,4	Ιανουάριος
2 ^η	11,1	10,6	7,8	7,8	6,9	6,4	5,3	8,1	8,1	6,4	8,3	5,8	5,8	4,7	5,6	3,1	0,0	3,9	3,9	0,0	0,0	4,7	5,6	5,8	5,7		
3 ^η	5,6	5,8	4,7	6,7	6,7	7,5	6,9	8,9	9,4	8,1	7,5	6,7	8,9	8,1	7,8	8,1	7,8	7,8	7,5	5,6	4,4	0,0	0,0	4,4	6,5		
4 ^η	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	6,7	9,4	6,9	7,8	6,7	6,7	8,1	4,2	0,0	0,0	3,0		
5 ^η	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,4	3,1	0,0	3,9	3,9	3,1	3,3	4,7	0,0	5,8	6,4	2,2		
6 ^η	8,1	8,1	8,3	11,4	12,8	13,9	13,6	13,6	13,9	16,7	16,1	16,7	18,6	17,8	18,6	17,5	19,2	20,8	20,3	20,8	20,3	20,0	20,8	21,4	16,2		
7 ^η	19,2	21,9	20,8	20,3	20,3	18,3	8,1	5,8	5,6	7,5	11,1	8,9	9,4	9,2	9,4	9,4	9,2	12,5	10,6	9,4	8,9	8,9	11,7	10,3	11,9		
8 ^η	6,9	8,9	8,3	10,0	10,0	10,0	9,4	5,8	7,8	6,7	5,3	4,2	2,8	3,3	5,3	6,9	6,9	6,7	5,3	5,6	5,8	5,3	0,0	0,0	6,1		
9 ^η	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	5,8	6,9	9,7	8,1	7,8	6,9	7,8	8,3	7,8	8,1	8,9	8,1	9,4	10,6	11,4	11,1	11,1	6,3		
10 ^η	11,1	12,5	12,5	11,4	12,5	12,5	11,9	12,8	11,7	12,8	11,9	13,6	11,9	10,3	11,1	11,7	10,0	10,3	11,7	10,0	10,0	9,4	12,5	12,5	11,6		
11 ^η	12,5	14,7	15,3	13,9	11,7	13,6	15,3	8,9	10,6	11,1	12,5	12,5	11,7	16,7	17,8	20,3	16,4	13,9	16,7	17,8	16,7	15,0	16,4	12,8	14,4		
12 ^η	13,1	15,3	17,5	20,3	20,8	20,8	13,1	15,6	14,7	15,6	15,3	17,5	20,0	22,8	23,3	19,2	18,9	20,0	18,9	22,2	23,3	17,5	13,1	13,1	18,0		
13 ^η	13,6	11,9	9,4	11,7	11,9	11,1	11,7	11,1	9,2	6,9	8,9	8,3	6,9	8,1	10,0	10,0	9,2	8,3	8,3	8,9	8,9	10,3	7,5	6,9	9,5		
14 ^η	8,1	7,5	8,1	8,1	5,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	5,3	3,9	4,4	3,9	3,9	3,9	4,2	2,2	0,0	0,0	3,9	3,4		

15 ^η	10,6	15,3	13,9	12,8	14,7	15,3	15,6	11,9	12,8	15,3	17,5	16,7	16,7	15,3	16,7	14,7	14,7	13,6	13,9	16,1	18,3	19,2	19,2	20,8	15,5		
16 ^η	20,8	20,8	18,9	16,7	15,0	10,3	8,9	5,8	8,3	8,9	5,6	5,6	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	7,5	11,9	10,0	11,1	5,3	0,0	3,9	8,3		
17 ^η	2,2	10,3	0,0	4,4	4,7	6,7	5,8	0,0	1,7	1,4	7,8	9,4	11,7	8,3	8,1	7,8	11,1	10,6	8,1	11,1	6,7	8,3	10,0	11,4	7,0		
18 ^η	12,8	14,2	11,7	10,3	9,2	7,5	5,8	3,9	5,8	10,3	12,8	10,3	8,9	8,1	9,4	5,8	4,4	3,9	4,4	0,0	0,0	0,0	2,2	5,6	7,0		
19 ^η	5,6	2,8	3,3	4,4	3,9	3,1	2,2	5,3	4,4	5,8	8,9	10,6	10,3	10,6	12,8	11,9	13,1	15,0	14,7	16,4	15,6	16,1	13,9	16,1	9,5		
20 ^η	15,3	14,2	13,9	13,9	13,9	13,1	13,6	13,3	12,8	15,0	16,4	13,9	14,2	16,1	16,4	16,4	14,7	15,0	14,7	12,8	12,5	13,9	15,6	15,6	14,5		
21 ^η	15,0	13,9	15,0	14,7	12,8	12,5	11,4	6,9	9,4	10,6	9,4	8,9	10,3	11,4	10,6	10,3	11,1	9,2	8,1	6,7	2,5	3,1	0,0	3,9	9,5		
22 ^η	0,0	7,5	8,3	14,7	17,5	17,5	19,7	22,2	23,9	23,6	23,6	22,8	24,7	22,8	24,7	22,8	23,6	22,5	22,8	20,3	20,3	22,2	16,7	16,4	19,2		
23 ^η	15,6	15,3	17,5	17,5	17,5	19,2	21,4	17,8	22,2	20,3	22,5	22,5	22,5	20,3	19,2	24,7	22,8	18,3	18,6	18,6	17,2	17,8	17,5	17,5	19,3		
24 ^η	16,4	16,4	17,5	17,5	17,5	10,6	12,5	10,3	10,6	11,9	10,6	11,1	9,2	10,3	8,1	10,3	9,2	8,9	11,1	8,3	6,9	7,5	10,3	10,3	11,4		
25 ^η	11,9	16,4	15,0	12,8	13,6	21,1	16,4	14,2	17,5	14,7	19,2	22,5	21,9	19,2	22,5	20,0	19,7	18,3	16,7	17,5	15,6	19,7	17,5	16,1	17,5		
26 ^η	17,5	22,2	21,9	17,2	20,8	17,8	19,2	19,2	20,0	17,5	16,7	15,3	13,9	14,7	15,0	13,1	10,6	11,1	11,7	12,5	4,7	6,9	4,7	4,4	14,5		
27 ^η	7,8	4,4	8,9	11,4	10,0	9,2	7,5	8,9	10,6	10,3	10,3	10,6	9,4	10,6	11,1	9,4	10,3	12,5	12,8	11,7	12,5	12,5	10,3	13,6	10,3		
28 ^η	6,9	8,1	7,5	4,7	6,9	7,5	4,7	3,9	2,2	2,8	4,4	2,5	0,0	0,0	5,3	5,3	3,3	4,4	5,3	5,3	5,6	4,4	3,9	4,2	4,5		
29 ^η	0,0	2,8	0,0	0,0	2,8	3,9	0,0	0,0	4,7	4,4	7,8	7,5	6,4	6,7	5,6	4,2	3,9	0,0	0,0	0,0	3,3	3,9	4,7	5,3	3,2		
30 ^η	5,8	4,7	5,3	4,2	4,2	4,7	4,4	4,4	4,7	5,3	5,8	7,8	8,3	10,3	10,3	8,9	8,9	10,3	10,0	10,3	11,4	11,7	13,1	13,1	7,8		
31 ^η	14,7	12,5	12,5	12,8	14,2	14,2	13,6	13,9	13,6	13,6	16,7	17,5	15,0	14,2	15,3	11,9	13,1	17,2	17,8	17,8	18,6	19,7	19,7	17,5	15,3		
32 ^η	15,3	15,3	15,3	13,9	13,1	15,3	11,9	14,2	14,2	9,2	7,5	4,4	5,6	6,7	8,1	8,9	8,3	2,2	6,4	11,4	12,5	14,7	13,9	9,4	10,7	8,4	Φεβρουάριος
33 ^η	16,1	11,1	12,5	11,1	11,7	11,7	11,1	6,7	6,7	5,8	6,7	2,8	0,0	3,1	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	2,2	4,4	5,3	6,9	5,8		

34 ⁿ	8,9	9,2	8,9	8,9	8,3	6,7	6,7	6,7	9,2	12,8	11,9	11,7	13,9	11,1	8,1	9,2	8,9	9,4	3,3	3,9	0,0	2,8	0,0	0,0	7,5
35 ⁿ	0,0	6,4	4,2	0,0	11,9	7,5	9,4	7,5	5,8	11,4	12,8	11,9	10,3	7,5	8,1	9,2	8,1	9,4	8,1	6,9	5,8	0,0	0,0	0,0	6,8
36 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	5,3	8,3	11,1	13,1	18,6	19,2	18,3	19,2	22,5	21,4	13,6	14,2	4,4	1,4	7,5	5,3	5,8	7,5	8,9	9,5
37 ⁿ	8,9	9,2	8,1	8,9	5,6	8,1	6,4	6,7	2,8	1,7	2,2	3,3	5,8	5,3	5,6	5,3	4,7	3,9	0,0	5,8	8,3	8,9	11,4	8,1	6,0
38 ⁿ	10,0	9,2	7,8	8,1	8,3	9,2	10,3	10,6	11,4	9,4	11,1	11,7	11,1	12,5	13,6	12,5	11,7	10,3	8,9	9,2	8,9	8,3	9,2	9,2	10,1
39 ⁿ	9,2	9,2	10,0	10,3	10,0	10,0	7,5	6,9	8,9	10,3	11,1	11,1	11,4	9,4	8,3	6,7	5,8	5,6	5,6	3,3	5,3	6,4	5,6	6,9	8,1
40 ⁿ	6,7	7,8	7,5	6,7	6,7	8,3	1,7	3,3	7,8	5,8	4,4	8,1	6,9	8,1	8,1	7,8	5,8	7,5	8,1	7,5	7,5	8,1	8,3	7,5	6,9
41 ⁿ	8,3	8,1	8,3	10,0	8,9	8,9	7,5	6,7	5,8	10,0	9,2	11,1	9,2	11,1	9,2	12,5	11,1	15,0	13,1	13,9	12,8	12,5	12,5	12,5	10,3
42 ⁿ	12,8	17,5	15,6	18,6	16,7	18,3	11,9	7,5	6,7	8,9	11,9	15,3	11,1	15,0	13,9	6,4	2,2	4,2	8,1	8,1	8,1	7,5	11,7	11,9	11,2
43 ⁿ	10,0	8,1	6,4	5,3	3,6	2,8	1,1	3,6	4,2	5,0	5,0	4,4	3,9	1,4	1,7	2,2	1,1	1,7	2,2	1,1	1,1	1,1	3,6	4,2	3,5
44 ⁿ	4,2	4,2	0,8	9,2	6,4	1,1	8,1	8,6	8,1	8,9	5,6	1,1	1,1	7,5	7,2	5,0	3,6	1,7	4,4	1,7	1,4	1,4	5,0	5,6	4,7
45 ⁿ	6,1	5,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	4,2	4,2	5,0	5,3	5,3	6,4	5,0	5,3	4,2	4,2	5,3	0,0	1,7	0,0	0,0	3,2
46 ⁿ	0,0	2,2	5,0	3,6	4,2	7,2	4,2	7,5	0,0	0,0	7,5	4,4	2,8	2,8	2,8	3,9	2,2	0,0	3,6	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	2,8
47 ⁿ	3,6	5,3	5,6	6,1	4,4	7,2	7,2	5,6	5,3	5,6	6,4	7,5	8,1	9,2	4,4	0,0	0,0	0,0	2,8	2,8	4,4	1,1	0,0	0,0	4,3
48 ⁿ	3,9	7,5	4,2	5,6	6,4	3,6	0,0	2,8	5,6	8,9	13,1	9,7	12,2	12,2	12,2	9,7	6,9	9,4	10,8	6,1	8,9	11,7	8,3	11,1	8,0
49 ⁿ	10,6	15,3	19,4	16,1	19,7	22,8	22,8	23,3	24,4	22,8	22,8	15,8	15,8	16,1	15,6	14,4	11,9	14,2	14,4	11,7	13,1	12,5	13,3	8,3	16,5
50 ⁿ	8,3	11,7	14,4	13,3	8,9	10,8	4,4	10,0	9,7	11,1	10,8	11,9	11,1	10,0	8,6	10,8	11,1	8,6	13,3	5,8	12,2	8,3	15,8	10,0	10,5
51 ⁿ	8,6	6,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,1	0,0	0,8	1,9	2,8	3,1	0,0	2,2	1,9	0,0	4,4	5,6	8,3	6,9	5,0	5,8	3,1
52 ⁿ	5,6	4,2	2,2	3,9	5,8	5,3	3,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	4,4	3,9	5,8	5,8	6,4	8,1	8,9	6,4	4,4	5,3	4,0

53 ^η	9,2	9,2	8,9	6,9	6,4	6,7	4,4	6,7	8,1	6,9	11,1	11,1	12,2	11,9	13,1	13,6	10,0	11,7	10,0	9,4	10,7	10,8	7,5	9,4	9,4		
54 ^η	8,3	14,4	15,8	8,6	9,4	8,3	9,7	6,4	0,8	0,8	0,0	1,1	1,1	6,1	8,1	8,3	11,1	13,1	14,7	17,2	17,2	18,1	18,3	19,7	9,9		
55 ^η	19,4	18,1	18,1	15,6	14,4	17,2	11,9	13,3	13,1	11,7	13,6	14,4	11,9	12,2	14,7	13,1	14,4	14,4	15,6	14,7	7,5	13,1	10,6	15,8	14,1		
56 ^η	13,6	10,0	13,3	11,7	14,4	12,2	10,8	13,1	13,3	12,2	13,6	16,7	15,3	15,8	18,1	17,2	16,7	18,1	18,1	15,6	17,2	20,8	21,7	14,4	15,2		
57 ^η	20,6	20,6	20,8	21,4	20,8	15,8	13,1	16,1	15,6	14,2	14,4	12,2	11,9	8,9	10,8	12,2	9,4	12,5	12,5	11,1	11,9	9,4	8,1	5,8	13,8		
58 ^η	0,0	4,4	6,7	8,9	0,0	5,8	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	5,6	7,5	8,9	6,9	8,3	8,1	10,3	9,2	10,3	10,3	10,3	5,6		
59 ^η	11,4	8,9	8,1	8,1	9,2	10,0	8,9	8,3	11,4	10,6	16,1	13,6	12,8	11,4	12,5	14,7	12,5	13,1	10,0	11,1	9,7	10,6	8,1	5,3	10,7		
60 ^η	11,4	8,9	8,1	8,1	9,2	10,0	8,9	8,3	11,4	10,6	16,1	13,6	12,8	11,4	12,5	14,7	12,5	13,1	10,0	11,1	9,7	10,6	8,1	5,3	10,7		
61 ^η	13,0	13,0	13,0	11,8	11,1	13,0	10,1	12,1	12,1	7,8	6,4	3,7	4,8	5,7	6,9	7,6	7,1	1,9	5,4	9,7	10,6	12,5	11,8	8,0	9,1		
62 ^η	13,7	9,4	10,6	9,4	9,9	9,9	9,4	5,7	5,7	4,9	5,7	2,4	0,0	2,6	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	1,9	3,7	4,5	5,9	5,0		
63 ^η	7,6	7,8	7,6	7,6	7,1	5,7	5,7	5,7	7,8	10,9	10,1	9,9	11,8	9,4	6,9	7,8	7,6	8,0	2,8	3,3	0,0	2,4	0,0	0,0	6,4		
64 ^η	0,0	5,4	3,6	0,0	10,1	6,4	8,0	6,4	4,9	9,7	10,9	10,1	8,8	6,4	6,9	7,8	6,9	8,0	6,9	5,9	4,9	0,0	0,0	0,0	5,7		
65 ^η	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	4,5	7,1	9,4	11,1	15,8	16,3	15,6	16,3	19,1	18,2	11,6	12,1	3,7	1,2	6,4	4,5	4,9	6,4	7,6	8,1		
66 ^η	7,6	7,8	6,9	7,6	4,8	6,9	5,4	5,7	2,4	1,4	1,9	2,8	4,9	4,5	4,8	4,5	4,0	3,3	0,0	4,9	7,1	7,6	9,7	6,9	5,1		
67 ^η	8,5	7,8	6,6	6,9	7,1	7,8	8,8	9,0	9,7	8,0	9,4	9,9	9,4	10,6	11,6	10,6	9,9	8,8	7,6	7,8	7,6	7,1	7,8	7,8	8,6		
68 ^η	7,8	7,8	8,5	8,8	8,5	8,5	6,4	5,9	7,6	8,8	9,4	9,4	9,7	8,0	7,1	5,7	4,9	4,8	4,8	2,8	4,5	5,4	4,8	5,9	6,9		
69 ^η	5,7	6,6	6,4	5,7	5,7	7,1	1,4	2,8	6,6	4,9	3,7	6,9	5,9	6,9	6,9	6,6	4,9	6,4	6,9	6,4	6,4	6,9	7,1	6,4	5,9		
70 ^η	7,1	6,9	7,1	8,5	7,6	7,6	6,4	5,7	4,9	8,5	7,8	9,4	7,8	9,4	7,8	10,6	9,4	12,8	11,1	11,8	10,9	10,6	10,6	10,6	8,8		
71 ^η	10,9	14,9	13,3	15,8	14,2	15,6	10,1	6,4	5,7	7,6	10,1	13,0	9,4	12,8	11,8	5,4	1,9	3,6	6,9	6,9	6,9	6,4	9,9	10,1	9,6		
																										7,0	Μάρτιος

72 ⁿ	8,5	6,9	5,4	4,5	3,1	2,4	0,9	3,1	3,6	4,3	4,3	3,7	3,3	1,2	1,4	1,9	0,9	1,4	1,9	0,9	0,9	0,9	0,9	3,1	3,6	3,0
73 ⁿ	3,6	3,6	0,7	7,8	5,4	0,9	6,9	7,3	6,9	7,6	4,8	0,9	0,9	6,4	6,1	4,3	3,1	1,4	3,7	1,4	1,2	1,2	4,3	4,8	4,0	
74 ⁿ	5,2	4,3	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	3,6	3,6	4,3	4,5	4,5	5,4	4,3	4,5	3,6	3,6	4,5	0,0	1,4	0,0	0,0	2,7	
75 ⁿ	0,0	1,9	4,3	3,1	3,6	6,1	3,6	6,4	0,0	0,0	6,4	3,7	2,4	2,4	2,4	3,3	1,9	0,0	3,1	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,4	
76 ⁿ	3,1	4,5	4,8	5,2	3,7	6,1	6,1	4,8	4,5	4,8	5,4	6,4	6,9	7,8	3,7	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	3,7	0,9	0,0	0,0	3,6	
77 ⁿ	3,3	6,4	3,6	4,8	5,4	3,1	0,0	2,4	4,8	7,6	11,1	8,2	10,4	10,4	10,4	8,2	5,9	8,0	9,2	5,2	7,6	9,9	7,1	9,4	6,8	
78 ⁿ	9,0	13,0	16,5	13,7	16,7	19,4	19,4	19,8	20,7	19,4	19,4	13,4	13,4	13,7	13,3	12,2	10,1	12,1	12,2	9,9	11,1	10,6	11,3	7,1	14,1	
79 ⁿ	7,1	9,9	12,2	11,3	7,6	9,2	3,7	8,5	8,2	9,4	9,2	10,1	9,4	8,5	7,3	9,2	9,4	7,3	11,3	4,9	10,4	7,1	13,4	8,5	8,9	
80 ⁿ	7,3	5,4	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,9	0,0	0,7	1,6	2,4	2,6	0,0	1,9	1,6	0,0	3,7	4,8	7,1	5,9	4,3	4,9	2,6	
81 ⁿ	4,8	3,6	1,9	3,3	4,9	4,5	2,6	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	3,7	3,3	4,9	4,9	5,4	6,9	7,6	5,4	3,7	4,5	3,4	
82 ⁿ	7,8	7,8	7,6	5,9	5,4	5,7	3,7	5,7	6,9	5,9	9,4	9,4	10,4	10,1	11,1	11,6	8,5	9,9	8,5	8,0	9,1	9,2	6,4	8,0	8,0	
83 ⁿ	7,1	12,2	13,4	7,3	8,0	7,1	8,2	5,4	0,7	0,7	0,0	0,9	0,9	5,2	6,9	7,1	9,4	11,1	12,5	14,6	14,6	15,4	15,6	16,7	8,4	
84 ⁿ	16,5	15,4	15,4	13,3	12,2	14,6	10,1	11,3	11,1	9,9	11,6	12,2	10,1	10,4	12,5	11,1	12,2	12,2	13,3	12,5	6,4	11,1	9,0	13,4	12,0	
85 ⁿ	11,6	8,5	11,3	9,9	12,2	10,4	9,2	11,1	11,3	10,4	11,6	14,2	13,0	13,4	15,4	14,6	14,2	15,4	15,4	13,3	14,6	17,7	18,4	12,2	12,9	
86 ⁿ	17,5	17,5	17,7	18,2	17,7	13,4	11,1	13,7	13,3	12,1	12,2	10,4	10,1	7,6	9,2	10,4	8,0	10,6	10,6	9,4	10,1	8,0	6,9	4,9	11,7	
87 ⁿ	0,0	3,7	5,7	7,6	0,0	4,9	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	4,8	6,4	7,6	5,9	7,1	6,9	8,8	7,8	8,8	8,8	8,8	4,8	
88 ⁿ	9,7	7,6	6,9	6,9	7,8	8,5	7,6	7,1	9,7	9,0	13,7	11,6	10,9	9,7	10,6	12,5	10,6	11,1	8,5	9,4	8,2	9,0	6,9	4,5	9,1	
89 ⁿ	9,7	7,6	6,9	6,9	7,8	8,5	7,6	7,1	9,7	9,0	13,7	11,6	10,9	9,7	10,6	12,5	10,6	11,1	8,5	9,4	8,2	9,0	6,9	4,5	9,1	
90 ⁿ	11,1	11,1	11,1	10,0	9,5	11,1	8,6	10,3	10,3	6,6	5,4	3,2	4,0	4,8	5,9	6,4	6,0	1,6	4,6	8,2	9,0	10,6	10,0	6,8	7,8	

91 ⁿ	11,6	8,0	9,0	8,0	8,5	8,5	8,0	4,8	4,8	4,2	4,8	2,0	0,0	2,2	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	1,6	3,2	3,8	5,0	4,2		
92 ⁿ	9,6	8,7	4,8	12,6	12,9	11,1	5,7	11,1	11,1	9,6	10,8	9,9	9,6	12,0	12,6	13,2	13,2	13,2	11,4	13,5	14,1	13,2	11,7	10,5	11,1		
93 ⁿ	9,6	11,7	8,7	6,9	7,8	10,8	11,7	12,6	10,5	12,9	12,6	11,7	14,7	17,1	14,7	16,8	14,4	15,9	12,9	14,1	10,2	14,4	12,9	10,8	12,3		
94 ⁿ	17,1	17,1	16,5	16,5	18,0	15,6	20,4	21,0	20,4	22,2	22,5	21,3	20,4	17,1	17,1	16,5	17,1	17,1	18,0	18,0	19,5	21,0	21,0	21,0	18,8		
95 ⁿ	19,5	18,3	18,6	16,8	18,0	16,5	12,6	12,6	9,3	10,8	9,3	10,2	9,0	8,7	9,0	10,2	11,4	12,6	12,6	11,7	10,5	7,8	7,5	9,6	12,2		
96 ⁿ	10,2	7,8	5,4	6,9	7,5	7,5	7,2	5,4	10,2	10,5	9,3	9,3	5,1	11,4	10,5	9,3	9,3	4,2	5,4	4,3	4,8	4,8	0,0	0,0	6,9		
97 ⁿ	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	1,5	3,0	3,9	4,8	1,5	3,0	3,0	2,4	1,5	3,0	4,8	4,8	0,0	0,0	1,8		
98 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	3,6	5,4	5,4	5,4	8,1	6,3	3,9	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	1,9			
99 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	3,9	4,2	6,9	8,1	7,5	5,7	8,7	8,7	10,2	13,5	14,4	14,7	14,7	13,2	13,5	6,4		
100 ⁿ	14,7	13,2	17,1	11,7	10,8	13,2	17,1	16,5	14,4	3,6	15,3	16,8	15,6	16,5	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	16,5	14,7	16,5	14,7	12,0	14,3		
101 ⁿ	16,8	14,1	10,8	10,8	14,1	14,1	10,2	12,0	12,6	10,8	10,2	10,0	10,2	10,8	11,4	11,7	12,0	12,9	13,2	13,5	14,1	10,2	9,6	6,3	11,8		
102 ⁿ	14,1	11,4	12,6	12,9	12,0	10,2	9,0	8,7	9,0	5,7	5,7	6,9	9,3	7,5	8,7	5,7	6,3	7,5	6,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2		
103 ⁿ	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,3	5,7	6,3	6,3	6,6	5,7	6,6	6,9	3,9	0,0	4,2	3,3	3,3	0,0	3,3	3,2		
104 ⁿ	0,0	3,9	7,8	6,3	4,8	6,3	4,8	4,2	5,7	5,7	6,9	10,2	8,1	9,3	9,6	8,7	5,4	4,8	3,9	4,2	5,1	4,8	5,4	4,2	5,8		
105 ⁿ	4,8	5,4	4,2	3,9	3,0	0,0	0,0	0,0	3,3	5,4	5,7	6,9	6,6	8,1	9,3	9,6	6,9	8,7	5,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2		
106 ⁿ	3,6	4,8	4,2	5,7	4,8	3,0	5,4	6,3	3,3	6,3	6,3	11,7	9,0	6,9	6,9	3,9	6,3	5,4	1,5	3,3	3,6	5,1	3,9	6,3	5,3		
107 ⁿ	6,6	4,2	4,2	0,0	4,8	0,0	3,9	6,3	6,6	8,7	6,3	6,3	7,5	9,3	7,8	8,1	7,5	5,4	5,4	4,8	5,7	5,1	5,4	7,8	5,7		
108 ⁿ	9,6	9,3	12,0	1,2	10,8	13,2	10,2	11,7	14,7	6,0	15,3	13,2	11,7	11,4	10,2	8,1	7,5	5,4	5,4	4,8	5,7	5,1	5,4	7,8	9,0		
109 ⁿ	9,6	9,3	12,0	1,2	10,8	13,2	10,2	11,7	9,6	8,7	9,6	8,7	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	5,4		

7,6

Απρίλιος

110 ⁿ	0,0	1,8	2,1	0,0	5,1	5,4	5,7	4,8	6,3	6,6	5,4	4,8	0,0	0,0	0,0	3,3	5,1	4,8	5,7	4,8	4,8	0,0	6,6	4,2	3,6		
111 ⁿ	3,0	0,0	0,0	0,0	3,9	5,1	5,7	2,4	4,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	6,3	4,8	5,7	6,3	6,3	6,3	6,9	6,6	3,3		
112 ⁿ	1,5	4,8	6,6	6,6	10,2	10,2	10,2	10,2	12,9	8,7	5,7	5,7	6,9	3,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	6,3	10,2	5,4		
113 ⁿ	9,0	1,2	10,2	5,4	7,8	6,9	8,7	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	7,8	6,9	5,7	4,8	8,7	9,0	6,9	7,5	4,8		
114 ⁿ	5,7	5,1	0,0	0,0	4,8	5,1	6,6	5,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	5,4	5,4	3,9	4,8	5,4	4,8	3,9	0,0	3,1		
115 ⁿ	0,0	0,0	4,2	5,7	3,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	2,1	8,1	9,6	10,2	11,7	13,2	11,4	11,4	4,0		
116 ⁿ	12,0	12,6	12,0	11,4	10,5	12,9	12,6	12,9	17,1	15,9	15,9	14,4	14,7	16,5	13,5	9,0	11,4	14,7	13,5	13,5	10,8	14,1	15,6	17,1	13,5		
117 ⁿ	18,0	14,1	12,9	11,7	11,4	11,7	12,0	10,8	11,7	9,3	15,6	14,7	15,6	15,6	13,5	15,9	14,1	10,5	13,2	14,1	14,7	13,5	10,5	12,0	13,2		
118 ⁿ	13,2	13,5	14,1	12,6	13,2	17,4	15,9	12,6	6,3	10,2	11,7	15,6	14,4	15,6	11,7	11,7	13,2	13,2	12,9	12,6	12,6	13,5	12,0	12,9	13,0		
119 ⁿ	13,2	11,7	11,4	10,8	9,6	10,5	13,5	10,8	13,2	14,4	14,7	13,2	8,7	11,7	9,3	7,8	8,1	9,0	7,8	5,7	6,3	6,3	5,4	4,2	9,9		
120 ⁿ	0,0	0,0	0,0	4,2	1,5	5,4	6,3	6,6	7,5	7,5	6,9	6,3	5,1	6,6	10,8	6,9	10,2	9,3	7,8	9,3	8,1	9,3	6,3	5,4	6,1		
121 ⁿ	6,6	6,6	6,9	6,6	8,1	9,3	8,1	5,1	3,9	3,6	0,0	5,4	2,4	1,8	1,5	2,4	6,6	5,4	5,7	5,7	6,3	5,7	4,2	0,0	4,9		
122 ⁿ	8,9	8,1	4,4	11,7	11,9	10,3	5,3	10,3	10,3	8,9	10,0	9,2	8,9	11,1	11,7	12,2	12,2	12,2	10,6	12,5	13,1	12,2	10,8	9,7	10,3		
123 ⁿ	8,9	10,8	8,1	6,4	7,2	10,0	10,8	11,7	9,7	11,9	11,7	10,8	13,6	15,8	13,6	15,6	13,3	14,7	11,9	13,1	9,4	13,3	11,9	10,0	11,4		
124 ⁿ	15,8	15,8	15,3	15,3	16,7	14,4	18,9	19,4	18,9	20,6	20,8	19,7	18,9	15,8	15,8	15,3	15,8	15,8	16,7	16,7	18,1	19,4	19,4	19,4	17,4		
125 ⁿ	18,1	16,9	17,2	15,6	16,7	15,3	11,7	11,7	8,6	10,0	8,6	9,4	8,3	8,1	8,3	9,4	10,6	11,7	11,7	10,8	9,7	7,2	6,9	8,9	11,3		
126 ⁿ	9,4	7,2	5,0	6,4	6,9	6,9	6,7	5,0	9,4	9,7	8,6	8,6	4,7	10,6	9,7	8,6	8,6	3,9	5,0	4,0	4,4	4,4	0,0	0,0	6,4		
127 ⁿ	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,4	2,8	3,6	4,4	1,4	2,8	2,8	2,2	1,4	2,8	4,4	4,4	0,0	0,0	1,7		
128 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	2,8	3,3	5,0	5,0	5,0	7,5	5,8	3,6	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8		
																										7,0	Μάιος

129 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	2,8	3,6	3,9	6,4	7,5	6,9	5,3	8,1	8,1	9,4	12,5	13,3	13,6	13,6	12,2	12,5	5,9
130 ⁿ	13,6	12,2	15,8	10,8	10,0	12,2	15,8	15,3	13,3	3,3	14,2	15,6	14,4	15,3	13,6	13,6	13,6	13,6	13,1	15,3	13,6	15,3	13,6	11,1	13,3
131 ⁿ	15,6	13,1	10,0	10,0	13,1	13,1	9,4	11,1	11,7	10,0	9,4	9,3	9,4	10,0	10,6	10,8	11,1	11,9	12,2	12,5	13,1	9,4	8,9	5,8	10,9
132 ⁿ	13,1	10,6	11,7	11,9	11,1	9,4	8,3	8,1	8,3	5,3	5,3	6,4	8,6	6,9	8,1	5,3	5,8	6,9	6,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
133 ⁿ	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	3,1	5,3	5,8	5,8	6,1	5,3	6,1	6,4	3,6	0,0	3,9	3,1	3,1	0,0	3,1	2,9
134 ⁿ	0,0	3,6	7,2	5,8	4,4	5,8	4,4	3,9	5,3	5,3	6,4	9,4	7,5	8,6	8,9	8,1	5,0	4,4	3,6	3,9	4,7	4,4	5,0	3,9	5,4
135 ⁿ	4,4	5,0	3,9	3,6	2,8	0,0	0,0	0,0	3,1	5,0	5,3	6,4	6,1	7,5	8,6	8,9	6,4	8,1	5,3	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
136 ⁿ	3,3	4,4	3,9	5,3	4,4	2,8	5,0	5,8	3,1	5,8	5,8	10,8	8,3	6,4	6,4	3,6	5,8	5,0	1,4	3,1	3,3	4,7	3,6	5,8	4,9
137 ⁿ	6,1	3,9	3,9	0,0	4,4	0,0	3,6	5,8	6,1	8,1	5,8	5,8	6,9	8,6	7,2	7,5	6,9	5,0	5,0	4,4	5,3	4,7	5,0	7,2	5,3
138 ⁿ	8,9	8,6	11,1	1,1	10,0	12,2	9,4	10,8	13,6	5,6	14,2	12,2	10,8	10,6	9,4	7,5	6,9	5,0	5,0	4,4	5,3	4,7	5,0	7,2	8,3
139 ⁿ	8,9	8,6	11,1	1,1	10,0	12,2	9,4	10,8	8,9	8,1	8,9	8,1	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	5,0
140 ⁿ	0,0	1,7	1,9	0,0	4,7	5,0	5,3	4,4	5,8	6,1	5,0	4,4	0,0	0,0	0,0	3,1	4,7	4,4	5,3	4,4	4,4	0,0	6,1	3,9	3,4
141 ⁿ	2,8	0,0	0,0	0,0	3,6	4,7	5,3	2,2	3,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	5,8	4,4	5,3	5,8	5,8	5,8	6,4	6,1	3,1
142 ⁿ	1,4	4,4	6,1	6,1	9,4	9,4	9,4	9,4	11,9	8,1	5,3	5,3	6,4	3,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	5,8	9,4	5,0
143 ⁿ	8,3	1,1	9,4	5,0	7,2	6,4	8,1	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	7,2	6,4	5,3	4,4	8,1	8,3	6,4	6,9	4,5
144 ⁿ	5,3	4,7	0,0	0,0	4,4	4,7	6,1	4,7	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	5,0	5,0	3,6	4,4	5,0	4,4	3,6	0,0	2,8
145 ⁿ	0,0	0,0	3,9	5,3	3,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,9	7,5	8,9	9,4	10,8	12,2	10,6	10,6	3,7
146 ⁿ	11,1	11,7	11,1	10,6	9,7	11,9	11,7	11,9	15,8	14,7	14,7	13,3	13,6	15,3	12,5	8,3	10,6	13,6	12,5	12,5	10,0	13,1	14,4	15,8	12,5
147 ⁿ	16,7	13,1	11,9	10,8	10,6	10,8	11,1	10,0	10,8	8,6	14,4	13,6	14,4	14,4	12,5	14,7	13,1	9,7	12,2	13,1	13,6	12,5	9,7	11,1	12,2

148 ⁿ	12,2	12,5	13,1	11,7	12,2	16,1	14,7	11,7	5,8	9,4	10,8	14,4	13,3	14,4	10,8	10,8	12,2	12,2	11,9	11,7	11,7	12,5	11,1	11,9	12,0		
149 ⁿ	12,2	10,8	10,6	10,0	8,9	9,7	12,5	10,0	12,2	13,3	13,6	12,2	8,1	10,8	8,6	7,2	7,5	8,3	7,2	5,3	5,8	5,8	5,0	3,9	9,1		
150 ⁿ	0,0	0,0	0,0	3,9	1,4	5,0	5,8	6,1	6,9	6,9	6,4	5,8	4,7	6,1	10,0	6,4	9,4	8,6	7,2	8,6	7,5	8,6	5,8	5,0	5,7		
151 ⁿ	6,1	6,1	6,4	6,1	7,5	8,6	7,5	4,7	3,6	3,3	0,0	5,0	2,2	1,7	1,4	2,2	6,1	5,0	5,3	5,3	5,8	5,3	3,9	0,0	4,5		
152 ⁿ	6,1	6,1	6,4	6,1	7,5	8,6	7,5	4,7	3,6	3,3	0,0	5,0	2,2	1,7	1,4	2,2	6,1	5,0	5,3	5,3	5,8	5,3	3,9	0,0	4,5		
153 ⁿ	0,0	2,8	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	2,8	4,4	4,4	1,1	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	4,7	1,4		
154 ⁿ	4,4	2,5	4,2	0,8	4,2	5,8	8,3	3,9	4,2	7,5	6,7	8,1	7,5	7,5	4,7	7,5	10,3	8,1	0,0	0,0	0,0	3,9	5,8	3,1	5,0		
155 ⁿ	2,8	4,7	3,1	0,0	0,0	3,9	7,8	4,2	3,3	0,0	1,4	3,9	3,1	3,9	0,0	3,1	4,7	3,9	2,2	2,5	0,0	0,0	0,0	2,8	2,6		
156 ⁿ	2,8	0,0	3,9	6,7	9,2	7,8	11,2	10,0	8,1	7,5	7,8	6,7	7,5	8,1	5,6	5,6	6,9	6,7	6,7	5,6	5,6	4,7	4,2	2,8	6,3		
157 ⁿ	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	3,9	4,7	6,9	7,9	7,5	7,5	6,7	4,7	3,3	3,1	3,9	3,9	3,1	3,1	5,8	3,3		
158 ⁿ	4,4	0,0	3,1	4,2	3,9	2,2	3,9	3,1	0,0	3,1	0,0	2,8	3,9	6,9	6,7	11,1	11,4	10,6	9,4	10,3	11,7	11,1	9,2	8,3	5,9		
159 ⁿ	7,8	4,4	6,9	9,4	8,3	8,3	4,4	4,7	3,3	0,0	1,9	3,1	5,8	4,4	5,3	0,0	3,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4		
160 ⁿ	0,0	10,0	10,3	12,8	15,0	16,4	13,9	12,5	9,4	10,6	8,9	7,5	6,4	4,2	5,8	5,8	5,6	3,3	4,2	4,2	3,1	2,8	3,1	4,2	7,5		
161 ⁿ	4,2	1,9	3,9	4,4	3,9	3,3	5,8	5,8	2,2	4,7	10,6	7,5	8,1	8,9	6,7	6,7	6,4	5,3	4,4	4,2	3,9	0,0	4,2	4,4	5,1		
162 ⁿ	5,3	5,6	5,8	4,4	4,2	5,3	7,8	6,7	8,9	8,1	7,5	8,9	9,2	10,3	10,6	9,4	9,2	7,5	5,8	5,8	4,7	5,3	5,6	4,7	6,9		
163 ⁿ	6,7	5,3	4,2	3,3	3,3	3,3	2,8	0,0	1,7	4,4	6,7	5,8	0,0	5,8	3,1	4,2	5,3	4,7	4,2	3,3	3,9	5,6	3,9	6,9	4,1		
164 ⁿ	2,8	0,0	3,9	6,7	9,2	7,8	11,2	10,0	8,1	7,5	7,8	6,7	7,5	8,1	5,6	5,6	6,9	6,7	6,7	5,6	5,6	4,7	4,2	2,8	6,3		
165 ⁿ	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	3,9	4,7	6,9	7,9	7,5	7,5	6,7	4,7	3,3	3,1	3,9	3,9	3,1	3,1	5,8	3,3		
166 ⁿ	4,4	0,0	3,1	4,2	3,9	2,2	3,9	3,1	0,0	3,1	0,0	2,8	3,9	6,9	6,7	11,1	11,4	10,6	9,4	10,3	11,7	11,1	9,2	8,3	5,9		
																										4,8	Ιούλιος

167 ⁿ	7,8	4,4	6,9	9,4	8,3	8,3	4,4	4,7	3,3	0,0	1,9	3,1	5,8	4,4	5,3	0,0	3,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4		
168 ⁿ	0,0	10,0	10,3	12,8	15,0	16,4	13,9	12,5	9,4	10,6	8,9	7,5	6,4	4,2	5,8	5,8	5,6	3,3	4,2	4,2	3,1	2,8	3,1	4,2	7,5		
169 ⁿ	4,2	1,9	3,9	4,4	3,9	3,3	5,8	5,8	2,2	4,7	10,6	7,5	8,1	8,9	6,7	6,7	6,4	5,3	4,4	4,2	3,9	0,0	4,2	4,4	5,1		
170 ⁿ	5,3	5,6	5,8	4,4	4,2	5,3	7,8	6,7	8,9	8,1	7,5	8,9	9,2	10,3	10,6	9,4	9,2	7,5	5,8	5,8	4,7	5,3	5,6	4,7	6,9		
171 ⁿ	6,7	5,3	4,2	3,3	3,3	3,3	2,8	0,0	1,7	4,4	6,7	5,8	0,0	5,8	3,1	4,2	5,3	4,7	4,2	3,3	3,9	5,6	3,9	6,9	4,1		
172 ⁿ	7,8	4,4	6,9	9,4	8,3	8,3	4,4	4,7	3,3	0,0	1,9	3,1	5,8	4,4	5,3	0,0	3,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4		
173 ⁿ	0,0	10,0	10,3	12,8	15,0	16,4	13,9	12,5	9,4	10,6	8,9	7,5	6,4	4,2	5,8	5,8	5,6	3,3	4,2	4,2	3,1	2,8	3,1	4,2	7,5		
174 ⁿ	4,2	1,9	3,9	4,4	3,9	3,3	5,8	5,8	2,2	4,7	10,6	7,5	8,1	8,9	6,7	6,7	6,4	5,3	4,4	4,2	3,9	0,0	4,2	4,4	5,1		
175 ⁿ	5,3	5,6	5,8	4,4	4,2	5,3	7,8	6,7	8,9	8,1	7,5	8,9	9,2	10,3	10,6	9,4	9,2	7,5	5,8	5,8	4,7	5,3	5,6	4,7	6,9		
176 ⁿ	6,4	3,1	4,4	6,7	6,7	5,8	3,1	0,0	5,3	5,8	5,8	6,4	6,9	7,5	5,8	5,6	6,9	4,7	3,9	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	4,3		
177 ⁿ	2,2	3,1	0,0	9,4	7,8	3,1	0,0	2,2	2,2	3,3	1,7	1,9	4,4	5,8	7,5	6,4	4,4	3,9	2,5	3,1	1,4	3,9	3,9	0,0	3,5		
178 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	4,4	0,0	0,0	3,1	3,9	4,7	0,0	3,3	0,0	1,4	0,0	0,0	1,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2		
179 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,2	3,9	6,9	6,7	8,3	8,9	8,1	6,9	5,6	6,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,2	3,3		
180 ⁿ	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	1,9	1,7	4,4	4,7	4,7	5,6	6,4	4,2	4,2	2,8	1,9	2,8	0,0	3,3	2,3		
181 ⁿ	4,4	4,2	3,1	5,8	6,4	6,9	9,2	4,7	4,7	10,6	8,9	7,5	9,2	9,4	9,2	10,6	11,7	11,9	16,7	13,6	13,9	9,4	11,7	11,1	9,0		
182 ⁿ	8,3	8,3	4,4	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	5,3	5,3	5,3	1,7	5,6	6,9	6,7	7,5	7,8	8,9	10,3	7,8	8,9	4,8		
183 ⁿ	8,3	8,1	7,2	8,8	7,4	10,4	10,9	7,8	9,3	7,2	5,8	7,2	6,9	8,1	8,8	11,1	11,1	10,9	12,0	13,9	14,1	13,9	13,9	13,9	9,9		
184 ⁿ	13,4	13,4	15,1	13,9	14,3	13,9	14,1	13,9	13,2	12,3	12,3	11,1	10,9	10,9	9,8	11,1	10,2	10,2	9,0	10,2	13,4	15,1	12,0	13,2	12,4	7,6	Ιούλιος
185 ⁿ	13,2	10,4	3,9	9,0	7,8	8,3	8,6	12,0	11,8	10,9	7,2	8,3	10,2	9,0	9,0	8,3	8,8	9,0	9,8	9,3	9,8	9,8	6,8	7,4	9,1		

186 ⁿ	7,2	6,8	8,3	8,1	7,8	8,3	9,8	9,8	10,9	9,0	7,4	7,4	7,2	7,2	7,8	7,2	6,8	6,9	5,1	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	6,5
187 ⁿ	0,0	0,0	0,0	5,1	5,1	1,2	0,0	0,0	0,0	3,0	4,4	4,8	4,8	4,8	5,3	6,8	6,0	5,3	5,8	5,3	4,2	5,3	6,8	6,8	3,8
188 ⁿ	5,8	5,1	8,1	7,4	7,2	3,9	9,3	4,4	13,0	12,3	10,2	9,9	10,9	10,4	9,9	11,3	9,8	9,3	13,4	12,3	11,3	14,3	15,1	15,1	10,0
189 ⁿ	14,1	13,9	15,1	14,3	13,4	9,9	8,8	7,2	9,3	11,8	9,8	9,0	8,8	9,0	8,3	8,8	8,8	9,0	7,2	6,9	6,8	6,8	6,0	6,3	9,6
190 ⁿ	4,8	4,2	4,4	4,4	3,3	4,4	3,3	3,7	4,2	4,2	3,9	4,8	6,0	5,3	5,1	6,8	7,8	6,8	6,3	6,8	6,3	6,3	5,8	6,3	5,2
191 ⁿ	6,9	6,8	7,2	7,2	9,9	13,4	13,2	10,9	10,2	9,3	8,1	8,8	8,3	8,8	8,3	8,3	6,8	10,2	11,3	12,3	15,1	14,3	13,2	10,2	10,0
192 ⁿ	10,2	12,0	12,0	9,8	10,9	10,4	7,8	8,1	10,2	11,1	10,2	10,2	9,9	9,0	8,6	8,8	8,3	8,3	7,8	8,1	9,0	9,8	11,3	13,0	9,8
193 ⁿ	12,0	9,9	10,9	11,3	10,9	9,8	8,6	7,8	6,0	5,1	4,4	5,3	5,3	5,8	4,8	4,2	3,7	2,6	0,0	1,2	3,0	3,9	3,3	3,3	6,0
194 ⁿ	3,7	3,3	2,1	0,0	6,3	3,9	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	2,8	1,4	1,8	2,3	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
195 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	4,2	2,3	1,4	3,9	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	1,1
196 ⁿ	3,9	3,0	4,4	3,0	0,0	0,0	2,5	6,9	8,1	8,3	8,3	8,8	9,0	9,9	11,3	11,8	10,2	12,0	12,3	12,0	13,0	13,9	13,4	13,9	8,3
197 ⁿ	12,8	11,1	12,8	11,3	11,8	12,3	11,1	10,2	10,2	9,9	9,9	10,2	9,9	10,2	9,0	9,8	9,9	11,1	13,2	15,1	14,8	15,1	14,1	13,9	11,6
198 ⁿ	12,8	12,3	14,3	12,3	10,2	6,8	0,0	6,8	9,0	10,4	9,8	8,8	8,8	8,3	9,3	9,0	9,0	8,3	7,4	7,8	7,8	8,3	8,3	9,8	9,0
199 ⁿ	9,0	8,8	9,0	7,4	6,8	5,3	5,0	4,8	4,4	4,8	5,1	4,8	5,1	6,0	4,4	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,8	4,1
200 ⁿ	3,9	4,8	5,8	3,3	6,0	6,0	5,8	9,0	9,9	9,0	9,0	10,4	10,9	10,9	9,0	8,8	6,8	6,8	6,3	5,3	6,9	4,4	3,0	2,1	6,8
201 ⁿ	0,0	0,0	0,0	1,8	1,2	1,4	4,2	1,8	3,0	3,0	1,4	6,8	6,9	7,4	8,3	8,1	7,4	6,3	6,9	5,1	5,8	4,4	6,0	5,3	4,3
202 ⁿ	5,3	5,8	7,2	6,0	5,1	0,0	0,8	3,9	5,1	7,8	9,0	8,1	6,8	9,3	6,8	5,3	3,7	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
203 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,3	3,9	2,8	0,0	4,4	3,7	3,9	4,4	6,9	6,3	6,9	6,3	5,8	6,9	8,1	3,1
204 ⁿ	8,1	7,4	6,8	6,9	8,3	9,3	6,7	6,9	6,3	5,1	5,3	6,0	6,3	6,9	6,8	8,1	6,8	6,8	6,9	5,8	5,3	5,8	6,9	6,3	6,7

205 ⁿ	6,9	7,4	8,1	5,1	6,9	6,9	8,3	8,3	9,8	7,2	8,1	12,0	12,3	12,0	9,0	7,4	10,9	10,4	10,9	11,3	11,3	12,0	10,9	11,8	9,4		
206 ⁿ	7,4	7,4	8,1	8,1	8,8	10,2	14,3	12,3	14,1	16,0	18,8	18,8	17,3	11,1	11,3	10,9	13,0	10,4	10,9	9,9	8,3	8,1	8,3	9,8	11,4		
207 ⁿ	12,8	13,4	14,3	14,8	14,1	14,1	15,0	14,8	15,1	14,1	12,6	11,1	11,8	11,1	10,2	9,9	9,0	9,9	9,8	10,9	9,3	8,3	8,1	12,8	12,0		
208 ⁿ	10,2	9,8	8,3	8,6	8,6	8,1	7,4	5,8	4,2	1,8	0,0	0,0	3,0	3,9	1,6	0,0	4,8	5,1	4,8	3,3	4,4	4,8	4,2	6,9	5,0		
209 ⁿ	7,4	9,0	9,0	8,8	8,3	9,9	10,5	7,8	6,9	7,2	7,2	7,4	7,8	9,0	9,8	10,2	10,2	10,4	12,8	13,2	13,4	13,9	13,9	13,9	9,9		
210 ⁿ	13,4	13,4	13,2	13,0	12,0	11,1	11,1	11,1	10,2	9,0	8,3	7,8	9,0	8,8	8,3	8,1	8,3	8,3	8,1	11,8	8,3	10,4	11,1	11,3	10,2		
211 ⁿ	9,9	10,4	10,9	11,1	13,2	14,1	14,3	13,2	12,8	12,8	10,9	10,9	9,3	9,0	8,8	8,8	9,3	8,3	6,9	6,9	6,8	7,2	8,3	10,2	10,2		
212 ⁿ	8,1	8,6	5,8	11,1	12,0	12,0	10,4	7,2	8,8	8,3	6,9	6,0	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	5,8	5,3	4,8	4,8	5,3	5,8	3,0	7,3		
213 ⁿ	8,1	8,6	5,8	11,1	12,0	12,0	10,4	7,2	8,8	8,3	6,9	6,0	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	5,8	5,3	4,8	4,8	5,3	5,8	3,0	7,3		
214 ⁿ	10,5	10,2	9,0	11,1	9,3	13,1	13,8	9,9	11,7	9,0	7,2	9,0	8,7	10,2	11,1	14,0	14,0	13,8	15,1	17,5	17,7	17,5	17,5	17,5	12,4		
215 ⁿ	16,9	16,9	19,0	17,5	18,1	17,5	17,7	17,5	16,6	15,4	15,4	14,0	13,8	13,8	12,3	14,0	12,8	12,8	11,3	12,8	16,9	19,0	15,1	16,6	15,6		
216 ⁿ	16,6	13,1	4,9	11,3	9,9	10,5	10,8	15,1	14,9	13,8	9,0	10,5	12,8	11,3	11,3	10,5	11,1	11,3	12,3	11,7	12,3	12,3	8,5	9,3	11,5		
217 ⁿ	9,0	8,5	10,5	10,2	9,9	10,5	12,3	12,3	13,8	11,3	9,3	9,3	9,0	9,0	9,9	9,0	8,5	8,7	6,4	6,4	3,3	0,0	0,0	0,0	8,2		
218 ⁿ	0,0	0,0	0,0	6,4	6,4	1,5	0,0	0,0	0,0	3,8	5,6	6,1	6,1	6,1	6,7	8,5	7,6	6,7	7,2	6,7	5,3	6,7	8,5	8,5	4,8		
219 ⁿ	7,2	6,4	10,2	9,3	9,0	4,9	11,7	5,6	16,4	15,4	12,8	12,5	13,8	13,1	12,5	14,3	12,3	11,7	16,9	15,4	14,3	18,1	19,0	19,0	12,6		
220 ⁿ	17,7	17,5	19,0	18,1	16,9	12,5	11,1	9,0	11,7	14,9	12,3	11,3	11,1	11,3	10,5	11,1	11,1	11,3	9,0	8,7	8,5	8,5	7,6	7,9	12,0		
221 ⁿ	6,1	5,3	5,6	5,6	4,1	5,6	4,2	4,6	5,3	5,3	4,9	6,1	7,6	6,7	6,4	8,5	9,9	8,5	7,9	8,5	7,9	7,9	7,2	7,9	6,6		
222 ⁿ	8,7	8,5	9,0	9,0	12,5	16,9	16,6	13,8	12,8	11,7	10,2	11,1	10,5	11,1	10,5	10,5	8,5	12,8	14,3	15,4	19,0	18,1	16,6	12,8	12,5		
223 ⁿ	12,8	15,1	15,1	12,3	13,8	13,1	9,9	10,2	12,8	14,0	12,8	12,8	12,5	11,3	10,8	11,1	10,5	10,5	9,9	10,2	11,3	12,3	14,3	16,4	12,3		
																										9,6	Αύγουστος

224 ⁿ	15,1	12,5	13,8	14,3	13,8	12,3	10,8	9,9	7,6	6,4	5,6	6,7	6,7	7,2	6,1	5,3	4,6	3,3	0,0	1,5	3,8	4,9	4,1	4,1	7,5
225 ⁿ	4,6	4,1	2,6	0,0	7,9	4,9	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5	1,8	2,3	2,9	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
226 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,3	2,9	1,8	4,9	0,0	3,8	3,8	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	1,4
227 ⁿ	4,9	3,8	5,6	3,8	0,0	0,0	3,2	8,7	10,2	10,5	10,5	11,1	11,3	12,5	14,3	14,9	12,8	15,1	15,4	15,1	16,4	17,5	16,9	17,5	10,5
228 ⁿ	16,1	14,0	16,1	14,3	14,9	15,4	14,0	12,8	12,8	12,5	12,5	12,8	12,5	12,8	11,3	12,3	12,5	14,0	16,6	19,0	18,7	19,0	17,7	17,5	14,7
229 ⁿ	16,1	15,4	18,1	15,4	12,8	8,5	0,0	8,5	11,3	13,1	12,3	11,1	11,1	10,5	11,7	11,3	11,3	10,5	9,3	9,9	9,9	10,5	10,5	12,3	11,3
230 ⁿ	11,3	11,1	11,3	9,3	8,5	6,7	6,3	6,1	5,6	6,1	6,4	6,1	6,4	7,6	5,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	2,3	5,2
231 ⁿ	4,9	6,1	7,2	4,1	7,6	7,6	7,2	11,3	12,5	11,3	11,3	13,1	13,8	13,8	11,3	11,1	8,5	8,5	7,9	6,7	8,7	5,6	3,8	2,6	8,6
232 ⁿ	0,0	0,0	0,0	2,3	1,5	1,8	5,3	2,3	3,8	3,8	1,8	8,5	8,7	9,3	10,5	10,2	9,3	7,9	8,7	6,4	7,2	5,6	7,6	6,7	5,4
233 ⁿ	6,7	7,2	9,0	7,6	6,4	0,0	1,1	4,9	6,4	9,9	11,3	10,2	8,5	11,7	8,5	6,7	4,6	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
234 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,9	4,9	3,5	0,0	5,6	4,6	4,9	5,6	8,7	7,9	8,7	7,9	7,2	8,7	10,2	3,9
235 ⁿ	10,2	9,3	8,5	8,7	10,5	11,7	8,4	8,7	7,9	6,4	6,7	7,6	7,9	8,7	8,5	10,2	8,5	8,5	8,7	7,2	6,7	7,2	8,7	7,9	8,5
236 ⁿ	8,7	9,3	10,2	6,4	8,7	8,7	10,5	10,5	12,3	9,0	10,2	15,1	15,4	15,1	11,3	9,3	13,8	13,1	13,8	14,3	14,3	15,1	13,8	14,9	11,8
237 ⁿ	9,3	9,3	10,2	10,2	11,1	12,8	18,1	15,4	17,7	20,2	23,6	23,6	21,8	14,0	14,3	13,8	16,4	13,1	13,8	12,5	10,5	10,2	10,5	12,3	14,4
238 ⁿ	16,1	16,9	18,1	18,7	17,7	17,7	18,9	18,7	19,0	17,7	15,9	14,0	14,9	14,0	12,8	12,5	11,3	12,5	12,3	13,8	11,7	10,5	10,2	16,1	15,1
239 ⁿ	12,8	12,3	10,5	10,8	10,8	10,2	9,3	7,2	5,3	2,3	0,0	0,0	3,8	4,9	2,0	0,0	6,1	6,4	6,1	4,1	5,6	6,1	5,3	8,7	6,3
240 ⁿ	9,3	11,3	11,3	11,1	10,5	12,5	13,2	9,9	8,7	9,0	9,0	9,3	9,9	11,3	12,3	12,8	12,8	13,1	16,1	16,6	16,9	17,5	17,5	17,5	12,5
241 ⁿ	16,9	16,9	16,6	16,4	15,1	14,0	14,0	14,0	12,8	11,3	10,5	9,9	11,3	11,1	10,5	10,2	10,5	10,5	10,2	14,9	10,5	13,1	14,0	14,3	12,9
242 ⁿ	12,5	13,1	13,8	14,0	16,6	17,7	18,1	16,6	16,1	16,1	13,8	13,8	11,7	11,3	11,1	11,1	11,7	10,5	8,7	8,7	8,5	9,0	10,5	12,8	12,8

243 ⁿ	10,2	10,8	7,2	14,0	15,1	15,1	13,1	9,0	11,1	10,5	8,7	7,6	8,5	8,7	8,7	8,7	8,7	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	3,8	9,2		
244 ⁿ	10,2	10,8	7,2	14,0	15,1	15,1	13,1	9,0	11,1	10,5	8,7	7,6	8,5	8,7	8,7	8,7	8,7	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	3,8	9,2		
245 ⁿ	7,2	0,0	3,6	0,0	2,2	1,4	21,7	21,4	21,4	1,9	2,8	3,9	6,4	8,1	11,7	15,8	15,8	15,8	17,2	18,9	19,2	20,8	19,4	19,4	11,5		
246 ⁿ	19,7	20,6	18,3	18,3	20,6	20,8	21,7	21,4	21,4	1,9	2,8	3,9	6,4	8,1	11,7	15,8	15,8	15,8	17,2	18,9	19,2	20,8	19,4	19,4	15,8		
247 ⁿ	19,7	20,6	18,3	18,3	20,6	20,8	21,7	21,4	21,4	20,6	18,9	17,8	15,8	14,4	15,3	12,2	15,3	15,3	14,4	15,6	16,9	13,6	17,8	19,2	17,7		
248 ⁿ	17,8	15,3	15,8	15,6	13,3	12,2	13,6	15,6	15,6	11,7	14,4	16,7	14,2	10,8	10,0	10,8	10,6	9,4	5,3	8,9	8,1	5,3	10,6	14,2	12,3		
249 ⁿ	17,8	7,2	10,6	15,8	17,2	14,7	12,5	15,3	12,5	12,2	13,3	13,3	11,7	10,6	10,6	10,0	11,7	10,6	11,7	13,6	14,4	13,6	12,2	10,8	12,7		
250 ⁿ	14,4	8,6	13,1	15,6	15,3	15,3	14,7	12,5	11,7	10,0	8,6	3,1	6,9	5,8	6,1	5,3	5,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4		
251 ⁿ	2,5	4,7	4,7	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	5,0	5,8	6,4	7,2	6,4	5,3	3,6	3,9	2,8	2,5	4,4	4,4	3,9	4,4	4,4	3,7		
252 ⁿ	5,8	5,0	5,3	5,3	5,3	6,1	5,0	3,1	1,7	3,6	0,0	5,0	3,9	5,8	5,8	4,4	1,7	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1		
253 ⁿ	3,9	5,0	3,1	4,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	5,0	4,4	7,2	5,8	6,4	6,4	4,7	6,9	6,9	6,1	6,1	5,0	6,1	0,0	4,2	8,5	Σεπτέμβριος
254 ⁿ	3,1	7,2	6,9	8,1	6,9	6,4	6,4	6,1	5,3	6,4	8,1	8,1	7,2	8,1	6,9	5,8	5,8	5,8	3,9	0,0	0,0	0,0	3,6	3,9	5,4		
255 ⁿ	6,4	8,6	6,9	7,5	8,1	8,9	6,4	7,2	9,4	9,7	10,6	10,8	10,0	8,6	8,3	8,6	8,3	8,6	6,9	6,9	6,9	6,1	6,1	1,4	7,8		
256 ⁿ	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7	3,1	6,1	6,4	7,2	6,1	6,1	4,7	4,4	4,4	4,4	2,8	4,4	2,8		
257 ⁿ	3,6	3,6	5,0	4,4	3,6	0,0	4,4	1,9	2,2	3,6	9,7	13,6	15,8	15,8	15,8	13,6	16,9	16,7	17,2	14,4	13,1	18,9	16,9	18,9	10,4		
258 ⁿ	19,7	17,2	20,3	19,4	18,1	18,1	15,8	15,8	19,7	19,4	21,4	18,1	15,8	16,1	15,3	22,5	21,7	14,4	15,3	12,5	13,1	16,7	15,6	14,4	17,4		
259 ⁿ	14,4	13,1	14,2	13,6	13,3	16,9	17,2	19,4	18,3	15,6	16,9	12,5	10,0	10,0	10,8	10,8	12,2	13,3	15,6	16,1	11,1	9,7	13,6	11,9	13,8		
260 ⁿ	14,2	10,8	3,6	6,4	11,7	11,1	13,1	12,2	10,6	7,5	5,3	6,4	6,1	7,2	7,5	8,6	8,3	7,2	6,4	5,0	3,3	1,7	0,0	3,9	7,4		
261 ⁿ	0,0	0,0	0,0	3,9	5,3	2,5	1,7	4,4	3,6	3,6	2,2	0,0	0,0	0,0	5,8	5,0	3,9	0,0	0,0	1,7	1,4	0,0	0,0	0,0	1,9		

262 ^η	0,0	0,0	0,0	1,4	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4	4,4	6,1	5,8	6,4	6,4	6,4	6,4	4,7	1,7	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	1,7	2,4		
263 ^η	0,0	1,7	3,6	0,0	1,4	0,0	1,4	0,0	0,0	2,8	1,7	0,0	3,3	3,6	3,6	3,9	4,7	4,4	6,1	6,1	6,1	6,1	6,4	5,8	3,0		
264 ^η	4,4	4,4	4,4	4,7	5,0	10,6	16,1	14,4	11,1	8,1	4,4	0,0	1,9	1,9	4,7	5,8	8,3	7,5	10,6	12,2	11,7	11,1	11,9	11,9	7,8		
265 ^η	10,8	10,8	10,8	9,7	9,4	9,4	10,0	10,0	10,0	9,7	9,4	7,5	1,7	5,3	6,9	10,6	13,1	13,6	13,6	12,2	13,1	12,2	12,5	13,1	10,2		
266 ^η	13,1	11,1	11,1	12,5	11,9	13,6	14,4	14,2	13,6	14,4	13,1	12,2	11,7	11,9	12,2	12,2	13,1	14,2	14,4	14,7	15,3	16,9	16,9	15,3	13,5		
267 ^η	16,7	16,7	16,1	14,7	15,3	15,8	14,4	14,4	14,4	12,5	12,5	13,6	14,4	14,4	14,4	14,4	15,3	15,3	14,4	13,3	14,4	15,3	15,8	16,7	14,8		
268 ^η	15,6	14,4	15,6	15,3	14,7	13,6	13,1	13,3	14,4	14,4	13,1	13,6	10,8	9,7	8,9	9,7	9,7	9,4	8,6	8,6	8,9	8,3	8,1	8,1	11,7		
269 ^η	7,5	6,4	5,8	5,8	6,4	5,3	3,6	0,0	0,0	0,0	3,6	5,0	5,8	7,2	7,5	8,6	7,2	6,9	5,3	4,4	4,4	4,7	4,7	7,5	5,2		
270 ^η	7,5	5,0	5,3	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	3,9	1,4	1,7	1,7	8,3	9,4	9,4	10,6	9,4	8,9	8,9	8,9	10,6	8,9	5,3		
271 ^η	8,6	10,8	11,1	11,1	12,2	9,4	11,1	11,9	12,5	13,6	11,7	10,8	9,4	10,0	10,0	10,8	11,9	10,8	10,8	8,1	8,6	8,1	7,2	6,1	10,3		
272 ^η	6,1	6,4	6,4	6,4	9,4	8,9	9,4	7,5	8,1	6,4	6,9	3,9	4,4	5,0	5,8	4,4	6,4	3,3	6,4	7,2	6,9	5,8	8,9	9,4	6,7		
273 ^η	7,5	5,8	5,0	4,4	1,7	0,0	0,0	6,1	6,4	5,8	4,4	2,2	5,3	5,8	5,8	6,4	3,9	4,7	5,8	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	3,7		
274 ^η	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	6,4	5,0	7,2	6,1	8,3	9,4	8,9	7,5	7,2	6,4	4,7	6,1	8,6	8,3	4,3		
275 ^η	10	9,7	8,6	10,6	8,9	12,5	13,1	9,4	11,1	8,6	6,9	8,6	8,3	9,7	10,6	13,3	13,3	13,1	14,4	16,7	16,9	16,7	16,7	16,7	11,9		
276 ^η	16,1	16,1	18,1	16,7	17,2	16,7	16,9	16,7	15,8	14,7	14,7	13,3	13,1	13,1	11,7	13,3	12,2	12,2	10,8	12,2	16,1	18,1	14,4	15,8	14,8		
277 ^η	15,8	12,5	4,7	10,8	9,4	10	10,3	14,4	14,2	13,1	8,6	10	12,2	10,8	10,8	10	10,6	10,8	11,7	11,1	11,7	11,7	8,1	8,9	10,9		
278 ^η	8,6	8,1	10	9,7	9,4	10	11,7	11,7	13,1	10,8	8,9	8,9	8,6	8,6	9,4	8,6	8,1	8,3	6,1	6,1	3,1	0	0	0	7,8		
279 ^η	0	0	0	6,1	6,1	1,4	0	0	0	3,6	5,3	5,8	5,8	5,8	6,4	8,1	7,2	6,4	6,9	6,4	5	6,4	8,1	8,1	4,5		
280 ^η	6,9	6,1	9,7	8,9	8,6	4,7	11,1	5,3	15,6	14,7	12,2	11,9	13,1	12,5	11,9	13,6	11,7	11,1	16,1	14,7	13,6	17,2	18,1	18,1	12,0		
																										9,1	Οκτώβριος

281 ⁿ	16,9	16,7	18,1	17,2	16,1	11,9	10,6	8,6	11,1	14,2	11,7	10,8	10,6	10,8	10	10,6	10,6	10,8	8,6	8,3	8,1	8,1	7,2	7,5	11,5
282 ⁿ	5,8	5	5,3	5,3	3,9	5,3	4	4,4	5	5	4,7	5,8	7,2	6,4	6,1	8,1	9,4	8,1	7,5	8,1	7,5	7,5	6,9	7,5	6,2
283 ⁿ	8,3	8,1	8,6	8,6	11,9	16,1	15,8	13,1	12,2	11,1	9,7	10,6	10	10,6	10	10	8,1	12,2	13,6	14,7	18,1	17,2	15,8	12,2	11,9
284 ⁿ	12,2	14,4	14,4	11,7	13,1	12,5	9,4	9,7	12,2	13,3	12,2	12,2	11,9	10,8	10,3	10,6	10	10	9,4	9,7	10,8	11,7	13,6	15,6	11,7
285 ⁿ	14,4	11,9	13,1	13,6	13,1	11,7	10,3	9,4	7,2	6,1	5,3	6,4	6,4	6,9	5,8	5	4,4	3,1	0	1,4	3,6	4,7	3,9	3,9	7,2
286 ⁿ	4,4	3,9	2,5	0	7,5	4,7	5	0	0	0	0	4,4	3,3	1,7	2,2	2,8	0	1,4	0	0	0	0	0	1,8	
287 ⁿ	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	5	2,8	1,7	4,7	0	3,6	3,6	0	0	2,8	0	0	4,4	0	0	1,3
288 ⁿ	4,7	3,6	5,3	3,6	0	0	3	8,3	9,7	10	10	10,6	10,8	11,9	13,6	14,2	12,2	14,4	14,7	14,4	15,6	16,7	16,1	16,7	10,0
289 ⁿ	15,3	13,3	15,3	13,6	14,2	14,7	13,3	12,2	12,2	11,9	11,9	12,2	11,9	12,2	10,8	11,7	11,9	13,3	15,8	18,1	17,8	18,1	16,9	16,7	14,0
290 ⁿ	15,3	14,7	17,2	14,7	12,2	8,1	0	8,1	10,8	12,5	11,7	10,6	10,6	10	11,1	10,8	10,8	10	8,9	9,4	9,4	10	10	11,7	10,8
291 ⁿ	10,8	10,6	10,8	8,9	8,1	6,4	6	5,8	5,3	5,8	6,1	5,8	6,1	7,2	5,3	3,6	0	0	0	0	0	0	3,9	2,2	4,9
292 ⁿ	4,7	5,8	6,9	3,9	7,2	7,2	6,9	10,8	11,9	10,8	10,8	12,5	13,1	13,1	10,8	10,6	8,1	8,1	7,5	6,4	8,3	5,3	3,6	2,5	8,2
293 ⁿ	0	0	0	2,2	1,4	1,7	5	2,2	3,6	3,6	1,7	8,1	8,3	8,9	10	9,7	8,9	7,5	8,3	6,1	6,9	5,3	7,2	6,4	5,1
294 ⁿ	6,4	6,9	8,6	7,2	6,1	0	1	4,7	6,1	9,4	10,8	9,7	8,1	11,1	8,1	6,4	4,4	0	2,8	0	0	0	0	0	4,9
295 ⁿ	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	2,8	4,7	3,3	0	5,3	4,4	4,7	5,3	8,3	7,5	8,3	7,5	6,9	8,3	9,7	3,7
296 ⁿ	9,7	8,9	8,1	8,3	10	11,1	8	8,3	7,5	6,1	6,4	7,2	7,5	8,3	8,1	9,7	8,1	8,1	8,3	6,9	6,4	6,9	8,3	7,5	8,1
297 ⁿ	8,3	8,9	9,7	6,1	8,3	8,3	10	10	11,7	8,6	9,7	14,4	14,7	14,4	10,8	8,9	13,1	12,5	13,1	13,6	13,6	14,4	13,1	14,2	11,3
298 ⁿ	8,9	8,9	9,7	9,7	10,6	12,2	17,2	14,7	16,9	19,2	22,5	22,5	20,8	13,3	13,6	13,1	15,6	12,5	13,1	11,9	10	9,7	10	11,7	13,7
299 ⁿ	15,3	16,1	17,2	17,8	16,9	16,9	18	17,8	18,1	16,9	15,1	13,3	14,2	13,3	12,2	11,9	10,8	11,9	11,7	13,1	11,1	10	9,7	15,3	14,4

300 ^η	12,2	11,7	10	10,3	10,3	9,7	8,9	6,9	5	2,2	0	0	3,6	4,7	1,9	0	5,8	6,1	5,8	3,9	5,3	5,8	5	8,3	6,0		
301 ^η	8,9	10,8	10,8	10,6	10	11,9	12,6	9,4	8,3	8,6	8,6	8,9	9,4	10,8	11,7	12,2	12,2	12,5	15,3	15,8	16,1	16,7	16,7	16,7	11,9		
302 ^η	16,1	16,1	15,8	15,6	14,4	13,3	13,3	13,3	12,2	10,8	10	9,4	10,8	10,6	10	9,7	10	10	9,7	14,2	10	12,5	13,3	13,6	12,3		
303 ^η	11,9	12,5	13,1	13,3	15,8	16,9	17,2	15,8	15,3	15,3	13,1	13,1	11,1	10,8	10,6	10,6	11,1	10	8,3	8,3	8,1	8,6	10	12,2	12,2		
304 ^η	9,7	10,3	6,9	13,3	14,4	14,4	12,5	8,6	10,6	10	8,3	7,2	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	6,9	6,4	5,8	5,8	6,4	6,9	3,6	8,7		
305 ^η	9,7	10,3	6,9	13,3	14,4	14,4	12,5	8,6	10,6	10	8,3	7,2	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	6,9	6,4	5,8	5,8	6,4	6,9	3,6	8,7		
306 ^η	14,4	14,7	15,3	16,9	16,1	16,1	15,8	15,3	16,9	2,8	3,9	6,4	8,9	8,6	8,3	7,2	6,4	7,2	5,8	6,1	8,1	8,3	7,2	10,0	10,3		
307 ^η	14,4	14,7	15,3	16,9	16,1	16,1	15,8	15,3	16,9	18,9	19,2	20,8	21,9	16,9	16,7	18,9	18,9	17,2	16,1	14,4	8,3	12,5	12,2	13,1	16,1		
308 ^η	13,6	13,1	11,9	12,2	10,8	10,8	10,0	8,1	9,7	11,9	11,7	11,7	10,8	9,4	8,3	6,1	5,0	6,1	4,7	4,4	5,0	4,4	4,4	6,4	8,8		
309 ^η	10,8	12,2	11,7	11,7	8,1	7,5	16,9	7,2	6,9	9,7	8,1	9,4	11,7	9,7	8,3	6,9	6,1	4,4	3,6	3,6	3,9	3,1	1,7	3,6	7,8		
310 ^η	3,6	7,5	4,7	5,3	5,3	2,8	4,7	6,1	8,1	8,6	11,7	10,0	8,6	10,0	9,4	7,5	7,2	6,4	5,0	5,8	7,2	7,5	8,1	8,1	7,1		
311 ^η	7,2	8,1	7,2	6,1	6,9	5,3	5,3	6,4	4,7	7,5	4,4	7,5	9,4	9,7	9,4	7,5	6,4	9,4	6,1	6,9	7,2	5,8	8,6	5,3	7,0		
312 ^η	3,9	2,8	1,4	5,0	3,6	1,4	5,3	3,1	7,2	6,4	7,2	10,6	11,7	12,2	12,2	10,0	14,4	11,7	8,9	5,8	4,4	10,8	6,4	4,4	7,1		
313 ^η	3,6	7,2	5,8	2,8	3,1	4,4	7,2	6,1	8,1	8,9	11,9	11,1	9,4	11,7	14,4	14,7	15,8	14,4	11,9	15,8	14,4	7,5	12,2	12,2	9,8		
314 ^η	11,7	11,7	12,2	9,4	10,0	10,0	7,5	7,2	10,8	10,8	12,2	8,1	8,6	9,4	10,8	9,4	7,2	10,0	10,0	10,0	9,4	10,0	10,0	8,6	9,8		
315 ^η	11,1	10,0	3,9	4,4	3,9	0,0	1,4	0,0	2,2	4,7	3,9	2,8	5,8	5,0	5,0	6,4	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2		
316 ^η	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	2,8	3,6	4,4	3,9	5,3	10,8	9,4	5,0	6,4	7,2	6,4	7,2	6,9	6,4	6,4	8,1	10,0	10,8	10,0	5,6		
317 ^η	11,1	11,1	10,9	11,7	9,4	9,4	9,4	9,4	8,1	10,8	10,0	11,7	11,7	10,0	8,6	7,2	8,9	10,0	10,0	9,4	8,6	8,6	5,8	7,2	9,5		
318 ^η	5,3	3,1	7,2	8,3	8,1	5,3	3,6	1,4	0,0	0,0	1,4	0,0	3,1	7,2	10,8	11,7	11,7	12,2	11,7	11,1	12,5	14,4	14,7	14,4	7,5		
																										8,5	Νοέμβριος

319 ^η	13,3	13,6	13,6	13,3	13,6	14,7	13,6	13,6	13,6	13,1	12,5	12,5	12,2	12,2	12,5	13,1	12,5	13,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,2	13,3	13,4			
320 ^η	13,6	12,5	15,3	17,2	16,1	15,6	15,3	15,3	17,2	16,7	17,2	17,2	18,1	19,7	20,8	18,9	17,2	15,3	16,7	16,7	17,2	17,2	17,2	16,7	16,7	16,7		
321 ^η	13,6	13,6	14,4	15,8	16,1	11,7	14,4	14,7	15,6	14,7	13,6	12,5	10,8	13,1	11,7	11,7	11,9	9,4	10,0	10,6	10,8	10,0	11,1	8,6	12,5			
322 ^η	7,2	8,6	10,0	8,1	8,3	9,4	8,6	7,2	6,9	8,1	5,8	3,6	1,9	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	1,9	2,2	3,9	4,4	6,1	4,8			
323 ^η	5,0	1,4	3,6	5,0	4,7	5,8	5,8	5,0	4,4	3,6	4,4	5,8	5,8	6,1	6,9	6,1	5,0	5,8	6,1	7,2	8,1	7,2	8,1	9,4	5,7			
324 ^η	7,2	8,6	11,1	11,7	10,8	8,3	9,4	9,4	7,5	8,6	9,7	10,6	9,7	9,7	9,4	10,6	8,6	8,6	9,4	8,3	8,9	10,6	8,6	8,6	9,3			
325 ^η	9,4	8,3	7,2	8,9	8,9	8,3	10,8	11,7	9,7	10,0	9,4	10,0	10,6	11,9	10,0	11,7	11,9	11,9	10,0	10,6	10,8	11,1	9,7	10,0	10,1			
326 ^η	7,2	7,5	4,7	10,8	6,1	8,6	5,3	5,8	4,4	2,8	2,5	2,5	0,0	0,0	3,1	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1			
327 ^η	3,1	4,4	3,6	4,4	6,1	5,8	5,0	6,1	6,4	9,7	10,8	10,8	14,2	10,8	11,1	10,0	8,9	11,1	11,1	10,8	9,4	10,0	12,2	13,6	8,7			
328 ^η	11,7	15,3	8,6	9,4	8,6	8,3	3,9	5,8	4,4	6,4	6,4	7,2	7,5	7,2	5,8	6,4	5,8	3,1	2,8	3,6	2,8	2,8	6,4	3,1	6,4			
329 ^η	4,4	1,7	2,8	2,2	2,2	6,1	8,6	9,7	9,4	10,6	8,9	8,9	7,5	8,1	8,6	7,2	8,3	8,3	8,3	8,1	6,9	8,1	6,4	5,3	6,9			
330 ^η	5,3	3,6	5,0	5,3	8,6	11,1	13,1	18,9	18,1	18,9	18,1	21,7	19,4	18,9	11,1	12,2	11,7	18,1	14,7	14,2	16,7	20,3	4,4	12,5	13,4			
331 ^η	8,3	10,8	9,4	10,0	8,1	4,4	5,0	8,1	5,8	0,0	1,9	0,0	3,1	4,4	1,7	3,1	5,3	4,7	5,0	4,4	5,0	3,1	3,6	5,8	5,0			
332 ^η	5,8	8,1	8,3	9,4	11,9	11,7	12,2	11,9	8,1	12,5	11,1	11,9	13,6	12,2	8,6	10,8	7,2	4,4	8,1	5,3	3,1	6,1	0,0	5,8	8,7			
333 ^η	7,2	10,8	10,0	11,1	10,6	10,6	8,9	7,2	9,4	9,4	8,6	7,2	9,4	10,6	10,0	12,2	10,8	9,4	10,0	10,0	6,1	6,9	7,2	6,9	9,2			
334 ^η	8,3	8,6	8,3	9,4	8,1	5,8	6,1	6,1	5,3	4,4	2,8	5,0	5,3	5,8	3,6	4,4	3,6	4,7	5,8	5,8	6,9	3,9	6,1	2,8	5,7			
335 ^η	3,1	0,0	0,0	7,2	5,3	7,5	7,5	8,6	10,6	7,5	5,3	6,1	8,3	11,9	7,2	8,6	4,7	4,7	5,8	8,3	6,4	11,1	11,7	4,4	6,7			
336 ^η	15,0	17,5	15,0	15,0	12,5	5,3	10,3	11,4	10,0	14,7	11,7	13,6	12,5	9,2	9,2	11,7	10,6	12,5	11,4	13,9	11,9	12,5	11,7	12,8	12,2			
337 ^η	11,1	10,6	7,8	7,8	6,9	6,4	5,3	8,1	8,1	6,4	8,3	5,8	5,8	4,7	5,6	3,1	0,0	3,9	3,9	0,0	0,0	4,7	5,6	5,8	5,7	9,1	Δεκέμβριος	

338 ⁿ	5,6	5,8	4,7	6,7	6,7	7,5	6,9	8,9	9,4	8,1	7,5	6,7	8,9	8,1	7,8	8,1	7,8	7,8	7,5	5,6	4,4	0,0	0,0	4,4	6,5	
339 ⁿ	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	6,7	9,4	6,9	7,8	6,7	6,7	8,1	4,2	0,0	0,0	3,0	
340 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,4	3,1	0,0	3,9	3,9	3,1	3,3	4,7	0,0	5,8	6,4	2,2	
341 ⁿ	8,1	8,1	8,3	11,4	12,8	13,9	13,6	13,6	13,9	16,7	16,1	16,7	18,6	17,8	18,6	17,5	19,2	20,8	20,3	20,8	20,3	20,0	20,8	21,4	16,2	
342 ⁿ	19,2	21,9	20,8	20,3	20,3	18,3	8,1	5,8	5,6	7,5	11,1	8,9	9,4	9,2	9,4	9,4	9,2	12,5	10,6	9,4	8,9	8,9	11,7	10,3	11,9	
343 ⁿ	6,9	8,9	8,3	10,0	10,0	10,0	9,4	5,8	7,8	6,7	5,3	4,2	2,8	3,3	5,3	6,9	6,9	6,7	5,3	5,6	5,8	5,3	0,0	0,0	6,1	
344 ⁿ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	5,8	6,9	9,7	8,1	7,8	6,9	7,8	8,3	7,8	8,1	8,9	8,1	9,4	10,6	11,4	11,1	11,1	6,3	
345 ⁿ	11,1	12,5	12,5	11,4	12,5	12,5	11,9	12,8	11,7	12,8	11,9	13,6	11,9	10,3	11,1	11,7	10,0	10,3	11,7	10,0	10,0	9,4	12,5	12,5	11,6	
346 ⁿ	12,5	14,7	15,3	13,9	11,7	13,6	15,3	8,9	10,6	11,1	12,5	12,5	11,7	16,7	17,8	20,3	16,4	13,9	16,7	17,8	16,7	15,0	16,4	12,8	14,4	
347 ⁿ	13,1	15,3	17,5	20,3	20,8	20,8	13,1	15,6	14,7	15,6	15,3	17,5	20,0	22,8	23,3	19,2	18,9	20,0	18,9	22,2	23,3	17,5	13,1	13,1	18,0	
348 ⁿ	13,6	11,9	9,4	11,7	11,9	11,1	11,7	11,1	9,2	6,9	8,9	8,3	6,9	8,1	10,0	10,0	9,2	8,3	8,3	8,9	8,9	10,3	7,5	6,9	9,5	
349 ⁿ	8,1	7,5	8,1	8,1	5,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	5,3	3,9	4,4	3,9	3,9	3,9	4,2	2,2	0,0	0,0	3,9	3,4
350 ⁿ	10,6	15,3	13,9	12,8	14,7	15,3	15,6	11,9	12,8	15,3	17,5	16,7	16,7	15,3	16,7	14,7	14,7	13,6	13,9	16,1	18,3	19,2	19,2	20,8	15,5	
351 ⁿ	9,7	9,7	6,9	5,3	5,3	7,2	8,3	9,4	8,6	8,6	8,1	8,9	8,9	9,7	9,4	7,2	6,4	6,4	5,8	6,4	6,4	4,4	6,9	5,8	7,5	
352 ⁿ	5,3	4,7	7,2	9,4	7,2	5,0	3,1	2,8	0,0	3,6	7,2	6,1	5,8	7,2	6,4	5,3	5,0	3,9	1,9	1,7	5,8	5,8	4,7	5,3	5,0	
353 ⁿ	6,4	5,8	4,4	4,7	3,6	7,2	4,4	6,1	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	8,9	5,8	5,8	8,6	12,5	19,4	18,9	16,1	15,8	14,2	7,5	
354 ⁿ	3,9	16,7	12,2	13,1	15,6	15,6	15,6	15,6	13,1	12,5	9,4	12,2	12,2	12,5	13,1	13,1	14,2	14,2	14,2	13,6	14,4	13,6	14,2	15,8	13,4	
355 ⁿ	15,6	15,3	15,8	15,8	16,1	15,8	14,7	15,6	14,7	15,3	13,1	12,5	13,1	12,5	12,5	12,5	11,1	11,7	11,1	10,8	10,0	9,7	11,7	8,6	13,2	
356 ⁿ	9,7	8,9	9,4	7,2	6,1	5,3	0,0	4,4	4,4	5,0	6,1	7,2	5,0	5,0	3,6	4,4	4,7	6,4	5,0	5,8	8,9	10,6	8,3	7,2	6,2	

357 ⁿ	8,6	8,1	8,6	9,4	12,2	10,8	9,4	13,3	13,3	14,2	12,2	11,7	10,8	12,5	13,3	13,3	11,9	13,1	11,9	10,0	10,0	10,0	9,4	11,7	11,2	
358 ⁿ	10,0	8,1	6,4	7,5	6,4	5,8	5,0	9,4	10,8	11,7	11,7	12,2	13,1	12,2	12,2	11,7	10,8	11,7	11,1	11,7	10,8	10,6	11,7	9,4	10,1	
359 ⁿ	9,4	10,6	9,4	9,4	8,1	9,7	10,0	10,0	9,7	9,4	11,1	9,4	10,0	10,6	12,5	11,9	11,9	12,2	14,4	13,3	13,1	11,1	13,1	14,7	11,0	
360 ⁿ	14,7	16,1	14,7	14,2	12,2	15,6	15,3	15,3	12,2	13,3	14,2	12,2	13,1	13,1	13,3	11,9	11,9	11,9	13,1	13,6	12,2	11,1	10,6	9,7	13,1	
361 ⁿ	10,6	10,6	8,9	9,7	8,6	9,4	10,8	9,4	7,5	7,2	8,1	5,8	4,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	5,1	
362 ⁿ	2,5	1,4	0,0	0,0	0,0	1,7	2,8	2,5	3,6	0,0	0,0	5,0	3,6	3,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,4	1,7	1,9	2,5	1,8	
363 ⁿ	0,0	1,4	3,3	4,4	8,1	11,1	10,0	10,6	9,7	11,7	13,1	11,9	15,6	15,6	16,1	17,2	16,7	16,1	12,2	13,3	15,3	15,6	17,8	17,2	11,8	
364 ⁿ	16,1	15,6	13,6	13,3	8,9	10,0	8,6	7,2	7,2	8,9	8,9	10,0	10,0	8,9	8,6	7,2	6,1	5,0	4,4	4,4	6,1	6,1	5,0	5,8	8,6	
365 ⁿ	8,3	8,1	7,5	10,0	8,9	7,2	7,5	7,5	7,2	9,7	9,7	9,4	7,5	11,7	10,8	9,7	8,9	7,5	4,4	4,4	6,1	6,1	0,0	0,0	7,4	
366 ⁿ	8,3	8,1	7,5	10,0	8,9	7,2	7,5	7,5	7,2	9,7	9,7	9,4	7,5	11,7	10,8	9,7	8,9	7,5	4,4	4,4	6,1	6,1	0,0	0,0	7,4	
Μέσος Όρος Ωριαίων Ταχυτήτων	8,2	8,2	8,1	8,1	8,4	8,3	8,1	7,8	8,1	8,1	8,3	8,4	8,4	8,6	8,5	8,4	8,3	8,0	7,9	7,9	7,9	8,0	7,7	7,8		
Μέση Ταχύτητα	8,1																									

Παραγόμενη Ενέργεια Ανεμογεννήτριας ΗΥΑΥΑ 5KW (Kwh) (Παράδειγμα Μετρήσεων)

Ημέρα	Ώρα																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	1,34	4,32	4,97	4,14	5,40	5,15	5,40	5,40	3,67	3,67	5,15	4,50	5,40	4,97	5,40	5,27	5,40	5,15	5,40
2 ^η	4,80	4,50	2,83	2,83	2,30	2,00	1,34	3,01	3,01	2,00	3,13	1,64	1,64	0,99	1,52	0,04	0,00	0,51	0,51	0,00	0,00	0,99	1,52	1,64
3 ^η	1,52	1,64	0,99	2,18	2,18	2,65	2,30	3,49	3,78	3,01	2,65	2,18	3,49	3,01	2,83	3,01	2,83	2,83	2,65	1,52	0,81	0,00	0,00	0,81
4 ^η	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	2,18	3,78	2,30	2,83	2,18	2,18	3,01	0,69	0,00	0,00
5 ^η	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,69	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,81	0,04	0,00	0,51	0,51	0,04	0,15	0,99	0,00	1,64	2,00
6 ^η	3,01	3,01	3,13	4,97	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
7 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,01	1,64	1,52	2,65	4,80	3,49	3,78	3,67	3,78	3,78	3,67	5,40	4,50	3,78	3,49	3,49	5,15	4,32
8 ^η	2,30	3,49	3,13	4,14	4,14	4,14	3,78	1,64	2,83	2,18	1,34	0,69	0,00	0,15	1,34	2,30	2,30	2,18	1,34	1,52	1,64	1,34	0,00	0,00
9 ^η	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,64	2,30	3,96	3,01	2,83	2,30	2,83	3,13	2,83	3,01	3,49	3,01	3,78	4,50	4,97	4,80	4,80
10 ^η	4,80	5,40	5,40	4,97	5,40	5,40	5,27	5,40	5,15	5,40	5,27	5,40	5,27	4,32	4,80	5,15	4,14	4,32	5,15	4,14	4,14	3,78	5,40	5,40
11 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	3,49	4,50	4,80	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
12 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
13 ^η	5,40	5,27	3,78	5,15	5,27	4,80	5,15	4,80	3,67	2,30	3,49	3,13	2,30	3,01	4,14	4,14	3,67	3,13	3,13	3,49	3,49	4,32	2,65	2,30
14 ^η	3,01	2,65	3,01	3,01	1,64	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,34	0,51	0,81	0,51	0,51	0,51	0,69	0,00	0,00	0,00	0,51
15 ^η	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
16 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,32	3,49	1,64	3,13	3,49	1,52	1,52	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	2,65	5,27	4,14	4,80	1,34	0,00	0,51
17 ^η	0,00	4,32	0,00	0,81	0,99	2,18	1,64	0,00	0,00	0,00	2,83	3,78	5,15	3,13	3,01	2,83	4,80	4,50	3,01	4,80	2,18	3,13	4,14	4,97
18 ^η	5,40	5,40	5,15	4,32	3,67	2,65	1,64	0,51	1,64	4,32	5,40	4,32	3,49	3,01	3,78	1,64	0,81	0,51	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52
19 ^η	1,52	0,00	0,15	0,81	0,51	0,04	0,00	1,34	0,81	1,64	3,49	4,50	4,32	4,50	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
20 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
21 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,97	2,30	3,78	4,50	3,78	3,49	4,32	4,97	4,50	4,32	4,80	3,67	3,01	2,18	0,00	0,04	0,00	0,51
22 ^η	0,00	2,65	3,13	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
23 ^η	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40

24 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,50	5,40	4,32	4,50	5,27	4,50	4,80	3,67	4,32	3,01	4,32	3,67	3,49	4,80	3,13	2,30	2,65	4,32	4,32	
25 ⁿ	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
26 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,50	4,80	5,15	5,40	0,99	2,30	0,99	0,81	
27 ⁿ	2,83	0,81	3,49	4,97	4,14	3,67	2,65	3,49	4,50	4,32	4,32	4,50	3,78	4,50	4,80	3,78	4,32	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	4,32	5,40	
28 ⁿ	2,30	3,01	2,65	0,99	2,30	2,65	0,99	0,51	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	1,34	1,34	0,15	0,81	1,34	1,34	1,52	0,81	0,51	0,69	
29 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,99	0,81	2,83	2,65	2,00	2,18	1,52	0,69	0,51	0,00	0,00	0,00	0,15	0,51	0,99	1,34	
30 ⁿ	1,64	0,99	1,34	0,69	0,69	0,99	0,81	0,81	0,99	1,34	1,64	2,83	3,13	4,32	4,32	3,49	3,49	4,32	4,14	4,32	4,97	5,15	5,40	5,40	
31 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
32 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	3,67	2,65	0,81	1,52	2,18	3,01	3,49	3,13	0,00	2,00	4,97	5,40	5,40	5,40	3,78	
33 ⁿ	5,40	4,80	5,40	4,80	5,15	5,15	4,80	2,18	2,18	1,64	2,18	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,34	2,30	
34 ⁿ	3,49	3,67	3,49	3,49	3,13	2,18	2,18	2,18	3,67	5,40	5,27	5,15	5,40	4,80	3,01	3,67	3,49	3,78	0,15	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	
35 ⁿ	0,00	2,00	0,69	0,00	5,27	2,65	3,78	2,65	1,64	4,97	5,40	5,27	4,32	2,65	3,01	3,67	3,01	3,78	3,01	2,30	1,64	0,00	0,00	0,00	
36 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	1,34	3,13	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	0,81	0,00	2,65	1,34	1,64	2,65	3,49	
37 ⁿ	3,49	3,67	3,01	3,49	1,52	3,01	2,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,15	1,64	1,34	1,52	1,34	0,99	0,51	0,00	1,64	3,13	3,49	4,97	3,01	
38 ⁿ	4,14	3,67	2,83	3,01	3,13	3,67	4,32	4,50	4,97	3,78	4,80	5,15	4,80	5,40	5,40	5,40	5,15	4,32	3,49	3,67	3,49	3,13	3,67	3,67	
39 ⁿ	3,67	3,67	4,14	4,32	4,14	4,14	2,65	2,30	3,49	4,32	4,80	4,80	4,97	3,78	3,13	2,18	1,64	1,52	1,52	0,15	1,34	2,00	1,52	2,30	
40 ⁿ	2,18	2,83	2,65	2,18	2,18	3,13	0,00	0,15	2,83	1,64	0,81	3,01	2,30	3,01	3,01	2,83	1,64	2,65	3,01	2,65	2,65	3,01	3,13	2,65	
41 ⁿ	3,13	3,01	3,13	4,14	3,49	3,49	2,65	2,18	1,64	4,14	3,67	4,80	3,67	4,80	3,67	5,40	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
42 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	2,65	2,18	3,49	5,27	5,40	4,80	5,40	5,40	2,00	0,00	0,69	3,01	3,01	3,01	3,01	2,65	5,15	5,27
43 ⁿ	4,14	3,01	2,00	1,34	0,33	0,00	0,00	0,33	0,69	1,17	1,17	0,81	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,69	
44 ⁿ	0,69	0,69	0,00	3,67	2,00	0,00	3,01	3,31	3,01	3,49	1,52	0,00	0,00	2,65	2,48	1,17	0,33	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	1,17	1,52	
45 ⁿ	1,82	1,17	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,69	0,69	1,17	1,34	1,34	2,00	1,17	1,34	0,69	0,69	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	
46 ⁿ	0,00	0,00	1,17	0,33	0,69	2,48	0,69	2,65	0,00	0,00	2,65	0,81	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	
47 ⁿ	0,33	1,34	1,52	1,82	0,81	2,48	2,48	1,52	1,34	1,52	2,00	2,65	3,01	3,67	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	
48 ⁿ	0,51	2,65	0,69	1,52	2,00	0,33	0,00	0,00	1,52	3,49	5,40	3,96	5,40	5,40	5,40	3,96	2,30	3,78	4,62	1,82	3,49	5,15	3,13	4,80	
49 ⁿ	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	3,13	

50 ⁿ	3,13	5,15	5,40	5,40	3,49	4,62	0,81	4,14	3,96	4,80	4,62	5,27	4,80	4,14	3,31	4,62	4,80	3,31	5,40	1,64	5,40	3,13	5,40	4,14	
51 ⁿ	3,31	2,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,52	3,13	2,30	1,17	1,64	
52 ⁿ	1,52	0,69	0,00	0,51	1,64	1,34	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,81	0,51	1,64	1,64	2,00	3,01	3,49	2,00	0,81	1,34	
53 ⁿ	3,67	3,67	3,49	2,30	2,00	2,18	0,81	2,18	3,01	2,30	4,80	4,80	5,40	5,27	5,40	5,40	4,14	5,15	4,14	3,78	4,56	4,62	2,65	3,78	
54 ⁿ	3,13	5,40	5,40	3,31	3,78	3,13	3,96	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	3,01	3,13	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
55 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	2,65	5,40	4,50	5,40
56 ⁿ	5,40	4,14	5,40	5,15	5,40	5,40	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
57 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	3,49	4,62	5,40	3,78	5,40	5,40	4,80	5,27	3,78	3,01	1,64	
58 ⁿ	0,00	0,81	2,18	3,49	0,00	1,64	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,52	2,65	3,49	2,30	3,13	3,01	4,32	3,67	4,32	4,32	4,32	
59 ⁿ	4,97	3,49	3,01	3,01	3,67	4,14	3,49	3,13	4,97	4,50	5,40	5,40	5,40	4,97	5,40	5,40	5,40	5,40	4,14	4,80	3,96	4,50	3,01	1,34	
60 ⁿ	4,97	3,49	3,01	3,01	3,67	4,14	3,49	3,13	4,97	4,50	5,40	5,40	5,40	4,97	5,40	5,40	5,40	5,40	4,14	4,80	3,96	4,50	3,01	1,34	
61 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,22	4,82	5,40	4,21	5,40	5,40	2,84	1,98	0,42	1,02	1,58	2,29	2,69	2,39	0,00	1,43	3,96	4,51	5,40	5,22	2,95	
62 ⁿ	5,40	3,81	4,51	3,81	4,11	4,11	3,81	1,58	1,58	1,12	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,87	1,68	
63 ⁿ	2,69	2,84	2,69	2,69	2,39	1,58	1,58	1,58	2,84	4,67	4,21	4,11	5,22	3,81	2,29	2,84	2,69	2,95	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	
64 ⁿ	0,00	1,43	0,32	0,00	4,21	1,98	2,95	1,98	1,12	3,96	4,67	4,21	3,40	1,98	2,29	2,84	2,29	2,95	2,29	1,68	1,12	0,00	0,00	0,00	
65 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	2,39	3,81	4,82	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,07	5,40	0,42	0,00	1,98	0,87	1,12	1,98	2,69	
66 ⁿ	2,69	2,84	2,29	2,69	1,02	2,29	1,43	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,87	1,02	0,87	0,57	0,16	0,00	1,12	2,39	2,69	3,96	2,29	
67 ⁿ	3,25	2,84	2,14	2,29	2,39	2,84	3,40	3,55	3,96	2,95	3,81	4,11	3,81	4,51	5,07	4,51	4,11	3,40	2,69	2,84	2,69	2,39	2,84	2,84	
68 ⁿ	2,84	2,84	3,25	3,40	3,25	3,25	1,98	1,68	2,69	3,40	3,81	3,81	3,96	2,95	2,39	1,58	1,12	1,02	1,02	0,00	0,87	1,43	1,02	1,68	
69 ⁿ	1,58	2,14	1,98	1,58	1,58	2,39	0,00	0,00	2,14	1,12	0,42	2,29	1,68	2,29	2,29	2,14	1,12	1,98	2,29	1,98	1,98	2,29	2,39	1,98	
70 ⁿ	2,39	2,29	2,39	3,25	2,69	2,69	1,98	1,58	1,12	3,25	2,84	3,81	2,84	3,81	2,84	4,51	3,81	5,40	4,82	5,22	4,67	4,51	4,51	4,51	
71 ⁿ	4,67	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,21	1,98	1,58	2,69	4,21	5,40	3,81	5,40	5,22	1,43	0,00	0,32	2,29	2,29	2,29	1,98	4,11	4,21	
72 ⁿ	3,25	2,29	1,43	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,72	0,72	0,42	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	
73 ⁿ	0,32	0,32	0,00	2,84	1,43	0,00	2,29	2,54	2,29	2,69	1,02	0,00	0,00	1,98	1,83	0,72	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,72	1,02	
74 ⁿ	1,28	0,72	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,32	0,32	0,72	0,87	0,87	1,43	0,72	0,87	0,32	0,32	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	
75 ⁿ	0,00	0,00	0,72	0,00	0,32	1,83	0,32	1,98	0,00	0,00	1,98	0,42	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

76 ⁿ	0,00	0,87	1,02	1,28	0,42	1,83	1,83	1,02	0,87	1,02	1,43	1,98	2,29	2,84	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
77 ⁿ	0,16	1,98	0,32	1,02	1,43	0,00	0,00	0,00	1,02	2,69	4,82	3,10	4,36	4,36	4,36	3,10	1,68	2,95	3,65	1,28	2,69	4,11	2,39	3,81
78 ⁿ	3,55	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,21	5,40	5,40	4,11	4,82	4,51	4,92	2,39
79 ⁿ	2,39	4,11	5,40	4,92	2,69	3,65	0,42	3,25	3,10	3,81	3,65	4,21	3,81	3,25	2,54	3,65	3,81	2,54	4,92	1,12	4,36	2,39	5,40	3,25
80 ⁿ	2,54	1,43	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	1,02	2,39	1,68	0,72	1,12
81 ⁿ	1,02	0,32	0,00	0,16	1,12	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,42	0,16	1,12	1,12	1,43	2,29	2,69	1,43	0,42	0,87
82 ⁿ	2,84	2,84	2,69	1,68	1,43	1,58	0,42	1,58	2,29	1,68	3,81	3,81	4,36	4,21	4,82	5,07	3,25	4,11	3,25	2,95	3,60	3,65	1,98	2,95
83 ⁿ	2,39	5,40	5,40	2,54	2,95	2,39	3,10	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	2,29	2,39	3,81	4,82	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
84 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,21	4,92	4,82	4,11	5,07	5,40	4,21	4,36	5,40	4,82	5,40	5,40	5,40	5,40	1,98	4,82	3,55	5,40
85 ⁿ	5,07	3,25	4,92	4,11	5,40	4,36	3,65	4,82	4,92	4,36	5,07	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
86 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,82	5,40	5,40	5,40	5,40	4,36	4,21	2,69	3,65	4,36	2,95	4,51	4,51	3,81	4,21	2,95	2,29	1,12
87 ⁿ	0,00	0,42	1,58	2,69	0,00	1,12	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	1,02	1,98	2,69	1,68	2,39	2,29	3,40	2,84	3,40	3,40	3,40
88 ⁿ	3,96	2,69	2,29	2,29	2,84	3,25	2,69	2,39	3,96	3,55	5,40	5,07	4,67	3,96	4,51	5,40	4,51	4,82	3,25	3,81	3,10	3,55	2,29	0,87
89 ⁿ	3,96	2,69	2,29	2,29	2,84	3,25	2,69	2,39	3,96	3,55	5,40	5,07	4,67	3,96	4,51	5,40	4,51	4,82	3,25	3,81	3,10	3,55	2,29	0,87
90 ⁿ	4,77	4,77	4,77	4,17	3,82	4,77	3,31	4,30	4,30	2,15	1,42	0,08	0,60	1,07	1,67	2,02	1,76	0,00	0,94	3,09	3,57	4,51	4,17	2,23
91 ⁿ	5,11	2,96	3,57	2,96	3,22	3,22	2,96	1,07	1,07	0,68	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,47	1,16
92 ⁿ	3,91	3,40	1,02	5,40	5,40	4,81	1,60	4,81	4,81	3,91	4,62	4,10	3,91	5,32	5,40	5,40	5,40	5,40	5,00	5,40	5,40	5,40	5,13	4,43
93 ⁿ	3,91	5,13	3,40	2,30	2,82	4,62	5,13	5,40	4,43	5,40	5,40	5,13	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,23	5,40	5,40	4,62
94 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
95 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,72	4,62	3,72	4,23	3,53	3,40	3,53	4,23	5,00	5,40	5,40	5,13	4,43	2,82	2,63	3,91
96 ⁿ	4,23	2,82	1,40	2,30	2,63	2,63	2,50	1,40	4,23	4,43	3,72	3,72	1,21	5,00	4,43	3,72	3,72	0,70	1,40	0,76	1,02	1,02	0,00	0,00
97 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	1,02	0,00	0,00
98 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	1,40	1,40	1,40	3,01	1,92	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,70	2,30	3,01	2,63	1,60	3,40	3,40	4,23	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
100 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,13	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	0,31	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,32
101 ⁿ	5,40	5,40	4,62	4,62	5,40	5,40	4,23	5,32	5,40	4,62	4,23	4,17	4,23	4,62	5,00	5,13	5,32	5,40	5,40	5,40	5,40	4,23	3,91	1,92

102 ⁿ	5,40	5,00	5,40	5,40	5,32	4,23	3,53	3,40	3,53	1,60	1,60	2,30	3,72	2,63	3,40	1,60	1,92	2,63	2,11	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
103 ⁿ	2,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	1,60	1,92	1,92	2,11	1,60	2,11	2,30	0,50	0,00	0,70	0,18	0,18	0,00	0,18
104 ⁿ	0,00	0,50	2,82	1,92	1,02	1,92	1,02	0,70	1,60	1,60	2,30	4,23	3,01	3,72	3,91	3,40	1,40	1,02	0,50	0,70	1,21	1,02	1,40	0,70
105 ⁿ	1,02	1,40	0,70	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	1,40	1,60	2,30	2,11	3,01	3,72	3,91	2,30	3,40	1,60	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
106 ⁿ	0,31	1,02	0,70	1,60	1,02	0,00	1,40	1,92	0,18	1,92	1,92	5,13	3,53	2,30	2,30	0,50	1,92	1,40	0,00	0,18	0,31	1,21	0,50	1,92
107 ⁿ	2,11	0,70	0,70	0,00	1,02	0,00	0,50	1,92	2,11	3,40	1,92	1,92	2,63	3,72	2,82	3,01	2,63	1,40	1,40	1,02	1,60	1,21	1,40	2,82
108 ⁿ	3,91	3,72	5,32	0,00	4,62	5,40	4,23	5,13	5,40	1,79	5,40	5,40	5,13	5,00	4,23	3,01	2,63	1,40	1,40	1,02	1,60	1,21	1,40	2,82
109 ⁿ	3,91	3,72	5,32	0,00	4,62	5,40	4,23	5,13	3,91	3,40	3,91	3,40	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	0,00	1,21	0,00	0,00	0,00
110 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	1,40	1,60	1,02	1,92	2,11	1,40	1,02	0,00	0,00	0,00	0,18	1,21	1,02	1,60	1,02	1,02	0,00	2,11	0,70
111 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,21	1,60	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	1,92	1,02	1,60	1,92	1,92	1,92	2,30	2,11
112 ⁿ	0,00	1,02	2,11	2,11	4,23	4,23	4,23	4,23	5,40	3,40	1,60	1,60	2,30	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82	1,92	4,23
113 ⁿ	3,53	0,00	4,23	1,40	2,82	2,30	3,40	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	2,82	2,30	1,60	1,02	3,40	3,53	2,30	2,63
114 ⁿ	1,60	1,21	0,00	0,00	1,02	1,21	2,11	1,21	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,40	1,40	0,50	1,02	1,40	1,02	0,50	0,00
115 ⁿ	0,00	0,00	0,70	1,60	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	3,91	4,23	5,13	5,40	5,00	5,00
116 ⁿ	5,32	5,40	5,32	5,00	4,43	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,53	5,00	5,40	5,40	5,40	4,62	5,40	5,40	5,40
117 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,13	5,00	5,13	5,32	4,62	5,13	3,72	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,43	5,40	5,40	5,40	5,40	4,43	5,32
118 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	1,92	4,23	5,13	5,40	5,40	5,40	5,13	5,13	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,32	5,40
119 ⁿ	5,40	5,13	5,00	4,62	3,91	4,43	5,40	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	3,40	5,13	3,72	2,82	3,01	3,53	2,82	1,60	1,92	1,92	1,40	0,70
120 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	1,40	1,92	2,11	2,63	2,63	2,30	1,92	1,21	2,11	4,62	2,30	4,23	3,72	2,82	3,72	3,01	3,72	1,92	1,40
121 ⁿ	2,11	2,11	2,30	2,11	3,01	3,72	3,01	1,21	0,50	0,31	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11	1,40	1,60	1,60	1,92	1,60	0,70	0,00
122 ⁿ	3,49	3,01	0,81	5,15	5,27	4,32	1,34	4,32	4,32	3,49	4,14	3,67	3,49	4,80	5,15	5,40	5,40	5,40	4,50	5,40	5,40	5,40	4,62	3,96
123 ⁿ	3,49	4,62	3,01	2,00	2,48	4,14	4,62	5,15	3,96	5,27	5,15	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	3,78	5,40	5,27	4,14
124 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
125 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,15	3,31	4,14	3,31	3,78	3,13	3,01	3,13	3,78	4,50	5,15	5,15	4,62	3,96	2,48	2,30	3,49
126 ⁿ	3,78	2,48	1,17	2,00	2,30	2,30	2,18	1,17	3,78	3,96	3,31	3,31	0,99	4,50	3,96	3,31	3,31	0,51	1,17	0,57	0,81	0,81	0,00	0,00
127 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,81	0,00	0,00

154 ⁿ	0,81	0,00	0,69	0,00	0,69	1,64	3,13	0,51	0,69	2,65	2,18	3,01	2,65	2,65	0,99	2,65	4,32	3,01	0,00	0,00	0,00	0,51	1,64	0,04
155 ⁿ	0,00	0,99	0,04	0,00	0,00	0,51	2,83	0,69	0,15	0,00	0,00	0,51	0,04	0,51	0,00	0,04	0,99	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
156 ⁿ	0,00	0,00	0,51	2,18	3,67	2,83	4,86	4,14	3,01	2,65	2,83	2,18	2,65	3,01	1,52	1,52	2,30	2,18	2,18	1,52	1,52	0,99	0,69	0,00
157 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,99	2,30	2,86	2,65	2,65	2,18	0,99	0,15	0,04	0,51	0,51	0,04	0,04	1,64
158 ⁿ	0,81	0,00	0,04	0,69	0,51	0,00	0,51	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,51	2,30	2,18	4,80	4,97	4,50	3,78	4,32	5,15	4,80	3,67	3,13
159 ⁿ	2,83	0,81	2,30	3,78	3,13	3,13	0,81	0,99	0,15	0,00	0,00	0,04	1,64	0,81	1,34	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
160 ⁿ	0,00	4,14	4,32	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,78	4,50	3,49	2,65	2,00	0,69	1,64	1,64	1,52	0,15	0,69	0,69	0,04	0,00	0,04	0,69
161 ⁿ	0,69	0,00	0,51	0,81	0,51	0,15	1,64	1,64	0,00	0,99	4,50	2,65	3,01	3,49	2,18	2,18	2,00	1,34	0,81	0,69	0,51	0,00	0,69	0,81
162 ⁿ	1,34	1,52	1,64	0,81	0,69	1,34	2,83	2,18	3,49	3,01	2,65	3,49	3,67	4,32	4,50	3,78	3,67	2,65	1,64	1,64	0,99	1,34	1,52	0,99
163 ⁿ	2,18	1,34	0,69	0,15	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,81	2,18	1,64	0,00	1,64	0,04	0,69	1,34	0,99	0,69	0,15	0,51	1,52	0,51	2,30
164 ⁿ	0,00	0,00	0,51	2,18	3,67	2,83	4,86	4,14	3,01	2,65	2,83	2,18	2,65	3,01	1,52	1,52	2,30	2,18	2,18	1,52	1,52	0,99	0,69	0,00
165 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,99	2,30	2,86	2,65	2,65	2,18	0,99	0,15	0,04	0,51	0,51	0,04	0,04	1,64
166 ⁿ	0,81	0,00	0,04	0,69	0,51	0,00	0,51	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,51	2,30	2,18	4,80	4,97	4,50	3,78	4,32	5,15	4,80	3,67	3,13
167 ⁿ	2,83	0,81	2,30	3,78	3,13	3,13	0,81	0,99	0,15	0,00	0,00	0,04	1,64	0,81	1,34	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
168 ⁿ	0,00	4,14	4,32	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,78	4,50	3,49	2,65	2,00	0,69	1,64	1,64	1,52	0,15	0,69	0,69	0,04	0,00	0,04	0,69
169 ⁿ	0,69	0,00	0,51	0,81	0,51	0,15	1,64	1,64	0,00	0,99	4,50	2,65	3,01	3,49	2,18	2,18	2,00	1,34	0,81	0,69	0,51	0,00	0,69	0,81
170 ⁿ	1,34	1,52	1,64	0,81	0,69	1,34	2,83	2,18	3,49	3,01	2,65	3,49	3,67	4,32	4,50	3,78	3,67	2,65	1,64	1,64	0,99	1,34	1,52	0,99
171 ⁿ	2,18	1,34	0,69	0,15	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,81	2,18	1,64	0,00	1,64	0,04	0,69	1,34	0,99	0,69	0,15	0,51	1,52	0,51	2,30
172 ⁿ	2,83	0,81	2,30	3,78	3,13	3,13	0,81	0,99	0,15	0,00	0,00	0,04	1,64	0,81	1,34	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
173 ⁿ	0,00	4,14	4,32	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,78	4,50	3,49	2,65	2,00	0,69	1,64	1,64	1,52	0,15	0,69	0,69	0,04	0,00	0,04	0,69
174 ⁿ	0,69	0,00	0,51	0,81	0,51	0,15	1,64	1,64	0,00	0,99	4,50	2,65	3,01	3,49	2,18	2,18	2,00	1,34	0,81	0,69	0,51	0,00	0,69	0,81
175 ⁿ	1,34	1,52	1,64	0,81	0,69	1,34	2,83	2,18	3,49	3,01	2,65	3,49	3,67	4,32	4,50	3,78	3,67	2,65	1,64	1,64	0,99	1,34	1,52	0,99
176 ⁿ	2,00	0,04	0,81	2,18	2,18	1,64	0,04	0,00	1,34	1,64	1,64	2,00	2,30	2,65	1,64	1,52	2,30	0,99	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
177 ⁿ	0,00	0,04	0,00	3,78	2,83	0,04	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,81	1,64	2,65	2,00	0,81	0,51	0,00	0,04	0,00	0,51	0,51	0,00
178 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,81	0,00	0,00	0,04	0,51	0,99	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
179 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,69	0,51	2,30	2,18	3,13	3,49	3,01	2,30	1,52	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,69

180 ⁿ	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,81	0,99	0,99	1,52	2,00	0,69	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
181 ⁿ	0,81	0,69	0,04	1,64	2,00	2,30	3,67	0,99	0,99	4,50	3,49	2,65	3,67	3,78	3,67	4,50	5,15	5,27	5,40	5,40	5,40	3,78	5,15	4,80
182 ⁿ	3,13	3,13	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,34	1,34	0,00	1,52	2,30	2,18	2,65	2,83	3,49	4,32	2,83	3,49
183 ⁿ	3,15	3,00	2,46	3,45	2,60	4,39	4,69	2,85	3,70	2,46	1,61	2,46	2,31	3,00	3,45	4,79	4,79	4,69	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
184 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,79	4,69	4,69	3,99	4,79	4,24	4,24	3,55	4,24	5,40	5,40	5,40	5,40
185 ⁿ	5,40	4,39	0,52	3,55	2,85	3,15	3,30	5,40	5,23	4,69	2,46	3,15	4,24	3,55	3,55	3,15	3,45	3,55	3,99	3,70	3,99	3,99	2,21	2,60
186 ⁿ	2,46	2,21	3,15	3,00	2,85	3,15	3,99	3,99	4,69	3,55	2,60	2,60	2,46	2,46	2,85	2,46	2,21	2,31	1,22	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00
187 ⁿ	0,00	0,00	0,00	1,22	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	1,07	1,07	1,07	1,36	2,21	1,76	1,36	1,61	1,36	0,67	1,36	2,21	2,21
188 ⁿ	1,61	1,22	3,00	2,60	2,46	0,52	3,70	0,82	5,40	5,40	4,24	4,09	4,69	4,39	4,09	4,94	3,99	3,70	5,40	5,40	4,94	5,40	5,40	5,40
189 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,09	3,45	2,46	3,70	5,23	3,99	3,55	3,45	3,55	3,15	3,45	3,45	3,55	2,46	2,31	2,21	2,21	1,76	1,91
190 ⁿ	1,07	0,67	0,82	0,82	0,13	0,82	0,17	0,37	0,67	0,67	0,52	1,07	1,76	1,36	1,22	2,21	2,85	2,21	1,91	2,21	1,91	1,91	1,61	1,91
191 ⁿ	2,31	2,21	2,46	2,46	4,09	5,40	5,40	4,69	4,24	3,70	3,00	3,45	3,15	3,45	3,15	3,15	2,21	4,24	4,94	5,40	5,40	5,40	5,40	4,24
192 ⁿ	4,24	5,40	5,40	3,99	4,69	4,39	2,85	3,00	4,24	4,79	4,24	4,24	4,09	3,55	3,30	3,45	3,15	3,15	2,85	3,00	3,55	3,99	4,94	5,40
193 ⁿ	5,40	4,09	4,69	4,94	4,69	3,99	3,30	2,85	1,76	1,22	0,82	1,36	1,36	1,61	1,07	0,67	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,13	0,13
194 ⁿ	0,37	0,13	0,00	0,00	1,91	0,52	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
195 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00
196 ⁿ	0,52	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	3,00	3,15	3,15	3,45	3,55	4,09	4,94	5,23	4,24	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
197 ⁿ	5,40	4,79	5,40	4,94	5,23	5,40	4,79	4,24	4,24	4,09	4,09	4,24	4,09	4,24	3,55	3,99	4,09	4,79	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
198 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	4,24	2,21	0,00	2,21	3,55	4,39	3,99	3,45	3,45	3,15	3,70	3,55	3,55	3,15	2,60	2,85	2,85	3,15	3,15	3,99
199 ⁿ	3,55	3,45	3,55	2,60	2,21	1,36	1,17	1,07	0,82	1,07	1,22	1,07	1,22	1,76	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
200 ⁿ	0,52	1,07	1,61	0,13	1,76	1,76	1,61	3,55	4,09	3,55	3,55	4,39	4,69	4,69	3,55	3,45	2,21	2,21	1,91	1,36	2,31	0,82	0,00	0,00
201 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	2,31	2,60	3,15	3,00	2,60	1,91	2,31	1,22	1,61	0,82	1,76	1,36
202 ⁿ	1,36	1,61	2,46	1,76	1,22	0,00	0,00	0,52	1,22	2,85	3,55	3,00	2,21	3,70	2,21	1,36	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
203 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,82	0,37	0,52	0,82	2,31	1,91	2,31	1,91	1,61	2,31	3,00
204 ⁿ	3,00	2,60	2,21	2,31	3,15	3,70	2,16	2,31	1,91	1,22	1,36	1,76	1,91	2,31	2,21	3,00	2,21	2,21	2,31	1,61	1,36	1,61	2,31	1,91
205 ⁿ	2,31	2,60	3,00	1,22	2,31	2,31	3,15	3,15	3,99	2,46	3,00	5,40	5,40	5,40	3,55	2,60	4,69	4,39	4,69	4,94	4,94	5,40	4,69	5,23

206 ⁿ	2,60	2,60	3,00	3,00	3,45	4,24	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,79	4,94	4,69	5,40	4,39	4,69	4,09	3,15	3,00	3,15	3,99
207 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,79	5,23	4,79	4,24	4,09	3,55	4,09	3,99	4,69	3,70	3,15	3,00	5,40
208 ⁿ	4,24	3,99	3,15	3,30	3,30	3,00	2,60	1,61	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	1,07	1,22	1,07	0,13	0,82	1,07	0,67	2,31	
209 ⁿ	2,60	3,55	3,55	3,45	3,15	4,09	4,44	2,85	2,31	2,46	2,46	2,60	2,85	3,55	3,99	4,24	4,24	4,39	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
210 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,79	4,79	4,79	4,24	3,55	3,15	2,85	3,55	3,45	3,15	3,00	3,15	3,15	3,00	5,23	3,15	4,39	4,79	4,94	
211 ⁿ	4,09	4,39	4,69	4,79	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,69	4,69	3,70	3,55	3,45	3,45	3,70	3,15	2,31	2,31	2,21	2,46	3,15	4,24	
212 ⁿ	3,00	3,30	1,61	4,79	5,40	5,40	4,39	2,46	3,45	3,15	2,31	1,76	2,21	2,31	2,31	2,31	2,31	1,61	1,36	1,07	1,07	1,36	1,61	0,00	
213 ⁿ	3,00	3,30	1,61	4,79	5,40	5,40	4,39	2,46	3,45	3,15	2,31	1,76	2,21	2,31	2,31	2,31	2,31	1,61	1,36	1,07	1,07	1,36	1,61	0,00	
214 ⁿ	4,44	4,25	3,56	4,81	3,75	5,40	5,40	4,06	5,13	3,56	2,50	3,56	3,38	4,25	4,81	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
215 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,94	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
216 ⁿ	5,40	5,40	1,13	4,94	4,06	4,44	4,63	5,40	5,40	5,40	3,56	4,44	5,40	4,94	4,94	4,44	4,81	4,94	5,40	5,13	5,40	5,40	3,25	3,75	
217 ⁿ	3,56	3,25	4,44	4,25	4,06	4,44	5,40	5,40	5,40	4,94	3,75	3,75	3,56	3,56	4,06	3,56	3,25	3,38	2,00	2,00	0,13	0,00	0,00	0,00	
218 ⁿ	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,50	1,82	1,82	1,82	2,19	3,25	2,69	2,19	2,50	2,19	1,32	2,19	3,25	3,25	
219 ⁿ	2,50	2,00	4,25	3,75	3,56	1,13	5,13	1,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,13	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
220 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,81	3,56	5,13	5,40	5,40	4,94	4,81	4,94	4,44	4,81	4,81	4,94	3,56	3,38	3,25	3,25	2,69	2,88	
221 ⁿ	1,82	1,32	1,50	1,50	0,63	1,50	0,69	0,94	1,32	1,32	1,13	1,82	2,69	2,19	2,00	3,25	4,06	3,25	2,88	3,25	2,88	2,88	2,50	2,88	
222 ⁿ	3,38	3,25	3,56	3,56	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,13	4,25	4,81	4,44	4,81	4,44	4,44	3,25	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
223 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,06	4,25	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,94	4,63	4,81	4,44	4,44	4,06	4,25	4,94	5,40	5,40	5,40	
224 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,63	4,06	2,69	2,00	1,50	2,19	2,19	2,50	1,82	1,32	0,94	0,13	0,00	0,00	0,44	1,13	0,63	0,63	
225 ⁿ	0,94	0,63	0,00	0,00	2,88	1,13	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
226 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	1,13	0,00	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	
227 ⁿ	1,13	0,44	1,50	0,44	0,00	0,00	0,07	3,38	4,25	4,44	4,44	4,81	4,94	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
228 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,94	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
229 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,25	0,00	3,25	4,94	5,40	5,40	4,81	4,81	4,44	5,13	4,94	4,94	4,44	3,75	4,06	4,06	4,44	4,44	5,40	
230 ⁿ	4,94	4,81	4,94	3,75	3,25	2,19	1,94	1,82	1,50	1,82	2,00	1,82	2,00	2,69	1,50	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	
231 ⁿ	1,13	1,82	2,50	0,63	2,69	2,69	2,50	4,94	5,40	4,94	4,94	5,40	5,40	5,40	4,94	4,81	3,25	3,25	2,88	2,19	3,38	1,50	0,44	0,00	

232 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,44	0,44	0,00	3,25	3,38	3,75	4,44	4,25	3,75	2,88	3,38	2,00	2,50	1,50	2,69	2,19	
233 ⁿ	2,19	2,50	3,56	2,69	2,00	0,00	0,00	1,13	2,00	4,06	4,94	4,25	3,25	5,13	3,25	2,19	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
234 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13	0,25	0,00	1,50	0,94	1,13	1,50	3,38	2,88	3,38	2,88	2,50	3,38	4,25	
235 ⁿ	4,25	3,75	3,25	3,38	4,44	5,13	3,19	3,38	2,88	2,00	2,19	2,69	2,88	3,38	3,25	4,25	3,25	3,25	3,38	2,50	2,19	2,50	3,38	2,88	
236 ⁿ	3,38	3,75	4,25	2,00	3,38	3,38	4,44	4,44	5,40	3,56	4,25	5,40	5,40	5,40	4,94	3,75	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
237 ⁿ	3,75	3,75	4,25	4,25	4,81	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,44	4,25	4,44	5,40
238 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,94	5,40	5,40	5,40	5,13	4,44	4,25	5,40	
239 ⁿ	5,40	5,40	4,44	4,63	4,63	4,25	3,75	2,50	1,32	0,00	0,00	0,00	0,44	1,13	0,00	0,00	1,82	2,00	1,82	0,63	1,50	1,82	1,32	3,38	
240 ⁿ	3,75	4,94	4,94	4,81	4,44	5,40	5,40	4,06	3,38	3,56	3,56	3,75	4,06	4,94	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
241 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,94	4,44	4,06	4,94	4,81	4,44	4,25	4,44	4,44	4,25	5,40	4,44	5,40	5,40	5,40	
242 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,13	4,94	4,81	4,81	5,13	4,44	3,38	3,38	3,25	3,56	4,44	5,40	
243 ⁿ	4,25	4,63	2,50	5,40	5,40	5,40	5,40	3,56	4,81	4,44	3,38	2,69	3,25	3,38	3,38	3,38	3,38	2,50	2,19	1,82	1,82	2,19	2,50	0,44	
244 ⁿ	4,25	4,63	2,50	5,40	5,40	5,40	5,40	3,56	4,81	4,44	3,38	2,69	3,25	3,38	3,38	3,38	3,38	2,50	2,19	1,82	1,82	2,19	2,50	0,44	
245 ⁿ	2,48	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	5,40	5,40	5,40	0,00	0,00	0,51	2,00	3,01	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
246 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	0,00	0,00	0,51	2,00	3,01	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
247 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	
248 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	4,62	4,14	4,62	4,50	3,78	1,34	3,49	3,01	1,34	4,50	5,40	
249 ⁿ	5,40	2,48	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	4,50	4,50	4,14	5,15	4,50	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	4,62	
250 ⁿ	5,40	3,31	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	4,14	3,31	0,04	2,30	1,64	1,82	1,34	1,34	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
251 ⁿ	0,00	0,99	0,99	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	1,64	2,00	2,48	2,00	1,34	0,33	0,51	0,00	0,00	0,81	0,81	0,51	0,81	0,81	
252 ⁿ	1,64	1,17	1,34	1,34	1,34	1,82	1,17	0,04	0,00	0,33	0,00	1,17	0,51	1,64	1,64	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
253 ⁿ	0,51	1,17	0,04	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,17	0,81	2,48	1,64	2,00	2,00	0,99	2,30	2,30	1,82	1,82	1,17	1,82	0,00	
254 ⁿ	0,04	2,48	2,30	3,01	2,30	2,00	2,00	1,82	1,34	2,00	3,01	3,01	2,48	3,01	2,30	1,64	1,64	1,64	0,51	0,00	0,00	0,00	0,33	0,51	
255 ⁿ	2,00	3,31	2,30	2,65	3,01	3,49	2,00	2,48	3,78	3,96	4,50	4,62	4,14	3,31	3,13	3,31	3,13	3,31	2,30	2,30	2,30	1,82	1,82	0,00	
256 ⁿ	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,82	2,00	2,48	1,82	1,82	0,99	0,81	0,81	0,81	0,00	0,81	
257 ⁿ	0,33	0,33	1,17	0,81	0,33	0,00	0,81	0,00	0,00	0,33	3,96	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	

258 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
259 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,14	4,14	4,62	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	3,96	5,40	5,27
260 ⁿ	5,40	4,62	0,33	2,00	5,15	4,80	5,40	5,40	4,50	2,65	1,34	2,00	1,82	2,48	2,65	3,31	3,13	2,48	2,00	1,17	0,15	0,00	0,00	0,51
261 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,51	1,34	0,00	0,00	0,81	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	1,17	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
262 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,82	1,64	2,00	2,00	2,00	2,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
263 ⁿ	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,33	0,33	0,51	0,99	0,81	1,82	1,82	1,82	1,82	2,00	1,64
264 ⁿ	0,81	0,81	0,81	0,99	1,17	4,50	5,40	5,40	4,80	3,01	0,81	0,00	0,00	0,00	0,99	1,64	3,13	2,65	4,50	5,40	5,15	4,80	5,27	5,27
265 ⁿ	4,62	4,62	4,62	3,96	3,78	3,78	4,14	4,14	4,14	3,96	3,78	2,65	0,00	1,34	2,30	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
266 ⁿ	5,40	4,80	4,80	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
267 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
268 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,62	3,96	3,49	3,96	3,96	3,78	3,31	3,31	3,49	3,13	3,01	3,01
269 ⁿ	2,65	2,00	1,64	1,64	2,00	1,34	0,33	0,00	0,00	0,00	0,33	1,17	1,64	2,48	2,65	3,31	2,48	2,30	1,34	0,81	0,81	0,99	0,99	2,65
270 ⁿ	2,65	1,17	1,34	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	3,13	3,78	3,78	4,50	3,78	3,49	3,49	3,49	4,50	3,49
271 ⁿ	3,31	4,62	4,80	4,80	5,40	3,78	4,80	5,27	5,40	5,40	5,15	4,62	3,78	4,14	4,14	4,62	5,27	4,62	4,62	3,01	3,31	3,01	2,48	1,82
272 ⁿ	1,82	2,00	2,00	2,00	3,78	3,49	3,78	2,65	3,01	2,00	2,30	0,51	0,81	1,17	1,64	0,81	2,00	0,15	2,00	2,48	2,30	1,64	3,49	3,78
273 ⁿ	2,65	1,64	1,17	0,81	0,00	0,00	0,00	1,82	2,00	1,64	0,81	0,00	1,34	1,64	1,64	2,00	0,51	0,99	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
274 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	2,00	1,17	2,48	1,82	3,13	3,78	3,49	2,65	2,48	2,00	0,99	1,82	3,31	3,13
275 ⁿ	4,14	3,96	3,31	4,50	3,49	5,40	5,40	3,78	4,80	3,31	2,30	3,31	3,13	3,96	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
276 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	4,62	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
277 ⁿ	5,40	5,40	0,99	4,62	3,78	4,14	4,32	5,40	5,40	5,40	3,31	4,14	5,40	4,62	4,62	4,14	4,50	4,62	5,15	4,80	5,15	5,15	3,01	3,49
278 ⁿ	3,31	3,01	4,14	3,96	3,78	4,14	5,15	5,15	5,40	4,62	3,49	3,49	3,31	3,31	3,78	3,31	3,01	3,13	1,82	1,82	0,04	0,00	0,00	0,00
279 ⁿ	0,00	0,00	0,00	1,82	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,34	1,64	1,64	1,64	2,00	3,01	2,48	2,00	2,30	2,00	1,17	2,00	3,01	3,01
280 ⁿ	2,30	1,82	3,96	3,49	3,31	0,99	4,80	1,34	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,27	5,40	5,15	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
281 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	4,50	3,31	4,80	5,40	5,15	4,62	4,50	4,62	4,14	4,50	4,50	4,62	3,31	3,13	3,01	3,01	2,48	2,65
282 ⁿ	1,64	1,17	1,34	1,34	0,51	1,34	0,57	0,81	1,17	1,17	0,99	1,64	2,48	2,00	1,82	3,01	3,78	3,01	2,65	3,01	2,65	2,65	2,30	2,65
283 ⁿ	3,13	3,01	3,31	3,31	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	3,96	4,50	4,14	4,50	4,14	4,14	3,01	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40

284 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	3,78	3,96	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	4,62	4,32	4,50	4,14	4,14	3,78	3,96	4,62	5,15	5,40	5,40
285 ⁿ	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,15	4,32	3,78	2,48	1,82	1,34	2,00	2,00	2,30	1,64	1,17	0,81	0,04	0,00	0,00	0,33	0,99	0,51	0,51
286 ⁿ	0,81	0,51	0,00	0,00	2,65	0,99	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
287 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,00	0,00	0,99	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00
288 ⁿ	0,99	0,33	1,34	0,33	0,00	0,00	0,00	3,13	3,96	4,14	4,14	4,50	4,62	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
289 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,27	5,40	5,27	5,40	4,62	5,15	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
290 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,01	0,00	3,01	4,62	5,40	5,15	4,50	4,50	4,14	4,80	4,62	4,62	4,14	3,49	3,78	3,78	4,14	4,14	5,15
291 ⁿ	4,62	4,50	4,62	3,49	3,01	2,00	1,76	1,64	1,34	1,64	1,82	1,64	1,82	2,48	1,34	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
292 ⁿ	0,99	1,64	2,30	0,51	2,48	2,48	2,30	4,62	5,27	4,62	4,62	5,40	5,40	5,40	4,62	4,50	3,01	3,01	2,65	2,00	3,13	1,34	0,33	0,00
293 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,00	0,33	0,33	0,00	3,01	3,13	3,49	4,14	3,96	3,49	2,65	3,13	1,82	2,30	1,34	2,48	2,00
294 ⁿ	2,00	2,30	3,31	2,48	1,82	0,00	0,00	0,99	1,82	3,78	4,62	3,96	3,01	4,80	3,01	2,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
295 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,15	0,00	1,34	0,81	0,99	1,34	3,13	2,65	3,13	2,65	2,30	3,13	3,96
296 ⁿ	3,96	3,49	3,01	3,13	4,14	4,80	2,95	3,13	2,65	1,82	2,00	2,48	2,65	3,13	3,01	3,96	3,01	3,01	3,13	2,30	2,00	2,30	3,13	2,65
297 ⁿ	3,13	3,49	3,96	1,82	3,13	3,13	4,14	4,14	5,15	3,31	3,96	5,40	5,40	5,40	4,62	3,49	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
298 ⁿ	3,49	3,49	3,96	3,96	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	4,14	3,96	4,14	5,15
299 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	4,62	5,27	5,15	5,40	4,80	4,14	3,96	5,40
300 ⁿ	5,40	5,15	4,14	4,32	4,32	3,96	3,49	2,30	1,17	0,00	0,00	0,00	0,33	0,99	0,00	0,00	1,64	1,82	1,64	0,51	1,34	1,64	1,17	3,13
301 ⁿ	3,49	4,62	4,62	4,50	4,14	5,27	5,40	3,78	3,13	3,31	3,31	3,49	3,78	4,62	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
302 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,62	4,14	3,78	4,62	4,50	4,14	3,96	4,14	4,14	3,96	5,40	4,14	5,40	5,40	5,40
303 ⁿ	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	4,62	4,50	4,50	4,80	4,14	3,13	3,13	3,01	3,31	4,14	5,40
304 ⁿ	3,96	4,32	2,30	5,40	5,40	5,40	5,40	3,31	4,50	4,14	3,13	2,48	3,01	3,13	3,13	3,13	3,13	2,30	2,00	1,64	1,64	2,00	2,30	0,33
305 ⁿ	3,96	4,32	2,30	5,40	5,40	5,40	5,40	3,31	4,50	4,14	3,13	2,48	3,01	3,13	3,13	3,13	3,13	2,30	2,00	1,64	1,64	2,00	2,30	0,33
306 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	0,00	0,51	2,00	3,49	3,31	3,13	2,48	2,00	2,48	1,64	1,82	3,01	3,13	2,48	4,14
307 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,13	5,40	5,40	5,40
308 ⁿ	5,40	5,40	5,27	5,40	4,62	4,62	4,14	3,01	3,96	5,27	5,15	5,15	4,62	3,78	3,13	1,82	1,17	1,82	0,99	0,81	1,17	0,81	0,81	2,00
309 ⁿ	4,62	5,40	5,15	5,15	3,01	2,65	5,40	2,48	2,30	3,96	3,01	3,78	5,15	3,96	3,13	2,30	1,82	0,81	0,33	0,33	0,51	0,04	0,00	0,33

310 ⁿ	0,33	2,65	0,99	1,34	1,34	0,00	0,99	1,82	3,01	3,31	5,15	4,14	3,31	4,14	3,78	2,65	2,48	2,00	1,17	1,64	2,48	2,65	3,01	3,01
311 ⁿ	2,48	3,01	2,48	1,82	2,30	1,34	1,34	2,00	0,99	2,65	0,81	2,65	3,78	3,96	3,78	2,65	2,00	3,78	1,82	2,30	2,48	1,64	3,31	1,34
312 ⁿ	0,51	0,00	0,00	1,17	0,33	0,00	1,34	0,04	2,48	2,00	2,48	4,50	5,15	5,40	5,40	4,14	5,40	5,15	3,49	1,64	0,81	4,62	2,00	0,81
313 ⁿ	0,33	2,48	1,64	0,00	0,04	0,81	2,48	1,82	3,01	3,49	5,27	4,80	3,78	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	2,65	5,40	5,40
314 ⁿ	5,15	5,15	5,40	3,78	4,14	4,14	2,65	2,48	4,62	4,62	5,40	3,01	3,31	3,78	4,62	3,78	2,48	4,14	4,14	4,14	3,78	4,14	4,14	3,31
315 ⁿ	4,80	4,14	0,51	0,81	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,51	0,00	1,64	1,17	1,17	2,00	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
316 ⁿ	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,33	0,81	0,51	1,34	4,62	3,78	1,17	2,00	2,48	2,00	2,48	2,30	2,00	2,00	3,01	4,14	4,62	4,14
317 ⁿ	4,80	4,80	4,68	5,15	3,78	3,78	3,78	3,78	3,01	4,62	4,14	5,15	5,15	4,14	3,31	2,48	3,49	4,14	4,14	3,78	3,31	3,31	1,64	2,48
318 ⁿ	1,34	0,04	2,48	3,13	3,01	1,34	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	2,48	4,62	5,15	5,15	5,40	5,15	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40
319 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
320 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
321 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,62	5,40	5,15	5,15	5,27	3,78	4,14	4,50	4,62	4,14	4,80	3,31
322 ⁿ	2,48	3,31	4,14	3,01	3,13	3,78	3,31	2,48	2,30	3,01	1,64	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,81	1,82
323 ⁿ	1,17	0,00	0,33	1,17	0,99	1,64	1,64	1,17	0,81	0,33	0,81	1,64	1,64	1,82	2,30	1,82	1,17	1,64	1,82	2,48	3,01	2,48	3,01	3,78
324 ⁿ	2,48	3,31	4,80	5,15	4,62	3,13	3,78	3,78	2,65	3,31	3,96	4,50	3,96	3,96	3,78	4,50	3,31	3,31	3,78	3,13	3,49	4,50	3,31	3,31
325 ⁿ	3,78	3,13	2,48	3,49	3,49	3,13	4,62	5,15	3,96	4,14	3,78	4,14	4,50	5,27	4,14	5,15	5,27	5,27	4,14	4,50	4,62	4,80	3,96	4,14
326 ⁿ	2,48	2,65	0,99	4,62	1,82	3,31	1,34	1,64	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
327 ⁿ	0,04	0,81	0,33	0,81	1,82	1,64	1,17	1,82	2,00	3,96	4,62	4,62	5,40	4,62	4,80	4,14	3,49	4,80	4,80	4,62	3,78	4,14	5,40	5,40
328 ⁿ	5,15	5,40	3,31	3,78	3,31	3,13	0,51	1,64	0,81	2,00	2,00	2,48	2,65	2,48	1,64	2,00	1,64	0,04	0,00	0,33	0,00	0,00	2,00	0,04
329 ⁿ	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	3,31	3,96	3,78	4,50	3,49	3,49	2,65	3,01	3,31	2,48	3,13	3,13	3,13	3,01	2,30	3,01	2,00	1,34
330 ⁿ	1,34	0,33	1,17	1,34	3,31	4,80	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	0,81	5,40
331 ⁿ	3,13	4,62	3,78	4,14	3,01	0,81	1,17	3,01	1,64	0,00	0,00	0,00	0,04	0,81	0,00	0,04	1,34	0,99	1,17	0,81	1,17	0,04	0,33	1,64
332 ⁿ	1,64	3,01	3,13	3,78	5,27	5,15	5,40	5,27	3,01	5,40	4,80	5,27	5,40	5,40	3,31	4,62	2,48	0,81	3,01	1,34	0,04	1,82	0,00	1,64
333 ⁿ	2,48	4,62	4,14	4,80	4,50	4,50	3,49	2,48	3,78	3,78	3,31	2,48	3,78	4,50	4,14	5,40	4,62	3,78	4,14	4,14	1,82	2,30	2,48	2,30
334 ⁿ	3,13	3,31	3,13	3,78	3,01	1,64	1,82	1,82	1,34	0,81	0,00	1,17	1,34	1,64	0,33	0,81	0,33	0,99	1,64	1,64	2,30	0,51	1,82	0,00
335 ⁿ	0,04	0,00	0,00	2,48	1,34	2,65	2,65	3,31	4,50	2,65	1,34	1,82	3,13	5,27	2,48	3,31	0,99	0,99	1,64	3,13	2,00	4,80	5,15	0,81

336 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	1,34	4,32	4,97	4,14	5,40	5,15	5,40	5,40	3,67	3,67	5,15	4,50	5,40	4,97	5,40	5,27	5,40	5,15	5,40
337 ⁿ	4,80	4,50	2,83	2,83	2,30	2,00	1,34	3,01	3,01	2,00	3,13	1,64	1,64	0,99	1,52	0,04	0,00	0,51	0,51	0,00	0,00	0,99	1,52	1,64
338 ⁿ	1,52	1,64	0,99	2,18	2,18	2,65	2,30	3,49	3,78	3,01	2,65	2,18	3,49	3,01	2,83	3,01	2,83	2,83	2,65	1,52	0,81	0,00	0,00	0,81
339 ⁿ	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	2,18	3,78	2,30	2,83	2,18	2,18	3,01	0,69	0,00	0,00
340 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,69	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,81	0,04	0,00	0,51	0,51	0,04	0,15	0,99	0,00	1,64	2,00
341 ⁿ	3,01	3,01	3,13	4,97	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
342 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,01	1,64	1,52	2,65	4,80	3,49	3,78	3,67	3,78	3,78	3,67	5,40	4,50	3,78	3,49	3,49	5,15	4,32
343 ⁿ	2,30	3,49	3,13	4,14	4,14	4,14	3,78	1,64	2,83	2,18	1,34	0,69	0,00	0,15	1,34	2,30	2,30	2,18	1,34	1,52	1,64	1,34	0,00	0,00
344 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,64	2,30	3,96	3,01	2,83	2,30	2,83	3,13	2,83	3,01	3,49	3,01	3,78	4,50	4,97	4,80	4,80
345 ⁿ	4,80	5,40	5,40	4,97	5,40	5,40	5,27	5,40	5,15	5,40	5,27	5,40	5,27	4,32	4,80	5,15	4,14	4,32	5,15	4,14	4,14	3,78	5,40	5,40
346 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	3,49	4,50	4,80	5,40	5,40	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
347 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
348 ⁿ	5,40	5,27	3,78	5,15	5,27	4,80	5,15	4,80	3,67	2,30	3,49	3,13	2,30	3,01	4,14	4,14	3,67	3,13	3,13	3,49	3,49	4,32	2,65	2,30
349 ⁿ	3,01	2,65	3,01	3,01	1,64	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,34	0,51	0,81	0,51	0,51	0,51	0,69	0,00	0,00	0,00	0,51
350 ⁿ	4,50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
351 ⁿ	3,96	3,96	2,30	1,34	1,34	2,48	3,13	3,78	3,31	3,31	3,01	3,49	3,49	3,96	3,78	2,48	2,00	2,00	1,64	2,00	2,00	0,81	2,30	1,64
352 ⁿ	1,34	0,99	2,48	3,78	2,48	1,17	0,04	0,00	0,00	0,33	2,48	1,82	1,64	2,48	2,00	1,34	1,17	0,51	0,00	0,00	1,64	1,64	0,99	1,34
353 ⁿ	2,00	1,64	0,81	0,99	0,33	2,48	0,81	1,82	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	3,49	1,64	1,64	3,31	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
354 ⁿ	0,51	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	3,78	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
355 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	5,15	4,80	4,62	4,14	3,96	5,15	3,31
356 ⁿ	3,96	3,49	3,78	2,48	1,82	1,34	0,00	0,81	0,81	1,17	1,82	2,48	1,17	1,17	0,33	0,81	0,99	2,00	1,17	1,64	3,49	4,50	3,13	2,48
357 ⁿ	3,31	3,01	3,31	3,78	5,40	4,62	3,78	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	4,62	5,40	5,40	5,40	5,27	5,40	5,27	4,14	4,14	4,14	3,78	5,15
358 ⁿ	4,14	3,01	2,00	2,65	2,00	1,64	1,17	3,78	4,62	5,15	5,15	5,40	5,40	5,40	5,40	5,15	4,62	5,15	4,80	5,15	4,62	4,50	5,15	3,78
359 ⁿ	3,78	4,50	3,78	3,78	3,01	3,96	4,14	4,14	3,96	3,78	4,80	3,78	4,14	4,50	5,40	5,27	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	4,80	5,40	5,40
360 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,27	5,27	5,27	5,40	5,40	5,40	4,80	4,50	3,96
361 ⁿ	4,50	4,50	3,49	3,96	3,31	3,78	4,62	3,78	2,65	2,48	3,01	1,64	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

362 ⁿ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	1,17	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,81	0,00	0,00	0,00
363 ⁿ	0,00	0,00	0,15	0,81	3,01	4,80	4,14	4,50	3,96	5,15	5,40	5,27	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
364 ⁿ	5,40	5,40	5,40	5,40	3,49	4,14	3,31	2,48	2,48	3,49	3,49	4,14	4,14	3,49	3,31	2,48	1,82	1,17	0,81	0,81	1,82	1,82	1,17	1,64
365 ⁿ	3,13	3,01	2,65	4,14	3,49	2,48	2,65	2,65	2,48	3,96	3,96	3,78	2,65	5,15	4,62	3,96	3,49	2,65	0,81	0,81	1,82	1,82	0,00	0,00
366 ⁿ	3,13	3,01	2,65	4,14	3,49	2,48	2,65	2,65	2,48	3,96	3,96	3,78	2,65	5,15	4,62	3,96	3,49	2,65	0,81	0,81	1,82	1,82	0,00	0,00
Συνολική Παραγόμενη Ενέργεια ανά έτος (kWh)	25040,43																							

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ι. Κλ. Καλδέλλης, *Διαχείριση της αιολικής ενέργειας*, 2005.
- [2] University Of Massachusetts Amherst, Wind Energy Center, *Wind Energy Center Alumni and the Early Wind Industry*, available at: <http://www.umass.edu/windenergy/about.history.alumni.php> (Accessed in October 2011).
- [3] Environmental and Energy Study Institute, Fact Sheet, *Offshore Wind Energy*, October 2010.
- [4] J. Cace, E. ter Horst, K. Syngellakis, M. Niel, P. Clement, R Heppener, E Peirano, *Urban wind turbines: guidelines for small wind turbines in the built environment*, Wineur, 2007.
- [5] L. Ledo, P.B. Kosasih, P. Cooper, *Roof mounting site analysis for micro-wind turbines*, *Renew. Energ.*, 36, 1379-1391, 2011.
- [6] A.S. Bahaj, L. Myers, P.A.B. James, *Urban energy generation: Influence of micro-wind turbine output on electricity consumption in buildings*, *Energ. Buildings*, 39, 154-165, 2007.
- [7] S.L. Walker, *Building mounted wind turbines and their suitability for the urban scale- A review of methods of estimating urban wind resource*, *Energ. Buildings*, 43, 1852-1862, 2011.
- [8] M.F. Yassin, *Impact of roof shape and its height of building on air quality in urban street canyons*, *Atmos. Environ.*, In Press
- [9] G. Marsh, *No child's play? Making small wind pay*, *Renewable Energy Focus*, September/October, 30-36, 2008.
- [10] Homepower magazine, Wind Electricity Basics, available at: <http://homepower.com/basics/wind/#ACBreakerPanel> (Accessed in November 2011).
- [11] Ι.Κ. Καλδέλλης, Κ.Α. Καββαδίας, *Αυτόνομες υβριδικές εγκαταστάσεις ήπιων μορφών ενέργειας*, Νοέμβριος 2005.
- [12] Centurion Energy, Types of Wind Turbines, available at: <http://centurionenergy.net/types-of-wind-turbines> (Accessed in October 2011).
- [13] Prepared for the Office of Industrial Technologies, US Department of Energy, By Princeton Energy Resources International, LLC. Dan Ancona and Jim Mc Veigh, *Wind Turbine-Materials and Manufacturing*, Fact Sheet, August 29, 2001.
- [14] Γ. Μπεργελές, *Ανεμοκινητήρες*, 2005.
- [15] Δρ. Περικλής Κορωνάκης, *Εργαστηριακή Ρευστομηχανική II*, 2006.
- [16] David Wood, *Small Wind Turbines Analysis, Design and Application*, 2011.
- [17] Manufacturing, R&D Winder Tower, available at: <http://windertower.com/> (Accessed in October 2011).
- [18] What is wind turbine furling, available at: <http://www.reuk.co.uk/What-is-Wind-Turbine-Furling.htm> (Accessed in October 2011).
- [19] K. Rudion, A. Orths, Z. Styczynski, *Modelling of Variable Speed Wind Turbines with Pitch Control*, Securing Critical Infrastructures, Grenoble, October 2004.
- [20] Αιολική Ενέργεια και Ανεμογεννήτριες, available at: <http://www.anemogennitria.gr/> (Accessed in October 2011).
- [21] AWEA, *Small Wind Turbine Global Market Study*, Year Ending 2009.
- [22] AWEA, *U.S. Small Wind Turbine Market Report*, Year Ending 2010.
- [23] BWEA, *Small Wind Systems UK Market Report*, 2011.

- [24] California Energy Commission, *Emerging Renewables Program Guidebook*, 12th Edition, November 2011.
- [25] J.K. Kaldellis, K.A. Kavadias, Cost-benefit analysis of remote hybrid wind-diesel power stations: Case study Aegean Sea islands, *Energ. Policy*, 35, 1525-1538, 2007.
- [26] All small wind turbines, available at: <http://www.allsmallwindturbines.com/>, (Accessed in December 2011).
- [27] The Scottish Government, *Permitted Development Rights: Domestic Wind Turbines and Air Source Heat Pumps*, 2009.
- [28] British Wind Energy Association, *Small Wind Turbine Performance and Safety Standard*, March 2008.
- [29] American Wind Energy Association, *Small Wind Turbine Performance and Safety Standard*, January 2009.
- [30] Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Τεύχος Δεύτερο, Αριθμός Φύλλου 663, Ημερομηνία: 26 – Μαΐου – 2006.
Available at: <http://www.rae.gr/downloads/sub2/KYA104247-8.pdf> (Accessed in October 2011)
- [31] Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, Συνοπτικός οδηγός για μικρές ανεμογεννήτριες. Available at: <http://www.eletaen.gr> (Accessed in October 2011)
- [32] Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Τεύχος Πρώτο, Αριθμός Φύλλου 85, Ημερομηνία: 4 – Ιουνίου – 2010. Available at: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=pnhppGnURds%3d&tabid=506>
- [33] Έντυπα της Δ.Ε.Η. για εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια και γήπεδα. Available at: <http://www.dei.gr/Documents/Αίτηση%20για%20ΦΒ%20ΧΤ%20σε%20κτίριο%20μέχρι%20100kW.%20V.22.10.10.pdf>, and: <http://www.dei.gr/Images/Αίτηση%20για%20ΦΒ%20ΜΤ%20επί%20γηπέδου%20άνω%20των%20100%20και%20έως%20500%20kW.pdf> (Accessed in October 2011)
- [34] *Warwick Wind Trials*, Available at: <http://www.warwickwindtrials.org.uk/index.html> (Accessed in June 2011).
- [35] *WINEUR-Wind Energy Integration in the Urban Environment*, Available at: <http://www.urbanwind.net/wineur.html> (Accessed in June 2011).
- [36] K. Syngellakis, P. Robinson, *Urban wind turbines: development of the UK market*. In: *European Wind Energy Conference 2006*. Athens, Greece, 2006.
- [37] Encraft, 2008, *Warwick Wind Trials Fourth Interim Report*, Available at: <http://www.warwickwindtrials.org.uk/resources> (Accessed in June 2011).
- [38] S. Shaw, *Progress Report on Small Wind Energy Development Projects Receiving Funds from the Massachusetts Technology Collaborative (MTC)*, 2008, Available at: <http://www.ualberta.ca/~mtymree/SWIEP/Docs/CadmusGroupReport20041408.pdf> (Accessed in June 2011).
- [39] A. Zhang, C. Gao, L. Zhang, *Numerical simulation of the wind field around different building arrangements*, *Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 93, 891-904, 2005.
- [40] B. Blocken, J. Carmeliet, T. Stathopoulos, *CFD evaluation of wind speed conditions in passages between parallel buildings-effect of wall-function roughness modifications for the atmospheric boundary layer flow*, *Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 95, 941-962, 2007.
- [41] AWEA, *Roadmap: A 20 Year Industry Plan for Small Wind Turbine Technology*, June 2002.