



ΤΕΙ Κρήτης
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**«ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ
NORDEX42»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΩΝΙΑΝΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΜ5796
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΝΤΑΞΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2017

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	4
Περίληψη στα Αγγλικά	6
Αντικείμενο πτυχιακής εργασίας	7
Εισαγωγή	9
Αιολικά πάρκα.....	9
1.Κατηγορίες Αιολικών Μηχανών.....	11
1.1. Μηχανές κατακόρυφου άξονα	13
1.2.Μηχανές οριζόντιου άξονα	14
2. Περιγραφή και λειτουργία αιολικής μηχανής οριζόντιου άξονα.....	16
2.1 Πύργος στήριξης	17
2.2 Πτερωτή και άξονας περιστροφής	17
2.3 Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.....	19
2.4 Σύστημα προσανεμισμού & ελέγχου της ανεμογεννήτριας.....	20
2.5. Ηλεκτρολογικό σύστημα-γεννήτρια	23
Η γεννήτρια	23
2.6.Σύνδεση ανεμογεννητριών με τη ΔΕΗ	24
3.Περιγραφή Ανεμογεννητριών ανάλογα με τον Κατασκευαστή τους	25
3.1 Αιολικές Μηχανές Enercon.....	25
3.2.Ανεμογεννήτριες Gamesa	26
3.3 Ανεμογεννήτριες General Electric	28
3.4 Ανεμογεννήτριες Vestas.....	29
4.Συντήρηση	31
4.1. Προληπτική Συντήρηση	32
4.1.1. Προληπτική συντήρηση ανά εξάμηνο	33
1. Γρασάρισμα στην περιοχή όπου εδράζεται η νασέλα πάνω στον πυλώνα.	34
2. Γρασάρισμα συνδέσμου.....	34
3. Γρασάρισμα των εδράνων κύλισης της γεννήτριας	35
4. Συντήρηση υδραυλικού συστήματος.....	35
5. Συμπλήρωμα αζώτου στο σύστημα ασφαλείας του υδραυλικού	36
6. Αλλαγή φίλτρου λαδιού στο κιβώτιο ταχύτητας και συμπλήρωμα λαδιού	36
7. Οπτικός έλεγχος.....	37

8.	Οπτικός έλεγχος στο εσωτερικό του κιβωτίου ταχυτήτων [13]	39
9.	Οπτικός έλεγχος των φτερών για τυχόν βλάβες ,οι οποίες επιδιορθώνονται από εξειδικευμένο συνεργείο.....	40
10.	Έλεγχος στα φτερά από το εσωτερικό της νασέλας	40
11.	Καθαριότητες στο χώρο της μηχανής.....	40
12.	Έλεγχος της σκάλας του πυλώνα	41
13.	Έλεγχος στα συστήματα ασφαλείας μέσα στην Α/Γ	41
14.	Έλεγχος στου ηλεκτρικούς πινάκες της Α/Γ	41
15.	Συντήρηση δικτύου.....	41
15.1.	Έλεγχος υποσταθμών.	42
16.	Συντήρηση Οχημάτων	43
17.	Συντήρηση λοιπών υποδομών	43
4.1.2.	Προληπτική συντήρηση ανά έτος.....	44
4.1.2.1.	Συντήρηση πίνακα χαμηλής τάσης.....	44
4.1.2.2.	Συντήρηση πίνακα μέσης τάσης.....	45
4.1.2.3.	Συντήρηση μετασχηματιστή Χ.Τ.-Μ.Τ.	46
4.1.2.4.	Συντηρηση γενικού διακόπτη υποσταθμού	48
4.2	Προβλεπτική συντήρηση	49
4.3.	Έκτακτη συντήρηση-Βλάβες	52
4.3.1.	Επισκευή κιβωτίου ταχυτήτων	56
	Διαδοχικές φάσεις επισκευής κιβωτίου ταχυτήτων.....	57
4.4.	Εργαλεία και αναλώσιμα.....	62
5.	Κόστη συντήρησης και Στέλεχωση αιολικού πάρκου.....	68
5.1	Κόστος λειτουργίας και συντήρησης (O & M).....	68
5.2.	Προσωπικό συντήρησης	70
5.2.1.	Τεχνικός ασφαλείας-συντηρητής	70
5.2.2.	Τεχνικός Υποστήριξης.....	70
5.2.3.	Εναερίτης.....	71
5.3.	Εξοπλισμός του τεχνικού υποστήριξης (συντηρητή) - Μέσα ατομικής προστασίας	72
5.4.	Νομικές απαιτήσεις.....	72
	Ισχύουν οι παρακάτω βασικές αρχές:	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....		78

Εκπαίδευση Εναερίτη.....	78
Πρώτες Βοήθειες.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	84
Λυπαντικά Α/Γ.....	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	91
Αναλώσιμα συντήρισης.....	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.....	92
Διακόπτης SF6.....	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.....	93
Περιγραφή Υποσταθμού.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6.....	94
Υδραυλικό σύστημα της Α/Γ.....	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7.....	96
Σύνδεσμος γεννητριας με πολλαπλασιαστή στροφών.....	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	98
Τεχνική περιγραφή ανεμογεννήτριας NORDEX N43/600KW.....	98
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9.....	99
Τεχνική περιγραφή πολλαπλασιαστή στροφών της NORDEX N43.....	99
Βιβλιογραφία.....	100
Βιβλία.....	100
Ιστοσελίδες.....	100

Περίληψη

Το αιολικό πάρκο είναι μία συστοιχία ανεμογεννητριών, οι οποίες εγκαθίστανται και λειτουργούν σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύουν το σύνολο της παραγωγής στο ηλεκτρικό σύστημα. Τα πάρκα διακρίνονται σε χερσαία και υπεράκτια. Τα χερσαία εγκαθίστανται στη στεριά ενώ υπεράκτια αυτά τα οποία εγκαθίστανται στις θάλασσες. Οι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την κατεύθυνση του ανέμου. Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου και αποτελούν απλές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα μπορούν να έχουν ένα, δύο, τρία ή ακόμα και πενήντα πτερύγια, ενώ η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσήνεμη διάταξη, δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη, δηλαδή πίσω από τον πύργο στήριξης σε σχέση με την διεύθυνση του ανέμου.

Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα είναι: ο πύργος στήριξης, η πτερωτή, ο άξονας περιστροφής, το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας, η ηλεκτρική γεννήτρια και το σύστημα προσανατολισμού της μηχανής που είναι το σύστημα μετάδοσης της κίνησης που περιλαμβάνει το κιβώτιο μετασχηματισμού της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής σε υψηλότερες ταχύτητες περιστροφής στις οποίες λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες. Για την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούνται κυρίως σύγχρονες και ασύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος και σπανίως ηλεκτρικές γεννήτριες συνεχούς ρεύματος.

Η προληπτική συντήρηση αποτελεί την χρονική αλλά και ποιοτική εξέλιξη της λειτουργίας των ανεμογεννητριών ενός αιολικού πάρκου και σκοπό έχει την πρόληψη της αστοχίας του εξοπλισμού πριν την εκδήλωσή της. Βασίζεται σε ένα προσεκτικά καταστρωμένο δίκτυο επιθεωρήσεων και ρυθμίσεων, δηλαδή από μια σειρά εργασιών οι οποίες προγραμματίζονται με χρονική συχνότητα. Προβλεπτική συντήρηση είναι η διαδικασία προσδιορισμού της κατάστασης των μηχανημάτων ενώ αυτά βρίσκονται σε λειτουργία. Έτσι γίνεται αντικατάσταση των φθαρμένων υλικών πριν αυτά αστοχήσουν. Αποτελεί μία πιο σύγχρονη προσέγγιση που βοηθάει το προσωπικό να μειώσει την πιθανότητα ζημιάς και επιτρέπει την παραγωγή ανταλλακτικών στην ώρα τους.

Περίληψη στα Αγγλικά

The wind park is an array of wind turbines that are installed and operate in an area with high wind potential and channel all production to the electrical system. The parks are divided into land and offshore. Terrestrial sites settle on land and offshore which settle in the seas. Types of wind turbines are classified primarily according to the orientation of their axes in relation to the wind flow. Horizontal axis wind turbines usually have their axis parallel to the wind direction and in some cases have wind turbines whose axis is parallel to the surface of the earth and perpendicular to the wind direction. Vertical axis machines have the important advantage of automatically adapting to the wind direction and are simple constructions. Horizontal axis wind turbines can have one, two, three or even fifty fins, and their impeller may be placed either in a downwind configuration, i.e. in front of the support tower, or in a downwind arrangement, i.e. behind the support tower in relation with the direction of the wind.

The basic parts of a horizontal axis wind turbine generator are: the support tower, the impeller, the pivot shaft, the transmission system, the wind turbine control system, the electric generator and the machine orientation system which is the transmission system comprising the transformer box of the low impeller rotation speed at higher rotational speeds in which the electric generators usually operate. In order to convert mechanical energy into electricity, mainly synchronous and asynchronous AC generators and rarely electric DC generators are used. Preventive maintenance is the temporal but also qualitative development of wind turbines in a wind park and aims to prevent equipment failure before its occurrence. It is based on a carefully designed network of inspections and settings, that is, a series of tasks that are programmed on time. Predictive maintenance is the process of determining the condition of the machines while they are in operation. This replaces the worn materials before they fail. It is a more modern approach that helps staff reduce the chance of damage and allows ordering spare parts on time.

Αντικείμενο πτυχιακής εργασίας

Αντικείμενο της παρακάτω πτυχιακής εργασίας είναι οι διαδικασίες συντήρησης ανεμογεννητριών, έχοντας σαν παράδειγμα τη συντήρηση της ανεμογεννήτριας Nordex N43. Αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Αρχικά, παρουσιάζονται οι δύο κατηγορίες των αιολικών μηχανών. Κριτήριο κατηγοριοποίησης είναι ο προσανατολισμός των αξόνων σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Οι «οριζόντιου άξονα» έχουν τον άξονα της πλήμνης της πτερύγωσης παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου ενώ οι ανεμογενήτριες που ο άξονά τους είναι κάθετος προς τον άνεμο, δηλαδή παράλληλο προς την επιφάνεια της γης ονομάζονται «κατακόρυφου άξονα».

Έπειτα, στο κεφάλαιο 2, περιγράφονται τα μέρη της αιολικής μηχανής οριζόντιου άξονα, όπως ο πύργος στήριξης, η πτερωτή – άξονας περιστροφής, το σύστημα μετάδοσης κίνησης και η γεννήτρια, προκειμένου να περιγραφούν με λεπτομέρεια τα τμήματα της ανεμογεννήτριας που χρειάζονται συντήρηση.

Στο τρίτο κεφάλαιο, διατυπώνονται τα είδη ανεμογεννητριών ανάλογα με τον κατασκευαστή τους, γιατί οι διάφορες εταιρίες χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες και χρειάζονται διαφορετικές διαδικασίες συντήρησης. Αρχικά, καταγράφονται οι μηχανές Enercon, ακολουθούν η Gamesa και η General Electric και τέλος η Vestas.

Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται η συντήρηση των ανεμογεννητριών. Οι διαδικασίες της συντήρησης ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες. Στη προληπτική συντήρηση που γίνεται ανα εξάμηνο ανήκουν τα γρασαρίσματα διαφόρων μερών της γεννήτριας, το συμπλήρωμα λαδιού στο κιβώτιο ταχυτήτων και οι οπτικοί έλεγχοι στα φτερά, στη σκάλα, στους πυλώνες. Στην προληπτική που εκτελείται κάθε χρόνο ελέγχονται οι πίνακες χαμηλής, μέσης και υψηλής τάσης. Ακόμη συντηρείται ο ματασχηματιστής X.T –M.T και ο γενικός διακόπτης υποσταθμού. Μερικές μέθοδοι προβλεπτικής συντήρησης είναι η θερμογραφία, η ανάλυση κραδασμών και η ανάλυση λίπανσης. Η έκτακτη οφείλεται συνήθως σε καιρικές συνθήκες π.χ. κεραυνούς, ανέμους, βροχή ακομη και χιόνι.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας καταγράφονται πληροφορίες για το προσωπικό που αναλαμβάνει τη συντήρηση, δηλαδή τον τεχνικό υποστήριξης και τον εναερίτη. Επιπρόσθετα καταγράφονται ο εξοπλισμός του συντηρητή και τα μέτρα ατομικής προστασίας που πρέπει να τηρεί.

Εισαγωγή

Αιολικά πάρκα

Στη σημερινή εποχή η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί χρησιμοποιώντας κατάλληλους μηχανισμούς και διατάξεις, τις ανεμογεννήτριες. Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται αρχικά σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική, μέσω των ανεμογεννητριών. Έτσι, η τεχνολογία των ανεμογεννητριών παρουσίασε μεγάλη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια με αντίστοιχη μείωση του κόστους παραγωγής της παραγόμενης ενέργειας. Σήμερα το εμπορικό μέγεθος των ανεμογεννητριών, δηλαδή το μέγεθος, το οποίο παρουσιάζει τη βέλτιστη σχέση κόστους οφέλους, κυμαίνεται μεταξύ 0,85 και 3 MW.

Μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση περισσότερων ανεμογεννητριών στην ίδια θέση, οπότε σχηματίζονται αιολικά πάρκα, συνήθως συνολικής ισχύος μέχρι δεκάδες MW.

Ένα αιολικό πάρκο είναι μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, οι οποίες εγκαθίστανται και λειτουργούν σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύουν το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται ή για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια.

Ανάλογα με τον τόπο, όπου εγκαθίστανται οι συστοιχίες των ανεμογεννητριών, τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε χερσαία και υπεράκτια. Χερσαία είναι αυτά, τα οποία εγκαθίστανται στη στεριά ενώ υπεράκτια αυτά τα οποία εγκαθίστανται στις θάλασσες.

Σε σχέση με τις χερσαίες εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, η κατασκευή υπεράκτιων ανεμογεννητριών απαιτεί σημαντική εφαρμοσμένη μηχανική όσον αφορά την υποδομή, εγκατάσταση, ηλεκτρική σύνδεση και την χρήση υλικών, τα οποία αντέχουν στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον. Μολονότι η ταχύτητα των υπεράκτιων ανέμων είναι γενικά μεγαλύτερη αυτής των ανέμων της στεριάς, οι προαναφερθέντες παράγοντες δεν επέτρεψαν την υπεράκτια χρήση των ανεμογεννητριών κατά το παρελθόν. Πάντως, στις μέρες μας είναι πιο εφικτή η χρήση ανεμογεννητριών μεγάλης κλίμακας υπεράκτια και, με την αύξηση του μεγέθους και της αποδοτικότητας των ανεμογεννητριών καθώς και της πείρας στον τομέα αυτό, η υπεράκτια αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αποκτά μεγάλο ενδιαφέρον.

Η καθημερινή λειτουργία ενός αιολικού πάρκου παρακολουθείται και ελέγχεται με τη χρήση ενός συστήματος εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA). Το σύστημα αυτό διασυνδέει όλα τα συστατικά μέρη του αιολικού πάρκου σε έναν κεντρικό Η/Υ, που παρέχει

τη δυνατότητα στο χειριστή να παρακολουθεί και να ελέγχει τη λειτουργία του αιολικού πάρκου. Το σύστημα παρέχει και αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και έτσι μπορούν να εντοπιστούν αστοχίες ή προβλήματα λειτουργίας συγκεκριμένων ανεμογεννητριών.

Το κύριο μειονέκτημα των ανεμογεννητριών είναι η οπτική αλλαγή, την οποία επιφέρουν στο περιβάλλον, ενώ τα υπόλοιπα όπως ο θόρυβος αντιμετωπίζονται εύκολα με την εύρεση της καταλληλότερης θέσεως για την εγκατάστασή τους.

Η συντήρηση τόσο των υπεράκτιων ανεμογεννητριών όσο και των χερσαίων ανεμογεννητριών απαιτεί τεχνογνωσία παρόμοια λόγω του ότι χρησιμοποιούν παρόμοιες μεθόδους. Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα κοστίζουν παραπάνω σε σχέση με τα χερσαία τόσο στο αρχικό κεφαλαιουχικό κόστος εγκατάστασης όσο και στη συντήρησή τους. Όμως, λόγω του μεγαλύτερου αιολικού δυναμικού που υπάρχει στις υπεράκτιες περιοχές το αυξημένο κεφαλαιουχικό κόστος και κόστος συντήρησης αντισταθμίζεται, εκτός και αν δεν υπάρχουν αξιόπιστες ανεμογεννήτριες (α/γ), οι οποίες θα απαιτούν παραπάνω ώρες συντήρησης με αποτέλεσμα να εξαλείφεται το πλεονεκτήματα του υψηλού αιολικού δυναμικού, το οποίο εμφανίζεται στις υπεράκτιες περιοχές.

Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι κατηγορίες αιολικών μηχανών γίνεται περιγραφή της λειτουργίας της μηχανής οριζόντιου άξονα και περιγράφονται μηχανές διαφορών κατασκευαστών. Επίσης περιγράφονται το προσωπικό, τα υλικά και η συντήρηση που απαιτείται για τη σωστή λειτουργία ενός αιολικού πάρκου . [Ιωάννης Κλεάνθη Καλδέλης 2005]

1.Κατηγορίες Αιολικών Μηχανών

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις, που έχουν σαν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια, δηλαδή σε οποιαδήποτε εύχρηστη μορφή ενέργειας, άμεσα απολήψιμη από τον άνθρωπο. Λέγεται δε ότι μέχρι σήμερα έχουν επινοηθεί και εφαρμοσθεί περισσότεροι τύποι ανεμοκινητήρων από οποιαδήποτε άλλο τύπο εφεύρεσης, χωρίς όμως να επιτευχθεί μέχρι σήμερα ο επιθυμητός βαθμός εκμετάλλευσης της ενέργειας του ανέμου.

Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Ως εκ τούτου οι πλέον διαδεδομένοι τύποι ανεμοκινητήρων είναι οι ανεμογεννήτριες "οριζοντίου" και οι ανεμογεννήτριες "κατακόρυφου" άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου (head on), ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την κατεύθυνση του ανέμου (cross-wind).

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονάς των είναι κάθετος σε αυτή καθώς και στην επιφάνεια της γης

Οι υφιστάμενες αιολικές μηχανές κατατάσσονται επίσης σε πολύστροφες και σε αργόστροφες, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής τους ή, ακριβέστερα, ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου περιστροφής " λ ". Η ταχύτητα περιστροφής μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται εκτός από τις αεροδυναμικές παραμέτρους και από το μέγεθος των πτερυγίων της μηχανής, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη λόγοι στατικής αντοχής, φαινόμενα δυναμικών καταπονήσεων και ταλαντώσεων, φυγόκεντρες δυνάμεις κ.λ.π. Επιπλέον, καθοριστικό ρόλο παίζει και η διασύνδεση ή μη της εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο, δεδομένου ότι σε περιπτώσεις σύγχρονων ηλεκτρογεννητριών διασυνδεδεμένων με το

δίκτυο, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να έχει τη συχνότητα του κεντρικού δικτύου, δηλαδή 50HZ για τη χώρα μας και τις χώρες της Ε.Ε., και 60HZ για τις Η.Π.Α.

Ένα μέγεθος που συνδέεται άμεσα με τη γωνιακή ταχύτητα μιας πτερωτής είναι η παράμετρος περιστροφής (tip-speed ratio) της μηχανής "λ", η οποία ορίζεται σαν:

$$\lambda = \frac{\omega_0 * R}{V_w}$$

όπου "R" είναι η ακτίνα της πτερωτής, "ω" η γωνιακή ταχύτητα του δρομέα και " V_w" η ταχύτητα του ανέμου.

Οι υφιστάμενες μηχανές κατατάσσονται και βάσει του αριθμού των πτερυγίων που διαθέτει η πτερωτή τους. Ως εκ τούτου οι ανεμογεννήτριες διαχωρίζονται σε πολυπτερυγες, όπως οι παραδοσιακοί ανεμόμυλοι χαμηλών ταχυτήτων περιστροφής, και οι ολιγοπτερυγοί που αποτελούν την πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών οριζοντίου και καθέτου άξονα, με αριθμό πτερυγίων που κυμαίνεται από ένα έως τρία πτερύγια σε κάθε πτερωτή.

Τέλος μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των ανεμοκινητήρων είναι η παράμετρος στιβαρότητας "σ" (solidity) της κατασκευής, η οποία για μηχανές "οριζοντίου" άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{z * c * R}{\pi * R^2}$$

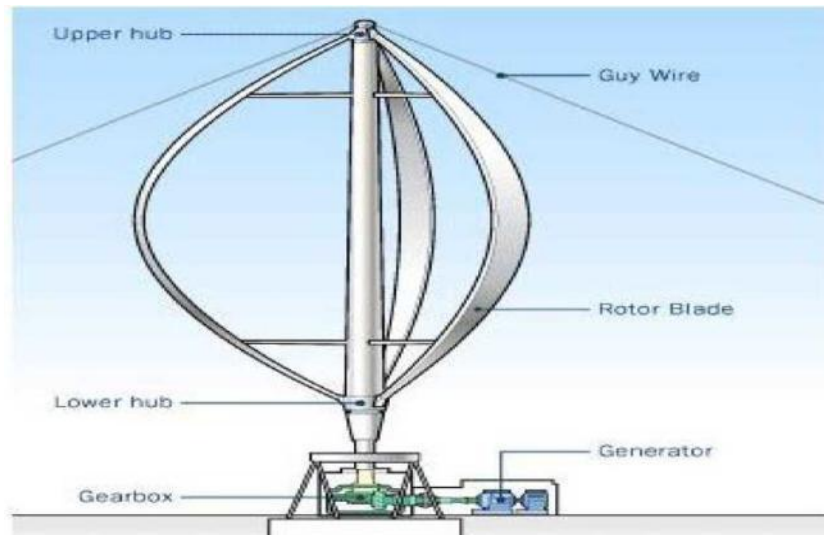
ενώ για μηχανές κατακόρυφου άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{z * c}{R}$$

όπου "z" ο αριθμός των πτερυγίων της πτερωτής, "R" η ακτίνα της πτερωτής και "c" η χορδή (πλάτος) των πτερυγίων της πτερωτής. Η παράμετρος στιβαρότητας δίνει το λόγο του εμβαδού όλων των πτερυγίων, προς το εμβαδόν της επιφάνειας που διαγράφουν τα πτερύγια κατά την περιστροφή τους.

1.1. Μηχανές κατακόρυφου άξονα

Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, του αυτόματου προσανεμισμού, ως εκ τούτου αποτελούν πιο απλές κατασκευές. Παρουσιάζουν ωστόσο σημαντικά μειονεκτήματα όπως η μεγάλη ροπή εκκίνησης και η μειωμένη απόδοση, που αποτελούν και τους βασικούς λόγους που οι μηχανές αυτού του τύπου δεν έχουν τύχει ιδιαίτερης εμπορικής εκμετάλλευσης. Οι πλέον γνωστοί τύποι ανεμοκινητήρων κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές τύπου “Darrieus” και οι μηχανές τύπου “Savonius” . Οι μηχανές τύπου “Darrieus” αποτελούν έναν από τους πλέον διαδεδομένους τύπους ανεμοκινητήρων στη διεθνή αγορά.



Εικόνα 1.1.1.Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

1.2.Μηχανές οριζόντιου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν τον άξονά τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και συνήθως παράλληλο και με τη διεύθυνση του ανέμου (head on), αν και κάποτε η διεύθυνσή τους είναι κάθετη προς τη διεύθυνση του ανέμου (cross-wind). Επιπλέον οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα μπορούν να έχουν ένα, δύο, τρία ή ακόμα και πενήντα πτερύγια, ενώ η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσήνεμη διάταξη (up wind), δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη (down wind), δηλαδή πίσω από τον πύργο στήριξης σε σχέση με την διεύθυνση του ανέμου.



Εικόνα 1.2.1 :Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

Ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα συγκαταλέγονται οι κλασικοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι (π.χ. τύπου Μυκόνου) καθώς και οι αργές μηχανές πολλών πτερυγίων ‘‘αμερικανικού τύπου’’, οι οποίες λόγω των περιορισμένων διαστάσεών τους και της χαμηλής περιφερειακής τους ταχύτητας έχουν εγκαταλειφθεί σήμερα, αν και εμφανίζουν σχετικά μεγάλες ροπές λειτουργίας. Στο παρελθόν κατασκευάστηκαν σε βιομηχανική κλίμακα αντίστοιχες μηχανές και βρήκαν ευρεία εφαρμογή για την άντληση νερού και άλλες γεωργικές χρήσεις.

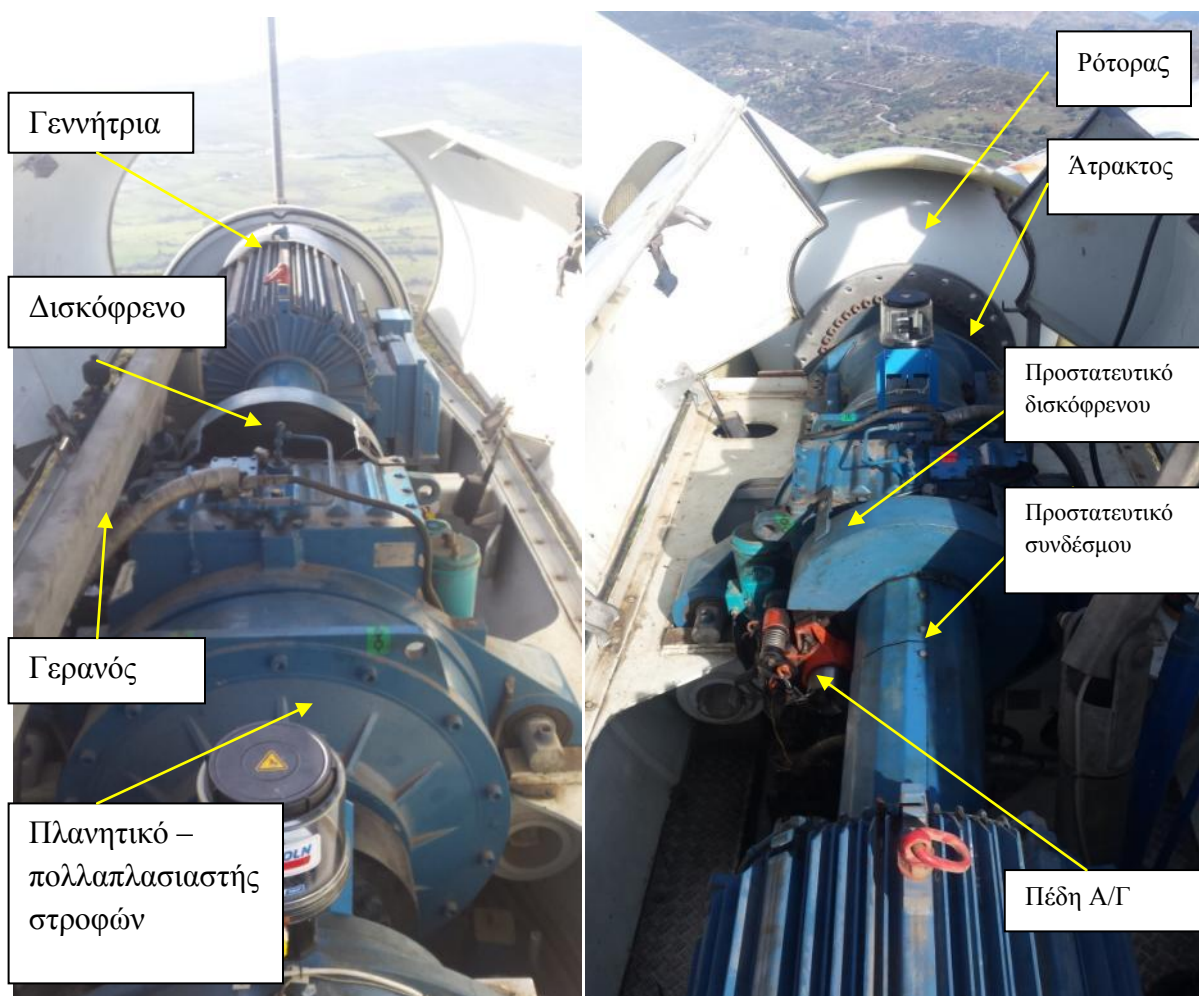
Από την άλλη πλευρά στην κατηγορία των αιολικών μηχανών οριζοντίου άξονα περιλαμβάνονται και οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σήμερα (περίπου το 90% του συνόλου των εγκατεστημένων παγκοσμίως μηχανών), και οι οποίες ονομάζονται ανεμογεννήτριες τύπου “έλικας”. Οι μηχανές αυτές εμφανίζουν σημαντικές περιφερειακές ταχύτητες, $U=\omega R$, ενώ τα πτερύγια τους που είναι συνήθως ένα έως τρία. Ένα από τα βασικά τους χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσής τους, $C_p=\{0.45-0.5\}$, αλλά και η βέλτιστη λειτουργία τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου περιστροφής “ λ ”, με αποτέλεσμα την αρκετά μεγάλη σχετική ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο.

Στις ανεμογεννήτριες γίνεται ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής και για λόγους προστασίας της σε περιπτώσεις πολύ ισχυρών ανέμων, είτε με τη χρήση ειδικών αεροδυναμικών βοηθημάτων (π.χ. “flaps”) στην άκρη των πτερυγίων (σπανιότερο σήμερα) είτε με τη στροφή των πτερυγίων, γύρω από τον διαμήκη άξονα τους, (pitch control), είτε με κατάλληλο αεροδυναμικό σχεδιασμό (stall control), είτε με ένα συνδυασμό των δύο τελευταίων μεθόδων (active stall control). Η αιολική ισχύς από τα πτερύγια μεταφέρεται είτε μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης (οδοντωτοί τροχοί) είτε απευθείας στην ηλεκτρική γεννήτρια, που βρίσκεται συνήθως μέσα στη νασέλα, πάνω στον πύργο στήριξης. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα συνεχίζουν να αναπτύσσονται και σήμερα, ενώ έχουν κατασκευασθεί ή κατασκευάζονται μονάδες με ισχύ, που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες Watt έως και αρκετά MW.

Τέλος έχουν επινοηθεί και προταθεί κατά καιρούς διάφορες μηχανές τύπου “cross-wind”, οι οποίες όμως δεν είναι περισσότερο αποτελεσματικές σε σύγκριση με τους άλλους τύπους. Αντίθετα οι συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες παρουσιάζουν προβλήματα όσον αφορά τη συλλογή της παραγόμενης ενέργειας καθώς και τη ρύθμιση της διεύθυνσης της πτερωτή σε περιπτώσεις έντονων μεταβολών της διεύθυνσης του ανέμου.

2. Περιγραφή και λειτουργία αιολικής μηχανής οριζόντιου άξονα

Προκειμένου να εξεταστούν τα τμήματα μιας ανεμογεννήτριας που χρειάζονται συντήρηση, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των καθώς και της λειτουργίας των.



Εικόνα 2.1 :Περιγραφή ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

Η αιολική ισχύς μεταφέρεται από την περωτή, στον άξονα περιστροφής και μέσω του κιβωτίου (αν υπάρχει) στην ηλεκτρική γεννήτρια. Όλα αυτά βρίσκονται στην πάνω πλευρά του πύργου στήριξης.

Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα είναι:

- ο πύργος στήριξης,
- η περωτή με την πλήμνη (ρότορας) και ο άξονας περιστροφής,
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης,

- το σύστημα ελέγχου – το σύστημα προσανατολισμού ανεμογεννήτριας και
- η ηλεκτρική γεννήτρια

Το κουβούκλιο (Nacelle) το οποίο βρίσκεται πάνω από τον πύργο και περιλαμβάνει το κιβώτιο ταχυτήτων, τους άξονες υψηλής και χαμηλής ταχύτητας, τη γεννήτρια, τον ελεγκτή και το φρένο. Ένα κάλυμμα προστατεύει τα στοιχεία μέσα στο κουβούκλιο.

2.1 Πύργος στήριξης

Ο πύργος στήριξης είναι συνήθως κατασκευασμένος από μεταλλικό δικτύωμα ή μια κολόνα από χαλύβδινα ελάσματα, ή μπετόν σε κυκλική ή πολυγωνική μορφή, σε κωνικό σχήμα. Πρέπει να έχει την κατάλληλη αεροδυναμική γεωμετρία ώστε να παρεμβάλλεται ελάχιστα στη ροή του ανέμου και να προσδίδει την απαραίτητη σταθερότητα και αντοχή στην κατασκευή. Η κατασκευή των πύργων που προορίζονται για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες γίνεται στο εργοστάσιο και στο θαλάσσιο χώρο απλώς συναρμολογούνται. Το δεδομένο αυτό κάνει την μεταφορά και κατασκευή της πιο εύκολη με τον τύπο του δικτύωματος να υπερτερεί σε ευκολία όσο αφορά τη συναρμολόγηση και την ανάρτηση του.

2.2 Πτερωτή και άξονας περιστροφής

Η πτερωτή της ανεμογεννήτριας είναι συνήθως κατασκευασμένη από, ενισχυμένο πολυεστέρα ή εποξειδικές ρητίνες, αλλά και ξύλο σε συνδυασμό με ειδικές ρητίνες. Για τη βελτίωση της συνολικής συμπεριφοράς μιας πτερωτής ανεμογεννήτριας χρησιμοποιούνται πτερωτές μεταβλητού βήματος. Η μεταβολή του βήματος μιας πτερωτής συνίσταται στην περιστροφή του πτερυγίου γύρω από τον διαμήκη άξονά του, με αποτέλεσμα τη μεταβολή της γωνίας σφήνωσης του από τον άνεμο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο έλεγχος της ταχύτητας περιστροφής της ανεμογεννήτριας, η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος της παραγόμενης ισχύος και ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια. Η πλήμνη αποτελεί το δεύτερο σημαντικό της πτερωτής (δρομέας) και περιλαμβάνει εκείνο το μέρος της ανεμογεννήτριας πάνω στο οποίο προσαρμολογούνται τα πτερύγια. Η τελική της μορφή εξαρτάται τόσο από το είδος της πτερωτής

όσο και από τους ζητούμενους βαθμούς ελευθερίας στη θέση σύνδεσης πτερυγίων και άξονα. Η πτερωτή στηρίζεται στην πλήμνη και όλο μαζί ονομάζεται ρότορας. Ο Μηχανισμός περιστροφής (Yaw drive) εξασφαλίζει ότι ο ρότορας θα είναι πάντα στραμμένος της τον άνεμο, εφόσον είναι επιθυμητό. Καθώς ο αέρας αλλάζει κατεύθυνση ο μηχανισμός περιστροφής δίνει εντολή στο ηλεκτρομειωτήρα συστήματος προσανατολισμού να περιστραφεί κατά τον αέρα.

Η πλήμνη μεταφέρει την μηχανική ισχύ από τα πτερύγια στον κύριο άξονα της ανεμογεννήτριας. Κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή χάλυβα αποφεύγοντας της συγκολλήσεις οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν σημεία αδυναμίας της κατασκευής. Ο κύριος άξονας μεταφέρει την μηχανική ισχύ του δρομέα στο κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, ή απευθείας στη γεννήτρια. Είναι συμπαγής ή κοίλος και κατασκευάζεται από χάλυβα στρέψης υψηλής αντοχής με κύριες προσμίξεις χρωμίου, νικελίου και μολυβδένιου. Στο ένα άκρο του καταλήγει σε σχήμα φλάντζας μέσω της οποίας συνδέεται με την πλήμνη, ενώ στο άλλο άκρο εδράζεται το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών.



Εικόνα 2.2.1 Ηλεκτροκινητήρας yaw

Ο κύριος άξονας στηρίζεται σε δυο έδρανα μέσω των οποίων μεταφέρονται οι ακτινικές και οι αξονικές δυνάμεις. Για τον περιορισμό του όγκου και του βάρους της κατασκευής ο κύριος άξονας μπορεί να συνδεθεί στο κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών χωρίς την παρεμβολή εδράνων. Το κιβώτιο της ανεμογεννήτριας πρέπει να είναι μεγαλύτερης ισχύος από αυτήν.

Συστήματα πέδησης της πλήμνης: Υπάρχουν αρκετοί τρόποι επιβράδυνσης του δρομέα του ανεμοκινητήρα, όπως η μεταβολή του βήματος του πτερυγίου ή του ακροπτερυγίου ή ενεργοποίησης της αεροπέδης του ακροπτερυγίου, η στροφή του ίδιου το δρομέα παράλληλα με το ρεύμα του αέρα, η αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης του πτερυγίου και η πέδηση του άξονα. Ο προτιμότερος τρόπος ακινητοποίησης της μηχανής είναι η σταδιακή μείωση των αεροδυναμικών φορτίων της με παράλληλη αύξηση της αντιρροπής, ώστε να μην αναπτύσσονται κρουστικά φορτία κατά τη διαδικασία της πέδησης.

2.3 Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης

Ένα από τα σπουδαιότερα μέρη της ανεμογεννήτριας είναι το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, εφόσον υπάρχει, που περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο μετασχηματισμού της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής της περωτής σε υψηλότερες ταχύτητες περιστροφής στις οποίες λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες. Ο τυπικός βαθμός απόδοσης της διβάθμιου συστήματος μετάδοσης είναι περίπου 96%.

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης περιλαμβάνει επίσης το υδραυλικό ή μηχανικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης ταλαντώσεων. Το μηχανικό φρένο της ανεμογεννήτριας τοποθετείται είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας περιστροφής οπότε απαιτείται μικρή σχετικά ροπή πέδησης, αλλά δεν προστατεύεται η περωτή από απώλεια φορτίου ή θραύση του συστήματος μετάδοσης κίνησης, είτε στον άξονα χαμηλής ταχύτητας περιστροφής. Στην τελευταία περίπτωση λόγω της μεγάλης ροπής πέδησης απαιτείται φρένο ιδιαίτερα αυξημένων διαστάσεων, βάρους και κόστους. Στην περίπτωση της αυτή προστατεύεται καλύτερα η περωτή και το κιβώτιο μετάδοσης.

Η μεταφορά της μηχανικής ισχύος από τον κύριο άξονα της ανεμογεννήτριας στη γεννήτρια γίνεται μέσω της συστήματος οδοντωτών τροχών. Επειδή η ταχύτητα περιστροφής της γεννήτριας είναι συνήθως 1000 – 1500 στροφές ανά λεπτό και η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα μικρότερη από 50 στροφές ανά λεπτό, η σχέση μετάδοσης του κιβωτίου είναι από 20 έως 70 προς 1. Τις ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος (τάξεως του MW) προτιμάται η χρήση κιβωτίου πλανητικού τύπου λόγω μικρότερου βάρους, μικρότερου όγκου και μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης. Στον παρακάτω πίνακα γίνεται σύγκριση των δυο τύπων κιβωτίων

προοριζόμενα για ανεμοκινητήρα 750 KW.

Σύγκριση κιβωτίων	Κιβώτιο παράλληλων ατράκτων	Κιβώτιο πλανητικού τύπου
Βάρος	7000kg	5000kg
Διαστάσεις	2,4x1,5m	1,3x1,3m
Ποσότητα λαδιού λίπανσης	825lt	190lt

Η σχεδίαση και κατασκευή του κιβωτίου πρέπει να είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση των απότομων μεταβολών της ροπής του δρομέα που προέρχονται από τις ριπές του ανέμου. Για λόγους ασφαλείας η ονομαστική ισχύς του κιβωτίου λαμβάνεται 1.5 έως 2 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική ισχύ της ανεμογεννήτριας. Για την εξομάλυνση της μηχανικής ροπής και κατ επέκταση της παραγόμενης ισχύος, συνήθως η έδραση του κιβωτίου επιτρέπει την ταλάντωση του. Το κιβώτιο εδράζεται στον κύριο άξονα της ανεμογεννήτριας, αλλά το κέλυφος του μπορεί να στραφεί γύρω από αυτόν κατά μια μικρή γωνία. Σε αυτές περιπτώσεις η σύνδεση μεταξύ άξονα και κιβωτίου γίνεται με πτυσσόμενο δίσκο.

2.4 Σύστημα προσανεμισμού & ελέγχου της ανεμογεννήτριας

Διαδικασία προσανεμισμού:

Σε μικρές κατασκευές για λόγους χαμηλού κόστους χρησιμοποιείται καθοδηγητικό ουριαίο πτερύγιο τοποθετημένο πίσω από το δρομέα παράλληλα με την πλήμνη. Αυτό το πτερύγιο χρησιμοποιείται ώστε σε απόκλιση του ανέμου κατά κάποιες μοίρες να ασκείται τάση επαναπροσανατολισμού του δρομέα στον άνεμο ικανή να υπερνικήσει την αντιροπή λόγω γυροσκοπικού φαινομένου. Σε μεγάλες κατασκευές χρησιμοποιείται σύστημα αυτόματου ελέγχου την διεύθυνσης του ανέμου με ανεμοδείκτη και ένα σερβομηχανισμό που προσανατολίζει ανάλογα το δρομέα. Τέλος, ένα άλλο σύστημα προσανατολισμού που έχει εξελιχθεί αρκετά είναι μια βοηθητική έλικα κάθετη στο δρομέα, η οποία περιστρεφόμενη με τον αέρα, όταν ο δρομέας δεν είναι κάθετος στη διεύθυνση του ανέμου, κινεί με γρανάζια την ανεμογεννήτρια. Τα ηλεκτρονικά συστήματα αυτόματου έλεγχου αποτελούν την πιο εξελιγμένη μορφή έλεγχου και τείνουν να αποτελούν τη μόνη λύση της μεσαίου και μεγάλου

μεγέθους ανεμογεννήτριες. Αποτελούνται από της εφαρμογές της είναι τα ψηφιακά κυκλώματα, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) και ο έλεγχος από συστήματα υπολογιστών, όπου είναι δυνατή η ρύθμιση από ένα λογισμικό αλλά και η παρακολούθηση από κεντρικό σταθμό μέσω μεταφοράς δεδομένων με της τηλεφωνικές γραμμές. Έλεγχος συστήματος προσανεμισμού (yaw). Ο έλεγχος περιστροφής λειτουργεί σε ταχύτητες ανέμου, που είναι μεγαλύτερες από την ταχύτητα ανέμου) έναρξης λειτουργίας. Η διεύθυνση του ανέμου μετριέται με τον ανεμοδείκτη, που είναι τοποθετημένος στο ύψος της πλήμνης. Το Ανεμόμετρο μετράει την ταχύτητα του ανέμου και μεταφέρει τα δεδομένα στον ελεγκτή. Ο ελεγκτής εκκινεί τη μηχανή για ταχύτητες ανέμου περίπου 10-15 χιλιόμετρα/ώρα και διακόπτει τη λειτουργία της περίπου στα 80 χιλιόμετρα/ώρα. Οι ανεμογεννήτριες δεν μπορούν να δουλεύουν σε ταχύτητες ανέμου πάνω απ' τα 80 χιλιόμετρα/ώρα για λόγους υπερθέρμανσης της γεννήτριας ή αστοχίας των πτερυγίων. Η νασέλα περιστρέφεται από δύο (2) ηλεκτροκινητήρες προσανεμισμού (yaw motor).

Διαδικασία Αυτόματης Έναρξης Λειτουργίας: Αν σε διαστήματα τριών (3) λεπτών μετρηθεί ταχύτητα, που είναι κατάλληλη για την λειτουργία της ανεμογεννήτριας και ο αισθητήρας του συστήματος ελέγχου δεν δείχνει κάποιο σφάλμα στα εξαρτήματα, τότε αρχίζει η αυτόματη διαδικασία έναρξης λειτουργίας. Η παραγωγή της αιολικής μηχανής αρχίζει αυτόματα, όταν η ταχύτητα ανέμου έχει φτάσει στην χαμηλότερη τιμή του εύρους των ταχυτήτων λειτουργίας.

Αυτόματη θέση ρυθμίσεως Λειτουργίας και Ελέγχου: Μετά από μια επιτυχή έναρξη λειτουργίας η ανεμογεννήτρια μπαίνει στην αυτόματη θέση ρυθμίσεως και ελέγχου. Οι αισθητήρες των εξαρτημάτων συνεχίζουν να ελέγχουν της παραμέτρους που αφορούν: μετρήσεις για ασφαλή λειτουργία, μετρήσεις για παύση λειτουργίας και καταστάσεις κινδύνου

Αν η ανεμογεννήτρια σταματήσει είτε χειροκίνητα είτε από το σύστημα ελέγχου η γωνία των πτερυγίων ρυθμίζεται της 90° και η μηχανή χαμηλώνει της στροφές, μέχρι να έρθει περίπου σε θέση αναμονής. Όταν πραγματοποιείται παύση λειτουργίας, το φρένο δεν λειτουργεί και το σύστημα προσανεμισμού της ατράκτου παραμένει σε λειτουργία.

Παύση της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας μπορεί να προκληθεί είτε από έλλειψη ανέμου, είτε επειδή η ταχύτητα ανέμου βρίσκεται στο μέγιστο όριο λειτουργίας, είτε από μη επιτρεπόμενη συστροφή καλωδίων, είτε από υψηλή θερμοκρασία είτε από σφάλμα (βλάβη)

σε εξαρτήματα είτε μεγάλη ταλάντωση της ατράκτου.

- Έλλειψη ανέμου : Εάν η ταχύτητα του ανέμου είναι μικρότερη από 12 χιλιόμετρα/ώρα δεν γίνεται περιστροφή του ρότορα
- Η ταχύτητα ανέμου βρίσκεται στο μέγιστο όριο λειτουργίας: αναφέρεται παραπάνω η μέγιστη ταχύτητα ανέμου είναι τα 80 χιλιόμετρα/ώρα
- Συστροφή Καλωδίων: τα καλώδια ελέγχου και τροφοδοσίας είναι αναρτημένα ελεύθερα μέσα στον πύργο και περιστρέφονται αλλά μέχρι ένα βαθμό. Ο αριθμός περιστροφής της και η διεύθυνση ελέγχονται από ένα ηλεκτρομηχανικό διακόπτη. Αν πραγματοποιηθούν τέσσερις στροφές της την ίδια κατεύθυνση η ανεμογεννήτρια σταματάει την λειτουργία της και ξετυλίγει τα καλώδια περιστρέφοντας την άτρακτο αντίθετα
- Μεγάλη ταλάντωση της νασέλας: Ο ανιχνευτής ταλάντωσης αναγνωρίζει μεγάλες ταλαντώσεις της νασέλας και ενεργοποιεί τη διαδικασία άμεσης παύσης λειτουργίας με γρήγορη ρύθμιση της γωνίας των πτερυγίων
- Υψηλή θερμοκρασία: Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι τοποθετημένοι σε σημεία που πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία λαδιού και η θερμοκρασία του περιβάλλοντα χώρου μέσα στην νασελα. Σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας να σταματήσουν την ανεμογεννήτρια.

Το σύστημα κινδύνου ενεργοποιείται αρχικά από τον επεξεργαστή όταν αναγνωρίσει ένα σφάλμα και παράλληλα μ' αυτό της οι σχετικές λειτουργίες ασφαλείας ελέγχονται ηλεκτρομηχανολογικά. Ο ηλεκτρομηχανικός έλεγχος έχει προτεραιότητα από τον έλεγχο με τον μικροεπεξεργαστή.

Η παύση της λειτουργίας γίνεται με της εξής τρόπους :

- χειροκίνητο σταμάτημα (π.χ. για λόγους συντήρησης)
- Πέδη συγκρατήσεως (φρένο) Ο ρότορας μπορεί να σταματήσει με την βοήθεια του φρένου που ενεργοποιείται από τον διακόπτη κινδύνου σε συνδυασμό με τη

διαδικασία emergency stop (παύση λειτουργία κινδύνου), π.χ. ταχεία ρύθμιση του βήματος περυγίου. Κάποιο σφάλμα στο φρένο δεν επηρεάζει την λειτουργία του συστήματος ασφαλείας. Σε περίπτωση σφάλματος του δικτύου, ενεργοποιείται η διαδικασία παύσης κινδύνου με την βοήθεια της ταχείας ρύθμισης του βήματος των φτερών. Το φρένο δεν ενεργοποιείται και ο ρότορας περιστρέφεται ελεύθερα. Αν οι στροφές του ρότορα ξεπεράσουν της ονομαστικές στροφές κατά 30% ο ηλεκτρικός διακόπτης υπερτάχυνσης ενεργοποιεί το κύκλωμα του emergency stop και το μηχανικό φρένο ενεργοποιείται ταυτόχρονα με την ταχεία ρύθμιση του βήματος των φτερών.

- Μείωση – Απόρριψη ισχύος : Η μείωση ή η απόρριψη παραγωγής από την γεννήτρια, υλοποιείται με την ρύθμιση της γωνίας σφήνωσης των περυγίων, μέσω του συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρυθμίσεως.[Γ. Μπεργελές 2005 , Ιωάννης Κλεάνθη 2005]

2.5. Ηλεκτρολογικό σύστημα-γεννήτρια

Το ηλεκτρολογικό σύστημα της ανεμογεννήτριας περιλαμβάνει :

- Την ηλεκτρική γεννήτρια
- Μικρούς κινητήρες (πχ τον κινητήρα προσανατολισμού)
- Αυτομάτους διακόπτες και ασφάλειες

Η γεννήτρια

Για την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούνται κυρίως σύγχρονες και ασύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος και σπανίως ηλεκτρικές γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Η απλότητα στην κατασκευή και η ευκολία με την οποία συνδέεται στο δίκτυο η ασύγχρονη γεννήτρια, είναι το πλεονέκτημα της. Η ανάγκη να παίρνει ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο δημιουργεί προβλήματα όταν η ισχύς της ανεμογεννήτριας είναι συγκρίσιμη με την ισχύ του ηλεκτρικού δικτύου.

Η γεννήτρια συνδέεται μέσω εύκαμπτων καλωδίων με τη βάση του πύργου της ανεμογεννήτριας όπου βρίσκεται ο πίνακας διακοπών και ασφαλειών. Από τον πίνακα αυτό

στη συνέχεια αναχωρούν καλώδια για την κατανάλωση. Στην περίπτωση σύνδεσης της ανεμογεννήτριας σε υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο, μεταξύ της ανεμογεννήτριας και του δικτύου παρεμβάλλεται μετασχηματιστής ανύψωσης της τάσης. Οι συνηθέστεροι τύποι γεννητριών είναι:

- Ασύγχρονη Γεννήτρια
- Σύγχρονη γεννήτρια
- Σύγχρονη γεννήτρια με μαγνητικούς πόλους
- Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος
- Μικροί κινητήρες
- Αυτόματοι διακόπτες και ηλεκτρικές συσκευές

2.6.Σύνδεση ανεμογεννητριών με τη ΔΕΗ

Οι ανεμογεννήτριες συνδέονται ηλεκτρικά μέσω αυτόνομων μετασχηματιστών ανυψώσεως τάσεως με γραμμή μέσης τάσης που κατασκευάζεται μέσα στο αιλικό πάρκο και έτσι μεταφέρεται η παραγόμενη ενέργεια στον κεντρικό πίνακα διανομής και διασύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ .

Η σύνδεση του αιολικού πάρκου με τη Δ.Ε.Η. μπορεί να γίνει με εναέριο ή υπόγειο ή υποθαλάσσιο αγωγό. Στην αναχώρηση αλλά και στην άφιξη η Δ.Ε.Η. εγκαθιστά στον προκατασκευασμένο μεταλλικό πίνακα τύπου Δ.Ε.Η. ΒΚ ΙΙ με αποζεύκτη, διακόπτη ισχύος, Η/Ν, Μ/Σ μέτρησης και μετρητές.

3.Περιγραφή Ανεμογεννητριών ανάλογα με τον Κατασκευαστή τους

3.1 Αιολικές Μηχανές Enercon

Οι αιολικές μηχανές της Enercon βασίζονται στην αρχή της ανεμογεννήτριας χωρίς πολλαπλασιαστή στροφών (σασμάν), χρησιμοποιώντας τη γεννήτρια, τα πτερύγια, τον ηλεκτρονικό έλεγχο και το σύστημα διαχείρισης του δικτύου Enercon.

Λέγοντας ότι ο ρότορας και η γεννήτρια είναι χωρίς σασμάν, εννοείται ότι είναι απ' ευθείας συζευγμένα το ένα με το άλλο, γι' αυτό η γεννήτρια κινείται απ' ευθείας από τον ρότορα. Δεν υπάρχει θόρυβος από πολλαπλασιαστή στροφών, ούτε βέβαια αλλαγή ή απώλεια λαδιού, ούτε επίσης επιπρόσθετη τριβή (φθορά) και βλάβη των μηχανολογικών εξαρτημάτων σε υψηλές ταχύτητες ανέμου.

Η γεννήτρια που χρησιμοποιούν είναι μια γεννήτρια δώδεκα πόλων, σύγχρονη μεταβλητής ταχύτητας με συνεχόμενη ρύθμιση των στροφών.

Η μέγιστη απόδοση της γεννήτριας επιτυγχάνεται σε διάφορες περιοχές στροφών για αέρα 14,5 - 25 m/sec.

Ο ρότορας της ανεμογεννήτριας συνδέεται άμεσα με το ρότορα της γεννήτριας μέσω της κυρίας ατράκτου. Η ταχύτητα του ρότορα της ανεμογεννήτριας είναι ίδια με την ταχύτητα του ρότορα της γεννήτριας. Άρα η γεννήτρια περιστρέφεται με ταχύτητα μικρότερη απ' αυτήν των ανεμογεννητριών με κιβώτιο ταχυτήτων οπότε και παρουσιάζει πολύ λιγότερες φθορές.

Η γεννήτρια της Enercon είναι μεταβλητής ταχύτητας και δεν είναι άμεσα συνδεδεμένη με το δίκτυο. Η μεταβλητή τάση και η μεταβλητή συχνότητα που παράγεται, μετατρέπεται σε συνεχή τάση, DC, από ανορθωτές, στην συνέχεια αυξάνεται από ένα chopper και τέλος μέσω ενός αντιστροφέα (ο οποίος αποτελείται από IGBT) μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα AC, και έτσι προσαρμόζεται η τάση της ανεμογεννήτριας με την τάση του δικτύου.

Η σύγχρονη γεννήτρια της Enercon με τα ηλεκτρονικά ισχύος είναι ικανή να λειτουργεί σε μια ευρεία κλίμακα συντελεστών ισχύος, αλλά ο σταθερός συντελεστής ισχύος κατά τη λειτουργία της γεννήτριας είναι σχεδόν πάντα ίσος με ένα.



Εικόνα 3.1.1: Ανεμογεννήτρια Enercon

3.2.Ανεμογεννήτριες Gamesa

Η Gamesa είναι και αυτή μια εταιρεία που επιλέγεται από τους επενδυτές για τον εξοπλισμό των αιολικών σταθμών στη χώρα μας. Η Gamesa κατασκευάζει ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα τρίπτερες. Σήμερα στην Ελλάδα έχει εγκατασταθεί σημαντικός αριθμός ανεμογεννητριών της Gamesa. Για την καλύτερη απόδοση των ανεμογεννητριών της και τον περιορισμό των φθορών των μηχανικών μερών τους η Gamesa τις εξοπλίζει με σύστημα μεταβολής του βήματος και της ταχύτητας. Τα περύγια της είναι πολύ ελαφριά, κατασκευασμένα από ρητίνες και ίνες γυαλιού. Έχουν αεροδυναμικό σχεδιασμό και είναι εξοπλισμένα με σύστημα ελέγχου των εκπομπών θορύβου Gamesa NRS. Οι ανεμογεννήτριες της Gamesa είναι εξοπλισμένες με σύστημα Gamesa SGIPE: σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου με πρόσβαση Web.

Η Gamesa ολοκληρώνει τον έλεγχο των λειτουργιών των ανεμογεννητριών της με το σύστημα συντήρησης SMP-8C. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση των πιθανών δυσλειτουργιών στα κύρια τμήματα της ανεμογεννήτριας και ολοκληρώνει κατά κάποιο τρόπο τον έλεγχο της μηχανής. Ο έλεγχος του θορύβου επιτυγχάνεται από τον αεροδυναμικό σχεδιασμό των πτερυγίων σε συνδυασμό με τον μηχανικό σχεδιασμό τους και με την βοήθεια του συστήματος Gamesa NRS που προγραμματίζει τις εκπομπές θορύβου. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η τεχνολογία που χρησιμοποιεί η Gamesa στις ανεμογεννήτριες της.

Η Gamesa ακολουθεί τον ίδιο σχεδιασμό σε όλες της ανεμογεννήτριες της. Όλες οι ανεμογεννήτριες της είναι εφοδιασμένες με σύστημα μεταβολής βήματος και ταχύτητας, υδραυλικό φρένο διακοπής της λειτουργίας της σε ακραίες συνθήκες ανέμου και γεννήτρια διπλή τροφοδότησης (DFM). Η Gamesa κατασκευάζει τις G52-850kW, G58-850kW, G80-2.0MW, G83-2.0MW, G87-2.0MW και G90-2.0MW ανεμογεννήτριες

Άλλος ένας τρόπος της Gamesa για να περιορίσει τις φθορές των ανεμογεννητριών της είναι το αεροδυναμικό πρωτεύων φρένο που το χρησιμοποιεί για να διακόψει την λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε ακραίες συνθήκες ανέμου. Το δισκόφρενο αυτό που ενεργοποιείται υδραυλικά είναι τοποθετημένο πάνω στο άξονα υψηλής ταχύτητας του κιβωτίου ταχυτήτων.

Η γεννήτρια που εξοπλίζει η Gamesa τις ανεμογεννήτριες της είναι γεννήτρια διπλής τροφοδοσίας (DFM) με δυνατότητα ελέγχου της ταχύτητας και της ισχύος της. Ο έλεγχος της ταχύτητας και της ισχύς των ανεμογεννητριών της Gamesa ελέγχεται από IGBT ελεγκτές και ο ηλεκτρονικός της έλεγχος γίνεται με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation) σύστημα ρύθμισης του πλάτους των παλμών. Με τον έλεγχο της ταχύτητας και της ισχύος της γεννήτριας η Gamesa πέτυχε την αύξηση της απόδοσης των ανεμογεννητριών της, συνεπώς και την αύξηση της παραγωγής ενέργειας με ελάχιστες απώλειες αλλά και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας.

3.3 Ανεμογεννήτριες General Electric

Οι ανεμογεννήτριες της General Electric είναι τριπτέρυγες ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με ενεργό σύστημα ελέγχου του βήματος της περωτής. Οι ανεμογεννήτριες της General Electric είναι η GE 1.5MW, η GE 2.5MW και η GE 3.6MW.

Οι ανεμογεννήτριες της General Electric έχουν μεγάλο μέγεθος πλήμνης και μεγάλη διάμετρο του ρότορα γεγονός που κάνει τις ανεμογεννήτριες να έχουν καλύτερη απόδοση. Οι ανεμογεννήτριες της General Electric διαθέτουν σύστημα ρύθμισης του βήματος για κάθε περύγιο, το οποίο ρυθμίζεται ανάλογα με τον άνεμο που επικρατεί. Με την ρύθμιση του βήματος των ανεμογεννητριών επιτυγχάνεται ο περιορισμός των φορτίων και αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους.

Η περωτή των ανεμογεννητριών της General Electric είναι εφοδιασμένη με υδραυλικό φρένο διακοπής της λειτουργίας τους. Το υδραυλικό φρένο διακοπής της λειτουργίας ενεργοποιείται σε περιπτώσεις που ο άνεμος είναι πολύ δυνατός και διακόπτει την λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Το υδραυλικό φρένο διακοπής της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας βοηθάει να αποφευχθούν οι φθορές στις ανεμογεννήτριες και αυξάνει τον χρόνο ζωής τους.

Ο έλεγχος του θορύβου επιτυγχάνεται με τον έλεγχο του βήματος της περωτής αλλά και χρησιμοποιώντας μόνωση στο κιβώτιο ταχυτήτων, στη γεννήτρια και στη Νασέλα. Οι ανεμογεννήτριες της General Electric είναι εφοδιασμένες επίσης με σύστημα ελέγχου των λειτουργιών της. Το σύστημα ελέγχου της General Electric είναι το PLC (programmable logic controller) με την ικανότητα της απομακρυσμένης παρακολούθησης των λειτουργιών των ανεμογεννητριών και του απομακρυσμένου ελέγχου αυτών.

Η General Electric εξοπλίζει τις ανεμογεννήτριες της προαιρετικά με ορισμένα συστήματα για να αυξήσουν την απόδοσή τους και να εξασφαλίσουν την καλύτερη λειτουργία τους.

3.4 Ανεμογεννήτριες Vestas

Η Vestas είναι μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στην Ελλάδα και επιλέγεται από τους Έλληνες επενδυτές για τον εξοπλισμό των αιολικών εγκαταστάσεων. Σήμερα στην Ελλάδα έχει εγκατασταθεί σημαντικός αριθμός ανεμογεννητριών της Vestas. Η Vestas έχει αναπτύξει συστήματα με τα οποία εξοπλίζει τις ανεμογεννήτριες της έτσι ώστε να τους δώσει την ικανότητα να έχουν καλύτερη απόδοση με λιγότερες φθορές στα μηχανικά τους μέρη. Η Vestas κατασκευάζει τις V52-850kW, V80-1.8MW, V82-1.65MW, V80-2.0MW, V90-1.8MW & 2.0MW, V90-3.0MW.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται από την Vestas είναι:

- Σύστημα OptiTip: χρησιμοποιείται για την ρύθμιση του βήματος της πτερωτής της ανεμογεννήτριας με δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης μέσω μικροεπεξεργαστών.
- Γεννήτρια OptiSpeed: πρακτικά επιτρέπει στον ρότορα της ανεμογεννήτριας να κινείται με συγκεκριμένη ταχύτητα. Η γεννήτρια OptiSpeed πρακτικά επιτρέπει στον ρότορα να κινείται με ταχύτητα από 14 έως 31 rpm λαμβάνοντας υπόψη τον ισχύων άνεμο που επικρατεί την κάθε στιγμή. Για να αυξήσουμε την έξοδο με την OptiSpeed ορίζουμε ως ταχύτητα περιστροφής του ρότορα την μεγαλύτερη τιμή της αργής και μεταβλητής περιστροφής της, αποθηκεύοντας αποτελεσματικά με αυτό το τρόπο το πλεόνασμα της ενέργειας σε μορφή περιστροφής. Με τον τρόπο αυτό η ανεμογεννήτρια εκμεταλλεύεται την πλήρη ισχύ από την ένταση της ριπής του ανέμου
- Γεννήτρια OptiSlip: επιτρέπει στον ρότορα της ανεμογεννήτριας να κινείται με ταχύτητα από 9 έως 19 rpm. Σκοπός της γεννήτριας είναι να αυξήσει τα έσοδα, η αύξηση της ετήσιας παραγωγής ενέργειας αλλά και ο περιορισμός των φθορών στα μηχανικά μέρη της ανεμογεννήτριας, λόγω της χαμηλής και ελεγχόμενης περιστροφής του ρότορα.
- Υδραυλική τεχνολογία Active- Stall: εξασφαλίζει στον ρότορα την συλλογή της μέγιστη ισχύ από την ένταση της ριπής του ανέμου ελαχιστοποιώντας τα καμπικά και στρεπτικά φορτία, ελέγχοντας ταυτόχρονα την παραγωγή ενέργειας.
- Σύστημα Det Norse Veritas (DNV): σύστημα το οποίο παρέχει στη ανεμογεννήτρια την ικανότητα να συντονίζει την γεννήτρια της.

Εκτός από τα παραπάνω συστήματα η Vestas διεξοδικά έχει τροποποιήσει την άτρακτο της βασισμένη στην εμπειρία από τα προηγούμενα μοντέλα της. Εξελίσσει επίσης και τον σχεδιασμό των πτερυγίων της τόσο στα υλικά κατασκευής όσο και στον αεροδυναμικό τους σχεδιασμό.[www.vestas.com].

4.Συντήρηση

Τα είδη συντήρησης σε όλες τις βιομηχανίες (και άρα και στον τομέα των ανεμογεννητριών) ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- 1.Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)
- 2.Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)
- 3.ΈκτακτηΣυντήρηση (Reactive Maintenance) ή Διορθωτική Συντήρηση (Breakdown Maintenance)

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στη συντήρηση της ανεμογεννήτριας Nordex N43. Βρίσκεται σε πάρκο στη Νότια Εύβοια και είναι ιδιοκτησίας της εταιρείας Ζέφυρος ΕΠΕ .

- Η ανεμογεννήτρια N 43 είναι προϊόν της Nordex SE, και κατασκευάζεται από τη Γερμανία.
- Η ονομαστική ισχύς της Nordex N 43 είναι 600,00 kW.
- Η λειτουργία της ξεκινά με ταχύτητα ανέμου 2,5 m/s.
- Η διάμετρος του ρότορα της Nordex N 43 είναι 43,0 m. Η επιφάνεια του δρομέα ανέρχεται σε 1.452,0 m².
- Η ανεμογεννήτρια είναι εξοπλισμένη με 3 πτέρυγες.
- Η μέγιστη ταχύτητα του δρομέα είναι 26,9 rpm.
- Η Nordex N43 είναι προσαρμοσμένη με κιβώτιο ταχυτήτων / πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων. Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει 3,0 στάδια. Ο κατασκευαστής της μετάδοσης είναι ο Flender. Στη γεννήτρια, η Nordex SE τίθεται στο Asynchronous.
- Ο κατασκευαστής χρησιμοποιεί μία γεννήτρια για την N 43. Η μέγιστη ταχύτητα της γεννήτριας είναι 1.513,0 rpm.
- Η τάση εξόδου της ανεμογεννήτριας ανέρχεται σε 690,0 V.
- Η συχνότητα δικτύου που απαιτείται για την N 43 είναι τα 50,0 Hz.
- Για την κατασκευή του πύργου, ο κατασκευαστής χρησιμοποιεί χαλύβια.
- Ως αντιδιαβρωτική προστασία για τον πύργο, η Nordex επικεντρώνεται στη βαφή. Κατασκευαστής του πύργου είναι Welcon / Omnical / Seeba.

4.1. Προληπτική Συντήρηση

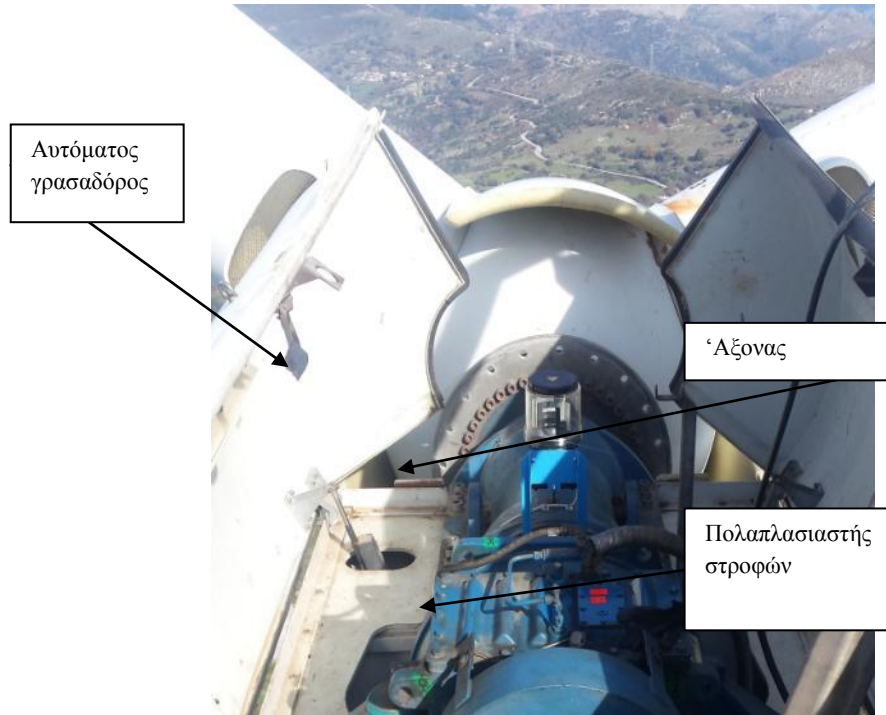
Στην Προληπτική Συντήρηση πραγματοποιείται ένταξη των διαδικασιών συντήρησης σε ένα χρονικά προγραμματισμένο πλαίσιο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε σημαντικό μηχάνημα σταματά και επιθεωρείται επισταμένως μετά από συγκεκριμένες ώρες λειτουργίας, ενώ κάθε φθαρμένο εξάρτημα (εάν υπάρχει) αντικαθίσταται και έπειτα το μηχάνημα παραδίδεται σε λειτουργία. Οι διαδικασίες αυτές έχουν ως στόχο είτε παρατείνουν τη ζωή ενός εξαρτήματος/μηχανήματος, είτε να αποκαλύπτουν τη φθορά εκείνη που πιθανώς να οδηγήσει σε αστοχία. Βασική φιλοσοφία της προληπτικής συντήρησης είναι να σχεδιάζεται έτσι ώστε να διορθώνει ή να προλαμβάνει καταστάσεις και να σταματά την παραγωγική διαδικασία σε κατάλληλο (προγραμματισμένο) χρονικό διάστημα.

Ακρογωνιαίος λίθος της Προληπτικής Συντήρησης είναι η διενέργεια ελέγχων:

- Εξετάζεται εάν ο σχεδιασμός ή οι προδιαγραφές ενός μηχανήματος είναι τα απαιτούμενα.
- Εκτιμώνται όλοι οι παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν πιθανά προβλήματα.
- Αναγνωρίζονται όλοι οι παράγοντες και τα αίτια που μπορούν να οδηγήσουν σε διακοπή και εκτιμάται ο χρόνος μέχρις ότου αυτό συμβεί. Αυτό σημαίνει ότι τα μηχανήματα αφήνονται να λειτουργούν χωρίς κάποια επέμβαση ή έλεγχο μέχρι την εμφάνιση βλάβης. Εφόσον παρουσιαστεί βλάβη, γίνεται αναγκαστική επέμβαση για την αποκατάσταση του προβλήματος.

Υπάρχει ένα πρωτόκολλο προληπτικής συντήρησης για την καθεμία μηχανή ξεχωριστά. Επίσης υπάρχει αρχείο για την κάθε μηχανή, το οποίο αφορά τις εμφανιζόμενες βλάβες, τις παρατηρήσεις και τότε είναι η επομένη συντήρηση . [6]

4.1.1. Προληπτική συντήρηση ανά εξάμηνο



Εικόνα 4.1.1: Κύρια Άτρακτος – ρότορας

Ο άξονας (η κύρια άτρακτος) είναι το πρώτο σε σειρά εξάρτημα που υπάρχει στο εσωτερικό της μηχανής , πάνω στον άξονα είναι βιδωμένη η πλύμνη της Α/Γ, γυρνάει με την ταχύτητα των φτερών κάνει 17 στροφές το λεπτό και για αυτό το γράσο που χρησιμοποιείται είναι παχύρευστο.

1. Γρασάρισμα στην περιοχή όπου εδράζεται η νασέλα πάνω στον πυλώνα.

Η στήριξη της νασέλας γίνεται στην κορυφή του πυλώνα. Στο σημείο επαφής λόγω του βάρους της νασέλας κατά την περιστροφή τοποθετούμε γράσσο για την μείωση της τριβής, το οποίο είναι απαραίτητο κάθε 6 μήνες.

2. Γρασάρισμα συνδέσμου

Γρασάρισμα συνδεσμου του πολλαπλασιαστη στροφών με την γεννητρια . Σύνδεσμος τύπου κόμπλερ και μεταδίδει την κίνηση από το σασμάν στην γεννήτρια. Ο σύνδεσμος αυτός ανήκει στην κατηγορία των εύκαμπτων- ελαστικών συνδέσμων. Επιτρέπει τη σχετική περιστροφή των δύο ατράκτων και τη μεταφορά ροπής από τη μία άτρακτο στην άλλη.[17]



Εικόνα 4.1.2 :Σύνδεσμος κόμπλερ

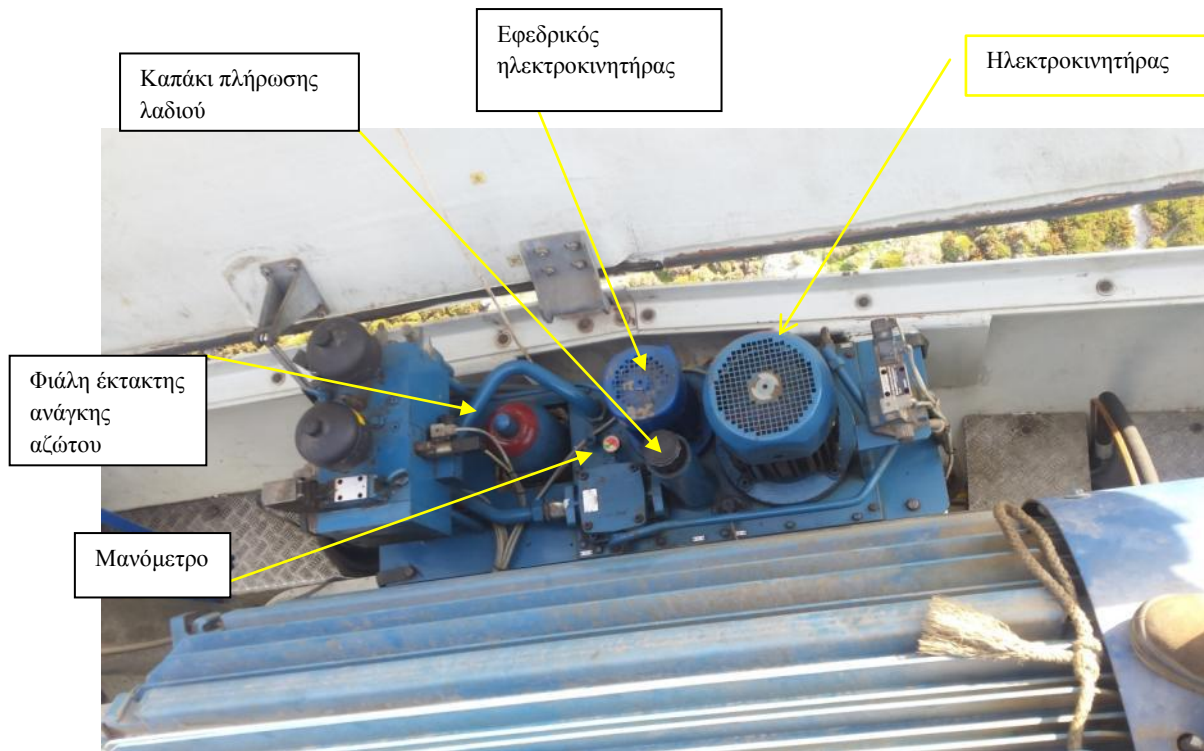
3. Γρασάρισμα των εδράνων κύλισης της γεννήτριας.

Η γεννήτρια παίρνει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων που στρέφεται με 1500 στροφές το λεπτό και για αυτό το γράσο που χρησιμοποιείται είναι λεπτόρευστό. [10]

4. Συντήρηση υδραυλικού συστήματος

Συντήρηση πραγματοποιείται και στο υδραυλικό σύστημα της Α/Γ. Το υδραυλικό σύστημα ενεργοποιεί το δισκόφρενο το οποίο είναι πάνω στον άξονα που μεταφέρει την κίνηση από τον πολλαπλασιαστή στροφών στην γεννήτρια.

Το Υδραυλικό Σύστημα αποτελείται από ένα μια αντλία λαδιού η οποία παίρνει κίνηση από ένα ηλεκτροκινητήρα ο οποίος βρίσκεται στο πάνω μέρος του συστήματος και παίρνει εντολές από ένα πρεσοστάτη ο οποίος ρυθμίζει την πίεση να είναι πάντα στα 200 bar. Υπάρχει ακόμα μια βαλβίδα ασφαλείας η οποία ανοίγει στα 250 bar σε περίπτωση βλάβης του πρεσοστάτη. Συνήθως η συντήρηση που πραγματοποιείται πάνω στο υδραυλικό σύστημα είναι το συμπλήρωμα λαδιού, μέτρηση με πολύμετρο ότι τα ηλεκτρικά του συστήματα του δουλεύουν σωστά, οι εντολές εκτελούνται κανονικά και δεν υπάρχει διαρροή λαδιού.[16]

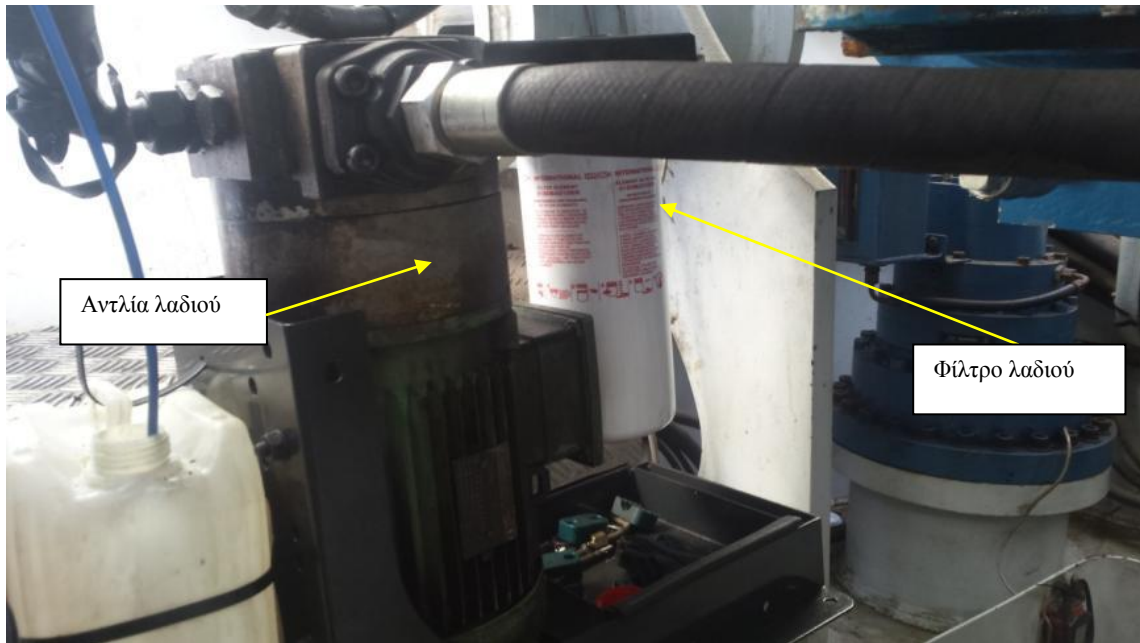


Εικόνα 4.1.3: Υδραυλικό σύστημα

5. Συμπλήρωμα αζώτου στο σύστημα ασφαλείας του υδραυλικού .

Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος με την πίεση που έχει μέσα το άζωτο στέλνει υδραυλικό λάδι στα φρένα της μηχανής , φρένα ρότορα και φρένα περιστροφής της μηχανής με αποτέλεσμα να έχει την δυνατότητα να σταματήσει τη λειτουργία του συστήματος

6. Αλλαγή φίλτρου λαδιού στο κιβώτιο ταχύτητας και συμπλήρωμα λαδιού .

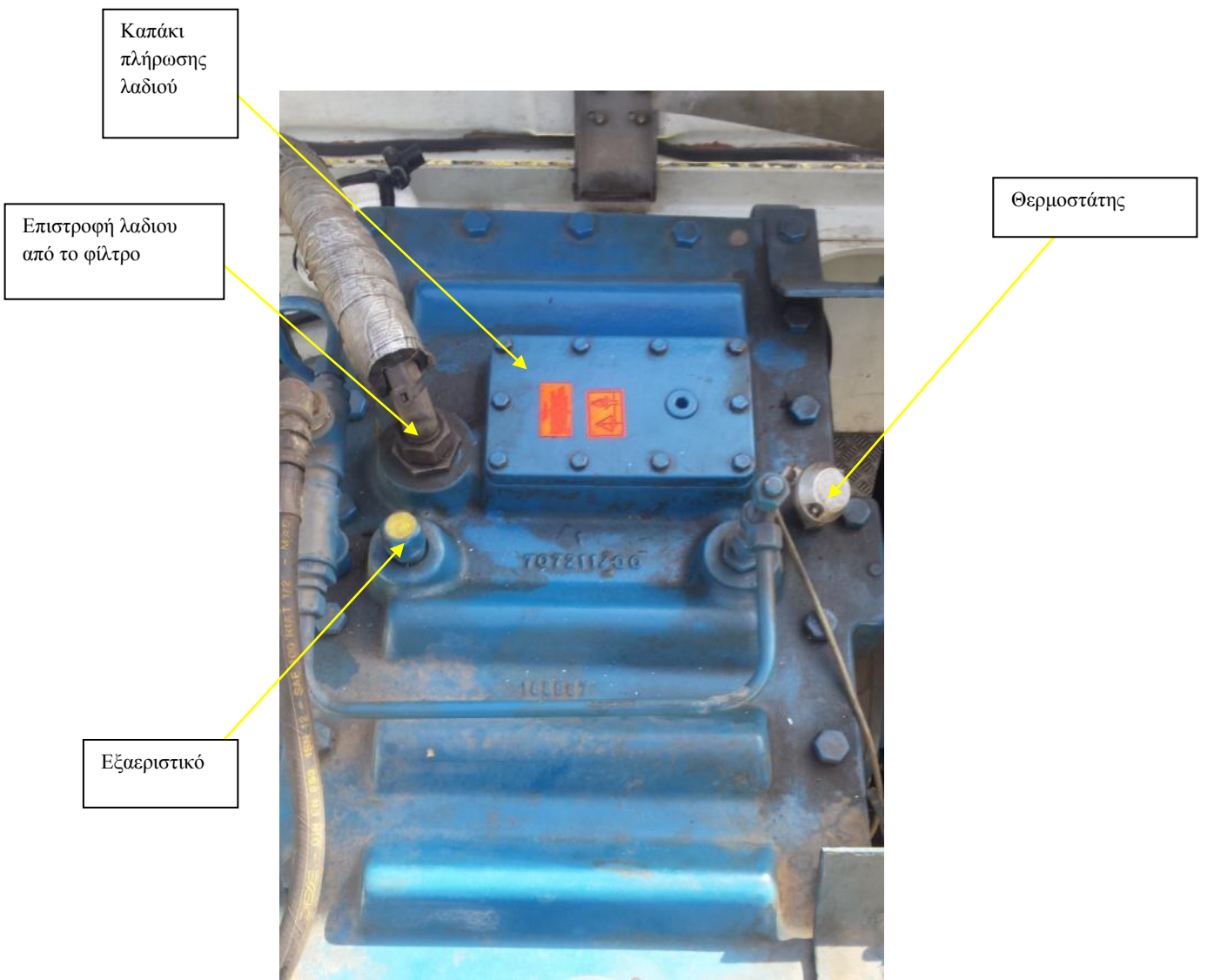


Εικόνα 4.1.4: Αντλία – φίλτρο λαδιού

Το φίλτρο του λαδιού έχει χωρητικότητα κοντά στα 2 λίτρα λάδι το οποίο αφαιρείται μαζί με το παλιό φίλτρο , με αποτέλεσμα να πρέπει να ξανασυμπληρωθεί .

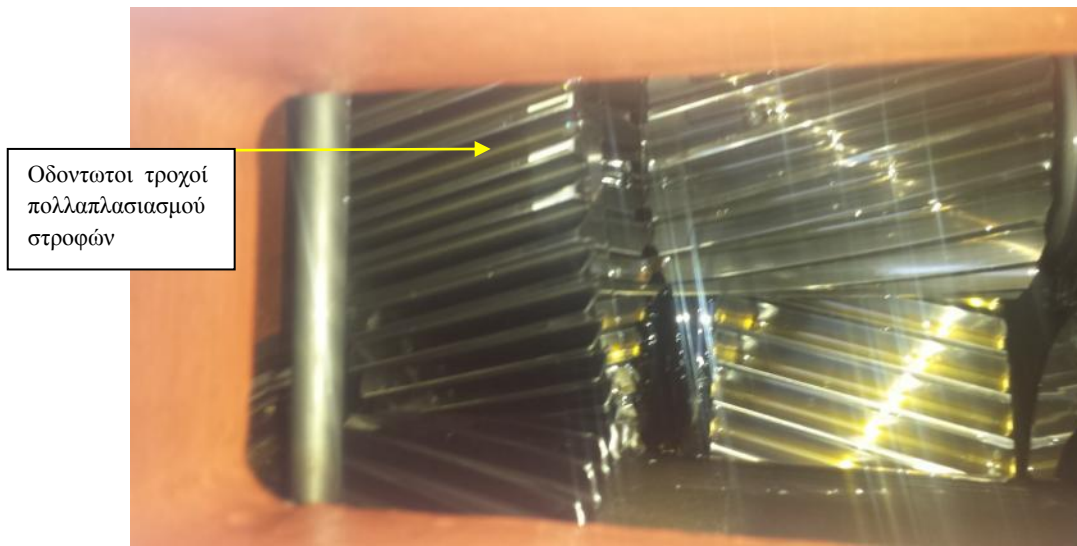
7. Οπτικός έλεγχος

Σε όλα τα συστήματα της μηχανής γίνεται οπτικός έλεγχος. Ανεμόμετρο, ανεμοδείκτη, καλώδια, μαρκούτσια για τυχόν διαρροές, ψυγείο λαδιού, σύστημα πέδησης ρότορα.



Εικόνα 4.1.5:Πολλαπλασιαστής στροφών

8. Οπτικός έλεγχος στο εσωτερικό του κιβώτιου ταχυτήτων [13]



Εικόνα 4.1.6: Πολλαπλασιαστής στροφών εσωτερικά

Δειγματοληψία λαδιού από το πολλαπλασιαστής στροφών για τον έλεγχο της φθοράς των γραναζιών και για την αλλαγή του λαδιού

9. Οπτικός έλεγχος των φτερών για τυχόν βλάβες ,οι οποίες επιδιορθώνονται από εξειδικευμένο συνεργείο



Εικόνα 4.1.7: φτερό

10. Έλεγχος στα φτερά από το εσωτερικό της νασέλας

Σύσφιξη φτερών με το hub με ηλεκτρικό δυναμόκλειδο και έλεγχος για τυχόν φθορές. Κάθε 6 μήνες προληπτικά γίνεται σύσφιξη των περικοχλίων που στηρίζουν τα φτερά πάνω στην πλήμνη. Λόγω της περιστροφής της πλήμνης και των ταλαντώσεων των φτερών υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να λασκάρει κάποιο περικόχλιο.

11. Καθαριότητες στο χώρο της μηχανής

Μετά από κάθε συντήρηση η και κατά την λειτουργία της μηχανής πάντα πρέπει να είναι καθαρά μέσα στον χώρο της μηχανής κατά κύριο λόγο για λόγους ασφαλείας και για να μπορούμε να ξεχωρίσουμε τυχόν βλάβες μέσα στην μηχανή.

12. Έλεγχος της σκάλας του πυλώνα .



Εικόνα 4.1.8: Σκάλα πυλώνα

Ο πυλώνας δέχεται πολλές δονήσεις και πολλούς κραδασμούς κατά την λειτουργία της Α/Γ. Η σκάλα μέσα στον πυλώνα είναι τοποθετημένη με κοχλίες με αποτέλεσμα κάποιο περικόχλιο να θέλει σύσφιξη η κάποιος κοχλίας να θέλει αντικατάσταση.

13. Έλεγχος στα συστήματα ασφαλείας μέσα στην Α/Γ

Σε κάθε Α/Γ μέσα είναι υποχρεωτικό να υπάρχουν κάποια συστήματα ασφαλείας . Τα πιο βασικά είναι πυροσβεστήρες – συρματόσχοινο ασφαλείας και ανακόπτες πτώσης.

14. Έλεγχος στου ηλεκτρικούς πίνακες της Α/Γ

Η κάθε Α/Γ στο εσωτερικό της έχει τους δικούς της ηλεκτρολογικούς πίνακες χαμηλής και μέσης τάσης μέσα από τους οποίους ξεκινάνε όλες οι εντολές για την εκκίνηση και την λειτουργία της μηχανής. Η συντήρηση του πραγματοποιείται από ειδικευμένο συνεργείο.

15. Συντήρηση δικτύου

Το δίκτυο είναι εγκατεστημένο από την εταιρία που έχει το αιολικό πάρκο και συντηρείται από την ΔΕΗ. Το προσωπικό το παρακολουθεί ανά τακτά χρονικά διαστήματα όλο το δίκτυο

και επιβλέπει κατά την συντήρηση η οποία πραγματοποιείται ανά 6 μήνες από εξωτερικό συνεργείο.

15.1. Έλεγχος υποσταθμών.



Εικόνα 4.1.9 :Υποσταθμός

Το αιολικό πάρκο που μελετάμε έχει 2 υποσταθμούς Μ.Τ./Υ.Τ. μέσα από τους οποίους διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ η ενέργεια που παράγεται στο αιολικό πάρκο. Η συντήρηση των υποσταθμών γίνεται επίσης από ειδικευμένο συνεργείο.[15]

Οι εργασίες και οι έλεγχοι γίνονται ανά διαστήματα για την καταγραφή ηλεκτρικών παραμέτρων, θερμοκρασιών, λειτουργίας συστημάτων και αφορούν την προληπτική συντήρηση του Υποσταθμού. Η συχνότητα συντήρησης και των περιοδικών ελέγχων ορίζονται από τον αρμόδιο μηχανικό αφού έχει λάβει υπ' όψιν παραμέτρους όπως η κρισιμότητα των φορτίων οι συνθήκες περιβάλλοντος, τα φορτία του Υποσταθμού κτλ.

Ο περιοδικός έλεγχος θα πρέπει να γίνεται κατ ελάχιστο μια φορά το μηνά ενώ η προληπτική συντήρηση του Υποσταθμού θα πρέπει να γίνεται μια φορά ανά έτος.

Ο εξαμηνιαίος έλεγχος των Υποσταθμών περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Οπτικός έλεγχος κύριου εξοπλισμού Υποσταθμού
- Οπτικός έλεγχος βοηθητικού εξοπλισμού
- Οπτικός έλεγχος οργάνων μέτρησης και ενδείξεων
- Οπτικός έλεγχος καλωδίων ισχύος και βοηθητικών
- Έλεγχος λειτουργίας κυκλωμάτων προστασίας
- Έλεγχος λειτουργίας πεδίου Πυκνωτών
- Έλεγχος φωτισμού, πυρασφάλειας, σήμανσης, προστατευτικών μέσων
- Ακουστικός έλεγχος
- Καταγραφή κατάστασης εξοπλισμού

16. Συντήρηση Οχημάτων

Σημαντικό ρόλο στην συντήρηση των ανεμογεννητριών έχει η σωστή λειτουργία των οχημάτων που χρησιμοποιεί το προσωπικό συντήρησης, καθώς λόγω των απομακρυσμένων θέσεων που βρίσκονται οι ανεμογεννήτριες είναι δύσκολη η πρόσβαση χωρίς οχήματα.

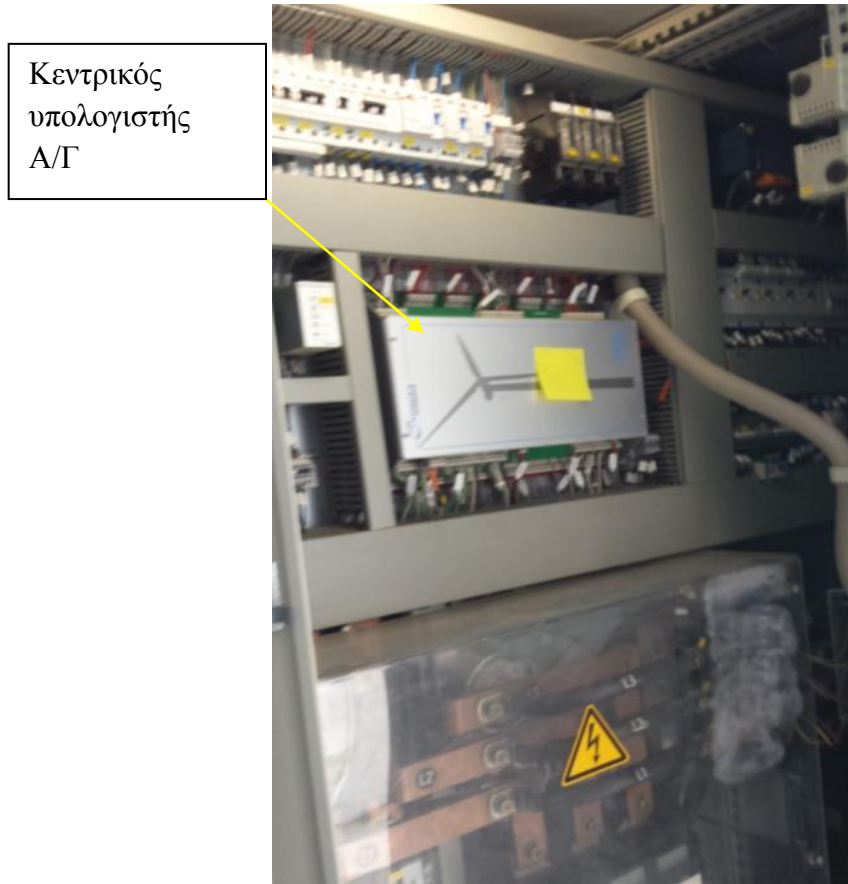
17. Συντήρηση λοιπών υποδομών

Για την καλή και σωστή λειτουργία του αιολικού πάρκου είναι απαραίτητο να συντηρούνται και οι υπόλοιπες υποδομές που το αποτελούν. Έτσι θα πρέπει να συντηρείται το οδικό δίκτυο πρόσβασης στο αιολικό πάρκο ώστε να διατηρούνται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή της Α/Γ, όπως το πλάτος του δρόμου, οι κλίσεις του οδοστρώματος και οι ακτίνες των στροφών, ώστε η όδευση στο σημείο να γίνεται με ευκολία. Ακόμη θα πρέπει να συντηρούνται οι πλατείες ώστε να διευκολύνονται οι εργασίες μέσα στο αιολικό πάρκο. Επίσης σημαντική είναι και οι συντήρηση των βοηθητικών κτηρίων όπως π.χ. του προσωπικού, των ανταλλακτικών καθώς και της παρακολούθησης λειτουργίας.

4.1.2. Προληπτική συντήρηση ανά έτος

4.1.2.1. Συντήρηση πίνακα χαμηλής τάσης

Η ετήσια συντήρηση του πίνακα χαμηλής τάσης περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο τις παρακάτω εργασίες:



Εικόνα 4.2.1: Πίνακας χαμηλής τάσης

- Έλεγχος καλής λειτουργίας του γενικού διακόπτη Χ.Τ.
- Έλεγχος καλής λειτουργίας επιμέρους διακόπτων ισχύος
- Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των βοηθητικών κυκλωμάτων του Υ/Σ
- Έλεγχος των ζυγών και συσφίξεις όπου αυτό απαιτηθεί
- Καθαρισμός μονωτήρων πίνακα
- Έλεγχος καλής λειτουργίας οργάνων μέτρησης και ενδείξεων

- Έλεγχος πυκνωτών
- Μέτρηση γειώσεων πίνακα χαμηλής τάσης
- Έλεγχος έδρασης πίνακα
- Καθαρισμός πίνακα και περιβάλλοντα χώρου

Με το πέρας των ανωτέρω ελέγχων και μετρήσεων συντάσσεται τεχνική έκθεση με τα αποτελέσματα, τις μετρήσεις και τις παρατηρήσεις εφόσον υπάρχουν, υπογράφεται από τον υπεύθυνο ηλεκτρολόγο μηχανικό και αρχειοθετείτε στο Αρχείο συντηρήσεων Η/Μ εξοπλισμού.

4.1.2.2. Συντήρηση πίνακα μέσης τάσης

Η Ετήσια συντήρηση του πίνακα μέσης τάσης περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες:

- Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των διακοπών Μέσης Τάσεως (open - close)
- Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των μηχανισμών οπλισμού διακοπής των διακοπών
- Έλεγχος λειτουργίας των μηχανικών μανδαλώσεων πόρτας διακόπτη μέσης τάσης
- Έλεγχος και συντήρηση των επαφών των διακοπών
- Έλεγχος πηνίων εργασίας διακοπών
- Έλεγχος και συντήρηση των επαφών των ασφαλειών
- Έλεγχος των ζυγών και συσφίξεις όπου αυτό απαιτηθε
- Έλεγχος και συντήρηση των μονωτήρων
- Έλεγχος μονώσεων πίνακα Μ.Τ.
- Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των βοηθητικών κυκλωμάτων
- Γενικός καθαρισμός του εσωτερικού του Πίνακα Μ.Τ
- Έλεγχος ατμοκιβωτίων πίνακα Μ.Τ.

- Έλεγχος φυσιγγίων Μ.Τ.
- Έλεγχος στάθμης ελαίου (εφόσον οι διακόπτες είναι ελαιοδιακόπτες) 79
- Λίπανση μηχανικών μερών διακόπτη Μ.Τ.
- Έλεγχος γειώσεων πίνακα
- Έλεγχος έδρασης πίνακα
- Γενικός καθαρισμός του πίνακα Μ.Τ. και περιβάλλοντα χώρου

4.1.2.3. Συντήρηση μετασχηματιστή Χ.Τ.-Μ.Τ.

Η ετήσια συντήρηση μετασχηματιστή περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες:



Εικόνα 4.2.2: Μετασχηματιστής

- Έλεγχος στάθμης ελαίου Μετασχηματιστή
- Έλεγχος διαρροής ελαίου Μετασχηματιστή
- Έλεγχος κατάστασης κελύφους Μετασχηματιστή

- Αντικατάσταση silica gel Μετασχηματιστή
- Εξαερισμός από σώμα και μονωτήρες
- Δειγματοληψία ελαίου για έλεγχο διηλεκτρικής αντοχής
- Έλεγχος και συντήρηση των ακροκιβωτίων των καλωδίων μέσης τάσης
- Έλεγχος και καθαρισμός των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης στο χώρο των Μετασχηματιστών
- Έλεγχος και συντήρηση των μονωτήρων του Μετασχηματιστή
- Έλεγχος θερμοκρασίας
- Έλεγχος εξαερισμού χώρου Μετασχηματιστή
- Έλεγχος ελαιολεκάνης για τυχόν διαρροές (Για Μετασχηματιστές ελαίου)
- Έλεγχος έδρασης Μετασχηματιστή
- Εξωτερικός καθαρισμός του Μετασχηματιστή
- Έλεγχος μονώσεων Μετασχηματιστή με MEGGER 5.000 ή 10.000 V
- Έλεγχος συστημάτων προστασίας Μετασχηματιστή και δοκιμή σωστής λειτουργίας
- Μέτρηση γειώσεων ουδέτερου κόμβου Μετασχηματιστή και μεταλλικών μερών 80
- Έλεγχοι συσφίξεων
- Μέτρηση μονώσεων Μετασχηματιστή
- Μέτρηση αντιστάσεων Μετασχηματιστή (πηνία M.T και X.T)
- Μέτρηση μονώσεων καλωδίων μέσης τάσης
- Γενικός καθαρισμός του χώρου του Μετασχηματιστή και περιβάλλοντα χώρου

4.1.2.4. Συντήρηση γενικού διακόπτη υποσταθμού

Οι SF6 διακόπτες υψηλής ή μέσης τάσεως ή διακόπτες εξαφθοριούχου θείου είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται ως διακόπτες σε κυκλώματα ηλεκτρικού ρεύματος, κυρίως σε δίκτυα υψηλής ή μέσης τάσης και βιομηχανικές εφαρμογές. Η διακοπή ρεύματος σε έναν διακόπτη υψηλής ή μέσης τάσης επιτυγχάνεται με το χωρισμό δύο επαφών σε ένα μέσο, όπως το εξαφθοριούχο θείο (SF6) που έχει άριστες διηλεκτρικές ιδιότητες. Μετά από το χωρισμό των επαφών, το ρεύμα μεταφέρεται μέσω ενός ηλεκτρικού τόξου και διακόπτεται όταν η θερμοκρασία του τόξου αυτού μειωθεί, από ένα ρεύμα αερίου ικανοποιητικής έντασης που εκτοξεύεται επάνω στο τόξο. Ο έλεγχος πραγματοποιείται από εξωτερικό εξειδικευμένο συνεργείο καθώς και η συντήρηση του.[6][Wikipedia.com]



Εικόνα 4.2.4: Διακόπτης υψηλής τάσεως SF6 Merlin Gerin

4.2 Προβλεπτική συντήρηση

Η μέθοδος της Προβλεπτικής Συντήρησης (Predictive Maintenance) βασίζεται στη χρήση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου, που επιτρέπουν την ουσιαστική διάγνωση της πραγματικής φυσικής κατάστασης του εξοπλισμού όσο αυτό βρίσκεται σε λειτουργία. Στόχος της προβλεπτικής συντήρησης είναι η πρόγνωση του χρόνου επισκευής ή συντήρησης πριν από την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων ή βλαβών. Πρόκειται για μια προσέγγιση συντήρησης με μειωμένο κόστος, μιας και οι δραστηριότητές της εκτελούνται μόνο όταν είναι δικαιολογημένες. Κατά την προβλεπτική συντήρηση, η κατάσταση και η απόδοση του εξοπλισμού παρακολουθούνται συνεχώς δυναμικά. Τα στοιχεία που προκύπτουν δίνουν πληροφορίες για την κατάσταση του μηχανήματος με συνέπεια να είναι δυνατή μια πρόβλεψη του χρόνου επέμβασης. Η προβλεπτική Συντήρηση ασχολείται με τα τυχαία και ξαφνικά εμφανιζόμενα προβλήματα τα οποία προσπαθεί να εντοπίσει και να διορθώσει εγκαίρως. Η γενική μεθοδολογία της προβλεπτικής συντήρησης είναι η παρακολούθηση της εξέλιξης των διαφόρων φαινομένων ή ευρημάτων που αφορούν πρόοδο φθορών ή γεγονότων που οδηγούν σε βλάβες. Τα ευρήματα αυτά οφείλονται συνήθως σε μηχανικά ή λειτουργικά αίτια, στην επίδραση του περιβάλλοντος ή και σε όλα μαζί.

Ορισμένες από τις βασικότερες μεθόδους διάγνωσης στην προβλεπτική συντήρηση ανεμογεννητριών είναι οι εξής:

1.Θερμογραφία (Infrared scanning) η οποία μπορεί να μας βοηθήσει να διαπιστώσουμε μια βλάβη σε μια μηχανή, αν για παράδειγμα αυτή λειτουργεί σε υψηλότερη θερμοκρασία από ότι συνήθως.

2.Ανάλυση κραδασμών (Vibration analysis) -Με την ανάλυση των κραδασμών μπορούν να εντοπιστούν πιθανά προβλήματα που εξελίσσονται ή έχουν ήδη εκδηλωθεί, με το συσχέτισμό των κραδασμών με τα ελαττώματα των περιστρεφόμενων στοιχείων μηχανών που υποδεικνύουν

3. Παρακολούθηση και ανάλυση λίπανσης (Lubrication analysis) -Η παρακολούθηση και η ανάλυση της λίπανσης ενός συγκεκριμένου μηχανήματος κατά τη διάρκεια της ζωής του μπορεί εξαλείψει δαπανηρές επισκευές. Επίσης, με τη λίπανση επιτυγχάνεται και ο καθαρισμός των μεταλλικών μερών της μηχανής με τα οποία το λιπαντικό έρχεται σε επαφή.

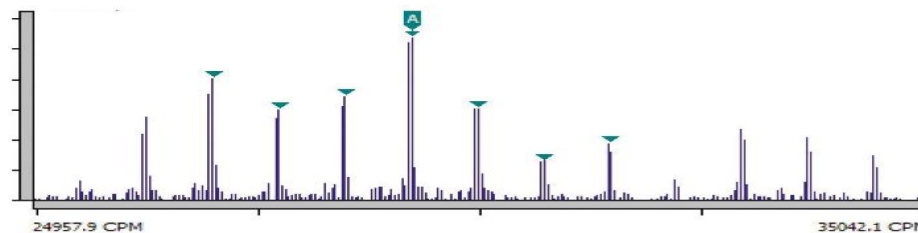
4. On line ανάλυση γεννήτριας (Online generator analysis). Πρόκειται για μια μέθοδο προστασίας της ηλεκτρογεννήτριας,

Τα υφιστάμενα συστήματα παρακολούθησης βασίζονται κυρίως στην ανάλυση των κραδασμών και απαιτούν την εγκατάσταση πρόσθετων αισθητήρων, πχ επιταχυνσιομέτρων, και την πραγματοποίηση διάγνωσης από ειδικούς οι οποίοι προσπαθούν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικότερα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν συνδυάζοντάς τα. Ο συνδυασμός των αναλύσεων δονήσεων χωρίς περαιτέρω δεδομένα επιτρέπει την έγκαιρη και λεπτότερη ανίχνευση των ανωμαλιών. Οι ερευνητές εργάζονται επίσης για την επαναδιαμόρφωση των διαδικασιών του ελέγχου των ανεμογεννητριών έτσι ώστε όταν ανιχνεύεται ένα σφάλμα, να κρατεί την ανεμογεννήτρια στο ρελαντί μέχρι την επισκευή της. Αυτό θα καταστήσει δυνατή την απώλεια λιγότερων χρημάτων. Για την ανάλυση κραδασμών , υπάρχουν ορισμένες εταιρείες που αναπτύσσουν συστήματα εποπτείας των ανεμογεννητριών. Τέτοια είναι η περίπτωση του συστήματος Octavis από την IFM. Αυτό το σύστημα επιτρέπει τον έλεγχο της τριβής της ανεμογεννήτριας και μπορεί επίσης να δημιουργήσει λεπτομερή διάγνωση της δυσλειτουργίας. Όλα αυτά τα συστήματα συνδέονται με το Internet που επιτρέπει την παρακολούθηση της ανεμογεννήτριας κάθε φορά από την μέσω των αισθητήρων κραδασμών.



Παράδειγμα ενός IFM αισθητήρα δόνησης

Οι αισθητήρες αυτοί επιτρέπουν μια γρήγορη ανίχνευση των προβλημάτων με τη μετατροπή των δονήσεων σε συχνότητες του συστήματος.

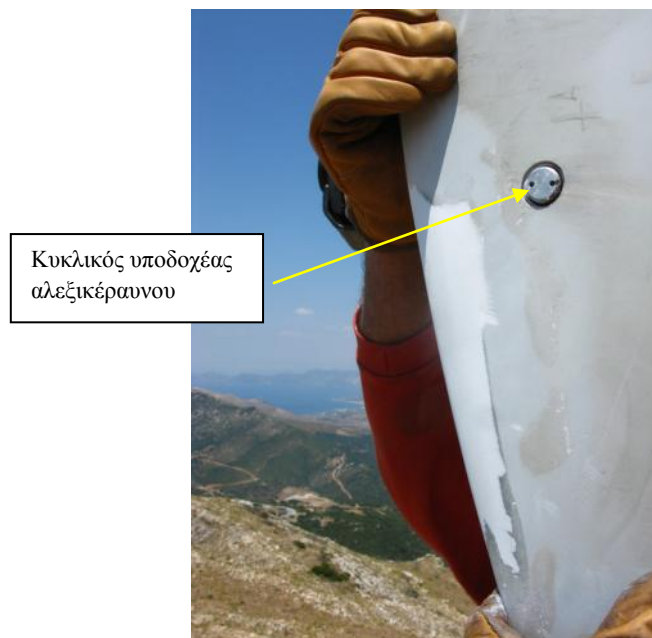


Το παραπάνω διάγραμμα αντιπροσωπεύει το είδος των αποτελεσμάτων που μπορεί να προσφέρει η ανάλυση κραδασμών. Οι κορυφές αντιπροσωπεύουν τις συχνότητες των δονήσεων δεδομένων των ανεμογεννητριών σε κανονική λειτουργία. Εάν υπάρχουν νέες κορυφές στο αποτέλεσμα της ανάλυσης, σημαίνει ότι υπάρχει ένα πρόβλημα στο σύστημα και η επισκευή είναι απαραίτητη .

4.3. Έκτακτη συντήρηση-Βλάβες

Συχνές ζημιές γίνονται στα φτερά από τους κεραυνούς οπότε και έρχεται εξειδικευμένο συνεργείο για την επισκευή τους. Η συχνή πρόκληση κεραυνών θα μπορούσε να αποβεί καταστροφική για τις έλικες των ανεμογεννητριών οι οποίες είναι κατασκευασμένες από πολυεστέρα και υαλουφάσματα και παρότι είναι σχεδιασμένες για να ανταπεξέρχονται σε ηλεκτρικές εκκενώσεις, η συχνή εμφάνιση τέτοιων φαινομένων θα μπορούσε να τις φθείρει. Οι βλάβες των πτερυγίων μιας ανεμογεννήτριας εξαρτώνται από την ενέργεια του ρεύματος του κεραυνού. Όταν ένα κεραυνικό πλήγμα έρχεται σε επαφή με ένα μονωμένο πτερύγιο και η κεραυνική εκκένωση διεισδύσει εντός του πτερυγίου, η πίεση του αερίου στην εσωτερική κοιλότητα του πτερυγίου αυξάνετε με την εξάτμιση της υγρασίας .

Στα πτερύγια που είναι εφοδιασμένα με ένα μεταλικό κυκλικό υποδοχέα, η κεραυνική εκκένωση μπορεί να φτάσει στον υποδοχέα κατευθείαν ή επιφανειακά, μέσω ενός μονωμένου τμήματος. Στην τελευταία περίπτωση, ένα μονωμένο υλικό καίγεται ή απανθρακώνεται από την ενέργεια της κεραυνικής εκκένωσης.



Σχήμα 4.3.1: Επισκευή ακροπτερυγίου

Η καταστροφή των πτερυγίων των ανεμογεννητριών δημιουργεί πολυδάπανες επισκευές και απώλεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Άλλη μία πολύ συχνή βλάβη λόγο κεραυνού είναι να σταματήσει να λειτουργεί σωστά ο ανεμοδείκτης της Α/Γ με αποτέλεσμα να χάσει τον προσανατολισμό της.

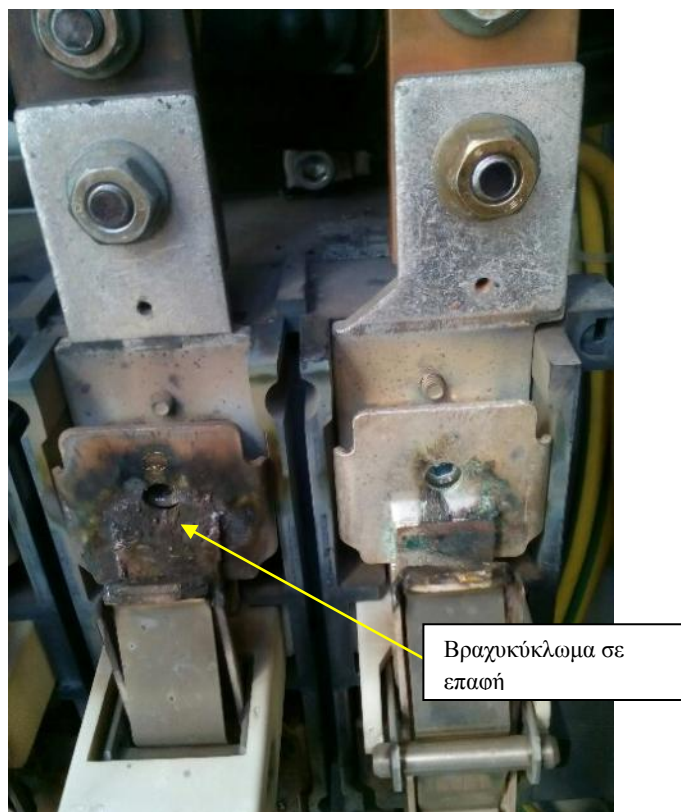


Εικόνα 4.3.2: Αλλαγή ανεμοδείκτη



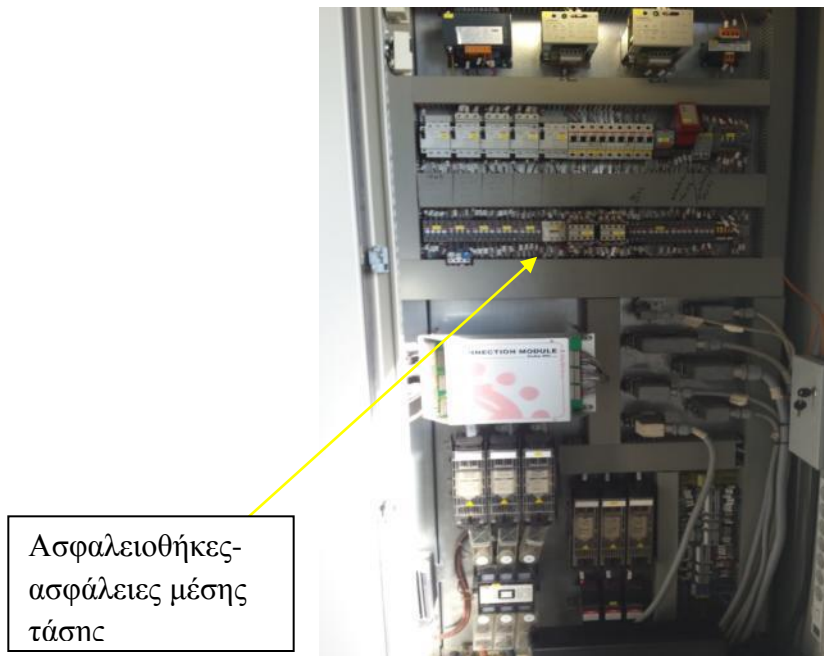
Εικόνα 4.3.3.: Πυρκαγιά στο δίκτυο

Λόγω των κακών καιρικών συνθηκών πάνω στο βουνό που είναι εγκατεστημένο το πάρκο, συχνές βλάβες παρατηρούνται επίσης και στο δίκτυο σύνδεσης με την ΔΕΗ , είτε από τον δυνατό αέρα, την πολύ και δυνατή βροχή, ακόμα και το χιόνι. Επίσης, παρατηρούνται συχνά βλάβες σε μονωτήρες και σε καλώδια.



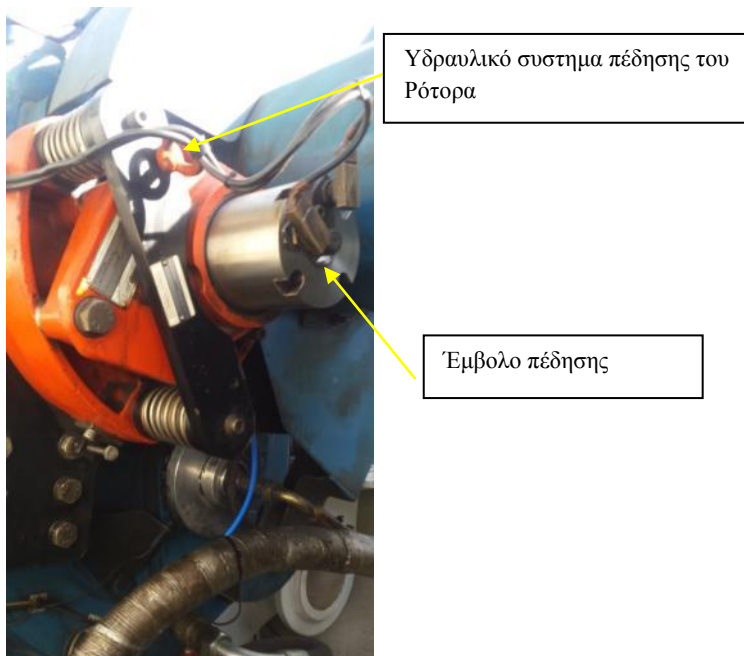
Εικόνα 4.3.4. :Ηλεκτρικό βραχυκύκλωμα σε ρελέ

Οι συνηθέστερες βλάβες, είναι ηλεκτρολογικές όπως π.χ. να καεί κάποιος αυτόματος διακόπτης στον ηλεκτρικό πίνακα της Α/Γ .



Εικόνα 4.3.5: Πίνακας μέσης τάσης

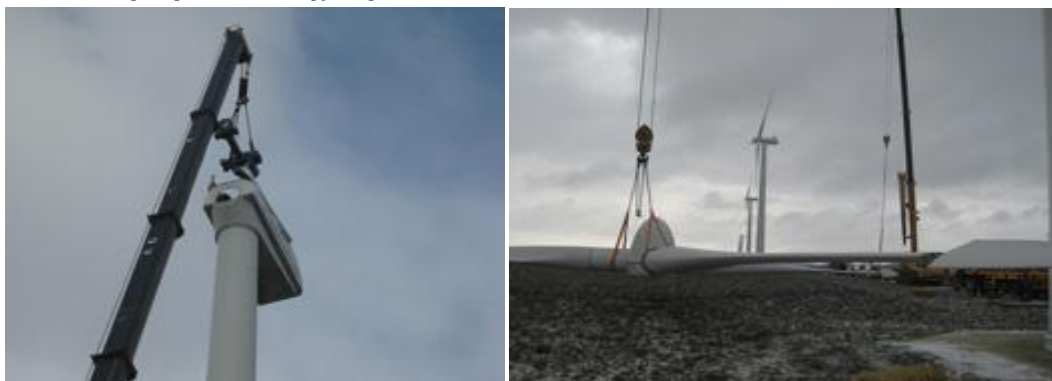
Πιο σπάνιες έκτακτες βλάβες είναι η φθορά στα στεγανωτικά του υδραυλικού συστήματος ή η διαροή λαδιών είτε από το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών είτε από το υδραυλικό σύστημα οπότε και στις δυο περιπτώσεις σταματάει η μηχανή. Άλλη βλάβη είναι η φθορά του συστήματος της πέδησης (φρένο).



Εικόνα 4.3.6: Σύστημα πέδησης

Η σοβαρότερη βλάβη που μπορεί να υποστεί μια ανεμογεννήτρια είναι και η συνηθέστερη και πιο σημαντική από όλες: το κιβώτιο ταχυτήτων.

4.3.1. Επισκευή κιβωτίου ταχυτήτων



Γύρω στα 5-8 χρόνια (και σε πολλές περιπτώσεις πολύ νωρίτερα: 1-2 χρόνια) αρχίζει να παρατηρείται φθορά, στο κιβώτιο ταχυτήτων. Δημιουργούνται κραδασμοί και ακούγονται σφυρίγματα. Λόγω του ότι απαιτείται πολύς χρόνος για την επισκευή του και ο χρόνος που θα σταματήσει η μηχανή πρέπει να είναι περιορισμένος, (πρέπει να αντικατασταθεί με ένα καινούργιο ή με ένα επισκευασμένο κιβώτιο ταχυτήτων), το κιβώτιο δεν επισκευάζεται μέσα στην Α/Γ. Το παραλαμβάνει γερανός και το μεταφέρει σε εξειδικευμένο συνεργείο επισκευής

για σασμάν. Εκεί αποσυναρμολογείται πλήρως και αντικαθίστανται όλα τα φθαρμένα εξαρτήματα , και ελέγχονται από εξειδικευμένο προσωπικό και καταλληλα μηχανήματα.

Διαδογικές φάσεις επισκευής κιβωτίου ταχυτήτων



Εικόνα 4.3.8: Το κιβώτιο ταχυτήτων κατά την άφιξη του στο συνεργείο όπου γίνεται η επισκευή του.[12]



Εικόνα 4.3.9 : Αποσυναρμολόγηση του κιβωτίου ταχυτήτων



Εικόνα 4.3.10: Αποσυναρμολόγηση του πλανητικού

Αποσυναρμολόγηση του κιβώτιου ταχυτήτων.



Εικόνα 4.3.11: Αποσυναρμολόγηση του πλανητικού

Έλεγχος του κιβώτιου ταχυτήτων στο εσωτερικό του, για τυχόν εντοπισμό φθοράς στους οδοντωτούς τροχούς και αντικατάστασή τους.



Εικόνα 4.3.12: Παράδειγμα φθοράς σε οδοντωτό τροχό του κιβωτίου

Γίνεται κατεργασία λείανσης στους μετωπικούς οδοντωτούς τροχούς.





Εικόνα 4.3.13: Οδοντωτοί τροχοί του κιβωτίου-φθορά οδοντωτού τροχου

Γίνεται αντικατάσταση των πλάγιων οδοντωτών τροχών στο εσωτερικό του κιβωτίου, και αλλαγή των παρεμβυσμάτων στεγανοποίησης .



Εικόνα 4.3.14: Κύρια έδρανα στο εσωτερικό του κιβωτίου

Ανανέωση της κύριας βαλβίδας λαδιού (terning union) και αντικατάσταση όλων των εδράνων και όλων των σφηνών.



Εικόνα 4.3.15: Εσωτερική όψη του κιβωτίου



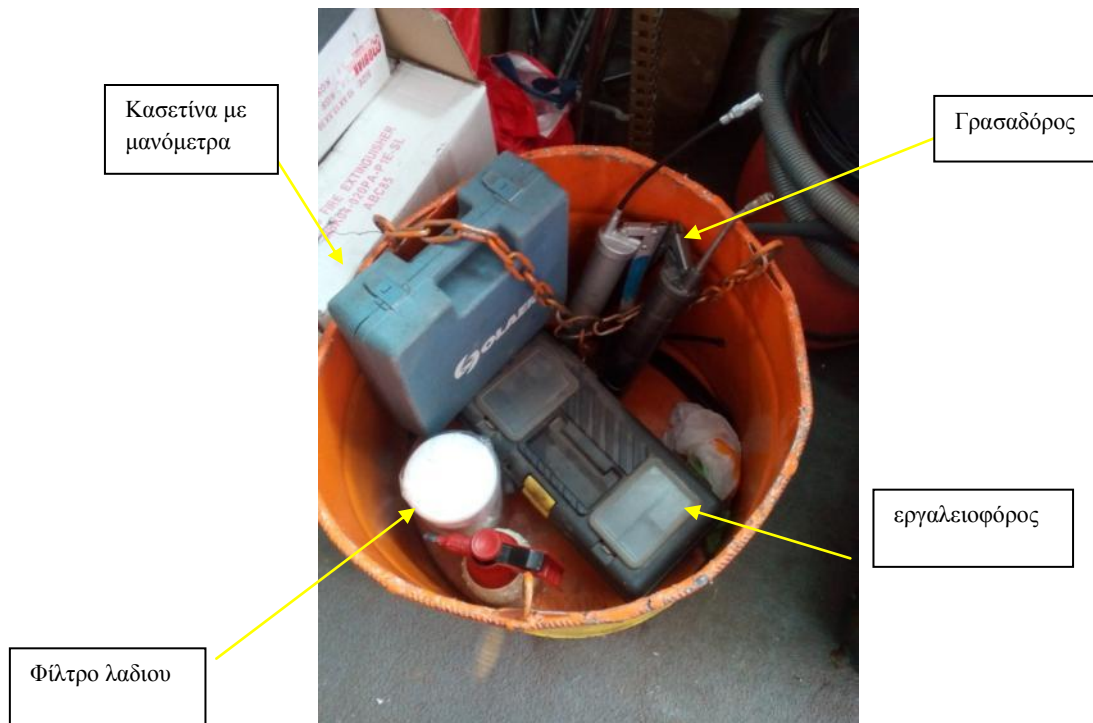
Εικόνα 4.3.16: Τεχνικά χαρακτηριστικά κιβωτίου ταχυτήτων



Εικόνα 4.3.17: Ρότορας κατά την διάρκεια αλλαγής κιβωτίου ταχυτήτων.

4.4. Εργαλεία και αναλώσιμα

Εργαλεία και αναλώσιμα που χρησιμοποιούνται για την βασική συντήρηση



Εικόνα 4.4.1:Εργαλεία

Τα βασικά εργαλεία που πρέπει να υπάρχουν στον εργαλειοφόρο του συντηρητή πρέπει να είναι :

1. Μια συλλογή από κατσαβίδια η οποία να περιλαμβάνει 6-8 διαφορετικές διαστάσεις καθότι αυτές καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις σε νούμερα.
2. Ένα γαλλικό κλειδί το οποίο είναι πρακτικό για όλων των ειδών περικόχλια.
3. Μια συλλογή από γερμανοπολύγωνα. Τις περισσότερες φορές που θα χρειαστεί να λασκάρουμε η να σφίξουμε κάποιο κοχλία θα χρειαστεί να ασκήσουμε περισσότερη δύναμη από ότι μπορούμε να εφαρμόσουμε με το γαλλικό κλειδί.
4. Μια πένσα ηλεκτρολόγου.
5. Δοκιμαστικό κατσαβίδι.

6. Κόφτη καλωδίων.
7. Τσιμπίδα υδραυλικού.
8. Κλειδιά Allen.
9. Δυναμόκλειδο. Στους περισσότερους κοχλίες μέσα στην Α/Γ πρέπει κατά την διάρκεια της σύσφιξης να εφαρμόσουμε συγκεκριμένη δύναμη την οποία μετράμε σε N/m
10. Υδραυλική πρέσα.



Εικόνα 4.4.2: Υδραυλική πρέσα

- Επίσης για την συντήρηση της Α/Γ εκτός από τα εργαλεία της εργαλειοθήκης ο εξοπλισμός του συντηρητή συμπεριλαμβάνει και:

11. Γρασαδόρους για το γρασάρισμα
12. Λάδι για το υδραυλικό σύστημα της Α/Γ
13. Λάδι κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών

Λίπανση κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών

Το λάδι Castrol Optigear™ Synthetic X βασίζεται σε συνθετικούς υδρογονάνθρακες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οδοντωτό τροχό, κωνικούς οδοντωτούς τροχούς ή πλανητικούς μηχανισμούς μετάδοσης κίνησης και σε βαριά φορτωμένα εργαλεία. Είναι επίσης κατάλληλο

για τη λίπανση των λαδωμένων με έλαια κυλίνδρων. Ανάλογα με τη συγκεκριμένη εφαρμογή, το Optigear Synthetic X μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες λειτουργίας από -30 °C έως +95 °C. Τα πλεονεκτήματα του είναι η υψηλή ικανότητα φόρτισης, εξαιρετική προστασία, εξαιρετική μείωση τριβής, καλές ιδιότητες διήθησης και εξαιρετική προσαρμοστικότητα λίπανσης εδράνων.[7]

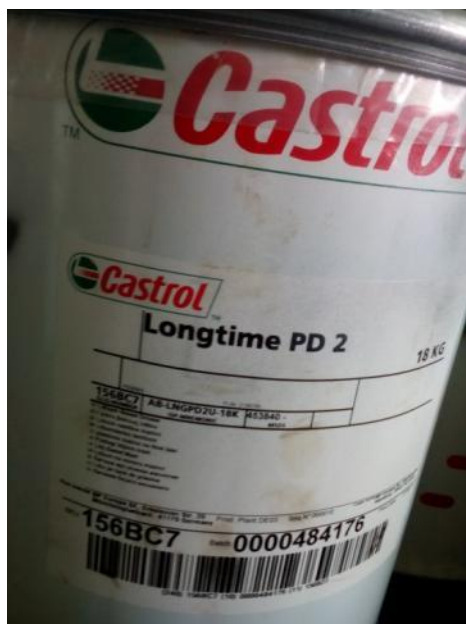


Εικόνα 4.4.3: Λάδι κιβώτιου πολλαπλασιασμού στροφών

14. Γράσο για την λίπανση των εδράνων κύλισης στο εσωτερικό του άξονα πάνω στο οποίο στηρίζεται η πλήμνη και στα έδρανα κύλισης μέσα στην γεννήτρια.

Η πρόσθετη τεχνολογία MICROFLUX TRANS παρέχει βέλτιστη προστασία από τη φθορά. Έχει έναν εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή τριβής ακόμη και κάτω από τις ακραίες πιέσεις, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας. Βέλτιστη προστασία από φθορά σε υψηλό εύρος φορτίου. Μειώνει τα επίπεδα θορύβου. Έχει άριστη προστασία έναντι σκουριάς, αποτρέπει κατά πολύ τη διάβρωση. Είναι συμβατό με όλα τα συμβατικά υλικά στεγανοποίησης και τα μη σιδηρούχα μέταλλα. Εύκολα αντλήσιμο σε κεντρικά συστήματα λίπανσης. Ανθεκτικό στο κρύο και ζεστό νερό.

Για ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογών και διάφορες δύσκολες συνθήκες λειτουργίας, δηλαδή ακραίες πιέσεις, δονήσεις, φορτία κρούσης, ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και συστατικά που είναι επιρρεπή σε φθορά διάβρωση. Κατάλληλο για έδρανα με περιστρεφόμενο εξωτερικό δακτύλιο και υψηλές καταπονήσεις λόγω φυγοκεντρικού φορτίου, π.χ. Σε κυλίνδρους διανομής, σε ρουλεμάν με κυλίνδρους σε χαλυβουργεία. Για ρουλεμάν με αλλαγή Περιστροφικές κατευθύνσεις ή κινήσεις στρέψης . [5]



Εικόνα 4.4.4: Γράσο εδράνων κύλισης σε υψηλές στροφές

Το Castrol Tribol™ GR 1350-2.5 PD (που ονομάζεται στο παρελθόν Optipit™) είναι λιπαντικό που βασίζεται σε σαπούνι λιθίου. Η πρόσθετη τεχνολογία του παρέχει βέλτιστη προστασία από φθορά και εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή τριβής.

Ακόμη και κάτω από ακραίες πιέσεις, δόνηση, φορτία κλονισμού, σε υψηλές ή χαμηλές ταχύτητες παρατηρείται μικρή εξομάλυνση της τριβής.

Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για έδρανα κύλισης και ολίσθησης, αναπτύχθηκε για τη λίπανση των τριβέων και των απλών ρουλεμάν που κινούνται σε χαμηλές ταχύτητες και απαιτούν εξαιρετικά υψηλό λάδι ακόμα και σε εξωτερικούς χώρους. Είναι αποθητικό σε νερό και εξακολουθεί να είναι αποτελεσματικό και σε μεγάλες θερμοκρασίες.[8][castrol.com]



Εικόνα 4.4.5: Γράσο εδράνων κύλισης σε χαμηλές στροφές

15. Φίλτρο λαδιού

- Η μέγιστη ταχύτητα ροής: 60 gpm
- Η μέγιστη πίεση λειτουργίας: 290 psi,
- Το υλικό του φίλτρου: Fiberglass.
- Έχει μεγάλη αποτελεσματικότητα αφαίρεσης σωματιδίων. Οι βαριές διάτρητες σπές στήριξης χρησιμοποιούνται για την κατάλληλη κατανομή της ροής και την προστασία από την κατάρρευση των στοιχείων. Το φίλτρο Betamicron® στηρίζεται σταθερά για

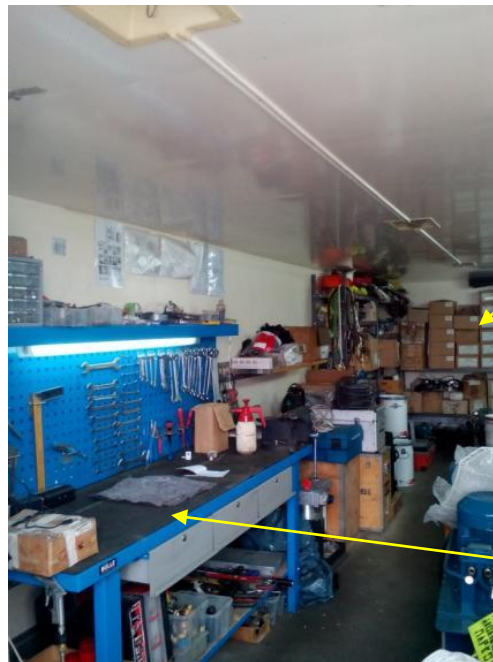
να επιτύχει αντίσταση στην κόπωση κατά τη διάρκεια σημαντικών παλμών ροής πίεσης.[4]



Εικόνα 4.4.6 : Φίλτρο λαδιού

16. Δεματικά διαφόρων μεγεθών

17. Καθαριστικό φρένων για καθαρισμό τυχόν διαρροών



Ανταλλακτικά

Πάγκος εργασίας

Εικόνα 4.4.7: Αποθήκη ανταλλακτικών – Αποθήκη αιολικού πάρκου

5. Κόστη συντήρησης και Στέλεχωση αιολικού πάρκου

5.1 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης (O & M)

Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο έχει μόνο δύο συνιστώσες - αυτό της αποπληρωμής κεφαλαίου (με τόκο) και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (O & M). Το τελευταίο αντιπροσωπεύει περίπου το 20% του κόστους παραγωγής ενός χερσαίου αιολικού πάρκου και το 15% του κόστους παραγωγής ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου .

Ο όρος "λειτουργία και συντήρηση" καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των μισθωμάτων γης ή βυθού, ασφάλισης, εξυπηρέτησης και ανταλλακτικών, αγορών ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και διοικητικών εξόδων.

Η προσοχή τείνει να επικεντρώνεται στο στοιχείο συντήρησης και ανταλλακτικών, το οποίο περιλαμβάνει τόσο προγραμματισμένη όσο και μη προγραμματισμένη συντήρηση και αντιπροσωπεύει συνήθως το 25-40% του κόστους της O & M - δηλαδή το 5-8% του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην περίπτωση αιολικής ενέργειας στην ξηρά.

Τα έξοδα O & M, σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση της Υπηρεσίας Πληροφοριών για τις Ενεργειακές Πληροφορίες των ΗΠΑ (EIA), ανέρχονται σε περίπου \$ 40 / kW / έτος και \$ 74 / kW / έτος για υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις. Το Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Ηνωμένου Βασιλείου αναφέρει ελαφρώς χαμηλότερα ποσά στα \$ 30 / kW / έτος και \$ 57 / kW / έτος, αντίστοιχα. Τα στοιχεία της Δανικής Ενεργειακής Υπηρεσίας (ΔΕΑ) είναι ελαφρώς χαμηλότερα από τα στοιχεία των ΗΠΑ και υποδεικνύουν επίσης ότι το κόστος αυτό θα μειωθεί κατά περίπου 30% - τόσο στην ξηρά όσο και στην ανοικτή θάλασσα - έως το 2030.

Μια πτωτική τάση του κόστους εξυπηρέτησης έχει εντοπιστεί σε πρόσφατη έκθεση της Bloomberg New Energy Finance (BNEF). Αναλύοντας τα δεδομένα από 5GW νέων αμερικανικών έργων, η έκθεση δείχνει ότι το κόστος των συμβάσεων πλήρους εξυπηρέτησης - το οποίο περιλαμβάνει τα προγραμματισμένα και μη προγραμματισμένα έξοδα συντήρησης, καθώς και τα ανταλλακτικά - μειώθηκε από περίπου \$ 40 / kW / έτος το 2008 σε περίπου \$ 25 / kW / έτος το 2012.

Η BNEF παρατήρησε επίσης ότι η μέση διάρκεια των συμβάσεων πλήρους υπηρεσίας αυξήθηκε από 4,5 έτη το 2008 σε 6,9 έτη το 2012 και οι μέσες εγγυήσεις διαθεσιμότητας ήταν

96,9%. Το μειωμένο κόστος και το αυξανόμενο μήκος σύμβασης υποδηλώνουν ότι η αξιοπιστία των ανεμογεννητριών αυξάνεται.

Εκ πρώτης όψεως, η έρευνα από τον GL Garrad Hassan βασισμένη σε δεδομένα από 8GW των αιολικών πάρκων, δείχνει μια πιο απαισιόδοξη εικόνα. Αυτό περιγράφει ότι το κόστος O & M αυξήθηκε κατά μέσο όρο από 21 \$ / kW / έτος το 2008 σε 31 \$ / kW / έτος το 2011. Στην πράξη όμως οι δαπάνες αυτές αφορούν αιολικά πάρκα που λειτουργούν ήδη, ενώ τα στοιχεία του BNEF αφορούν νέα έργα. Το κόστος αυτό αντικατοπτρίζει την εμπιστοσύνη των κατασκευαστών ότι οι μηχανές είναι πλέον σε θέση να λειτουργούν με υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας.

Οι περισσότερες αναλύσεις των αστοχιών καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα είναι οι πιο κοινές αιτίες διακοπών των ανεμογεννητριών, αν και οι περισσότερες από αυτές τις βλάβες μπορούν να αποκατασταθούν αρκετά γρήγορα. Χρησιμοποιούνται όλο και πιο εξελιγμένα όργανα για την παρακολούθηση της απόδοσης των στοιχείων κάθε ανεμογεννήτριας ώστε να παρέχονται προειδοποιήσεις όταν αρχίζουν να αλλάζουν βασικές παράμετροι, όπως η θερμοκρασία λαδιού του κιβωτίου ταχυτήτων ή τα επίπεδα κραδασμών. Αυτό δημιουργεί ένα πρώιμο συναγερμό για τα αρχικά σφάλματα στα έδρανα, για παράδειγμα, ή μπορεί να υποδεικνύει υπερβολική φθορά στα δόντια των οδοντωτών τροχών. Η έγκαιρη δράση ή οι επιπρόσθετες επιθεωρήσεις ενδέχεται να προκαλέσουν δαπανηρές αποτυχίες.

Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα παρακολούθησης κατάστασης και παρόμοιες τεχνικές μπορούν να εφαρμοστούν σε περύγια ρότορα, κύρια έδρανα, μηχανισμό ελέγχου κλίσης και άλλα εξαρτήματα. Πολλοί κατασκευαστές στροβίλων προσφέρουν ενσωματωμένο εξοπλισμό παρακολούθησης κατάστασης και αρκετοί εξειδικευμένοι προμηθευτές εξοπλισμού είναι σε θέση να παρέχουν κατάλληλους αισθητήρες ή / και λογισμικό. Το εξελιγμένο λογισμικό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ποσοτικοποιήσει τα βέλτιστα επίπεδα αποθεμάτων για τα ανταλλακτικά και τον καλύτερο χρόνο για να πραγματοποιήσει επισκευές, μειώνοντας το χρόνο διακοπής του στροβίλου. Μπορεί, για παράδειγμα, να καθυστερήσει ελαφρά η επισκευή ώστε να συμπίπτει με την προγραμματισμένη συντήρηση. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι κατά πόσον οι επισκευές πρέπει να πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια των θυελλώδεις περιόδους ή αν μπορούν να καθυστερηθούν με ασφάλεια.

5.2. Προσωπικό συντήρησης

5.2.1. Τεχνικός ασφαλείας-συντηρητής

Ένας τεχνικός λειτουργίας και συντήρησης αιολικού σταθμού εργάζεται σε αιολικά πάρκα και είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο την συντήρηση , την παρακολούθηση και την ασφάλεια του αιολικού πάρκου.

Η εργασία απαιτεί πολύ καλή φυσική κατάσταση. Μπορεί να περιλαμβάνει τακτικές διαδρομές προς την νασέλα (το ‘αεροδυναμικό κάλυμμα’) των ανεμογεννητριών, που μπορεί να βρίσκεται σε πάνω από 100 μέτρα ύψος, και εργασία υπό όλες τις καιρικές συνθήκες. Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει νυχτερινή εργασία με βάρδια και πιθανόν να απαιτεί διαθεσιμότητα 24ώρες/το 24ωρο. Η συντήρηση των ανεμογεννητριών απαιτεί μία καλή τεχνική γνώση των ηλεκτρικών, μηχανικών και υδραυλικών συστημάτων.

Ο τεχνικός λειτουργίας και συντήρησης αιολικού σταθμού συνήθως απαιτεί πρώτο πτυχίο ηλεκτρολόγου και μηχανολόγου μηχανικού. Όλοι οι ηλεκτρολόγοι , μηχανολόγοι κατέχουν πτυχίο και ειδική άδεια ασκήσεως επαγγέλματος και για αυτό το λόγο για να ξεκινήσει κανείς σταδιοδρομία ως μηχανικός οφείλει να ολοκληρώσει την ελάχιστη υποχρεωτική εκπαίδευση ή μία αναγνωρισμένη ηλεκτρική μαθητεία και να λάβει τα αντίστοιχα επαγγελματικά δικαιώματα. Τα απαιτούμενα προσόντα θα αποκτηθούν από τοπικά κατοχυρωμένα κέντρα επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης. [elinyae.gr]

5.2.2. Τεχνικός Υποστήριξης

Ο τεχνικός υποστηρίξης αιολικού πάρκου είναι ένας αξιόπιστος, ικανός συνεργάτης με τεχνικές γνώσεις. Αρμοδιότητες του είναι η ολοκληρωμένη κάλυψη, απομακρυσμένη παρακολούθηση καθώς και η τακτική συντήρηση του αιολικού πάρκου. Ευθύνη του είναι η ανάλυση λαθών, η εφαρμογή και οργάνωση βοήθειας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και η αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων.



Εικόνα 5..2.2. Τεχνικός υποστήριξης

5.2.3. Εναερίτης

Οι εναερίτες χρησιμοποιούν μέσα ατομικής προστασίας από πτώση όμως η πρόσβαση ή/και η θέση εργασίας τους επιτυγχάνεται με τη χρήση ατομικών μέσων πρόσβασης και σταθεροποίησης θέσης εργασίας όπως η ζώνη σταθεροποίησης και ανάρτησης, ο σταθεροποιητής θέσης εργασίας, το σχοινί κλπ. Οι εναερίτες δηλαδή, αναρτώνται από τη ζώνη τους για να εργαστούν, ευρισκόμενοι είτε σε επαφή με τις επιφάνειες εργασίας, είτε εντελώς αιωρούμενοι στο κενό. [enaeritis.gr]

Το προσωπικό όταν δεν έχει συντήρηση να κάνει οι βλάβες να διορθώσει εκτός από την επίβλεψη που κάνει καθημερινά στις μηχανές , παρακολουθεί τις μηχανές από έναν υπολογιστή , η κάθε μηχανή έχει το μόνιτορ της και τα παρακολουθείτε από το γραφείο από Η/Υ

Φροντίζει την καθαριότητα γύρω από τους υποσταθμούς , μετασχηματιστές, να είναι καθαρό το συνεργείο , ο χώρος αποθήκευσης υλικού και το γραφείο.

5.3. Εξοπλισμός του τεχνικού υποστήριξης (συντηρητή) - Μέσα ατομικής προστασίας

Ως Μέσο Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) νοείται κάθε εξοπλισμός, τον οποίο ο εργαζόμενος πρέπει να φορά ή να κρατά για να προστατεύεται από έναν ή περισσότερους κινδύνους για την ασφάλεια ή την υγεία του.

Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι κατάλληλα για τους σχετικούς κινδύνους που πρέπει να προλαμβάνονται και η χρήση τους να μην οδηγεί σε αύξηση της επικινδυνότητας.

Ο εξοπλισμός ατομικής προστασίας πρέπει να επιλέγεται με βάση τις επικρατούσες συνθήκες εργασίας και να προσαρμόζεται στον χρήστη.

Τα ΜΑΠ πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις των σχετικών κοινοτικών και εθνικών διατάξεων όσον αφορά στο σχεδιασμό και την κατασκευή τους.

5.4. Νομικές απαιτήσεις

Με το Κ.Δ.Π.470/2001 τέθηκαν οι Ελάχιστες Προδιαγραφές Ασφάλειας και Υγείας για την Χρήση στην Εργασία των Εξοπλισμών Ατομικής Προστασίας.

Σύμφωνα με αυτό η χρησιμοποίηση ΜΑΠ για την προφύλαξη από τον επαγγελματικό κίνδυνο είναι απαραίτητη όταν οι κίνδυνοι δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν ή να περιοριστούν επαρκώς με τεχνικά μέτρα ή μέσα συλλογικής προστασίας ή με μέτρα, μεθόδους ή διαδικασίες οργάνωσης της εργασίας.

Τα μέτρα ατομικής προστασίας που χρησιμοποιούνται στους εργαζόμενους στα αιολικά πάρκα είναι τα εξής:

- Φόρμα εργασίας ολόσωμη
Όταν κατά τη διάρκεια της εργασίας υπάρχει κίνδυνος να λερωθούν ή να καταστραφούν τα κανονικά ρούχα των εργαζομένων, πρέπει να εφοδιάζονται με την κατάλληλη ολόσωμη φόρμα.



Εικόνα 5.4.1.: Φόρμα εργασίας

- Κατάλληλα παπούτσια

Οι εργαζόμενοι αντιμετωπίζουν πιθανούς τραυματισμούς των ποδιών από πτώση ή κύλιση αντικειμένων, από σύγκρουση ή διείσδυση αντικειμένων οπότε πρέπει να χρησιμοποιούν μέσα ατομικής προστασίας των ποδιών, δηλαδή παπούτσια με μέταλλο στο μπροστά μέρος. Επίσης, οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε κινδύνους από ηλεκτρικό ρεύμα, πρέπει να χρησιμοποιούν μονωμένα υποδήματα. Από την άλλη όταν υπάρχει έκθεση σε στατικό ηλεκτρισμό ίσως είναι απαραίτητη η χρήση αγώγιμων υποδημάτων.



Εικόνα 5.4.2.: Παπούτσια ασφαλείας

- Ολόσωμη εξάρτηση EN361,358 η και για ανάβαση , εργασία και διάσωση
- Κρίκοι ασφαλείας EN362
- Διχαλωτό σχοινί-ιμάντας με αποσβεστήρα EN355
- Ανακόπτες σχοινού EN353-2 με σχοινί EN1891



Εικόνα 5.4.3: Κρίκοι ασφαλείας

Οι εργαζόμενοι σε θέσεις εργασίας με σημαντική υψομετρική διαφορά από τον περιβάλλοντα χώρο, που δεν είναι δυνατό να προστατευτούν από τον κίνδυνο πτώσης με τεχνικά ή με άλλα μέτρα συλλογικής προστασίας, πρέπει να εφοδιάζονται με ατομικές ζώνες και σχοινιά ασφαλείας.

Ισχύουν οι παρακάτω βασικές αρχές:

1. Όλα τα μεταλλικά μέρη των ζωνών και των σχοινοίων ασφαλείας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από χάλυβα ή από άλλο ισοδύναμο αντοχής υλικό.
2. Τα σχοινιά ασφαλείας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από συνθετικά νήματα υψηλής αντοχής ή από ειδικό εύκαμπτο συρματόσχοινο, αν υπάρχει κίνδυνος να κοπούν από εξωτερική αιτία.
3. Οι γάντζοι που χρησιμοποιούνται για την αγκύρωση των ζωνών ασφαλείας πρέπει να είναι ειδικοί για το σκοπό αυτό.

4. Οι ζώνες ασφαλείας, τα σχοινιά ασφαλείας και όλα τα εξαρτήματα σύνδεσης και αγκύρωσης πρέπει, χωριστά το καθένα και συναρμολογημένα, να έχουν όριο θραύσεως τουλάχιστον 1300N και να μπορούν να σηκώνουν με ασφάλεια αιωρούμενο φορτίο βάρους 450N τουλάχιστον.
5. Οι ζώνες και τα σχοινιά ασφαλείας πρέπει να ελέγχονται πριν από κάθε χρήση. Επίσης θα πρέπει να μην είναι κομμένα ή μόνιμα παραμορφωμένα.
6. Κατά τη χρήση των σχοινιών ασφαλείας πρέπει να αποφεύγεται η επαφή του με κοφτερές γωνίες, πηγές θερμότητας, οξέα ή καυστικές ουσίες.
7. Οι ζώνες ασφαλείας πρέπει να προσαρμίζονται μόνες τους ή με σχοινιά ασφαλείας, σε ένα σταθερό και ασφαλές σημείο αγκύρωσης. Στις περιπτώσεις που είναι αναγκαίο, μπορεί να χρησιμοποιείται συγχρόνως και ιδιαίτερο σχοινί ασφαλείας με ανεξάρτητη αγκύρωση.
8. Απαγορεύεται να στερεώνεται παραπάνω από ένα σχοινί ασφαλείας στο ίδιο σημείο αγκύρωσης. Επίσης απαγορεύεται να συνδέονται με το ίδιο σχοινί ασφαλείας, περισσότεροι από ένας εργαζόμενοι.
9. Οι ζώνες και τον σχοινιά ασφαλείας πρέπει να χρησιμοποιούνται και να στερεώνονται κατάλληλα, ώστε να περιορίζουν το ύψος ελεύθερης πτώσης του εργαζόμενου στο 1,5 m.
10. Όταν η ζωή και η ασφάλεια ενός εργαζόμενου ο οποίος εργάζεται σε απομονωμένη θέση εργασίας, εξαρτάται μόνο από τη ζώνη ή το σχοινί ασφαλείας, αυτός δεν πρέπει να εργάζεται χωρίς παρακολούθηση.

- Σύστημα εκκένωσης εγκατάστασης από την εξωτερική πλευρά του πυλώνα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. πυρκαγιάς)

Όλα τα παραπάνω προϋποθέτουν ότι η Α/Γ έχει εγκατεστημένη κατακόρυφη γραμμή ασφαλείας πτώσης από συρματόσκοινο ή άκαμπτης ράγας.

- Ασύρματος vhf
- Φακός κεφαλής
- Κράνος

Οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε κίνδυνο τραυματισμού του κεφαλιού κατά τη διάρκεια της εργασίας και πρέπει να εφοδιάζονται με κατάλληλο κράνος ασφαλείας. Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να προέλθει κύρια από την πτώση των ιδίων των εργαζομένων, πτώση ή

εκτίναξη αντικειμένων, πρόσκρουση σε αντικείμενο, μηχανήμα ή στοιχείο κατασκευής και από τον ηλεκτρισμό.



Εικόνα 5.4.4: Κράνος

- Ειδικά γάντια
Οι εργαζόμενοι πρέπει να εφοδιάζονται με κατάλληλα γάντια για να προφυλάζονται από εκτινάξεις διάπυρων ή αιχμηρών σωματιδίων, από τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας, και από αντικείμενα, εργαλεία ή μηχανήματα υψηλής θεοκρασία με επιφάνειες και ακμές αιχμηρές ή κοφτερές.
- Γάντια για την ηλεκτροπληξία
Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα γάντια προστασίας του ηλεκτροτεχνίτη. Οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές τα έχουν κατατάξει στις παρακάτω κλάσεις ανάλογα με τη τάση έναντι της οποίας παρέχουν προστασία:

ΚΛΑΣΗ	ΤΑΣΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
00	500V
0	1 kV
1	7,5 kV

2	17 kV
3	26,5 kV
4	36 kV



Εικόνα 5.4.5: Γάντια

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Εκπαίδευση Εναερίτη

Μια ακόμα πολύ σημαντική εκπαίδευση είναι η εκπαίδευση εναερίτη για ασφαλή εργασία σε ύψος όλων των βαθμίδων .Σεμινάρια και εκπαίδευση ως προς την μεθοδολογία για τις πρακτικές ασφάλισης και προστασίας από πτώση για εργασία σε ύψη και ιδιαίτερα για τεχνικές διάσωσης.

Προϋποθέσεις:

- Καλή φυσική κατάσταση*
- Διάρκεια εκπαίδευσης: 1 ημέρα (8 ώρες)
- Διδακτέα ύλη (περιληπτικά):

Θεωρία

- Τι είναι εργασία σε ύψος
- Εργατικά ατυχήματα πτώσης από ύψος
- Σημασία της εκπαίδευσης
- Νομοθεσία για την Υγεία και την Ασφάλεια στην Εργασία
- Νομοθεσία για τις Εργασίες Σε Ύψος
- Επιλογή Μεθόδου Εργασίας Σε Ύψος-Δήλωση Μεθόδου Εργασίας Σε Ύψος
- Εκτίμηση Κινδύνου Πτώσης
- Σχέδιο Διάσωσης Εργαζομένου Σε Ύψος
- Νομοθεσία Παροχής και Χρήσης Εξοπλισμού Εργασίας
- Νομοθεσία Παροχής και Χρήσης Εξοπλισμού Ατομικής Προστασίας
- Επιλογή Εξοπλισμού Εργασιών Σε Ύψος
- Αντοχές Εξοπλισμού
- Πρότυπα
- Έλεγχος Εξοπλισμού
- Συντήρηση Εξοπλισμού
- Φύλαξη Εξοπλισμού
- Συντελεστής Πτώσης
- Δύναμη Ανάσχεσης Πτώσης

- Ανάσχεση πτώσης
- Σταθεροποίηση Θέσης Εργασίας
- Δυσανεξία (Τραύμα) Ανάρτησης
- Χρήση Κράνους Εργαζομένων Σε Ύψος EN 397 με ιμάντα σιαγόνας σχήματος «Υ»
- Χρήση Ζώνης Ανάσχεσης πτώσης, Σταθεροποίησης Θέσης Εργασίας & Ανάρτησης EN 361, EN 358 & EN 813
- Χρήση συστημάτων αγκύρωσης EN 795
- Χρήση συνδετών EN 362
- Χρήση του Διπλού Αναδέτη με Αποσβεστήρα Κινητικής Ενέργειας EN 354, EN 355, EN 362
- Χρήση του Επανατυλισσόμενου Αναδέτη EN 360
- Χρήση του Ανακόπτη Πτώσης στις Κάθετες Γραμμές Ζωής EN 353-1
- Χρήση του Σταθεροποιητή Θέσης Εργασίας EN 358
- Διαφυγή από Πυλώνα Ανεμογεννήτριας με χρήση του παραπάνω εξοπλισμού και Αυτόματου Καταβατήρα Διαφυγής με Διασωστικό Βίντσι EN 1496 A, EN 341 A, EN 1891 A, EN 362
- Διάσωση εργαζομένου σε Πυλώνα Ανεμογεννήτριας με χρήση του παραπάνω εξοπλισμού και Αυτόματου Καταβατήρα Διαφυγής με Διασωστικό Βίντσι EN 1496 A, EN 341 A, EN 1891 A, EN 362
- Πρακτική
- Έλεγχος εξοπλισμού
- Χρήση Κράνους Εργαζομένων Σε Ύψος EN 397 με ιμάντα σιαγόνας σχήματος «Υ»
- Χρήση Ζώνης Ανάσχεσης πτώσης, Σταθεροποίησης Θέσης Εργασίας & Ανάρτησης EN 361, EN 358 & EN 813
- Χρήση συστημάτων αγκύρωσης EN 795
- Χρήση συνδετών EN 362
- Χρήση του Διπλού Αναδέτη με Αποσβεστήρα Κινητικής Ενέργειας EN 354, EN 355, EN 362
- Χρήση του Επανατυλισσόμενου Αναδέτη EN 360
- Χρήση του Ανακόπτη Πτώσης στις Κάθετες Γραμμές Ζωής EN 353-1
- Χρήση του Σταθεροποιητή Θέσης Εργασίας EN 358

- Διαφυγή από Πυλώνα Ανεμογεννήτριας με χρήση του παραπάνω εξοπλισμού και Αυτόματου Καταβατήρα Διαφυγής με Διασωστικό Βίντσι EN 1496 A, EN 341 A, EN 1891 A, EN 362
- Διάσωση εργαζομένου σε Πυλώνα Ανεμογεννήτριας με χρήση του παραπάνω εξοπλισμού και Αυτόματου Καταβατήρα Διαφυγής με Διασωστικό Βίντσι EN 1496 A, EN 341 A, EN 1891 A, EN 362

Οι εργαζόμενοι μετά την εκπαίδευσή τους θα είναι ικανοί να εργαστούν με ασφάλεια έναντι της πτώσης από ύψος, σε πυλώνες ανεμογεννητριών. Θα είναι ικανοί να χρησιμοποιούν τα δομικά στοιχεία των πυλώνων για προώθηση, ασφάλιση και για επίτευξη θέσης εργασίας με αποδέσμευση των χεριών και θα μπορούν να εφαρμόζουν τις τεχνικές διαφυγής και διάσωσης εργαζομένου σε ανεμογεννήτρια με χρήση αυτόματου καταβατήρα διαφυγής με διασωστικό βίντσι.

Πρώτες Βοήθειες

Ορισμός

Πρώτη Βοήθεια είναι η άμεση και προσωρινή φροντίδα που παρέχεται στο θύμα ενός ατυχήματος ή σε κάποιον που αρρώστησε ξαφνικά, μέχρι την μεταφορά του στο Νοσοκομείο.

Σκοπός μας είναι η διατήρηση της ζωής, η πρόληψη της επιδείνωσης της κατάστασης, η ανακούφιση από τον πόνο και η βοήθεια για ανάνηψη.

Σπουδαίο ρόλο στην παροχή Πρώτων Βοηθειών παίζει η ψυχραιμία.

Εκτίμηση της κατάστασης του θύματος

Πάντα να ενεργείτε βάσει σχεδίου, έχοντας στο μυαλό σας τις βασικές ενέργειες που πρέπει να εφαρμόσετε σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

1. Φροντίστε για την ασφάλειά τη δική σας καθώς και του θύματος.
2. Αξιολογείστε την κατάσταση του θύματος. (Αν έχει τις αισθήσεις του, αν αναπνέει, αν έχει σφυγμό).
3. Ζητήστε Βοήθεια
4. Καλέστε το 166 αν χρειάζεται

Σύμφωνα με τον Νόμο ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3850 της 28.05.2010 άρθρο 76 παρ. 7 του Συντάγματος της Ελλάδος και του «ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ» και σύμφωνα με το άρθρο 45 του παρόντος νόμου:

Όλοι οι εργαζόμενοι του ιδιωτικού αλλά και του δημοσίου τομέα θα πρέπει να παρακολουθούν σεμινάρια, εκπαιδεύσεις καθώς και να ενημερώνονται τακτικά για θέματα σχετικά με την Παροχή Πρώτων Βοηθειών. Κατ' εφαρμογή της παραγράφου 1, Ο εργοδότης θα πρέπει μεταξύ άλλων να ορίζει τους εργαζομένους που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή των μέτρων που αφορούν τις πρώτες βοήθειες. Αυτοί οι εργαζόμενοι θα πρέπει να έχουν λάβει κατάλληλη επιμόρφωση, να είναι επαρκείς σε αριθμό και να τίθεται στη διάθεσή τους

το κατάλληλο υλικό ανάλογα με το μέγεθος και τους ειδικούς κινδύνους της επιχείρησης και της εγκατάστασης .

Αντιμετώπιση Κοινών Τραυματισμών

Ο κάθε εργαζόμενος εκπαιδεύεται στις πρώτες βοήθειες από το αντίστοιχο σεμινάριο. Οι πρώτες βοήθειες αναφέρονται στα κατάγματα, στις εξάρθρωσεις, στα διαστρέμματα και θλάσεις, στα εγκαύματα, στις ρινορραγίες και στα δαγκώματα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αντιμετώπιση κάθε βοήθειας.

Στα κατάγματα προσδιορίζουμε το μηχανισμό (πως έγινε) και το σημείο της κάκωσης. Παρατηρούμε το σημείο για οίδημα ή παραμόρφωση και ψηλαφούμε απαλά το οστό κατά μήκος για να καταλάβουμε κάποια μη ορατή ανωμαλία. Ελέγχουμε περιφερικότερα του κατάγατος για κυκλοφορία (ψηλαφούμε σφυγμό), για κινητικότητα και αισθητικότητα. Αν δεν έχει κυκλοφορία, σημαίνει ότι υπάρχει απόφραξη ή διατομή του αγγείου που αιματώνει την περιοχή και υπάρχει κίνδυνος για νέκρωση του άκρου. Αν δεν υπάρχει αισθητικότητα και κινητικότητα, τότε έχουμε τραυματισμό του νεύρου από το σπασμένο οστό. Σε αυτές τις περιπτώσεις το κάταγμα ονομάζεται επιπλεγμένο και χρήζει άμεσης μεταφοράς στο νοσοκομείο. Χρησιμοποιούμε νάρθηκα για ακινητοποίηση (αν γνωρίζουμε). Με τη σωστή ακινητοποίηση του κατάγατος επιδιώκουμε να περιορίσουμε τη βλάβη στο βαθμό που έγινε την ώρα της κάκωσης, ανακούφιση από τον πόνο, περιορισμό της αιμορραγίας και του οιδήματος.

Στις Εξάρθρωσεις εξετάζουμε, όπως στα κατάγματα, περιφερικότερα της άρθρωσης κυκλοφορία, αισθητικότητα και κινητικότητα. Παροτρύνουμε το θύμα να βρει μόνο του αναπνευστική θέση για το μέλος. Σε περίπτωση που η εξάρθρωση είναι σε άρθρωση άνω άκρου, μπορούμε να το κρεμάσουμε με έναν επίδεσμο. Κατόπιν τοποθετούμε πάγο και ανυψώνουμε, αν είναι δυνατόν, πάνω από το επίπεδο της καρδιάς για να μειώσουμε το οίδημα. Αν είναι δυνατόν ακινητοποιούμε την άρθρωση με ένα νάρθηκα. Δεν προσπαθούμε να ανατάξουμε την εξάρθρωση γιατί μπορεί να προκαλέσουμε παραπάνω βλάβη (τραυματισμό αγγείου ή νεύρου).Αναζητούμε ιατρική βοήθεια.

Η αντιμετώπιση στα διαστρέμματα και θλάσεις είναι η αντανάπαυση, τοποθέτηση πάγου, περίδεση με ελαστικό επίδεσμο και αν πρόκειται για μέλος το σηκώνουμε ψηλότερα από το επίπεδο της καρδιάς). Είναι σημαντικό, για να πετύχουμε γρηγορότερη ανάρρωση, να περιορίσουμε σύντομα το οίδημα κάνοντας τις παραπάνω κινήσεις.

Στα εγκαύματα σταματάμε την αιτία που προκάλεσε το έγκαυμα. Αν το αίτιο είναι η φωτιά, τη σβήνουμε. Αφαιρούμε ρούχα που καίγονται ή καπνίζουν. Αν χρειάζεται ρίχνουμε νερό στο θύμα, τον παροτρύνουμε να κυλιστεί στο χώμα ή τον σκεπάζουμε με μια κουβέρτα. Ελέγχουμε τις ζωτικές λειτουργίες του. Εκτιμούμε το βαθμό (ανάλογα με το βάθος) του εγκαύματος. Προσδιορίζουμε την έκταση και τα μέρη που έχουν υποστεί έγκαυμα. Θύμα με εκτεταμένα εγκαύματα κινδυνεύει. Επίσης ένα έγκαυμα στην περιοχή του προσώπου είναι πολύ επικίνδυνο. Όπως και το εισπνευστικό έγκαυμα που δημιουργείται από εισπνοή πολύ θερμού αέρα σε μια φωτιά. Το οίδημα που θα προκληθεί, μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα το σταμάτημα της αναπνοής. Ελέγχουμε για άλλες κακώσεις και ενημερωνόμαστε για προϋπάρχοντα προβλήματα υγείας του θύματος.

Ανάλογα με όλα αυτά, κρίνουμε αν το θύμα χρειάζεται ιατρική φροντίδα. Καλούμε το Ε.Κ.Α.Β. ή αν είναι δυνατόν το μεταφέρουμε στο νοσοκομείο.

Η αντιμετώπιση σε ηλεκτροπληξία, Αρχικά σηκώνουμε τα πόδια του θύματος για να αντιμετωπίσουμε πιθανή καταπληξία (σοκ) και το σκεπάζουμε με μια κουβέρτα για να το διατηρήσουμε ζεστό (κίνδυνος υποθερμίας) και μετά ζητούμε άμεσα ιατρική βοήθεια (Ε.Κ.Α.Β., νοσοκομείο).

Όταν καλούμαστε να προσφέρουμε βοήθεια σε ένα άτομο που το έχει δαγκώσει κάποιο ζώο, αυτό που προέχει είναι η ασφάλειά μας. Ελέγχουμε αν το ζώο έχει απομακρυνθεί και ο χώρος είναι ασφαλής. Αρχικά ξεπλένουμε το τραύμα με άφθονο νερό και σαπούνι για 5 λεπτά. Αντιμετωπίζουμε την πιθανή αιμορραγία όπως σε όλα τα τραύματα. Ζητάμε ιατρική βοήθεια, για τον καλύτερο καθαρισμό του τραύματος, για αντιτετανικό εμβολιασμό και συρραφή του τραύματος (αν χρειάζεται). Αν το δάγκωμα προέρχεται από ζώο, φροντίζουμε ώστε να του γίνει κτηνιατρικός έλεγχος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Λυπαντικά Α/Γ



Product Data

Tribol™ GR 1350-2.5 PD

High performance bearing grease

Description

Castrol Tribol™ GR 1350-2.5 PD (previously called Optipit™) is a lithium soap based grease with an extremely high viscosity base oil containing the advanced MicroFlux Trans (MFT) additive package.

The Microflux Trans additive technology provides optimum wear protection and an extremely low coefficient of friction even under extremes of pressure, vibration, shock loads, at high or low speeds or varying micro-smoothing of the friction surfaces. Under severe load, components of the MFT additive combination are activated and diffuse into the surfaces, initiating an improvement of their friction characteristics through plastic deformation.

The organic reaction products become a component of the tribopolymer system. Unlike the case with conventional lubricants, the tribopolymers formed by MFT are long-chained compounds with excellent lubricity and adhesion. This means that the load carrying area is improved and that a hydrodynamic lubrication film is easier to maintain. This unique physio-chemical reaction achieves a non-sacrificial micro-smoothing of the friction surfaces.

Application

Tribol GR 1350-2.5 PD is especially suited for rolling and sliding bearings in dusty and humid environments. It builds a stable grease collar at the bearing edges, supporting the seals to prevent penetration of dirt, water and other contaminations. Tribol GR 1350-2.5 PD enables a hydrodynamic lubricating film even at low speeds.

Developed for the lubrication of anti-friction and plain bearings running at low speeds which require extremely high oil viscosity, or operate in wet and dusty atmospheres found in applications such as:

- Mining, especially open-pit mining
- The steel industry/tube mills under heavy shock loads and vibration
- Equipment exposed to sea water, in harbours, and on ships and drilling platforms
- Yaw gear on wind turbines

Advantages

- Water and dirt repellent – the grease is still effective in adverse environments
- High load bearing capacity - enables the extension of operation periods even under high loads whilst still maintaining optimum wear protection.
- Establishes a protective layer of MFT – this additive system can effectively increase the load bearing area, therefore reducing unit pressures, operating temperatures and wear which can increase service life of both parts and lubricant
- Improved bearing surfaces for longer service life result from the 'running in' effect of MFT
- Extremely low coefficients of friction – energy savings and reduced noise levels
- Good adhesion due to high oil viscosity – the film coating stays on the surface
- Reduction of running-in period

Typical Characteristics

Name	Method	Units	Tribol GR 1350-2.5 PD
Appearance	Visual	-	Brown
Thickener type	-	-	Lithium
Base Oil	-	-	Mineral oil
Consistency	ISO 2137/ASTM D217	NLGI grade	2.5
Density @ 20 °C/68 °F	IP 530	kg/m ³	905
Worked Penetration (60 strokes @ 25 °C/77 °F)	ISO 2137/ASTM D217	0.1 mm	245 - 275
Worked Penetration (100,000 strokes @ 25 °C/77 °F) - change from 60 strokes	ISO 2137/ASTM D217	0.1 mm	max. 25
Dropping point	ISO 2176/ASTM D566	°C/°F	max. 250/max. 482
Base Oil Viscosity @ 40 °C/104 °F	ISO 3104/ASTM D445	mm ² /s	1350
Rust Test - EMCOR (distilled water)	ISO 11007/ASTM D6138	Rating	max. 1/1
Copper Corrosion (24 hrs, 100 °C/212 °F)	ASTM D4048	Rating	max. 1b
SRV Friction and Wear test - 5ae	ASTM D5707	coeff. of friction/wear scar diameter (mm)	0.082/0.53
Oil Separation (168 hrs @ 40 °C/104 °F)	IP 121/DIN 51817	%wt	0.3
Flow pressure @ -20 °C/-4 °F	DIN 51805	hPa	950 - 1350
Water Resistance @ 90 °C	DIN 51807-1	Rating	1

Subject to usual manufacturing tolerances.

Product Data

Castrol Longtime® PD 1 + PD 2

Castrol Longtime PD 1 + 2 - universal solid free extreme pressure greases for long term lubrication with wide application range.

MICROFLUX TRANS® (TRANS = TRiple Action Non-sacrificial Surface engineering) improves friction surfaces to an extent not possible with normal machining processes and conventional EP lubricants. In a tribological system the polarized MICROFLUX TRANS® additives instantaneously create a passive film on friction surfaces before friction occurs. At a given load level, the MICROFLUX TRANS additives release compounds forming a resistant protective layer on friction surfaces.

Under severe load, components of the MICROFLUX TRANS additive combination are activated and diffuse into the surfaces initiating an improvement of their friction characteristics through plastic deformation. The organic reaction products become a component of the tribopolymer system. Unlike the case with conventional lubricants, the tribopolymers formed by MICROFLUX TRANS are long-chained compounds with excellent lubricity and adhesion. The load carrying area is improved, a hydrodynamic lubrication film is easier to maintain. This unique physio-chemical reaction is CASTROL surface engineering and achieves a non-sacrificial micro-smoothing of the friction surfaces.

The MICROFLUX TRANS additive technology provides optimum wear protection and an extremely low coefficient of friction even under extremes of pressure, vibration, shock loads, at high or low speeds or varying micro-smoothing of the friction surfaces.

Features

- reduction of running-in period, suitable for lifetime lubrication
- surface improvement to an extent not possible before
- outstanding load carrying capacity
- notably decreased coefficient of friction resulting in energy savings
- optimum wear protection in high load range
- smoothing of existing pitting on damaged components
- reduction of noise levels
- excellent rust protection, largely prevents fretting corrosion
- compatible with all conventional sealing materials and nonferrous metals
- easily pumpable in central lubrication systems
- resistant to cold and hot water

Product Data

- temperature range:
 - for LONGTIME PD 1: -35°C/-31°F to +130°C/+266°F
 - for LONGTIME PD 2: -35°C/-31°F to +140°C/+284°F

Uses

For a large field of applications and various difficult operating conditions, i.e., extreme pressures, vibration, shock loads, wide temperature range and components that are prone to fretting corrosion. For constant velocity (CV) joints, ball joints, ball spindles.

For bearings with rotating outer ring and high stresses due to centrifugal load, e.g. in spreader rolls, roll neck bearings in steel mills; for bearings with changing rotational directions or slewing movements.

For long-term and lifetime lubrication of heavily loaded bearings in motor vehicles, wheel hubs, shaker screens, wood and metal routers, machine tool spindles, spinning spindles, disk drives, high speed looms, robots.

For high speeds up to Dn factors of 1,000,000.

Cost-benefit offered by MICROFLUX TRANS additive technology:

- extended lifetime of machine elements and wear parts, lower maintenance and labor costs by minimized wear and friction
- full load operation within shortest time, virtually eliminating the running-in period
- lower costs for lubricants and waste oil disposal because of significant extensions of both service life and relubrication intervals
- energy savings due to reduced coefficient of friction, lower temperature of lubricant and component, improvement in operating efficiency
- product consolidation, i.e. simplification and reduction of lubes and spare parts
- reduction of noise resulting from high frequency stick-slip
- for "life" lubrication in some applications

Application

Specifications of antifriction bearing manufacturers must be followed. Maximum performance only if applied unmixed. CASTROL LONGTIME PD greases allow production consolidation of previously used lubricating greases; their high efficiency ensures economical use and hence a reduction of lubricant expenses.



Product Data

Typical Characteristics

	<u>PD 1</u>	<u>PD 2</u>
Consistency / LGI Grade	1	2
Color	Brown	Brown
Thickener Type	Lithium	Lithium
Specific gravity	0.900	0.886
Worked Penetration, ASTM D 217, mm/10 Pw60	310-340	265-295
Prolonged worked penetration Pw 100,000 - Pw 60, mm/10, pointschange	< 12	< 17
Base Oil Viscosity, ASTM D 445 @ 40°C / 104°F, mm ² /s	93.9	94.9
Dropping Point, ASTM D 2265, °C/°F	180/356	180/356
Flow Pressure, DIN 51805, mbar: @ -35°C/-31°F	<1220	<1580
Water Resistance, DIN 51807, T. 1 @ 90°C/194°F	1	1
SRV test run, test mode 5ae: (300 N, 50°C/122°F, ball/area/2h)		
Coefficient of friction	0.063	0.070
Wear, DIN E51834		
a. Ball/scar Ø (mm)	0.55	0.55
b. Profile depth Pt (µm)	1.0	1.0

Subject to usual manufacturing tolerances.

All reasonable care has been taken to ensure that this information is accurate as of the date of printing. Nevertheless, such information may be affected by changes in the blend formulation occurring subsequent to the date of printing. Material Safety Data Sheets are available for all Castrol products. The MSDS must be consulted for appropriate information regarding storage, safe handling and disposal of a product.

Castrol Industrial Americas



Product Data

Castrol Optigear Synthetic X 320

Synthetic gear oils

Description

Castrol Optigear™ Synthetic X is based on synthetic hydrocarbons and a special plastic deformation (PD) and surface improvement additive package.

The additive package, when activated by high specific loads and corresponding temperatures, helps to equalize surface roughness without creating abrasion leading to the surface improvement (plastic deformation.)

Optigear Synthetic X is a CLP-HC gear oil (according to DIN 51502) and exceeds the minimum requirements according to DIN 51517, part 3, CLP gear oils.

Application

Optigear Synthetic X may be used in spur gear, bevel gears or planetary gear units and in heavy loaded gear units, e.g. wind turbine main gears. It is also suitable for the lubrication of oil-lubricated rolling bearings.

Depending on the specific application, Optigear Synthetic X may be used in an operating temperature range from -30 °C to +95 °C.

Advantages

- High load carrying capacity
- Superior micro pitting protection
- Excellent friction reduction
- Good filtration properties
- Excellent bearing lubrication suitability

Typical Characteristics

Test	Method	Units	X 150	X 220	X 320	X 460
ISO Viscosity Grade	ASTM D 2422	-	150	220	320	460
Density at + 15°C	ISO 12185 / ASTM D4052	g/ml	0.847	0.85	0.854	0.856
Kinematic Viscosity						
@ 40°C		mm ² /s	146	218	325	459
@ 100°C	ISO 3104 / ASTM D445	mm ² /s	19	25.9	34.9	45
Viscosity Index	ISO 2909 / ASTM 2270		148	151	152	153
Flash Point, COC	ISO 2592 / ASTM D92	°C	> 250			
Pour Point	ISO 3016 / ASTM D97	°C	-39	-33	-33	-27
Rust Test						
Procedure A (24 hrs Distilled Water)			Pass	Pass	Pass	Pass
Procedure B (24 hrs Synthetic Sea Water)	ISO 7210 / ASTM D665		Pass	Pass	Pass	Pass
Copper Corrosion (3 hrs @ 100°C)	ISO 2160 / ASTM D130		1a	1a	1a	1a
FE8 wear test (8121MPB-7.5/80-80)						
Roller wear		mg	<10			
Cage wear	DIN 51819-3	mg	<10			
FZG test						
A/8.3/90 scoring load stage			>12			
A/16.6/90 scoring load stage	DIN 51354		12			
FZG micropitting test	FVA No. 54		>10			
Foam Sequence I	ISO 6247 / ASTM D892	mls	<100/10			
Ageing behavior, Increase of viscosity at 100°C after 1000 h	ASTM D 2893	%	2			

Subject to usual manufacturing tolerances.

Additional Information

Optigear Synthetic X gear oil can be applied by an oil can, oil cup reservoir, splash, spray mist or by automatic dispensing equipment and central or circulation systems.
It is compatible with mineral oils and esters. This means that traces up to 3% of previous oil in the gear case after draining will not pose any problems. However, the beneficial effects of the special PD additives are reduced when mixed with other gear oils.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Αναλώσιμα συντήρισης



enlarge

Hydac 0180MA003BN

[RxH10DD46-S8-3MGB]

\$105.17

Hydrafil's Hydraulic Filter Element

Quantity:

1

Add to Cart

PO's Can Be Setup During Checkout

Description

Specifications

ISO Codes

Reviews

Return Policy

OEM Part Number	Hydac 0180MA003BN
Filtration Efficiency	$\beta_{5[c]} = 1000$
Absolute Micron Rating	3
Nominal Length	10.9
Collapse Rating (psid)	100
O-Ring	Buna
Filter Media	Microglass

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Διακόπτης SF₆

Οι SF₆ διακόπτες υψηλής τάσεως ή διακόπτες εξαφθοριούχου θείου είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται ως διακόπτες σε κυκλώματα ηλεκτρικού ρεύματος, κυρίως σε δίκτυα υψηλής τάσης και βιομηχανικές εφαρμογές. Οι διακόπτες SF₆ έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές από την πρώτη τους εμφάνιση στα μέσα της δεκαετίας του '50. Διατίθενται για εφαρμογή σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους. Στη δεύτερη περίπτωση, οι διακόπτες έχουν τη μορφή πόλων διακοπών που στεγάζονται σε κεραμικούς μονωτές οι οποίοι είναι μόνιμα τοποθετημένοι σε μια κατασκευή.

Η διακοπή ρεύματος σε έναν διακόπτη υψηλής τάσης επιτυγχάνεται με το χωρισμό δύο επαφών σε ένα μέσο, όπως το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) που έχει άριστες διηλεκτρικές ιδιότητες. Μετά από το χωρισμό των επαφών, το ρεύμα μεταφέρεται μέσω ενός ηλεκτρικού τόξου και διακόπτεται όταν η θερμοκρασία του τόξου αυτού μειωθεί, από ένα ρεύμα αερίου ικανοποιητικής έντασης που εκτοξεύεται επάνω στο τόξο.

Το ρεύμα αερίου που εφαρμόζεται στο τόξο πρέπει να είναι σε θέση να το ψύξει άμεσα, έτσι ώστε η θερμοκρασία του αερίου μεταξύ των επαφών να μειωθεί από 20.000 K σε λιγότερους από 2000 K σε μερικές εκατοντάδες μικροδευτερόλεπτα. Τότε θα είναι σε θέση να υποστεί την παροδική αποκατάσταση τάσης που εφαρμόζεται στις επαφές μετά από την διακοπή του ρεύματος. Το εξαφθοριούχο θείο χρησιμοποιείται γενικά στους σημερινούς διακόπτες υψηλής τάσης σε εκτιμημένη τάση υψηλότερη από 52 kV. Προσφέρει άριστες ιδιότητες δημιουργίας και περιορισμού ηλεκτρικού τόξου, μικρό χρόνο διακοπής του κυκλώματος, μεγάλη διάρκεια ζωής που φτάνει τα 25 χρόνια και χαμηλό θόρυβο.

Κατα τη διάρκεια της δεκαετίας του '80, η πίεση του αερίου που εφαρμοζόταν στο τόξο παραγόταν κυρίως από τη θέρμανση του αερίου, χρησιμοποιώντας την ενέργεια του τόξου. Σήμερα είναι πλέον δυνατή η χρήση μηχανισμών χαμηλής ενέργειας με ενσωματωμένο ελατήριο, σε διακόπτες υψηλής τάσης έως 800 kV.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

Περιγραφή Υποσταθμού

Υποσταθμοί Μέσης Τάσης

Η ανάγκη για την κατασκευή ενός Υποσταθμού Μ.Τ. παρουσιάζεται όταν οι απαιτήσεις ισχύος ενός καταναλωτή ξεπερνούν τα 135kVA που είναι η μεγαλύτερη παροχή Χαμηλής τάσης που προσφέρει η ΔΕΗ. Τότε ο πελάτης πρέπει να κατασκευάσει δικό του Υποσταθμό με παροχή Μέσης τάσης 20kV από την ΔΕΗ σύμφωνα με τα σχέδια και τις οδηγίες αυτής.

Οι Υποσταθμοί Μέσης Τάσης έχουν νευραλγική σημασία στα ηλεκτρικά δίκτυα διανομής καθώς είναι τα σημεία η Μέση Τάση του δικτύου ΔΕΗ μετασχηματίζεται από τα 20,15 ή 6,6kV σε Χαμηλή Τάση 400/230V για χρήση σε βιομηχανικούς ή οικιακούς καταναλωτές. Όταν πρόκειται για την παραγωγή ενέργειας όπως από Φωτοβολταϊκά πάρκα, Αιολικά πάρκα, ΜΥΗΕ (Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα) γίνεται ανύψωση της τάσης στα 20kV για να είναι εφικτή η διασύνδεση με το δίκτυο Μ.Τ. της ΔΕΗ.

Τα βασικά μέρη ενός Υποσταθμού Μέσης Τάσης είναι τα παρακάτω :

- Μετασχηματιστής Ισχύος, Ελαίου ή Χυτορτίνης
- Πίνακας Μέσης Τάσης
- Πίνακας Χαμηλής Τάσης



Ο παραπάνω εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί είτε σε εσωτερικό χώρο ή σε **Υπαίθριο Υποσταθμό (κιόσκι)**, πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ, τα διεθνή πρόσφάλλειας και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης.

Η εταιρεία μας αναλαμβάνει την εκτέλεση του έργου ξεκινώντας από την αρχική μελέτη, κατασκευή, εγκατάσταση, αδειοδότηση και φθάνοντας στην θέση σε λειτουργία τς Υποσταθμού. Στα έργα που αναλαμβάνουμε χρησιμοποιούμε υλικά γνωστών Ευρωπαϊκών οίκων με τους οποίους έχουμε άμεση συνεργασία εξασφαλίζοντας γρήγορη παράδο των εγκαταστάσεων, απόλυτη συμβατότητα του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού και αξιόπιστο τελικό αποτέλεσμα.

Την εγκατάσταση αναλαμβάνουν τα έμπειρα συνεργεία μας που στελεχώνονται από άρτια εκπαιδευμένους Ηλεκτρολόγους Μηχανικούς, Μηχανολόγους Μηχανικούς, Ηλεκτρολόγους και Μηχανικούς και έχουν την τεχνοννώσια και τον απαιτούμενο τεχνικό εξοπλισμό για την εκτέλεση και του πιο απαιτητικού έργου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

Υδραυλικό σύστημα της Α/Γ



Allgemein

Durch die Verwendung des Hydraulikaggregates HPU Brake Control von der HYDAC System GmbH werden einzelne oder kombinierte Bremsaufgaben in Windkraftanlagen ausgeführt.

Modulare Blockbauweise gewährleistet ein sehr individuelles und vielseitig kombinierbares System.

Sehr geräuscharm,
durch speziellen konstruktiven Aufbau

Flexible Ansteuerung der Bremsfunktionen
durch modulare, blockweise Kombinationen

Robuster Aluminium-Ölbehälter

Geringes Einbaumaß
durch konstruktive Minimierung
der einzelnen Bauteile

Kenngößen

Förderstrom	1,3 bis 20 l/min.
Betriebsdruck	max. 250 bar
Motor	0,55 bis 5,5 kW
Schutzart	DIN EN 60034-5 min IP 54
Pumpenkenngroße	1,0 – 10,0 ccm ³
Ölbehälter	12 bis 63 l
Druckflüssigkeit	Mineralöl nach DIN 51524 Teil 2
Viskositätsbereich	10 – 380 mm ² /s wird empfohlen
Filterung	Betriebsflüssigkeit nach ISO 4406 Klasse 21/19/16 oder besser
Temperaturbereich	Normaltemperatur: -20 °C Überleben, -20 °C Betrieb Tiefemperatur: -40 °C Überleben, -30 °C Betrieb
Elektrik	Verkabelt auf Klemmenkasten, Multipolstecker
Ölwanne	mit oder ohne Ölwanne

General

The HPU Brake Control Unit from HYDAC System GmbH is designed to provide single or combined braking functions in wind turbines.

The modular block design ensures a very individual system, capable of versatile combinations.

Very low noise,
thanks to special construction

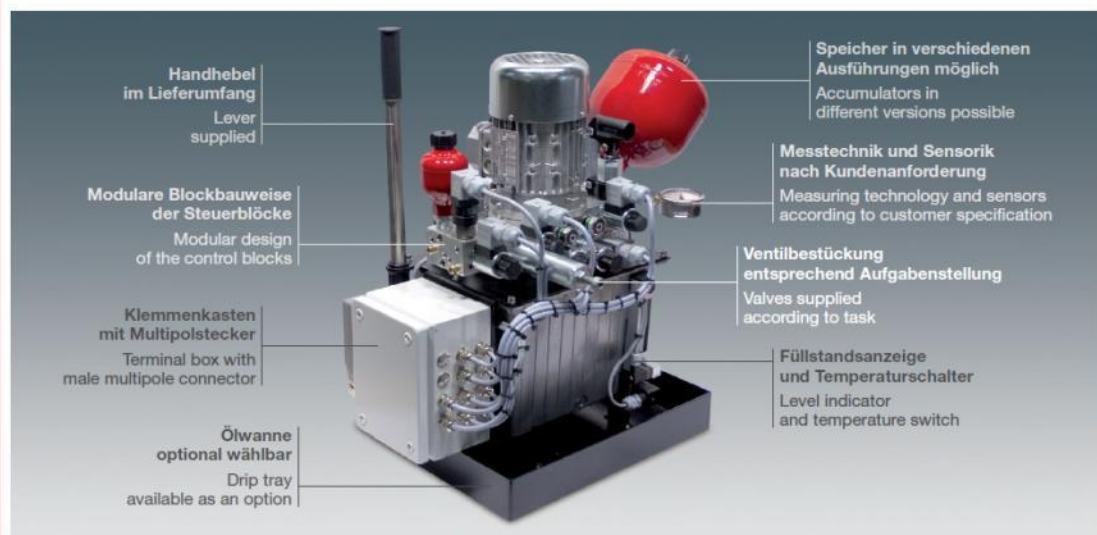
Flexible control of the braking functions
due to modular design

Robust aluminium oil tank

Small installation dimensions
achieved by minimizing
the individual components

Specifications

Flow	1.3 to 20 l/min.
Operating pressure	Max. 250 bar
Motor	0.55 to 5.5 kW
Protection class	DIN EN 60034-5 min IP 54
Pump size	1.0 – 10.0 ccm ³
Oil tank	12 to 63 l
Operating fluid	Mineral oil to DIN 51524 Part 2
Viscosity range	10 – 380 mm ² /s is recommended
Filtration	Operating fluid to ISO 4406 class 21/19/16 or cleaner
Temperature range	Normal temperature: -20 °C Survival, -20 °C Operation Low temperature: -40 °C Survival, -30 °C Operation
Electrics	Wired to terminal box, Male multipole connector
Drip tray	With or without drip tray



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Σύνδεσμος γεννητριας με πολλαπλασιαστή στροφών



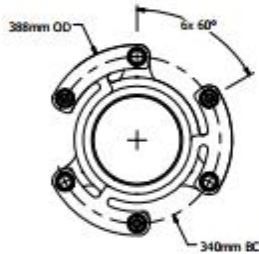
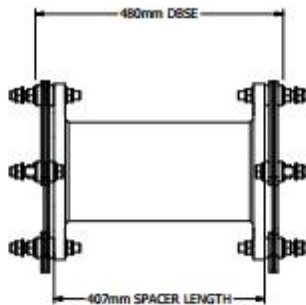
CD® Composite Disc V47 Wind Turbine Coupling

Zero Max Composite Disc Wind Turbine Couplings are designed to exceed the typical operational life of a normal driveline coupling. This model will directly interchange with the original high speed shaft coupling.

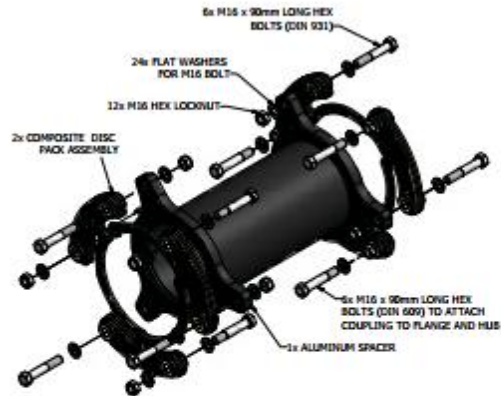
Zero-Max has designed and manufactured driveline couplings for industry since 1984. Today, Zero-Max is a trusted and approved driveline coupling supplier to Wind Turbine Manufacturers around the globe.

We understand the special requirements for this unique industry.

- Lower Life Cycle Cost (LCC)
- Composite material is designed and tested to withstand a wide range of environmental conditions
- Fully tested and refined to handle loads beyond the needs of the application
- Lightweight design for easy installation – drops in between the existing flanges
- Repeatable consistent quality
- Suitable for use in turbines that are operating in areas with difficult power grid conditions
- Maintenance free



Performance Information	
Continuous Torque Rating	5,000 Nm
Peak Torque Rating	10,000 Nm
Torsional Stiffness	9,768 Nm /Degree
Axial Stiffness	138 N / mm
Maximum Parallel Misalignment	11.5mm
Maximum Angular Misalignment	1.5 Degrees
Maximum Axial Displacement	5mm



www.zero-max.com
 Phone 800.533.1731 763.546.4300
 Fax 763 546 8260



www.zero-max.dk
 Tel.: +45 86 81 22 88
 Fax: +45 86 81 53 88

ISO 9001:2000 Certified
 U.S. Manufacturing Facility



ISO 9001:2000 Certified
 Denmark Manufacturing Facility



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8

Τεχνική περιγραφή ανεμογεννήτριας NORDEX N43/600KW

N43/600 (Nordex)

Main data

Rated power: 600 kW
Rotor diameter: 43 m
Old model
Offshore model: no
Commissioning: 1995

Rotor

Number of blades: 3
Type: Stall
Swept area: 1452.2 m²
Power density: 2.42 m²/kW
Maximum speed: 26.9 rd/min

Tower

Minimum hub height: 40 m
Maximum hub height: 78 m

Weights

Nacelle: 24 t
Rotor + hub: 17 t
Tower: 67 t
Total: 108 t

Gearbox

Gearbox: yes
Stages: 3
Gear ratio: 1:56
Manufacturer: Flender

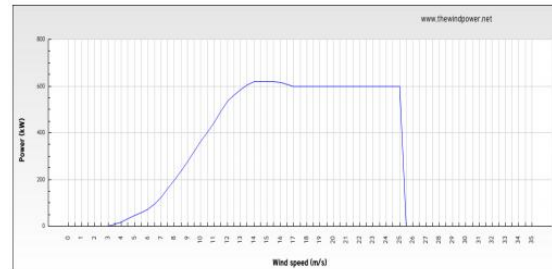
Wind speeds

Cut-in wind speed: 3 m/s
Rated wind speed: 14 m/s
Cut-off wind speed: 25 m/s



Generator

Type: ASYNC DF
Number: 1
Maximum speed: 1513 rd/min
Voltage: 690 V



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9

Τεχνική περιγραφή πολλαπλασιαστή στροφών της NORDEX N43



Share this:



Flender PEAC 4280.3

Compatible with Bonus wind turbines

Flender PEAC 4280.3 Gearbox

Flender gearbox for AN Bonus 600 Mark IV. Ratio I=55,391.
Power 660 kW. N1: 1510 / min. N2: 27,26 / min. Oil: Circa 60 liter.
Weight 3800 kg.

Do you want to request a quote for this Flender PEAC 4280.3 Gearbox? You can easily contact the supplier in just a few clicks. The vendor describes the product's condition as used and guarantees a delivery time span of Within 24 hours. The product (as part of product group: Gearboxes) can be used for Bonus B41 wind turbines. This spare wind turbine part is manufactured by Flender under part number PEAC 4280.3.

Part number manufacturer:	PEAC 4280.3
Part manufacturer:	Flender
Part number turbine manufacturer:	4039523-020-1
Expected lead time:	Within 24 hours
Product group:	Gearboxes
Wind turbine brand:	Bonus
Windturbine type:	B41, B44
Quantity available:	10
Measurement unit:	pcs
Condition:	Used
Warranty:	No
Exchange components:	No

Βιβλιογραφία

Βιβλία

1. Διαχείριση της αιολικής ενέργειας, Ιωάννης Κλεάνθη Καρδέλης, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2005
2. Ανεμοκινητήρες ,Γ. Μπεργελές, , Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ, 2005
3. Οργάνωση και διοίκηση εργοστασίων, Δ.Π.Ψωινός, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1997

Ιστοσελίδες

1. www.enercon.de
2. www.vestas.com
3. www.elinyae.gr
4. <http://mdmgreece.gr/>
5. www.castrol.com
6. www.enaeritis.gr
7. <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/390-nordex-n-43>
8. <http://www.windpowermonthly.com/article/1183992/turbine-advances-cut-o-m-costs>
9. <http://www.svendborg-brakes.com/en/products/hydraulic-power-units.aspx>
10. Vpower.gr
11. www.zero-max.com
12. Thewindpower.net
13. www.gbs-international.com
14. www.spareinmotion.com
15. www.hydrafil.com
16. www.flir.com