

# Υποστήριξη Μικρής Ανεμογεννήτριας Μετά την Πώληση



*Χριστοφίδης Φαίδων Α.Μ. 4498*

*Επιβλέπων καθηγητής: Χρηστάκης Δημήτρης*

*6/6/2014*

## Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	3
1.1. Σκοπός.....	3
1.2. Παρουσίαση Ανεμογεννήτριας.....	5
1.3. Περιγραφή της Ανεμογεννήτριας.....	6
1.4. Η Καμπύλη Ισχύος.....	10
2. Εγγυήσεις (Warranty).....	12
2.1. Ορισμός.....	12
2.2. Κατηγορίες ΆΝΘΕΜΙΣ 1.....	12
2.3. Τύπος Ι.....	13
2.4. Τύπος ΙΙ.....	13
3. Διαχείριση-Λειτουργία (Operation).....	15
3.1. Ορισμός 1.....	15
3.2. Ορισμός 2:Σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης (Remote Monitoring System).....	15
3.3. ΆΝΘΕΜΙΣ 1.....	15
4. Συντήρηση (Maintenance).....	17
4.1. Ορισμός.....	17
4.2. Διαδικασία Καθέλκυσης-Ανέλκυσης Ανεμογεννήτριας.....	17
4.2.1.Καθέλκυση.....	17
4.2.2.Ανέλκυση.....	21
4.3. Συντήρηση Εξαμήνου ΆΝΘΕΜΙΣ 1.....	21
4.3.1.Επεξήγηση σημείων Check List.....	22
4.4. Ετήσια Συντήρηση ΆΝΘΕΜΙΣ 1.....	23
4.4.1.Επεξήγηση σημείων Check List.....	25
4.5. Γερανός Ζεύξης-Απόζευξης.....	26
4.5.1.Ιστορική Αναδρομή.....	26
4.5.2.Οδηγίες Χρήσης Γερανού ζεύξης-απόζευξης.....	29

5. Άρση Βλαβών (Service).....	32
5.1. Ορισμός.....	32
6. Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης.....	34
6.1. Σενάρια Εκτίμησης Κόστους.....	34
6.2. Συμπεράσματα.....	39
6.3. After Sale Contract.....	40
7. Γενικά Συμπεράσματα.....	41
8. Παραρτήματα.....	42
8.1. Τί είναι η ΑΝΘΕΜΙΣ.....	42
8.2. Εξέλιξη του Γερανού Ζεύξης-Απόζευξης.....	42
8.3. ΑΝΘΕΜΙΣ 1 και Πανίδα.....	43
8.4. Η Αγορά Μικρών Ανεμογεννητριών.....	44
8.5. Βιβλιογραφία.....	46
8.6. Προδιαγραφές Αναφερθέντων Ανεμογεννητριών.....	46

## Εισαγωγή.

### Σκοπός.

Σκοπός της πτυχιακής αυτής άσκησης, είναι η κατανόηση για το τί είναι υποστήριξη μιας μικρής ανεμογεννήτριας(5kW) μετά την πώλησή της καθώς επίσης και τους κανόνες που τη διέπουν. Το after sale service δηλαδή.

Κάνοντας μια αναζήτηση στο διαδίκτυο μπορούμε να βρούμε αρκετές εταιρείες παραγωγής ανεμογεννητριών απ όλο τον κόσμο. Πολύ σημαντικό, είναι να εξετάσουμε τον τρόπο που έχουν επιλέξει προκειμένου να υποστηρίζουν τις ανεμογεννήτριές τους. Γρήγορα γίνεται αντιληπτό, ότι ακολουθείται διαφορετική στρατηγική και προσέγγιση από εταιρεία σε εταιρεία.

- A. Υπάρχουν εταιρείες που ασχολούνται αποκλειστικά και μόνο με την παραγωγή ανεμογεννητριών και αφήνουν σε μεσάζοντα να αναλάβει την πώληση, εγκατάσταση και την μετά την πώληση υποστήριξη.
- B. Επίσης συναντάμε εταιρείες οι οποίες εκτός από την παραγωγή ασχολούνται και με την πώληση των ανεμογεννητριών, αφήνουν όμως την υποστήριξη μετά την πώληση σε τρίτους.
- C. Μερικές εταιρείες, κυρίως από την Κίνα, μετά που θα πουλήσουν την ανεμογεννήτρια, δεν ασχολούνται ποτέ ξανά με την μηχανή, ούτε με συντήρηση, ούτε με άρση βλαβών, ούτε μας παραπέμπουν σε κάποιον τρίτο σε περίπτωση που χρειαστούμε το οτιδήποτε.
- D. Τέλος υπάρχουν και οι εταιρείες οι οποίες αναλαμβάνουν, την παραγωγή, την πώληση, την εγκατάσταση και την υποστήριξη μετά την πώληση ανεμογεννητριών.

Αναφερόμενοι στην υποστήριξη μετά την πώληση, εννοούμε:

- 1. την εγγύηση που έχει η ανεμογεννήτρια, (Warranty)
- 2. το πως θα γίνεται η διαχείριση και λειτουργία της, (Operation)
- 3. την διαδικασία συντήρησής της και τέλος (Maintenance)
- 4. την άρση πιθανών βλαβών (Service).

Εξετάζοντας τις ανεμογεννήτριες της τελευταίας κατηγορίας εταιρειών, παρατηρούμε ότι παρέχουν στον πελάτη τους μηχανές με 5ετή εγγύηση λειτουργίας καθώς επίσης και μηχανές οι οποίες δεν χρειάζονται συντήρηση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Κατασκευάζουν δηλαδή ανεμογεννήτριες maintenance free. Η άρση πιθανών βλαβών γίνεται από τους ίδιους ή από τους αντιπροσώπους τους, στην περίπτωση που βρίσκεται σε διαφορετική χώρα. Παρ' όλα αυτά πουθενά δεν γίνεται λόγος για το τί συμβαίνει και ποιοί αναλαμβάνουν την σωστή διαχείριση και λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Στην Ελλάδα συναντάμε εταιρείες μεσάζοντες και αντιπροσώπους, οι οποίοι αναλαμβάνουν να εγκαταστήσουν την μηχανή και

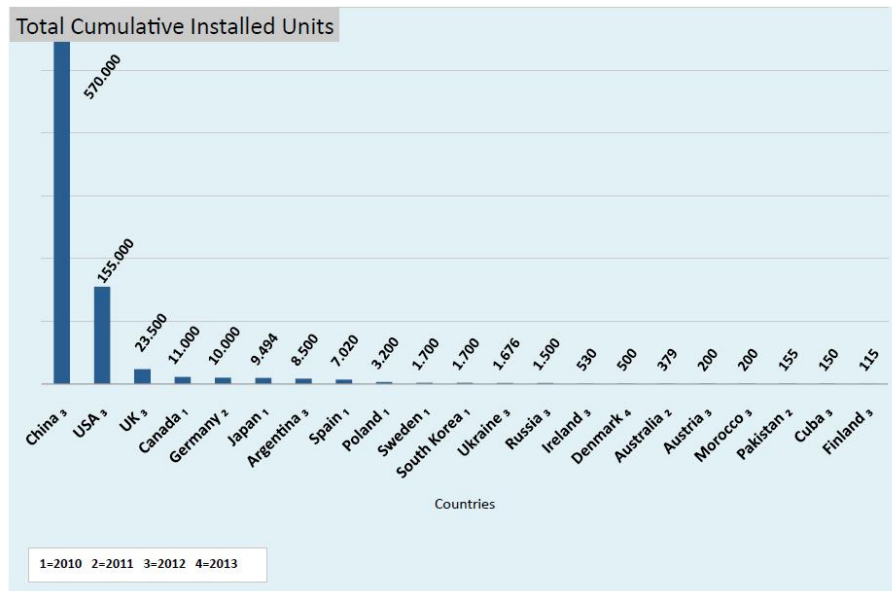
παρέχουν την υποστήριξη μετά την πώληση, χωρίς πάλι να αναφέρεται κάπου η διαχείριση και λειτουργία της ανεμογεννήτριας.

Από τη στιγμή που έχουμε αρχίσει να διαμορφώνουμε άποψη για το τί συμβαίνει στην αγορά των μικρών ανεμογεννητριών, μπορούμε να προχωρήσουμε και να εξετάσουμε την περίπτωση της δικής μας ανεμογεννήτριας και τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθήσουμε για την υποστήριξή της, μετά την πώληση, ώστε να έχουμε ένα προϊόν ανταγωνιστικό στην αγορά. Θεωρώ ότι πρέπει να είμαστε σε θέση να μπορούμε να αναλάβουμε την μετά την πώληση υποστήριξη της ανεμογεννήτριας σε όλους τους τομείς. Για τον λόγο αυτό πρέπει να προχωρήσουμε σε μια λεπτομερή ανάλυση του τι σημαίνει after sale service. Δυστυχώς ακόμα δεν είμαστε σε θέση να διαθέσουμε και να υποσχεθούμε, στον υποψήφιο αγοραστή, μια μηχανή maintenance free, και αυτό γιατί η ανεμογεννήτριάς μας είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Σε επόμενα όμως κεφάλαια παραθέτω ιδέες και προτάσεις μέσα από εκτιμήσεις κόστους, οι οποίες μπορούν να μας δώσουν μια εικόνα για το πώς μπορούμε να κινηθούμε αρχικά.



World Wind Energy Association  
Uniting the World of Wind Energy  
www.windea.org

Small Wind (< 100kW)



Shanghai, 7 April 2014

**Γράφημα 1 : Στην τελευταία μελέτη του World Wind Energy Association μπορούμε να δούμε το πλήθος των μικρών ανεμογεννητριών(<100kW) που είναι εγκατεστημένα ανά χώρα.**

### **Παρουσίαση Ανεμογεννήτριας.**

Θα ασχοληθούμε με την ανεμογεννήτρια που κατασκευάσαμε στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας του ΤΕΙ Κρήτης, και αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε λειτουργία για πάνω από ενάμιση χρόνο. Το όνομα αυτής, ΑΝΘΕΜΙΣ 1.



*Εικόνα 1: Τρισδιάστατη απεικόνιση ΑΝΘΕΜΙΣ 1.*



*Εικόνα 2: Οι δύο ΑΝΘΕΜΙΣ 1 στον ουρανό της Χίου.*

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

<b>Τεχνικά Χαρακτηριστικά</b>	
Τύπος Α/Γ	Μεταβλητών στροφών με μόνιμους μαγνήτες
Ισχύς μηχανής (kW)	5
Ονομαστική τάση γεννήτριας Α/Γ (V)	480
Διάμετρος περύγωσης (m)	6
Ονομαστική Ταχύτητα περιστροφής ρότορα (rpm)	200
Ύψος πλήμνης Α/Γ (m)	12,4
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου (m/s)	10,8
Διάμετρος πυλώνα στη βάση (m)	0,2
Ύψος πυλώνα (m)	12
Ταχύτητα ανέμου έναρξης λειτουργίας (m/s)	2,5
Ταχύτητα ανέμου αποκοπής (m/s)	-
Τάση εξόδου μορφοτροπέα ισχύος (V)	230
Διακύμανση συχνότητας εξόδου μορφοτροπέα ισχύος (Hz)	49,5-50,5

*Πίνακας 1.*

### **Περιγραφή της Ανεμογεννήτριας.**

Το ενεργειακό αυτό σύστημα περιλαμβάνει μία ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 5kW, το σύστημα ελέγχου αυτής, την ανορθωτική διάταξη και τον μορφοτροπέα ισχύος. Η ανεμογεννήτρια αποτελεί μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και αποτελείται από:

- Την περύγωση, η οποία έχει διάμετρο 6μ και αποτελείται από 3 περύγια μεταβλητού βήματος, κατασκευασμένα από πολυεστερικές ρητίνες οπλισμένες με ίνες γυαλιού.
- Την γεννήτρια μεταβλητών στροφών με μόνιμους μαγνήτες. Η ψύξη της επιτυγχάνεται με την χρήση του αέρα που περιβάλλει την γεννήτρια.
- Το σύστημα ελέγχου, που περιλαμβάνει διάταξη προσανεμισμού της ανεμογεννήτριας. Το σύστημα αυτό προσανατολίζει την φτερωτή στην διεύθυνση του ανέμου. Και το pitch control system το οποίο είναι το παθητικό σύστημα ελέγχου και ελέγχει τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου και κατά προέκταση την απορριφθείσα αεροδυναμική ισχύ από το δρομέα. Με αυτό τον τρόπο προφυλάσσουμε την γεννήτρια λειτουργώντας την στην περιοχή των ονομαστικών στροφών της.
- Την βάση στήριξης, η οποία αποτελείται από χαλύβδινα ελάσματα και τη διάταξη περιστροφής γύρω από τον κατακόρυφο άξονα.
- Τον πυλώνα ο οποίος είναι σωληνωτός με διάμετρο βάσης 200 χιλιοστά και ύψος 12 μέτρα.

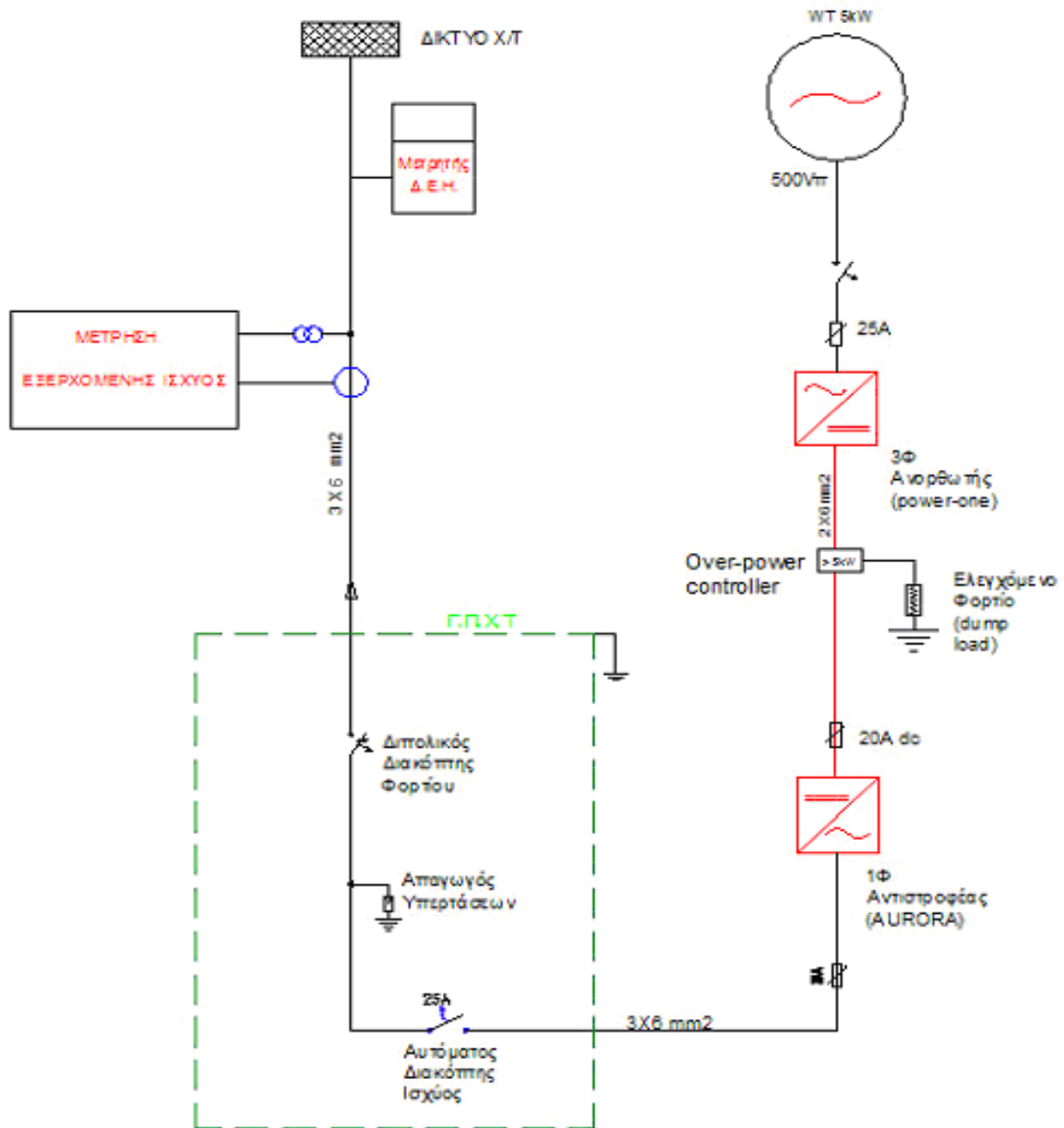
Η ανεμογεννήτρια συνδέεται με υπόγεια καλώδια με κατάλληλο μορφοτροπέα ισχύος, ο οποίος τοποθετείται σε προστατευμένο χώρο πλησίον αυτής. Ο μορφοτροπέας ισχύος είναι αντίστοιχης ισχύος με την ανεμογεννήτρια και τροφοδοτείται με συνεχή τάση από ανορθωτική διάταξη, που παρεμβάλλεται μεταξύ της γεννήτριας και του μορφοτροπέα. Ο μορφοτροπέας μετατρέπει την συνεχή τάση που προέρχεται από την ανορθωτική διάταξη, σε εναλλασσόμενη (230V, 50Hz) παρέχοντας την παραγόμενη ενέργεια απ' την ανεμογεννήτρια στο δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ, ενώ έχει και τη δυνατότητα αντιμετώπισης του φαινομένου της νησιδοποίησης.

Το μονογραμμικό διάγραμμα σύνδεσης φαίνεται στην εικόνα 3, και τα στοιχεία του συστήματος στον πίνακα 2.

<b>Στοιχεία Συστήματος</b>	
1. Ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 5kW και ονομαστικής τάσης 350Vrms. 2. Τριφασικός ανορθωτής (rectifier) ονομαστικής ισχύος 5kW και τάσης 360V. 3. Ελεγκτής υπέρβασης ορίου ισχύος (5kW). 4. Αντιστάσεις απόρριψης ισχύος (dump loads). 5. Μονοφασικός αντιστροφέας (inverter) ονομαστικής ισχύος 5kW, τάσης 230V και συχνότητας 50Hz.	
<b>Γενικός πίνακας Χ.Τ.</b>	
1. Διπολικός Διακόπτης Φορτίου. 2. Απαγωγός Υπερτάσεων. 3. Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος 25A.	

*Πίνακας 2.*





Εικόνα 3: Μονογραμμικό διάγραμμα σύνδεσης της ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

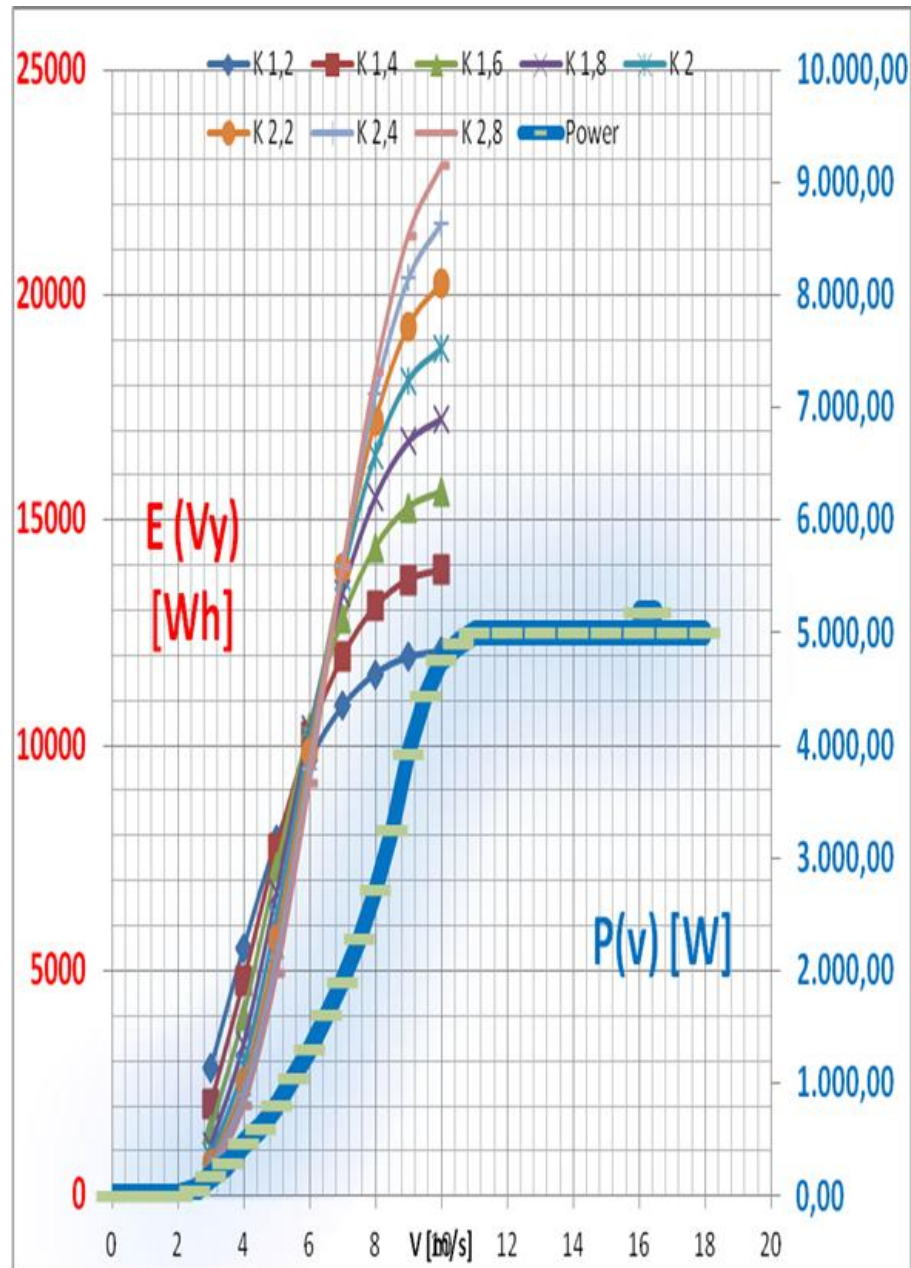
Στον πίνακα 3 παραθέτουμε όλα τα στοιχεία για τον αντιστροφέα καθώς επίσης και για τη διασύνδεσή του.

Στοιχεία Αντιστροφέα & Διασύνδεσης					
Κατασκευαστής	Power-One	Προέλευση		Ιταλία	
Τύπος	AURORA	Μοντέλο		PVI-5000-OUTD-EL	
Ονομαστική Ισχύς – Ένταση – Τάση – Συχνότητα Εξόδου	5kW	25A	230V	50Hz	
Μέγιστος Βαθμός Απόδοσης	97%				
Δυνατότητα Ρύθμισης συντελεστή ισχύος	Ναι				
	Όχι	cosφ = 1			
Ολική Αρμονική Παραμόρφωση Ρεύματος (THD)	<3,5%	Με πιστοποιητικό		Ναι	
		Με μετρήσεις			
Μετασχηματιστής Απομόνωσης (Ναι/ Όχι): Όχι					
Έγχυση DC	<0,1%	Με πιστοποιητικό		VDE0126-1-1	
		Με μετρήσεις			
Μέθοδος γείωσης λειτουργίας	DC:	Σύμφωνα με VDE0126-1-1			
	AC:	Σύμφωνα με VDE0126-1-1			
Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης (Islanding) κατά VDE-0126 ή ισοδύναμης μεθόδου				Ναι	
<i>Η διαδικασία της προστασίας από νησιδοποίηση πραγματοποιείται από τον αντιστροφέα (inverter) του συστήματος AURORA PVI-5000-OUTD-EL, ο οποίος είναι πιστοποιημένος κατά VDE-0126</i>					
Πιστοποιήσεις	VDE-0126, CEI 11-20 IV ed, DK5940, IEC 61683				
Χαρακτηριστικά Εκκίνησης & Συγχρονισμού					
<i>Μέγιστο ρεύμα διασύνδεσης 25A και συχνότητα ζεύξης 50Hz, με όρια απόκλισης τάσης 180-264V, τα οποία ελέγχονται και τηρούνται από τη διάταξη συγχρονισμού (αντιστροφέας/inverter: AURORA PVI-5000-OUTD-EL). Ρεύμα Βραχυκύκλωσης: 1kA &amp; Χρονική Διάρκεια Συγχρονισμού: &lt;1min.</i>					
Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης					
<i>Ο αντιστροφέας (inverter) AURORA PVI-5000-OUTD-EL του συστήματος διαθέτει όλες τις απαιτούμενες ρυθμίσεις από το δίκτυο για την λειτουργία του ως αυτόματου διακόπτη διασύνδεσης, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη την μικρή εγκατεστημένη ισχύ (5KW) και το αντίστοιχο επίπεδο της τάσης εξόδου (χαμηλή τάση).</i>					

Πίνακας 3.

### Η Καμπύλη Ισχύος.

Η καμπύλη ισχύος μας δείχνει τη σχέση μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας ως προς την ταχύτητα του ανέμου. Όλες οι ανεμογεννήτριες συνοδεύονται με μια καμπύλη ισχύος, είναι η ταυτότητά τους. Με βάση αυτήν την καμπύλη μπορείς να υπολογίσεις και την παραγόμενη ισχύ που θα έχεις αν την τοποθετήσεις σε κάποιο σημείο.



Εικόνα 4: Καμπύλη Ισχύος ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

Η ανεμογεννήτρια Άνθεμις στο σύνολό της είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα που υπαγορεύονται από την Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή, International Electrotechnical Commission (IEC). Συγκεκριμένα είναι με βάση τον IEC 61400-2 ο οποίος

αναφέρεται στις μικρές ανεμογεννήτριες. Με βάση αυτά τα πρότυπα κατηγοριοποιούμε τις ανεμογεννήτριες σε κλάσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας είναι ο πρώτος φορέας που παρήγαγε κανονισμούς σχετικά με την ασφάλεια και την πιστοποίηση τύπου των μικρών Α/Γ. Τα λεγόμενα safety regulations and type approval. Κλείνοντας το εισαγωγικό κεφάλαιο πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι μια ανεμογεννήτρια για να θεωρηθεί εμπορικό προϊόν και να μπορέσει να αξιολογηθεί σε οικονομοτεχνικές μελέτες, θα πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία για 20 χρόνια. Για να συμβεί αυτό, η ανεμογεννήτρια πρέπει να διέπεται από μια διαδικασία που έχει τα τέσσερα βασικά σημεία που προανέφερα:

1. Εγγύηση.(Warranty)
2. Διαχείριση-Λειτουργία.(Operation)
3. Συντήρηση.(Maintenance)
4. Σέρβις.(Service)

Είναι το επονομαζόμενο WOMS και πρέπει να συνοδεύει κάθε μηχανήμα, συνεπώς και την ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Στα επόμενα κεφάλαια θα παραθέσω, σύμφωνα με την δική μου εμπειρία και γνώμη, ένα πακέτο WOMS.

## Εγγυήσεις (Warranty).

### Ορισμός.

Οι εγγυήσεις καλής λειτουργίας που μπορούν να δώσουν οι εκάστοτε εταιρείες παραγωγής και διάθεσης ανεμογεννητριών, για τις μηχανές τους, στον υποψήφιο αγοραστή αποτελούν ένα σύνολο κανόνων σύμφωνα με τους οποίους ο κατασκευαστής, ή οι εξουσιοδοτημένοι από αυτόν, αναλαμβάνουν τις ευθύνες που τους αναλογούν για την εύρυθμη και παραγωγική λειτουργία των Ανεμογεννητριών αυτών.

Σύμφωνα με το νόμο **3468/2006 - ΦΕΚ 129/Α'/27.6.2006**, ο οποίος αναφέρεται στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις, υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας. Λαμβάνοντας υπ' όψιν το νόμο και μία ακόμη περίπτωση, το αγοραστικό κοινό της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 μπορεί να είναι:

- **Αυτόνομος Παραγωγός** ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε. και του οποίου ο σταθμός δεν είναι συνδε-δεμένος με το Σύστημα ή το Δίκτυο.
- **Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής** ενέργειας από Α.Π.Ε.: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες Α.Π.Ε., κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας αυτής στο Σύστημα ή στο Δίκτυο.
- **Παραγωγός από Α.Π.Ε.:** Ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)
- Εταιρεία εμπορίας και εγκατάστασης ενεργειακών συστημάτων.

### Κατηγορίες ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

Για την περίπτωση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 αποφασίσαμε να παραχθεί μηχανή μας σε δύο τύπους, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας της.

- **Τύπος I:** Η λειτουργία της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 είναι για εμπορικό σκοπό. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με σκοπό τη διάθεσή της στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης, με κάποια τιμή ανά kWh προς όφελος του παραγωγού – επενδυτή.
- **Τύπος II:** Η λειτουργία της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 γίνεται στα πλαίσια ενός αυτόνομου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, είτε αποθηκεύεται σε μπαταρίες και στη συνέχεια διοχετεύεται στο αυτόνομο δίκτυο ανάλογα με τη ζήτηση, είτε καταναλώνεται απευθείας από ηλεκτρικές συσκευές, όπως για παράδειγμα από μία αντλία για την άντληση νερού από γεωτρήσεις για γεωργική χρήση.

Προφανώς οι δύο Τύποι ανεμογεννητριών δεν μπορούν να συνοδεύονται από το ίδιο WOMS, μιας και οι ανάγκες που έχουν είναι διαφορετικές.

## Τύπος Ι.

Όταν αναφερόμαστε σε μια ανεμογεννήτρια που θα λειτουργεί για εμπορικό σκοπό, προφανώς τον παραγωγό τον ενδιαφέρει το κέρδος. Το κέρδος είναι άμεσα συνυφασμένο με την ταχύτητα του ανέμου. Αν η ανεμογεννήτρια τεθεί εκτός λειτουργίας εξαιτίας κάποιου τεχνικού προβλήματος και συγχρόνως έχουμε ταχύτητες ανέμου πάνω από την ταχύτητα εισόδου της ανεμογεννήτριας τότε ο παραγωγός έχει διαφυγόντα κέρδη. Γι αυτό το λόγο αποφασίσαμε τον τύπο Ι της ΑΝΘΕΜΙΣ να τον εφοδιάσουμε με ένα ανεμόμετρο, με σκοπό να εγγυηθούμε στον παραγωγό τα διαφυγόντα κέρδη του μέχρι να γίνει αποκατάσταση της ζημιάς. Θα υπολογίζουμε δηλαδή, σύμφωνα με τις μετρήσεις του ανεμομέτρου και την καμπύλη ισχύος της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, την παραγωγή που θα έπρεπε να έχει και θα του πληρώνουμε την χαμένη του ηλεκτρική ενέργεια, μέχρις ότου αποκαταστήσουμε την βλάβη. Αυτό θα συμβαίνει μόνο στην περίπτωση που το πρόβλημα θα εστιάζεται στην ανεμογεννήτρια και στον ηλεκτρολογικό πίνακα. Για οποιοδήποτε πρόβλημα στον μορφοτροπέα δεν θα φέρουμε καμία ευθύνη, εφόσον η επιλογή του θα γίνεται με βάση την σχετική εγγύηση που θα μεταβιβάζεται στον τελικό χρήστη. Έτσι, σε ότι αφορά στον μορφοτροπέα η εγγύηση που θα δίδεται είναι αυτή του κατασκευαστή του μορφοτροπέα. Ένας άλλος πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η εκάστοτε εταιρεία παραγωγής ανεμογεννητριών να μπορεί να εγγυηθεί την παραγωγή της μηχανής της. Η ανεμογεννήτρια δηλαδή να παράγει σύμφωνα με την καμπύλη ισχύος της. Για την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 εγγυούμαστε ότι σε περίπτωση που διαπιστωθεί απόκλιση από την καμπύλη ισχύος τότε θα υπάρχει άμεση ανταπόκριση από το τεχνικό τμήμα για την αποκατάσταση της σωστής λειτουργίας, και αν κριθεί απαραίτητο θα προχωράμε σε άμεση αντικατάσταση της ανεμογεννήτριας με νέα, χωρίς κανένα επιπλέον κόστος για τον πελάτη.

**Να σημειωθεί ότι όλα τα παραπάνω ισχύουν μόνο αν ο παραγωγός-επενδυτής, τηρεί και προβαίνει στην προβλεπόμενη από εμάς συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο, και γίνεται μόνο από εξουσιοδοτημένο προσωπικό της εταιρείας.**

## Τύπος ΙΙ.

Όταν μια ανεμογεννήτρια λειτουργεί μέσα στα πλαίσια ενός αυτόνομου συστήματος, τον πελάτη τον ενδιαφέρει η μηχανή του να παράγει ώστε να διασφαλίζει την ποιότητα ζωής του. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι βασικός παράγοντας για την διατήρηση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου. Κάθε χαμένη kWh μπορεί να έχει σοβαρή επίπτωση στην ποιότητα ζωής του χρήστη του συστήματος. Για το λόγο αυτό για την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 μπορούμε να εγγυηθούμε τη σωστή λειτουργία της για το κατάλληλο Αιολικό Δυναμικό. Σε περίπτωση οποιουδήποτε τεχνικού προβλήματος στην ανεμογεννήτρια ή στον ηλεκτρικό πίνακα δεσμευόμαστε για την άμεση αποκατάσταση της βλάβης σε εύλογο χρονικό διάστημα ανάλογα με την απόσταση που είναι τοποθετημένη η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 από τον πλησιέστερο τεχνικό μας σταθμό. Για

οποιοδήποτε πρόβλημα στο υπόλοιπο σύστημα παραγωγής, αποθήκευσης και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την ΑΝΘΕΜΙΣ 1, την ευθύνη έχουν οι αντίστοιχοι κατασκευαστές και εγκαταστάτες του συνοδού εξοπλισμού.

**Θεωρούμε δεδομένο ότι το εκάστοτε μελετητικό γραφείο, που εκπονεί μελέτες υβριδικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, έχει λάβει υπ' όψιν του ότι ένα αυτόνομο σύστημα δεν μπορεί να στηριχθεί μόνο σε ανεμογεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.**

**Να σημειωθεί ότι όλα τα παραπάνω ισχύουν μόνο αν ο πελάτης τηρεί και προβαίνει στην προβλεπόμενη από εμάς συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο, και γίνεται μόνο από εξουσιοδοτημένο προσωπικό της εταιρείας.**

## Διαχείριση-Λειτουργία (Operation).

### Ορισμός 1.

**Διαχείριση-Λειτουργία (Operation):** σημαίνει η ευθύνη για την εύρυθμη και χωρίς προβλήματα λειτουργία της Ανεμογεννήτριας. Έτσι, **λειτουργός ή διαχειριστής** ορίζεται αυτός που διαχειρίζεται-λειτουργεί τις ανεμογεννήτριες και επεμβαίνει όπου κρίνει ότι υπάρχει πρόβλημα ή προλαμβάνει ενδεχόμενες ζημιές.

### Ορισμός 2:Σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης (Remote Monitoring System).

Το σύστημα αυτό μας επιτρέπει να παρακολουθούμε όλες τις ανεμογεννήτριες σε πραγματικό χρόνο. Μας πληροφορεί σχετικά με τις ταχύτητες του ανέμου που επικρατούν στην κάθε περιοχή, τη διεύθυνση του αέρα, τις στροφές της γεννήτριας, την επιτάχυνση του πυλώνα και φυσικά την παραγόμενη ενέργεια.

Για την περίπτωση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 κρίνουμε απαραίτητο να εφοδιάσουμε με σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης και τους δύο τύπους ανεμογεννητριών. Το σύστημα αυτό μας πληροφορεί σχετικά με τις ταχύτητες του ανέμου που επικρατούν στην κάθε ανεμογεννήτρια, τη διεύθυνση του αέρα, τις στροφές της γεννήτριας, την επιτάχυνση του πυλώνα και φυσικά την παραγόμενη ενέργεια. Όλες οι μετρήσεις είναι ανά δευτερόλεπτο και καταγράφονται σε ειδικά αρχεία αυτόματα. Οι μετρήσεις αυτές επεξεργάζονται, υπολογίζονται οι μέσες τιμές ανά λεπτό οι οποίες εμφανίζονται στα διαγράμματα που αλλάζουν σε πραγματικό χρόνο ανά πέντε λεπτά παρουσιάζοντας τις μέσες πεντάλεπτες τιμές και τις μέγιστες τιμές ανά δευτερόλεπτο που καταγράφηκαν στην περίοδο αυτή. Αισθητήρια υπάρχουν επίσης και στον πίνακα, καθώς επίσης και στον μορφοτροπέα τάσης. Με αυτό τον τρόπο έχουμε μια συνολική εικόνα της ανεμογεννήτριας και το πώς συμπεριφέρεται στα διάφορα σημεία, και δίκτυα που είναι τοποθετημένη. Έτσι μπορούμε να προλαμβάνουμε ζημιές και να εντοπίζουμε δυσλειτουργίες της.

### ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

Με τη βοήθεια του παραπάνω συστήματος αναλαμβάνουμε την εξ ολοκλήρου διαχείριση και των δύο τύπων ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Για οποιαδήποτε δυσλειτουργίας ή βλάβη παρατηρηθεί αναλαμβάνουμε την αποκατάστασή της σύμφωνα με τα όσα προαναφέραμε στο κεφάλαιο 'Εγγυήσεις' (σελίδα 9 ). Η μοναδική επέμβαση του παραγωγού και του αυτοπαραγωγού στο συνολικό σύστημα θα είναι ο έλεγχος της προέντασης των εντατήρων των συρματόσχοινων κάθε ένα μήνα στην αρχή μέχρι τα συρματόσχοινα να πάρουν την συνολική τους προένταση. Επίσης κρίνουμε εφικτό και στις δυνατότητες του οποιοδήποτε λειτουργεί τις Ανεμογεννήτριες, να μπορεί να αλλάξει μία καμένη ασφάλεια. Παρ όλα αυτά, η διαδικασία αλλαγής μιας καμένης ασφάλειας, θα γίνεται κατόπιν επικοινωνίας του παραγωγού-αυτοπαραγωγού με το τμήμα τεχνικής υποστήριξης. Επίσης οι ασφάλειες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουμε ορίσει. Για το λόγο αυτό θα εφοδιάζουμε με σετ εφεδρικών ασφαλειών όλες της ανεμογεννήτριες. Σε



Υποστήριξη Μικρής Ανεμογεννήτριας Μετά την Πώληση.  
Χριστοφίδης Φαίδων Α.Μ.4498

περίπτωση που η ανεμογεννήτρια εξακολουθεί να παραμένει εκτός λειτουργίας τότε θα επεμβαίνει το εξουσιοδοτημένο συνεργείο.

**ΠΡΟΣΟΧΗ: ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΛΛΑΓΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΣ, ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΗΝ ΔΙΑΠΕΡΝΑΕΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ.**

**Δεν φέρουμε καμία ευθύνη αν παρατηρηθούν, περαιτέρω από τις προαναφερθείσες, επεμβάσεις από μη εξουσιοδοτημένα άτομα στον εξοπλισμό, ή αν έχουν χρησιμοποιηθεί ασφάλειες, διαφορετικές από τις εγκεκριμένες.**

## Συντήρηση (Maintenance).

### Ορισμός.

Η προγραμματισμένη από τον κατασκευαστή συντήρηση της ανεμογεννήτριας. Στην περίπτωση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, κρίνουμε απαραίτητο για τα δύο πρώτα χρόνια λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, να γίνεται κάθε 6 μήνες ένας έλεγχος από την ομάδα συντήρησης η οποία απαρτίζεται από εκπαιδευμένο προσωπικό. Συγκεκριμένα, το πρώτο και τρίτο εξάμηνο λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, θα γίνεται μια γενική επισκόπηση. Στο έτος και για τα δύο πρώτα έτη λειτουργίας θα γίνεται μια λεπτομερή συντήρηση. Στη συνέχεια η ανεμογεννήτρια θα χρειάζεται συντήρηση κάθε δύο χρόνια. Η διαδικασίες, επισκόπησης και συντήρησης της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενες ενότητες. Προτείνεται το παραπάνω πλάνο για τη συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, για το λόγο ότι δεν έχει αποκατασταθεί ο ποιοτικός έλεγχος και δεν έχει δημιουργηθεί ακόμα τυποποιημένη διαδικασία συντήρησης. Για τα δύο πρώτα χρόνια προτείνεται εξάμηνος έλεγχος γιατί θέλουμε να διαγνώσουμε τα προβλήματα που θα υπάρχουν στην διαδικασία και στον τρόπο παραγωγής των ανεμογεννητριών ώστε να διορθωθούν στο μέλλον. Στόχος μας είναι η τυποποίηση όλων των διαδικασιών ώστε να εκμηδενίσουμε τη συντήρηση.

### Διαδικασία Καθέλκυσης-Ανέλκυσης Ανεμογεννήτριας.

#### Καθέλκυση.

Για να μπορούμε να ανεβοκατεβάζουμε τον πυλώνα με ευκολία χρησιμοποιούμε την αρχή του μοχλού. (εικόνα 5)



*Εικόνα 5:Ο Πυλώνας με το Μοχλοβραχίονα.*

Ο μοχλοβραχίονας ενώνεται με τον πυλώνα σε διαφορετικά ύψη με δύο συρματόσχοινα. Κατά την διαδικασία της ανέγερσης και της καθέλκυσης, χρησιμοποιούμε ακόμα ένα συρματόσχοινο, το οποίο ενώνει την κορυφή του πυλώνα και την άκρη του μοχλοβραχίονα.

Η ανέλκυση-καθέλκυση γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού βίντσι. (εικόνα 6)



*Εικόνα 6: Ηλεκτρικό βίντσι.*

Τοποθετούμε το βίντσι στην ειδικά διαμορφωμένη πλατεία, κάτω από την άκρη του μοχλοβραχίονα. (εικόνα 7). Ξεβιδώνουμε διαδοχικά τα ναυτικά κλειδιά που ενώνουν το μοχλοβραχίονα με τις αντηρίδες, και τα βιδώνουμε στους κρίκους του βίντσι.



*Εικόνα 7: Το βίντσι βιδωμένο στο έδαφος, έτοιμο να ενωθεί με το μοχλοβραχίονα.*

Στη συνέχεια αρχίζουμε να κατεβάζουμε τον πυλώνα σιγά-σιγά, κρατώντας πάντα μια απόσταση ασφαλείας από το εν λειτουργία βίντσι. Όταν ο πυλώνας ακουμπήσει τη βάση στήριξης, η διαδικασία της καθέλκυσης έχει ολοκληρωθεί. (εικόνα 8). Η ανεμογεννήτρια πλέον είναι προσιτή στον συντηρητή ο οποίος μπορεί να προχωρήσει στις απαραίτητες ενέργειες για την συντήρηση εξαμήνου ή χρόνου.



*Εικόνα 8: Διαδικασία καθέλκυσης. Φαίνεται η βάση στήριξης του πλώνα στο έδαφος, καθώς επίσης και το σημείο που πιάνει στην κορυφή του πλώνα το επιπλέον συρματόσχοινο του μοχλοβραχίονα*



*Εικόνα 9: Η καθέλκυση έχει ολοκληρωθεί.*

### **Ανέλκυση.**

Αφού ολοκληρωθούν όλες οι εργασίες στην ανεμογεννήτρια και γίνει ο τελικός έλεγχος, μπορούμε να ανεβάσουμε με ασφάλεια την ΆΝΘΕΜΙΣ 1 και να τη θέσουμε ξανά σε λειτουργία. Η διαδικασία της ανέλκυσης είναι η αντίστροφη της διαδικασίας καθέλκυσης. Πρέπει όμως να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στο συρματόσχοινο το οποίο τυλίγεται στο τύμπανο του βίντσι, ώστε να τυλιχτεί σωστά και να αποφύγουμε την φθορά του. Όταν ολοκληρωθεί η ανέλκυση πρέπει με προσοχή να ασφαλίσουμε τις αντηρίδες στην άκρη του μοχλοβραχίονα. (εικόνα 10). Αυτό θα γίνει διαδοχικά ξεβιδώνοντας και βιδώνοντας ένα-ένα τα ναυτικά κλειδιά από το βίντσι στις αντηρίδες.



*Εικόνα 10: Ο μοχλοβραχίονας έχει ασφαλιστεί με επιτυχία στις αντηρίδες.*

### **Συντήρηση Εξαμήνου ΆΝΘΕΜΙΣ 1.**

Με το πέρας του πρώτου εξαμήνου λειτουργίας ο συντηρητής θα κάνει μια γενική επισκόπηση της ΆΝΘΕΜΙΣ 1 με βάση το check list που φαίνεται στην εικόνα 11 και φέρει την ονομασία «Check List Εξαμήνου ΆΝΘΕΜΙΣ 1». Η συντήρηση θα γίνεται με την μηχανή συζευγμένη στον πυλώνα, και αφού έχει γίνει η καθέλκυσή της.

<i>Check List Εξαμήνου ΑΝΘΕΜΙΣ 1.</i>				
<b>Ανεμογεννήτρια.</b>		<b>Πυλώνας.</b>		<b>Ηλεκτρολογικός πίνακας.</b>
Έλεγχος περυγίων		Έλεγχος πυλώνα		Οπτικός έλεγχος καλωδίων για τυχόν φθορές
Έλεγχος πλήμνης		Έλεγχος συρματοσχοίων		
Έλεγχος προστατευτικού περιβλήματος γεννήτριας		Έλεγχος εντατήρων συρματοσχοίων		
Έλεγχος νασέλας		Έλεγχος ναυτικών κλειδίων		
Έλεγχος για τυχόν εμφάνιση σκουριάς		Έλεγχος για τυχόν εμφάνιση σκουριάς		
Έλεγχος μονωτικού υλικού στα σημεία ένωσης των μερών της Α/Γ				
Έλεγχος ουριαίου περυγίου				
<b>Παρατηρήσεις.</b>				
Τοποθεσία:				Υπογραφή Συντηρητή
Ημερομηνία και ώρα συντήρησης:				

*Εικόνα 11 : Check List Εξαμήνου ΑΝΘΕΜΙΣ 1.*

### **Επεξήγηση σημείων Check List.**

Τα περύγια πρέπει να ελέγχονται για τυχόν φθορές στα σημεία ενώσεων τους, καθώς επίσης και να καθαρίζονται από τις ακαθαρσίες, οι οποίες μπορούν να μειώσουν την αεροδυναμική του φτερού.

Η πλήμνη θα πρέπει να ελέγχεται για τυχόν φθορές ή χτυπήματα, τα οποία στο μέλλον μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στο εσωτερικό, όπου βρίσκεται ο μηχανισμός του συστήματος έλεγχου της ανεμογεννήτριας pitch control.

Τα βαμμένα μέρη της ανεμογεννήτριας, όπως η νασέλα και το hub θα πρέπει να ελέγχονται για ενδεχόμενη καταστροφή του χρώματος το οποίο στο μέλλον θα δημιουργήσει την αρχή για τη διάβρωση του χάλυβα.

Το μονωτικό υλικό μεταξύ των μερών της ανεμογεννήτριας, καθώς επίσης και στα σημεία εισόδου των καλωδίων από τη γεννήτρια προς τη νασέλα, θα πρέπει να ελέγχεται για τυχόν

φθορές ή καταστροφή του. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί κάτι τέτοιο ο συντηρητής θα πρέπει να προβεί στην άμεση αντικατάσταση του φθαρμένου με νέο, ώστε να εξασφαλίσουμε την στεγανότητα στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας.

Τα συρματόσχοινα, οι εντατήρες καθώς επίσης και τα ναυτικά κλειδιά που χρησιμοποιούνται στον πυλώνα θα πρέπει να ελέγχονται για τυχόν φθορές.

Πολύ σημαντικός κρίνεται ο έλεγχος για τυχόν εμφάνιση σκουριάς σε όλα τα σημεία της ανεμογεννήτριας καθώς επίσης και του πυλώνα και των μελών που τον απαρτίζουν ώστε να αποφευχθεί μια ενδεχόμενη ζημιά στο μέλλον.

Μετά την ανέγερση της ανεμογεννήτριας, ο συντηρητής θα πρέπει να ελέγξει την καθετότητα του πυλώνα ως προς το έδαφος, καθώς επίσης και για την προένταση των συρματοσχοίωνων.

Ο οπτικός έλεγχος στα καλώδια του ηλεκτρικού πίνακα κρίνεται απαραίτητος, μιας και η εμπειρία μας μας έχει δείξει ότι μπορούν να υπάρξουν καταστροφές των καλωδίων από την ύπαρξη τρωκτικών στο χώρο όπου είναι τοποθετημένος ο ηλεκτρικός πίνακας.

**Σε περίπτωση που ο συντηρητής εντοπίσει κάποιο πρόβλημα στην ανεμογεννήτρια το οποίο είναι πέραν των αρμοδιοτήτων που του έχει παραχωρήσει ο κατασκευαστής τότε θα πρέπει να επικοινωνήσει με τα τεχνικό τμήμα της εταιρείας και να πάρει οδηγίες για το πώς θα ενεργήσει.**

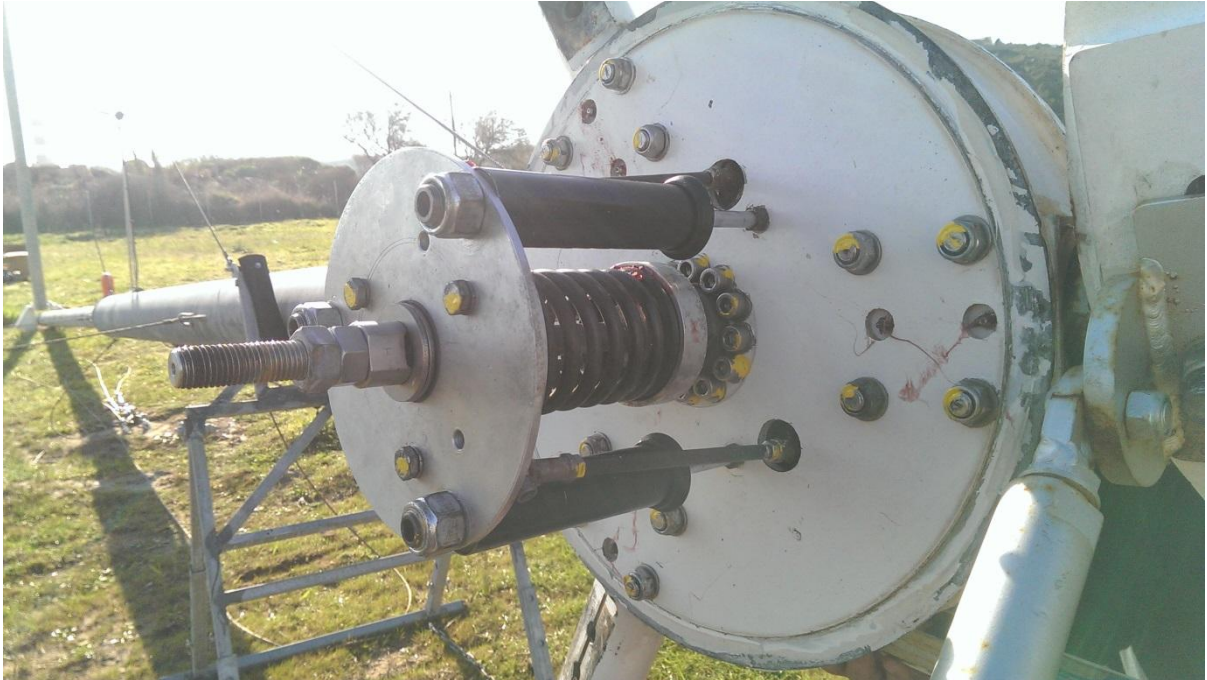
### **Ετήσια Συντήρηση ΑΝΘΕΜΙΣ 1.**

Μία φορά το χρόνο, για τα δύο πρώτα έτη, θα πρέπει να γίνεται λεπτομερής επισκόπηση στην ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Στη συνέχεια, η επονομαζόμενη «Ετήσια Συντήρηση ΑΝΘΕΜΙΣ 1», θα γίνεται κάθε δύο έτη. Η συντήρηση θα γίνεται με την ανεμογεννήτρια αποζευγμένη από τον πυλώνα. Η απόζευξη αυτή θα γίνεται με την βοήθεια του γερανού που σχεδιάσαμε και κατασκευάσαμε στο εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, και θα παρουσιαστεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Μετά την καθέλκυση της ανεμογεννήτριας και την στήριξη του πυλώνα στα ειδικά στηρίγματα, ο συντηρητής θα πρέπει να αφαιρέσει τα φτερά και την ουρά της ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Στην συνέχεια θα πρέπει να τοποθετηθεί ο γερανός στον πυλώνα ώστε να προχωρήσουμε στην απόζευξη της ανεμογεννήτριας από αυτόν. Όταν η μηχανή φτάσει σε οριζόντια θέση τοποθετούμε την παλέτα μεταφοράς της από κάτω και την ασφαλίζουμε με τις βίδες. Τοποθετούμε την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 σε κάποιο πάγκο και πλέον είναι έτοιμη ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της συντήρησης.

Ο συντηρητής θα πρέπει να ανοίξει την πλήμνη και να αφαιρέσει το πίσω κάλυμμα της μηχανής (εικόνα 12-13). Με αυτό τον τρόπο θα έχει πρόσβαση στο σύστημα ελέγχου pitch control καθώς επίσης και στις ψήκτρες που βρίσκονται στο εσωτερικό της νασέλας. Η συντήρηση θα γίνεται σύμφωνα με το check list που φαίνεται στην εικόνα 14 και φέρει το όνομα «Ετήσιο Check List ΑΝΘΕΜΙΣ 1».





*Εικόνα 12 : Η πλήμνη έχει αφαιρεθεί. Διακρίνεται μέρος του συστήματος ελέγχου pitch control.*



*Εικόνα 13 : Προστατευτικό καπάκι στο πίσω μέρος της νασέλας.*

<i>Ετήσιο Check List ΑΝΘΕΜΙΣ 1.</i>					
<b>Ανεμογεννήτρια.</b>		<b>Πυλώνας.</b>		<b>Ηλεκτρολογικός πίνακας.</b>	
Έλεγχος περυγίων		Έλεγχος πυλώνα		Οπτικός έλεγχος καλωδίων για τυχόν φθορές	
Έλεγχος στεγανότητας		Έλεγχος συρματοσχοίων		Έλεγχος επαφών	
Προσθήκη ναυτικού γράσου όπου χρειάζεται		Έλεγχος εντατήρων συρματοσχοίων			
Έλεγχος στο σύστημα ελέγχου pitch control. Ειδικά στις αρθρώσεις		Έλεγχος ναυτικών κλειδιών			
Έλεγχος μονώσεων ηλεκτρικών επαφών		Έλεγχος για τυχόν εμφάνιση σκουριάς			
Έλεγχος ρουλεμάν					
Έλεγχος ψηκτρών					
<b>Παρατηρήσεις.</b>					
Τοποθεσία:				Υπογραφή Συντηρητή	
Ημερομηνία και ώρα συντήρησης:					

**Εικόνα 14 : Ετήσιο Check List ΑΝΘΕΜΙΣ 1.**

### **Επεξήγηση σημείων Check List.**

Τα περύγια πρέπει να ελέγχονται για τυχόν φθορές στα σημεία ενώσεων τους, καθώς επίσης και να καθαρίζονται από τις ακαθαρσίες, οι οποίες μπορούν να μειώσουν την αεροδυναμική του φτερού.

Το εσωτερικό της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να ελέγχεται για τυχόν ύπαρξη υγρασίας. Ειδικά στα σημεία όπου υπάρχουν ηλεκτρικά κυκλώματα κάτι τέτοιο θα δημιουργούσε βραχυκύκλωμα το οποίο θα μπορούσε να θέσει την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 εκτός λειτουργίας, μέχρι και την ολοκληρωτική καταστροφή της από εκδήλωση φωτιάς.

Η προφύλαξη των κινητών μερών της ανεμογεννήτριας με ναυτικό γράσο κρίνεται απαραίτητη ώστε να αποφευχθούν στο μέλλον βλάβες που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Μια πιθανή βλάβη θα είναι να κολλήσουν τα κινητά μέρη του συστήματος ελέγχου pitch control. Αυτό θα σήμαινε, στην περίπτωση που υπήρχε αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, ότι δεν θα μπορούσε να γίνει αλλαγή στην γωνία προσβολής των φτερών με τον αέρα, κάτι που θα οδηγούσε στην ανεξέλεγκτη περιστροφή της μηχανής μέχρις ότου να

καταστραφεί. Στην αντίθετη περίπτωση, αν δηλαδή η ταχύτητα του ανέμου μειωνόταν, τότε τα φτερά δεν θα μπορούσαν να επανέλθουν στην πρωτότερη τους θέση, κάτι που θα σήμαινε μείωση στην απόδοση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

Όπως προανέφερα η καλή και σωστή συντήρηση του συστήματος ελέγχου της ανεμογεννήτριας κρίνεται πολύ σημαντική. Εκτός από το γράσο που πρέπει να υπάρχει στα κινητά μέρη θα πρέπει να ελεγχτούν και οι αρθρώσεις όπου υπάρχουν, καθώς επίσης και τα έμβολα, τα οποία ουσιαστικά κάνουν πιο ομαλή την κίνηση του συστήματος ελέγχου, αφού αποσβένουν τους κραδασμούς του.

Η σωστή μόνωση στις ηλεκτρικές επαφές είναι σημαντική για την αποφυγή βραχυκυκλώματος.

Οι βίδες οι οποίες συγκρατούν τα καλώδια στις ηλεκτρικές επαφές πρέπει να είναι σφιχτά βιδωμένες, ώστε το καλώδιο να μην έχει περιθώριο να μετακινείται.

Η ψήκτρες θα πρέπει να ελέγχονται για τυχόν φθορές στα καρβουνάκια τους. Επίσης θα πρέπει να ελέγχονται τα μεταλλικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με τα καρβουνάκια, για τυχόν φθορές.

Τα συρματόσχοινα, οι εντατήρες καθώς επίσης και τα ναυτικά κλειδιά που χρησιμοποιούνται στον πυλώνα θα πρέπει να ελέγχονται για τυχόν φθορές.

Μετά την ανέγερση της ανεμογεννήτριας, ο συντηρητής θα πρέπει να ελέγξει την καθετότητα του πυλώνα ως προς το έδαφος, καθώς επίσης και για την προένταση των συρματοσχοίωνων.

Ο οπτικός έλεγχος στα καλώδια του ηλεκτρικού πίνακα κρίνεται απαραίτητος, μιας και η εμπειρία μας, μας έχει δείξει ότι μπορούν να υπάρξουν καταστροφές των καλωδίων από την ύπαρξη τρωκτικών στο χώρο όπου είναι τοποθετημένος ο ηλεκτρικός πίνακας.

**Σε περίπτωση που ο συντηρητής εντοπίσει κάποιο πρόβλημα στην ανεμογεννήτρια το οποίο είναι πέραν των αρμοδιοτήτων που του έχει παραχωρήσει ο κατασκευαστής τότε θα πρέπει να επικοινωνήσει με τα τεχνικό τμήμα της εταιρείας και να πάρει οδηγίες για το πώς θα ενεργήσει.**

## **Γερανός Ζεύξης-Απόζευξης.**

### **Ιστορική Αναδρομή.**

Μαζί με την συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 γεννήθηκε και η ανάγκη να μπορούμε με εύκολο τρόπο να απομακρύνουμε και να τοποθετούμε την ανεμογεννήτρια στον πυλώνα. Την πρώτη περίοδο της ΑΝΘΕΜΙΣ, αυτό γινόταν με τη βοήθεια γερανού. Η διαδικασία όμως ήταν πολυέξοδη αφού για την ενοικίαση του γερανού χρειάζονταν 100€/ώρα. Για τον λόγο αυτό έπρεπε να σχεδιαστεί μια ιδιοκατασκευή η οποία θα μπορούσε να αντέξει το βάρος της ανεμογεννήτριας, το οποίο υπολογίζεται στα 250kg περίπου. (εικόνα 13).



*Εικόνα 13: Ιδιοκατασκευή ζεύξης-απόζευξης.*

Αφού προχωρήσαμε στην εφαρμογή της λύσης αυτής, παρατηρήσαμε ότι η ιδιοκατασκευή αυτή ήταν πολύπλοκη, συνεπώς δύσχρηστη, όπως και πολύ βαριά. Επίσης κρίθηκε ότι δεν ήταν ασφαλής και υπήρχε κίνδυνος τραυματισμού του συντηρητή καθώς επίσης και καταστροφής της ΆΝΘΕΜΙΣ 1, σε κάποιο αδέξιο χειρισμό της. Συνεπώς έπρεπε να θέσουμε κάποια βασικά κριτήρια για το τι ακριβώς θέλουμε από την κατασκευή μας. Καταλήξαμε ότι το πιο βασικό κριτήριο είναι να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια, για τον συντηρητή και την ΆΝΘΕΜΙΣ 1, από ένα και μόνο άτομο. Αυτό συνεπάγεται με απλοποίηση της όλης διαδικασίας συντήρησης καθώς επίσης και με κατακόρυφη μείωση των εξόδων της. Μία άλλη βασική προϋπόθεση που τέθηκε, ήταν το συνολικό βάρος της κατασκευής να μην υπερβαίνει τα 25kg ώστε να είναι εύκολη η μεταφορά της, ακόμα και σαν αποσκευή σε αεροπλάνο. Τέλος χρειαζόμασταν η όλη διαδικασία να διαρκεί τον ελάχιστο δυνατό χρόνο, προκειμένου να τον κερδίζουμε στην αυτή καθεαυτή συντήρηση. Τελικά καταλήξαμε σε ένα σχέδιο πολύ απλοποιημένο σε σχέση με τον προκάτοχό του το οποίο θα ζύγιζε, σύμφωνα με τους υπολογισμούς, περίπου 25kg. Τον ονομάσαμε «Γερανός ζεύξης-απόζευξης». Προχωρήσαμε στην κατασκευή του και τον υποβάλαμε σε τεστ προσομοίωσης με βάρος που έφτασε σταδιακά τα 450kg. Αφού μείναμε ικανοποιημένοι από τα αποτελέσματα

αποφασίσαμε να τον χρησιμοποιήσουμε στην προβλεπόμενη συντήρηση που έγινε στις 17-18/2/2014.

Πλέον ο συνολικός χρόνος για να κατεβάσεις την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 και να ξεκινήσεις την συντήρηση ή την μεταφορά της σε περίπτωση βλάβης που δεν χρίζει επισκευής στην ύπαιθρο, υπολογίζεται σε 50 λεπτά περίπου, και διαμορφώνεται ως εξής:

1. Τοποθέτηση βίντσι, ασφάλιση μοχλοβραχίονα στο βίντσι και σύνδεση επιπλέον συρματόσχοινου : **10min.**
2. Κατέβασμα πυλώνα και στήριξή του στις βάσεις : **10min.**
3. Τοποθέτηση γερανού και απόξευξη ανεμογεννήτριας : **30min.**



*Εικόνα 14 : Ο γερανός ζεύξης-απόξευξης τοποθετημένος στον πυλώνα της ΑΝΘΕΜΙΣ 1.*

### **Οδηγίες Χρήσης Γερανού ζεύξης-απόζευξης.**

Η βασική του αρχή είναι να τραβάει την ανεμογεννήτρια προς τα έξω, ώστε να την απομακρύνει από τον πυλώνα και στη συνέχεια να την περιστρέφει γύρω από το σημείο άρσης της. Η περιστροφή της ανεμογεννήτριας γίνεται με την συνεργασία δύο ζευγών συρματοσχοίων όπου κινούνται αντίθετα μεταξύ τους. Το ένα ζεύγος κρατάει την ανεμογεννήτρια από το λαιμό ακριβώς πάνω από τη βάση της, ενώ το άλλο ζεύγος δένεται με σφιγκτήρες στις τρύπες όπου βιδώνουν τα φτερά της ΑΝΘΕΜΙΣ 1( εικόνα 15 ). Όταν το ένα ζεύγος τραβάει την ανεμογεννήτρια προς τα πάνω το άλλο χαλαρώνει και με το βάρος της την αφήνει να πέσει προς τα κάτω. Η περιστροφή γίνεται γιατί η ανεμογεννήτρια συγκρατείται από το σημείο άρσης της με τον κίτρινο εντατήρα (εικόνα 14-15), στην μέση περίπου της απόστασης των δύο τροχαλιών.



*Εικόνα 15 : Διακρίνονται τα σημεία όπου πιάνουν τα ζεύγη συρματοσχοίων.*

Ο γερανός έχει σχεδιαστεί ώστε να τοποθετείται και να ασφαλίζει πάνω στον πυλώνα σε δύο σημεία. Το ένα είναι με τον σφιγκτήρα στην άκρη του πυλώνα και το άλλο στο πίσω μέρος του γερανού, όπου ένας πύρος περνιέται μέσα από το επίτονο ανέγερσης. (εικόνα 16).



*Εικόνα 16 : Πύρος ασφαλείας.*

Αφού τοποθετηθεί ο γερανός περνάμε τον κύριο εντατήρα, κίτρινου χρώματος, στο σημείο άρσης της ανεμογεννήτριας και στον κρίκο του γερανού. Στη συνέχεια τοποθετούμε τα ζεύγη συρματοσχοίνων όπως προαναφέραμε. Τέλος προσθέτουμε τον εντατήρα, ασημένιου χρώματος, ο οποίος θα μας δώσει την κίνηση που θα απομακρύνει την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 από τον πυλώνα (εικόνα 17).



*Εικόνα 17 : Διακρίνεται ο κίτρινος και ασημένιος εντατήρας.*

Η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 είναι πλέον ασφαλισμένη στο γερανό και μπορούμε να αφαιρέσουμε τα μπουλόνια που την συγκρατούν στον πυλώνα. Στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού κατσαβιδιού ή ενός αερόκλειδου ξεκινάμε την περιστροφή της ανεμογεννήτριας φροντίζοντας ταυτόχρονα να βιδώνουμε και τον ασημένιο εντατήρα ώστε να απομακρύνεται από τον πυλώνα. Όταν ολοκληρωθεί η περιστροφή, η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 θα βρίσκεται σε θέση να δεχτεί από κάτω την παλέτα μεταφοράς της και να προχωρήσουμε στην οποιαδήποτε εργασία σε αυτήν.



*Εικόνα 18 : Η περιστροφή έχει ολοκληρωθεί.*

Για τη ζεύξη της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 στον πυλώνα θα ακολουθείται η αντίστροφη κίνηση. Ο κίτρινος εντατήρας θα αφαιρείται μόνο όταν η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 έχει ασφαλιστεί με τα μπουλόνια της στον πυλώνα.



## Άρση Βλαβών (Service).

### Ορισμός.

Όλες οι μη προβλεπόμενες από το maintenance βλάβες.

Η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 έχει σχεδιαστεί ώστε να μην παρουσιάζει ζημιές και με βάση πάντα την ασφάλεια. Παρ' όλα αυτά επειδή είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο δεν μπορούμε να εκτιμήσουμε την έκταση του service που θα χρειάζεται. Για να έχουμε ολοκληρωμένη άποψη για την ανεμογεννήτρια θα πρέπει να μαζέψουμε δεδομένα για το πώς θα συμπεριφερθεί σε ακραίες καταστάσεις λειτουργίας. Η ΑΝΘΕΜΙΣ 1, θα πρέπει να τοποθετηθεί σε περιοχές με ακραία καιρικά φαινόμενα, ώστε να δοκιμαστούν και να ξεπεραστούν τα όρια αντοχής της.

Η ΑΝΘΕΜΙΣ 1, έχει συμπληρώσει δύο χρόνια λειτουργίας και παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Έχει λειτουργήσει μέσα σ ένα επιβαρυνμένο περιβάλλον, λόγω του ότι είναι τοποθετημένη σε χωράφι δίπλα στη θάλασσα. Παρ' όλα αυτά μπορούμε να πούμε ότι έχει συμπεριφερθεί πολύ καλά και οι όποιες βλάβες που παρουσιάστηκαν οφείλονταν σε ανθρώπινο λάθος, είτε κατά την διάρκεια της παραγωγής, είτε κατά τη διάρκεια της συντήρησης της ανεμογεννήτριας. Σύμφωνα με τις διαγνώσεις που κάναμε σε κάθε αποκατάσταση βλάβης, τα λάθη και οι παραλείψεις έγιναν λόγω της μη ύπαρξης τυποποιημένου ποιοτικού ελέγχου κατά την κατασκευή και την έλλειψη τυποποιημένης διαδικασίας συντήρησης. Για τον λόγο αυτό δεν μπορώ να θεωρήσω ότι έγινε επέμβαση αποκατάστασης ζημιάς.

Επιγραμματικά παραθέτω μερικές περιπτώσεις βλαβών που αντιμετωπίσαμε:

- 1) Επάλειψη κινητών μερών με όχι ναυτικό γράσο αλλά με γράσο εδράνων. Το αποτέλεσμα ήταν το γράσο να ξεραθεί και να καταστραφεί.
- 2) Τοποθέτηση λανθασμένου εδράνου κύλισης κατά την παραγωγή της ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Για τον λόγο αυτό είχαμε ενδείξεις για ταλαντώσεις πάνω από το επιτρεπτό όριο, καθώς επίσης και την ύπαρξη θορύβου άγνωστης, μέχρις ότου διαγνωστεί το πρόβλημα, προέλευσης.
- 3) Από ανθρώπινο λάθος κάηκαν ασφάλειες και agbt στον μορφοτροπέα τάσης. Συγκεκριμένα λόγω έλλειψης εμπειρίας τεχνικού της ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ο οποίος, επειδή άκουσε έναν περίεργο θόρυβο από την ανεμογεννήτρια οφειλόμενο στην λαμαρίνα της ουράς, βραχυκύκλωσε την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 από τον πίνακα ελέγχου προκειμένου να την φρενάρει, και ενώ εκείνη βρισκόταν σε πλήρη λειτουργία στις μέγιστες στροφές της. Παρ' όλα αυτά εξαιτίας αυτού του λάθους δοκιμάσαμε και τα όρια αντοχής της γεννήτριας.
- 4) Βραχυκύκλωμα στην περιοχή που ήταν οι ψήκτρες λόγω εμφάνισης υγρασίας εξαιτίας κακής στεγανοποίησης του πίσω καπακιού της νασέλας (εικόνα 19).
- 5) Λόγω του ότι η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 δοκιμάζεται σε ασθενές δίκτυο (απομακρυσμένο δίκτυο), ο μορφοτροπέας τάσης παρουσίασε σφάλματα, τα οποία σε συνεργασία με

την (Power One), εταιρεία παραγωγής του μορφοτροπέα, καθώς επίσης και των δεδομένων που συλλέγουμε μέσω του συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης, λύθηκαν. Για τον λόγο αυτό, και μόνο για απομακρυσμένα δίκτυα ενδέχεται να αντιμετωπίσουμε στο μέλλον παρόμοια σφάλματα. Σε χερσαία δίκτυα δεν αναμένονται παρόμοια σφάλματα ή βλάβες.



*Εικόνα 19 : Βραχυκύκλωμα στις ενώσεις των καλωδίων με τις ψήκτρες μετά από 9 μήνες λειτουργίας. Τα πράσινα κατάλοιπα από την φλόγα καταδεικνύουν την ύπαρξη υγρασίας από θαλασσινό νερό. Αιτία της βλάβης ήταν η λαθεμένη θέση των καλωδίων και η μη επαρκής σύσφιξη των βιδών σε συνδυασμό με την ύπαρξη αλμύρας.*

## Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης.

### Σενάρια Εκτίμησης Κόστους.

Στην παρούσα φάση πρέπει να κάνουμε μια εκτίμηση για το κόστος συντήρησης της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, ώστε να αποφασίσουμε την μορφή στην οποία θα την παρέχουμε στους πελάτες μας. Πρέπει να κρίνουμε αν είναι οικονομικά εφικτό να εντάξουμε την 20ετή συντήρηση στην συνολική τιμή της ανεμογεννήτριας, ή αν θα προχωρήσουμε στη σύναψη σύμβασης για υποστήριξη της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 μετά την πώληση. Πρέπει να διευκρινίσουμε ότι όταν αναφερόμαστε σε εκτίμηση κόστους συντήρησης, αναφερόμαστε στο πόσο θα στοιχίζει, στην εταιρεία συντηρήσεως, η συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Αυτό δεν έχει καμία σχέση με το κόστος που θα επιβαρύνεται ο πελάτης προκειμένου να συντηρεί την ανεμογεννήτρια.

Για να έχουμε μια σωστή εικόνα, πρέπει στην αρχή να ορίσουμε τα Κέντρα Κόστους. Η συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 γίνεται με δύο τρόπους. Ο ένας είναι ο επιτόπου έλεγχος και επισκόπηση της μηχανής και ο άλλος, ο οποίος κρίνεται επίσης πολύ σημαντικός για το λόγο του ότι μπορεί να παίξει και το ρόλο της πρόληψης, είναι το σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης. Με βάση την παραπάνω παραδοχή δημιουργούνται ανάγκες, συνεπώς γεννούνται και τα διαφορετικά Κέντρα Κόστους. Η επιτόπου συντήρηση προϋποθέτει την δημιουργία κινητών συνεργείων τα οποία θα απαρτίζονται από δύο ανθρώπους, το συντηρητή και τον βοηθό του. Το κάθε συνεργείο θα χρειάζεται το δικό του μεταφορικό μέσο, με την εργαλειοθήκη και τους δύο γερανούς (βίντσι και γερανός ζεύξης-απόζευξης). Στους πίνακες 4,5,6 παρουσιάζονται τρία διαφορετικά σενάρια εκτίμησης κόστους. Τα σενάρια έχουν να κάνουν με την συντήρηση, δέκα, πενήντα και εκατό ανεμογεννητριών. Και τα τρία σενάρια καταλήγουν με το ποίο θα είναι το κόστος συντήρησης ανά χρόνο της μίας ανεμογεννήτριας.

Να σημειωθεί ότι λαμβάνουμε σαν δεδομένα, τα παρακάτω:

1. Οι συντηρητές είναι μισθωτοί στην εταιρεία. Το ετήσιο κόστος τους υπολογίζεται σε 28000€. Στο ποσό έχει συμπεριληφθεί και το κόστος για την εκπαίδευση του προσωπικού.
2. Το κόστος του εξοπλισμού του κάθε συνεργείου είναι 2500€.
3. Το σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης έχει ετήσιο κόστος 100€. Το κόστος περιλαμβάνει την παρακολούθηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 5min/day.
4. Η μέση χιλιομετρική απόσταση που μπορεί να διανύσει ένα συνεργείο είναι 100km.
5. Η κατανάλωση καυσίμου ανέρχεται στα 10lt/100km.
6. Κόστος καυσίμου αυτοκινήτου 1,5€/lt.
7. Η συντήρηση του αυτοκινήτου έχει ετήσιο κόστος 500€.
8. Η απόσβεση του αυτοκινήτου υπολογίζεται στα 10έτη.
9. Η απόσβεση της ανεμογεννήτριας υπολογίζεται στα 20έτη.

10. Το κάθε συνεργείο συντήρησης μπορεί να έχει υπό την επίβλεψή του μέχρι 100 ανεμογεννήτριες.

Κρίνεται μη σκόπιμη η παρουσίαση πίνακα με σενάριο συντήρησης μίας ανεμογεννήτριας. Ο λόγος είναι ότι δεν θα προχωρούσαμε ποτέ στην παραγωγή μίας και μόνο ΑΝΘΕΜΙΣ 1, για το λόγο του ότι το κόστος παραγωγής θα ήταν πάρα πολύ υψηλό και κατά συνέπεια η επένδυση θα κρινόταν ασύμφορη. Επίσης σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, τα νούμερα που θα προέκυπταν σαν κόστη συντήρησης θα είναι πολύ υψηλά κάτι το οποίο κρίνω πλασματικό και μη άξιο προσοχής και περαιτέρω διερεύνησης.

Υποστήριξη Μικρής Ανεμογεννήτριας Μετά την Πώληση.  
Χριστοφίδης Φαίδων Α.Μ.4498

Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης 10 Ανεμογεννητριών				10					
Έτος	Κόστος Εξοπλισμού Συντήρησης	Κόστος Αυτοκινήτου	Συνολικά Έξοδα Κεφαλαίου	Σύστημα Απομακρυσμένης Παρακολούθησης	Εργατικά	Συντήρηση Εξοπλισμού	Έξοδα Καυσίμου	Αναλώσιμα	Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα
0	250 €	2.000 €	2.250 €						
1				1.000 €	2.800 €	50 €	300 €	1.000 €	5.150 €
2				1.000 €	2.800 €	50 €	300 €	1.000 €	5.150 €
3				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
4				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
5				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
6				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
7				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
8				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
9				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
10		2.000 €	2.000 €	1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
11				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
12				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
13				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
14				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
15				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
16				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
17				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
18				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
19				1.000 €	2.800 €	50 €	0 €	0 €	3.850 €
20				1.000 €	2.800 €	50 €	150 €	500 €	4.500 €
<b>Συνολικά</b>	<b>250 €</b>	<b>4.000 €</b>	<b>4.250 €</b>	<b>20.000 €</b>	<b>56.000 €</b>	<b>1.000 €</b>	<b>1.950 €</b>	<b>6.500 €</b>	<b>85.450 €</b>
<b>Συνολικό ποσό Συντήρησης στα 20 χρόνια</b>	<b>89.700 €</b>								
<b>Κόστος συντήρησης/έτος</b>	<b>4.485 €</b>								
<b>Κόστος Συντήρησης για Μία ανεμογεννήτρια/έτος</b>	<b>449 €</b>								

Πίνακας 4 : Σενάριο Α. Εκτίμηση κόστους συντήρησης δέκα Α/Γ.

Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης 10 Ανεμογεννητριών				50					
Έτος	Κόστος Εξοπλισμού Συντήρησης	Κόστος Αυτοκινήτου	Συνολικά Έξοδα Κεφαλαίου	Σύστημα Απομακρυσμένης Παρακολούθησης	Εργατικά	Συντήρηση Εξοπλισμού	Έξοδα Καυσίμου	Αναλώσιμα	Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα
0	50 €	400 €	450 €						
1				5.000 €	560 €	10 €	1.500 €	5.000 €	12.070 €
2				5.000 €	560 €	10 €	1.500 €	5.000 €	12.070 €
3				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
4				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
5				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
6				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
7				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
8				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
9				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
10		400 €	400 €	5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
11				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
12				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
13				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
14				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
15				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
16				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
17				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
18				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
19				5.000 €	560 €	10 €	0 €	0 €	5.570 €
20				5.000 €	560 €	10 €	750 €	2.500 €	8.820 €
<b>Συνολικά</b>	<b>50 €</b>	<b>800 €</b>	<b>850 €</b>	<b>100.000 €</b>	<b>11.200 €</b>	<b>200 €</b>	<b>9.750 €</b>	<b>32.500 €</b>	<b>153.650 €</b>
Συνολικό ποσό Συντήρησης στα 20 χρόνια	154.500 €								
Κόστος συντήρησης/έτος	7.725 €								
Κόστος Συντήρησης για Μία ανεμογεννήτρια/έτος	155 €								

Πίνακας 5 : Σενάριο Β. Εκτίμηση κόστους συντήρησης πενήντα Α/Γ.

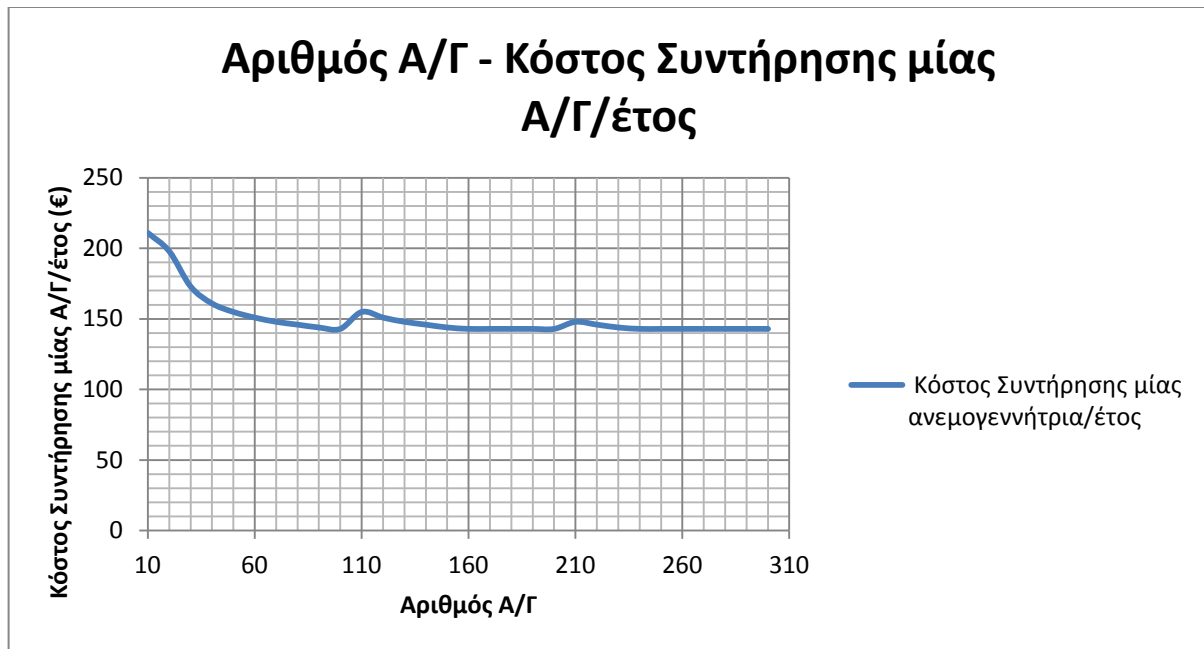
Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης <b>100</b> Ανεμογεννητριών							100		
Έτος	Κόστος Εξοπλισμού Συντήρησης	Κόστος Αυτοκινήτου	Συνολικά Έξοδα Κεφαλαίου	Σύστημα Απομακρυσμένης Παρακολούθησης	Εργατικά	Συντήρηση Εξοπλισμού	Έξοδα Καυσίμου	Αναλώσιμα	Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα
0	25 €	200 €	225 €						
1				10.000 €	280 €	5 €	3.000 €	10.000 €	23.285 €
2				10.000 €	280 €	5 €	3.000 €	10.000 €	23.285 €
3				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
4				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
5				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
6				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
7				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
8				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
9				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
10		200 €	200 €	10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
11				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
12				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
13				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
14				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
15				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
16				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
17				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
18				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
19				10.000 €	280 €	5 €	0 €	0 €	10.285 €
20				10.000 €	280 €	5 €	1.500 €	5.000 €	16.785 €
<b>Συνολικά</b>	<b>25 €</b>	<b>400 €</b>	<b>425 €</b>	<b>200.000 €</b>	<b>5.600 €</b>	<b>100 €</b>	<b>19.500 €</b>	<b>65.000 €</b>	<b>290.200 €</b>
Συνολικό ποσό Συντήρησης στα 20 χρόνια	290.625 €								
Κόστος συντήρησης/έτος	14.531 €								
Κόστος Συντήρησης για Μία ανεμογεννήτρια/έτος	145 €								

Πίνακας 6 : Σενάριο Γ. Εκτίμηση κόστους συντήρησης εκατό Α/Γ.

### **Συμπεράσματα.**

Από τους παραπάνω πίνακες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το κόστος συντήρησης της μίας ανεμογεννήτριας μειώνεται όσο αυξάνεται το πλήθος των ανεμογεννητριών. Επίσης βλέποντας τα κόστη ξεχωριστά γίνεται αντιληπτό ότι το κόστος του συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης καθώς επίσης και των αναλώσιμων είναι αντιστρόφως ανάλογο από τα υπόλοιπα. Ειδικά όμως για το remote control system το κόστος εκτοξεύεται όταν μιλάμε για 100 ανεμογεννήτριες. Παρ όλα αυτά όμως το εν λόγω σύστημα κρίνεται απολύτως αναγκαίο και απαραίτητο καθώς μέσω αυτού θα έχουμε τη δυνατότητα πρόβλεψης πιθανών βλαβών αφού θα μπορούμε να έχουμε εικόνα της μηχανής σε πραγματικό χρόνο. Επίσης οι εμπειρίες μας θα εμπλουτίζονται από τη συνεχή εισροή πληροφοριών, στη βάση δεδομένων μας, για τη συμπεριφορά των ΑΝΘΕΜΙΣ 1, κάτι το οποίο θα μας βοηθήσει στην εξέλιξη των μετέπειτα μοντέλων. Για τον λόγο αυτό αν θέλουμε να μειώσουμε το κόστος συντήρησης της μίας μηχανής θα πρέπει να μελετήσουμε το σενάριο να ελαχιστοποιήσουμε τα αναλώσιμα. Αυτό ίσως να σημαίνει ότι όταν ξεκινήσει ο σχεδιασμός του βιομηχανικού σχεδίου της ΑΝΘΕΜΙΣ 1, να χρειάζονται να γίνουν κάποιες μικροαλλαγές. Ενδεικτικά θα αναφέρω ότι σ αυτή τη φάση η στεγανοποίηση της ανεμογεννήτριας γίνεται με τη χρήση του στεγανωτικού υλικού Sikaflex, το οποίο είναι υπολογισμένο στο κόστος των αναλώσιμων. Το Sikaflex στο βιομηχανικό μοντέλο θα μπορεί να αντικατασταθεί με στεγανωτικά λάστιχα. Ένα άλλο συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαι είναι ότι, όταν αναφερόμαστε σε μικρό αριθμό ανεμογεννητριών, σημαντικό μπορεί να θεωρηθεί το κόστος εάν έχεις ιδιόκτητο αυτοκίνητο. Για τον λόγο αυτό προτείνω να προχωρήσουμε στην εκμίσθωση αυτοκινήτων. Με τον τρόπο αυτό γλιτώνουμε την διπλή αγορά αυτοκινήτου, αφού μέσα στην 20ετία το αυτοκίνητο πρέπει να αντικατασταθεί μία φορά, καθώς επίσης και την συντήρηση που θα χρειάζεται κάθε έτος. Επίσης θα πρότεινα και εναλλακτικό καύσιμο κίνησης για το όχημα μεταφοράς του συνεργείου, με επικρατέστερο το υγραέριο. Ο λόγος που δεν προχώρησα σε σενάριο με παραπάνω από 100 ανεμογεννήτριες ήταν ότι δεν θα υπήρχε περαιτέρω μείωση του κόστους, αφού για να μπορέσουμε να έχουμε σωστή υποστήριξη των μηχανών μας, θα έπρεπε να δημιουργηθεί κι άλλο κινητό συνεργείο συντηρήσεως. Κάτι τέτοιο θα διπλασίαζε τα έξοδα κεφαλαίου, καθώς και τα εργατικά. Επειδή όμως ο φόρτος εργασίας θα καταμεριζόταν στα συνεργεία, τελικά το κόστος συντηρήσεις θα παρέμενε στα ίδια επίπεδα. Κατά συνέπεια θα οδηγούμασταν πάλι στα ίδια συμπεράσματα. Το παρακάτω γράφημα μας δείχνει αυτό ακριβώς που προανέφερα.





*Γράφημα 2 : Εκτίμηση Κόστους Συντήρησης μίας Α/Γ/έτος για πλήθος Α/Γ περισσότερες από 100.*

Εν κατακλείδι θεωρώ το κόστος συντήρησης της μίας ανεμογεννήτριας σχετικά χαμηλό. Για το λόγο αυτό θα πρότεινα το συνολικό κόστος συντήρησης για τα 20 έτη να ενσωματωθεί στην τιμή πώλησης της ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Ένα τέτοιο σενάριο, θα έδινε στο τμήμα μάρκετινγκ ένα πολύ ισχυρό πλεονέκτημα στον τρόπο προώθησης της ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Για να προχωρήσουμε όμως σε κάτι τέτοιο, θα πρέπει να καταφέρουμε να ρίξουμε το κόστος κατασκευής της μηχανής σε τέτοια επίπεδα, ώστε η τελική τιμή πώλησης να είναι ικανή να δεχτεί και το κόστος συντήρησης. Κάτι τέτοιο θα έκανε το προϊόν μας ακόμα πιο δελεαστικό στον υποψήφιο αγοραστή, και σίγουρα άκρως ανταγωνιστικό.

#### **After Sale Contract.**

Αν παρ' όλα αυτά δεν είναι εφικτό να πετύχουμε κάτι τέτοιο, τότε θεωρώ ότι το ελάχιστο που πρέπει να κάνουμε είναι για τα δύο πρώτα έτη ο πελάτης να μην επιβαρύνεται με έξοδα συντήρησης. Το κόστος των δύο πρώτων ετών θα ενσωματωθεί στην τιμή της ανεμογεννήτριας. Στην συνέχεια για τις επόμενες εννιά συντηρήσεις, ο υποψήφιος αγοραστής θα υπογράφει σύμβαση για την υποστήριξη της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 μετά την πώληση (After Sale Contract). Η σύμβαση αυτή θα περιλαμβάνει το κόστος για το σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης, τις προκαθορισμένες συντηρήσεις καθώς επίσης και τις τυχόν επανορθωτικές παρεμβάσεις. Η σύμβαση αυτή θα υπογράφεται κατά την αγορά της ανεμογεννήτριας.

## Γενικά Συμπεράσματα.

Κλείνοντας αυτή την μελέτη θα ήθελα να επισημάνω τα σημεία που θεωρώ ότι υπάρχουν ελλείψεις καθώς επίσης και πού θα μπορούμε να επέμβουμε προκειμένου να γίνουν βελτιώσεις. Θεωρώ σημαντικό πρόβλημα την μη ύπαρξη τυποποιημένης διαδικασίας συντήρησης, καθώς επίσης και την μη αποκατάσταση τυποποιημένου ποιοτικού ελέγχου. Τα δύο χρόνια λειτουργίας που έχει συμπληρώσει η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 χωρίς πραγματικές βλάβες με αφήνει ιδιαίτερα επιφυλακτικό για το λόγο του ότι ακόμα δεν ξέρουμε τις πραγματικές της αντοχές. Αυτό μας οδηγεί στο να μην έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα όσον αφορά την αποκατάσταση ζημιών. Αυτά όμως όλα οφείλονται στο ότι η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Για το λόγο αυτό θεωρώ αναγκαίο να γίνουν βελτιώσεις και προσθήκες, στην παρούσα μελέτη, στο μέλλον. Με την ύπαρξη περισσότερης πληροφορίας και εμπειρίας θα βελτιώσουμε και τις εκτιμήσεις κόστους που έχουμε κάνει. Αυτό θα μας οδηγήσει στο να προσφέρουμε καλύτερα πακέτα after sale service στους πελάτες μας.

Παρ όλες τις ελλείψεις, με βάση την εμπειρία μας και τις εκτιμήσεις μας, θεωρώ ότι η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 είναι μια ανεμογεννήτρια η οποία μπορεί να προχωρήσει στον βιομηχανικό σχεδιασμό της, ώστε να γίνει εμπορικό μοντέλο. Παράλληλα με αυτό θα γίνονται οι ήδη γνωστές προσθήκες που χρειάζονται, ώστε στο μέλλον να έχουμε ένα προϊόν ανταγωνιστικό στην αγορά.

## Παραρτήματα.

### Τί είναι η ΑΝΘΕΜΙΣ.

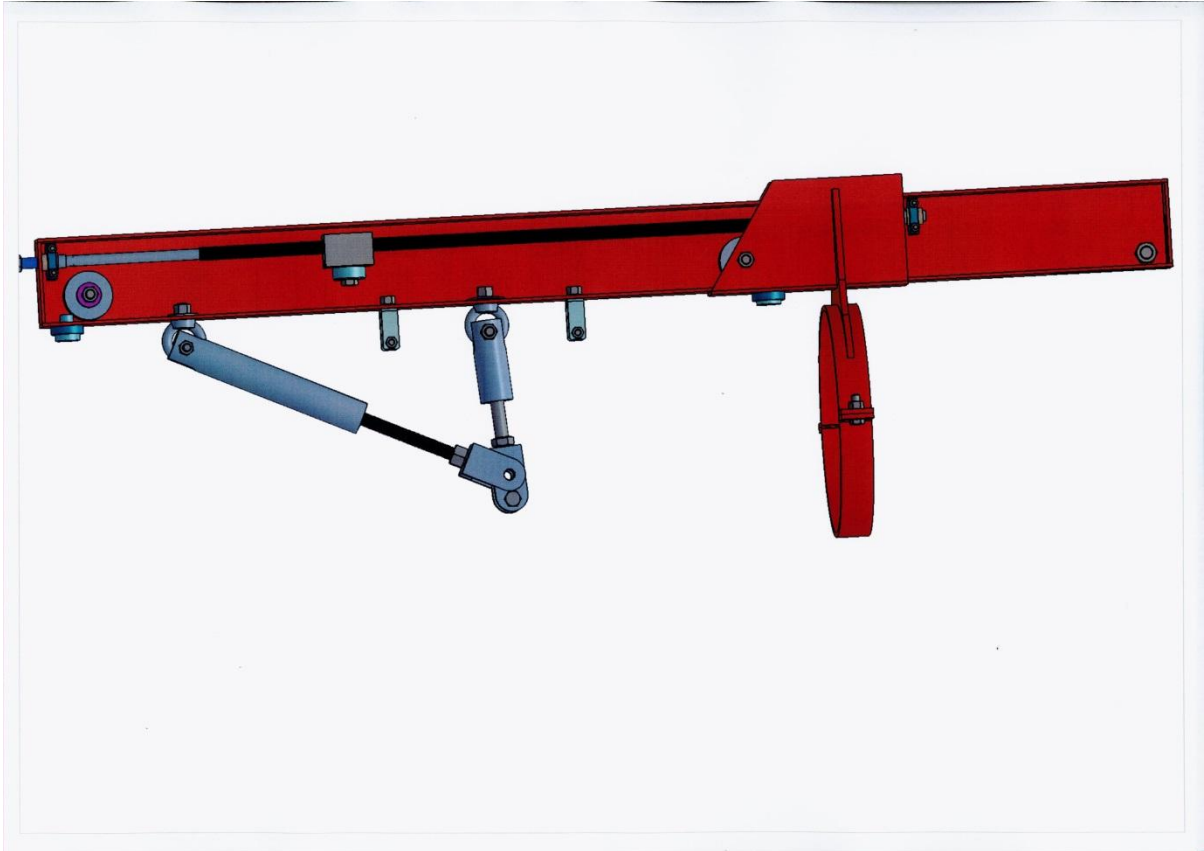
Η Ανθεμίσ (αρχ. ελλ. άνθεμίσ = άνθος επιστημονικό όνομα Anthemis) είναι γένος αρωματικών ανθοφόρων φυτών της οικογένειας των Συνθέτων, στενά συγγενικό του γένους Chamaemelum, που περιλαμβάνει περίπου 170-180 είδη, ενδημικά των χωρών της Μεσογείου και της νοτιοδυτικής Ασίας ανατολικά μέχρι το Ιράν. Ορισμένα είδη έχουν εγκλιματιστεί στο Ηνωμένο Βασίλειο και άλλα μέρη του κόσμου.

Η ονομασία ανθεμίσ χρησιμοποιείται ήδη από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους για τα είδη που σήμερα ονομάζονται Matricaria Chamomilla (το πιο κοινό είδος χαμομηλιού), Anthemis tinctoria και Anthemis rosea σήμερα στην Ελλάδα τα είδη του γένους Ανθεμίσ είναι γνωστά ως μαργαρίτες και άγριο χαμομήλι.

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%AF%CF%82>

### Εξέλιξη του Γερανού Ζεύξης-Απόζευξης.

Όπως προανέφερα η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 μπορεί πλέον να περάσει στη φάση του βιομηχανικού σχεδιασμού, για το λόγο αυτό σκεφτήκαμε ότι πρέπει να σχεδιάσουμε και το επόμενο μοντέλο του γερανού ζεύξης-απόζευξης. Έτσι συνεργάστηκα με ένα συνάδελφο, από το εργαστήριο αιολικής ενέργειας, τον Kevin Malaise, ο οποίος στα πλαίσια της πρακτικής του άσκησης μέσω του προγράμματος Erasmus, του ανατέθηκε από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου Χρηστάκη Δημήτρη, η εξέλιξη του γερανού. Σκοπός μου ήταν να του μεταδώσω όλη την εμπειρία που αποκόμισα από το σχεδιασμό του δικού μου γερανού. Του μετέφερα το σκεπτικό που είχα και με βάση ποια κριτήρια σχεδίασα το μοντέλο που παρουσίασα σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αποφασίσαμε να κρατήσουμε τον κεντρικό σχεδιασμό ίδιο και εκείνος συνέχισε προσθέτοντας τις δικές του ιδέες. Πλέον όλος ο μηχανισμός βρίσκεται, προστατευμένος, στο εσωτερικό της κοιλοδοκού. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε μία τροχαλία μπροστά και μία πίσω σε αντίθεση με το προηγούμενο σχέδιο που είχαμε δύο ζευγάρια τροχαλιών μπροστά και δύο πίσω. Να σημειωθεί ότι ο σχεδιασμός ακόμα δεν έχει ολοκληρωθεί ώστε να προχωρήσουμε στην κατασκευή του και στη συνέχεια σε τεστ προσομοίωσης και αντοχής του.



*Εικόνα 20 : Πρόταση για την εξέλιξη του γερανού ζεύξης-απόζευξης.*

### **ΑΝΘΕΜΙΣ 1 και Πανίδα.**

Πολύς λόγος γίνεται για την σχέση ανεμογεννητριών-πτηνών. Σίγουρα έχουν υπάρξει ατυχήματα και τραυματισμοί πτηνών από ανεμογεννήτριες κατά το παρελθόν. Θα μπορούσα να παραθέσω διαγράμματα που να δείχνουν τις συχνότερες αιτίες θανάτων πτηνών, και σίγουρα δεν είναι οι ανεμογεννήτριες. Παρ' όλα αυτά αποφάσισα να παρουσιάσω μια φωτογραφία η οποία τραβήχτηκε κατά την τελευταία συντήρηση της ΑΝΘΕΜΙΣ 1 στη Χίο, στις 17-18/2/2014.



*Εικόνα 21 : Εξοικειωμένα με την ΑΝΘΕΜΙΣ 1 την ‘καλωσόρισαν’ και πάλι στον αέρα μετά την ολοκλήρωση της συντήρησής της, πετώντας ακόμα και μέσα από την φτερωτή καθώς εκείνη δούλευε σε χαμηλές στροφές. Όταν η ΑΝΘΕΜΙΣ 1 ανέβασε στροφές περιορίστηκαν στο να πετάνε γύρω της και να κάθονται στο ουραίο πτερύγιο.*

Να σημειωθεί επίσης ότι κατά την αποσυναρμολόγηση της ουράς διαπιστώσαμε ότι τα πουλιά είχα φτιάξει φωλιά μέσα στην ουρά της ΑΝΘΕΜΙΣ 1.

### **Η Αγορά Μικρών Ανεμογεννητριών.**

Πολύ σημαντικό για μια καινούρια εταιρεία που προσπαθεί να μπει στην αγορά των μικρών ανεμογεννητριών είναι να ξέρει το πώς κινούνται οι ανταγωνίστριες εταιρείες. Το τι παρέχουν δηλαδή στον πελάτη και σε ποίο κόστος. Για τον λόγο αυτό προσπάθησα να έρθω σε επικοινωνία με τις εταιρείες παραγωγής ανεμογεννητριών που οι ιστοσελίδες τους φαίνονται παρακάτω. Δυστυχώς δεν είχα την ανταπόκριση που περίμενα. Συγκεκριμένα στα e-mails τα οποία έστειλα μου απάντησαν μία Κινεζική εταιρεία, μια Δανέζικη, μία Αγγλική και μία Ολλανδική. Πρόκειται για τις:

1. Senwei Energy Management
2. Aeolos Wind Turbine
3. Ampair (WestWind)Ltd.
4. Fortis Wind Energy

Η Senwei Energy Management πουλάει την ανεμογεννήτρια της SW-5kW, 5000€. Στην τιμή περιλαμβάνεται η μηχανή, ο μορφοτροπέας τάσης, ο πυλώνας ύψους 8m και τα έξοδα μεταφοράς στην Αθήνα. Για όλα τα εξαρτήματα παρέχει 3 χρόνια εγγύησης εκτός από τον μορφοτροπέα που έχει 18 μήνες. Σε περίπτωση που υπάρξει το οποιοδήποτε πρόβλημα μέσα

στο διάστημα της εγγύησης αναλαμβάνει την δωρεάν αντικατάσταση με νέο. Σχετικά με την συντήρηση αναφέρει ότι χρειάζεται να γίνεται τις πρώτες 3000h, 10000h και 30000h. Μετά τις 30000h δεν αναφέρει κάτι σχετικά με τη συντήρηση της ανεμογεννήτριας, πράγμα που με προβληματίζει γιατί διαβάζοντας μέρος του εγχειριδίου maintenance που μου απέστειλαν, αναφέρεται μεταξύ άλλων σε λίπανση και ενδεχόμενη αντικατάσταση εδράνων και αντικατάσταση σε τσιμούχες. Με δεδομένη την 20ετή διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας, τι συμβαίνει μετά το 4 έτος όπου και θα γίνει ο τελευταίος έλεγχος και συντήρηση; Επίσης μου ανέφεραν ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχει αντιπρόσωπος, που σημαίνει ότι την εγκατάσταση, συντήρηση και άρση βλαβών θα πρέπει να την αναλαμβάνει ο εκάστοτε παραγωγός.

Η Aeolos Wind Turbine προσφέρει την ανεμογεννήτρια Aeolos-H 5kW Wind Turbine στα 15000€. Στην τιμή περιλαμβάνεται η μηχανή, ο μορφοτροπέας τάσης και ο πυλώνας 12m. Τα έξοδα μεταφοράς στην Αθήνα δεν συμπεριλαμβάνονται. Παρέχει στάνταρ 5ετή εγγύηση λειτουργίας, με ενδεχόμενη επιμήκυνση στα 10 χρόνια χωρίς όμως να μου αναφέρουν το επιπλέον κόστος. Η Ανεμογεννήτρια είναι maintenance free. Αντιπρόσωπός τους στην Ελλάδα δεν υπάρχει συνεπώς δεν γνωρίζουμε το ποιος θα κάνει την εγκατάσταση της μηχανής, καθώς επίσης και την άρση ενδεχομένων βλαβών.

Η Αγγλική Ampair (WestWind)Ltd μου απέστειλε ένα κοστολόγιο για την Ampair 6kW small wind turbine (AWT06) 25000€. Στην τιμή περιλαμβάνεται το κόστος της μηχανής, ο μορφοτροπέας τάσης και ο πυλώνας ύψους 15m. Δεν μου αναφέρανε πόσο είναι τα έξοδα αποστολής. Επίσης στην τηλεφωνική επικοινωνία που είχα, με τον sales and marketing manager Kenneth Peterson, μου ανέφερε ότι η Ampair είναι μια εταιρία η οποία παράγει και πουλάει ανεμογεννήτριες. Δεν ασχολείται με την μετά την πώληση υποστήριξη της μηχανής. Παρ' όλα αυτά παρέχει εγγύηση 5 χρόνων σε όλο της τον εξοπλισμό. Παράλληλα επειδή είναι σχετικά καινούρια εταιρία δεν έχουν προλάβει ακόμα να ορίσουν αντιπροσώπους σε χώρες σαν την Ελλάδα.

Η Fortis Wind Energy έχει αντιπρόσωπο στην Ελλάδα, οι οποίοι αναλαμβάνουν την πώληση της ανεμογεννήτριας FORTIS MONTANA - 5 KW, την εγκατάστασή της καθώς και το after sale service. Σε επικοινωνία που είχα με την αντιπρόσωπο εταιρία στην Ελλάδα με ενημέρωσαν ότι το συνολικό κόστος της ανεμογεννήτριας μαζί με εγκατάσταση ανέρχεται στα 21036€. Ενώ αν, λόγω χώρου, ο πυλώνας πρέπει να γίνει μονόστηλος και όχι με αντηρίδες το κόστος ανεβαίνει στα 23146€. Επίσης παρέχουν 5 χρόνια εγγύηση σε όλο τον εξοπλισμό, ενώ η μηχανή είναι maintenance free.

Στο τέλος παραθέτονται τα ενημερωτικά φυλλάδια, με τις προδιαγραφές των ανεμογεννητριών που μου επισύναψαν οι παραπάνω εταιρίες στα e-mail τους.

### **Βιβλιογραφία.**

[http://www.westwindturbines.co.uk/pages/index.asp?title=Prices\\_5kw&catID=198&subcatID=301](http://www.westwindturbines.co.uk/pages/index.asp?title=Prices_5kw&catID=198&subcatID=301)  
[http://www.evancewind.com/images/uploads/products/Evance\\_R9000.pdf](http://www.evancewind.com/images/uploads/products/Evance_R9000.pdf)  
[http://www.bfe-wind.de/de/de\\_kwaprodukte2.html](http://www.bfe-wind.de/de/de_kwaprodukte2.html)  
<http://www.weole-energy.com/weole-energy-wind-turbine-producer-become-a-reseller-contact.php>  
<http://www.windenergy.diytrade.com/sdp/808117/4/pd-4273972/4745988.html>  
[http://www.firstwindturbine.com/En/Products\\_Read.asp?gm\\_id=8](http://www.firstwindturbine.com/En/Products_Read.asp?gm_id=8)  
<http://www.windpowercn.com/products/19.html>  
<http://www.windturbinstar.com/5kwh-aeolos-wind-turbine.html>  
<http://www.fortiswindenergy.com/products/wind-turbines/montana>

Την παρούσα πτυχιακή εργασία θα την χαρακτηρίζα σαν μια συγκέντρωση εμπειριών και γνώσεων της ομάδας που δημιούργησε την ΑΝΘΕΜΙΣ 1. Για το λόγο αυτό θα ήθελα να αναφέρω και τους παρακάτω σαν 'βιβλιογραφία' για την άντληση πληροφοριών μου:

1. Χρηστάκη Δημήτριο
2. Κονταξάκη Κώστα
3. Σολάνο Παναγιώτη
4. Χριστοδουλάκη Μάριο
5. Χαριστάκη Γιώργο
6. Κουτσαυτάκη Γιάννη

### **Προδιαγραφές Αναφερθέντων Ανεμογεννητριών.**