



ΣΧΟΛΗ «ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ (CAD)

«Σχεδιασμός και τοποθέτηση ανεμογεννήτριας σε υφιστάμενο ανεμόμυλο για την λειτουργία παραδοσιακής τουριστικής κατοικίας»

Ρασούλη Αγγελική

Επιβλέπων καθηγητής: Μπιλάλης Νικόλαος

Χανιά

Οκτώβριος 2021

Ρασούλη Αγγελική

«Σχεδιασμός και τοποθέτηση ανεμογεννήτριας σε υφιστάμενο ανεμόμυλο για την
λειτουργία παραδοσιακής τουριστικής κατοικίας»

Οι εξεταστές

Μπιλάλης Νικόλαος
Σταυρουλάκης Γεώργιος
Κουλουριδάκης Παύλος

Ο επιβλέπων

Μπιλάλης Νικόλαος

Ευχαριστώ

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Νικόλαο Μπιλάλη,
για την καθοδήγηση και βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη
την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Τον Γαβριήλ, τον Γιώργο, τον Ιωσήφ και τον Νικηφόρο για
την στήριξη και την πολύτιμη βοήθεια όλων αυτών τον
καιρό.

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	6
1^ο Ανεμογεννήτριες	8
1.1 Ιστορική αναδρομή	8
1.2 Ανεμογεννήτριες σήμερα	9
1.3 Υπολογισμός αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια της οικίας	14
1.4 Η Windsport 3.5 kw	15
2^ο Σελί Αμπέλου	19
2.1 Ιστορία και χαρακτηριστικά τόπου	19
2.2 Ο μύλος στο Σελί Αμπέλου	20
2.3 Τοποθέτηση ανεμογεννήτριας στο κτίσμα	24
3^ο Σχεδίαση σε σύστημα CAD	26
3.1 Μεθοδολογία σχεδίασης	26
3.2 Μεθοδολογία συναρμολόγησης	28
3.3 Δένδρο συναρμολόγησης.....	29
3.4 Τελική διάταξη.....	31
4^ο Επιδιώξεις	32
4.1 Οικονομικές επιδιώξεις.....	32
4.2 Πολιτιστικές επιδιώξεις.....	34
4.3 Σχεδιαστικές επιδιώξεις	36
4.4 Περιβαλλοντικές επιδιώξεις.....	37
Συμπεράσματα	39
Βιβλιογραφία	40
Παράρτημα 1	42
Παράρτημα 2	59

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την ανάδειξη του μυλότοπου στο Σελί Αμπέλου του οροπεδίου Λασιθίου, μέσω της επαναλειτουργία ενός πρώην αλεστικού μύλου, ως παραδοσιακή τουριστική κατοικία. Η κατοικία αυτή, θα είναι πλήρως αυτόνομη με την βοήθεια μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας, η οποία σχεδιάστηκε ακριβώς για της ανάγκες του κτίσματος, εφόσον θα τοποθετηθεί στο εσωτερικό του, στην θέση του άλλοτε ξύλινου μηχανισμού άλεσης. Η σύγχρονη αυτή ανεμογεννήτρια, ονομαστικής ισχύς 5kw και θα είναι σε θέση να καλύπτει τις ανάγκες της κατοικίας σε ηλεκτρική ενέργεια, καθώς το αιολικό δυναμικό τόπου, καθιστά την περιοχή του οροπεδίου, άκρως αποδοτική.

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορία των μύλων και πώς με την πάροδο του χρόνου, εξελίχθηκαν στις ανεμογεννήτριες που γνωρίζουμε σήμερα, όπως την ανεμογεννήτρια που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία. Οι πρώτοι μύλοι, είχαν κυρίως αλεστικό και αντλητικό σκοπό και έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της γεωργίας. Σήμερα, οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται κατά κόρον για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς είναι μια από τις πιο διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με πληθώρα μορφών και μεγεθών στην αγορά. Έπειτα παρατίθενται τα στοιχεία ηλεκτρικής κατανάλωσης για το τουριστικό κατάλυμα. Ενώ τέλος παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της Windsport 3.5, που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρατίθεται η ιστορία και τα χαρακτηριστικά του Σελί Αμπέλου. Ο τόπος είναι γνωστός για την παράδοση του, στην κατασκευή και χρήση μύλων, καθώς οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στο οροπέδιο και οι ταχύτητες των ανέμων, ώθησαν τους κατοίκους από νωρίς να εκμεταλλευτούν τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά προς όφελος τους. Ακόμη, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του μύλου στον οποίον έγινε η προσθήκη μαζί με τα σχέδια της στατικής αποκατάστασης του.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά την 3D σχεδίαση της ανεμογεννήτριας που έγινε στο περιβάλλον του Solidworks 2017. Πιο συγκεκριμένα, βλέπουμε τις μεθοδολογίας σχεδίασης και συναρμολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για την περάτωση της εργασίας, το δένδρο συναρμολόγησης όπως και τα σχέδια της τελικής διάταξης.

Τέλος στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις επιδιώξεις της διπλωματικής αυτής θέσης. Αυτές είναι, αρχικά οι οικονομικές απολαβές που θα έχει το εν λόγω εγχείρημα σε συνδυασμό με το θετικό αντίκτυπο που μπορεί να προκαλέσει αυτό, στο γενικό σύνολο της περιοχής μέσω του αγροτουρισμού. Οι πολιτιστικοί στόχοι, που οδήγησαν στην συγκεκριμένη επιλογή τοποθέτησης της σύγχρονης ανεμογεννήτριας εντός του παραδοσιακού ανεμόμυλου, με σκοπό, αφενός να διαφοροποιηθεί σαφώς από το υφιστάμενο κτίσμα και αφ' ετέρου να προσδώσει

μια νεωτερική αξία με αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον. Οι σχεδιαστικοί στόχοι, που αφορούν την ορθή τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας στο κτίσμα. Ενώ τέλος παρατίθενται οι περιβαλλοντικές επιδιώξεις της εν λόγω εργασίας.

Η πρόταση αυτή έρχεται ως μια μετεξέλιξη της μεταπτυχιακής διατριβής του συναδέρφου Νύκταρη Γαβριήλ «Δομική αποκατάσταση και πρόταση επανάχρησης ανεμόμυλου από φέρουσα λιθοδομή *Σελί Αμπέλου – Οροπέδιο Λασιθίου*», στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος της Σχολής αρχιτεκτόνων μηχανικών του πολυτεχνείου Κρήτης «Χώρος σχεδιασμός και δομημένο περιβάλλον *“Ολοκληρωμένος σχεδιασμός σε ιστορικό δομημένο περιβάλλον με προηγμένες τεχνολογίες και υλικά”*».

Στο τέλος βρίσκονται το παράρτημα της κατανάλωσης κόστους χρήσης οικιακών συσκευών, του εγχειρίδιου της Windsport 3.5 kw καθώς και το παράρτημα μοντέλων.

Abstract

The present dissertation aims to highlight the mill site in Seli Ampelos of the Lassithi plateau, through the reopening of a former mill, as a traditional tourist residence. This house will be fully autonomous with the help of a modern wind turbine, which will be designed exactly for the needs of the building, if it is placed inside, in place of the former wooden milling mechanism. This modern wind turbine, rated power 5kw will be able to meet the needs of the house in electricity, as the wind potential of the place, makes the area of the plateau, highly efficient.

In more detail, in the first chapter, are being presented the history of the mills and the way they evolved into wind turbines, trough out the time, as we know them, nowadays, similarly to the wind turbine that we used in this project. The first mills had mainly grinding and pumping purpose and played a very important role in the development of agriculture. Today, wind turbines are widely used to generate electricity, as they are a widespread renewable energy source, with a variety of shapes and sizes on the market. Finally, the technical characteristics of Windspot 3.5, which was used in the work, are presented.

In the second chapter, the history and characteristics of Seli Ambelos are being referred. The place is well known for its tradition in the construction and use of mills, as the prevailing weather conditions on the plateau and the velocities of the wind, pushed the inhabitants to take advantage of these special features for their own privilege. Also, the characteristics of the mill into which the wind turbine was added, are presented together with the plans of its static restoration.

The third chapter concerns the 3D design of the wind turbine, in the Solidworks 2017 program environment. More specifically, we see the design and assembly methodology used to complete the work, the assembly tree as well as the drawings of the final lay out.

Finally, in the 4th chapter, reference is made to the aspirations of this diplomatic position. These are, firstly, the financial benefits, that this project will have, combined with the positive impact that this can cause, on the general area as a whole through agrotourism. The cultural objectives that led to the specific choice of placing the modern wind turbine within the traditional windmill, in order, on the one hand, to be clearly differentiated from the existing building and on the other hand to give a modern value with architectural interest. The design objectives, which concern the proper placement of the wind turbine in the building. Finally, the environmental objectives of this work are set out.

This proposal comes as an evolution of the postgraduate dissertation of my colleague Nyktaris Gabriel «Structural restoration and proposal of reuse of a windmill from a stone structure Seli Ampelou - Lassithi Plateau», within the postgraduate program of the School of Architecture Engineers of the Technical

University of Crete "Integrated design in a historically built environment with advanced technologies and materials".

At the end there are the appendix on the cost of using home appliances and the Windspot 3.5 kw manual as well as the appendix of models.

1^ο Ανεμογεννήτριες

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ανάπτυξη της γεωργίας, με κύριο προϊόν τα δημητριακά, θεωρείται σαν ένα από τα πιο σημαντικά ορόσημα στην ιστορία της ανθρωπότητας. Στην αρχή ο άνθρωπος έτρωγε τους σπόρους νωπούς, ξηρούς ή ελαφρά ψημένους ενώ αργότερα σκέφθηκε να τους κομματιάσει για να παρασκευάσει χυλό. Με την προτροπή της άλεσης λοιπόν, η πρώτη προσέγγιση έγινε με κυλινδρικές πέτρες που τις κινούσε πάνω σε πλάκες (τριπτύρες), η δεύτερη με το ιγδίο ή γουδί, ενώ δεν είναι ακριβώς γνωστό πότε φτάσαμε στο τρίτο στάδιο της εξέλιξης, δηλαδή στους περιστρεφόμενους μύλους, χειρόμυλους. Αρχικά οι μύλοι ήταν ανθρωπόμυλοι στους οποίους εργάζονταν δούλοι, ενώ στην συνέχεια εμφανίζονται οι ζωόμυλοι, οι οποίοι υπερείχαν των πρώτων σε μέγεθος και παραγωγική ικανότητα.

Ο ανεμόμυλος για τη λειτουργία του οποίου χρησιμοποιήθηκε η αιολική ενέργεια, αποτελεί το πιο σύνθετο δημιούργημα μηχανισμού ευρείας χρήσεως της προβιομηχανικής τεχνολογίας. Η πρώτη γνωστή εμφάνιση αλεστικού ανεμόμυλου τοποθετείται περίπου στο 700 μ.Χ. στο Σεϊστάν της Περσίας, αλλά με οριζόντια περιστροφή της ψάθινης φτερωτής του, ενώ με τη γνωστή «ολλανδική» μορφή με όρθια ξύλινη φτερωτή, εμφανίζεται κατά πάσα πιθανότητα στην περιοχή της Φλάνδρας περί το 1000 μ.Χ., και γι' αυτό όμως υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη περίπτωση χρήσης τροχού που κινείται με την βοήθεια του ανέμου για την λειτουργία μηχανής, είναι ο ανεμόμυλος του Ήρωνα της Αλεξάνδρειας τον 1^ο αιώνα μ.Χ. Ο ανεμόμυλος αυτός ήταν οριζοντίου άξονα και αποτελούταν από τέσσερα πτερύγια. Γύρω στο 750 μ.Χ. στη Μεσοποταμία και την Κίνα άρχισαν να χτίζονται ανεμόμυλοι κατακόρυφου άξονα περιστροφής. Αυτούς τους ανεμόμυλους έφεραν στην Ευρώπη καταρχάς οι Σταυροφόροι, μετά την Α΄ Σταυροφορία και αργότερα οι εξερευνητές της Κίνας. Γνώρισαν εξάπλωση στην Ιβηρική και τη Νότια Ευρώπη. Αργότερα, γύρω στο 1500, χρησιμοποιήθηκαν στην Ολλανδία σαν μέρος του αντιπλημμυρικού συστήματος της χώρας. Κυρίως χρησιμοποιήθηκαν για την άλεση γεωργικών προϊόντων και την άντληση νερού.

Η χρήση της αιολικής ενέργειας για κίνηση μηχανισμού στον ελλαδικό χώρο, περιορίστηκε στους ανεμόμυλους και στους αντλητικούς μύλους. Παραμένει άγνωστο το πώς ο ανεμόμυλος έφθασε στην ανατολική Μεσόγειο, όμως καθιερώθηκε κατά την Βυζαντινή περίοδο, γνωρίζοντας ακόμα μεγαλύτερη διάδοση κατά την περίοδο της Φραγκοκρατίας, κυρίως στο ανατολικό Αιγαίο αλλά και στην ενδοχώρα. Η μορφή του παραδοσιακά απαρτιζόταν από ένα διώροφο πέτρινο κτίσμα κυλινδρικής μορφής, όπου στον ισόγειο γινόταν η άλεση και η αποθήκευση των σιτηρών, ενώ στην επάνω όροφο βρισκόταν ο άξονας και το σύστημα

μετάδοσης της κίνησης. Όσον αφορά τα πτερύγια, ήταν κατασκευασμένα από πανί και είχαν μήκος που κυμαινόταν στα 5-15 μέτρα και πλάτος ίσο με το 1/5 του μήκους τους. Χρησιμοποιήθηκε παντού σαν αλεστικός μύλος σιτηρών, όπου μπορούσε να αλέσει 20-70 κιλά σιτηρών ανά ώρα, ανάλογα με την ένταση και την φορά του ανέμου, ενώ σαν αντλητικός δούλεψε από παλιά κυρίως στη Ρόδο, στην Κω και αργότερα στην Κρήτη.

Η χρησιμότητα του ανεμόμυλου από την αρχαιότητα έως σήμερα είναι αδιαμφισβήτητη και έχει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη πολλών πτυχών της ζωής του ανθρώπου όπως την γεωργία, την οικονομία, και την επιστημονική πρόοδο. Κάποιες από αυτές τις χρησιμότητες είναι:

- Άλεση των σιτηρών
- Αποξήρανση εδαφών
- Άντληση νερού
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

1.2 Ανεμογεννήτριες σήμερα

Ο σκοπός των ανεμογεννητριών (Α/Γ), όπως τις γνωρίζουμε σήμερα είναι η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλα αυτά δεν είναι όλη η ποσότητα της αιολικής ενέργειας διαθέσιμη για παραγωγή. Η ποσότητα της αιολικής ενέργειας που είναι διαθέσιμη για παραγωγή ενέργειας σε οποιαδήποτε τοποθεσία, ονομάζεται πυκνότητα ισχύος αέρα (Wind Power Density). Η ισχύς μίας δέσμης αέρα ισούται με :

$$P_{\text{αέρα}} = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Όπου,

ρ : πυκνότητα αέρα

A: εμβαδόν επιφάνειας σάρωσης (στην προκυμμένη περίπτωση το εμβαδόν κύκλου με ακτίνα ίση με το μήκος του πτερυγίου)

V: ταχύτητα αέρα

Η τιμή της πυκνότητας του αέρα εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση P και την απόλυτη θερμοκρασία T της περιοχής που μελετάμε σύμφωνα με το νόμο ιδανικών αερίων:

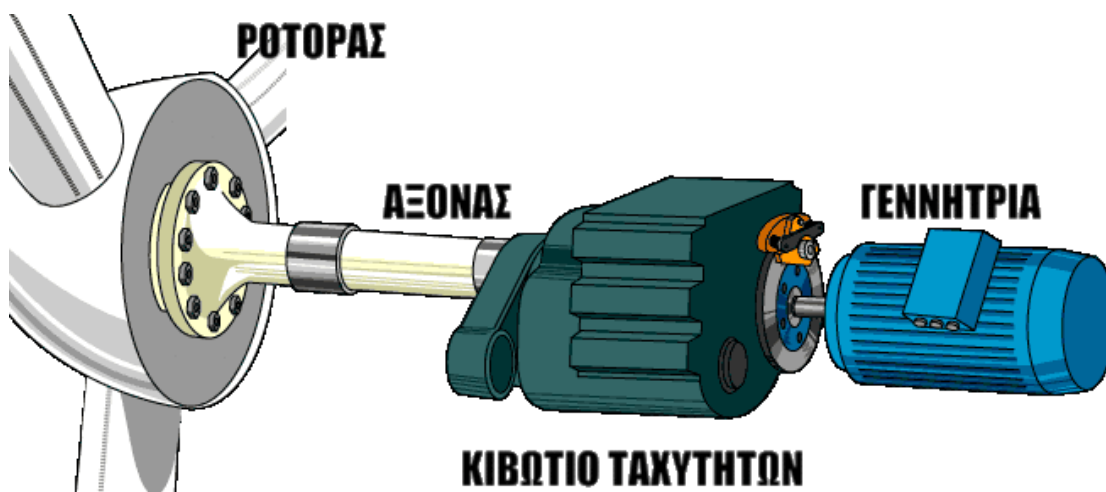
$$\rho = \frac{P}{RT}$$

R: σταθερά Rutherford η παγκόσμια σταθερά αερίων

Οι ανεμογεννήτριες κατηγοριοποιούνται σε οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα, ως προς την διεύθυνσή των πτερυγίων σε σχέση με τον πυλώνα και σε micro, μικρές, μεσαίες και μεγάλες, ως προς το μέγεθος τους. Τα κύρια μέρη μιας Α/Γ τα οποία και θα δούμε παρακάτω στο σχεδιαστικό κομμάτι είναι :

- Η βάση
- Ο πυλώνας
- Το κέλυφος
- Τα πτερύγια/ πτερωτή
- Ο ρότορας
- Η άτρακτος
- Το κιβώτιο ταχυτήτων
- Το φρένο
- Η ηλεκτρική γεννήτρια
- Τα συστήματα ελέγχου

Στην Εικόνα 1.1. βλέπουμε ενδεικτικά την λειτουργία στο εσωτερικό της Α/Γ.



Εικόνα 1.1 Πηγή: <https://www.oleng.eu/anemogenitria-times-leitourgia/>

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες με βάση την διεύθυνση του άξονα τους:

- Οριζοντίου άξονα (HAWT - Horizontal Axis Wind Turbines)
- Κατακόρυφου άξονα (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines)

Οριζοντίου άξονα



Οριζοντίου άξονα Πηγή:
<https://www.anemogennitria.gr/hawt-vs-vawt.htm>

Οι οριζοντίου άξονα περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα οριζόντιο ως προς το επίπεδο του εδάφους και παρουσιάζουν περισσότερα πλεονεκτήματα από τις κατακόρυφους. Η διάταξη τους απαρτίζεται από έναν πυλώνα κάθετο στο έδαφος, πάνω στον οποίον τοποθετείται ο πύργος. Ο πύργος με την σειρά του περικλείει στο εσωτερικό του τα λειτουργικά κομμάτια της ανεμογεννήτριας, δηλαδή τον άξονα περιστροφής, τα συστήματα πέδησης και ελέγχου, την ηλεκτρική γεννήτρια, το κιβώτιο ταχυτήτων καθώς και τον στρόφειο, περιμετρικά του οποίου τοποθετούνται τα πτερύγια.

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα παρουσιάζουν διαφορές όσον αφορά το μέγεθος τους. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τέσσερα μεγέθη ανεμογεννητριών, οι micro, οι μικρές, οι μεσαίες και οι μεγάλες. Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνονται αναλυτικότερα τα χαρακτηριστικά του κάθε μεγέθους.

Μέγεθος Α/Γ	Ισχύς εξόδου (Kw)	Ύψος πύργου (m)	Διάμετρος στρόφειο (m)	Εμβαδόν σάρωσης (m^2)
Micro	>1	-	<1	<1
Μικρές	1-50	5-30	1-16	1-200
Μεσαίες	50-1000	30-70	16-55	200-2400
Μεγάλες	>1000	>50	>55	>2400

Πίνακας 1.1

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ένα τύπος μικρής ανεμογεννήτριας παραπλήσιων χαρακτηριστικών με αυτής του πίνακα 1.1, όπως θα δούμε στην συνέχεια.

Υπάρχει ακόμη μια κατηγοριοποίησή αυτών των Α/Γ, συγκριτικά με την θέση των πτερυγίων σε σχέση με τον πυλώνα. Οι δύο διατάξεις που προκύπτουν είναι:

- Η προσήμεμη διάταξη, στην περίπτωση της οποίας, κατά την διάρκεια της λειτουργίας της Α/Γ, ο άνεμος προσπίπτει πρώτα στα πτερύγια της και στην συνέχεια στον πυλώνα της. Το μεγαλύτερο ποσοστό Α/Γ που κυκλοφορεί στην αγορά ανήκει σε αυτήν την κατηγορία.
- Η υπήνεμη διάταξη, στην περίπτωση της οποίας, κατά την διάρκεια της λειτουργίας της Α/Γ, ο άνεμος προσπίπτει πρώτα στον πυλώνα της και στην συνέχεια στα πτερύγια της. Δεν χρειάζονται ουρά για να λειτουργήσουν, ενώ

υπάρχει περίπτωση αστοχίας τους όταν η κατεύθυνση του ανέμου γίνεται αντίθετη απότομα.

Κατακόρυφου άξονα

Οι οριζοντίου άξονα περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο ως προς το επίπεδο του εδάφους. Σε αντίθεση με την προηγούμενη κατηγορία οι Α/Γ κατακόρυφου άξονα, δεν χρειάζεται να είναι στραμμένες προς την κατεύθυνση του ανέμου, έτσι ώστε να είναι λειτουργικές. Αυτό τις κάνει να είναι πιο αποδοτικές σε περιοχές μεταβαλλόμενου αέρα σε σύγκριση με τις Α/Γ οριζόντιου άξονα.

Παρόλα αυτά, παραμένουν σημαντικά λιγότερο αποδοτικές από τις κλασσικές οριζόντιου τύπου. Κάποιες χαρακτηριστικές Α/Γ κατακόρυφου τύπου είναι η Darrieus, η H-rotor και η Savonius. Η Savonius είναι η πιο εύκολη ως προς την κατασκευή της, έχει όμως την χαμηλότερη απόδοση. Ενώ, η Darrieus είναι η πιο αποδοτική, χωρίς ωστόσο να πλησιάζει την απόδοση μιας σωστά σχεδιασμένης Α/Γ οριζοντίου τύπου, γι' αυτό και άλλωστε έχουν κυριαρχήσει στην αγορά.



Darrieus



H-rotor



Savonius

Darrieus, Πηγή: Κυρίος Γεώργιος, «Αιολικό πάρκο -Μελέτη και ανάλυση της λειτουργίας των ανεμογεννητριών».

Αναφορικά για κάθε τύπου άξονα Α/Γ υπάρχουν τα εξής πλεονεκτήματα. Αρχικά για τις Α/Γ κατακόρυφου άξονα ισχύουν:

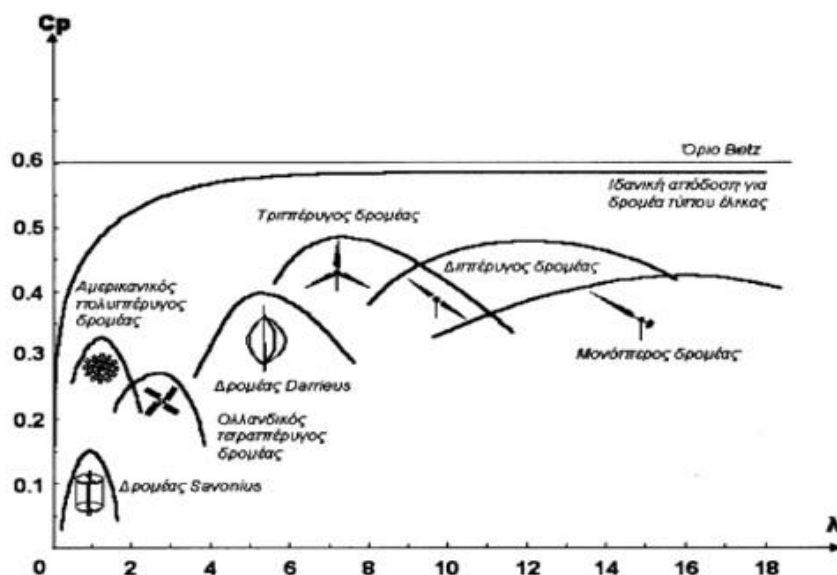
1. Ευκολότερές ως προς την κατασκευή τους, κυρίως λόγω των πτερυγίων και το γεγονός ότι δεν χρειάζεται σύστημα πέδησης για υψηλές ταχύτητες ανέμου.
2. Δεν υπάρχει ανάγκη αναπροσανατολισμού τους, σε κάθε αλλαγή της φοράς του ανέμου, πράγμα που τις καθιστά καταλληλότερες σε περιοχές, όπου ο άνεμος δεν είναι σταθερός ή που υπάρχουν εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο.
3. Το κόστος κατασκευής τους είναι πιο μικρό σε σύγκριση με τις Α/Γ οριζοντίου άξονα.
4. Είναι περισσότερο ασφαλείς, διότι δεν κινούνται στις μεγάλες ταχύτητες περιστροφής που κινούνται οι οριζόντιου τύπου.

Από την άλλη μεριά, τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι Α/Γ οριζοντίου άξονα είναι τα εξής:

1. Έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό απόδοσης που φτάνει το 30%-40% σε σχέση με τις προηγούμενες που δεν ξεπερνούν το 15%.
2. Δουλεύουν σε μεγαλύτερες στροφές άρα δεν χρειάζονται τόσο υψηλούς ανέμους.
3. Έχουν υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή

Παρακάτω παρατίθεται συνοπτικά ένας πίνακας με τις αποδόσεις διαφόρων τύπων Α/Γ, σε σχέση με τον $\lambda = (\omega \cdot R)/V$, δηλαδή του αδιάστατου λόγου του της ταχύτητας του ακροπερυγίου του δρομέα και του συντελεστή ισχύος C_p . Συνοψίζοντας, γίνεται κατανοητό ότι η μεγάλη αυτή ποικιλία σε επιλογές ανεμογεννητριών αντικατοπτρίζει τις διαφορετικές ανάγκες και χρήσεις που υπάρχουν πλέον στον τομέα της αιολικής ενέργειας.

Παραδείγματος χάριν, κάποιος μπορεί να θέλει να καλύψει τις ανάγκες του για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε οικιακό επίπεδο, ενώ κάποιος άλλος μπορεί να ενδιαφέρεται για εγκατάσταση ενός ολόκληρου αιολικού πάρκου. Ακόμη, οι καιρικές συνθήκες και ο περιβάλλοντας χώρος γύρω από την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας, είναι δύο πολύ βασικοί παράγοντες για την επιλογή του πιο αποδοτικού τύπου Α/Γ που πρέπει να επιλεγθεί στην εκάστοτε περίπτωση.



Πίνακας απόδοσης διαφόρων τύπων Α/Γ

1.3 Υπολογισμός αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια της οικίας

Ο χώρος διαμονής που διατίθεται για την οικία έχει εμβαδόν 13τ.μ. Για την εύρεση κατά προσέγγιση της ηλεκτρικής κατανάλωσης του καταλύματος λήφθηκαν υπόψιν μια σειρά ηλεκτρικών συσκευών, οι οποίες θα βρίσκονται σε καθημερινή λειτουργία, με την παραδοχή ότι το κατάλυμα θα είναι διαθέσιμο καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.

Οι πληροφορίες κατανάλωσης αντλήθηκαν από την λίστα «Κατανάλωση και κόστος χρήσης οικιακών συσκευών», των οδηγιών ενεργειακής σήμανσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (βλέπε παράρτημα) και υπολογίστηκαν με την βοήθεια της διαδικτυακής πλατφόρμας υπολογισμού ηλεκτρικής κατανάλωσης οικιακών συσκευών. Τα στοιχεία που προέκυψαν είναι τα εξής :

Συσκευή	Ισχύς w	Κατανάλωση kw	Χρόνος λειτουργίας	Κατανάλωση kwh /χρόνο
Ψυγείο	90	1.35	1 μέρα	788.4
Πλυντήριο ρούχων	2260	3,92	1 πλύση	117.85
Κεραμική εστία	2000	2	1 ώρα	730
Φρυγανιέρα	1500	1,5	1 ώρα	17.3
Βραστήρας νερού	3000	3	1 ώρα	26
Τηλεόραση	300	0,3	1 ώρα	328.5
Στεγνωτήρας μαλλιών	2000	2	1 ώρα	104
Θερμοσίφωνας	3000	3	1 ώρα	469
10 Λάμπες 35 kw	35	0,035	1 ώρα	127*10
Κλιματιστικό 9000 btu	800	0,8	1 ώρα	417
Ηλεκτρικό σώμα	2000	2	1 ώρα	3650
Σύνολο				5396

Έχοντας υπολογίσει το ποσό της ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στις 10.365,5 kwh, γίνεται αντιληπτό ότι η Windsport 3.5 μπορεί να καλύψει στο σχεδόν στο διπλάσιο τις ανάγκες του καταλύματος.

1.4 H Windspot 3.5 kw

Η **Windspot 3.5** από την εταιρεία **Sonkyo Energy**, είναι μια μικρή ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα, ονομαστικής ισχύς 3.5 kw που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εργασίας και λόγω του εναλλακτικού συστήματος πέδησης της, ξεχώρισε μεταξύ παραπλήσιων εναλλακτικών και επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα μελέτη, με κάποιες αλλαγές στην εξωτερική της μορφή. Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της παρουσιάζονται αυτούσια, όπως δίνονται από την εταιρία.

Ωστόσο, όσον αφορά την μορφή της, υπάρχουν κάποιες τροποποιήσεις που αφορούν το κέλυφος και την στήριξη της και ως στόχο έχουν να εξυπηρετήσουν την καλύτερη τοποθέτηση της, εσωτερικά του κτιρίου. Οι αλλαγές αυτές, δεν επιφέρουν αλλοιώσεις στην λειτουργία της καθώς δεν αφορούν τα μέρη που εμπλέκονται άμεσα στην συλλογή της αιολικής ενέργειας και που έχουν αεροδυναμικό ενδιαφέρον, δηλαδή τα πτερύγια και το στροφείο. Αυτά τα μέρη σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τις αρχικές προδιαγραφές της εταιρία.

Οι αλλαγές αυτές όπως θα δούμε πιο εμπειριστωμένα στο επόμενο κεφάλαιο αφορούν, πρώτον την ουρά που αφαιρείτε, καθώς δεν εξυπηρετεί πλέον κάποιον σκοπό, εφόσον η ανεμογεννήτρια θα βρίσκεται έγκλειστη σε εσωτερικό χώρο, μιμούμενη τον παλαιό ξύλινο μηχανισμό και δεύτερόν, το σύστημα στήριξης της, όπου πλέον δεν θα γίνεται μέσω πυλώνων, αλλά με την βοήθεια πάκτωσης στα τοιχώματα. Παρακάτω δίνεται ο πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών της.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ Windspot 3.5	
Ονομαστική ισχύς (kw)	3.5
Ονομαστική ταχύτητα (m/s)	11,5
Ταχύτητα διακοπής (m/s)	3
Ανώτατη ταχύτητα αντοχής (m/s)	60
Αριθμός πτερυγίων	3
Διάμετρος ρότορα (m)	4,05
Εμβαδόν περιοχής σάρωσης (m^2)	12,88
Εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή ισχύς (kwh) (* με μέση ταχύτητα λειτουργίας 5-7 (m/s))	4.802- 10.839
Μετάδοση	άμεση

Κάποιος μπορεί να παρατηρήσει ότι από τα μηχανικά μέρη λείπει το σύστημα πέδησης, ένα βασικό κομμάτι της διάταξης. Αυτό συμβαίνει διότι τον ρόλο του φρένου, αναλαμβάνουν οι μοχλοί στρέψης των φτερών. Ουσιαστικά, οι μοχλοί στρέψης είναι ανοξείδωτες πλάκες που τοποθετούνται στην βάση των πτερυγίων

και ελέγχουν την κλίση τους, έτσι ώστε όταν είναι αναγκαίο να τα στρέφουν με τέτοια φορά στην διεύθυνση το αέρα, που να σταματά την περιστροφή τους.

Ένας από τους λόγους που επιλέχθηκε η **Windspot 3.5 kw** ως ενδεικτική λύση είναι αυτή η ιδιαιτερότητα στο σύστημα πέδησης, διότι την καθιστά πιο μικρή σε μέγεθος και εύκολη στην συναρμολόγηση, ενώ ακόμη σε περίπτωση βλάβης των μοχλών, η απλή σχεδίαση τους, που απαρτίζεται από τις ανοξείδωτες πλάκες και τις κοχλιοσυνδέσεις, βοηθάει στην γρήγορη και οικονομικότερη επιδιόρθωση τους, σε αντίθεση με ένα αντίστοιχο πρόβλημα σε ένα σύστημα δισκοφρένων.

Η ανεμογεννήτρια απαρτίζεται από τα εξής εξαρτήματα:

- Σετ 3 πτερυγίων
- Σετ 3 ανοξείδωτων πλακών για τις βάσεις των πτερυγίων
- 1 άξονας ζεύξης
- 1 μεταβολέας γωνίας
- 1 γεννήτρια
- Κέλυφος
- 2 περιβλήματα κορμού
- 1 σετ βουρτσών
- 1 σετ δακτυλίων

Επιπλέον χρήσιμες πληροφορίες

- **-20 / 50 C°** θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας σύμφωνα με τον διεθνή κανονισμό IEC 61400-2.
- **37.1 dB(A)** επίπεδο θορύβου που καταγράφηκε σε απόσταση 60 m από το κέντρο του ρότορα με σταθερή ταχύτητα ανέμου 8m / s (17,9 mph, 28,8 km / h), πυκνότητα αέρα στο επίπεδο της θάλασσας και κατανομή ταχύτητας ανέμου Rayleigh.
- **25 έτη** εκτιμώμενη διάρκεια ζωής στις πιο σκληρές συνθήκες, εξαιρετικά αλατούχα περιβάλλοντα ή τοποθεσίες με υψηλές μέσες ταχύτητες ανέμου.
- **Κάθε 12 μήνες** μετά την εγκατάσταση και κάθε φορά που έρχεται μια μεγάλη καταιγίδα ή ταχύτητες ανέμου πάνω από 25m /s, πρέπει να γίνεται έλεγχος ασφαλείας του ανεμογεννήτριας.
- **Κάθε 7 χρόνια**, αντικατάσταση των βουρτσών.

Όσον αφορά τα υλικά κατασκευής για τα δομικά μέρη είναι, κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα και αλουμίνιο, ενώ οι λεπίδες και άλλα εξαρτήματα από πολυεστερική ρητίνη, ίνες γυαλιού, πλαστικό και χαλκό. Όλα προστατεύονται σωστά από τη διάβρωση, είτε με εν θερμώ γαλβανισμό είτε μέσω άλλων επιφανειακών επεξεργασιών για να διασφαλιστεί επαρκής προστασία ακόμη και σε αλατούχα περιβάλλοντα. Εκτός αυτού, ολόκληρο το σύστημα είναι σφραγισμένο για

να αποφευχθεί η είσοδος νερού, σκόνης ή οποιουδήποτε άλλου σωματιδίου. Με αυτόν τον τρόπο τα ηλεκτρικά εξαρτήματα είναι ασφαλή και καλά προστατευμένα.

Παρακάτω δίνονται δυο πίνακες που δείχνουν, την καμπύλη ισχύς και την ετήσια παραγωγή ενέργειας, σε συνάρτηση με την ταχύτητα του ανέμου. Όπως θα δούμε αναλυτικότερα και παρακάτω, στην περιοχή Σελί Αμπέλου πνέουν άνεμοι ταχύτητας 8-10 (m/s). Ανατρέχοντας στον δεύτερο πίνακα, για μέση τιμή ανέμου 8 (m/s), δίνονται 13.818 Kwh ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Δεδομένου ότι οι καιρικές συνθήκες δεν θα είναι όλες τις ημέρες του χρόνου ευνοϊκές, αποφασίστηκε ένας συντελεστής ευνοϊκών ημέρων,

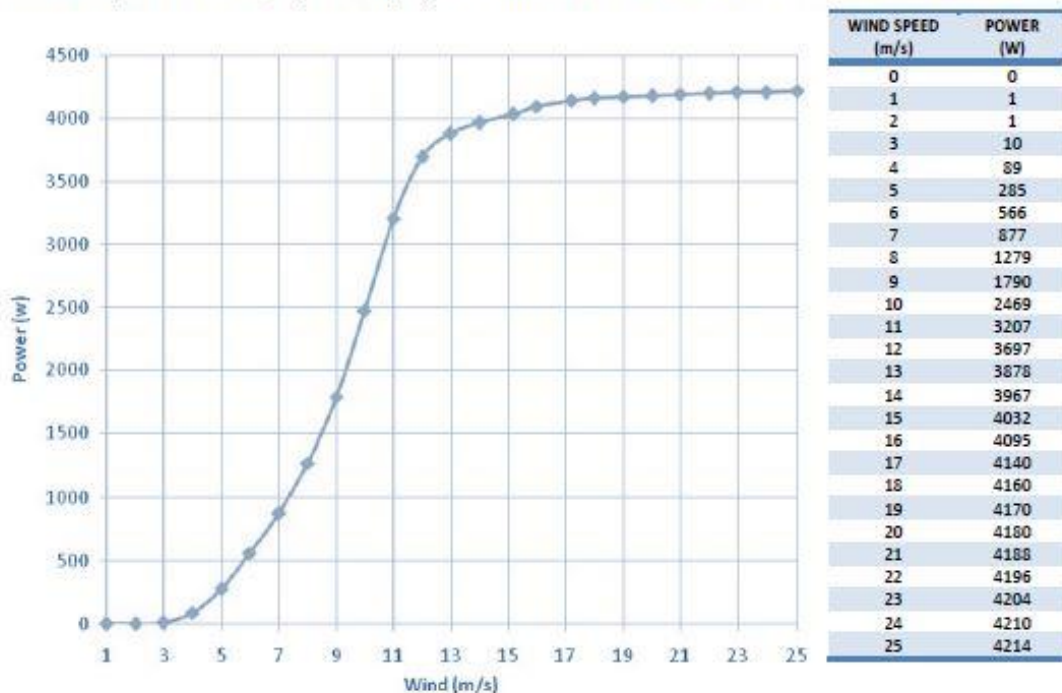
$$\frac{\text{ευνοϊκές ημέρες τον χρόνο}}{\text{ολές οι ημέρες του χρόνου}} = \frac{30 \cdot 9}{30 \cdot 12} = 0,75.$$

Συνεπώς, το ποσό ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ισούται με:

$$13.818 \cdot 0,75 = 10.363,5 \text{ kwh.}$$

WINDSPOT 3.5 power curve (According IEC 61400-12-1 standards)

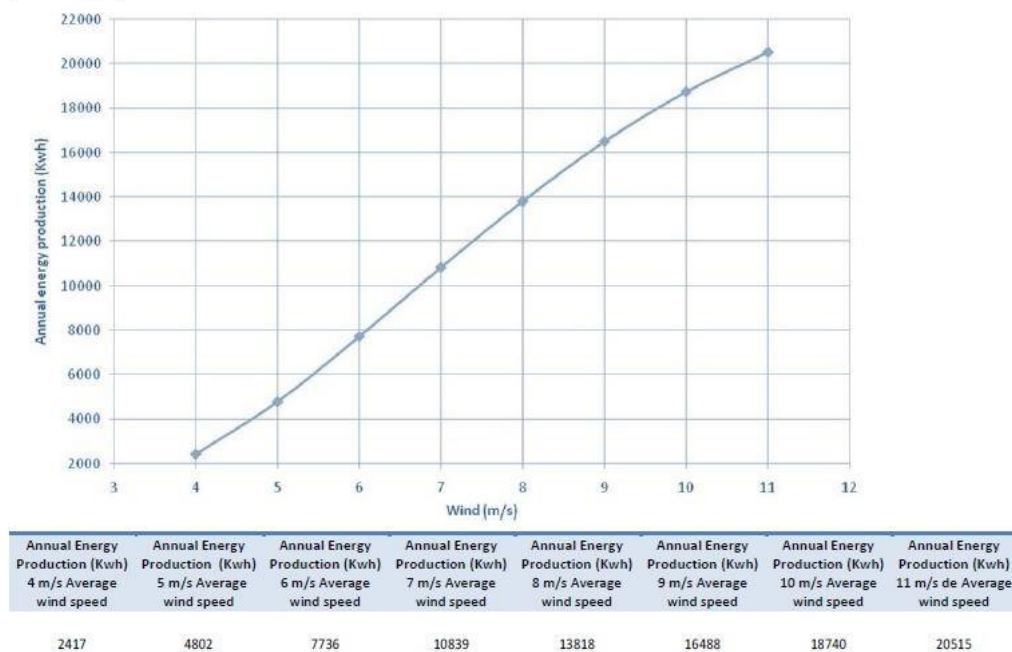
Power output at 11 m/s (24.6mph) at standard sea-level conditions is 3472 w.



Πίνακας καμπύλης ισχύς Windspot 3.5

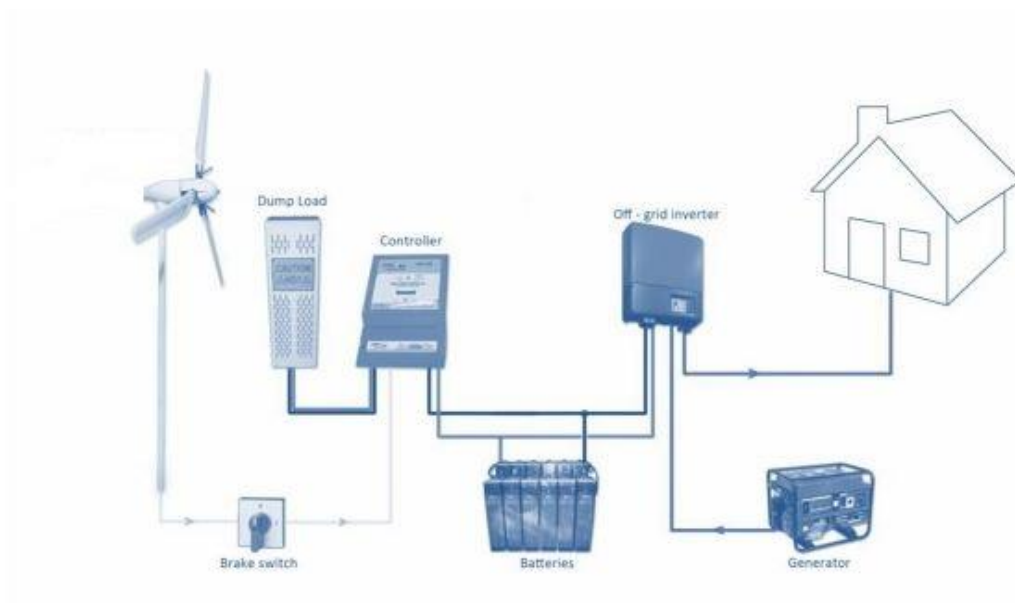
WINDSPOT 3.5 Annual Energy Production

Estimated annual energy production assuming annual an average wind speed of 5m/s (11.2mph) is 4802 kwh.



Πίνακας ετήσιας παραγόμενης ισχύς Windspot 3.5

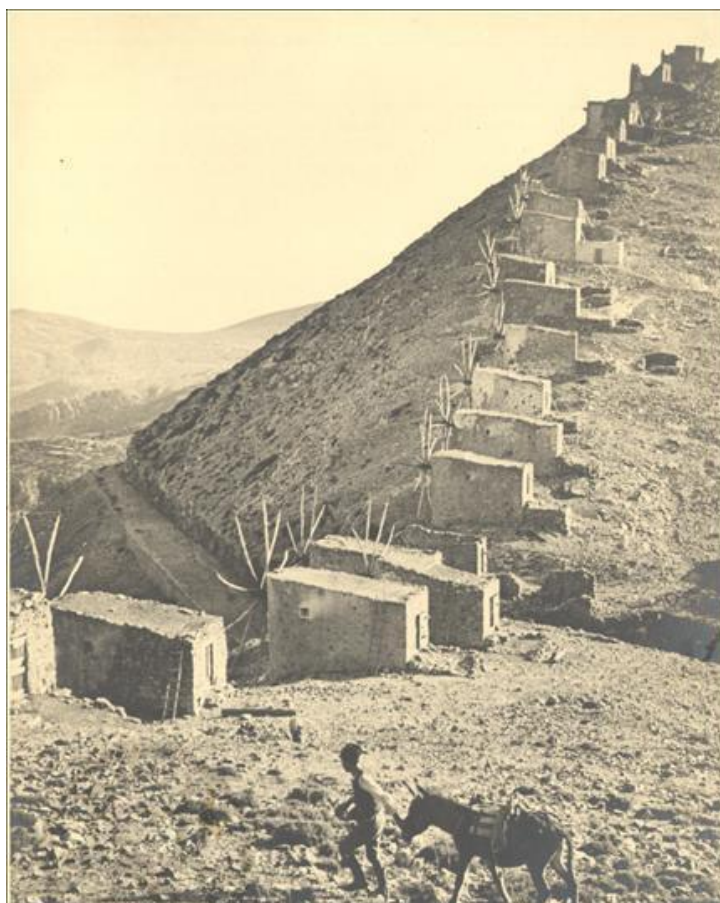
Σε περίπτωση μάλιστα που παράγεται πλεονάζουσα ενέργεια, δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης της Windspot 3.5, με μπαταρία για χρήση εκτός δικτύου όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.2.



Εικόνα 1.2

2^ο Σελί Αμπέλου

2.1 Ιστορία και χαρακτηριστικά τόπου



Ανεμόμυλοι στο Σελί Αμπέλου

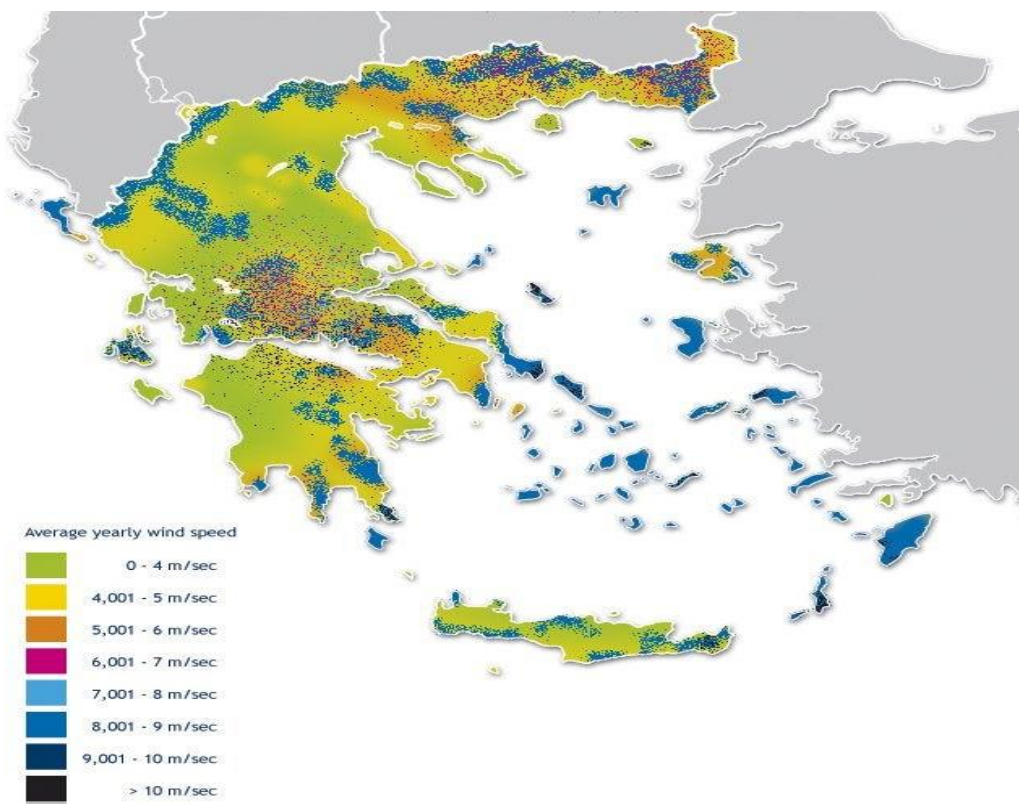
Η τοποθεσία Σελί Αμπέλου βρίσκεται στην ανατολική Κρήτη στο οροπέδιο Λασιθίου σε υψόμετρο 910 μέτρα. Στην περιοχή ανέκαθεν υπήρχε παράδοση στην χρήση ανεμόμυλων που τότε είχαν ως σκοπό την άλεση των σιτηρών. Η γυμνή κορυφογραμμή στο βορειοδυτικό ύψωμα του οροπεδίου, που φέρει το όνομα «Αυχένας Αμπέλου», αποτελούσε το σημαντικότερο **«Μυλοτόπι»** όχι μόνο της ευρύτερης περιοχής του οροπεδίου αλλά και ολόκληρης της Κρήτης. Με κατεύθυνση από τα βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά,

αναπτύσσεται ένα ενιαίο σύστημα, αποτελούμενο από 27 μονόκαιρους ανεμόμυλους, οι οποίοι χρησιμοποιούν το ευνοϊκό αιολικό δυναμικό της περιοχής που παράγεται από τους βορειοδυτικούς ανέμους. Σήμερα έχουν διασωθεί 24 μύλοι, που αποτελούν τουριστικό αξιοθέατο της περιοχής και ιστορικό μνημείο αναγνωρισμένο από το υπουργείο πολιτισμού. Είναι ένα από τα μεγαλύτερα παραδοσιακά πάρκα με τον χαρακτηριστικού τύπου ανεμόμυλου, **«Πεταλόσχημου»** ή **«Μονόκαιρου»** μύλου.

Όσον αφορά το αιολικό δυναμικό της περιοχής, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, είναι αρκετά μεγάλο και ευνοεί κάθε τύπου αιολική μηχανή. Γενικότερα, το αιολικό δυναμικό τόπου μπορεί να βρεθεί, είτε μέσω ειδικών χαρτών, είτε με την βοήθεια των δεδομένων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ) ή και ακόμη από ατομικές μετρήσεις με την βοήθεια ανεμόμετρου ή ανεμογράφου.

Πιο συγκεκριμένα μέσα από τον παρακάτω ειδικό χάρτη μέτρησης μέσου αιολικού δυναμικού στην Ελλάδα, διακρίνεται ότι ενώ όλη η Κρήτη απεικονίζεται

πράσινο/κίτρινο χρώμα, βρίσκεται δηλαδή στις δύο πρώτες κατηγορίες μέτρησης με χαμηλό μέσο αιολικό δυναμικό τύπου 0 - 5 m/s, αναλόγως την περιοχή, το οροπέδιο Λασιθίου απεικονίζεται με μπλε χρώμα, που παραπέμπει στις δυο κατηγορίες, με μέσο αιολικό δυναμικό 8,001 -9 m/s και 9,001 – 10 m/s αντίστοιχα. Η πληροφορία αυτή, διασταυρώνεται και από τον χάρτη αιολικού δυναμικού τύπου, του εργαστηρίου Risø της Δανίας, που κατατάσσει την Κρήτη στην δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία αιολικού δυναμικού με μέση ετήσια ταχύτητα 10 - 11,5 m/s για κορυφογραμμές, όπως το οροπέδιο Λασιθίου. Δεδομένων όλων των παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι η περιοχή που μελετάμε είναι πλέον κατάλληλη για επενδύσεις στον τομέα της παράγωγης αιολικής ενέργειας, όπως η εγκατάσταση και λειτουργία της σύγχρονη Α/Γ που προτείνεται μέσα από την παρούσα εργασία.



Χάρτης ετήσιου αιολικού δυναμικού Ελλάδας Πηγή: Κυρίος Γεώργιος, «Αιολικό πάρκο -Μελέτη και ανάλυση της λειτουργίας των ανεμογεννητριών».

2.2 Ο μύλος στο Σελί Αμπέλου

Ο 7^{ος} μύλος από την βόρεια μεριά αποτελεί το αντικείμενο της μελέτης της παρούσας εργασίας. Η μελέτη αποκατάστασης του κτίσματος πραγματοποιήθηκε από τον συνάδελφο Γαβριήλ Νύκταρη, στα πλαίσια του μεταπτυχιακού

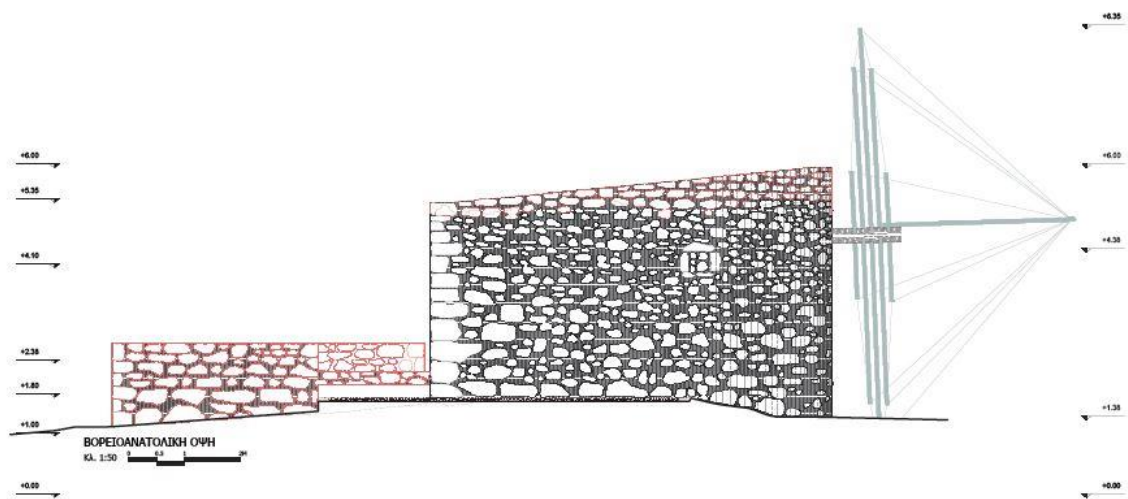
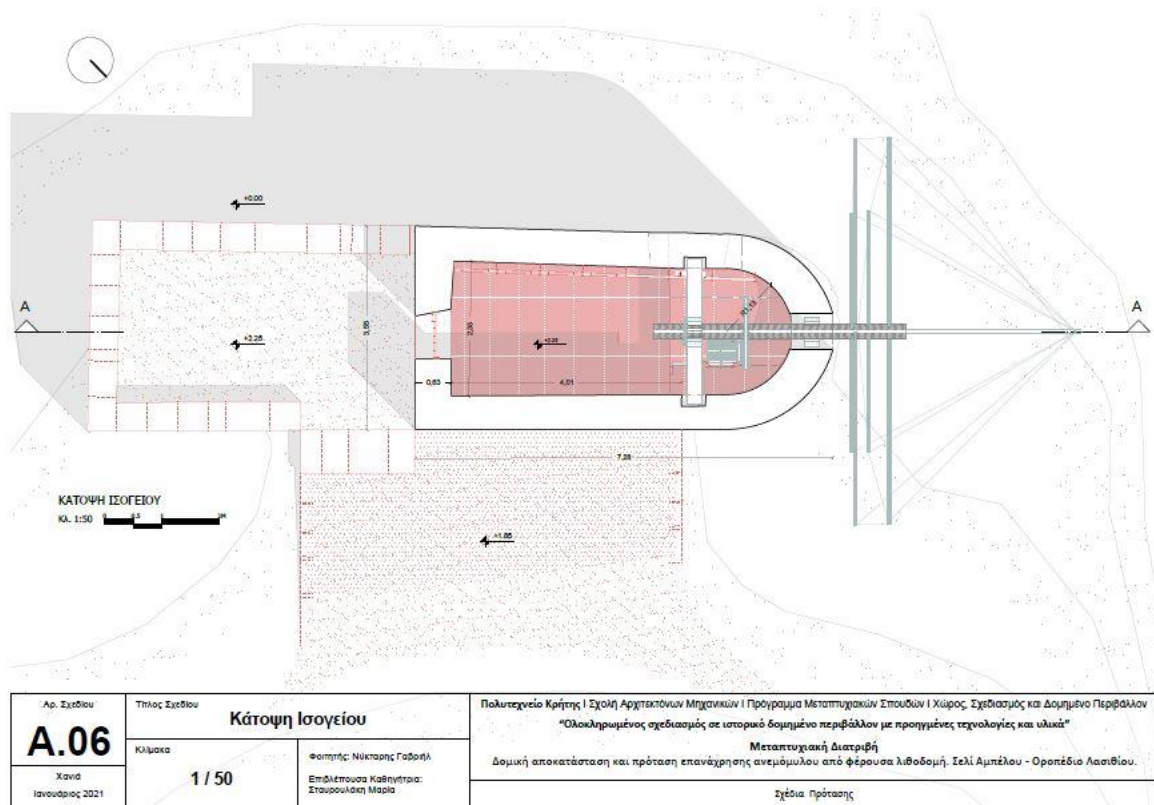
προγράμματος της Αρχιτεκτονικής σχολής του Πολυτεχνείου Κρήτης και τα σχέδια παρατίθενται παρακάτω. Το νέο κτίσμα έχει αποκατασταθεί από φθορές, έχει ανυψωθεί το ταβάνι από την βόρεια μεριά του και βάσει αυτού έχει γίνει η διαστασιολόγηση της προτεινόμενης Α/Γ, η οποία θα τοποθετηθεί στο εσωτερικό του, στην θέση του παλαιού ξύλινου μηχανισμού, ο οποίος έχει πλέον αφαιρεθεί.

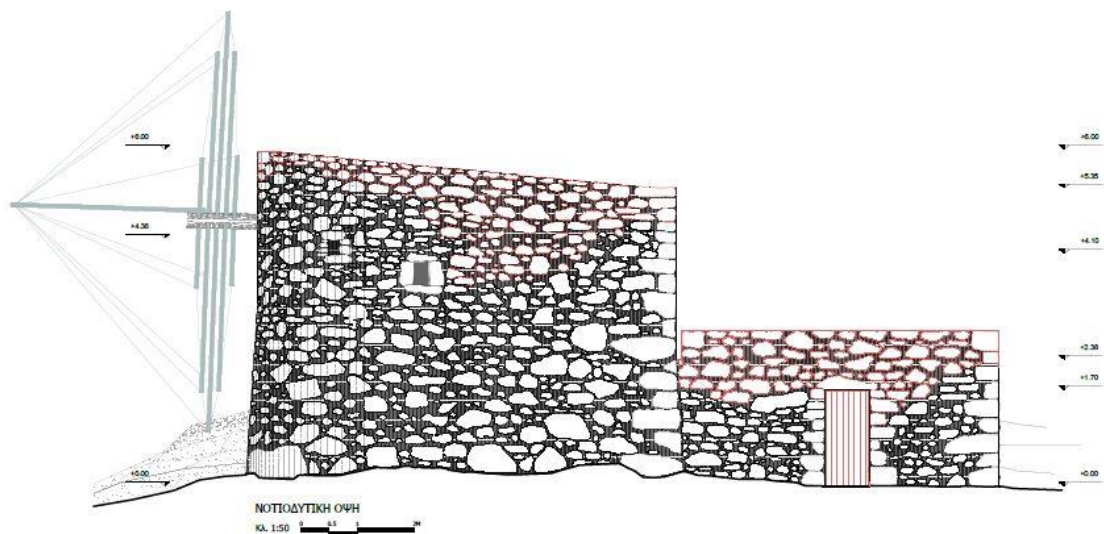
Το κτίσμα αποτελείται από μια μικρή πέτρινη αυλή στο νότιο μέρος του, ορθογωνίου σχήματος 5,70 μέτρων μήκους και 3,55 μέτρων πλάτος, με ένα άνοιγμα κατά το μέσο της δυτικής πλευράς του το οποίο αποτελεί την είσοδο στον εξωτερικό χώρο του κτίσματος. Να σημειωθεί ότι το πάχος των τοιχίων αυτών είναι 0,67 μέτρα, ενώ των τοιχίων του μύλου στα 0,63 μέτρα. Ακόμη όσον αφορά την μορφή του μύλου, από την βόρεια μεριά δηλαδή την πλευρά του ανέμου, αποτελείται από ένα ημικύκλιο ακτίνας 1,13 μέτρων.

Η ημικυκλική πλευρά βρίσκεται πάντα από την μεριά των πνεόντων ανέμων για να διευκολύνεται η ροή του ανέμου, όσο τον δυνατόν περισσότερο και παράλληλα για να αποφεύγεται η δημιουργία στροβιλισμών. Πίσω από το ημικύκλιο, το κτίσμα συνεχίζεται κτισμένο με ορθογώνια μορφή μήκους 7,28 μέτρων και πλάτους 3,55 μέτρων όπως της εξωτερικής αυλής, καταλήγοντας έτσι στην είσοδο του μύλου όπου βρίσκεται η πόρτα του κτιρίου. Στις διαστάσεις αυτές συμπεριλαμβάνεται και το πάχος των τοιχίων που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Το εξωτερικό ύψος του κτίσματος διαφέρει κατά μήκος του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, η πιο χαμηλή πλευρά του μύλου δηλαδή η νότια πλευρά, βρίσκεται στα 5,17 μέτρα στο ύψος, ενώ η βορινή πλευρά βρίσκεται στα 5,90 μέτρα. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί η θέση του παραθύρου της βορινής πλευράς, από το οποίο στο παρελθόν έβγαινε ο ξύλινος άξονας του μηχανισμού της πτερωτής και τώρα θα αποτελέσει το σημείο εξόδου του ρότορα, της σύγχρονης Α/Γ που θα εγκαταστήσουμε. Το παράθυρο αυτό βρίσκεται εξωτερικά σε ύψος 4,17 μέτρων και έχει την μορφή τετραγώνου πλευράς ενός μέτρου, πράγμα που σημαίνει ότι ο μηχανισμός της πτερωτής της νέας Α/Γ θα πρέπει να εξέρχεται από την αυτή του ενός τετραγωνικού μέτρου.

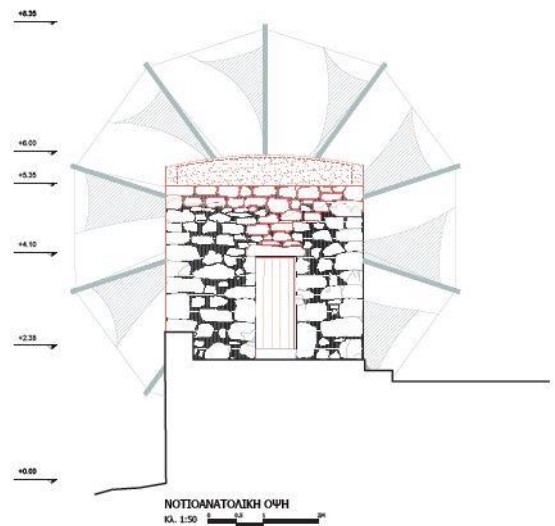
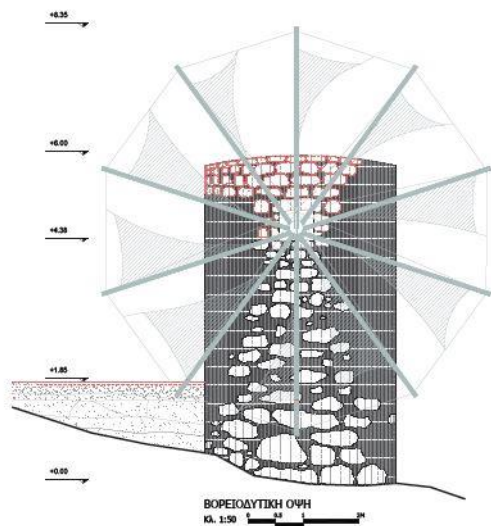
Παρακάτω παρατίθενται τα σχέδια πρότασης της στατικής αποκατάστασης του κτίσματος. Τα σχέδια ανήκουν στον συνάδελφο Γαβριήλ Νύκταρη και αποτελούν μέρος της μεταπτυχιακής του διατριβής. Να σημειωθεί ότι ο μηχανισμός κίνησης που απεικονίζεται στα παρακάτω σχέδια, είναι μέρος της πρότασης της μεταπτυχιακής διατριβής και όχι η προτεινόμενη Α/Γ.





Αρ. Σχεδίου A.10	Τίτλος Σχεδίου Νοτιοδυτική Όψη		Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Χώρος Σχεδιασμός και Δομημένο Περιβάλλον "Ολοκληρωμένος σχεδιασμός σε ιστορικό δομημένο περιβάλλον με προηγμένες τεχνολογίες και υλικά" Μεταπτυχιακή Διατριβή Δομική αποκατάσταση και πρόταση επανάχρησης ανεμόμυλου από φέρουσα λιθοδομή, Σελί Αμπέλου - Οροπέδιο Λασιθίου.
	Χανιά Ιανουάριος 2021	Κλίμακα 1 / 50	Φοιτητής: Νικόλαος Γαβριήλ Επιβλέπων Καθηγητής: Σταυρούλα Μαρία

Σχέδιο Πρότασης

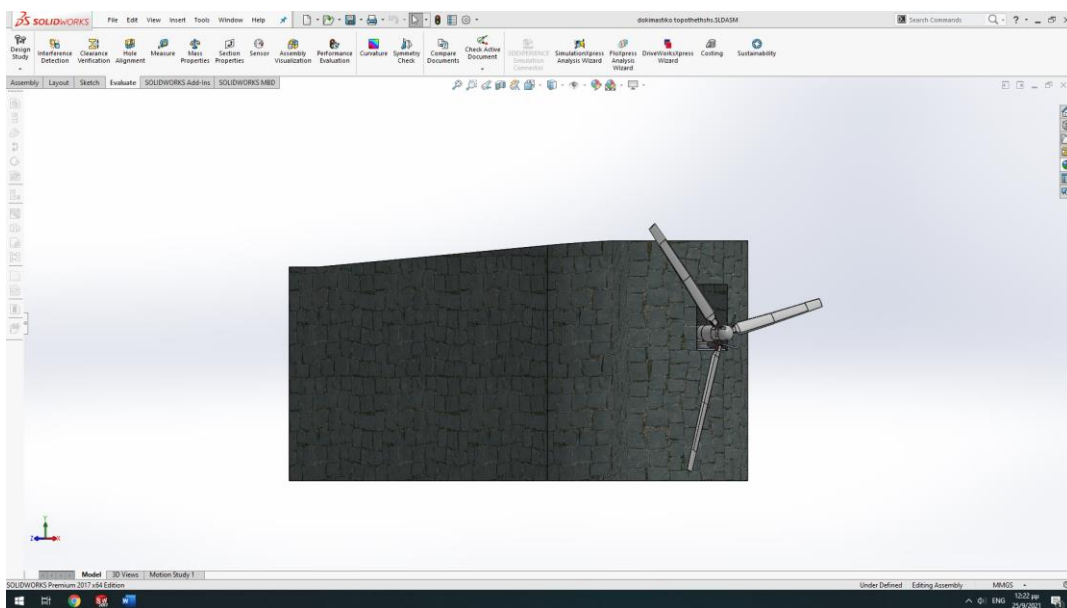


Αρ. Σχεδίου A.11	Τίτλος Σχεδίου Βορειοδυτική και Νοτιοανατολική Όψη		Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Χώρος Σχεδιασμός και Δομημένο Περιβάλλον "Ολοκληρωμένος σχεδιασμός σε ιστορικό δομημένο περιβάλλον με προηγμένες τεχνολογίες και υλικά" Μεταπτυχιακή Διατριβή Δομική αποκατάσταση και πρόταση επανάχρησης ανεμόμυλου από φέρουσα λιθοδομή, Σελί Αμπέλου - Οροπέδιο Λασιθίου.
	Χανιά Ιανουάριος 2021	Κλίμακα 1 / 50	Φοιτητής: Νικόλαος Γαβριήλ Επιβλέπων Καθηγητής: Σταυρούλα Μαρία

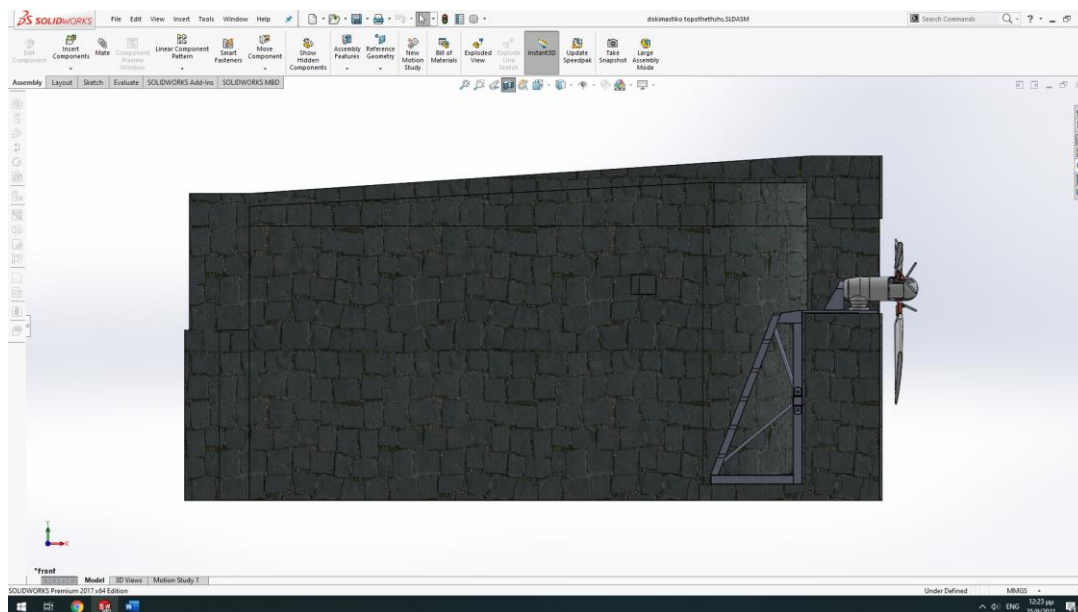
Σχέδιο Πρότασης

2.3 Τοποθέτηση ανεμογεννήτριας στο κτίσμα

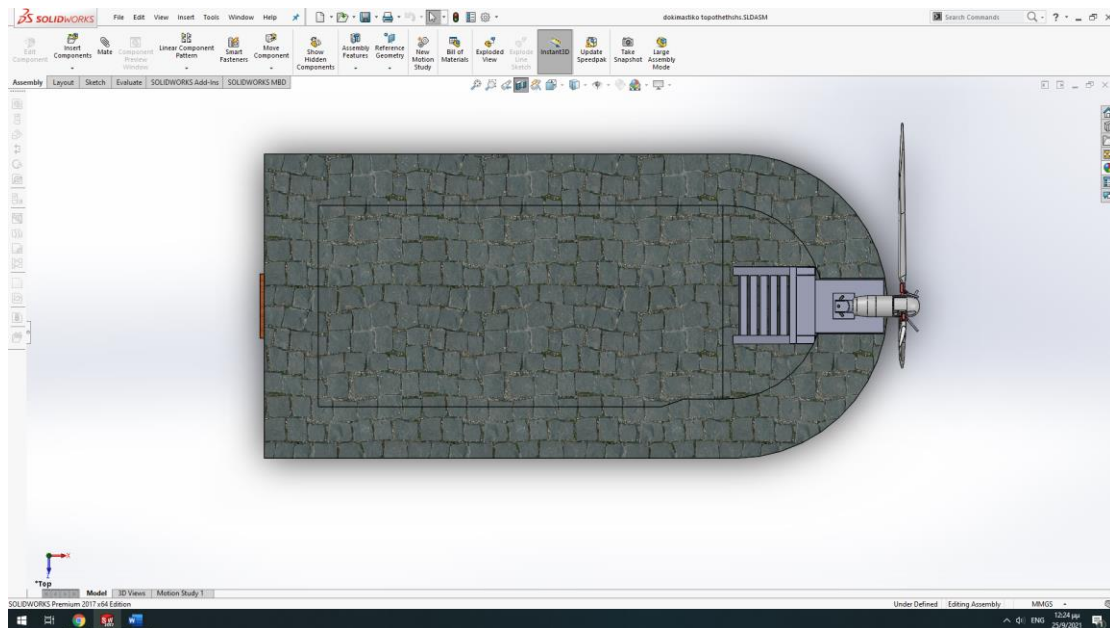
Για την καλύτερη αναπαράσταση της τοποθέτησης, σχεδιάστηκε ένα αντίγραφο του κτίσματος, ομοίως στο Solidworks 2017 και στην συνέχεια δημιουργήθηκε μια συναρμολόγηση του κτιρίου και της ανεμογεννήτριας, όπως φαίνεται παρακάτω. Για την καλύτερη κατανόηση της τοποθέτησης παρατίθενται και σχέδια σε τομή.



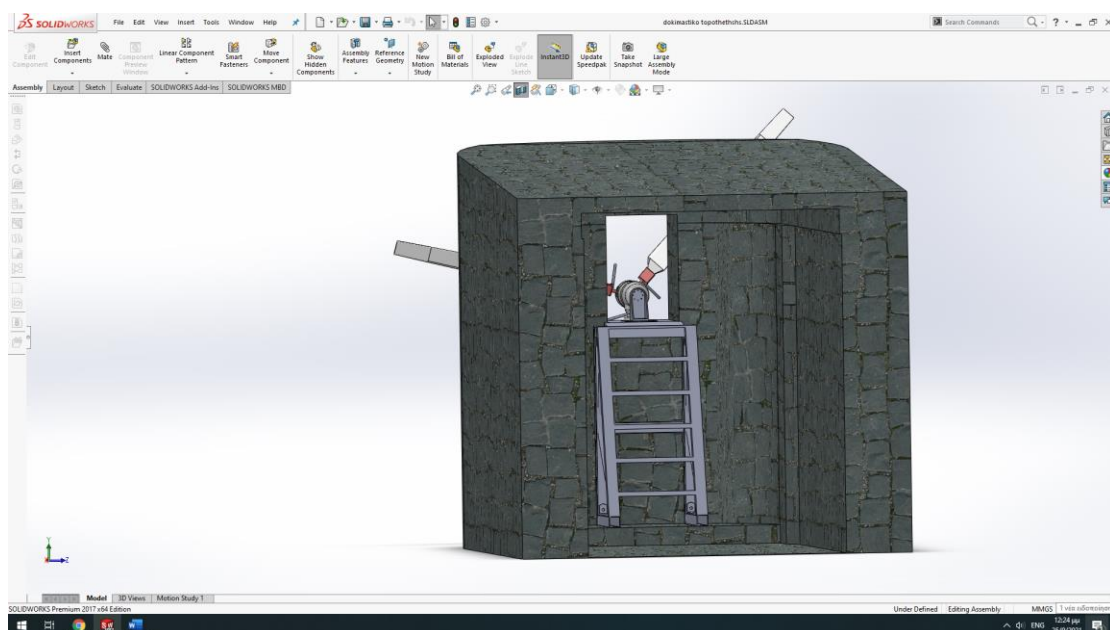
Προοπτική



Πλάγια δεξιά σε τομή



Κάτοψη σε τομή



Πίσω πλάγια όψη σε τομή

3^ο Σχεδίαση σε σύστημα CAD

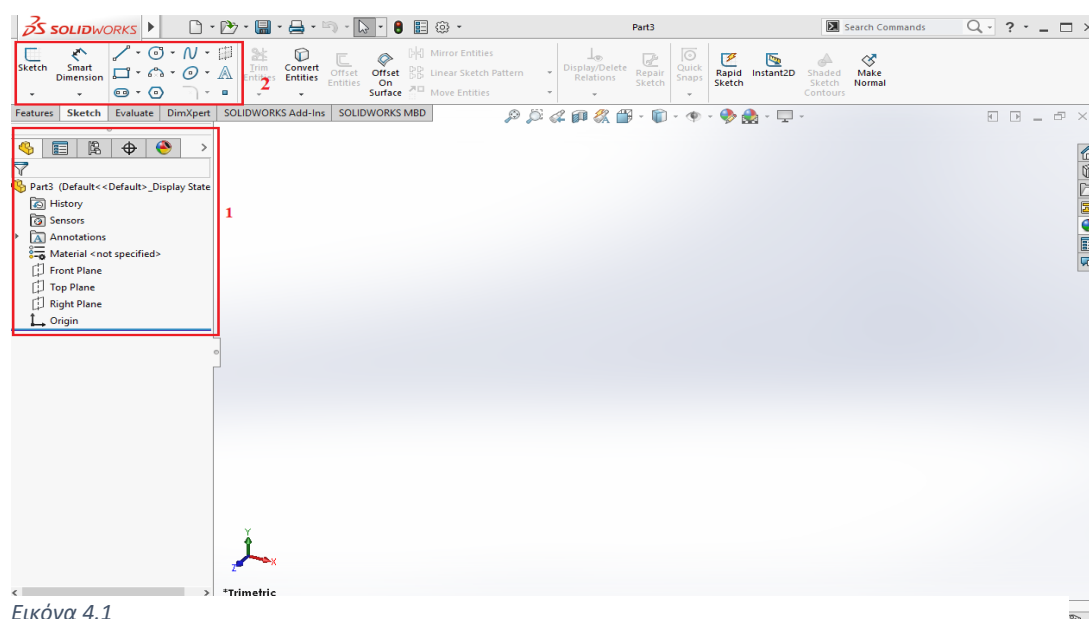
3.1 Μεθοδολογία σχεδίασης

Για την διεκπεραίωση της σχεδίασης χρησιμοποιήθηκε η παραμετρική μοντελοποίηση. Με τον όρο αυτό εννοούμε την δυνατότητα που έχουν τα συστήματα να ορίζουν όλες τις διαστάσεις της μορφής του μοντέλου ως παραμέτρους και να επικυρώνουν εσωτερικά την δυνατότητα δημιουργίας του τελικού μοντέλου.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την σχεδίαση του μοντέλου, κάθε διάσταση πάνω στο σχέδιο είναι μία μεταβλητή η οποία παίρνει μια πραγματική τιμή. Σε περίπτωση λοιπόν, που ο χρήστης επιθυμεί να αλλάξει την τιμή μίας διάστασης, μεταβάλλει αντίστοιχα και την γεωμετρία του μοντέλου καθώς το σύστημα αναδημιουργεί την νέα του μορφή, η οποία συνάδει με την νέα τιμή της διάστασης.

Το λογισμικό ελέγχει την νέα τιμή της διάστασης και επαληθεύει ότι οι νέα τιμή αυτή είναι αποδεκτή από την αρχική τοπολογία ή ότι δεν αναιρεί άλλες τιμές στο σχήμα και στην συνέχεια αναδημιουργεί το μοντέλο. Κατά αυτόν τον τρόπο η διόρθωση και η αναπροσαρμογή των σχεδίων έγινε πολύ πιο εύκολη και άμεση. Οι διαστάσεις του κτίσματος λήφθηκαν υπόψιν και αποτέλεσαν περιορισμοί και μέτρα σύγκρισης για την παραμετρική μοντελοποίηση της συναρμολόγησης της ανεμογεννήτριας, εφόσον αυτή έχει την σύμβασή ότι θα πρέπει να εγκατασταθεί στον εσωτερικό του μύλου όπως ο προηγούμενος μηχανισμός και να λειτουργεί όσο αποδοτικά μας επιτρέπουν οι περιορισμοί αυτοί.

Πρώτο βήμα ανοίγοντας το περιβάλλον του **Solidworks 2017**, είναι να επιλέξουμε από την γραμμή εντολών **New→Part→OK**. Ακολούθως ανοίγει το παράθυρο σχεδίασης όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1 παρακάτω.



Εικόνα 4.1

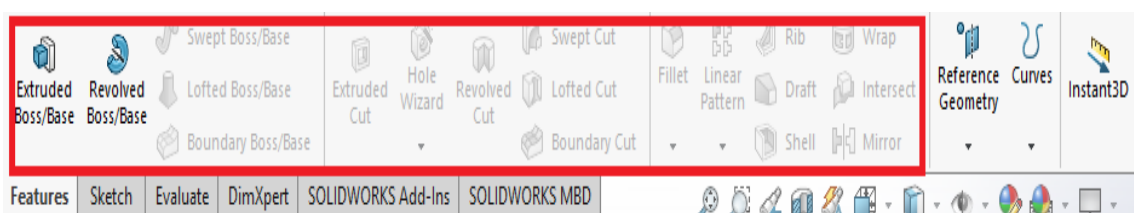
Αρχικά στο πλαίσιο νούμερο 1. της εικόνας βλέπουμε τις επιλογές επιπέδου συντεταγμένων στο οποίο θα σχεδιάσουμε. Η επιλογή επιπέδου είναι βασική, καθώς πρέπει να προσδιορίζουμε το επίπεδο στο οποίο θέλουμε να εργαστούμε κάθε φορά πριν αρχίσουμε κάποιο **Sketch**. Επίσης, μπορεί να επηρεάσει την μορφολογία του τελικού σχεδίου ή και να μας διευκολύνει στην σχεδίαση εφόσον έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε συστήματα συντεταγμένων σε συγκεκριμένες αποστάσεις είτε μεταξύ τους, είτε σε σχέση με κάποια επιφάνεια ή μορφολογικό χαρακτηριστικό.

Στο πλαίσιο νούμερο 2, βλέπουμε τις εντολές **Sketch**. Για να αρχίσουμε κάθε σχέδιο, πατάμε την εντολή **Sketch** και διαλέγουμε τις κατάλληλες εντολές για να σχεδιάσουμε την γεωμετρία που θέλουμε στις δύο διαστάσεις. Ενδεικτικά κάποιες εντολές που μπορούμε να βρούμε και τις οποίες χρησιμοποιήσαμε για τα εξαρτήματα μας είναι:

- Rectangle (για την δημιουργία ορθογωνίου)
- Line (για την δημιουργία γραμμής)
- Circle (για την δημιουργία κύκλου)
- Arc (για την δημιουργία τόξου κύκλου)
- Point (για την τοποθέτηση σημείου)
- Trim Entities (για την διαγραφή κάποιας γεωμετρίας)

Τα εξαρτήματα που σχεδιάσαμε είναι μοντέλα στερεών, που σημαίνει πώς ο Η/Υ έχει γνώση της τοπολογίας του αντικειμένου που βρίσκεται προς σχεδίαση, δηλαδή που υπάρχει κενός χώρος και που το αντικείμενο. Τελειώνοντας το σχέδιο, πατάμε **Exit Sketch** και περνάμε στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μοντέλου **Features**, όπως φαίνονται στο πλαίσιο της εικόνας 4.2 τα οποία αναπαριστούν τις φυσικές κατεργασίες κατά την παραγωγή. Οι εντολές αυτές δημιουργούν ουσιαστικά την τρίτη διάσταση του εξαρτήματος και οι πιο χαρακτηριστικές από αυτές είναι:

- Extrude Boss/Base (Εξώθηση)
- Revolve Boss/Base (Δημιουργία στερεού μέσω περιστροφής)
- Revolve cut (Περιμετρική κοπή)
- Shell (Δημιουργία κελύφους)
- Pattern Features (Δημιουργία μοτίβου)
- Lofted Boss/Base (Δημιουργία στερεού μεταξύ δύο επιφανειών)

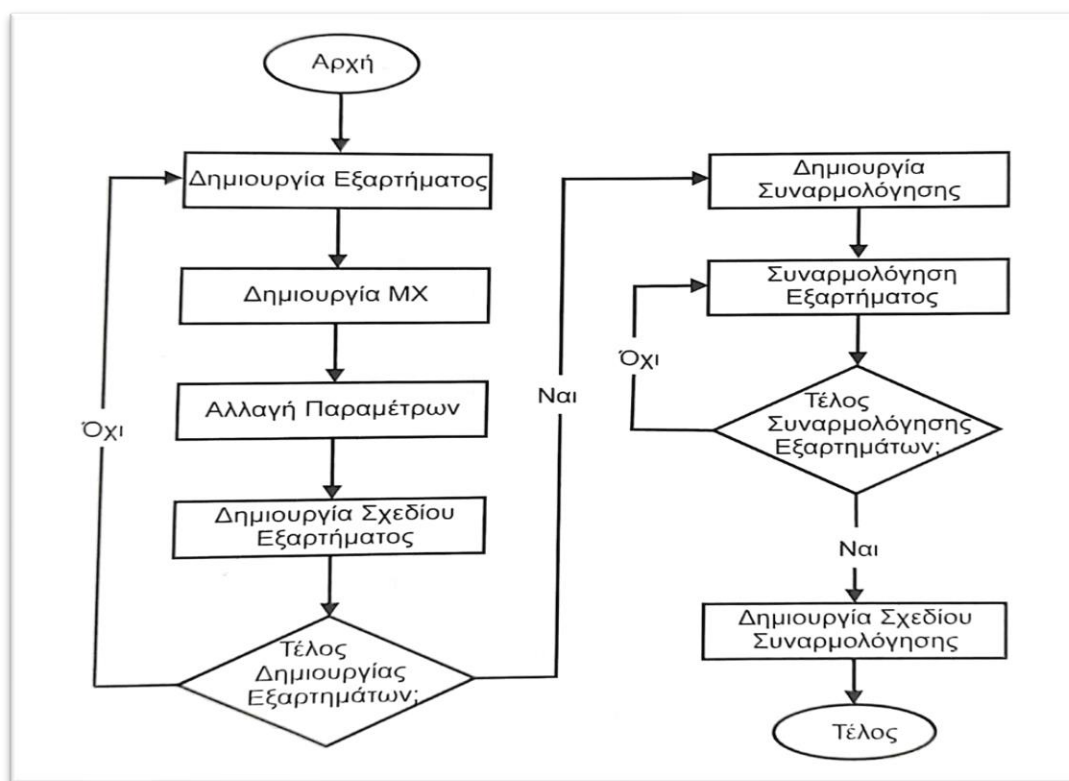


Εικόνα 4.2

Όλες οι παραπάνω ενέργειες και οποία άλλη επιλογή κάνουμε στο σχέδιο αποτυπώνεται στο ιεραρχικό δένδρο σχεδίασης που δημιουργείται αυτόματα κάτω από τα επίπεδα σχεδίασης (βλέπε νούμερο 1, στην εικόνα 4.1). Αυτό αποτελεί ένα ιεραρχικό δένδρο το οποίο διατηρεί τη σειρά δημιουργίας του μοντέλου. Το πρώτο χαρακτηριστικό που εισάγεται στο δένδρο, ονομάζεται βασικό χαρακτηριστικό και είναι ο γονέας για τα υπόλοιπα χαρακτηρίστηκα που θα δημιουργηθούν στην συνέχεια, τα οποία είναι εσωτερικοί κόμβοι του βασικού χαρακτηριστικού.

3.2 Μεθοδολογία συναρμολόγησης

Η διαδικασία συναρμολόγησης που χρησιμοποιήθηκε για την ανεμογεννήτρια μας, ονομάζεται από **Κάτω-προς-Επάνω (Bottom-Up)** συναρμολόγηση. Αυτή η μέθοδος είναι η πιο κλασσική και εύκολη, όταν όλα τα εξαρτήματα έχουν σχεδιαστεί και η συναρμολόγηση αποτελείται από σχετικά λίγα κομμάτια. Με την μέθοδο αυτή δημιουργούνται πρώτα τα μοντέλα των αντικειμένων ξεχωριστά, στην συνέχεια δημιουργείται το αρχείο συναρμολόγησης και σε αυτό εισάγεται το βασικό αντικείμενο που πάνω σε αυτό θα συναρμολογηθούν τα επόμενα αντικείμενα.(Εικόνα4.2)



Εικόνα 4.2

Κάθε εξάρτημα προσαρτάται πάνω στο βασικό αντικείμενο με την βοήθεια των εντολών **Assembly constraints**, οι οποίες δημιουργούν χωρικές σχέσεις μεταξύ των κομματιών. Ένα εξάρτημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί παραπάνω από μια φορές

σε μια συναρμολόγηση, ενώ λόγω της αμφίδρομης συσχέτισης κάθε φορά που αλλάζει κάτι στο αρχικό εξάρτημα θα αλλάζει και στη τελική συναρμολόγηση και το αντίστροφο. Επίσης ένα αρκετά χρήσιμο εργαλείο του Solidworks 2017 είναι το **Assembly features**, το οποίο δίνει την δυνατότητα επιλογής κοχλιοσύνδεσης για μια συναρμογή και την σχεδιάζει αυτόματα.

3.3 Δένδρο συναρμολόγησης

Για την ευκολότερη και πιο γρήγορη συναρμολόγηση του τελικού μοντέλου κάναμε χρήση του δένδρου συναρμολόγησης. Η συναρμολόγηση διεκπεραιώνεται από τα συστήματα διαχείρισης συναρμολογήσεων τα οποία είναι ενοποιημένα με τα συστήματα στερεάς μοντελοποίησης, ειδικά για μικρού μεγέθους συναρμολογήσεων, δεκάδων έως εκατοντάδων εξαρτημάτων.

Η βασική αρχή λειτουργίας των συστημάτων αυτών είναι, η δημιουργία μερικών συναρμολογήσεων από τα επιμέρους εξαρτήματα και η δημιουργία της τελικής συναρμολόγησης από μερικές συναρμολογήσεις και επιμέρους εξαρτημάτων. Οι σχέσεις που αναπτύσσονται στο δένδρο συναρμολόγησης μπορεί είναι σχέσεις ιεραρχίας ή σχέσεις προσαρμογής.

- Με τις σχέσεις ιεραρχίας, προσδιορίζεται η σειρά με την οποία συναρμολογούνται τα επιμέρους εξαρτήματα σε μερικές συναρμολογήσεις ή στην τελική συναρμολόγηση και απεικονίζεται με το δένδρο συναρμολόγησης.
- Με τις σχέσεις προσαρμογής, προσδιορίζεται η σύνδεση ενός εξαρτήματος με ένα άλλο.

Παρακάτω παρατίθεται το δένδρο συναρμολόγησης της ανεμογεννήτριας που σχεδιάσαμε το οποίο αποτελείται από 5 επίπεδα. Στην κορυφή του δένδρου στο 1^ο επίπεδο, συναντάμε την τελική συναρμολόγηση και όσο τα επίπεδα προχωρούν, ουσιαστικά «σπάνε» τις συναρμολογήσεις στα επιμέρους εξαρτήματα τους, φτάνοντας στο 5^ο επίπεδο, το οποίο αποτελείται από την πιο απλή συναρμογή.

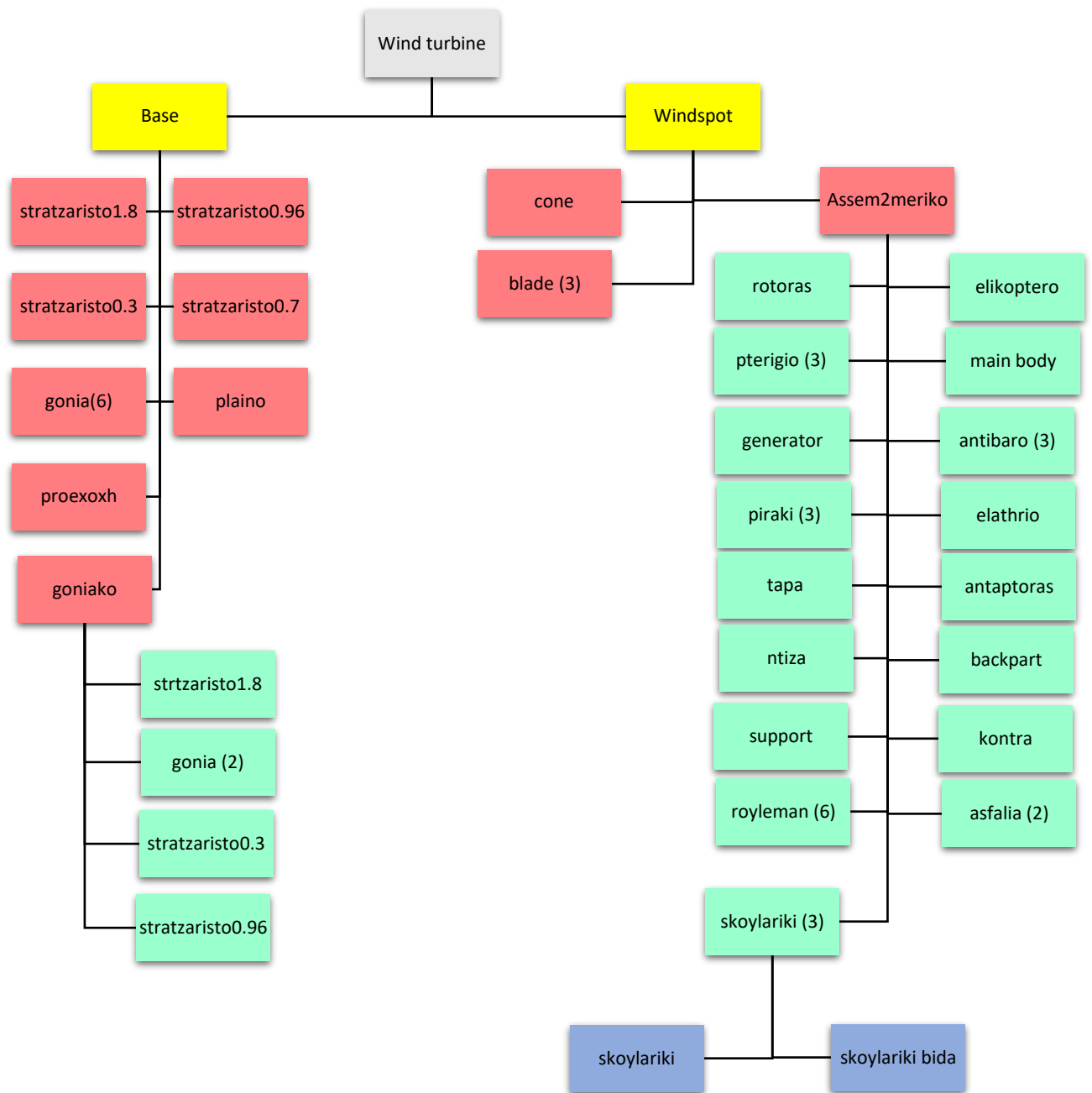
1 επίπεδο

2 επίπεδο

3 επίπεδο

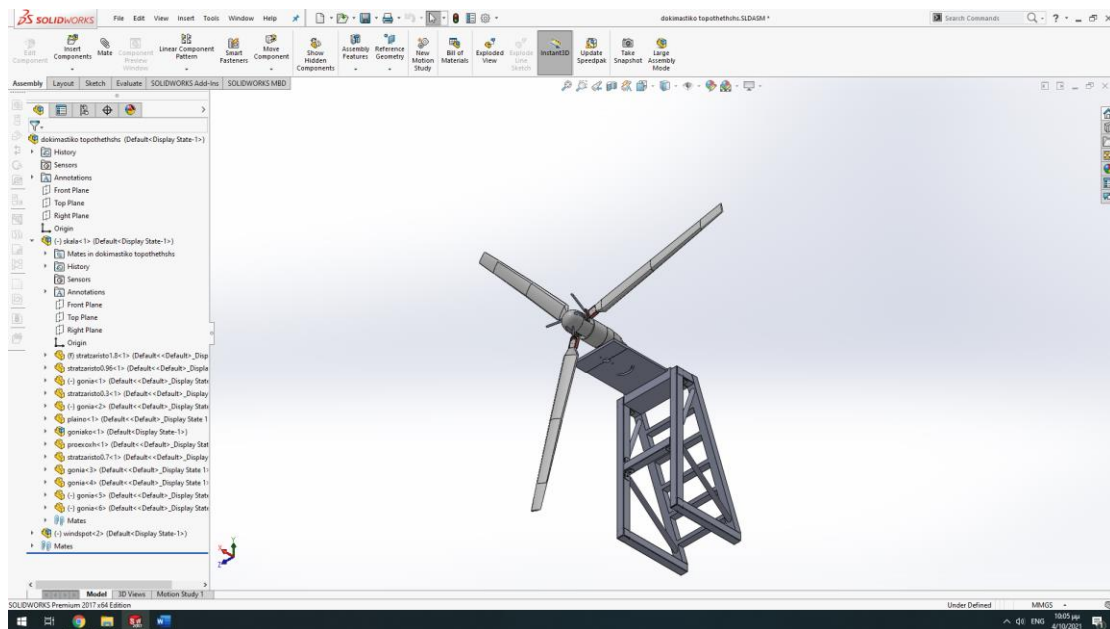
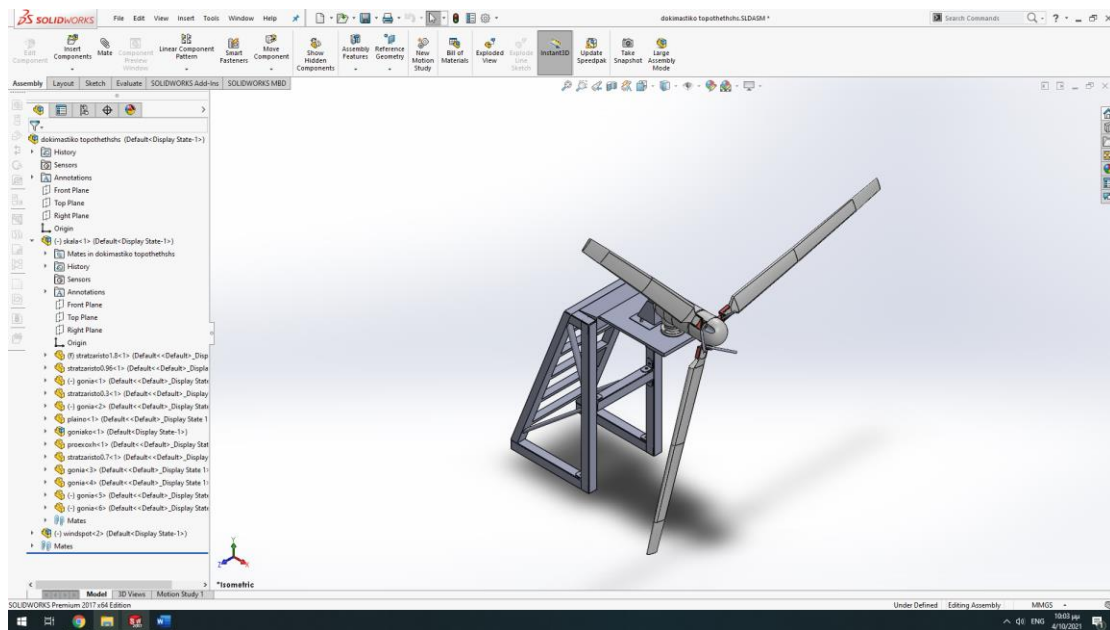
4 επίπεδο

5 επίπεδο



3.4 Τελική διάταξη

Παρακάτω δίνονται τα μοντέλα της τελικής συναρμολόγησης Wind turbine. Ευδιάκριτη είναι νέα βάση καθώς και η επιπλέον στήριξη από τον βραχίονα όπισθεν της στήριξης.



4^ο Επιδιώξεις

4.1 Οικονομικές επιδιώξεις

Ο τουρισμός έχει αισθητή παρουσία στο νησί της Κρήτης, αποτελώντας μια πηγή εσόδων τεράστιας σημασίας για τους κατοίκους του νησιού. Ωστόσο, ο οργανωμένος τουρισμός, το είδος τουρισμού δηλαδή που επικρατεί στην Κρήτη, παρουσιάζει μεταξύ άλλων και μια σειρά μειονεκτημάτων, όπως για παράδειγμα το φαινόμενο της εποχικής ζήτησης, της υπερσυγκέντρωσης προσφοράς, της έντονης χρήσης εισαγόμενων προϊόντων και εν τέλη της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της κουλτούρας του νησιού.

Ως αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, παρουσιάζεται ο εναλλακτικός τουρισμός. Ο εναλλακτικός τουρισμός, μπορεί να έχει διάφορες μορφές, όπως για παράδειγμα ο οικολογικός τουρισμός, ο πολιτιστικός ή ο θρησκευτικός τουρισμός. Δεν είναι απαραίτητο σε μια περιοχή να εφαρμόζεται μια μόνο μορφή, καθώς αυτό εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τόπου και το τι έχει να προσφέρει αυτός στους επισκέπτες του.

Η πιο διαδεδομένη μορφή εναλλακτικού τουρισμού στην Κρήτη, η οποία μάλιστα προωθείται κρατικά μέσω προγραμμάτων, είναι ο αγροτουρισμός. Ο αγροτουρισμός, συντελείται από μικρής κλίμακας τουριστικές δραστηριότητες, οικογενειακού και συνεταιριστικού χαρακτήρα, που ως στόχο έχουν την οικονομική ενίσχυση και την εναλλακτική επαγγελματική αποκατάσταση των αγροτικών πληθυσμών. Σε αντίθεση με τον μαζικό τουρισμό, ο αγροτουρισμός δεν αποσκοπεί στον πλήρη βιοπορισμό των εμπλεκόμενων μέσω των τουριστικών επαγγελμάτων, αλλά στην δημιουργία ενός επιπρόσθετου εισοδήματος, με σεβασμό πάντα στο γύρω περιβάλλον.

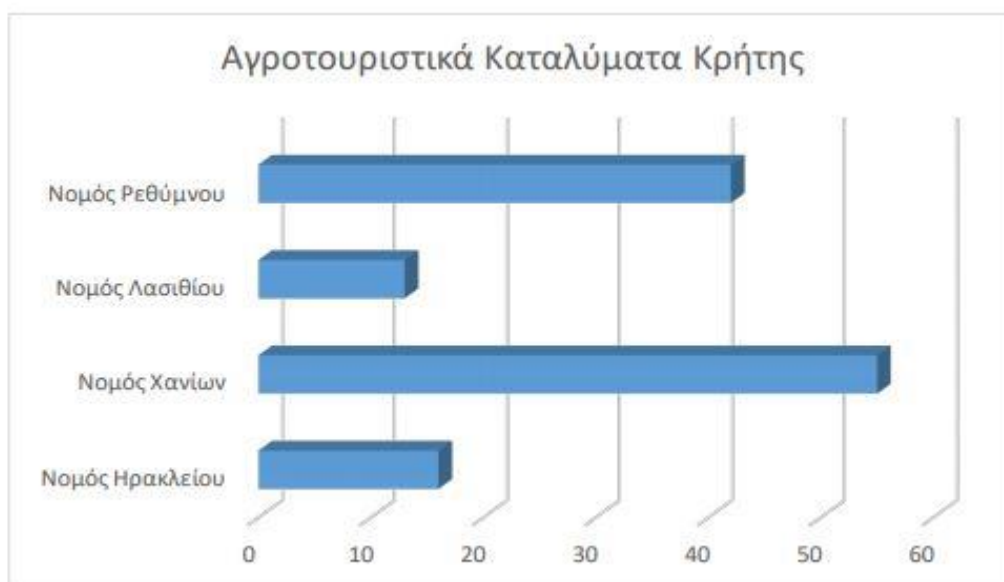
Η παραδοσιακή τουριστική κατοικία που προτείνεται μέσα από την παρούσα εργασία, μπορεί να λειτουργήσει στα πλαίσια του αγροτουρισμού με την εξής μορφή:

«Αγροτικές εκμεταλλεύσεις που παρέχουν διαμονή και σίτιση σε ξεχωριστό οίκημα. Αυτή η μορφή αγροτουρισμού έχει συνεχή ανάπτυξη λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει τόσο για τους αγρότες επιχειρηματίες όσο και για τους τουρίστες πελάτες. Οι μεν αγρότες διατηρούν την αυτονομία τους και την ιδιωτική τους ζωή, οι δε πελάτες διαμένοντες σε ατομικούς οικισμούς είναι εντελώς ανεξάρτητοι. Παράλληλα υπάρχει και όλη η υποδομή για αθλητισμό, φυσιολατρία, παιδικές χαρές κλπ. Η ανάπτυξη αυτών των αγροτουριστικών μονάδων απαιτεί αρκετά σημαντική επένδυση και μεγάλη αγροτική εκμετάλλευση».

όπως αναφέρετε στο βιβλίο «Καλόκαρδου Ρ., Κραντονέλλης Κ, Εναλλακτικές μορφές τουρισμού και κρίσιμες χωρητικότητες σε τουριστικές περιοχές της δυτικής Ελλάδας», HELENCO '05, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005 | »

Η ιδέα της προβολής του παραδοσιακού χαρακτήρα ενός τόπου, όπως των μύλων στο Σελί Αμπέλου, μέσω της αναβίωσης τους ως τουριστικό κατάλυμα, έχει υπάρξει και στο παρελθόν. Ήδη έχουν πραγματοποιηθεί παρόμοιου τύπου προσπάθειες ανάδειξης του παραδοσιακού χαρακτήρα της ευρύτερης περιοχής μέσω τουριστικών μονάδων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι η ξενοδοχειακή μονάδα «Λάσινθος» που αποτελεί παραδοσιακό οικολογικό πάρκο και μέσω της προβολής του τόπου έχει δημιουργήσει θέσεις εργασίας για τους ντόπιους και ενισχύει την τοπική οικονομία. Ιδιαίτερα βοηθητικό είναι και το γεγονός ότι αρκετές εκτάσεις στο οροπέδιο Λασιθίου ανήκουν στο δίκτυο «Natural 2000», για τις οποίες ισχύουν αξιοποιήσεις των πόρων μέσω της ανάπτυξης ήπιων μορφών τουρισμού όπως αγροτουρισμού, περιηγητικού, πεζοπορικού και πολιτιστικού τουρισμού.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί, ότι παρά το ιδιαίτερο τοπίο του οροπέδιου και τις προσπάθειες ανάδειξης του μέσω καταλυμάτων αγροτουρισμού, το Λασιθί βρίσκεται τελευταίο σε αγροτουριστικά καταλύματα μεταξύ των τεσσάρων νόμων της Κρήτης, με μεγάλη μάλιστα διαφορά από τον νομό Χανίων που βρίσκεται στην πρώτη θέση. Γίνεται έτσι αντιληπτό πως, τέτοιες ενέργειες εναλλακτικού τουρισμού όπως η προτεινόμενη, είναι απαραίτητο έως και αναγκαίο να λαμβάνουν χώρα, διότι αναδεικνύουν τον φυσικό πλούτο του οροπεδίου, προωθούν τα τοπικά προϊόντα, ενώ παράλληλα σέβονται το φυσικό περιβάλλον, που πρέπει να διατηρηθεί.



Πηγή: Ο αγροτουρισμός και η τοπική ανάπτυξη στην περιφέρεια της Κρήτης. «Πτυχιακή εργασία Μπόρσι Κρίστ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Γεωγραφίας »

Η λειτουργία λοιπόν του οικήματος μας, ως αγροτουριστικό κατάλυμα αποσκοπεί στα εξής οφέλη, την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς και της μοναδικότητας του οροπεδίου και πιο συγκεκριμένα του μυλότοπου στο Σελί Αμπέλου και ταυτόχρονα την ανάπτυξη της τοπικής κοινωνίας. Η ανάπτυξη δεν θα επέλθει μόνον μέσα από τα έσοδα του καταλύματος αλλά από την γενικότερη αναπτυξιακή στρατηγική που πρεσβεύει ο αγροτουρισμός, όπως την προβολή των παραδοσιακών προϊόντων (πχ παραδοσιακή μαγειρική, φορεσιές, εργόχειρα), των τεχνών και της μουσικής, των ηθών και των εθίμων που χαρακτηρίζουν τον τόπο αλλά και την διατήρηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.

Στην υλοποίηση του στόχου αυτού, προσφέρουν μεγάλη αρωγή τα προγράμματα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, τα οποία χρηματοδοτούν τέτοιες προσπάθειες. Το πιο γνωστό αναπτυξιακό πρόγραμμα αγροτουρισμού, είναι το CLLD/LEADER, το οποίο απευθύνεται σε μικρές τοπικές κοινωνίες, ξεκίνησε από το 1991 και συνεχίζει μέχρι σήμερα, με κύρια χαρακτηριστικά:

- Στρατηγικές τοπικής ανάπτυξης σε τοπική βάση
- Πολυτομεακό σχεδιασμό και υλοποίηση της στρατηγικής με βάση την αλληλεπίδραση μεταξύ φορέων και έργων διαφόρων τομέων της τοπικής οικονομίας.
- Εφαρμογή καινοτόμων προσεγγίσεων.
- Εφαρμογή έργων συνεργασίας.
- Δικτύωση των τοπικών εταιρικών σχέσεων.

4.2 Πολιτιστικές επιδιώξεις

Στην παρούσα ενότητα, θα γίνει εκτενής αναφορά στους λόγους, που οδήγησαν στην συγκεκριμένη τοποθέτηση της σύγχρονης ανεμογεννήτριας εντός του παραδοσιακού ανεμόμυλου και τι σκοπό είχε. Παραμερίζοντας για λίγο την ιδέα της προσθήκης του νεωτερικού στοιχείου, είναι σημαντικό να αναλύσουμε τον ίδιο τον «Μύλο» στα συστατικά του, έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η σημασία της «λαϊκής» αρχιτεκτονικής στην οποία και εντάσσεται.

Το μεγαλύτερο μέρος του δομημένου περιβάλλοντος γύρω μας βασίζεται στην λαϊκή παράδοση, η οποία απαρτίζεται από στοιχεία τεχνολογικά οικονομικά και κοινωνικά. Οι μύλοι γενικότερα θεωρούνται προϊόν της ανώνυμης αρχιτεκτονικής, η οποία δεν συμβαδίζει με τις επιταγές της ανακυκλώσιμης μόδας, αλλά παραμένει σταθερή και αμετάβλητη για να περατώνει τον σκοπό της. Σε αυτήν περιλαμβάνεται η έννοια των ειδικών κατασκευών, που χωρίζεται σε δύο κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία, αφορά κατασκευές διαμόρφωσης του ανθρωπογενούς φυσικού τοπίου, ενώ η δεύτερη αφορά κατασκευές εξειδικευμένων κτιρίων που ως

στόχο έχουν την εκμετάλλευση της προβιομηχανικής τεχνολογίας για την επεξεργασία αγροτικών προϊόντων. Οι μύλοι ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία, όπου για την λειτουργία τους χρησιμοποιούνταν μηχανές πολύ παλαιάς τεχνολογίας, οι οποίες όμως προσδίδουν στους μύλους αρετές, όμοιες με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική. Η πρωτότυπη χρήση των τοπικών υλικών, θεωρείται ως μία τέτοια αρετή, η οποία προέκυψε μέσα από εργαλεία και κατασκευές σημαντικής λειτουργικότητας μέσα στην πάροδο του χρόνου.



Κατεστραμένοι ανεμόμυλοι στο Σελί Αμπέλου. Πηγή: Νύκταρης Γαβριήλ, Δομική αποκατάσταση και πρόταση επανάχρησης ανεμόμυλου από φέρουσα λιθοδομή Σελί Αμπέλου – Οροπέδιο Λασιθίου.

“Η παραμέληση των ανώνυμων κτισμάτων που συνθέτουν το περιβάλλον είχε ως αποτέλεσμα να φαίνεται το περιβάλλον αυτό ασήμαντο και γι’ αυτό ακριβώς η υλική του υπόσταση παραμελείτε με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται συνεχώς.” (Δημήτρης Φιλιππίδης, σελ. 11). Το πρόβλημα που περιγράφεται παραπάνω, είναι αυτό που αντιμετωπίζουμε στο Σελί Αμπέλου και το οποίο προσπαθούμε να επιλύσουμε, με όσον το δυνατόν περισσότερο σεβασμό στο γύρω περιβάλλον. Είναι σημαντικό να τονιστεί πώς η προτεινόμενη παρέμβαση είναι αναστρέψιμη και ικανή να αφαιρεθεί εξ ολοκλήρου, εάν αυτό κριθεί αναγκαίο, επαναφέροντας το μνημείο στην πρωτότερη του κατάσταση.

Όσον αφορά την επιλογή του συγκεκριμένου τρόπου τοποθέτησης της Α/Γ στο εσωτερικό, εξυπηρετεί μια σειρά σκοπών. Αρχικά, φαίνεται ο ρόλος της να είναι απλά πρακτικός, να παράγει δηλαδή ενέργεια, όπως και ο παλιός ξύλινος μηχανισμός αποσκοπούσε αποκλειστικά στην άλεση σιτηρών. Ωστόσο, ο σκοπός της δεν είναι μόνο πρακτικός. Εάν στόχος ήταν απλώς η παραγωγή ενέργειας, θα μπορούσε να επιτευχθεί με την τοποθέτηση μιας ανεμογεννήτριας δίπλα στο κτίσμα, στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο.

Αντίθετα, τοποθετώντας την ανεμογεννήτρια εσωτερικά επιτυγχάνεται, αφενός η διατήρηση του παλαιού ρόλου που είχε ο αλεστικός μύλος. Ο οποίος προβάλλεται πλέον μέσα από το κτίριο και αφετέρου, προσδίδεται μια νεωτερική αξία στον

Μύλο, η οποία αναβλύζει από τον σύγχρονο στοιχείο, δηλαδή την ανεμογεννήτρια. Η αξία αυτή του σκοπού των Μύλων, έχει αναγνωριστεί και επίσημα, εφόσον το Μυλοτόπι, έχει συγκαταλεχθεί στον εθνικό κατάλογο άυλης κληρονομιάς. Με την δομή της νεωτερικής αυτής προσθήκης λοιπόν, γίνεται μια επέμβαση ηθελημένη, που ως σκοπό έχει μέσα από την διαφορά της παλαιότερης και της νέας μορφής, να αναδείξει τους δύο αυτούς ρόλους του κτιρίου.

Επιπροσθέτως, με την τοποθέτηση στο εσωτερικό επιτυγχάνεται άλλος ένας σημαντικός στόχος, αυτός της ομαλής αφομοίωσης του νεωτερικού στοιχείου, τόσο από το κτίσμα όσο και από το γύρω περιβάλλον. Η εικόνα που βλέπει ο επισκέπτης όταν αντικρύζει τον παραδοσιακό μύλο με τα μεταλλικά φτερά, στην θέση της παλιάς φτερωτής με τα ξύλινα δοκάρια και τα πανιά, δεν είναι κραυγαλέα, ούτε ασύνδετη μεταξύ της, αφού η νέα προσθήκη δεν επισκιάζει το κτίριο ούτε διαταράσσει το περιβάλλον του, όπως θα έκανε μία εξωτερική κατασκευή που θα στεκόταν απλώς δίπλα, χωρίς να υπάρχει μια αλληλουχία μεταξύ, των προς σύνδεσης στοιχείων.

Επίσης μια ακόμη επιδίωξη, είναι η πλήρης διαφοροποίηση αυτής της προσπάθειας από τον «Ρετρό» τουρισμό. Η εν λόγω σύγχρονη μορφή αγροτουρισμού, βασίζεται στην απομίμηση του παλιού, είτε μέσω ανακατασκευής κάποιου εγκαταλελειμμένου οικήματος ή οικισμού, είτε μέσω κατασκευής εκ νέου ολόκληρων χωριών, ώστε να δίνουν την εικόνα του «παραδοσιακού». Ουσιαστικά, αποτελούν μια απομίμηση του παρελθόντος, ένα σκηνικό το οποίο δεν είναι αυθεντικό. Η διαφοροποίηση αυτή επιτυγχάνεται, μέσω της ομαλής σύνδεσης των δύο στοιχείων, που γίνεται με σεβασμό στην τοποθεσία και την ιστορία της και η οποία δεν προσπαθεί να μιμηθεί ή να αποκρύψει τις χρονικές περιόδους στις οποίες ανήκουν τα επί μέρους στοιχεία της. Αντίθετα, η σύνδεση αυτή προβάλλει τα μέρη της, τα οποία είναι ευδιακρίτως διαφορετικά, προσδίδοντας της το χαρακτηριστικό της ειλικρινούς κατασκευής.

4.3 Σχεδιαστικές επιδιώξεις

Όσον αφορά την επανασχεδίαση εξαρτημάτων της Windspot 3.5, όπως παρουσιάστηκε εκτενώς στον 3^ο κεφάλαιο, έγινε για πρακτικούς λόγους, όπως την σωστή τοποθέτησης της στο εσωτερικό του βορινού παραθύρου, διατάσεων 1m (ύψος) x 0.75m (μήκος) x 0.65 m(πλάτος), την επιπλέον στήριξη της και την ικανότητα προσαρμογής του προσανατολισμού του ρότορα στο μέτωπο του αέρα.

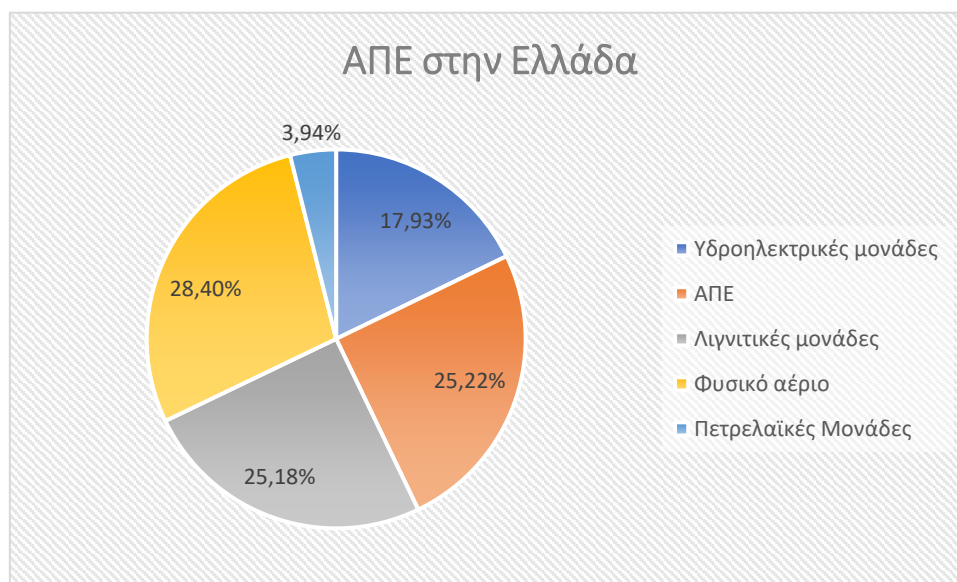
Η αρχική ουρά αφαιρέθηκε, εφόσον στην παρούσα εργασία η συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια βρίσκεται σε εσωτερικό χώρο, άρα δεν εξυπηρετεί κάποιον ρόλο. Εναλλακτικά, στην θέση της σχεδιάστηκε ένα πρόσθετο κομμάτι, η «**kontra**» όπως βρίσκεται στα σχέδια, το οποίο με μία βίδα κουμπώνει πάνω στον οδηγό ημικυκλικής μορφής, που βρίσκεται πάνω στην προεξοχή της βάσης. Με αυτόν τον τρόπο, δίνει την δυνατότητα στην ανεμογεννήτρια να στραφεί προς τα δεξιά ή τα

αριστερά, έτσι ώστε να βρίσκεται στην στη πλέον αποδοτική κλίση απέναντι στην ροή του ανέμου και ταυτόχρονα, να παρέχει παραπάνω ασφάλεια στην κατασκευή, έναντι κακών καιρικών συνθηκών.

Επίσης για την σταθεροποίηση της, η χρήση ενός πύργου δεν θα ήταν η πλέον κατάλληλη επιλογή, καθώς το τμήμα του κελύφους στο οποίο συνδεόταν ο πύργος στα αρχικά σχέδια, τώρα απέχει εκατοστά από το εσωτερικό τμήμα του τοίχου κάνοντας μια τέτοια συναρμολόγηση αρκετά περίπλοκη. Έτσι, η νέα στήριξη της γίνεται με μια νέα βάση σε μορφή σκαλωσιάς. Οι λόγοι της επιλογής αυτής είναι, πρώτον η καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου, καθώς για την διαμόρφωση του Μύλου σε παραδοσιακή τουριστική κατοικία, διατίθενται μόλις 11.64τ.μ προς εκμετάλλευση, συνεπώς η χρήση του χώρου πρέπει να γίνει σωστά και με σύνεση. Δεύτερον, η μορφή σκάλας θα εξυπηρετήσει την ευκολότερη πρόσβαση στην ανεμογεννήτρια σε περίπτωσης βλάβης και μελλοντικής συντήρησης.

4.4 Περιβαλλοντικές επιδιώξεις

Η χώρα μας τα τελευταία χρόνια έχει κάνει μια τεράστια στροφή, όσον αφορά την χρήση των ΑΠΕ, προσφέρει το 25,22% στο σύνολο της παραγόμενης ενέργειας, με το μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς και αιολικά πάρκα, ενώ μικρότερο ποσό ενέργειας προέρχεται από υδροηλεκτρικά πάρκα και σταθμούς γεωθερμίας, κυματικής ενέργειας και βιομάζας.



Ποσοστό % στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα. Πηγή: Παραδόσεις ηλεκτρικής οικονομίας, Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

Πάρα τον οικολογικό τους χαρακτήρα, η υπέρμετρη χρήση τους στην χώρα μας σήμερα, έχει προκαλέσει πληθώρα αντιδράσεων και περιβαλλοντικών

καταστροφών. Πιο συγκεκριμένα πολλοί πολίτες εναντιώνονται στην συστηματική αποψίλωση τεράστιων εκτάσεων γης που ως σκοπό έχουν να φιλοξενήσουν αιολικά πάρκα τεραστίων διαστάσεων, την στιγμή που η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ φτάνει τα 16GW, από τα οποία χρειαζόμαστε μόλις τα 9GW, ποσό σχεδόν διπλάσιο του αναγκαίου. Ακόμη, πέρα από την απογύμνωση του φυσικού περιβάλλοντος, θύμα των ΑΠΕ είναι και η τοπική πανίδα των περιοχών. Μεγάλος αριθμός πτηνών θανατώνεται κάθε χρόνο λόγω πρόσκρουσης τους με τις ανεμογεννήτριες, ενώ επίσης η λειτουργία των αιολικών πάρκων μπορεί να επιφέρει την μείωση έως και την εξαφάνιση πληθυσμών, ευάλωτων ή προς εξαφάνιση ειδών.

Έτσι, ένας ακόμη στόχος με την επιλογή μικρού μεγέθους ανεμογεννήτριας για την περάτωση της εργασίας, ήταν η αποφυγή των σοβαρών οικολογικών επιπτώσεων που παρουσιάζουν οι ανεμογεννήτριες μεγάλης κλίμακας. Η πρόταση αυτή προσφέρεται ως εναλλακτική λύση στο πρόβλημα των αιολικών πάρκων, που για να φτιαχτούν καταστρέφουν τοπία και πολλές φορές καταλήγουν να γίνονται, περιβαλλοντική και αισθητική πληγή για τον τόπο.

Συμπεράσματα

Η διατήρηση και η επανάχρηση κτιρίων, που έχουν παράδοση και ιστορία για τον τόπο μας πρέπει να αποτελούν μέλημα, τόσο για την πολιτεία όσο και για τους ανθρώπους, των οποίων το παρελθόν συνδέεται με αυτά. Οι μύλοι στο Σελί Αμπέλου είναι μάρτυρες της κοινωνικής μας εξέλιξης μέσα στον χρόνο. Δημιουργήθηκαν με σκοπό να διευκολύνουν τον άνθρωπό με βαριές εργασίες, όπως η άλεση σιτηρών και προσέφεραν μεγάλη ακμή στην περιοχή του οροπέδιου, βοηθώντας στην αποστράγγιση του και δημιουργώντας εκτάσεις εύφορης γη προς όφελος του ντόπιου πληθυσμού.

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η χρήση της τουριστικής παραδοσιακής κατοικίας με σκοπό να δώσει την ευκαιρία σε πλήθος επισκεπτών να βιώσουν τον χώρο και να έρθουν σε επαφή με την ιστορία του, ζώντας για λίγο μέσα σε αυτόν. Παράλληλα με τον τρόπο αυτό, αποτελεί ξανά πηγή εσόδων, αυτή την φορά μέσω του αγροτουρισμού. Μεγάλη προσοχή δόθηκε τόσο στην σχεδίαση όσο και στην τοποθέτησης της ανεμογεννήτριας, που θα έκανε τον μύλο λειτουργικά αυτόνομο, διότι όπως αναφέρθηκε αρκετές φορές στην εργασία βασική μέριμνα ήταν οποιαδήποτε επέμβαση να γίνει με σεβασμό στο περιβάλλοντα χώρο και στην ιστορία του μυλότοπου.

Η προσθήκη της συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας μπορεί να καλύψει της ανάγκες του οικήματος στο διπλάσιο, ενώ παράλληλα προσδίδει σε αυτό μια νεωτερική αξία, όντας μια σύγχρονη διάταξη, χωρίς να διαταράσσει τον περιβάλλοντά χώρο ή να απαιτεί έργα κολοσσιαίων διαστάσεων και εξόδων, λόγω του μικρού μεγέθους της.

Σε κάθε περίπτωση η παρούσα διπλωματική εργασία μπορεί να ξεκινάει από την επέμβαση στον ένα από τους είκοσι τέσσερις διατηρητέους μύλους, όμως απώτερος σκοπός της είναι να αποτελέσει έναυσμα για την επανάχρηση ολόκληρου του συνόλου των μύλων.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- [1] Μπιλάλης Νικόλαος – Μαραβελάκης Εμμανουήλ, (2014), *Συστήματα CAD/CAM και τρισδιάστατη απεικόνιση αντικειμένων*, Αθήνα: Εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ
- [2] Νύκταρης Γαβριήλ, επιβλέπουσα καθηγήτρια: Σταυρουλάκη Μαρία, Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Αρχιτεκτόνων μηχανικών, Μεταπτυχιακή Διατριβή: Δομική αποκατάσταση και πρόταση επανάχρησης ανεμόμυλου από φέρουσα λιθοδομή Σελί Αμπέλου – Οροπέδιο Λασιθίου.
- [3] Δρακωνάκης Ηλίας, επιβλέπων καθηγητής: Φραγκούλης Αντώνιος, ΤΕΙ Κρήτης Σχολή Διοίκησης και οικονομίας Τμήμα Τουριστικών Επιχειρήσεων, Πτυχιακή εργασία: Ανάπτυξη εναλλακτικού τουρισμού στο οροπέδιο Λασιθίου.
- [4] Τεχνική έκθεση: Αποκατάσταση και ανάδειξη Μονόκαιρων Ανεμόμυλων στην είσοδο του οροπεδίου ΤΖΕΡΜΙΑΔΩΝ 2012. ΕΣΠΑ 2007-2013.
- [5] Μπόρσι Κρίστ, επιβλέπων καθηγητής: Κορρές Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Γεωγραφίας, Πτυχιακή εργασία: Ο αγροτουρισμός και η τοπική ανάπτυξη στην περιφέρεια της Κρήτης.
- [6] Ελπίδα Αριστείδου, (2019), «Ο αγροτουρισμός μπορεί να αποτελέσει έναν νέο μοχλό ανάπτυξης για την Κρήτη», *Ρεθεμνιώτικα νέα*, (22/05/2019)
- [7] Δημήτρης Φιλίππιδης εκδοτικός, Ανώνυμη αρχιτεκτονική και πολιτιστικοί παράγοντες.

Ξένα

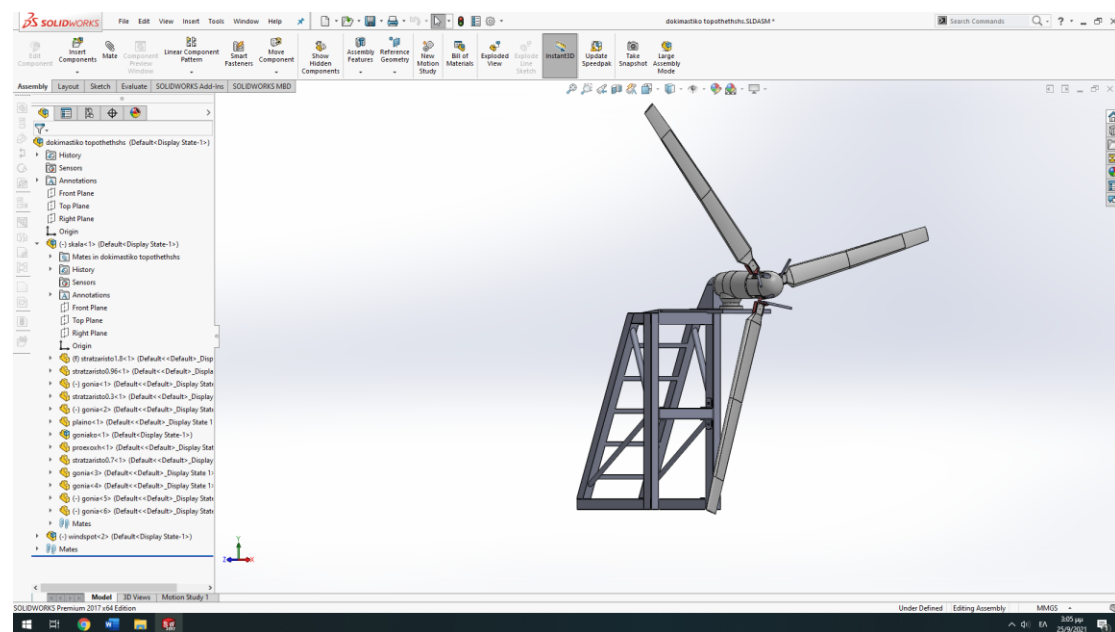
- [8] “CAD, 3D Modeling Engineering Analysis, and Prototype Experimentation. Industrial and Research Applications” Jeremy Zheng Li.
- [9] “Wind and Solar Power Systems Design Analysis and Operation” Mukund R. Patel 2nd edition.

Ηλεκτρονική

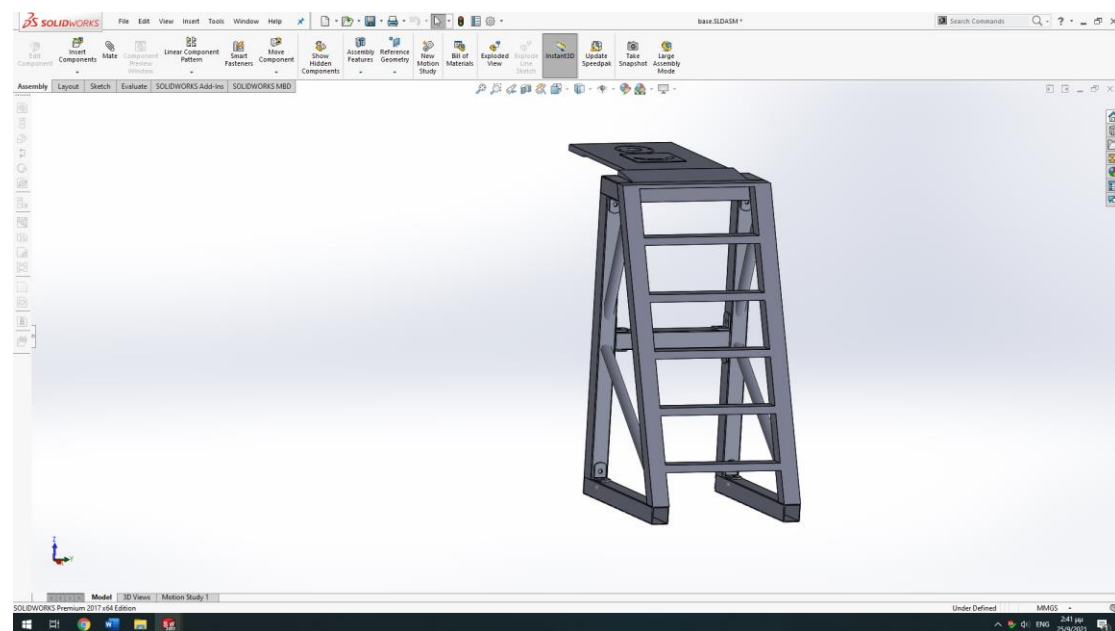
- [1] (2/12/2016) «Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά», Διαθέσιμο από <http://energy.reporter.com.cy/electricity/article/73846/posi-energia-xodevoyn-ta>
- [2] Αιολική Γη Α.Ε, «Ετήσια παραγωγή ενέργειας αιολικού πάρκου», Διαθέσιμο από <http://www.aiolikigi.gr/el/e-learning/wind-parks-annual-electricity-production/>
- [3] 1^ο ΕΠΑΛ Σύρου, «Μέρη ανεμογεννήτριας», Διαθέσιμο από <http://ape1epalsyrou.weebly.com/alphanuepsilonmuomicrongammaepsilononnun u942taurhoiotaepsilonsigmaf.html>
- [4] Ελληνικοί μύλοι, «Πληροφορίες για τους Ελληνικούς Μύλους», Διαθέσιμο από https://hellenicmills.gr/?page_id=11
- [5] Πάρνωνας Α.Ε (29/11/2014) «Τι είναι το πρόγραμμα CLLD/LEADER», Διαθέσιμο από <https://www.parnonas.gr/ti-ine-to-programma-leader/>
- [6] Αντώνης Φώσκολος, «Η Κρήτη δεν χρειάζεται άλλες ανεμογεννήτριες», Διαθέσιμο από https://www.rethemnosnews.gr/apopseis/653484_i-kriti-den-hreiazetai-anemogennitries?fbclid=IwAR30qc6HuK4IbwWKIQxqnAoHJC2InIRJL-0PZ7S-Cqb18M6SBa_YU2f9VUk
- [7] «Επιπτώσεις αιολικών πάρκων στα πουλιά», Διαθέσιμο από, https://www.ornithologiki.gr/page_cn.php?tlD=1376&aID=401
- [8] Γιάννης Κατσίγιαννης, «Ανεμογεννήτριες», Διαθέσιμο από, <https://docplayer.gr/228785-Aneuogennitries-giannis-katsigiannis.html>
- [9] «Υπολογισμός κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε οικιακή συσκευή», Διαθέσιμο από, <https://www.helppost.gr/dei/ypologismos-reuma-katanalosi/>

Παράρτημα 1

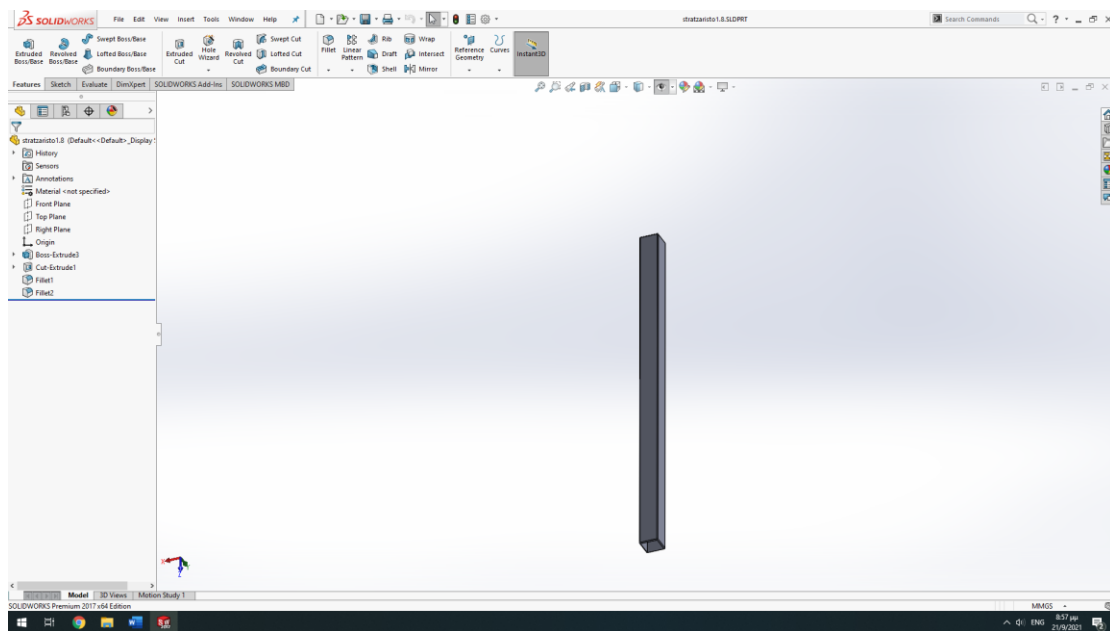
Wind turbine



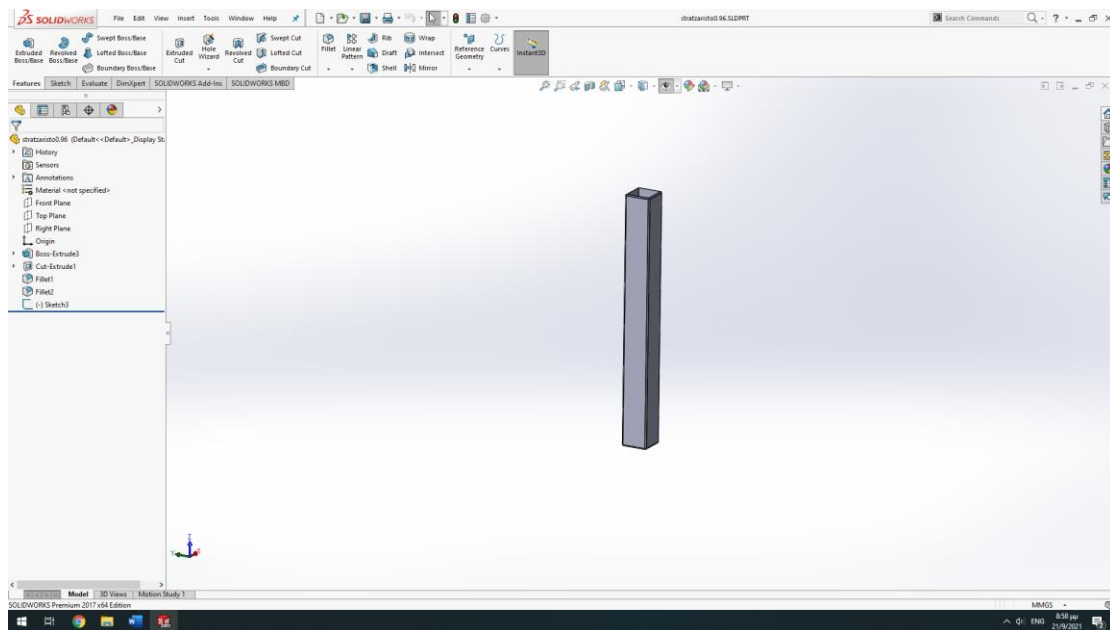
Base



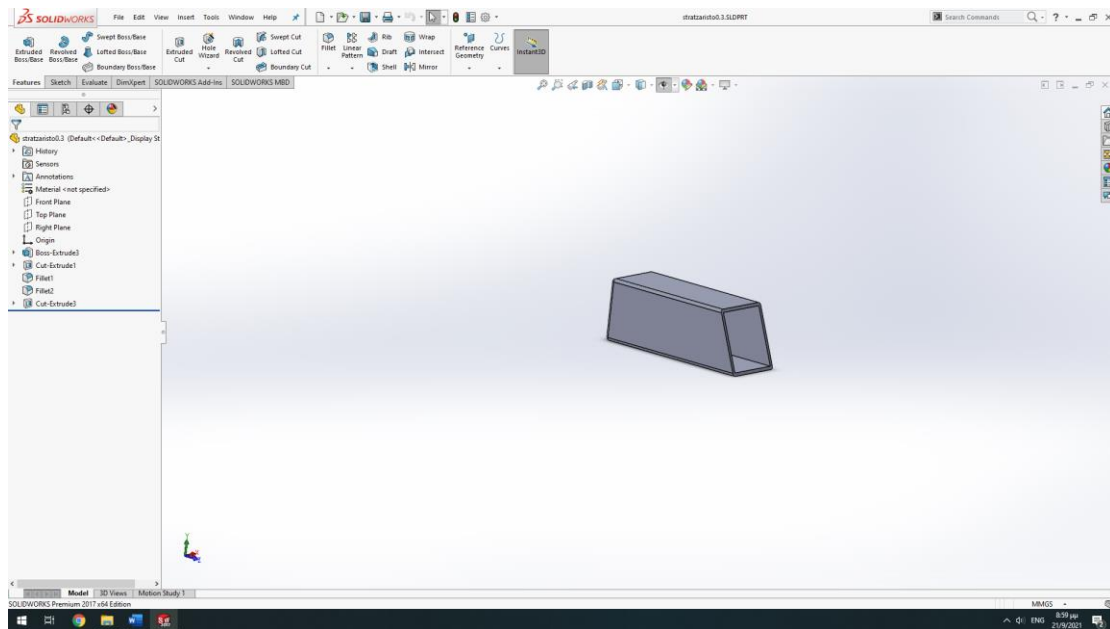
Stratzaristo 1.8



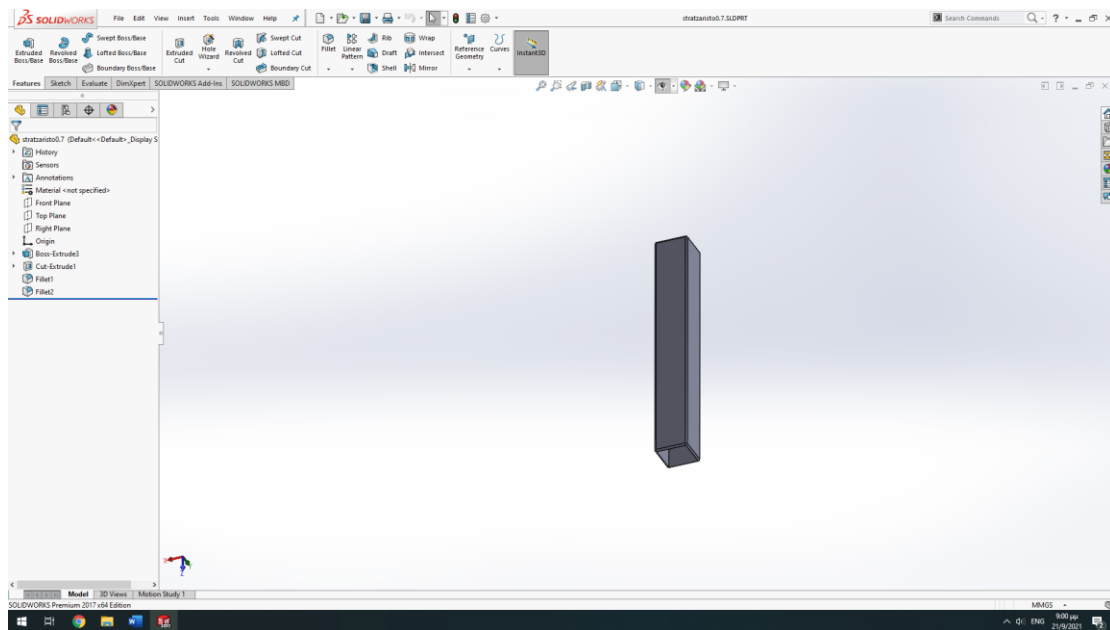
Stratzaristo 0.96



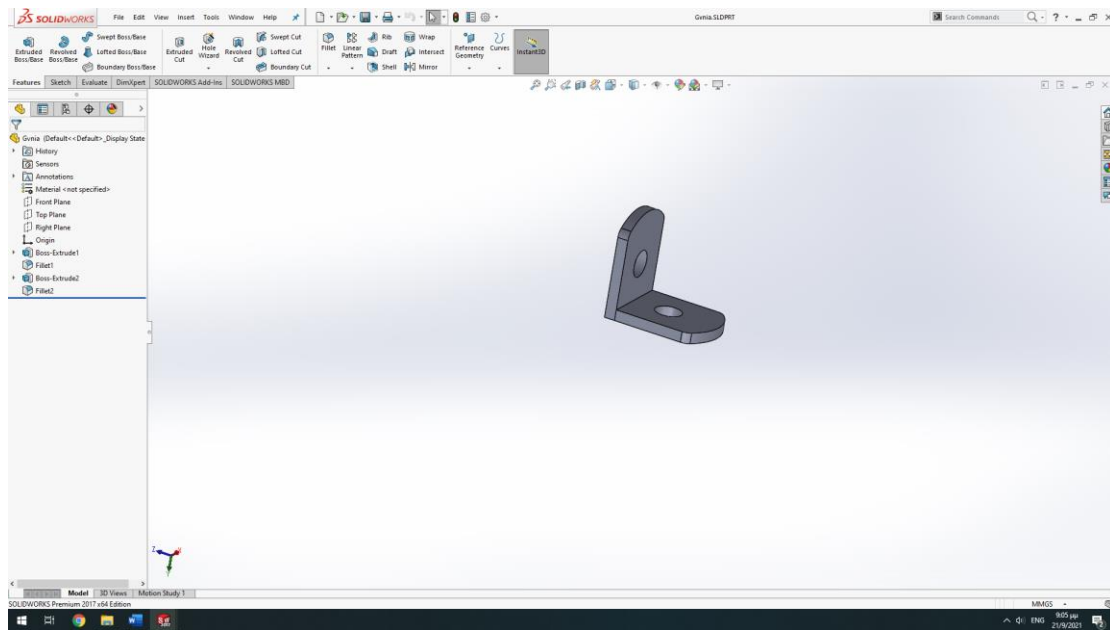
Stratzaristo 0.3



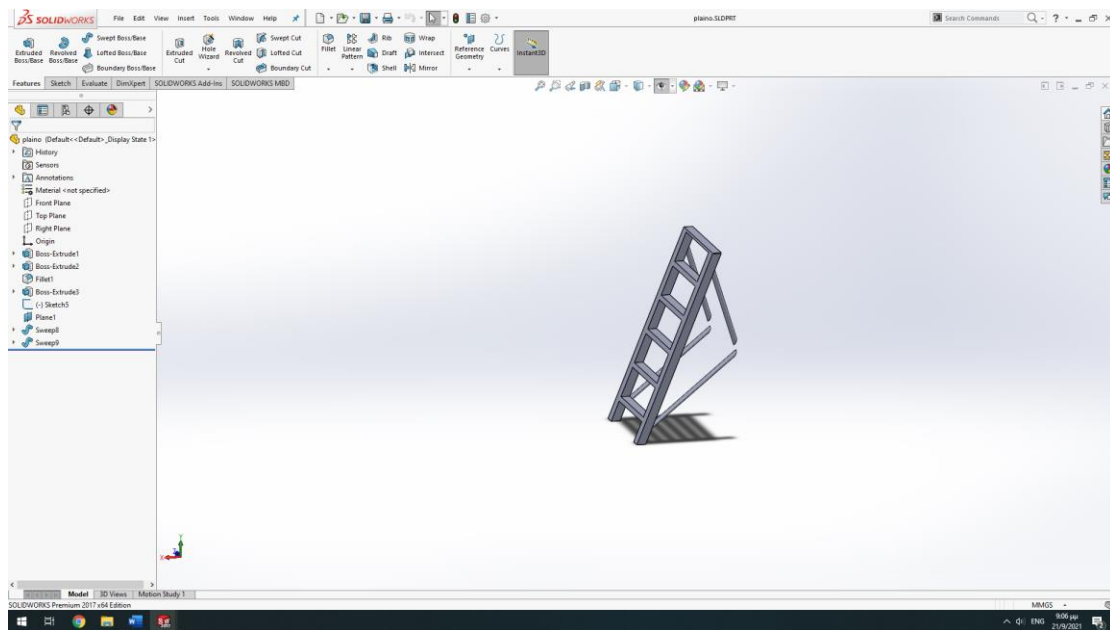
Stratzaristo 0.7



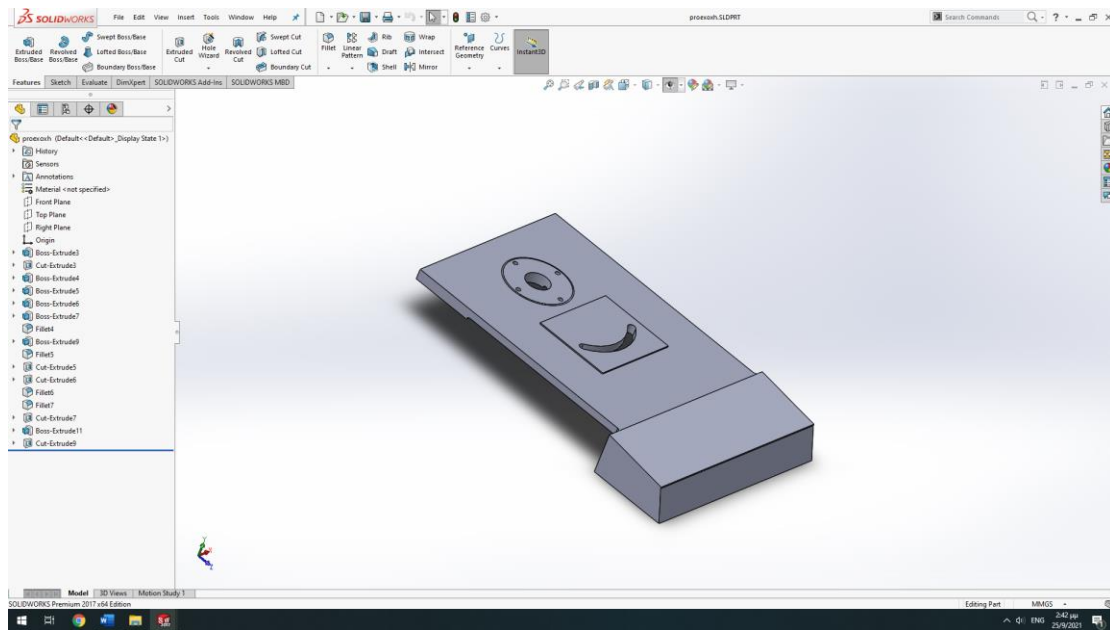
Gonia



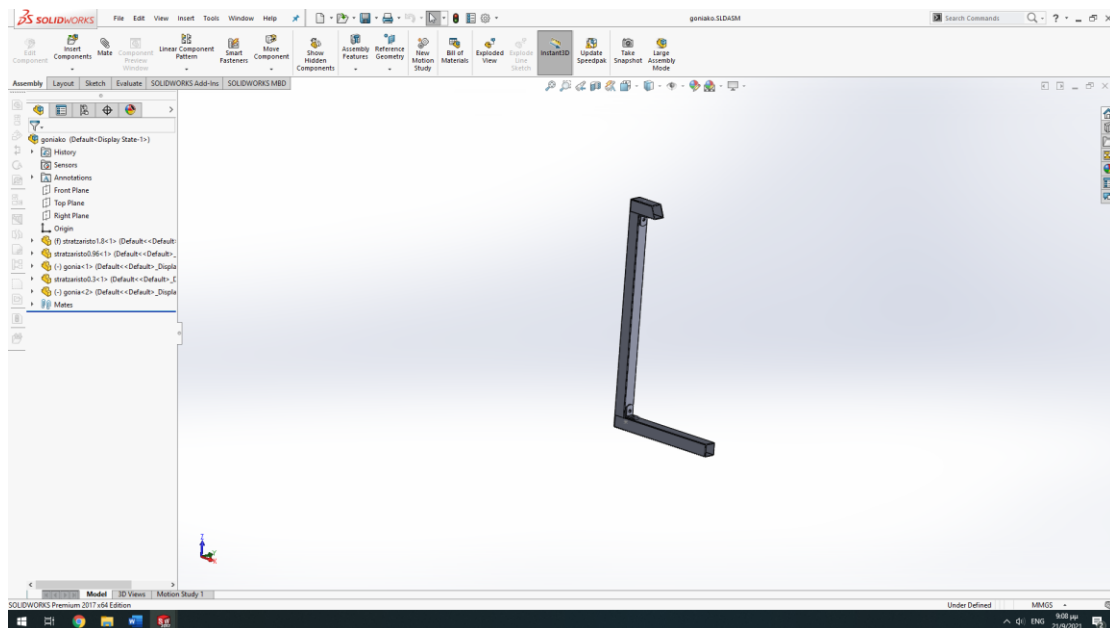
Plaino



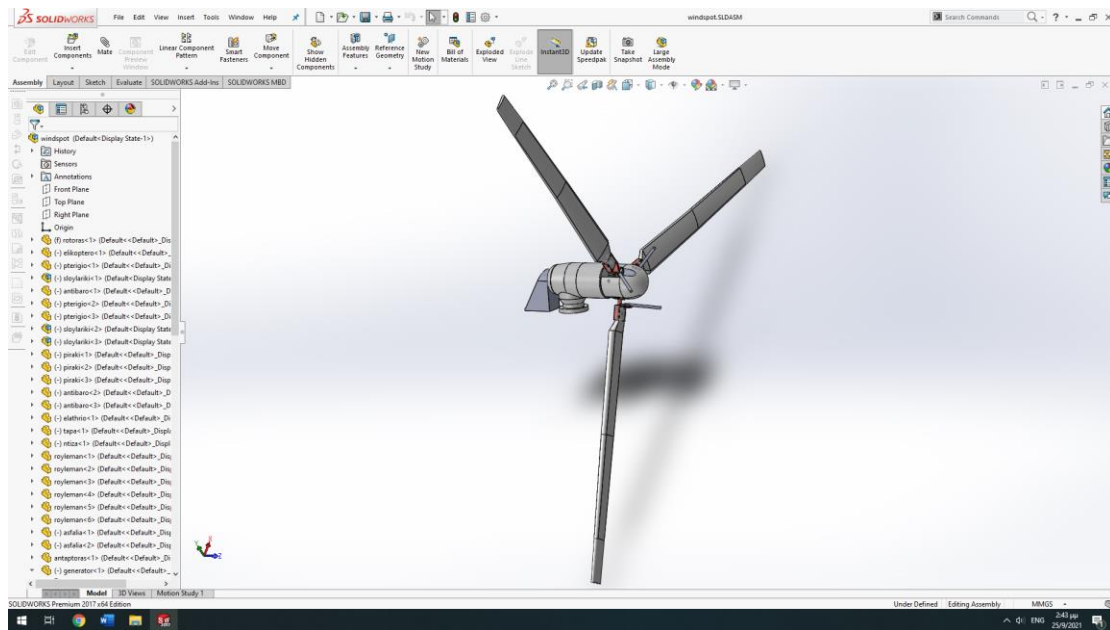
Proexoxh



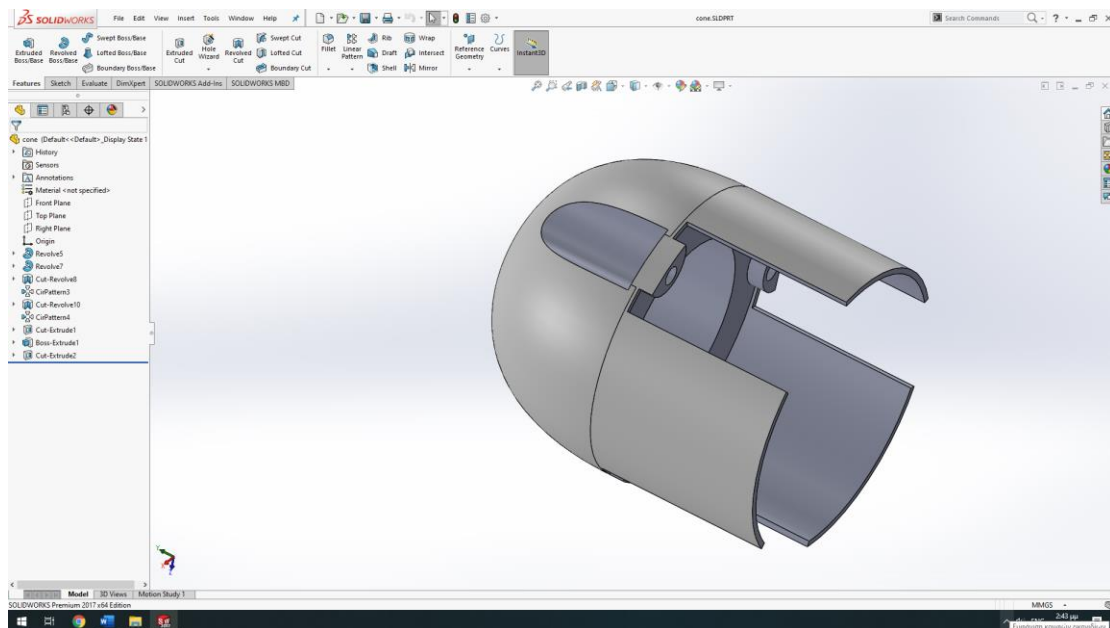
Goniako



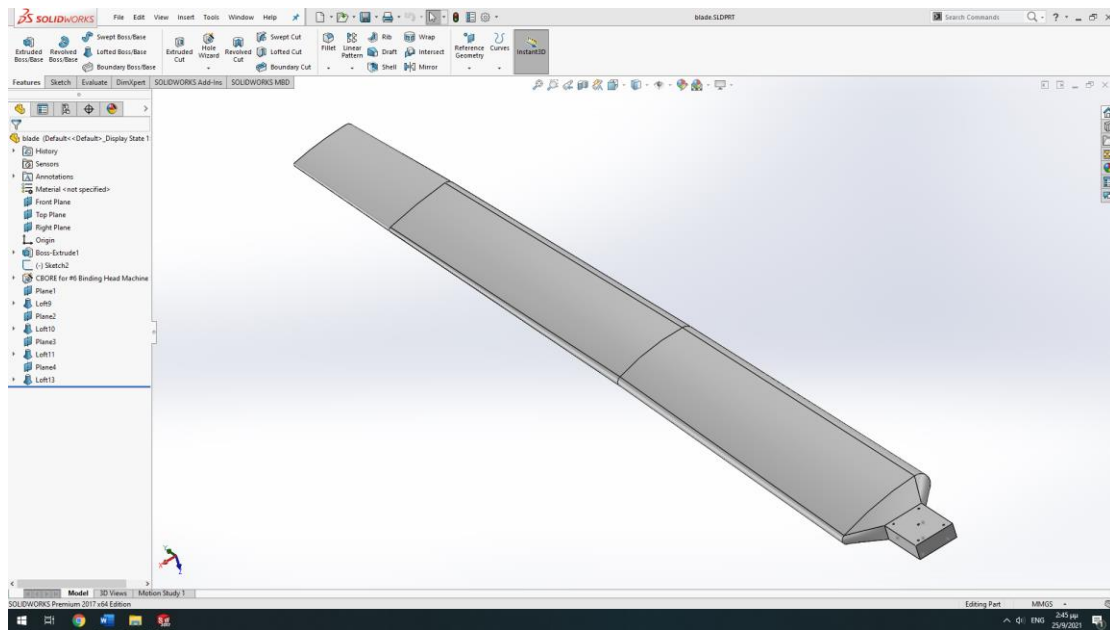
Windspot



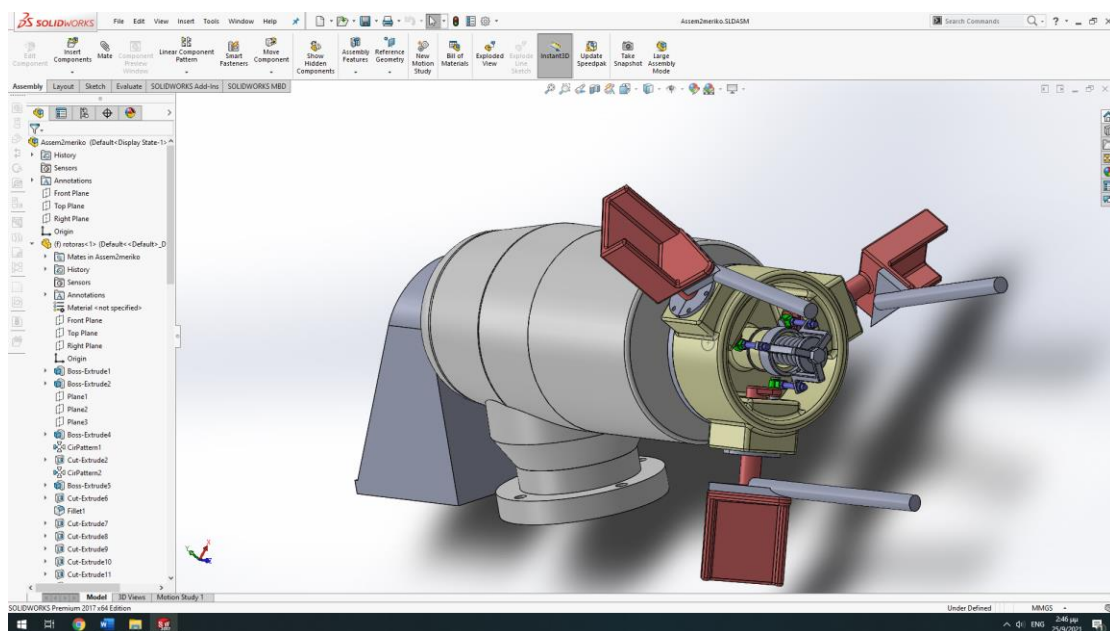
Cone



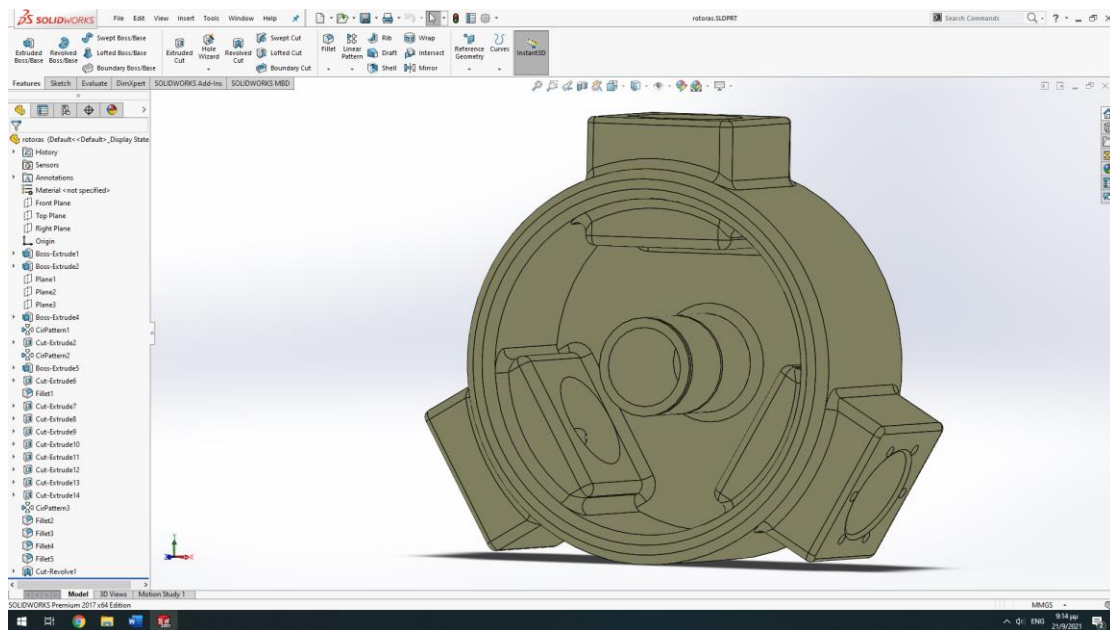
Blade



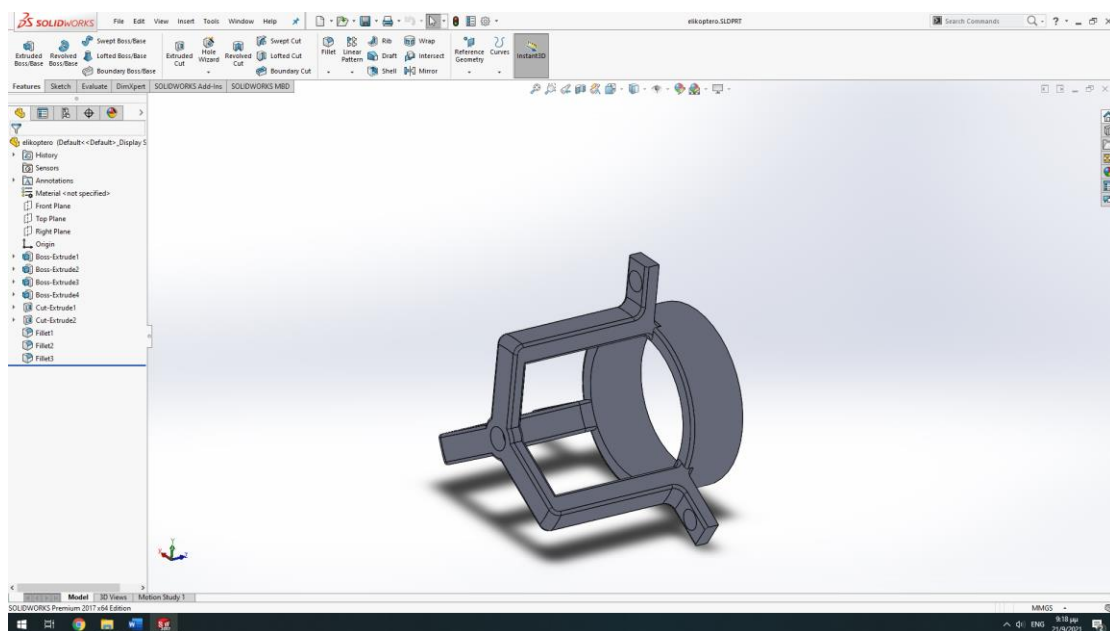
Assem2meriko



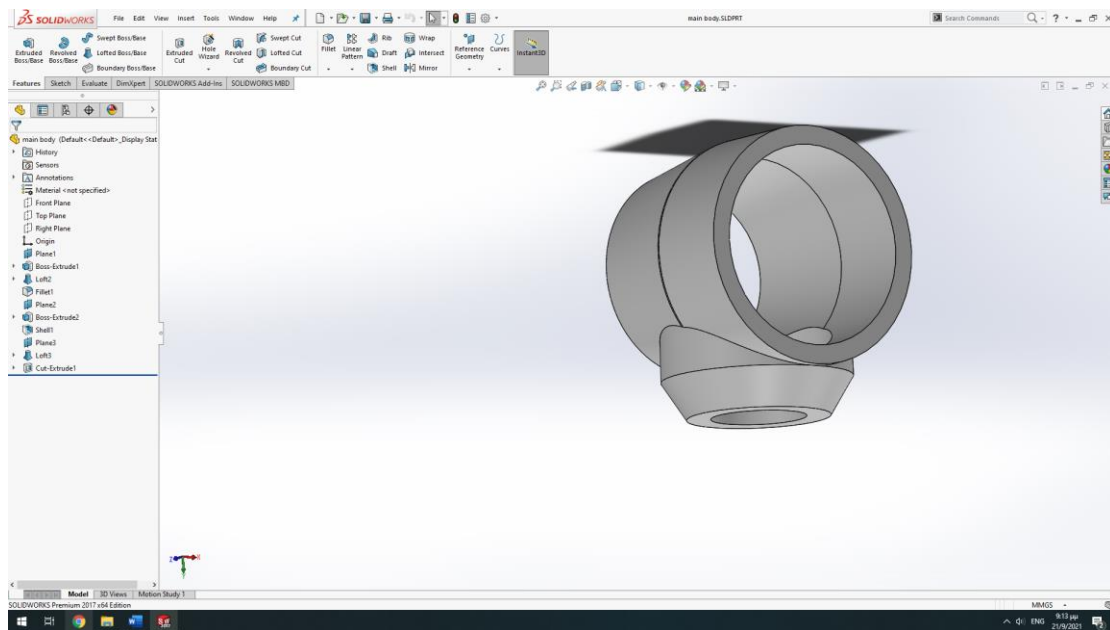
Rotoras



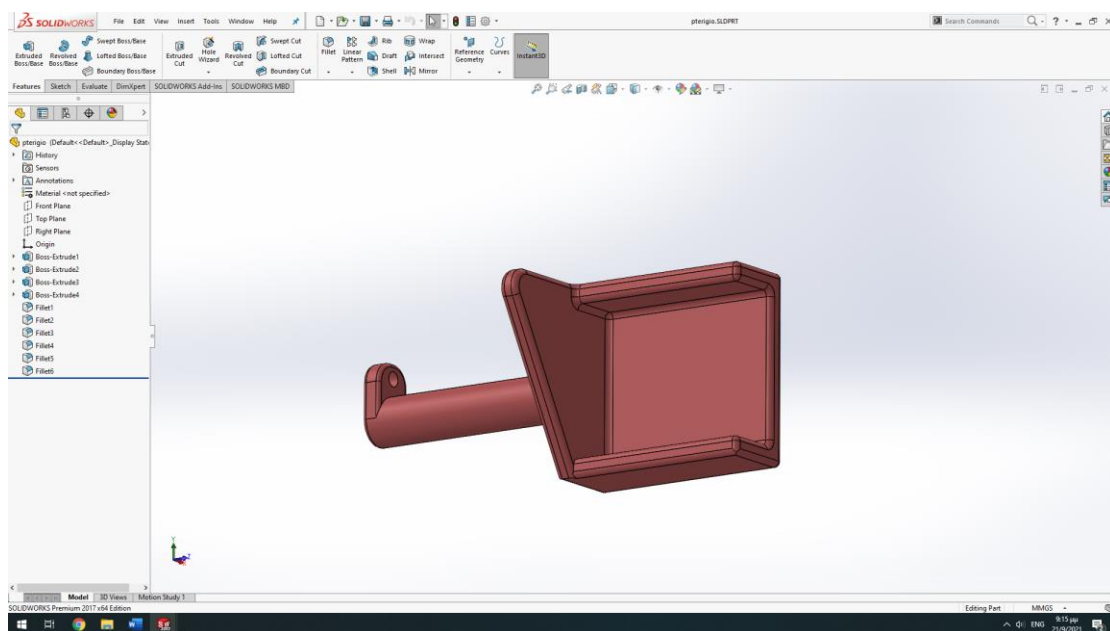
Elikoptero



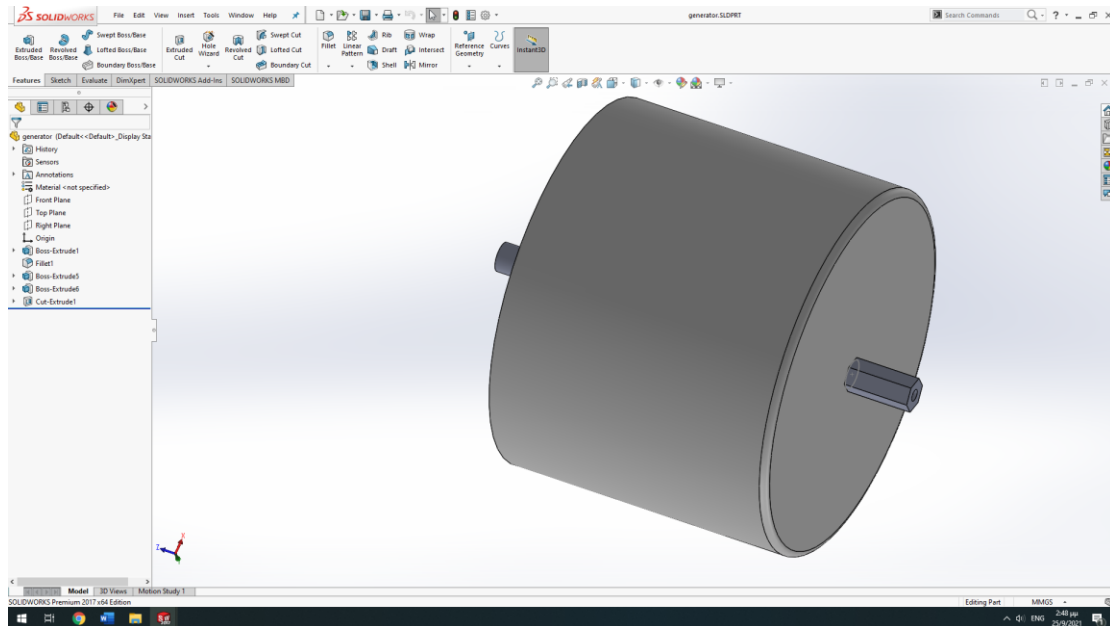
Main body



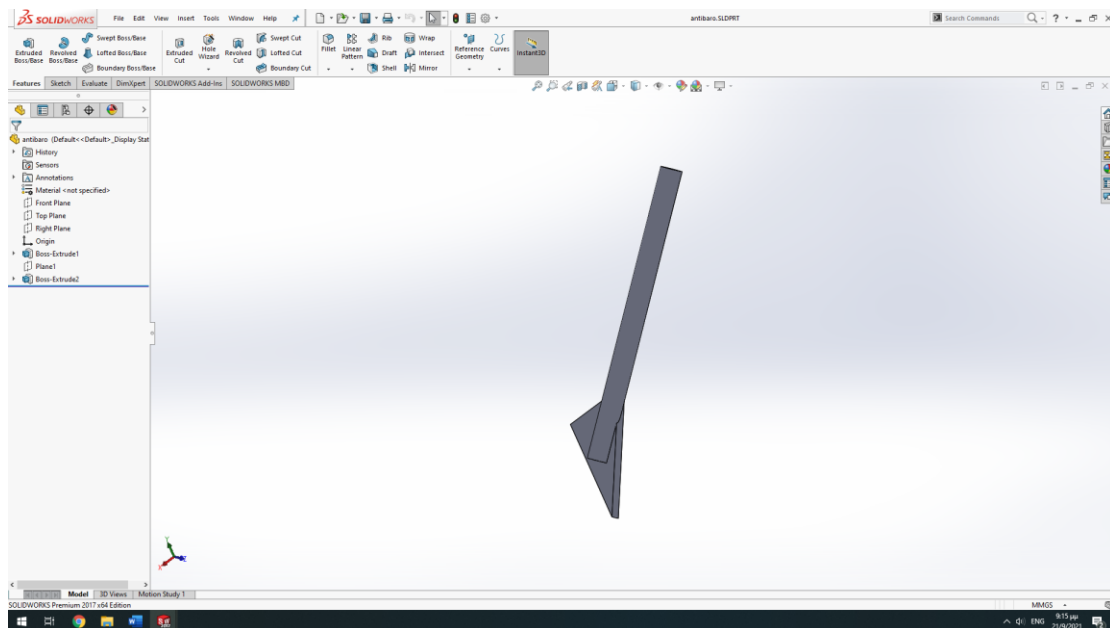
Pterigio



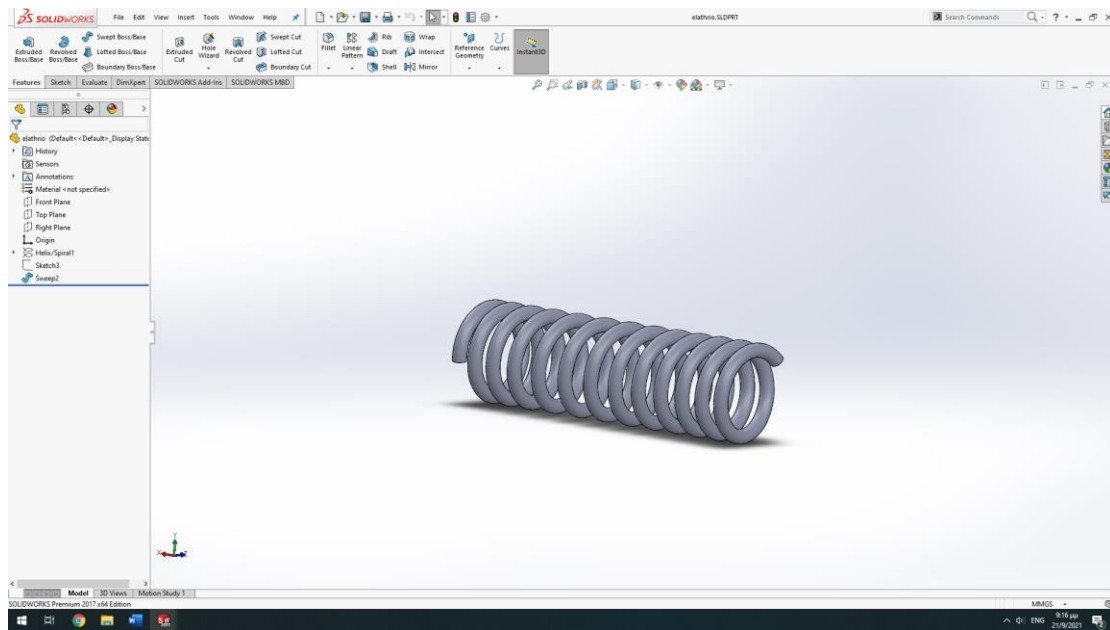
Generator



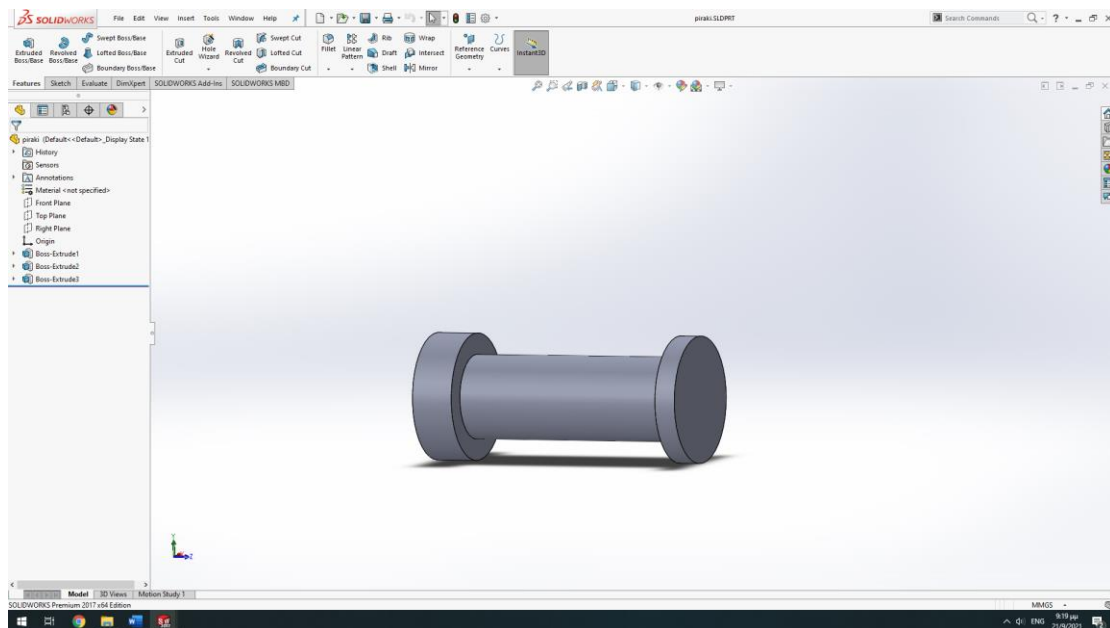
Antibaro



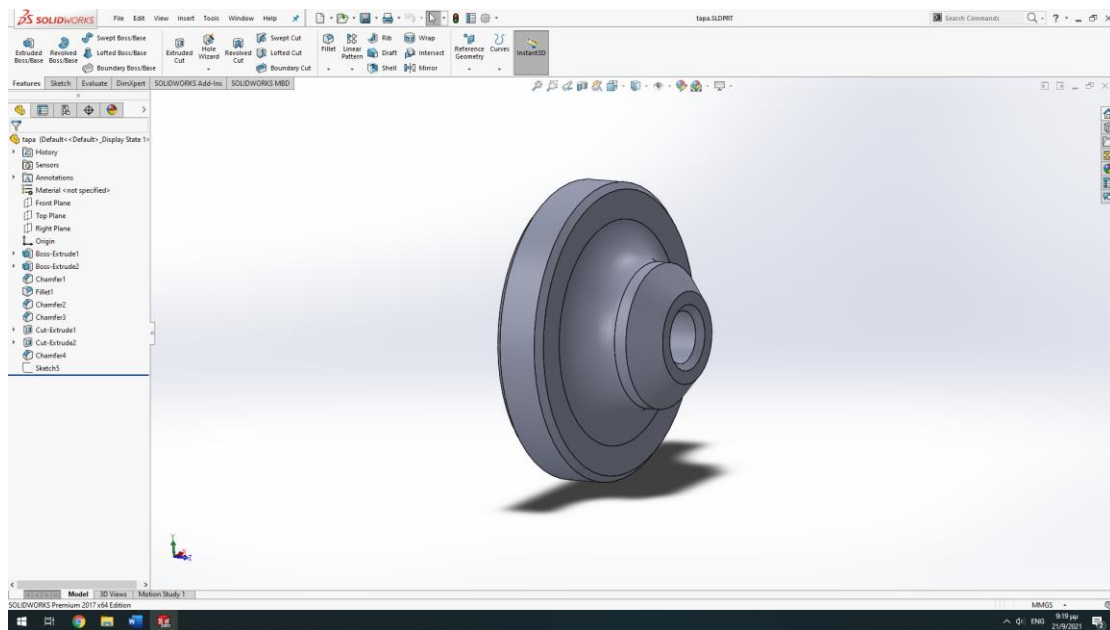
Elathrio



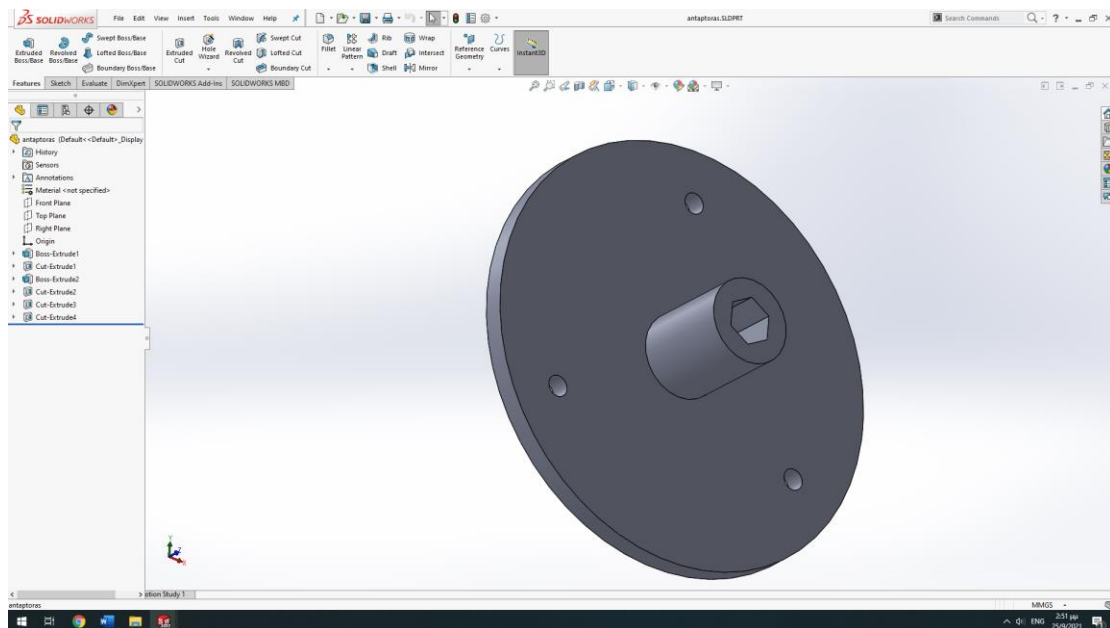
Piraki



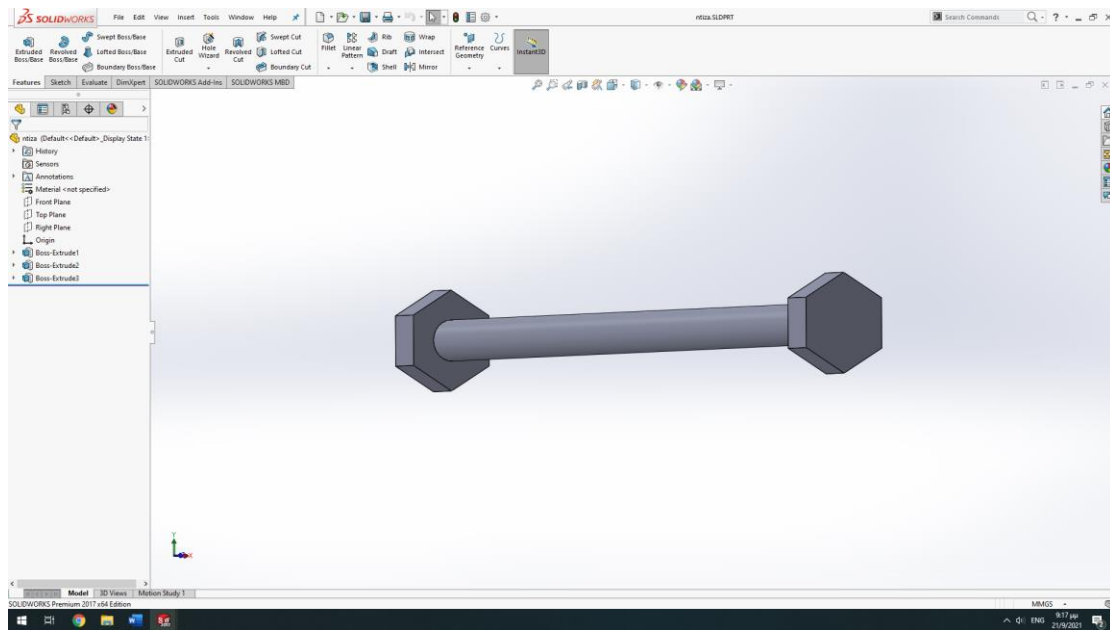
Tapa



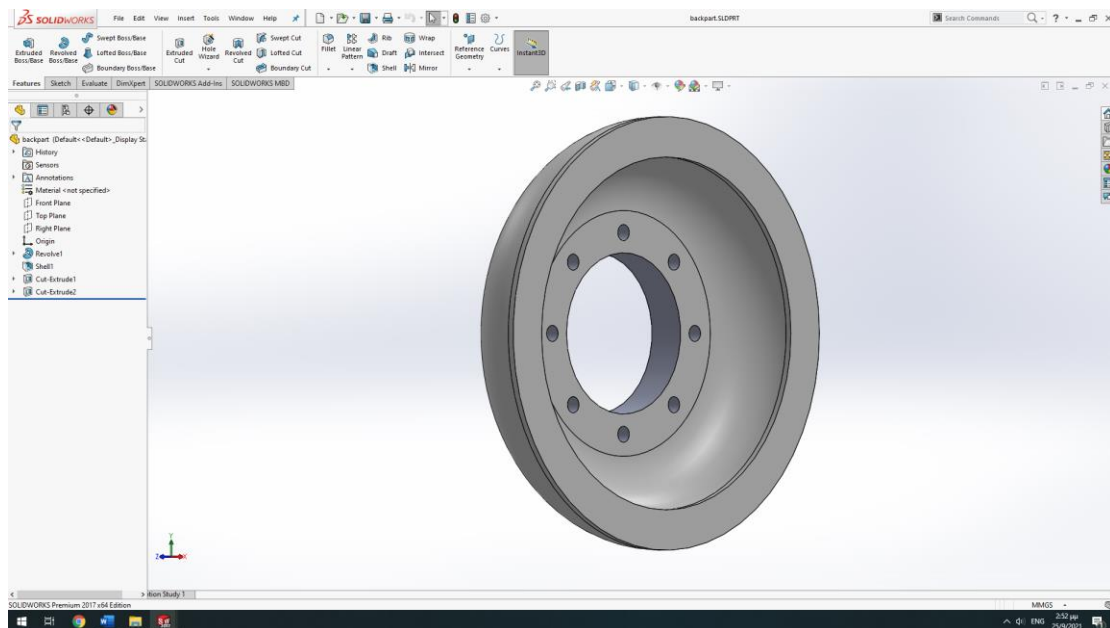
Antaptoras



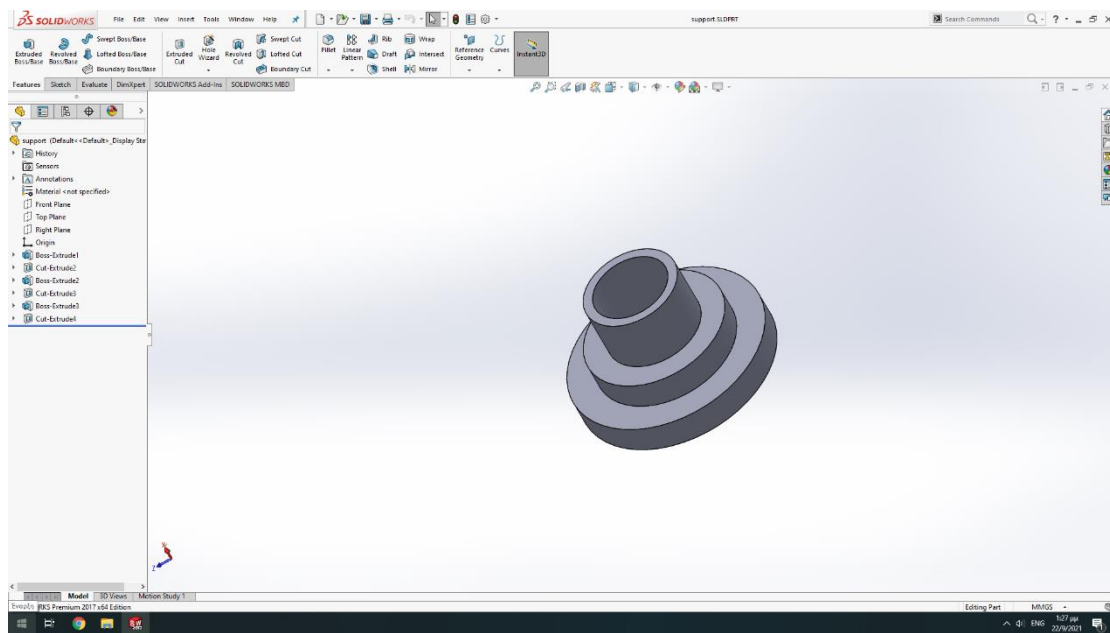
Ntiza



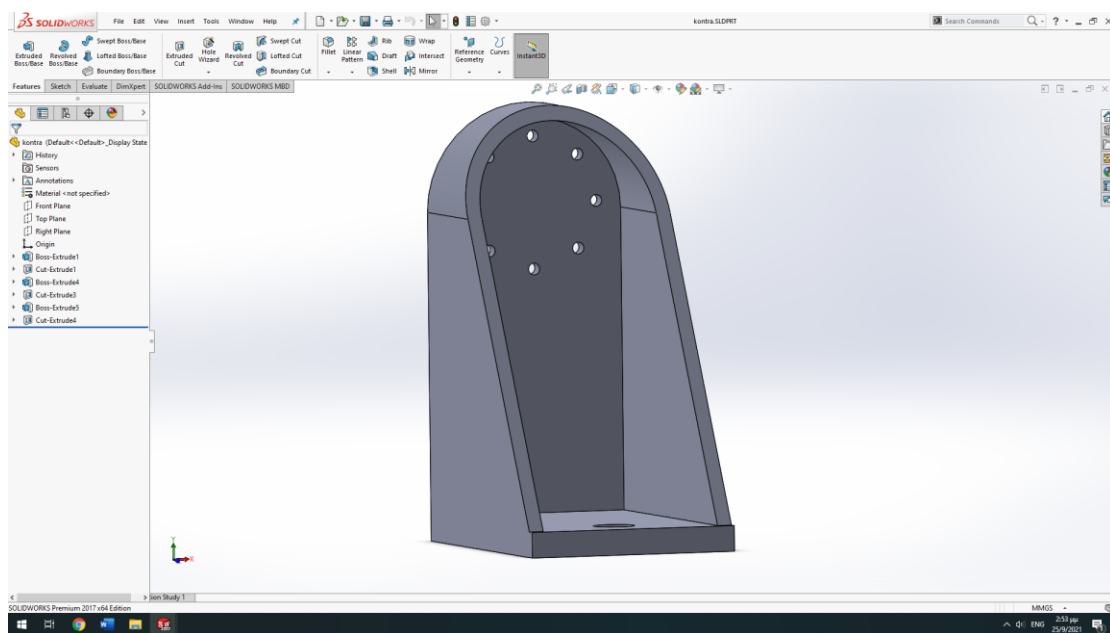
Backpart



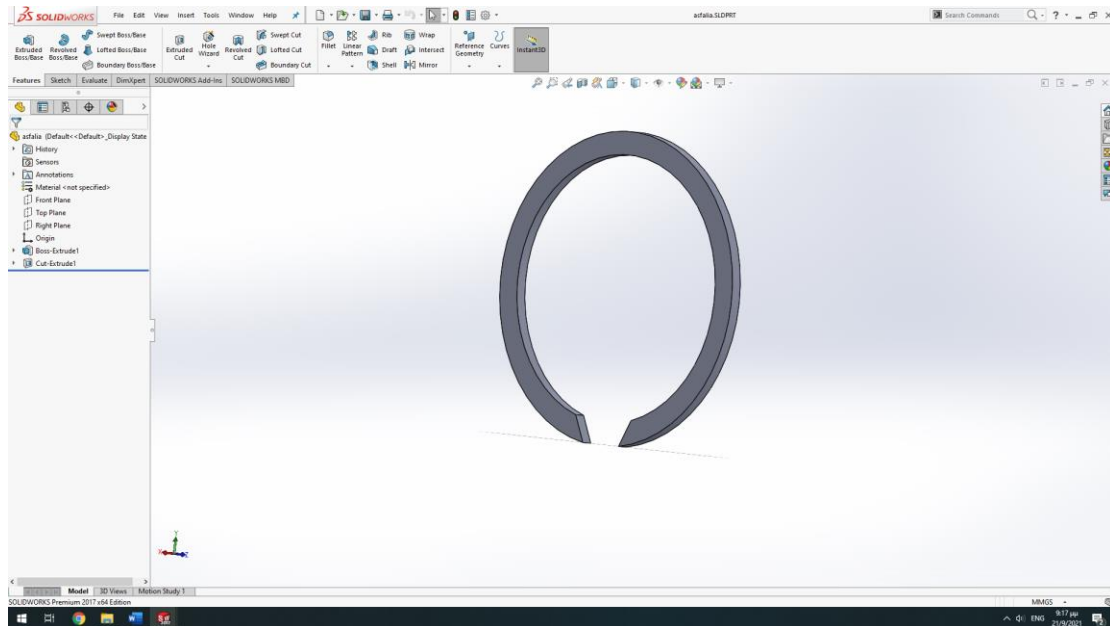
Support



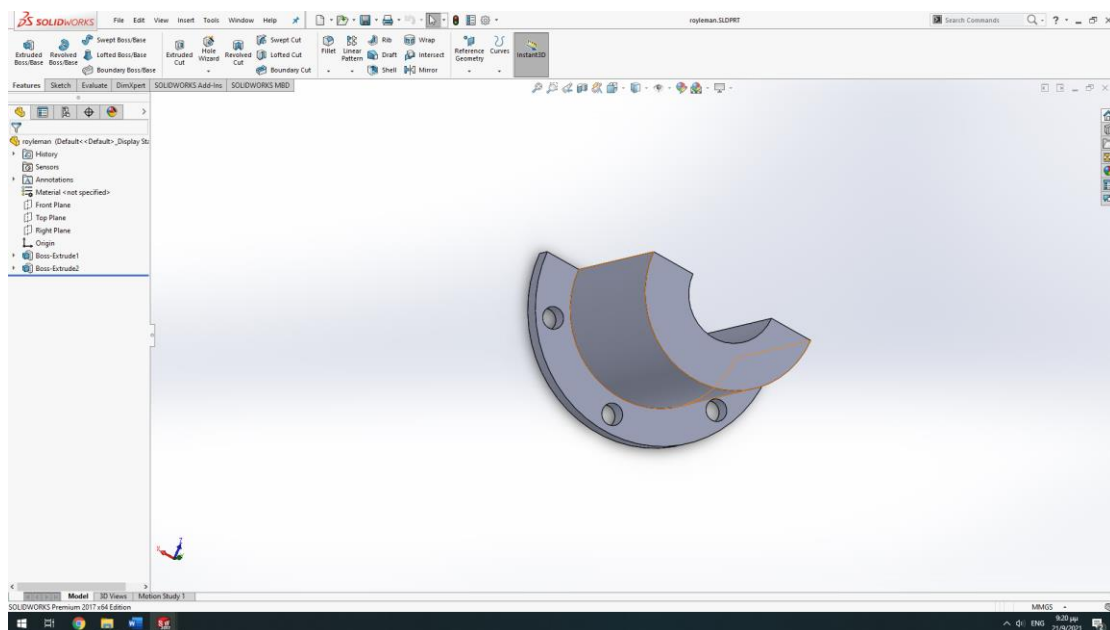
Kontra



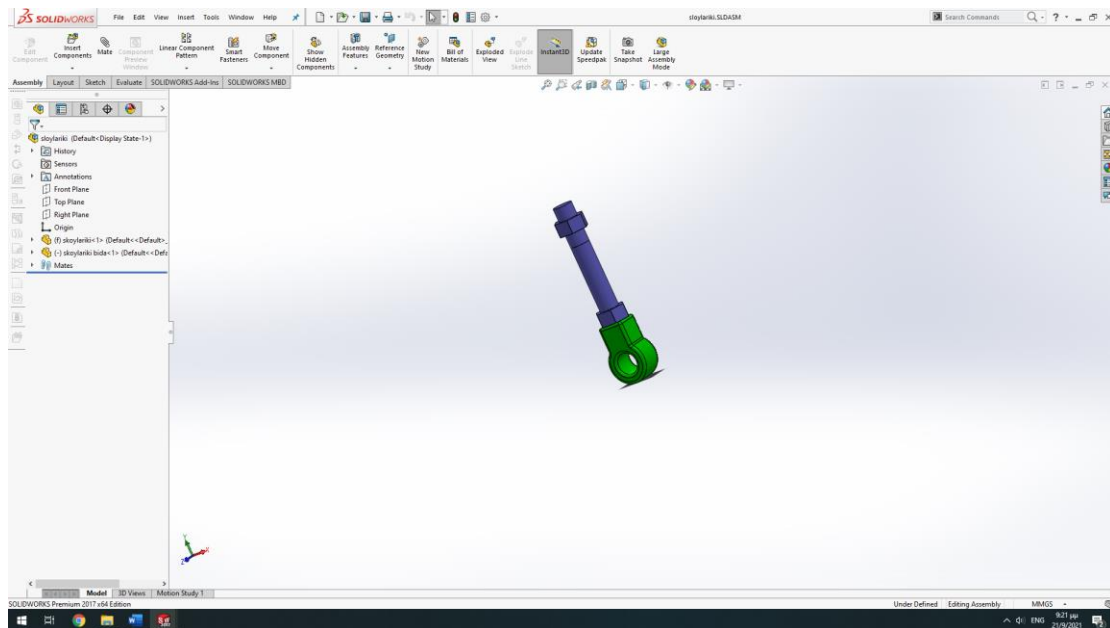
Asfalia



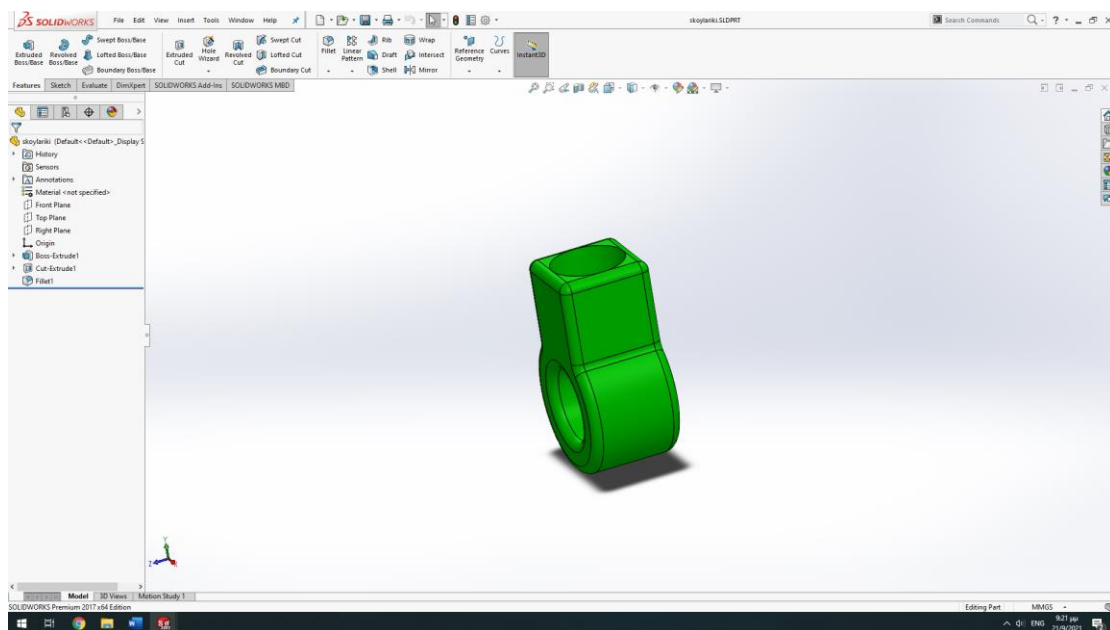
Royleman



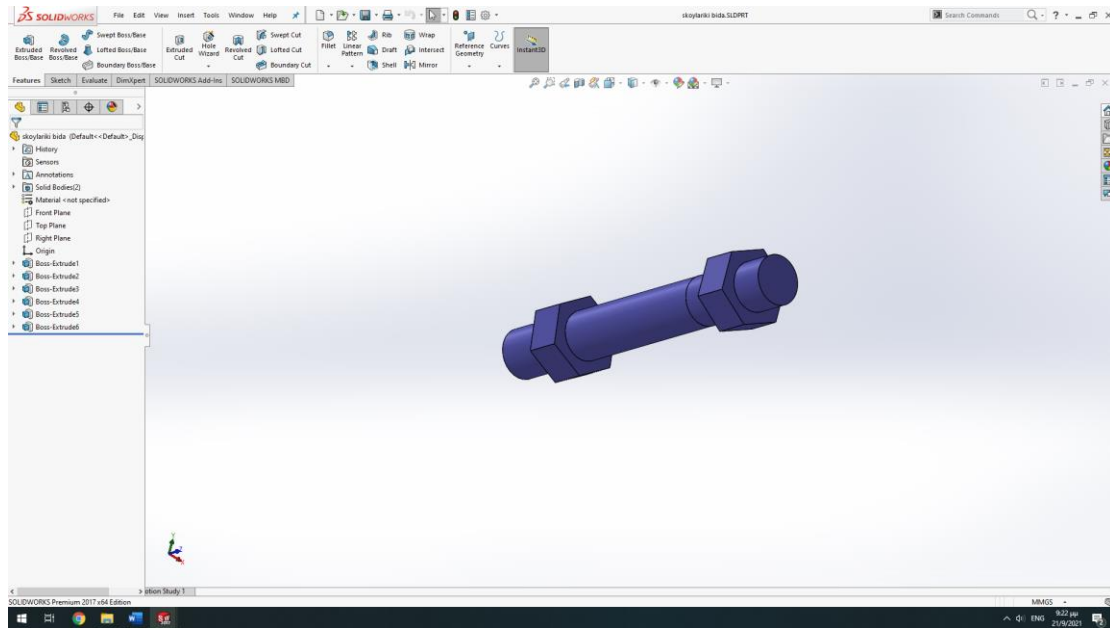
Skoylariki (assembly)



Skoylariki



Skoylariki bida



Παράρτημα 2

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΙΣΧΥΣ W	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ kWh	ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ CENT ΤΟΥ ΕΥΡΩ*	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
Πλυντήριο Ρούχων Η υπολογισμένη κατανάλωση στηρίζεται σε αποτελέσματα δοκιμών του προγράμματος βαμβακερών σε θερμοκρασία 60°C. Η πραγματική κατανάλωση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της συσκευής.	1020	2,14	35,07	A	2,10 ώρες/6 kg/ 60°C /1πλύση
Πλυντήριο Πιάτων Η υπολογισμένη κατανάλωση στηρίζεται σε αποτελέσματα δοκιμών του προγράμματος με κρύο νερό. Η πραγματική κατανάλωση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της συσκευής.	1050	1,5	24,59	A	86 λεπτά/ κρύο νερό/ 1 πλύση
Στεγνωτήριο Ρούχων Η υπολογισμένη κατανάλωση στηρίζεται σε αποτελέσματα δοκιμών του προγράμματος "στέγνωμα βαμβακερών". Η πραγματική κατανάλωση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της συσκευής.	2260	3,92	64,25	B	7 kg/ 104 λεπτά
Ψυγείο Ισχύει για ψυγείο με κατάψυξη χωρητικότητας 140 λίτρων. Η πραγματική κατανάλωση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης, το σημείο που είναι τοποθετημένη η συσκευή και η ρύθμιση του θερμοστάτη.	90	1,35 (χρόνος λειτουργίας συμπίεστή: 15hrs/ 24hrs)	22,13	B	1 μέρα
Καταψύκτης Ισχύει για καταψύκτη 228 λίτρων. Η πραγματική κατανάλωση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης, το σημείο που είναι τοποθετημένη η συσκευή και η ρύθμιση του θερμοστάτη.	110	1,65 (χρόνος λειτουργίας συμπίεστή: 15hrs/ 24hrs)	27,04	A	1 μέρα
Κεραμική Εστία Ισχύει όταν είναι αναμμένα όλα τα μάτια.	2000	2	32,78	A	1 ώρα
Ηλεκτρικός Φούρνος Ισχύει για ψήσιμο στους 200°C σε φούρνο χωρητικότητας 58 λίτρων για μια ώρα. Η υπολογισμένη κατανάλωση είναι με βάση τυποποιημένο φορτίο.	890/ με συμβατικό ψήσιμο 790/ με αερόθερμο ψήσιμο	0,89/ με συμβατικό ψήσιμο 0,79/ με αερόθερμο ψήσιμο	14,59/ με συμβατικό ψήσιμο 12,95/ με αερόθερμο ψήσιμο	A	1 ώρα
Αποσμητήρας	171	0,171	2,80		1 ώρα
Φρυγανιέρα	1500	1,5	24,59		1 ώρα
Αναμεικτήρας (Μίξερ)	1200	1,2	19,67		1 ώρα/ χωρητ.6,7L
Ηλεκτρικό Σίδερο	2400	2,4	39,34		1 ώρα
Ηλεκτρικός Βραστήρας Νερού	3000	3	49,17		1 ώρα/ χωρητ.1,7L
Τηλεόραση Συνήθης	130	0,13	2,13		29-32 inch/1 ώρα
Τηλεόραση LCD	200	0,2	3,28		32-37 inch/1 ώρα
Τηλεόραση Plasma 300 w/ ~42 inches. Η κατανάλωση της εξαρτάται από την εικόνα που προβάλλεται κάθε στιγμή π.χ σκούρα ή φωτεινή.	300	0,3	4,92		42 inch/ 1 ώρα

Κλιματιστικό 9000 BTU	800	0,8	13,11	A	1 ώρα
Κλιματιστικό 12000 BTU	1150	1,15	18,85	A	1 ώρα
Κλιματιστικό 18000 BTU	1650	1,65	27,04	A	1 ώρα
Κλιματιστικό 22000 BTU	2200	2,2	36,06	A	1 ώρα
Στεγνωτήρας Μαλλιών	2000	2	32,78		1 ώρα
Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας	3000	3	49,17		1 ώρα/80 L/ 50°C
Ράδιο - Ξυπνητήρι	5	0,005	0,08		1 ώρα
Ηλεκτρικό Σώμα (Electric Heater)	2000	2	32,78		1 ώρα
Θερμάστρα Αλογόνου (Halogen Heater)	1100	1,1	18,03		1 ώρα
Ηλεκτρική Σκούπα	2000	2	32,78		1 ώρα
DVD Player	15	0,015	0,25		1 ώρα
DVD Recorder	50	0,05	0,82		1 ώρα
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	300	0,3	4,92		1 ώρα
Εκτυπωτής (Printer)	150	0,15	2,46		1 ώρα
Συσκευή Φάξ	150	0,15	2,46		1 ώρα
Φωτοτυπική Μηχανή	300	0,3	4,92		1 ώρα
Συνήθης Λαμπτήρας 60W	60	0,06	0,98		1 ώρα
Συνήθης Λαμπτήρας 100W	100	0,1	1,64		1 ώρα
Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού 21W	21	0,021	0,34		1 ώρα
Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού 18W	18	0,018	0,30		1 ώρα
Λάμπα Αλογόνου 35W	35	0,035	0,57		1 ώρα
Στερεοφωνικό Σύστημα	60	0,06	0,98		1 ώρα

Οι πιο πάνω καταναλώσεις έχουν δοθεί βάσει των ανάλογων Οδηγιών Ενεργειακής Σήμανσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

*Το υπολογιζόμενο κόστος χρήσης των πιο πάνω συσκευών έχει υπολογιστεί με βάση τη μέση τιμή της κιλοβατώρας (16,39 cent/kWh) των οικιακών πελατών για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο 2020, συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ (19%), της χρέωσης για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (0,5 cent/kWh) καθώς επίσης και της χρέωσης για Υ.Δ.Ω. (0,044 cent/kWh). Η τιμή της kWh αυξομειώνεται κάθε μήνα ανάλογα με την τιμή του καυσίμου όπως καθορίζεται στις εγκεκριμένες από την ΠΑΕΚ διατιμήσεις.

**Αναφέρεται στην κατηγοριοποίηση που χρησιμοποιείται στην υποχρεωτική από την ΕΕ ενεργειακή σήμανση ηλεκτρικών συσκευών.

Η κατηγοριοποίηση αυτή διαλαμβάνει εννέα κατηγορίες (A++, A+, A, B, C, D, E, F και G) με την κατηγορία A++ ως την πλέον αποδοτική και την κατηγορία G τη λιγότερο αποδοτική.

The top half of the cover features a blue-tinted photograph of a wind turbine's nacelle and three blades. Overlaid on the image are two semi-circular gauges. The upper gauge has a needle pointing to the 3.5KW mark, with 1.5KW also labeled. The lower gauge has a needle pointing to the 1.5KW mark, with 3.5KW also labeled. The Windspot logo, consisting of the word 'WINDSPOT' and a stylized three-bladed turbine icon, is in the top right corner.

WINDSPOT

WINDSPOT 1.5 KW Y 3.5 KW

OWNER'S MANUAL

General information

Installation

Operation

Maintenance





WELCOME



Thank you for choosing WINDSPOT.

You have selected the leading edge of small wind technology for distributed generation applications. Windspot wind turbines are manufactured to the highest standards in the small wind industry to assure quality, reliability and longer lifetime.

Before going any further, please read carefully the instructions on point 4.1 “Commissioning” and 4.2 “Warranty” to validate Sonkyo Energy’s warranty. Sonkyo Energy obeys the law in force on protection of personal data.

If you have any comments or questions, please do not hesitate to contact our customer service department: info@windspot.es

Reference of this manual: 50 030 002_C

TABLE OF CONTENTS

1	GENERAL INFORMATION	5
1.1	About this manual	5
1.2	About SONKYO ENERGY	5
1.3	About WINDSPOT	6
1.3.1	Expected lifetime	8
1.3.2	Power Curve and Annual Energy Production	11
1.3.3	Acoustics	14
1.3.4	Datasheet	16
1.4	Certifications / Compliances	18
1.4.1	CE Declaration of Conformity (Europe)	19
1.4.2	ISO 9001 Certification (SONKYO ENERGY)	20
1.5	WINDSPOT applications: Typical configurations	21
1.6	WINDSPOT applications: Typical diagrams	22
2	BEFORE TO INSTALLATION	24
2.1	Technical characteristics	24
2.2	Dimensions	25
2.3	Packaging	26
2.4	Windspot breakdown	29
3	INSTALLATION PROCESS	30
3.1	Location	30
3.2	Tower	33
3.3	Installation: Safety advice	34
3.4	Installation on a tower	35
3.5	Electrical diagram	39
4	OPERATION & MAINTENANCE	41
4.1	Commissioning	41
4.2	Warranty	41
4.3	Maintenance	42
4.4	FAQ	52

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 ABOUT THIS MANUAL

This manual contains important information about your Windspot wind turbine system and its technical and operational characteristics. We strongly advise Windspot's owners to read all the contents carefully prior to start with the installation process.

1.2 ABOUT SONKYO ENERGY

SONKYO ENERGY strives to the transition towards a sustainable energetic model based on renewable energies and distributed generation.

We want to help communities and individuals ending their reliance on carbon based fuels, leading to more stable economies besides a large number of related benefits on their surrounding environments.

SONKYO ENERGY is an ISO 9001: 2008 Certified company specialized in designing, manufacturing and distributing Windspot small wind turbines ranging 1.5kw, 3.5kw, 7.5kw and 15kw. Our R&D team has track record of more than 25 years experience in the small wind industry.

We boast with 7000 m2 facilities located in the city of Santander (North of Spain) where design, manufacture and quality control processes take place.

All our products are strictly tested and checked in our factory to later undergo further third-party quality tests.

SONKYOENERGY

Polígono de Raos B-12
39600 Camargo-Spain

<http://www.windspot.es/>
info@sonkyoenergy.com

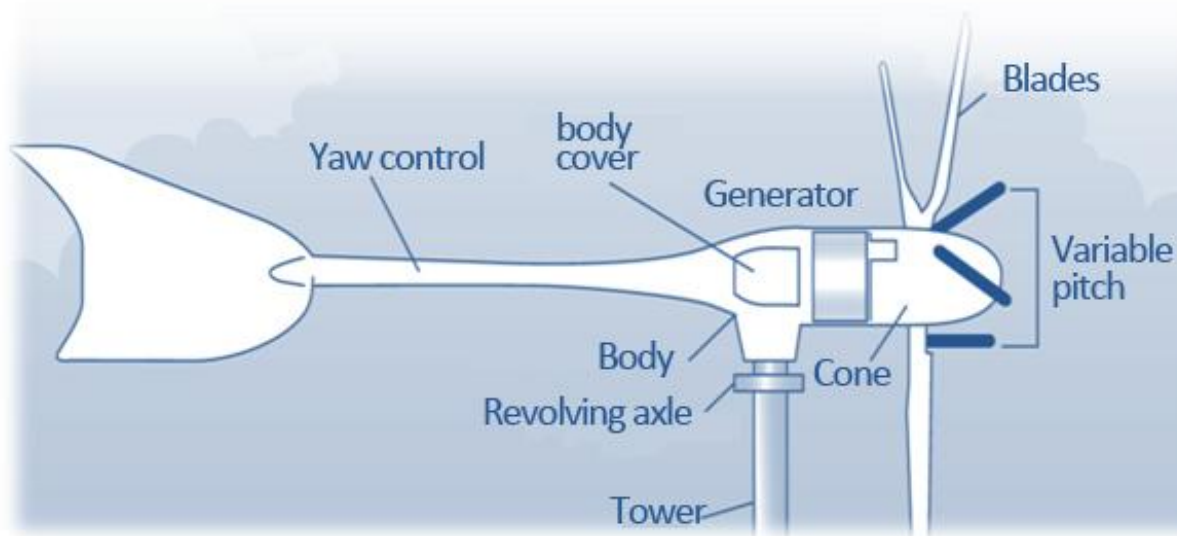
1.3 ABOUT WINDSPOT

General description:

The WINDSPOT is a three-blade, upwind, horizontal-axis wind generator. The wind generator's rotating blades convert the wind's kinetic energy into rotational momentum in a shaft. The rotating shaft turns a permanent magnet generator, which makes electricity. This electricity is transmitted through wiring down the tower as three-phase wild alternating current (AC).

The tail directs the rotor into the wind and the yaw bearing will allow the turbine to track the winds as they shift direction. The variable pitch system (governor) limits the rotor rpm as well as generator output to protect the turbine from high winds.

The variable pitch system is protected with a cone.



Variable pitch system:

The greatest innovation to our wind turbines is the incorporation of a new patented variable pitch system which prevents, in the event of heavy winds, any surges that may damage both the generator and the electronics.

By means of a simple robust and reliable dampener mechanism, this passive system uses the centrifugal force created by the spinning of the wind turbine to change the angle of attack of the blades. The straightforward design and the use of high-quality materials, such as stainless steel, anodized aluminum and bronze, have resulted in a smooth working order even in gusty situations.

Blades:

The blades are manufactured using RTM Light (Resin Transfer Molding) technology based on the use of polyester resin with fiber glass. This results in lightweight components with greater mechanical resistance. Using this manufacturing process based on the most advanced technology used in utility scale wind turbines, the weight obtained is less than half of common blades, providing enhanced mechanical resistance.

Tail:

Using the same technology as the blades RTM (Resin Transfer Molding), the tail boom and vane are made in one piece. The tail is attached to the body of the turbine by an aluminum insert, providing greater mechanical strength to the whole structure.

Generator:

Permanent magnet generator with a high number of poles to reduce the rated speed to 250 rpm. This reduced rotation speed considerably reduces materials wear and noise. A low cut-in speed enables it to work with 3m/sec wind speeds.

Body:

Made in anodized aluminum and completely watertight design to prevent corrosion and dirt in the inside parts of the generator, such as magnets, brushes and slip rings, therefore ensuring proper operation with minimum maintenance.

Cone:

Made in ABS plastic and painted with UV resistant coating, it possesses outstanding impact strength and high mechanical strength, which makes it suitable for protecting the variable pitch system from the elements.

Yaw bearing:

Permits the turbine to rotate to face the wind.

1.3.1 LIFETIME

WINDSPOT has been designed to last more than 25 years, even in the most adverse weather conditions, such as marine sites or high wind locations.

UV resistant coatings:

Paints used in WINDSPOT turbines are high quality UV resistant to prevent ageing and discoloration caused by the sun.

High wind resistance:

WINDSPOT turbine will operate normally at punctual high wind gusts up to 60 m/s, 216 km/h or 135 mph (Class I winds according IEC 61400-2 standard). These winds are classified as hurricanes. The well built and rugged design will allow the turbine to withstand mechanical stresses caused by sustained average high winds such as certain locations with 9 m/s (32 km/h or 20 mph).

Corrosion resistance:

WINDSPOT are designed for coastal and offshore applications. All metal parts have been coated with marine grade powder coat for ensuring superior protection from the environment.

Parts	Anti-corrosion protection
Made of aluminum	Anodized + anti-corrosion paint
Made of steel	Cataphoresis + anti-corrosion paint or Cataphoresis + galvanized + anti-corrosion paint
Standard hardware	Stainless steel AISI 316

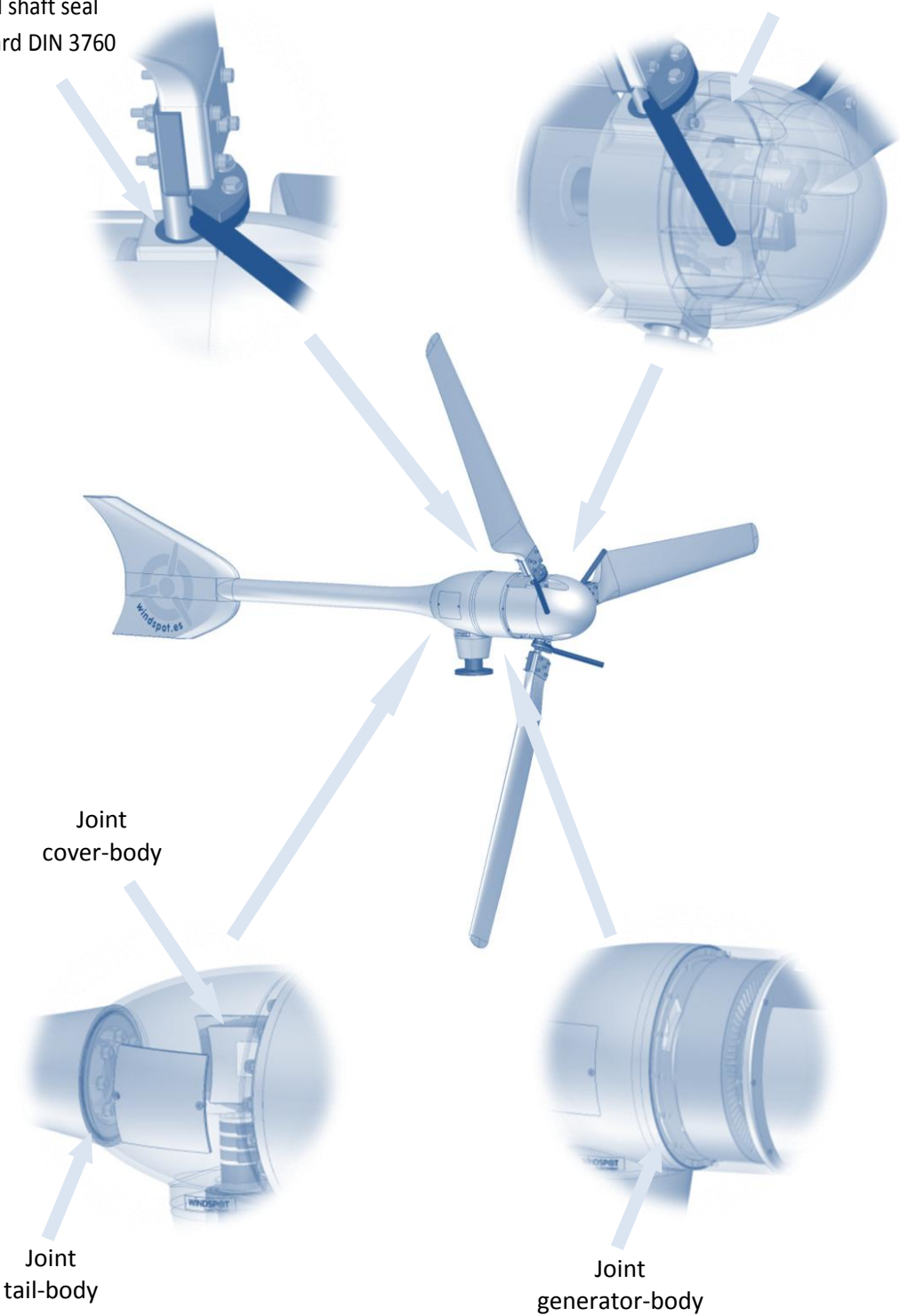
Watertight:

WINDSPOT wind turbines come in a waterproof enclosure to guarantee the watertightness. Besides the characteristics like corrosion protection, stainless steel hardware, the turbine features watertight housings seals.

Joint location	Joint characteristics
Joint cone - variable pitch	Toric joint (O-ring), Ø 5 mm
variable pitch	Radial shaft seal standard DIN 3760
Joint body - generator	Toric joint (O-ring), Ø 5 mm
Joint body – tail	Toric joint (O-ring), Ø 5 mm
Joint body - covers	Neoprene joint

Radial shaft seal
standard DIN 3760

Joint
cone - variable pitch







1.3.2 POWER CURVE AND ANNUAL ENERGY PRODUCTION

The maximum voltage seen in the grid-tied version can be up to 500 V (voltage in battery charging model will always be lower)

At those voltages, the variable pitch would control the rpm and thus preventing any overvoltage that may damage the generator or the electronics.

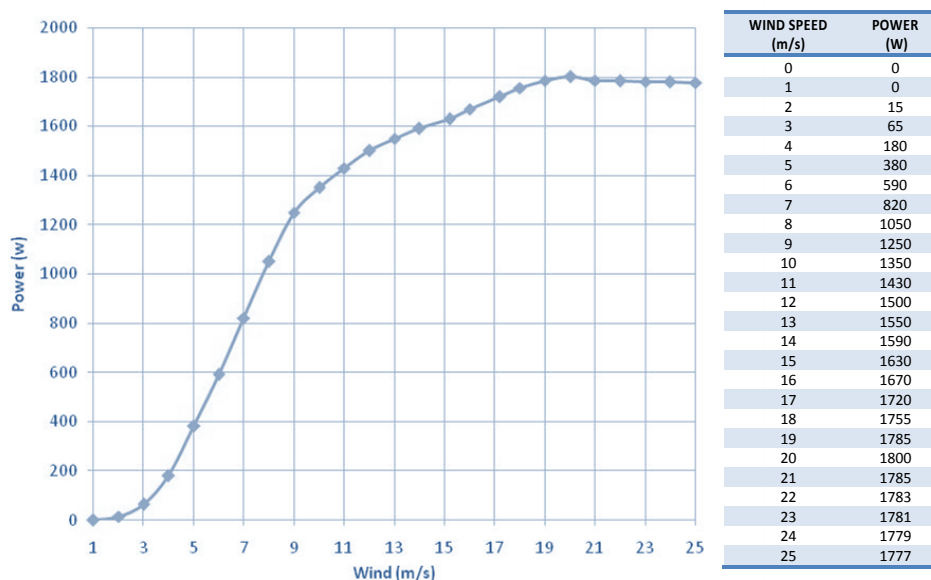
Annual energy production and rated power were calculated using the power curve and Weibull (K) probability density function for wind speed.

WINDSPOT 3.5: Power curve and annual energy production have been measured and certified by **CIEMAT-CENER** (Spanish National Renewable Energy Centre) according to IEC 61400-12-1 standards.

WINDSPOT 1.5: Power curve and annual energy production have been measured and certified by **SEPEN** (Site Experimental Pour le Petit Eolien de Narbonne) according to IEC 61400-12-1 standards.

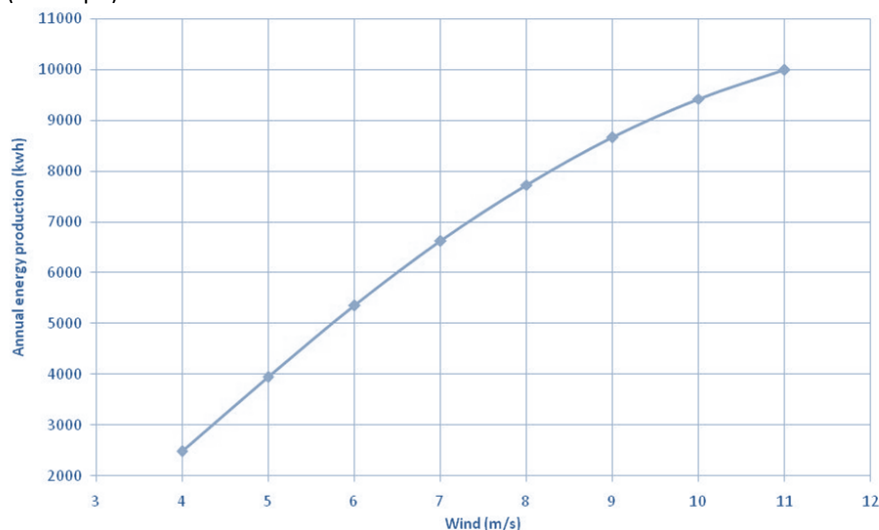
WINDSPOT 1.5 power curve (According IEC 61400-12-1 standards)

Power output at 11 m/s (24.6mph) at standard sea-level conditions is 1472 watts.



WINDSPOT 1.5 Annual Energy Production

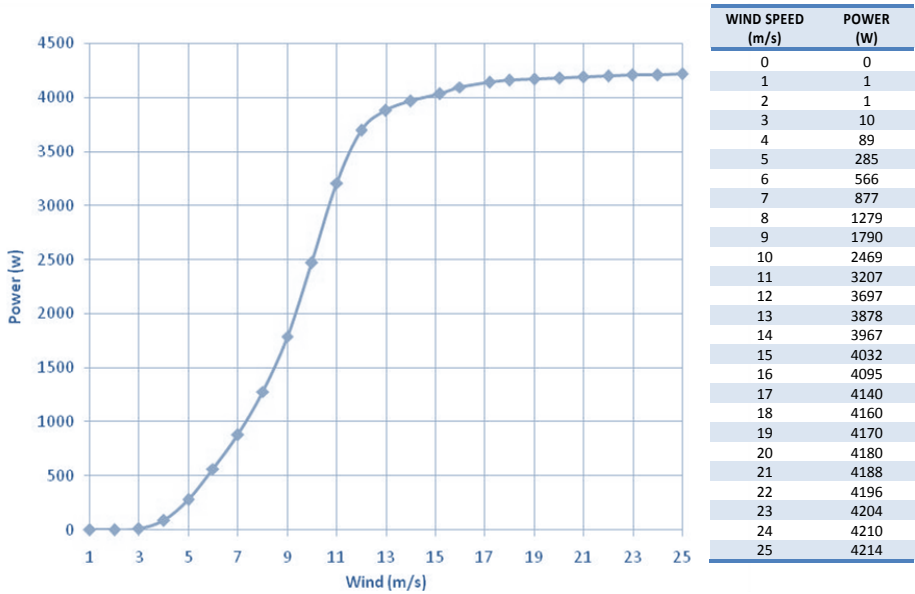
Estimated annual energy production assuming annual an average wind speed of 5m/s (11.2mph) is 3.945 kwh.



Annual Energy Production (Kwh) 4 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 5 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 6 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 7 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 8 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 9 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 10 m/s Average wind speed	Annual Energy Production (Kwh) 11 m/s de Average wind speed
2410	3876	5295	6575	7696	8663	9489	10180

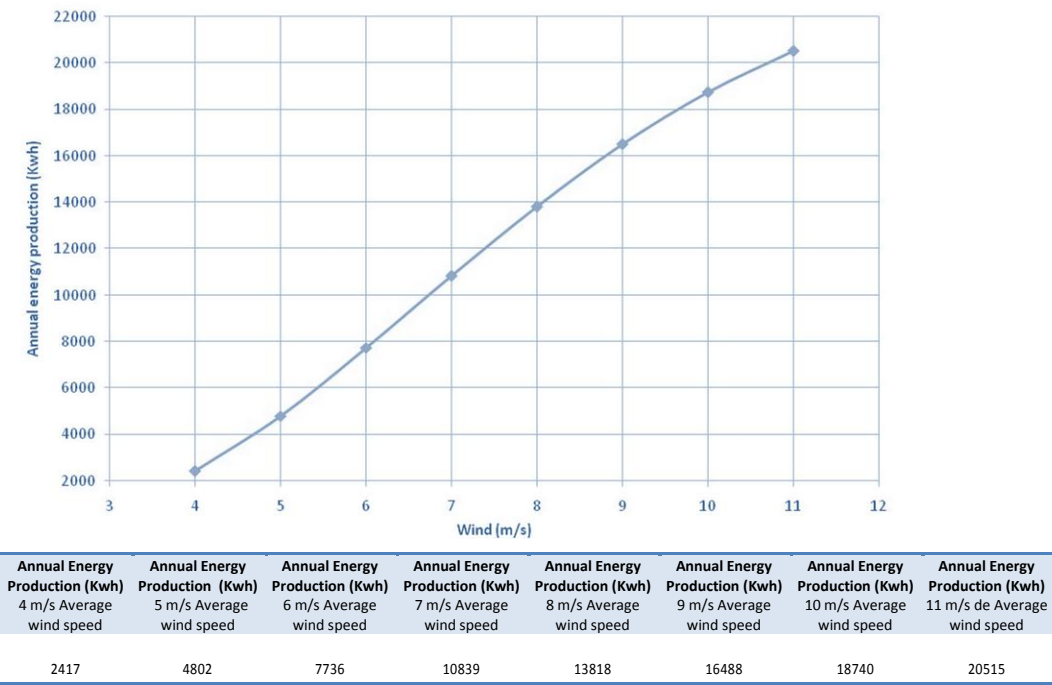
WINDSPOT 3.5 power curve (According IEC 61400-12-1 standards)

Power output at 11 m/s (24.6mph) at standard sea-level conditions is 3472 w.

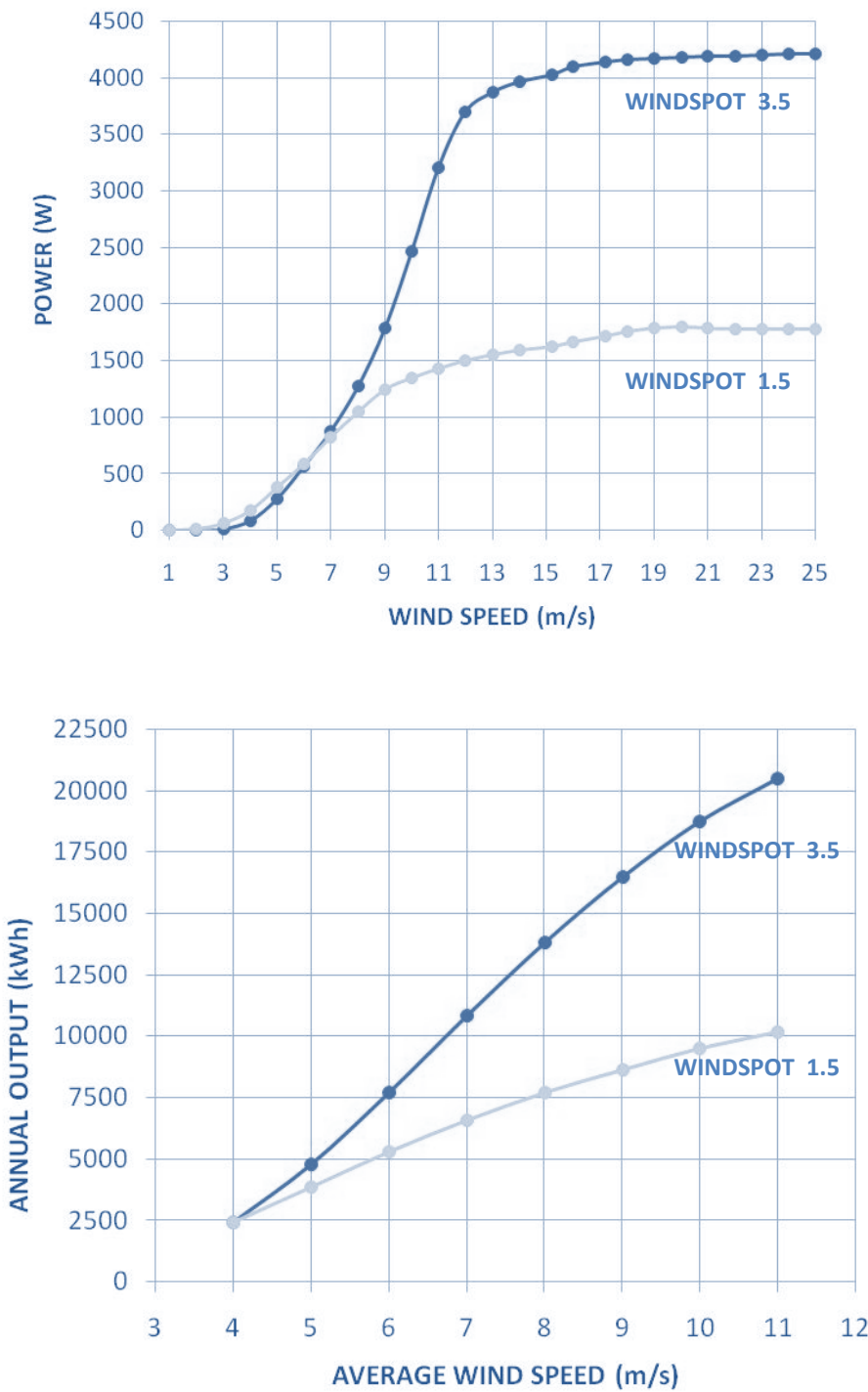


WINDSPOT 1.5 Annual Energy Production

Estimated annual energy production assuming annual an average wind speed of 5m/s (11.2mph) is 4802 kwh.



WINDSPOT 1.5 & WINDSPOT 3.5 power curve comparison:



1.3.3 NOISE

The noise measurements carried out by the certification institution **GRONTMIJ CARL BRO** (Denmark) subject to IEC 61400-11 Standard for the 3.5KW WINDSPOT showed the following results:

At 60m distance and with a constant wind speed of 8 m/s a 37 dB (A) noise level was recorded.

Distance m	LpA 6m/s dB(A)	LpA 8m/s dB(A)	Distance m	LpA 6m/s dB(A)	LpA 8m/s dB(A)	Distance m	LpA 6m/s dB(A)	LpA 8m/s dB(A)
25	40.7	43.4	100	30.0	32.6	175	24.9	27.2
30	39.6	42.3	105	29.6	32.2	180	24.7	27.3
35	38.5	41.3	110	29.2	31.8	185	24.4	27.0
40	37.6	40.6	115	28.8	31.4	190	24.2	26.7
45	36.7	39.4	120	28.4	31.0	195	23.9	26.5
50	35.8	38.6	125	28.0	30.6	200	23.7	26.3
55	35.1	37.8	130	27.7	30.3	210	23.2	25.8
60	34.4	37.1	135	27.3	29.9	220	22.8	25.4
65	33.7	36.4	140	27.0	29.6	230	22.4	24.9
70	33.1	35.8	145	26.7	29.3	240	22.0	24.5
75	32.5	35.2	150	26.4	29	250	21.6	24.1
80	31.9	34.6	155	26.1	28.7	260	21.2	23.7
85	31.4	34.1	160	25.8	28.4	270	20.9	23.4
90	30.9	33.6	165	25.5	28.1	280	20.5	23.0
95	30.4	33.1	170	25.2	27.2	290	20.2	22.7

The table below shows a reference of the different noise intensities recorded in common situations:

dB(A) Table	
Silence	0
Footstep	10
Tree leaves	20
Quiet conversation	30
Library	40
Quiet office	50
Conversation	60
Traffic	80
Vacuum cleaner	90
Motorbike	100
Rock concert	120
Pneumatic hammer	130

1.3.4 TECHNICAL DATA SHEETS FOR END USERS



SONKYO ENERGY
WINDSPOT

TECHNICAL DATA SHEET FOR END USERS: WINDSPOT 1.5

MANUFACTURER: SONKYO ENERGY

MODEL: WINDSPOT 1.5

**VERSIONS: OFF GRID (48 V),
ON GRID (110V AND 220V)**

POWER:

Generated power for a 11 m/s wind speed (24.6 mph, 39.6 km/h). Air density at sea level and a Rayleigh wind speed distribution. The generated power will be determined by the installation site specific conditions.

**1,43
kW**

ANNUAL ENERGY OUTPUT:

Yearly output for a 5 m/s average wind speed (11.2 mph, 18 km/h). Air density at sea level and a Rayleigh wind speed distribution. Output will be determined by the installation site specific conditions.

**3.876
kWh/año**

ACOUSTIC NOISE LEVEL:

Noise level recorded at a 60 m distance from the rotor center with a constant wind speed of 8m/s (17.9 mph, 28.8 km/h), air density at sea level and a Rayleigh wind speed distribution.

**37,1
dB(A)**

OPERATING LIFE:

Estimated operating life in the harshest conditions, extremely saline environments or locations with high average wind speeds.

**25
years**



**TECHNICAL DATA SHEET FOR END
USERS: WINDSPOT 3.5**

MANUFACTURER: SONKYO ENERGY
MODEL: WINDSPOT 3.5
VERSIONS: OFF GRID (24V AND 48 V),
ON GRID (110V AND 220V)

POWER:

Generated power for a 11 m/s wind speed (24.6 mph, 39.6 km/h). Air density at sea level and a Raleigh wind speed distribution. Generated power will be determined by the installation site specific conditions.

**3,47
kW**

ANNUAL ENERGY OUTPUT:

Yearly output for a 5 m/s average wind speed (11.2 mph, 18 km/h). Air density at sea level and a Rayleigh wind speed distribution. Output will be determined by the installation site specific conditions.

**4.800
kWh/año**

ACOUSTIC NOISE LEVEL:

Noise level recorded at a 60 m distance from the rotor center with a constant wind speed of 8m/s (17.9 mph, 28.8 km/h), air density at sea level and a Rayleigh wind speed distribution.

**37,1
dB(A)**

OPERATING LIFE:

Estimated operating life in the harshest conditions, extremely saline environments or locations with high average wind speeds.

**25
años**

1.4 CERTIFICATIONS, TESTS AND STANDARDS

WINDSPOT has been designed according to the technical standards in force for the design of small wind turbines. Tests for data collection have been undertaken by outstanding international institutions.

Power curve and annual power output for WINDSPOT 3.5: obtained at the CIEMAT (Spanish Research Center for Energy, Environment and Technology) according to **IEC 61400-12-1** standard.

Power curve and annual power output for WINDSPOT 1.5: obtained at the **SEPEN** (Site Experimental Pour le Petit Eolien in Narbonne, France) according to **IEC 61400-12-1** standard.

WINDSPOT 3.5 acoustic noise level: Measurements done by the **Certification Institution GRONTMIJ CARL BRO** (Denmark) according to **IEC 61400-11** standard.

WINDSPOT 1.5 AND 3.5: **CE** Declaration of Conformity.

WINDSPOT 1.5 AND 3.5 DESIGN: according to **IEC 61400-2 standard** (Class I), **IEC 61400-1** and **UNE-EN ISO 12100-1**.

SONKYO ENERGY: Quality Management System **ISO 9001**.



1.4.1 DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD

DECLARATION OF CONFORMITY WINDSPOT		CE
SONKYOENERGY	SONKYOENERGY S.L. Pol. de Raos, P12 Nave B3. 39600 Malliño. CANTABRIA	
Hereby declares that the following models:		
WINDSPOT wind turbines		
1.5 KW	7.5 KW	
3.5 KW	15 KW	
Meet the essential European Union requirements of design and construction. The products comply with the following European Directives:		
<ul style="list-style-type: none">-Machinery Directive 2006/42/EC-Low Voltage Directive 2006/95/EC-EMC Directive 2004/108/CE		
The following harmonized standards were applied:		
<div><ul style="list-style-type: none">- UNE-EN 61400-2:2006 : Wind turbines. Design requirements for small wind turbines.- UNE-EN ISO 61400-1:2006 : Wind turbines. Design requirements.-UNE-EN ISO 12100-1:2004 : Safety of machinery. Basic concepts, general principles for design. Part 1: Basic terminology, methodology.</div>		
Dated, 6th of July 2010		
Name: Iñigo González Manager		

1.4.2 CERTIFICACIÓN ISO 9001: SONYO ENERGY



CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of:

SONKYO ENERGY, S.L.
Maliaño, Cantabria
Spain

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance
to the following Quality Management System Standards:

ISO 9001:2008

The Quality Management System is applicable to:

Design and manufacturing of small wind turbine generators.
Commercialization of towers for small wind turbine
generators.

Approval	Original Approval:	18 October 2010
Certificate No: SGI 6010073	Current Certificate:	18 October 2010
	Certificate Expiry:	17 October 2013



Issued by: LRE, S.A.
On behalf of Lloyd's Register Quality Assurance Limited



This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom. Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the UKAS assessment and certification procedures and monitored by UKAS.
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 001
March 2009 version 1.0

1.5 WINDSPOT APPLICATIONS: TYPICAL INSTALLATIONS

WINDSPOT is a small wind turbine both for domestic and industrial use, it can be installed on grid or off grid using batteries. Some of the Windspot most common applications are telecom towers, water pump systems and hybrid systems that combine wind and solar energy.

Business



Madeira (Portugal)

Residential



Michigan (USA)

Grid connection



Alicante (España)

Farms and industries



Taiwan

Water pump



Turkana (Kenia)

Isolated installations



Parque nacional de Monfragüe

Hybrid systems



Alicante (España)

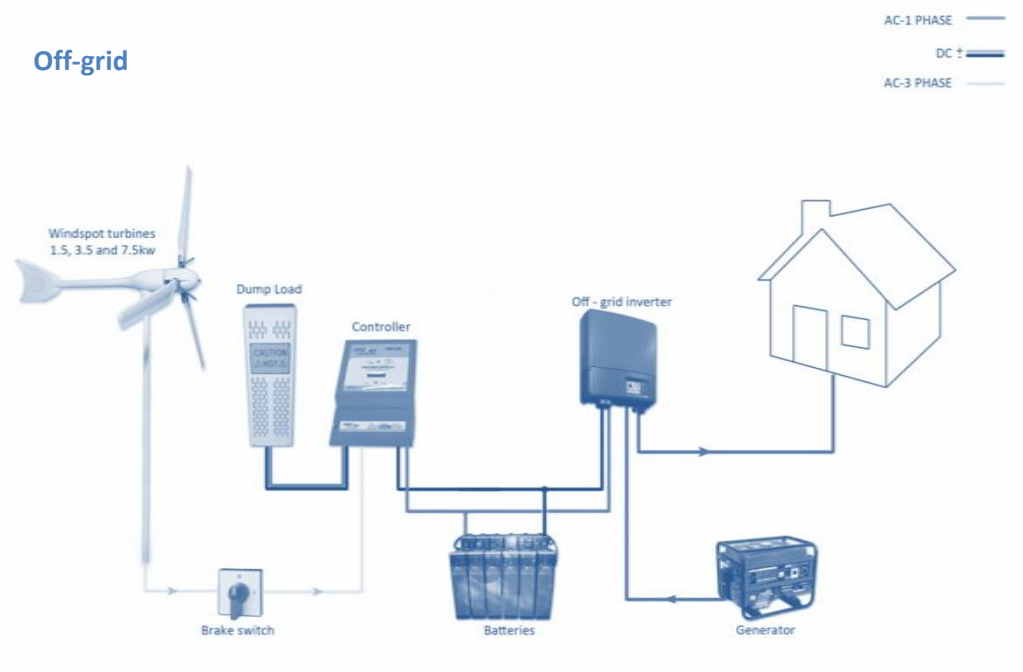
Telecom towers



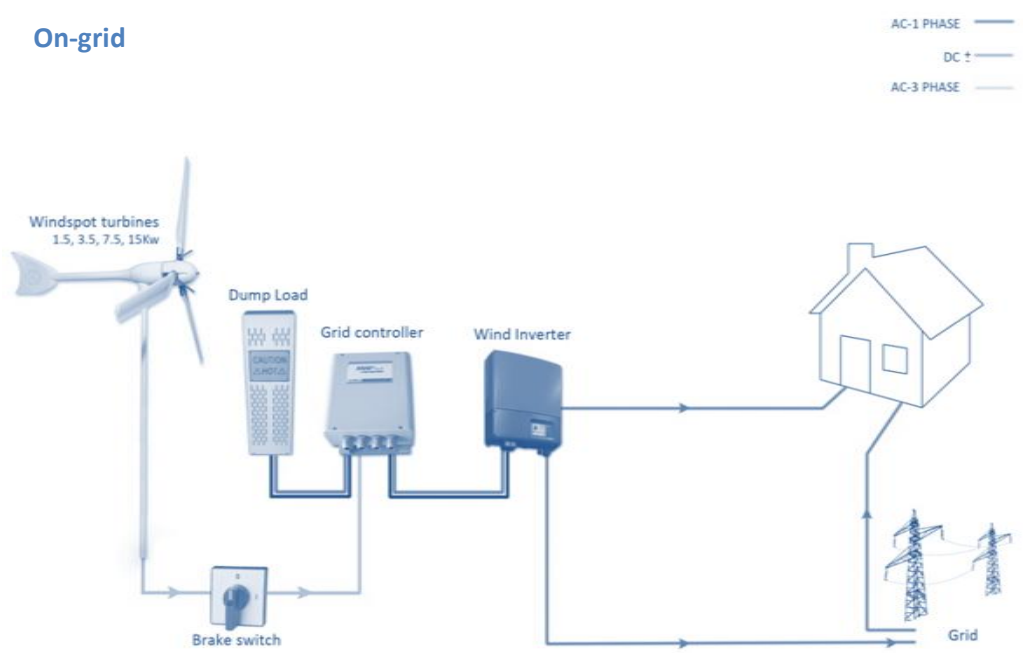
Alicante (España)

1.6 WINDSPOT APPLICATIONS: CONNECTION DIAGRAMS

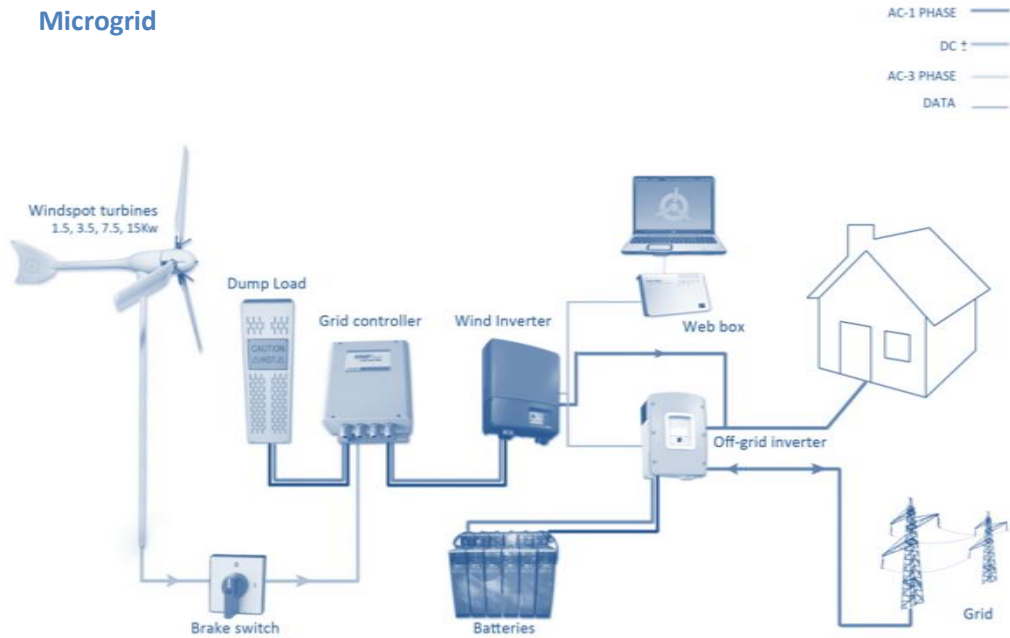
Off-grid



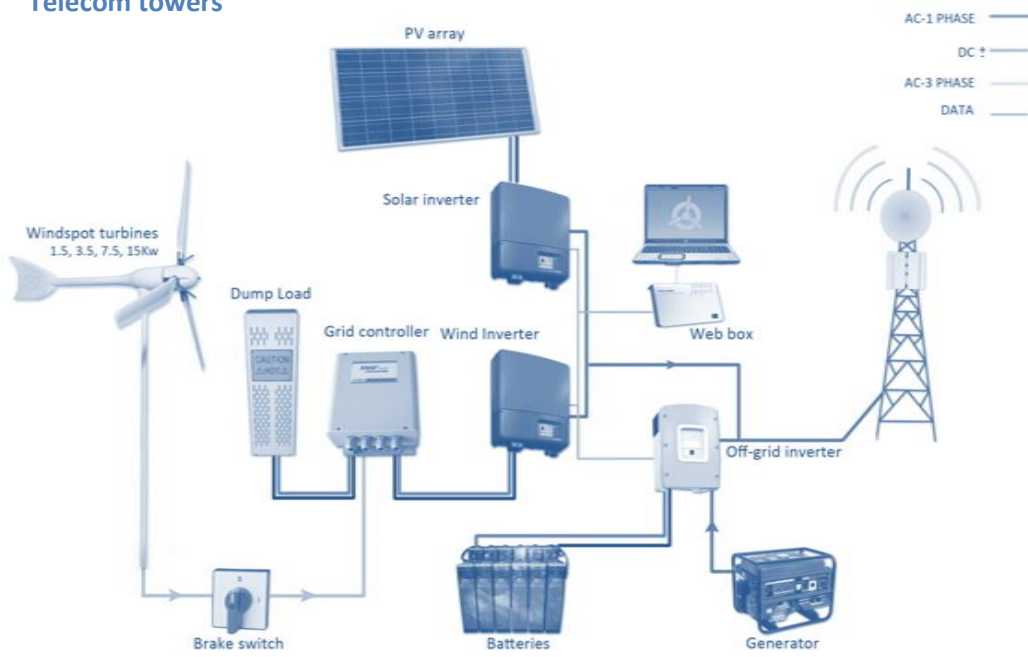
On-grid



Microgrid



Telecom towers



2

BEFORE THE INSTALLATION

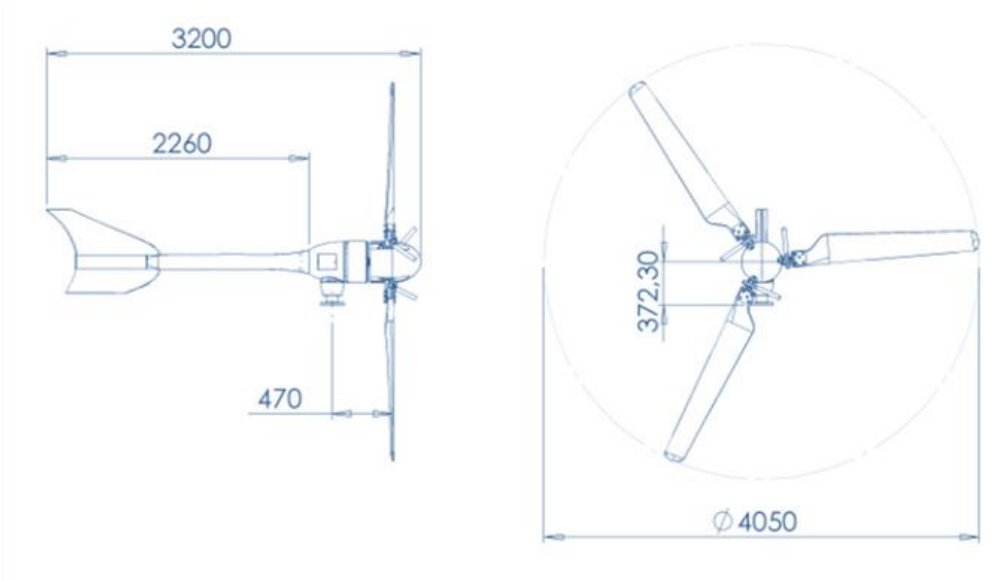
2.1

TECHNICAL FEATURES

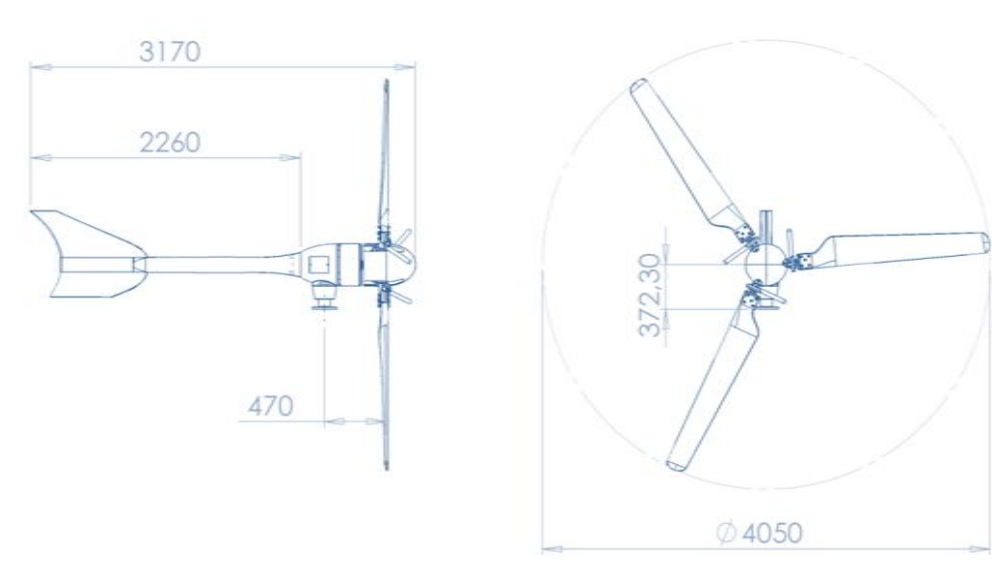
POWER	1.5KW @ 250rpm	3.5KW @ 250rpm
ROTOR DIAMETER	4.05 m	4.05 m
ROTOR SWEEPED AREA	12.88 m ²	12.88 m ²
CUT IN SPEED	3 m/s	3 m/s
RATED SPEED	12 m/s	11,5 m/s
WEIGHT	165 kg	185 kg
TOTAL LENGTH	3.17 m	3.2 m
ESTIMATED ANNUAL ENERGY OUTPUT	3.945 – 6.622 kWh (5-7 m/s)	4.802 – 10.839kWh (5-7 m/s)
CO2 SAVED	2.621 – 4.966 kg (5-7 m/s)	3.610 – 7.350 kg (5-7 m/s)
GENERATOR	Synchronous, permanent magnets; 3 phases, 24-48-110-220 V, 50/60 Hz	Synchronous, permanent magnets, 3 phases, 48-110-220 V, 50/60 Hz
TYPE	Up-wind horizontal rotor	
YAW CONTROL	Passive system: yaw tail	
POWER CONTROL	Passive variable pitch system, centrifugal and absorbed (patented design)	
TRANSMISSION	Direct	
BRAKE	Electric	
CONTROLLER	On-grid or off-grid connection option	
BLADES	Polyurethane core + polyester resin +fiber glass	
INVERTER	Efficiency ≈ 95% ; Algorithm MPPT	
NOISE	37 dB (A) from 60 m (65 yd) with a wind speed of 8 m/s	
ANTI-CORROSION PROTECTION	Sealed design + e-coat + galvanizing + anodizing + UV resistant paint	
TOWER	12, 14 and 18 m (39, 46 and 59 ft); hydraulic or mechanical lay down system	
DESIGN	According to IEC61400-2	
SURVIVAL WIND SPEED	60 m/s (class 1 according to IEC 61400-2)	
TEMPERATURE RANGE	-20 C / 50 C (extreme conditions according to IEC 61400-2)	

2.2 MEDIDAS GENERALES

WINDSPOT 3.5



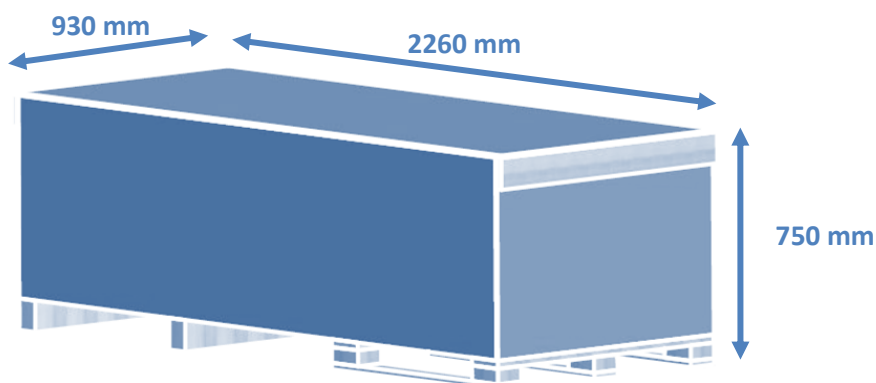
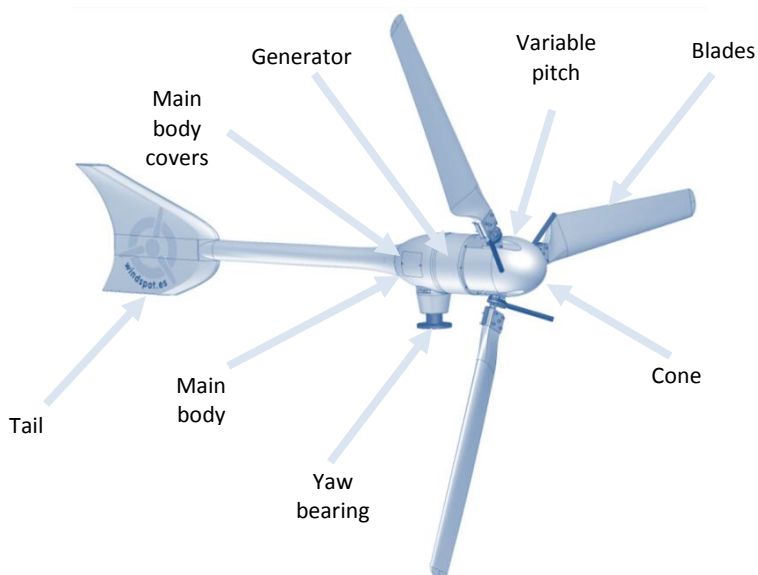
WINDSPOT 1.5

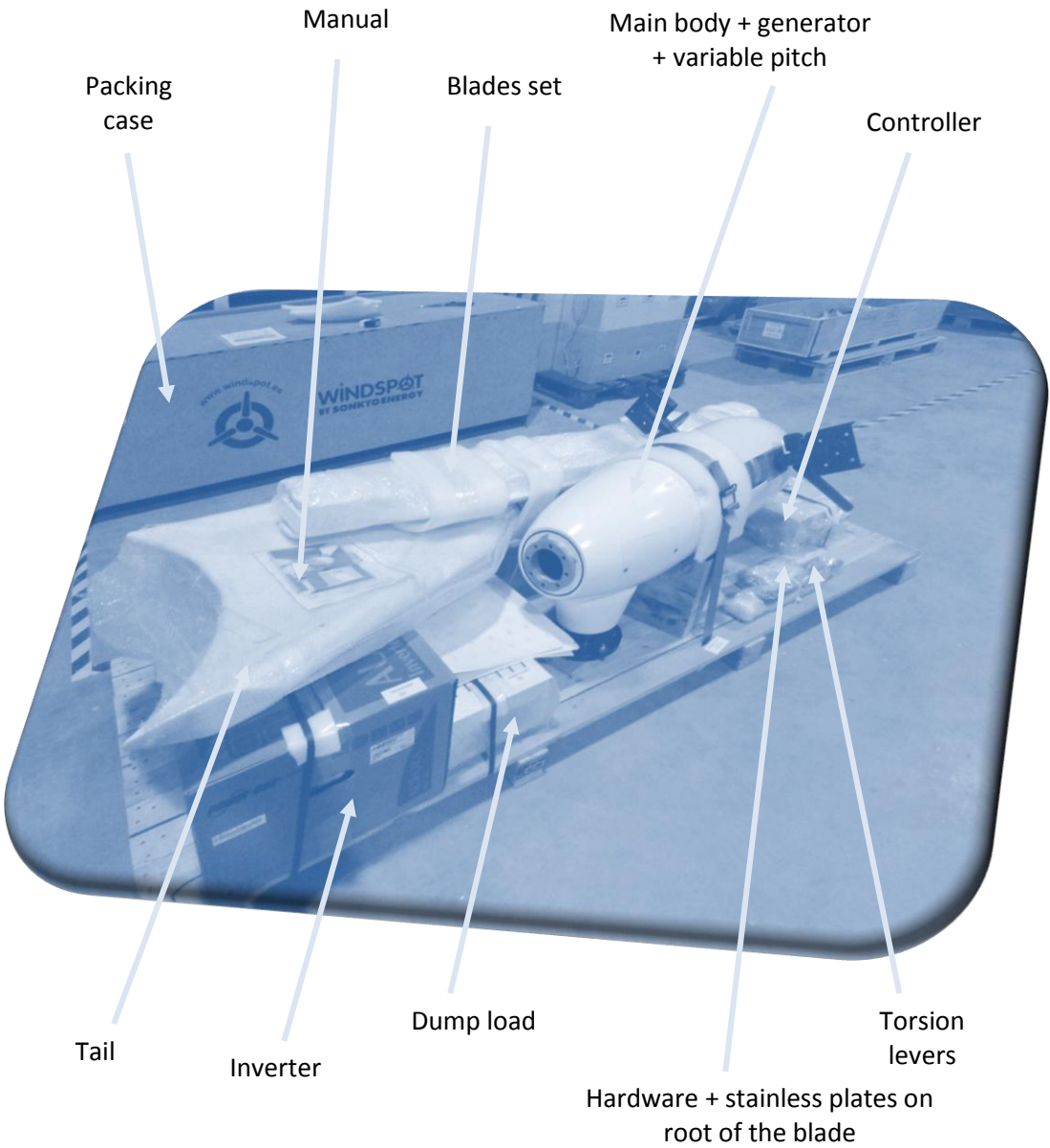


2.3 EMBALAJE

WINDSPOT will be supplied in a 2260 x 930 x 750 mm box that includes:

- Main body + generator + variable pitch
- Hardware (please see all details below)
- 1 Tail
- 1 Blades set (3 blades)
- 1 Controller (off-grid or on-grid)
- 1 Inverter (optional)
- 1 Dump Load





Note: Two torsion levers are supplied in a package. The other one is already assembled in the variable pitch.

Hardware: specifications and quantities

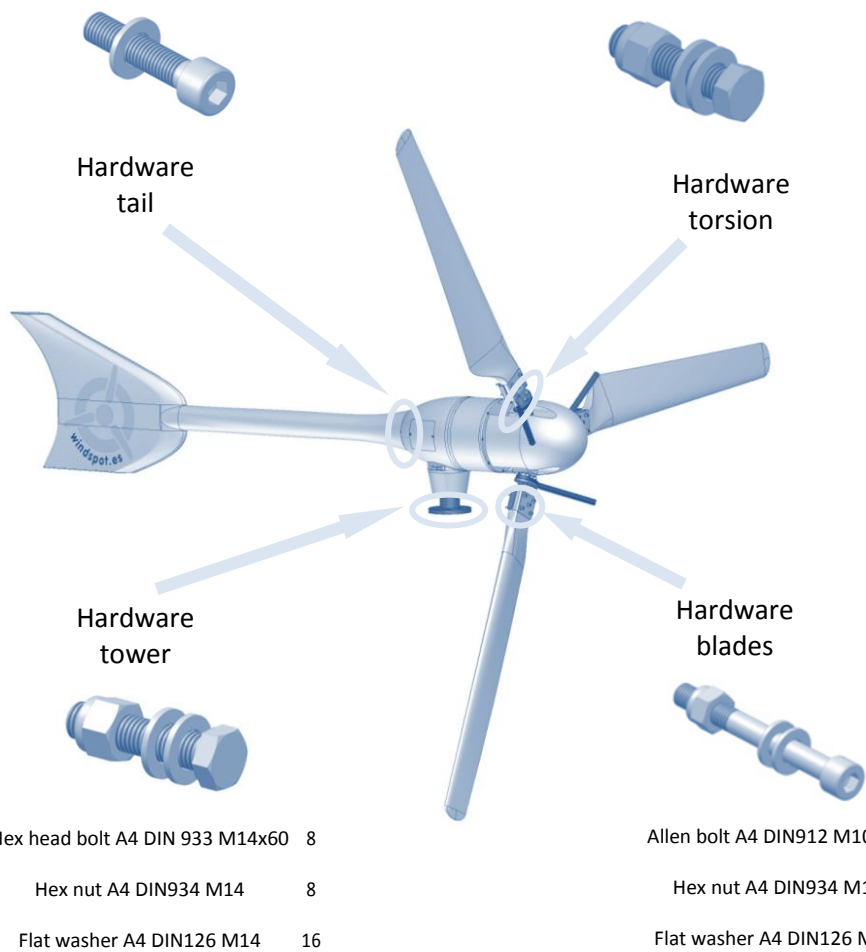
Allen bolt A4 DIN912 M10x45 8

Flat washer A4 DIN126 M10 8

Hex head bolt A4 DIN 933 M12x50 4

Hex nut A4 DIN934 M12 4

Flat washer A4 DIN126 M12 8

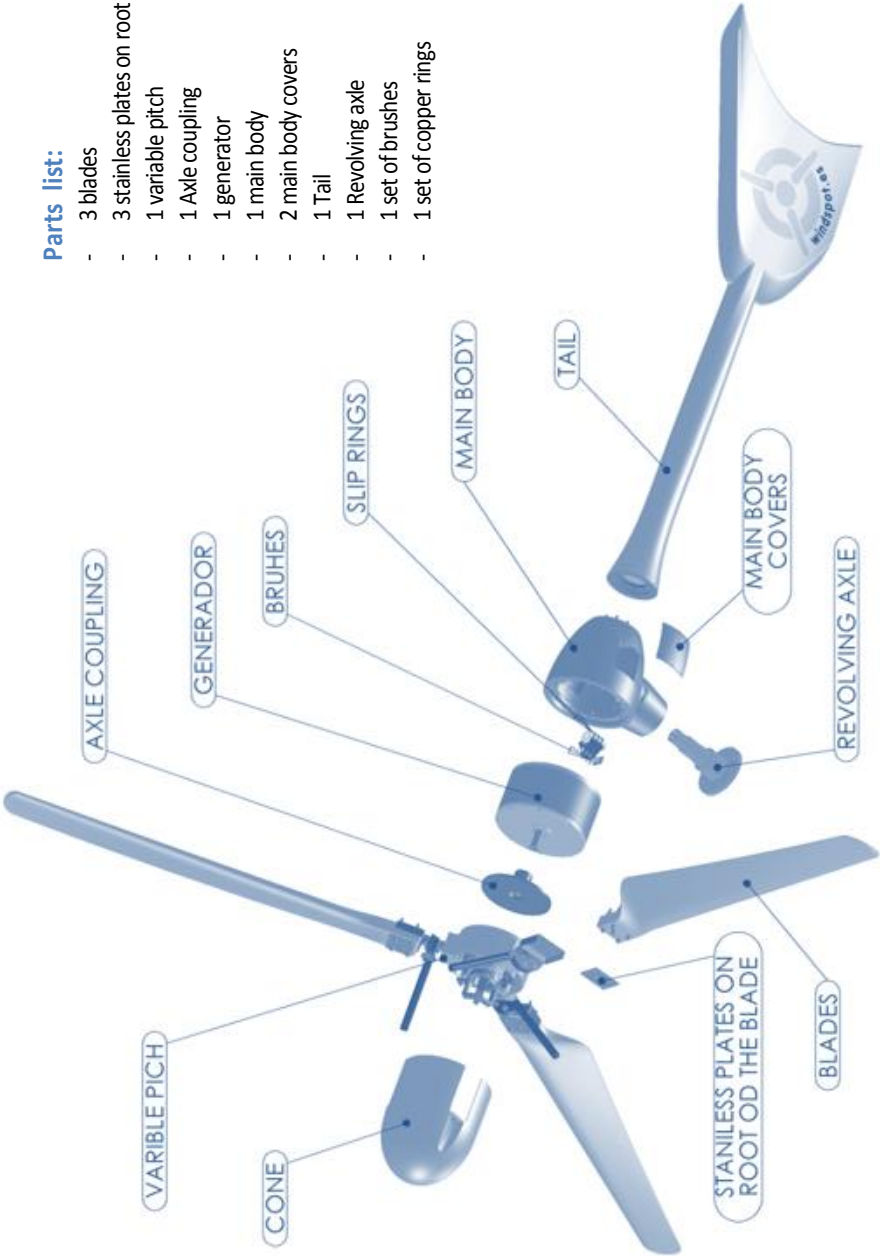


Note: Hardware in stainless steel AISI 316 (A4).

2.4 PARTS LIST

Parts list:

- 3 blades
- 3 stainless plates on root of the blade
- 1 variable pitch
- 1 Axle coupling
- 1 generator
- 1 main body
- 2 main body covers
- 1 Tail
- 1 Revolving axle
- 1 set of brushes
- 1 set of copper rings



3 INSTALLATION

3.1 LOCATION

The correct location of the WINDSPOT wind turbine is as important as the wind speed resources available. Some of the following considerations should be taken into account:

The ideal location for WINDSPOT usually is the : Height of the closest obstacles, distance from these obstacles, height of the tower installed or the space available for the installation.



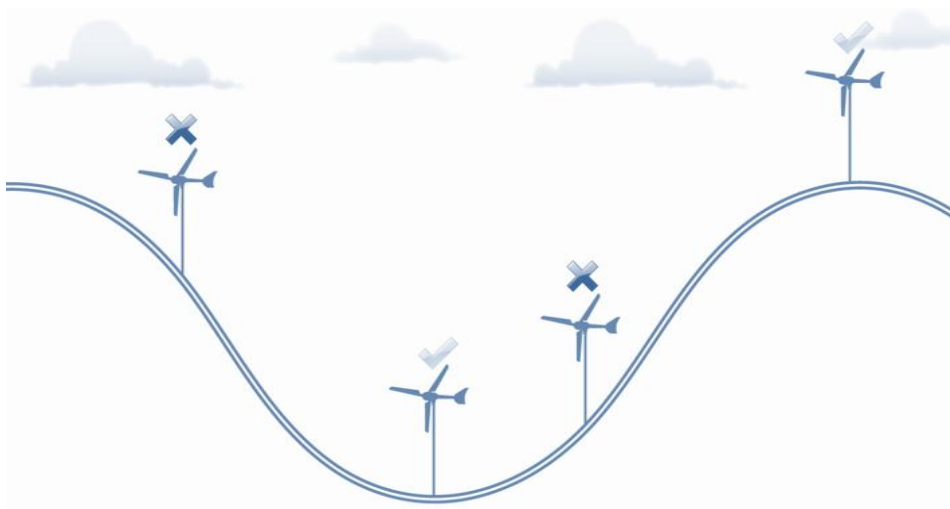
CAUTION: Your installer may give you technical assistance to find the best location for your WINDSPOT.

Height of the tower:

In general you will get more power from your wind turbine as higher is the height of your tower, as the wind speed increase with height, but a taller tower is also a bigger investment.

Terrain shape:

Usually the highest location has the best wind conditions, however, the areas around rivers, valleys, hills, mountains or forests may affect the wind speed available.

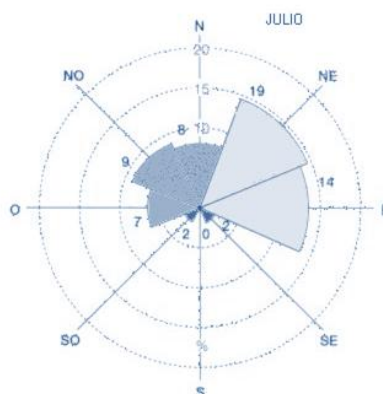
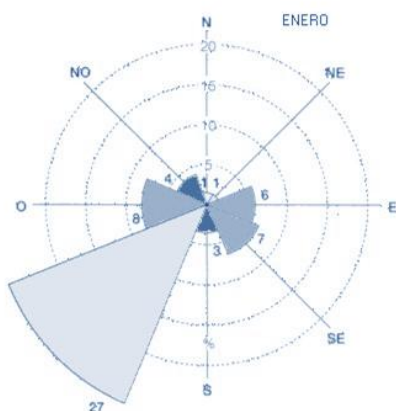


Prevailing winds:

It is important to know where the most frequent winds and the strongest winds come from in the area where WINDSPOT will be installed. As far as possible this area should be clear of obstacles.

A wind study with an anemometer of wind speed and wind direction during a certain period of time, sometimes is required to know the above mention information. With this data we will get what it is called a compass rose.

See below an example of the mentions compass roses. These two compass roses are from the same location but in different seasons, one in summer and the other in winter. As you can see, both compass roses are completely different. So, a detail study of the wind characteristics and electricity demand during these two seasons will be useful.

**Building roofs:**

WINDSPOT can be installed in the roof of big buildings.

As a general rule the first thing to consider is the direction of the prevailing wind. We may try to avoid any obstacle from this direction.

Then, you shall consider the effects of the roof edge. This area creates turbulent air flow movements; the rotor of WINDSPOT must be place high enough to avoid this turbulent area.

We advise a minimum tower height of 10m over the roof; this height should be increased for bigger buildings.

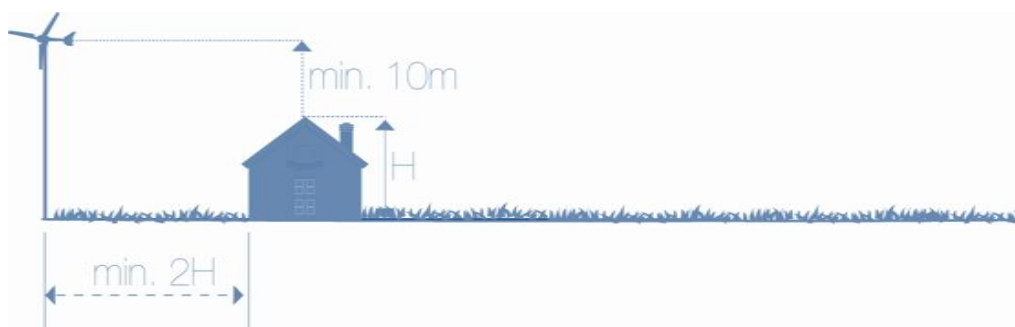
Obstructions:

An obstruction is considered to any obstacle interfering from the wind direction that affects the direction and the speed of the wind. The most common obstructions are houses or trees.

It is impossible to fully avoid all the obstacles but we can reduce the turbulence factor as maximum following some easy rules during the location of WINDSPOT.

Areas without a clear prevailing wind direction:

As a general rule WINDSPOT rotor should be place 10m over any obstacle and a minimum distance of twice the height of the obstacle far from the base of the wind turbine.

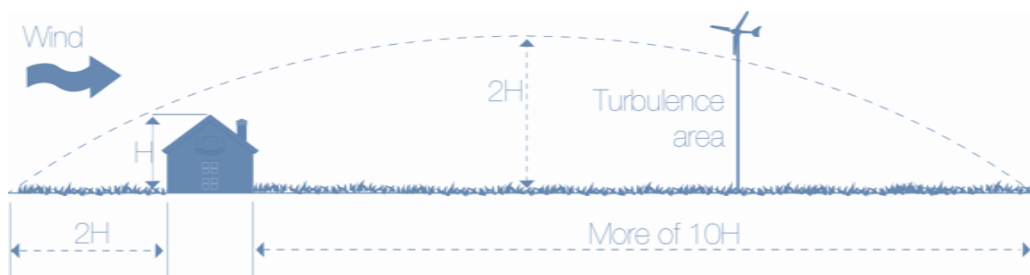
Areas with a clear prevailing wind direction:

Around an obstacle there is turbulent air:

- The dimensions of the turbulent area depend on the height of the obstacle.
- Turbulent area direction is defined by the prevailing wind direction.

The dimension of the turbulent area at leeward (more than 10H) depends on the obstacle's width (A):

- Si $A > 3H \rightarrow$ The dimension of the turbulence at leeward area is 20H.
- Si $A \leq 3H \rightarrow$ The dimension of the turbulence at leeward area is 10H. (This is the most common situation)

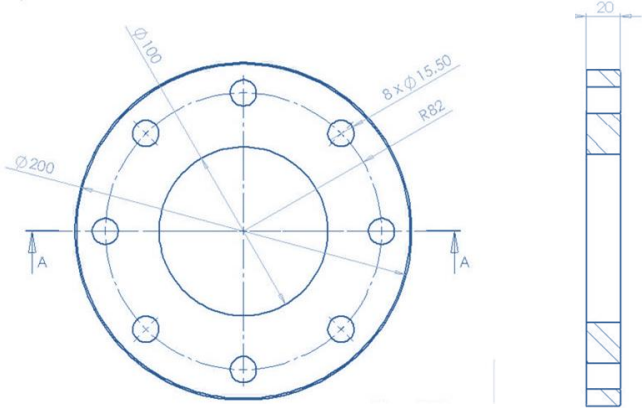


By the way, the best situation for the better production of WINDSPOT is when the rotor is completely out of any turbulence.

3.2 TOWER: GENERAL COMPONENTS

Flange between the revolving axing and the tower:

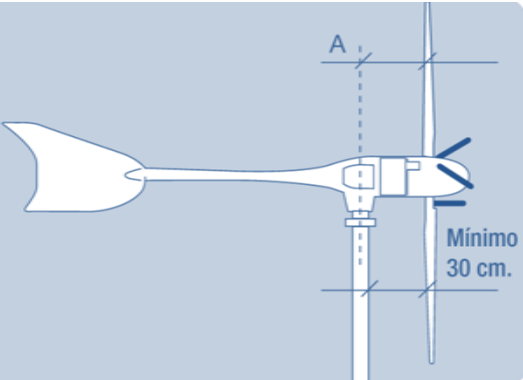
For customers who have their own tower we have included a drawing of the flange that connects the revolving axle and the tower. That connection should be welded to the top part of the tower and screwed to the wind generator's revolving axle.



Minimum distance between WINDSPOT'S blade and the tower:

Remarks to take into account during the installation:

No matter what kind of tower is installed, the minimum distance between the blade and the tower must be at least 30cm.



Data for the towers design:

WINDSPOT	WEIGHT	THRUST	OVERTURNING MOMENT
1.5 KW	165 kg	4500 N / 650 N (fatigue)	1700 Nm / 500 Nm (fatigue)
3.5 KW	185 kg	4500 N / 650 N (fatigue)	1700 Nm / 500 Nm (fatigue)



CAUTION: The data supplied have been obtained using IEC 61400-2 standard and does not include security factor.

3.3 INSTALLATION: SAFETY RECOMMENDATIONS

Safety requirements should be taken into account during the installation and maintenance of WINDSPOT:

- WINDSPOT fulfills all the international rules about safety. So, the installation should be dangerous.
- WINDSPOT has being designed for a safe installation but there are some risks coming from all the electro mechanic equipments operation.
- WINDSPOT should be installed following the instructions of this manual as well as fulfill all the local and nationals rules.
- WINDSPOT installation must be carry out by qualified staff.
- During the installation you must assure the wind turbine is braked (The 3 phases of the generator short circuit) and disconnected from the grid.
- Make the installation and maintenance works during wind calm conditions. Wind should be less than 6m/s.
- Don't stay at the tower bottom during the installation and maintenance operations.
- Two persons are necessary for the safe installation and maintenance of WINDSPOT.
- During the installation you must always use the correct safety equipment: Hamlet, safety footwear, globes, safety glasses, etc.



CAUTION: SONKYO ENERGY does not take the responsibility of the inappropriate use of the generator. WINDSPOT shouldn't be manipulated without the permission of the installer or the manufacturer. Do not make the proper use of the wind turbine may end on electrocutions and burns. A non authorized manipulation will void automatically the warranty of the small wind turbine.



3.4 ASSEMBLY

At the moment the foundation is finished and the tower installed WINDSPOT will be ready for the installation in the tower.

WINDSPOT is designed for an easy, fast and safe installation.

Torque:



CAUTION: In order to apply the correct torque, use a torque wrench.

Metric	Torque recommended	
	Nm	Lbf.ft
M4	3	2
M6	7	5
M8	17	13
M10	33	24
M12	57	42
M14	91	67
M16	140	104
M20	273	203

If the torque applied is more than recommended there is a risk of damage in the pieces join by the screws.

If the torque applied is less than recommended there is a risk of vibrations.

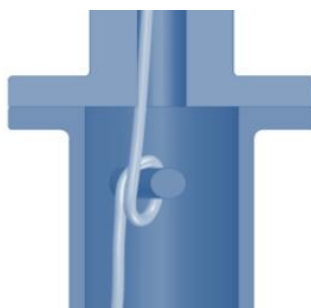
WINDSPOT assembly:

In order to proceed with the assembly of WINDSPOT there are 5 steps. You must follow the steps in the correct order.

STEP 1: Electrical connections:

Using **three electrical connectors** joint the cables coming from the slip rings with the cables going down the tower.

In order to avoid overvoltage in the joint between these two cables due to the weight of the cables, you should fix the cables in the hook inside the top of the tower.

**STEP 2: Bolting WINDSPOT to the tower:****Hardware:**

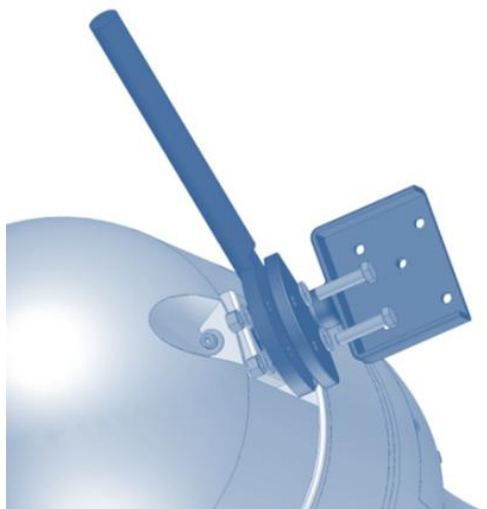
Hex head bolt A4 DIN 933 M14x60	8
Hex nut A4 DIN934 M14	8
Flat washer A4 DIN126 M14	16

**Tools:**

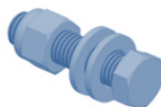
22 wrench, 22 hex socket and a torque wrench.



Torque: 91 Nm ó 67 Lbf.ft

STEP 3: Torsion levers**Hardware:**

Hex head bolt A4 DIN 933 M12x50	4
Hex nut A4 DIN934 M12	4
Flat washer A4 DIN126 M12	8

**Tools:**

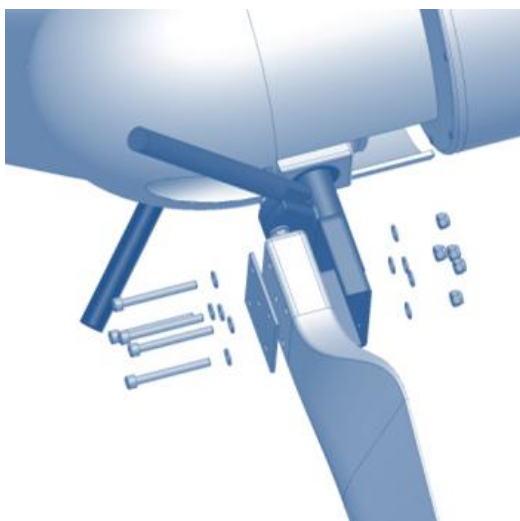
19 wrench, 19 hex socket and a torque wrench



Torque: 57 Nm ó 42 Lbf.ft



CAUTION: There are three torsion levers. One of them is place during the manufacturing but the second and the third must be place during the assembly. The three torsion levers are identify with the numbers 1, 2 and 3. The three levers are not interchangeable.

STEP 4: Blades**Hardware:**

Allen bolt A4 DIN912 M10x90	15
Hex nut A4 DIN934 M10	15
Flat washer A4 DIN126 M10	30

**Tools:**

22 wrench, 22 hex socket and a torque wrench.



Torque: 33 Nm ó 24 Lbf.ft

The blades should be assembly with the stainless plates in the root of the blade. You will find the plates in the hardware kit.

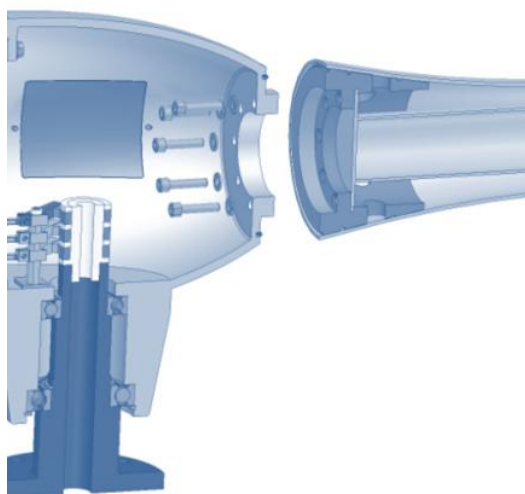


CAUTION: The holes of the blade and the screws are tight so it is recommended to use an electrical drill with a 10 bit to rethread the blade holes.

In order to warranty the correct assembly of the blades, the holes in the root of the blade are place to allow just one position of the blade in the blade holder.

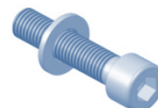


STEP 5: Tail



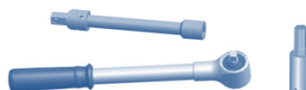
Hardware:

Allen bolt A4 DIN912 M10x45	8
Flat washer A4 DIN126 M10	8



Tools:

8 hex socked, wrench extension and torque wrench.

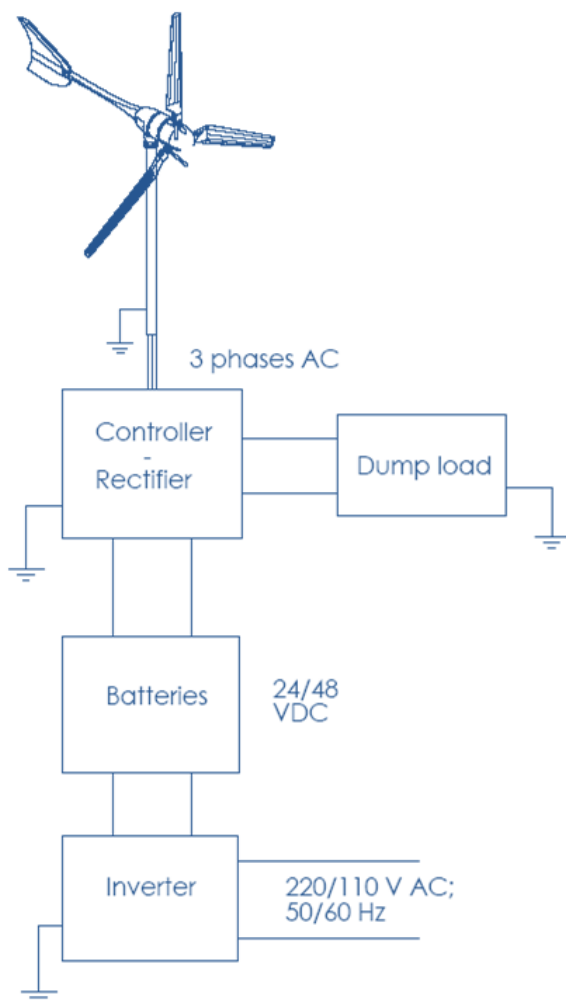


Torque: 33 Nm ó 24 Lbf.ft

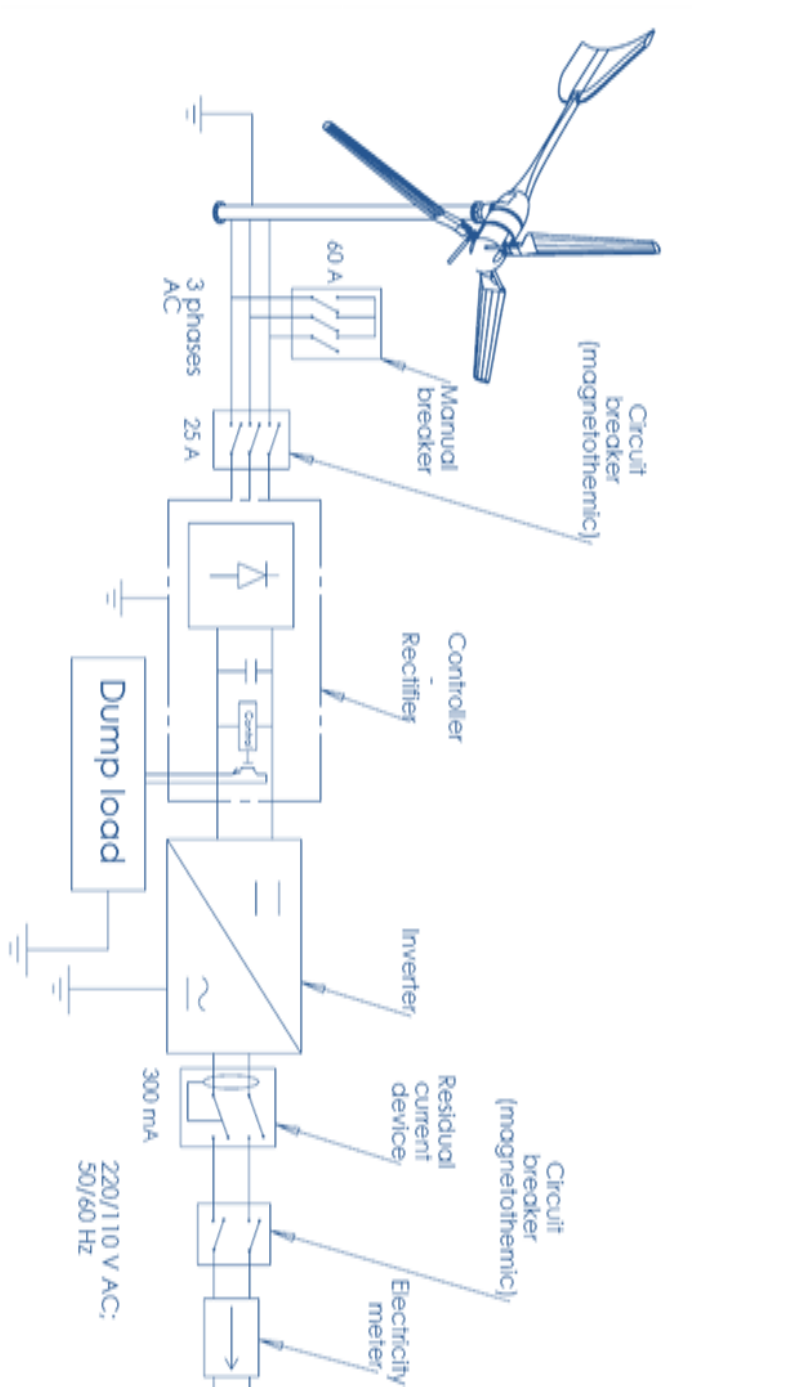
3.5 ELECTRICAL SCHEME

**CAUTION:**

- The installation needs grounding.
- The information in the scheme is just for guidance.
- Each installer should calculate the wires dimensions and the equipment protection following the electromagnetic installations law.
- SONKYO ENERGY does not take any responsibility of the installation.

Battery charging connection:

On-grid connection:



4

OPERATION AND MAINTENANCE

4.1 SITE COMMISSIONING

Site commissioning certificate:

You will find it in our website:

www.windspot.es, then you shall fill in

correctly and send it to

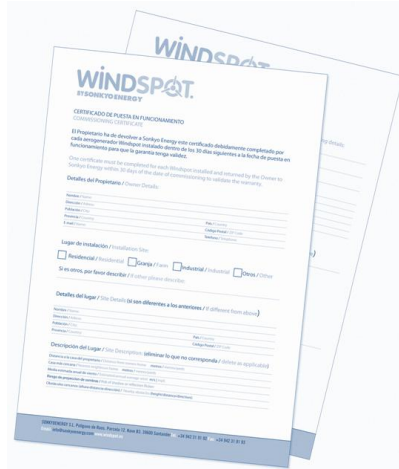
info@sonkyoenergy.com. You have **10 days**

to from the installation date to send us the site commissioning form.

Serial number:

You will find it at the characteristics plate inside the body, at the interior side of the right lid looking at the wind turbine from the back. You will find also the serial number in the documentation attached with the wind turbine.

Before installing your WINDSPOT you shall check the serial number in the plate and the serial number in the documentation is the same.



4.2 WARRANTY

Warranty has a validity of **2 years from the purchase date (Warranty period extension is negotiable)** and you will find it in our web site: www.windspot.es

Terms for warranty validity:

- Payment should be done.
- Site commissioning form should be sent (*See part 4.1 "Site commissioning", page 41*).
- Correct maintenance with the correct frequency corresponding to the location of the wind turbine should be done (*See part 4.3 "Maintenance", page 42*).

4.3 MAINTENANCE

WINDSPOT está diseñado para funcionar de manera óptima con un mantenimiento mínimo.



CAUTION: Before any maintenance operation, please check *apart 3.3 "Installation: Safety Recommendations" (Page 34)*

WINDSPOT components just can be handled by capable technical people. Under any circumstances no capable people will take part in the maintenance operations, unless a qualified technician manages the procedures.

All the screws hardware handled during maintenance should be adjusted with a torque wrench with the correct torque as it is specified on *apart 3.4 "Assembly" (Page 35)*.

Maintenance frequency depends on the wind class in your location.

Wind class:

Wind class	Average wind speed in the installation location		
	m/s	Km/h	Mph
1	<5.6	<1.5	<0.9
2	5.6 – 6.4	1.5 – 1.7	0.9 – 1
3	6.4 - 7	1.7 – 1.9	1 – 1.2
4	7 – 7.5	1.9 – 2.1	1.2 – 1.3
5	7.5 - 8	2.1 – 2.2	1.3 – 1.4
6	8 – 8.8	2.2 – 2.4	1.4 – 1.5
7	>8.8	>2.4	>1.5

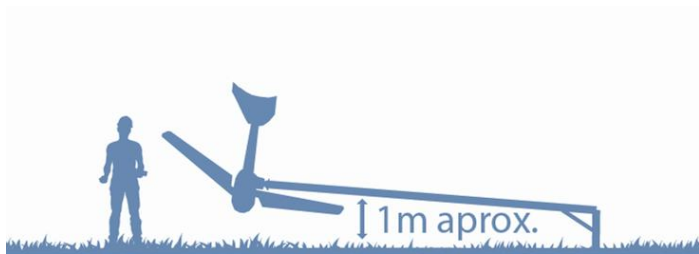
Maintenance planning:

Wind class	1	2	3	4	5	6	7
Visual inspection (Both the WINDSPOT and the tower), Check uncommon noise and vibrations.	One month after the installation and each time a big storm come through or wind speeds of more than 25m/s(90km/h, 56Mp)						
1-Check the screws of the blades, torsion levers and the revolving axle.	Each 18 months			Each 12 months			
2-Check other screws.							
3-Variable pitch bearings grease.							
4-Whole variable pitch grease.							
5-Visual inspection of the blades, particularly focusing on the leading edge.							
6-Check the correct movement of the variable pitch system.							
7-Check the paint looking for flaws or rusty spots.							
8-Check brushes, slip rings and electrical connections.							
9-Replace brushes.	Each 9 years (aprox)			Each 7 years (aprox)			

How to position the turbine to carry out the maintenance service?

The position of the turbine depends on the type of tower it is installed.

- Tower with mechanical or hydraulic lifting: In case of a hydraulic tower you will need a diesel generator and a hydraulic pump.



- Lattice/Guy wired tower: You will need to use an elevator platform to elevate the personnel. The position of the platform depends on the wind direction, always placed windward from the turbine.

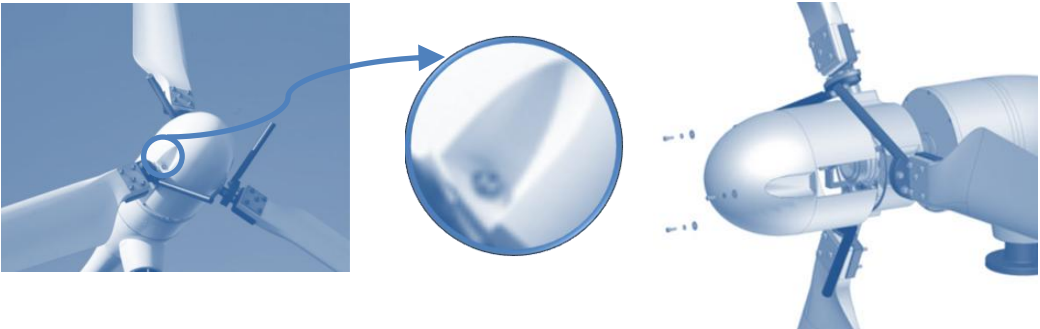


CAUTION: Fix one WINDSPOT blade to the elevator platform to prevent turbine rotation during the maintenance.

Access to the interior of the machine:

To carry out the maintenance, it will be necessary to remove the cone and at least of the covers on the side of the turbine's body:

Cone



Hardware:

- Allen bolt A4 DIN912 M8x30 3
- Flat washer, broad side A4 DIN9021 M8 3
- Spring washer A4 DIN127A M8 3



Tools:

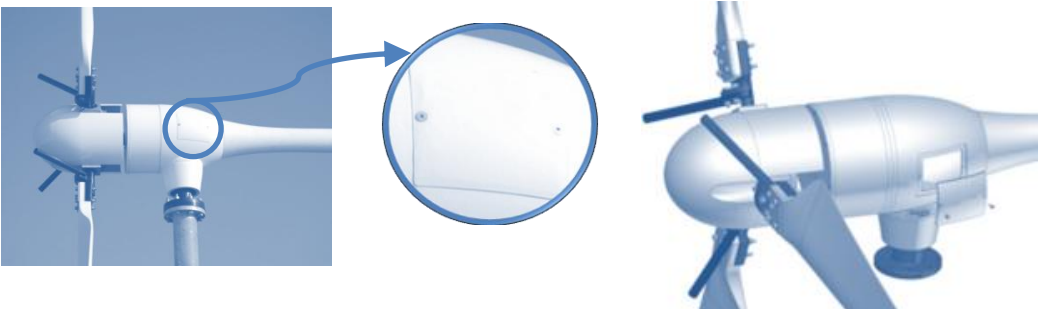
- Hex socket 6, wrench extension and torque wrench



Torque:

- 17 Nm ó
- 13 Lbf.ft

Tapas laterales



Hardware:

- Flat Allen bolt A4 DIN7991 M6x16 4



Tools:

- Hex socket 6, wrench extension and torque wrench



Torque:

- 7 Nm ó
- 5 Lbf.ft

1-Tighten the bolts: Make sure that the following screws have the torque specified below.

Blades



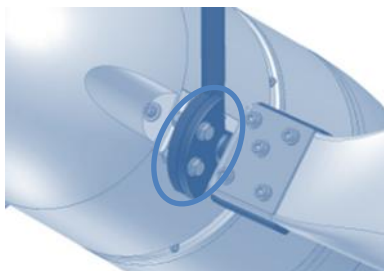
Tools:

17 wrench, 17 hexagon Socket and torque wrench



Torque: 33 Nm ó 24 Lbf.ft

Torsion levers



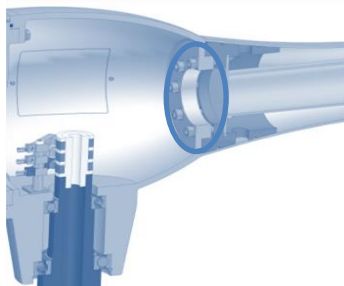
Tools:

19 wrench, 19 hexagon socket and torque wrench



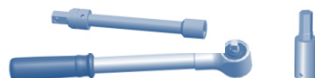
Torque: 57 Nm ó 42 Lbf.ft

Tail



Tools:

8 hex socket, wrench extension and torque wrench



Torque: 33 Nm ó 24 Lbf.ft

Tower



Tools:

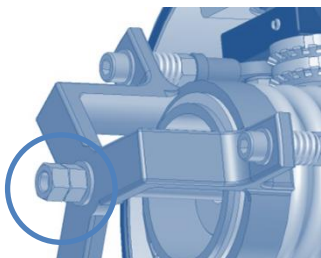
22 wrench, 22 hexagonal socket and torque wrench



Torque: 91 Nm ó 67 Lbf.ft

2- Check the bolts: Simply check that none of these bolts get loose. You should never exceed the recommended torque, according to the bolt metrics.

Slide



Tools:

19 wrench, 19 hexagon socket and torque wrench



Torque: 57 Nm ó 42 Lbf.ft

Sliding cylinder



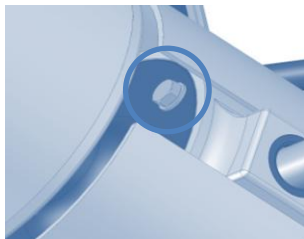
Tools:

17 hexagon socket, wrench extension and torque wrench



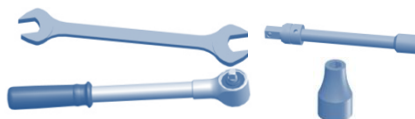
Torque: 57 Nm ó 42 Lbf.ft

Axle coupling



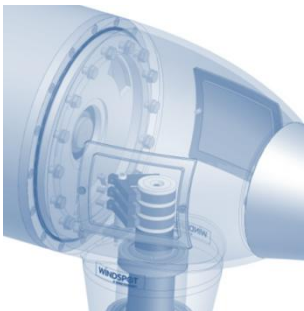
Tools:

Llave fija de 24, vaso hexagonal de 24, alargador y llave dinamométrica



Par de apriete: 57 Nm ó 42 Lbf.ft

Generator



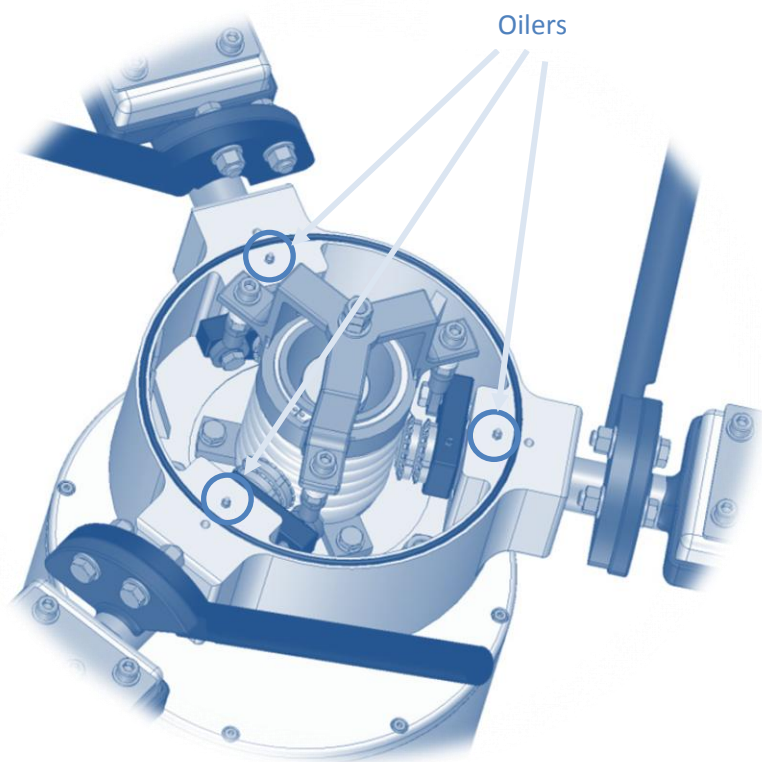
Tools:

17 hexagon socket, wrench extension and torque wrench

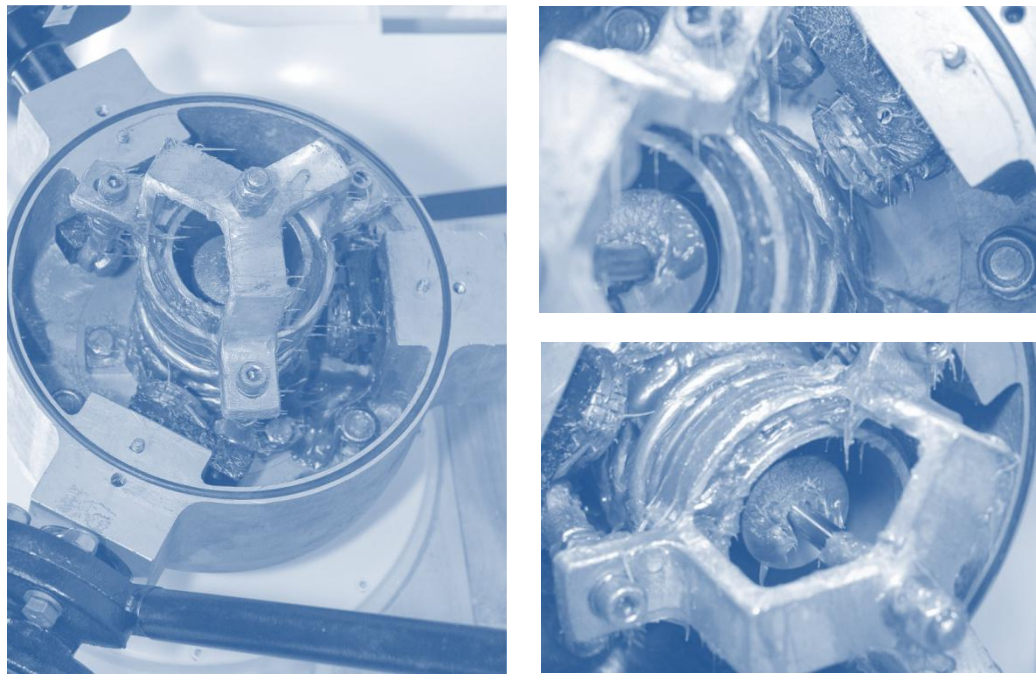


Torque: 57 Nm ó 42 Lbf.ft

3 – Grease the bearings of the pitch system: Inject the grease through the 3 greasing holes indicated. You should fill them up until the grease overflows at the side of the inner bearings.



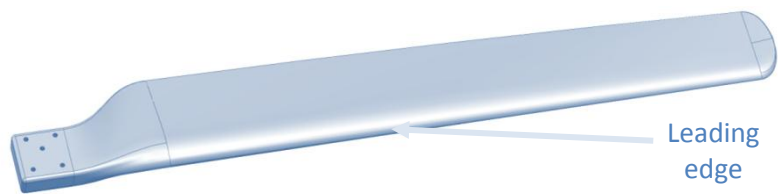
4 – Grease the pitch system: Grease the whole pitch system as shown in the photos.



Grease type: Lubricating grease for extreme pressure and high temperatures.

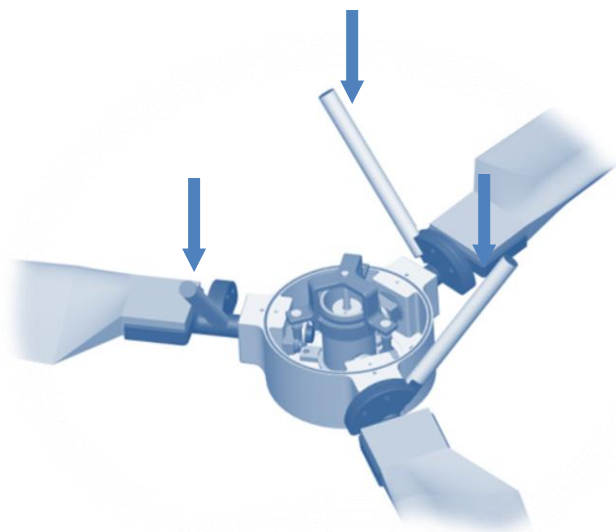
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA GRASA	
Appearance/physical state	Grease
Colour	Bluish green or brown
Classification NL6Z	Grade 2
Work Penetration (60 cycles)	280 1/10 mm
Dropping point	230°C
Soap type	Aluminum Complex Grease

5 – Check the status of the blades: Check the surface of the blades, paying special attention to the leading edges. A light wear on them is normal. If you see large surface defects, replace all the 3 blades.

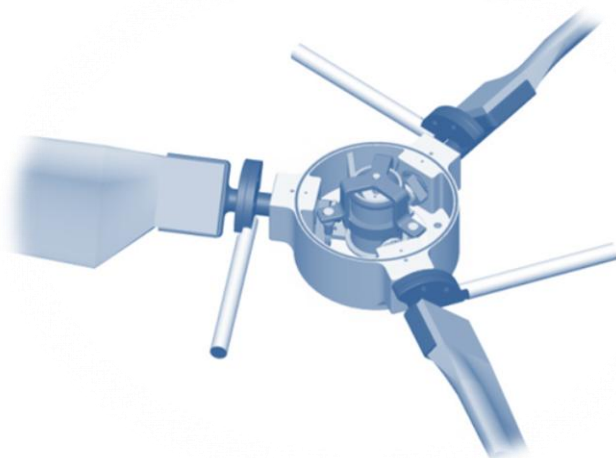


6 – Check the proper operation of the pitch system:

1. - Press (between 2 persons) the 3 counterweights at the same time. You will notice the resisting force of the spring.
2. - The counterweights should be pressed down until their limit position.
3. - Release gently the counterweights to get back to the initial position.



Pressing the 3
torsion levers at the
same time



Limit position of the
torsions levers

7 –Check for the painting, small defects and rust: Look through the entire exterior surface of WINDSPOT, repaint if necessary.

CHARACTERISTICS OF THE PAINT

White paint

Poliurethane paint, RAL 9003

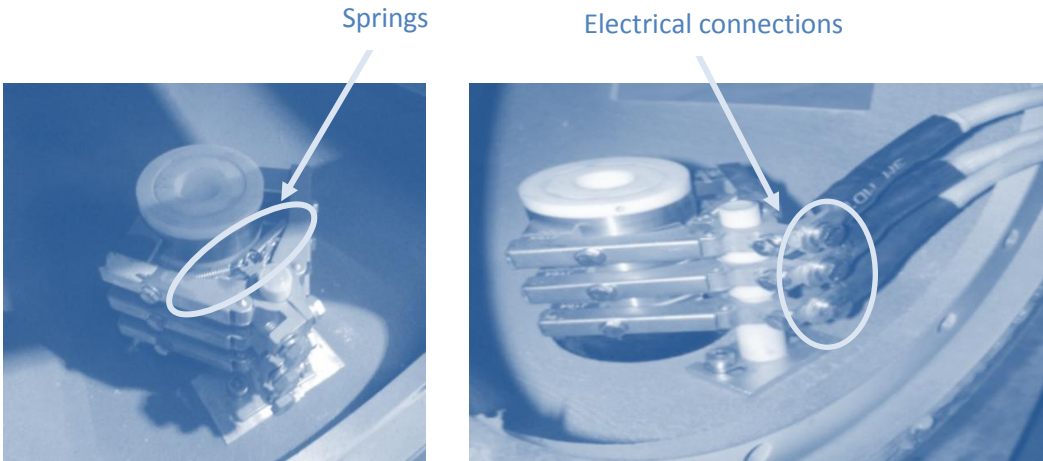
High resistance to corrosion

Black paint

Poliurethane paint, RAL 9004

and ultraviolet radiation

8 – Check the brushes, slip rings and connecting cables:



Check the spring tension, the correct connection of the brushes with the rings and the wire connections. Clean the set if necessary. In case the set is not in good condition replace the brushes. (See point 9 of this section, “Replacing the brushes”).

9 – Replacing the brushes: The brushes and slip rings are exposed to a continuous wear. You will need to replace the brushes if the wear reaches the marks or the whole set is in an unsatisfactory condition.



4.4 FAQ

1. What is the right turbine size for my installation?

The following table is a guide on what wind turbine to choose depending on the wind and energy consumptions. As a reference, a normal house uses about 4000 kWh annually, while a large consumer might consume around 6000 or 8000 kWh.

Purpose	Required power
Energy saving	1.5 or 3.5 kW
Self-sufficient normal household	3.5 or 7.5 kW
Self-sufficient household with high consumption	7.5 or 15 kW
Energy saving for a small industry or farmer	1.5, 3.5, 7.5 or 15 kW

2. Is my site suitable for a wind turbine?

Ideally a turbine works the better, the less obstructions can be found in the direction from where the wind is coming. Although at a sufficient distance buildings, trees and other obstructions have almost no effect on the performance of the turbine.

As a general rule WINDSPOT rotor must be 10 m above any obstacle and to a minimum distance of twice the height of the object.

3. Are wind turbines noisy?

WINDSPOT wind turbines have been especially designed to avoid noise with a rated speed between 200 and 250rpm depending on the model. The height at which they are placed makes them almost impossible to be heard by someone staying beside them.

Moreover, the relatively slow rotation, compared to other wind turbines on the market, increases the performance and durability while also reduces the mechanical stress on the components.

4. Will WINDSPOT affect birds?

It is unlikely that a bird hits the blade of a small wind turbine like WINDSPOT, since it works at low revolutions (between 200 y 250 rpm depending on the model) and it is not placed to the height where migratory birds make their long journeys.

5. Can I use WINDSPOT for heating?

Yes, you can use the turbine for heating water. Simply connect the controller output to an electric heater. However, the energy required for heating is normally much higher than that of electricity, so you might need a larger turbine to heat a building.

6. Can I connect WINDSPOT to the grid?

Yes, WINDSPOT wind turbines can be connected to the local electricity network. You need to use an inverter compatible to the grid and the installation has to be approved by the local utility company to meet the standards and to be assigned to a point of connection to the network.

7. When do WINDSPOT wind turbines produce electricity?

It depends on the wind turbine location, the wind speed and the quality of that wind (the more turbulence the less efficient the system will be).

On a proper place, a wind turbine generates electricity around 75% of the time, although not always at the rated power. Usually, over a year, a small wind turbine can generate about 20% or 30% of the amount it would generate working at constant rated power. It is called capacity factor.

8. How long do WINDSPOT wind turbines last?

WINDSPOT wind turbines are designed to last more than 25 years. This is possible because of their robust design, high quality materials, anti-corrosion treatments and also due to the fully sealed body that prevents the entrance of water, dust and other particles into the wind turbine. That's why our design resists even in harsh environments like next to the sea.

9. Can I have my own WINDSPOT?

Small wind turbines are a good deal for householders, communities and small energy consumers to use for on-site energy generation. Your site characteristics (average wind speed, location and local landscape) will determine the size and type of the wind turbine in each case.

10. How I know I have wind enough?

The wind flow can be highly variable and very turbulent, so in any doubt take expert advice and contact professionals dedicated to the installation of small wind turbines. Generally, with an average of 5 m/s it is worthwhile to install a small wind turbine.

11. How does a wind turbine make electricity?

Broadly speaking a wind turbine works in the following way:

The blades take advantage of the wind energy and generate a torque force on the generator. The generator, depending on the rotation speed and the force exerted by the blades on its shaft, generates electricity that reaches the controller and the inverter. These electronic components transform electricity to direct current (DC) to charge/store in batteries; and to alternate current (AC) to inject it to the main grid.

12. At what height must small wind turbines be installed?

Tower height varies according to wind turbine model and the wind speed at site, normally ranging from 10 to 25 meters. Generally the higher the tower, the higher the average wind speed and the smoother the wind.

Furthermore, to determine the total height of the system you must take into account the diameter of the turbines, which typically ranges between 1.5 and 10 m.

13. Do I need a planning permission?

Small wind energy installations may require planning permission and you should always consult the planning officials. It depends mainly on the height and the legislation of each country. The best option is to ask for professional advice if you have any doubts.

14. What are wind turbines made of?

The structural parts of our turbines are made of stainless steel and aluminum while the blades and other components of polyester resin, glass fiber, plastic and copper. All of them are properly protected against corrosion either by hot dip galvanized or via other surface treatments to ensure adequate protection even in saline environments. Besides, the whole system is sealed in order to avoid the entrance of water, dust or any other particle. This way the electrical components are safe and well protected.

15. What is the maximum wind speed that WINDSPOT can support?

In heavy winds WINDSPOT patented variable pitch system prevents overcurrents that could damage both the generator and the electronic components.

WINDSPOT wind turbines are designed according to the IEC 61400-2 standards for maximum wind speeds of 60 m/s (216 km/h or 134 mph).

[illegible]



Polígono de Raos. P12.B3. 39600.
Santander (Cantabria) Spain
Tel.: +34.942319192 Fax.: +34.942319193
E.MAIL: info@sonkyoenergy.es

www.windspot.es



Windspot



Windspot.es



Windspotsonkyoenergy



2006/42/CE
2006/95/CE
200 /108/CE