

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1333

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ , ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΑΡΚΩΝ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΖΕΡΒΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΡΕΛΗΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Αιόλου δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Είναι η εποχή που εξαπλώνονται ραγδαία τα συμβατικά καύσιμα και ο ηλεκτρισμός, ο οποίος φτάνει ως τα πιο απομακρυσμένα σημεία. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο τις ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια. Στο διάστημα μέχρι σήμερα, σημειώνεται μια αλματώδης ανάπτυξη, κάτι που ενισχύεται και από την επιτακτική ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος. Γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική για πολλούς λόγους.

Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη. Η παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια κατά τα 20 χρόνια λειτουργίας της ισοδυναμεί με την 80πλάσια ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή, λειτουργία και καταστροφή της όταν αυτή κριθεί ανενεργή.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Γενικά

1.1 Αιολικές Μηχανές στην Ελλάδα.....	6
1.2 Μέρη μιας ανεμογεννήτριας.....	14
1.2.1 Πτερωτή (1.Blade).....	15
1.2.2 Ο άξονας περιστροφής (5.Low speed shaft ,12.high speed shaft).....	15
1.2.3 Κιβώτιο ταχυτήτων (6.Gear box).....	15
1.2.4 Ηλεκτρική γεννήτρια (7.Generator).....	15
1.2.5 Σύστημα προσανατολισμού (13.Yaw drive ,14.Yaw motor).....	16
1.2.6 Πύργος στήριξης (15.Tower).....	16
1.3 Συστήματα Αυτόματου Έλεγχου Ανεμογεννητριών.....	16
1.3.1 Αυτόματη Έναρξη Λειτουργίας.....	16
1.3.2 Μείωση - Απόρριψη ισχύος.....	16
1.3.3 Ανιχνευτής Ταλάντωσης.....	16
1.3.4 PITCH CONTROL (Αυτόματος Έλεγχος μεταβολής της κλίσης των πτερύγιων) .....	17
1.3.5 (A) Pitching to feather –Passive stall (παθητική επιβράδυνση).....	18
1.3.6 (B) Pitching to stall-active stall (ενεργός επιβράδυνση).....	18
1.4 Προβλήματα στην διάθεση και ποιότητα αιολικής ισχύος.....	20
1.4.1 Διαταραχές πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης.....	20
1.4.2 Τρόποι σύνδεσης ανεμογεννητριών με το δίκτυο ενέργειας.....	21
1.4.3 Διακυμάνσεις τάσης.....	22
1.4.4 Μεταβατικά Φαινόμενα.....	25
1.4.5 Αρμονικές.....	27
1.4.6 Διακυμάνσεις συχνότητας .....	27
1.5 Ανεμογεννήτριες τεχνολογίας ENERCON.....	27

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Περιγραφή της ανεμογεννήτριας V90-2MW, Τεχνολογίας VESTAS

2.1 Βασικά χαρακτηριστικά.....	31
2.1.1 Σύνδεση δικτύου.....	34
2.1.2 Όροι εδάφους .....	34
2.1.3 Κλιματολογικοί όροι.....	34
2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά V90-2MW.....	35
2.2.1 Γεννήτρια.....	35
2.2.2 Σύστημα Προσανατολισμού (yaw system).....	35
2.2.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά Yaw Gear.....	39
2.2.4 Ρότορας , πτερωτή και σημείο διασύνδεσης HUB.....	39
2.2.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά Πτερωτής (blade).....	40
2.2.6 Κύριος Άξονας (Main shaft).....	42
2.2.7 Σασμάν.....	42
2.2.8 Mechanical Brake .....	45
2.2.9 Υδραυλικό σύστημα.....	46
2.2.10 Αισθητήρας μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας αέρα .....	49
2.2.11 FT Wind Sensor.....	50

2.2.12 Μονάδα έλεγχου (Control Unit).....	53
2.2.13 Σύστημα ασφάλειας.....	53
2.2.14 Γείωση τις Ανεμογεννήτριας V90.....	53
2.2.15 Χαρακτηριστική ισχύος.....	56
2.3 Σύστημα έλεγχου.....	57
2.3.1 Έλεγχος ανεμογεννήτριας .....	57
2.3.2 Συλλογή δεδομένων.....	57
2.3.3 Σύστημα Παραμέτρων .....	59
2.3.4 Έλεγχος της ανεμογεννήτριας με OptiTip.....	59
2.3.5 Γενική διαμόρφωση έλεγχου.....	61
2.3.6 Κύριος ελεγκτής.....	62
2.3.7 Σύνδεση αστέρα – τρίγωνο .....	63
2.3.8 Εξωτερικός έλεγχος ισχύος .....	65
2.3.9 Περιοριστής ώθησης .....	65
2.3.10 Ρυθμιστής Βήματος.....	65
2.3.11 Έλεγχος ισχύος και μετατροπéας ισχύος.....	66
2.3.12 Μείωση της παράγωγης που προκαλείτε από υψηλές θερμοκρασίες.....	67
2.3.13 Vestas Converter System (VCS).....	67
2.4 Έλεγχος Θερμοκρασίας.....	69
2.4.1 Έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού σασμάν.....	69
2.4.2 Off line φίλτρο.....	70
2.4.3 Ψύξη γεννήτριας.....	70
2.4.4 Έλεγχος θερμοκρασίας ολίσθησης της γεννήτρια .....	70
2.4.5 Ψύξη VCS και Skiiip Pack.....	71
2.4.6 Έλεγχος θερμοκρασιών ελεγκτών.....	72
2.4.7 Αισθητήρας θερμοκρασίας περιβάλλοντος.....	72

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

3 Συντήρηση της ανεμογεννήτριας.....	74
3.1 Λίστα εργαλείων με τον κώδικα και τις δυνατότητες τους .....	81
3.2 Τρίμηνη συντήρηση στα Μηχανικά μέρη .....	82
3.2 Εξάμηνη συντήρηση στα Μηχανικά μέρη .....	83
3.3 Δωδεκάμηνη συντήρηση στα Μηχανικά μέρη .....	84

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.**

4.1 Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης.....	85
--	----

### **. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτή την πτυχιακή εργασία μελετάται η κατασκευή και λειτουργία των πάρκων αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται η ηλεκτρομηχανολογική λειτουργία των αιολικών μηχανών. Καταγράφονται και αξιολογούνται οι μηχανικές και ηλεκτρικές βλάβες που μπορούν να εμφανιστούν κατά την διάρκεια λειτουργίας καθώς και η απαιτούμενη συντήρηση των αιολικών μηχανών. Δίνεται επίσης μια εικόνα των οικονομικών εξόδων που έχει ένα ολοκληρωμένο σύγχρονο αιολικό πάρκο.

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πάρκα αιολικής ενέργειας που είναι εγκατεστημένα στην Ελλάδα, τους τύπους των αιολικών μηχανών που είναι τοποθετημένες και προσήκει μια περιγραφή στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται καθώς και στα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο δίνεται η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της ανεμογεννήτριας VESTAS V90 (2MW) .

Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο δίνεται η περιγραφή μιας τυπικής συντήρησης της αιολικής μηχανής V90(2MW).

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης ενός πάρκου αιολικής ενέργειας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

## 1.1 Αιολικές Μηχανές στην Ελλάδα

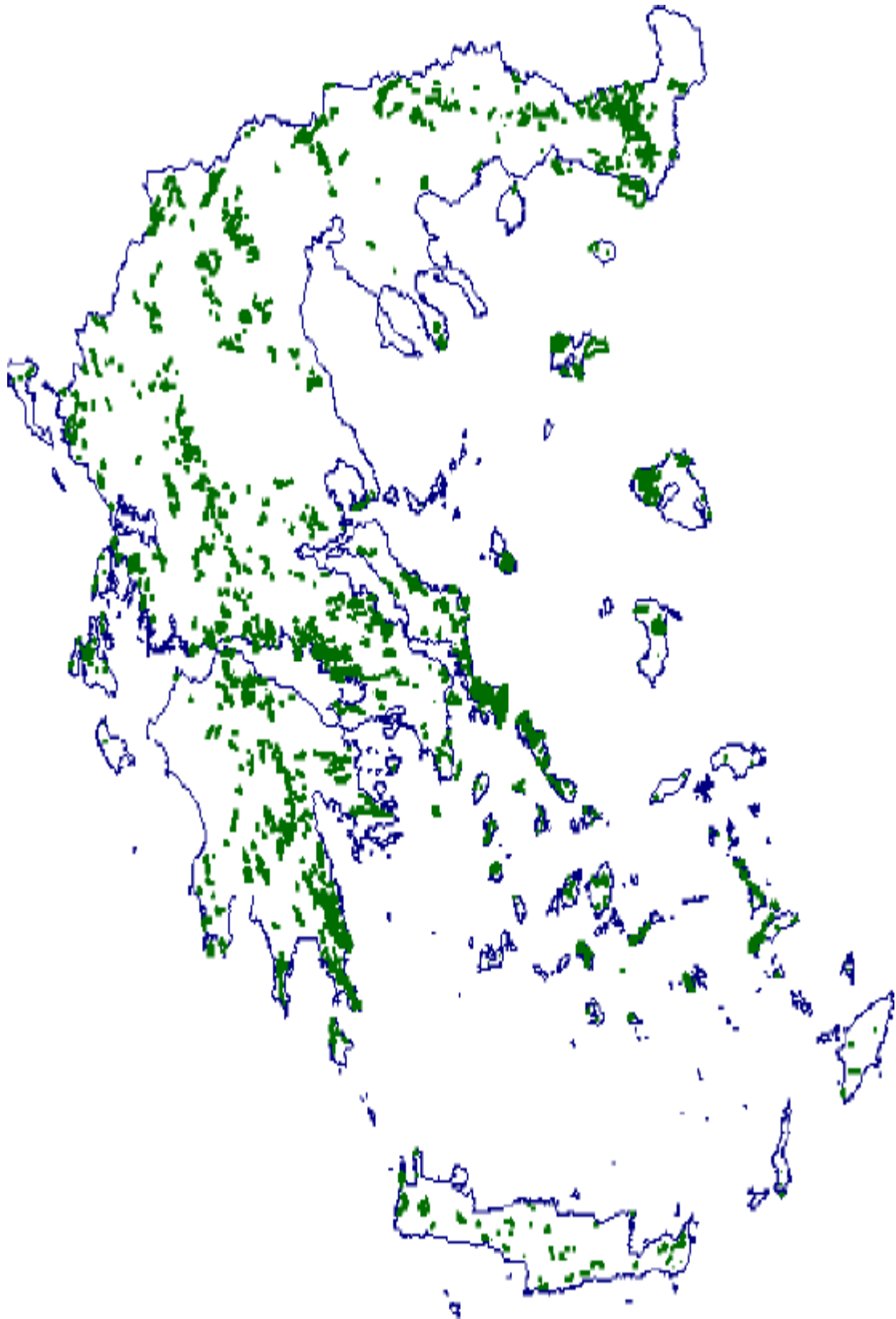
Οι αιολικές μηχανές είναι αποτέλεσμα τις τεχνολογικής εξέλιξης του σύγχρονου πολιτισμού που έχει σκοπό να αξιοποιήσει κάθε μορφή ενεργείας που γίνεται να αποκομίσει από την φύση και σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιώντας το μεγαλύτερο ποσοστό της κινητικής ενέργειας του ανέμου ,παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.Οι ανεμογεννήτριες που έχουν στην εποχή μας την καλύτερη απόδοση είναι οριζόντιου άξονα, έχουν δηλαδή τον άξονα τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και παράλληλο με την διεύθυνση του ανέμου. Διαθέτουν τρία αεροδυναμικά φτερά τα οποία ρυθμίζουν και την ταχύτητα περιστροφής της περωτής είτε με τη στροφή των φτερών υπό γωνία σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου, είτε με την χρήση ειδικών αεροδυναμικών βοηθημάτων τα άκρο-πετερύγια.

Δυο είναι οι κυριότερες και ανταγωνιστικές εταιρίες που έχουν επικρατήσει στην περιοχή της Ελλάδας και αυτές είναι:

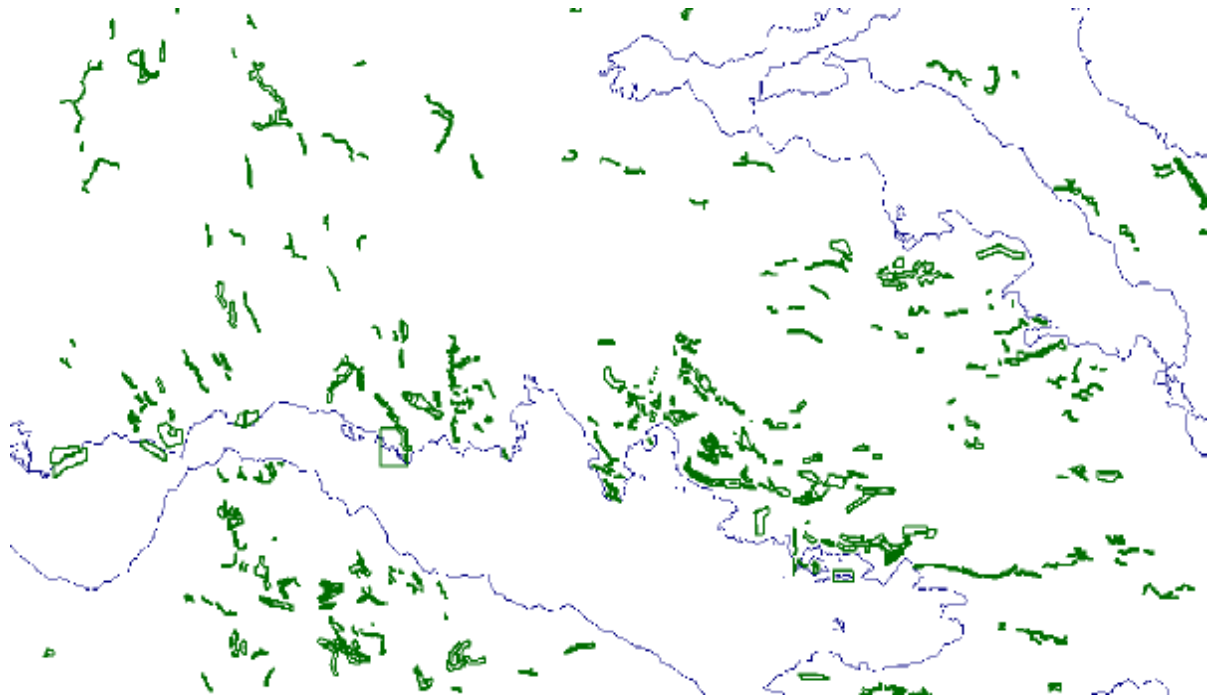
- Η **ENERCON** η οποία δεν χρησιμοποιεί καθόλου μηχανικό πολλαπλασιαστή στροφών .

- Η **VESTAS** που χρησιμοποιεί μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων ,για την μετάδοση της κινητικής ενέργειας στην γεννήτρια.

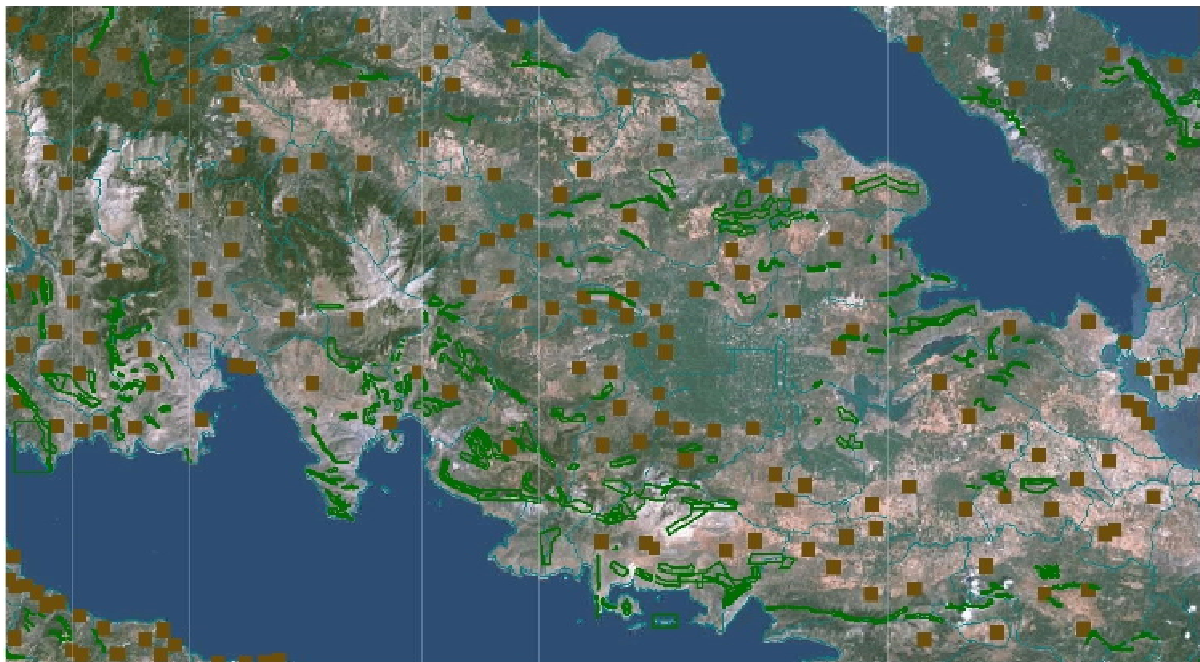
Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι άδειες για πάρκα αιολικής ενέργειας που είναι ήδη εγκατεστημένα στην Ελλάδα καθώς και πάρκα των οποίων η κατασκευή γίνεται αυτήν την περίοδο.Στην βασική τους λειτουργία ,στον έλεγχο τους οι αιολικές μηχανές έχουν ένα κοινό σημείο αρχής ωστόσο άλλοτε για θέματα αξιοπιστίας και άλλοτε μέγιστης παραγωγής οι επικρατέστερες εταιρίες κατασκευής χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα μετάδοσης σε συνδυασμό με διαφορετικό σχεδιασμό και υλικά.Η πιο αξιόπιστη πρόταση που υπάρχει στην αγορά είναι τα μοντέλα της γερμανικής ENERCON ,παρακάτω θα γίνει και μια βασική περιγραφή της τεχνολογίας που χρησιμοποιεί η εταιρία αυτή.Στης παρακάτω εικόνες θα δούμε το σύνολο των άδειων που έχουν κατατεθεί για την δημιουργία αιολικών πάρκων στην Ελλάδα αλλά και ακόμη ειδικότερα στην περιοχή της Στερεάς Ελλάδας.



**Σχημα 1.1** Εικονική περιγραφή αδειών για πάρκα αιολικής ενέργειας κατά μήκος όλης της χώρας



**Σχήμα 11.2.** Εικονική περιγραφή αδειών για πάρκα αιολικής ενέργειας στην περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας.



**Σχήμα 1.3** Εικόνα τοποθεσίας και τοπογραφίας των αδειών από δορυφορική σκοπιά.



## Εγκατεστημένα Αιολικά πάρκα στην Στερεά Ελλάδα

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΙΣΧΥΣ( MW)	Τεχνολογία	Νομοί	Δήμος	Θέση
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΝΤΟΡ ΑΕ & ΣΙΑ ΑΝΤΙΡΡΙΟ Ι ΕΕ	20	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ	ΑΝΤΙΡΡΙΟ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	24	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	ΛΟΥΖΕΣ-ΑΓΚΑΘΑΚΩΡΗΓΙΑΝΗ
ΪΡΙΟΕΒ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	37,4	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΠΥΛΛΗΝΗΣ& ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ	ΜΑΚΡΥΝΟΡΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ ΟΕ	9,9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ, ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ & ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΓΕ-ΡΓΑΝΙ-ΡΑΠΤΟΡΡΑΧΗ
ΘΕΜΕΛΙΑΕ	16,15	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ ΑΙΤ-ΛΙΑΣ & ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ
ΘΕΜΕΛΙΑΕ	38	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΚΕΚΡΟΠΙΑΣ, ΑΝΑΚΤΟΡΟΥ* ΜΕΔΕ-ΝΟΣ	ΠΕΡΓΑΝΤΗ
ΕΥΗΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΒΕΕ	25,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΠΛΑΤΑΝΟΥ	ΚΟΚΚΙΝΙΑΣ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ	20	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΙΤ-ΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	ΣΚΟΠΗ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ ΑΝΕΜΟΣ ΑΕ	9,35	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΟΡΟΣΜΕΡΕΝΤΑ
ΜΟΡΦΙΑΔΑΚΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΟΕ	2,7	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΜΑΡΑΘ-ΝΑ	ΛΥΤΚΟΒΟΥΝΙ
ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΥ ΑΕ	21,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΒΑΡΝΑΒΑ	ΔΡΙΖΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΣΤΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΟΕ	30	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΜΑΝΔΡΑΣ	ΓΚΟΥΡΙ ΜΕΛΕΣ/ΚΙΑΦΑ ΒΕΡΜΗ/ΜΠΟΥΖΟΥΡΕΖΑ/ΑΣΤΡΟΠΕΛΕΚΙ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ ΑΝΕΜΟΣ ΑΕ	22,95	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΕΡΑΤΕΑΣ	ΠΑΝΕΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΕΦΑΝΑΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΕΡΑΤΕΑΣ	ΣΤΕΦΑΝΑ-ΠΑΝΕΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕ-ΣΙΜ-Ν ΠΗΓ-Ν ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΑΠΕ)	0,11	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΕΡΑΤΕΑΣ	ΚΙΑΦΑ-ΠΙΡΑΡΙ
ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕ-ΣΙΜ-Ν ΠΗΓ-Ν ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΑΠΕ)	1,91	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΕΡΑΤΕΑΣ	ΒΡΑΧΟΣ ΣΤΑΥΡΑΕΤΟΥ
ΟΙΕΑΒ ΠΑΤΕΒ THINK TANK ΑΕ	0,66	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΥΔΡΑΙ-Ν ΠΕΙΡΑΙ-Σ	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΕΛ.ΤΕΧ. ΑΝΕΜΟΣ ΑΕ	20	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΤΡΟΙΖΗΝΑΣ	ΟΡΘΟΛΙΘΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	45	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΛΑΥΡΕ-ΤΙΚΗΣ	ΝΗΣΙΔΑ ΑΓΙΟΣ ΓΕ-ΡΓΙΟΣ-
ΤΒΙΖΙΝΙΑ ΑΙΟΙ.08Α.Ε.	9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΤΡΟΙΖΗΝΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΓΕ-ΡΓΙΟΣ
ΠΙΘΟΟ Χ-ΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	24	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΛΑΥΡΕ-ΤΙΚΗΣ	ΝΗΣΙΔΑ ΑΓΙΟΣ ΓΕ-ΡΓΙΟΣ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΠΑΛΑΙΟΒΟΥΝΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΟΝ ΑΕ ΣΙΑΟΕ	4,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ	ΠΑΛΑΙΟΒΟΥΝΑ ΟΡΟΥΣ ΕΛΙΚ-ΝΟΣ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥ ΕΛΙΚ-ΝΟΣ ΑΕ	2,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ	ΣΤΑΥΡΟΣ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚ-ΝΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ ΔΕΡΒΕΝΟΧΕΡΙΝ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓ-ΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	34	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΕΡΒΕΝΟΧ-ΡΙ-Ν	ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	25,5	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΠΛΑΤΑΙ-Ν	ΡΑΧΗ ΛΥΚΟΥ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΕΡΒΕΝΟΧ-ΡΙ-Ν Ο.Ε. Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΕΡΒΕΝΟΧ-ΡΙ-Ν Ο.Ε	30	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΕΡΒΕΝΟΧ-ΡΙ-Ν	ΚΡΕΚΕΖΑ-ΜΟΥΤΤΟΥΛΙΟΣ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΡΑΧΟΥΛΑΣ ΔΕΡΒΕΝΟΧΕΡΙΝ Ο.Ε.	30	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΕΡΒΕΝΟΧ-ΡΙ-Ν	ΡΑΧΟΥΛΑ-ΠΙΑΣΧΑΛΙΕΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ Α.Ε	48	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ	ΠΕΡΔΙΚΟΒΟΥΝΙ ΕΛΙΚ-ΝΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΙ-ΤΙΑΣ ΚΕΔΡΟΣ ΑΕ	13,8	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΚΕΔΡΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΙ-ΤΙΑΣ ΚΟΥΚΟΣ ΑΕ	9,9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΚΟΥΚΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΙ-ΤΙΑΣ ΜΕΓΑΛΟ ΠΛΑΙ ΑΕ	9,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΜΕΓΑΛΟ ΠΛΑΙ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΙ-ΤΙΑΣ ΜΑΥΡΑ ΛΙΘΑΡΙΑ ΑΕ	6,9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΜΑΥΡΑ ΛΙΘΑΡΙΑ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΒΟΙ-ΤΙΑΣ ΑΜΑΛΙΑ ΑΕ	20,7	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΑΜΑΛΙΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ Α.Ε	24	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ	ΚΑΛΥΒΑ -ΤΟΥΜΠΑ
Ε.Ε.Ν. ΒΟΙ-ΤΙΑ ΑΕ	20	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΟΡΧΟΜΕΝΟΥ	ΑΛΟΓΟΜΑΝΔΡΙΑ-ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ
ΕΒΙ ΒΟΙ-ΤΙΑ Ι ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	12	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΧΑΙΡ-ΝΕΙΑΣ	ΣΤΕΦΑΝΙΑ-ΣΑΡΜΙΝΙΤΣΑ-ΠΑΛΙΟΒΟΥΝΑ
ΑΝΕΜΟΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΑΕΕ	18	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΟΡΧΟΜΕΝΟΥ	ΣΤΑΥΡΟΣ-ΜΑΚΡΥΟΡΡΑΧΗ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΡΑΤΕΙΝΗΣ Α.Ε	36	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΜΕΛΙΣΣΙ
ΕΝΟΞΑΝΗ ΠΑ3ΑΕ	6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΑΛΙΑΡΤΟΥ	ΣΦΙΓΓΙΟ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΒΟΙ-ΤΙΑ ΑΒΕΕ	44,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΒΑΓΙ-Ν	ΠΥΡΓΑΡΙ/ΚΑΒΟΥΡΑΣ/ΖΑΧΑΡΟΥ/ΒΑΡΙΑΝΗ/ΠΑΤΗΜΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΛΥΚΟΣΤΕΡΝΑΣΑ.Ε.	9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΑΥΛΕΙΑΣ	ΛΥΚΟΣΤΕΡΝΑ- ΥΨ-ΜΑ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΧΕΡΟΒΟΥΝΟΥ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ & ΣΙΑΕ.Ε.	3,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΧΕΡΟΒΟΥΝΟΥ - Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ & ΣΙΑΕ.Ε.	1,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΚΑΚΑΡΕΤΗ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΚΟΥ -Κ. ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε	0,8	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΣΑΛΙΖΑ

ΕΟΡΕΝΟΒΕΕΟΕΑ.Ε.	20	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΡΟΔΙΑ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ
ΒΟΡΕΑΣ ΑΕ	12,75	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΑΣΠΡΟΧ-ΜΑΤΑ
Ε.Ε.Ν. ΒΟΙ-ΤΙΑ ΑΕ	10	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΟΡΧΟΜΕΝΟΥ	ΚΑΛΑΜΟΣ
Ε.Ε.Ν. ΒΟΙ-ΤΙΑ ΑΕ	8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΟΡΧΟΜΕΝΟΥ	ΜΕΓΑΛΟΒΟΥΝΑ
ΓΚΑΜΕΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΛΛΑΣ ΑΕ	42	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ& ΠΛΑΤΑΙ-Ν	ΜΑΡΙΣΤΙ – ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ
ΓΚΑΜΕΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΛΛΑΣ ΑΕ	20	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ & ΛΕΒΑΔΕ-Ν	ΑΡΒΑΝΙΚΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΔΙΡΑ ΑΕ	34,65	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΧΙΛΟΜΟΔΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	12,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΤΑΝΑΓΡΑΣ & ΘΗΒΑΙ-Ν	ΨΗΛ-ΜΑ-Σ-ΡΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΕΛΕΤΑΣΑΕ	48	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΕΛΑΤΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΛΑΥΚΟΥ ΑΕ	16,5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΓΚΙΟΒΕΖΑ
ΚΤΙΣΤ-Ρ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΕ	18	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΣΚΟΠΙΕΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΛΑΚ-ΝΙΑΣ ΑΕ	5,1	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΡ-ΝΕΙΑΣ	ΚΑΚΙΑ ΡΑΧΗ
ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΛΑΚΚΑΣ-Κ ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε	2,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΛΑΚΚΑ
ΒΟΡΕΑΣ ΑΕ	4,95	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΛΑΙΜΟΣ
ΑΝΕΜΟΣ ΚΙΘΑΙΡ-ΝΑ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓ-ΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	0,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΠΛΑΤΑΙ-Ν	ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ ΚΙΘΑΙΡ-ΝΑ
Ιν-ΑΟΙΑ ΑΙΟΙ.03 ΑΕ.	9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕ-Ν	ΤΟΥΡΛΑ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΙΟΝΙΑ ΑΕ	18	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΠΡΙΟΝΙΑ
ΟΡΦΕΑΣ ΑΠΕ ΑΕ	3,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΜΕΓΑΛΗ ΡΑΧΗ
ΙΕΝΤΟ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.	12	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΚΑΛΑΝΤΕΡΙΜΙ
ΟΝΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕ-Ν ΑΕ -ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΜΕΓΑΛΗ ΛΟΥΤΣΑ & ΣΙΑ ΟΕ	24	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕ-Ν	ΜΕΓΑΛΗ ΛΟΥΤΣΑ
ΟΟΒΙΤ3Α ΑΙΟΙ.03 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	39	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΒΟΙ-ΤΙΑΣ	ΘΙΣΒΗΣ	ΓΚΟΡΙΤΣΑ
ΜΕΛΤΕΜΙ ΚΑΣΤΡΙ ΑΒΕΤΕ	5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΚΑΣΤΡΙ
ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΕ	12	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΓΚΕΡΚΙ-ΠΥΡΓΑΡΙ ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΥ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	11,22	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΤΣΙΚΝΑ/ΠΡΙΝΙΑ/ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ
Ιν-ΒΕΝΕΗΑ33Α	3,6	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙ	ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ-ΛΟΓΟΘΕΤΗ ΣΤΟΥΠΠΑΙ-Ν
ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ Α.Τ.Ε.Β.Ε.	7,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΕ	0,78	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΠΑΛΙΑ ΚΑΛΥΒΙΑ
ΕΝΕΒΟΙ Ε2 ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΡΥΣΤΙΑΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣ-ΠΗ ΕΠΕ	1,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΚΑΡΠΑΣΤ-ΝΗ
ΖΕΦΥΡΟΣ ΕΠΕ	1,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΜΠΟΥΡΛΑΡΙ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΥΚΛΑΔ-Ν ΜΠΟΥΡΛΑΡΙ ΑΕ	7,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΜΠΟΥΡΛΑΡΙ/ΣΠΑΤΑ
ΕΝΕΒΟΙ Ε2 ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΡΥΣΤΙΑΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣ-ΠΗ ΕΠΕ	3,6	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΚΑΜΠΙΑ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ
ΕΝΕΒΟΙ Ε2 ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΡΥΣΤΙΑΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣ-ΠΗ ΕΠΕ	4,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ
ΖΕΦΥΡΟΣ ΕΠΕ	1,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΜΑΥΡΑΝΤ-ΝΗ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΖΑΡΑΚΕΣ ΑΒΕΕ	9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΣΚΟΠΙΕΣΖΑΡΑΚΟΝ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΖΑΡΑΚΕΣ ΑΒΕΕ	14,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΓΑΘΟΥΜΕΝΟ/ΒΡΑΧΑΚΙ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ ΑΒΕΕ	11,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΜΑΥΡΟΜΙΧΑΛΗ/ΜΥΡΤΙΑ ΜΕΣΟΧ-ΡΙ-Ν
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΕ	0,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΜΟΜΙΑΙ
ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	1,5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΠΥΡΓΟΥΔΟΦΙ/ΔΙΑΖΑΡΙ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΡΠΑΣΤΗΝΙΟΥΑΕ	1,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΚΑΛΙΝΟΥΣΙΖΑ/ΚΑΡΠΑΣΤ-ΝΙ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ	12,6	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ/ΜΕΓ. ΡΑΧΗ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ	11,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΤΣΟΥΚΑ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ ΑΒΕΕ	27,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΜΑΚΡΥΡΡΑΧΗ ΜΕΣΟΧ-ΡΙ-Ν
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	12	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΤΣΟΥΚΑΤΣΟΥΓΚΑΡΙ
ΕΝΕΒΟΙ Ε2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΤΟΥΡΛΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	10,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΤΑΜΥΝΑΙ-Ν	ΤΣΙΔΙΚΟΚΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΝΑΛΙΟΥΑΕ	15,3	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΕΣΣΑΠΗ-Ν	ΟΡΟΣ ΚΑΝΘΑΙ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΥΡΓΑΡΙΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ ΑΕ	6,75	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΠΥΡΓΑΡΙ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ ΑΕ & ΣΙΑ ΖΑΡΑΚΕΣ ΙΙΕ	2,5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΠΑΡΑΛΙΑ ΖΑΡΑΚΕΣ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ	12,6	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΑΣΠΗΡΑΧΗ/ΜΙΣΟΧ-ΡΙΑ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ ΑΒΕΕ	18,6	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΜΕΓΑΛΟ ΒΟΥΝΟ -ΤΣΟΥΚΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΕΡΒΟΥΝΙΟΥ ΑΕ	10,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΜΑΡΥΝΘΙ-Ν	ΣΕΡΒΟΥΝΙ/ΒΟΡΙΝΑ ΛΙΘΑΡΙΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΕΡΒΟΥΝΙΟΥ ΑΕ	10,0	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΜΑΡΥΝΘΙ-Ν & ΤΑΜΙΝΑΙ-Ν	ΣΕΡΒΟΥΝΙ/ΚΑΛΟΓΕΡΙΚΗ ΡΑΧΗ
ΓΙΟΡΚ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΕΛΛΑΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣ-ΠΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ	24,65	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΠΟΡΤΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΟΧ-ΜΑ-ΛΟΥΜΠΑΡΔΑ- ΠΛΑΚ-ΤΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Α.Ε. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΥΣΤΙ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΥΣΤΙ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΜΕΣΟΚΗΠΙ
ΓΙΟΡΚ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΜΟΝΟΠΡΟΣ-ΠΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ	24,42	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΣΤΑΥΡΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑΣ -ΧΕΛ-ΝΑ ΑΕ	9,35	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΧΕΛ-ΝΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑΣ - ΠΟΥΝΤΑ ΑΕ	11,05	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΑ-ΝΟΣ	ΠΟΥΝΤΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	16,15	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ & ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΠΛΑΚ-ΤΑ-ΛΥΚΟΥΡΑΙ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΤ-ΟΝΑΕ	18	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΝΘΗΔ-ΝΟΣ	ΠΤ-ΟΝ-ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΤ-ΟΝΑΕ	24	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΝΘΗΔ-ΝΟΣ	ΠΤ-ΟΝ- ΠΥΡΓΟΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	12	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΠΥΡΓΟΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	6,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΞΕΡΟΠΟΥΣΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Ο.Ε. (Δ.Τ.ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Ο.Ε.)	9,9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΠΥΡΓΑΡΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Ο.Ε. (Δ.Τ.ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Ο.Ε.)	7,65	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΤΑΜΙΝΑΙ-Ν	ΚΟΣΚΙΝΑ-ΛΑΚΚΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Α.Ε. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΥΣΤΙ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΥΣΤΙ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	22,5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΛΙΓΙΑΧΛΑΔΙΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ ΟΕ	30	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΤΣΟΥΚΑ-ΣΚΟΥΡΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ ΟΕ	19,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΚΑΡΑΜΠΙΛΑ-ΚΥΜΗ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΤΡΙΚΟΡΦΟ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	13,5	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΤΡΙΚΟΡΦΟ
ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν & ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ&ΒΡΕΘΕΛΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΦΙΚΘΙ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ	1,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΦΙΚΘΙ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑΣ ΠΥΡΓΟΣ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	15,3	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΠΥΡΓΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε	6,3	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΠΥΡΓΑΡΙ-ΝΤΑΡΑΙΖΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε	19,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΓΚΑΛΟΣΙ-ΡΙΚΕΖΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	25	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΚΟΠΡΙΣΕΖΑ-Φ-ΛΙΑ-ΚΙΑΦΑ ΜΗΝΟΥ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΟΕ	7,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΒΟΥΡΕΖΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	28,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΠΑΡΑΛΙΑ ΖΑΡΑΚΕΣ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Α.Ε. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	12	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΝΤΟΥΓΚΖΑ-ΑΝΤΙΑΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΝΔΗΛΙΟΥ Α.Ε	39,95	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΗΡΕ-Σ	ΚΕΔΡΟΣ-ΧΟΝΔΡΗ ΡΑΧΗ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓ-ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	17,85	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΕΣΣΑΠΙ-Ν	ΕΛΑΤΗ -ΑΕΤΟΣ
ΚΑΝΗΘΟΣ ΑΕ	1,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΥΜΗΣ	ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ ΟΞΥΛΙΘΟΥ

ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Α.Ε. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΤΥΡ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΤΥΡ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	18,9	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΕΞ-ΣΤΗΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑΣ - ΔΙΑΚΟΦΤΗΣ ΑΕ	11,05	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΔΙΑΚΟΦΤΗΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΑΝΙΣΤΟΥ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	36	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΚΟΥΚΟΥΒΑΠΕΣ- ΜΑΡΚΟΥΡΗ - ΙΣΙ-ΜΑΤΑ
ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	3,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΑΙ-Ν	ΠΥΡΓΟΥ ΛΩΨΗ-ΛΙΑΖΑΡΙ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΕ	3,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΥΛ-ΝΟΣ	ΠΛΑΤΥ ΒΟΥΝΟ-ΤΟΥΡΛΑ-ΚΟΥΤΟΥΠΑ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΨΑΧΝ-Ν ΕΥΒΟΙΑΣ ΑΕ	5,1	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΕΣΣΑΠΗ-Ν	ΨΕΙΡΑ - ΛΑΚΚΑ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΧΛΑΔΟΤΟΠΟΣ ΑΒΕΕ	19,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΤΡΙΚΟΡΦΟ
ΣΟΦΙΑ ΝΙΚΑ & ΣΙΑ - ΑΙΟΛΙΚΗ ΖΑΡΑΚΑ ΟΕ	1,5	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΥΣΤΙ-Ν	ΛΙΟΥΤΣΑ
ΑΡΧΡΑΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΕ	24	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΥΛ-ΝΟΣ	ΚΟΥΡ-ΝΑΚΙΑ-ΔΡΥΜΟΣ-ΜΟΝΗ ΑΓ. ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΙΜΝΗΣ Ε.Π.Ε	22	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΝΘΗΔ-ΝΟΣ	ΠΕΤΑΛΑΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΡΙΠΟΥ Ε.Π.Ε	22	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΝΘΗΔ-ΝΟΣ	ΚΛΕΦΤΟΣΠΗΛΙΑ
ΕΝΨΕΒΕΟΟ ΛΟΪΑΝΟΕΟ ΕΟΟΙΟΙΟΙΟΙ ΖΥΣΤΕΜ3 ΠΟ	20	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΙΡΦΥ-Ν	ΡΑΧΕΣ -ΠΟΡΤΙΤΣΕΣ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΚΥΡΟΥ Ι ΕΠΕ	36	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΚΥΡΟΥ	ΓΛΗΓΟΡΗ - ΦΑΝΟΦΤΗ -ΠΠΛΑΚΑ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΚΥΡΟΥ Ι ΕΠΕ	39	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΚΥΡΟΥ	ΚΟΥΚΝΑ - ΚΟΥΚΟΥΒΑΠΗ - ΒΑΘΥ ΒΑΘΡΑΚΙ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΠΑΛΙΟΠΥΡΓΟΣ ΑΕ	12	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΠΑΛΙΟΠΥΡΓΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΥΒΟΙΑΣ ΕΠΕ	18	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΣΤΥΡΕ-Ν	ΜΕΓΑΛΟ ΒΟΥΝΟ -ΡΕΘΙ
ΔΕΗΑΝΑΝΕ-ΣΙΜΕΣΑΕ	5,1	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΜΑΡΜΑΡΙ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΠΛΑΤΑΝΟΣ ΑΕ	12	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΠΛΑΤΑΝΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΝΑΤΟΛΗΣ-ΠΡΙΝΙΑΣ ΑΕ	14	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΑΝΑΤΟΛΗ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΥΤΙΚΑΑΕ	16	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΡΥΣΤΟΥ	ΠΛΑΤΑΝΙΣΤΟΣ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΠΗΛΙΑΣ ΑΕ	26	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΣΠΗΛΙΑ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΗΛΙΑΣ ΑΕ	16	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΜΗΛΙΑ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΘΑΡΑΣ ΑΕ	28	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΟΥ	ΚΑΘΑΡΑ
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΕΡΑΣΙΑΣΑΕ	24	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΚΕΡΑΣΙΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΡΥΣΤΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.	15	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΜΕΓΑΛΗ ΠΕΤΡΑ - ΛΙΟΦΑΝΤΙΖΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	30	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΜΗΛΙΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	21	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΤΣΟΥΚΑ-ΜΑΝΔΡΑΓΙΑΡΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΡΥΣΤΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.	15	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΑΗΔΟΝΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	27	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΜΟΥΡΙΖΑ - ΠΕΤΡΑ ΜΕΓΑΛΗ - ΒΡΑΝΟΥΛΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΕ. & ΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε. (Δ.Τ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΦΗΡΕ-Σ ΕΥΒΟΙΑΣ Ο.Ε.)	27	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΚΑΦΗΡΕ-Σ	ΒΙΟΣ- ΚΑΛΑΜΑΚΙ - ΜΠΑΘΡΙΖΑ
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΑΕ	10,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΙΕΝΗΣΙΟ Υ	ΑΛΑΓΑΙΝΑ
ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	1,8	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΙΕΝΗΣΙΟ Υ	ΠΙΚΡΟΒΟΥΝΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	14,4	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΙΕΝΗΣΙΟ Υ	ΠΙΚΡΟΒΟΥΝΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	30,6	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΙΕΝΗΣΙΟ Υ	ΚΑΣΤΡΙ/ΚΟΚΚΑΛΙΑ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	29,7	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΔΟΜΝΙΣΤΑΣ	ΤΥΜΠΙΑΝΟ/ΤΡΥΠΗΡΙ
ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ	35,1	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΔΟΜΝΙΣΤΑΣ& ΣΠΕΡΧΕΙΑΔΟΣ	ΚΑΡΑΒΙ-ΑΛΟΓΟΒΟΥΝΙ ΒΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΟΞΥΑ
ΒΙΟΣΑΡ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	7,2	ΑΙΟΛΙΚΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΙΕΝΗΣΙΟ Υ	ΝΕΡΑΙΔΟΒΟΥΝΙ

ΡΟΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ & ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	44	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	ΚΑΛΟΓΡΙΑ/ΜΥΤΙΚΑΣ
ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΟΜΗΤΟ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	43,7	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΟΠΟΥΝΤΙ-Ν& ΑΚΡΑΙΦΝΙΑΣ	ΣΠΑΡΤΙΑ/ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ/ΣΚΛΗΡΟ (ΓΑΤΖΑ)
ΟΣΤΡΙΑ <sup>τε</sup> ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	ΡΑΧΗ ΛΟΥΤΣΑ
ΡΟΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ & ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	40	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ & ΕΛΑΤΕΙΑΣ	ΜΟΙΡΟΛΟΡΑΧΕΣ-ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ-ΚΟΜΜΕΝΗ ΡΑΧΗ-ΛΟΥΤΣΙ
ΘΕΜΕΛΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ	10,8	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΣΠΕΡΧΕΙΑΔΟΣ	ΓΟΥΛΙΝΑΣ
Κ. ΚΗΠΟΥΡΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΕ	4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	ΜΙΣΟΒΟΥΝΙ
ΒΕΓΑΣ (Ι)Ε.Π.Ε.	1,7	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΟΠΟΥΝΤΙ-Ν	ΚΟΚΚΙΝΗ
ΑΙΟΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ & ΣΙΑ ΦΘΙ-ΤΙΔΑ ΑΕ	10	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΟΠΟΥΝΤΙ-Ν	ΜΥΤΙΚΑΣ
ΓΙΔΟΒΟΥΝΙΑΒΕΕ	39,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	ΦΘΙ-ΤΙΔΑΣ	ΣΠΕΡΧΕΙΑΔΟΣ & ΒΑΡΔΟΥΣΙ-Ν	ΠΥΡΓΟΣ - ΠΟΛΕΜΙΣΤΡΑ - ΜΗΛΙΑ - ΠΑΟΒΟΥΝΙ
ΞΡΙΟΕΒ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	11,9	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΕΥΠΑΛΙΟΥ	ΤΡΙΚΟΡΦΑ
ΪΕΟΤΟΒ ΑΙΟΛΙΚΗ ΔΕΣΦΙΝΑΣ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	23,2	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΔΕΣΦΙΝΑΣ	ΠΥΡΑΜΙΔΑ-ΧΕΛΑ-ΝΑ
ΪΕΟΤΟΒ ΑΙΟΛΙΚΗ ΔΕΣΦΙΝΑΣ ΑΝ-ΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	26,4	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΔΕΣΦΙΝΑΣ	ΚΟΥΡΜΟΥΣΙ- ΚΑΡΔΑΡΑ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ Φ-ΚΙΔΑΣ ΑΒΟΡΟΡΑΧΗ ΑΕ	16	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΛΙΔΟΡΙΚΙΟΥ	ΑΒΟΡΟΡΑΧΗ
ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ Φ-ΚΙΔΑΣ ΔΙΚΟΡΦΟ ΑΕ	10	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΛΙΔΟΡΙΚΙΟΥ	ΔΙΚΟΡΦΟ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΡΥΣΤΟΥΑΕ	24	ΑΙΟΛΙ ΚΑ	Φ-ΚΙΔΑΣ	ΕΥΠΑΛΙΟΥ	ΤΡΙΚΟΡΦΟ

## 1.2 Μέρη μιας αιολικής μηχανής.



Σχημα 1.4. Τα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά-ηλεκτρονικά μέρη μιας αιολικής μηχανής.

**Παρακάτω θα γίνει μια γενική περιγραφή των βασικότερων από τα παραπάνω μέρη μιας αιολικής μηχανής.**

### **1.2.1 Πτερωτή (1.Blade)**

Η πτερωτή της ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται από ελαφρά κράματα μετάλλων, ενισχυμένο πολυεστέρα και ξύλο ποτισμένο με ειδικές ρητίνες. Η συνολική συμπεριφοράς μιας πτερωτής βελτιώνετε χρησιμοποιώντας πτερωτές μεταβλητού βήματος. Η μεταβολή του βήματος (**3.Pitch**) οδηγεί στην περιστροφή του πτερυγίου γύρω από τον διαμήκη άξονα του, έτσι γίνεται η μεταβολή της γωνίας προσβολής του από τον άνεμο. Με την τεχνική αυτή διατηρείτε σταθερά η ταχύτητα περιστροφής της ανεμογεννήτριας, η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος της παραγόμενης ισχύος και ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια.

### **1.2.2 Ο άξονας περιστροφής (5.Low speed shaft ,12.high speed shaft)**

Ο άξονας της ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται από ενισχυμένο χάλυβα, έτσι ώστε να μεταφέρει τις ισχυρές μη μόνιμες ροπές, ενώ η έδραση του γίνεται συνήθως σε δύο έδρανα ικανά να αντέχουν τόσο το βάρος του άξονα όσο και τα εξασκούμενα φορτία από την κινητική ενέργεια που μεταδίδεται μέσω των πτερωτών.

### **1.2.3 Κιβώτιο ταχυτήτων (6.Gear box)**

Τα γρανάζια συνδέουν τον άξονα χαμηλής ταχύτητας με τον άξονα υψηλής ταχύτητας και αυξάνουν τις ταχύτητες περιστροφής από περίπου 30 έως 60 περιστροφές το λεπτό (rpm= περιστροφή ανά λεπτό) σε 1000 έως 1800 περιστροφές το λεπτό, που είναι η ταχύτητα περιστροφής που οι περισσότερες ανεμογεννήτριες απαιτούν ώστε να παραγάγουν ηλεκτρισμό.

Το σύστημα κίνησης περιλαμβάνει επίσης υδραυλικό ή μηχανικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης ταλαντώσεων. Το μηχανικό φρένο της ανεμογεννήτριας τοποθετείτε είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας περιστροφής οπότε απαιτείται μικρή σχετικά δύναμη ροπής πέδησης, αλλά δεν προστατεύεται η πτερωτή 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 αυξημένων διαστάσεων, βάρους και κόστους. Στην περίπτωση όμως αυτή προστατεύεται καλύτερα η πτερωτή και το κιβώτιο μετάδοσης, γι' αυτό και αποτελεί τη βέλτιστη τεχνικά λύση.

### **1.2.4 Ηλεκτρική γεννήτρια (7.Generator)**

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. Όμως η ανάγκη να παίρνει ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο δημιουργεί προβλήματα όταν η ισχύς της ανεμογεννήτριας είναι συγκρίσιμη με την ισχύ του ηλεκτρικού δικτύου.

### **1.2.5 Σύστημα προσανατολισμού (13.Yaw drive ,14.Yaw motor)**

Για τον προσανατολισμό της ανεμογεννήτριας σε παράλληλη θέση του άξονα με την διεύθυνση του ανέμου χρησιμοποιείται σέρβο-κινητήρας που περιστρέφει την άτρακτο της μηχανής με τη βοήθεια γραναζιών. Ο σερβομηχανισμός ελέγχεται από τον ανεμοδείκτη του ανεμογράφου.

### **1.2.6 Πύργος στήριξης (15.Tower)**

Αυτός που έχει επικρατήσει είναι ο σωληνωτός πύργος στήριξης ,καθώς στο εσωτερικό του πύργου γίνεται στέγαση μερικών οργάνων της ανεμογεννήτριας και βέβαια εκεί υπάρχει μια εσωτερική σκάλα ή και ασανσέρ πρόσβασης στο κουβούκλιο όπου και βρίσκεται η καρδιά της μηχανής.

## **1.3 Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου Ανεμογεννητριών.**

Κάθε αυτόματος έλεγχος γίνεται από έναν μικροεπεξεργαστή, ο οποίος έχει την δυνατότητα να ρυθμίζει την ανεμογεννήτρια όταν αυτή λειτουργεί σε κανονικές συνθήκες αλλά και σε συνθήκες κινδύνου όπου ενεργοποιείτε ,όταν αναγνωριστεί ένα σφάλμα, εκτελώντας όλες οι σχετικές λειτουργίες ασφαλείας με ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα..Ο έλεγχος περιστροφής λειτουργεί σε όλες τις 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. Η άτρακτος περιστρέφεται από τους δύο ηλεκτροκινητήρες προσανεμισμού.

### **1.3.1 Αυτόματη Έναρξη Λειτουργίας**

Σε διαστήματα τριών λεπτών γίνεται μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου ,εάν η τιμή της είναι κάτω από τα όρια ο αισθητήρας του συστήματος ελέγχου δεν δείχνει κάποιο σφάλμα στα εξαρτήματα και έτσι μπορεί να αρχίσει η αυτόματη διαδικασία έναρξης λειτουργίας .Η παράγωγή της ανεμογεννήτριας ξεκινά αυτόματα από την στιγμή όπου η ταχύτητα του ανέμου θα έχει φτάσει στην χαμηλότερη τιμή του εύρους

### **1.3.2 Μείωση - Απόρριψη ισχύος**

Η μείωση ή η απόρριψη παραγωγής από την γεννήτρια, υλοποιείται με την ρύθμιση της γωνίας προσβολής των πτερυγίων, μέσω του συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρυθμίσεως.

### **1.3.3 Ανιχνευτής Ταλάντωσης**

Ο ανιχνευτής ταλάντωσης αναγνωρίζει μεγάλες ταλαντώσεις της ατράκτου και ενεργοποιεί τη διαδικασία άμεσης παύσης λειτουργίας με γρήγορη ρύθμιση της γωνίας των πτερυγίων.



### 1.3.4 PITCH CONTROL (Αυτόματος Έλεγχος μεταβολής της κλίσης των πτερύγων)

Σε περιπτώσει ισχυρών ανέμων είναι απαραίτητο μέρος της επιπλέον ενεργείας του ανέμου να «θυσιάζετε» προκειμένου να προφυλαχτεί ο εξοπλισμός της ανεμογεννήτριας.

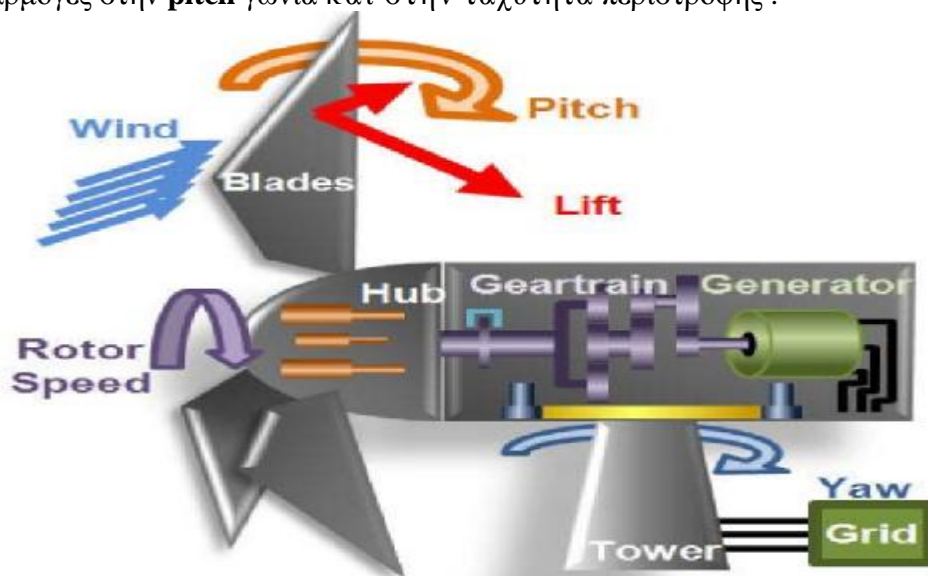
Το **pitch control** είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος ελέγχου της αεροδυναμικής ισχύος που παράγεται από το δρομέα της ανεμογεννήτριας. Επίσης έχει σημαντική επίδραση σε όλα τα αεροδυναμικά φορτία που παράγονται από το δρομέα (που είναι τύπου έλικα).

Στις ανεμογεννήτριες με ελεγχόμενο βήμα έλικα, ο ηλεκτρονικός ελεγκτής ελέγχει την έξοδο τους αρκετές φορές το δευτερόλεπτο. Όταν η έξοδος γίνει αρκετά μεγάλη, στέλνει εντολή στο μηχανισμό περιστροφής του πτερυγίου ο οποίος αμέσως στρέφει τα πτερύγια προς τον αέρα. Γι' αυτό τα πτερύγια πρέπει να είναι σε θέση να περιστρέφονται κατά μήκος του άξονα τους.

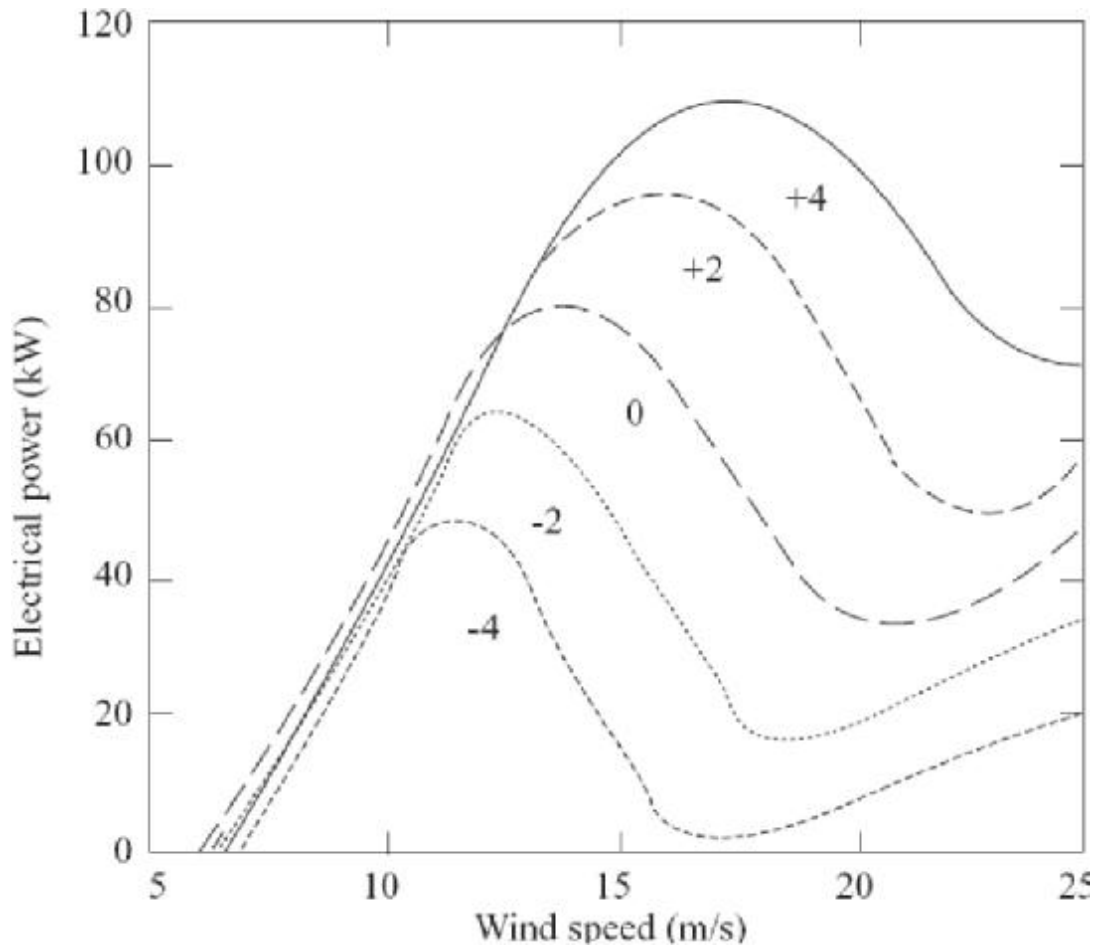
Κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας τα πτερύγια θα στρέφονται με μια γωνία μιας μοίρας τη φορά - ενώ ταυτόχρονα θα στρέφεται και ο δρομέας. Ο σχεδιασμός τέτοιου είδους ανεμογεννητριών απαιτεί έξυπνη μηχανική ώστε τα πτερύγια να στρέφονται ακριβώς την απαιτούμενη γωνία. Ο έλεγχος αυτός κάθε φορά που αλλάζει διεύθυνση ο αέρας στρέφει τα πτερύγια μερικές μοίρες ώστε να διατηρεί τη γωνία πρόσπτωσης ιδανική για να μεγιστοποιεί την έξοδο.

Μια παράμετρος που επηρεάζει την έξοδο ισχύος είναι η γωνία της μεταβολής της κλίσης των πτερυγίων (**pitch angle**) βλ. Ο σχεδιασμός των πτερυγίων σχεδόν πάντοτε είναι σπειροειδής, αλλά τα πτερύγια μπορούν να τοποθετηθούν σε πλήρη **pitch** γωνία. Τα αποτελέσματα από αρκετές **pitch** γωνίες φαίνονται στο σχήμα 5.10.

Μικρές μεταβολές στην **pitch** γωνία μπορεί να έχουν δραματικές επιπτώσεις στην έξοδο ισχύος. Θετική ρύθμιση της **pitch** γωνίας αυξάνει τη **pitch** γωνία σχεδιασμού και έτσι ελαττώνει τη γωνία επίπτωσης. Αντίθετα, αρνητική ρύθμιση της **pitch** γωνίας αυξάνει τη γωνία επίπτωσης και μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση όπως φαίνεται στο σχήμα 5.10. Ο δρομέας μιας ανεμογεννήτριας που έχει σχεδιαστεί για λειτουργία σε δεδομένες συνθήκες ανέμου, μπορεί να γίνει κατάλληλος για άλλες συνθήκες με κατάλληλες προσαρμογές στην **pitch** γωνία και στην ταχύτητα περιστροφής.



Σχήμα1.5 .Εικονική περιγραφή λειτουργίας του συστήματος Pitch.



**Σχήμα 1.6.** Επίδραση της ρύθμισης της γωνίας μεταβολής της κλίσης των πτερυγίων στην εξαγόμενη ισχύ .

**Η ρύθμιση ισχύος μπορεί να επιτευχθεί με δυο τρόπους :**

### **1.3.5 (A) Pitching to feather –Passive stall (παθητική επιβράδυνση).**

Οι ανεμογεννήτριες στις οποίες εφαρμόζεται αυτός ο έλεγχος έχουν τα πτερύγια τους ενσωματωμένα στην κεφαλή του ρότορα σε σταθερή γωνία. Το γεωμετρικό προφίλ όμως των πτερυγίων, είναι αεροδυναμικά σχεδιασμένο ώστε να διασφαλίσει ότι τη στιγμή που η ταχύτητα του ανέμου γίνει αρκετά υψηλή, να δημιουργεί αναταραχές στην πλευρά του πτερυγίου που δεν εντοπίζει τον αέρα, γεγονός που οδηγεί σε επιβράδυνση των πτερυγίων. Αυτή η επιβράδυνση προλαμβάνει την άσκηση ανεπιθύμητων δυνάμεων των πτερυγίων στον ρότορα

Στις 90° θετικής κλίσης το πτερύγιο είναι «φτερό» (**feathered**). Μια αύξηση στην **pitch angle**, που ορίζεται ως στροφή της κύριας λεπίδας στον άνεμο, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία κλίσης στο πτερύγιο «φτερό» (**feather**), μείωση της γωνίας πρόσπτωσης, μείωση της ροπής άρα και μείωση της δύναμης ανύψωσης στα πτερύγια .

### **1.3.6 (B) Pitching to stall-active stall (ενεργός επιβράδυνση).**

Προκειμένου να επιτύχουν μια αρκετά μεγάλη ροπή (περιστροφική δύναμη) σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου, οι μηχανές συχνά θα προγραμματίζονται να περιστρέφουν τα πτερύγια τους όπως μια ανεμογεννήτρια με ελεγχόμενο βήμα έλικα σε χαμηλές ταχύτητες. Αν όμως η μηχανή τείνει να υπερφορτωθεί, η μηχανή με ελεγχόμενη

ενεργητική καθυστέρηση θα στρέψει τα πτερύγια της σε αντίστροφη διεύθυνση από ότι μια μηχανή με ελεγχόμενο βήμα έλικα. Με άλλα λόγια, θα αυξήσει τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου στα πτερύγια προκειμένου τα πτερύγια να επιβραδυνθούν, κατ' αυτόν τον τρόπο σπαταλά την επιπλέον ενέργεια του ανέμου. Συνεπώς, μια μείωση στο **pitch**, π.χ. γυρίζοντας την κύρια λεπίδα κόντρα στον άνεμο, ελαττώνει τη ροπή μέσω της αύξησης της γωνίας πρόσπτωσης προσεγγίζοντας την επιβράδυνση, όπου ξεκινάει να ελαττώνεται η ανύψωση και το σύρσιμο αυξάνεται.

Παρόλο που το **Pitching to feather** είναι πιο συνηθισμένη μέθοδος, κάποιες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν **pitching to stall**. Το **Pitching to feather** απαιτεί πολύ περισσότερη δυναμική δραστηριότητα μεταβολής της κλίσης από το **pitching to stall**: ενώ ένα μεγάλο μέρος των πτερυγίων επιβραδύνεται, πολύ μικρές κινήσεις μεταβολής της κλίσης επαρκούν για να ελεγχθεί η ροπή. Το **pitching to stall** επιφέρει μια σημαντικά μεγαλύτερη ώθηση φορτίου εξαιτίας του αυξανόμενου συρσίματος. Από την άλλη, η ώθηση είναι πολύ πιο σταθερή όταν τα πτερύγια επιβραδύνονται, συνεπώς τα καταχρηστικά φορτία της ώθησης θα είναι μικρότερα.

Ένα επιπλέον πρόβλημα με το **pitching to stall** είναι ότι η κλίση της καμπύλης ανύψωσης στην αρχή της περιοχής επιβράδυνσης είναι αρνητική, έτσι ο συντελεστής ανύψωσης μειώνεται με την αύξηση της γωνίας πρόσπτωσης. Αυτό επιδρά στην αρνητική αεροδυναμική απόσβεση, που μπορεί να επιδράσει στην αστάθεια των στρεφόμενων πτερυγίων. Αυτό είναι επίσης πρόβλημα για τις ανεμογεννήτριες που ελέγχεται η επιβράδυνση τους με ρυθμισμένο **pitch**.

Χαμηλότερα από τη ρύθμιση της ταχύτητας του ανέμου, η ανεμογεννήτρια απλά θα προσπαθεί να παράγει όση περισσότερη ισχύ είναι δυνατό, συνεπώς γενικά δεν υπάρχει ανάγκη να μεταβάλλεται η γωνία μεταβολής κλίσης. Τα αεροδυναμικά φορτία, χαμηλότερα από τη ρύθμιση της ταχύτητας του ανέμου, είναι γενικά χαμηλότερα σε σχέση με πριν τη ρύθμιση, οπότε πάλι δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιηθεί το **pitch control**. Εντούτοις, για ρυθμισμένης ταχύτητας ανεμογεννήτριες, η επιθυμητή γωνία κλίσης για αεροδυναμική αποδοτικότητα ποικίλλει ελαφρά με την ταχύτητα του ανέμου. Συνεπώς, σε μερικές ανεμογεννήτριες, η γωνία μεταβολής της κλίσης μεταβάλλεται αργά κάποιες μοίρες κάτω από τη ρυθμισμένη, σαν απάντηση σε «βαρύ» ανεμόμετρο ή σήμα εξόδου ισχύος.

Πάνω από τη ρυθμισμένη ταχύτητα του ανέμου, το **pitch control** προμηθεύει ένα πολύ αποτελεσματικό μέσο ρύθμισης της αεροδυναμικής ισχύος και των φορτίων που παράγονται από το δρομέα, έτσι που δεν υπάρχουν όρια στο σχεδιασμό. Για να πετύχουμε καλή ρύθμιση, το **pitch control** πρέπει να αποκρίνεται πολύ γρήγορα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Αυτή η εφαρμογή υψηλού ενεργού ελέγχου απαιτεί πολύ προσεκτικό σχεδιασμό καθώς έχει ισχυρή αλληλεπίδραση με τη δυναμική απόκριση της ανεμογεννήτριας. Μια από τις πιο ισχυρές αλληλεπιδράσεις είναι με τη δυναμική συμπεριφορά του πύργου. Καθώς μεταβάλλεται η κλίση των πτερυγίων για τη ρύθμιση της αεροδυναμικής ροπής, η αεροδυναμική ώθηση στο δρομέα μεταβάλλεται σημαντικά, και αυτό τροφοδοτεί παλμό στον πύργο. Καθώς ο άνεμος αυξάνει, η γωνία μεταβολής της κλίσης αυξάνει για να διατηρήσει σταθερή τη ροπή, αλλά ο δρομέας τείνει να τη μειώσει. Αυτό επιτρέπει στην απόκλιση του πύργου που είναι κόντρα στον άνεμο να μειωθεί και καθώς η κορυφή του πύργου μετακινείται ευνοϊκά στον άνεμο η σχετική ταχύτητα του ανέμου που φαίνεται από το δρομέα αυξάνεται. Η αεροδυναμική ροπή αυξάνεται περισσότερο, προκαλώντας περισσότερη μεταβολή στην κλίση των πτερυγίων. Αν το κέρδος του **pitch controller** είναι τόσο υψηλό, αυτή η θετική ανάδραση μπορεί να προκαλέσει αστάθεια. Έτσι είναι καθοριστικό να λάβουμε υπόψη τη δυναμική συμπεριφορά του πύργου κατά το σχεδιασμό ενός **pitch controller**

Οι περισσότερες από τις ανεμογεννήτριες που ελέγχονται με **pitch controller** χρησιμοποιούν **pitch control** πλήρους ανοίγματος, στο οποίο ο προσανατολισμός του **pitch** είναι προς το κέντρο. Είναι επίσης δυνατό, αν και όχι συνηθισμένο, να πετύχουμε αεροδυναμικό έλεγχο κάνοντας **pitching** μόνο στα άκρα των πτερυγίων, ή με χρήση ailerons, flaps, air jets ή άλλες συσκευές που να τροποποιούν τις αεροδυναμικές ιδιότητες.

Αυτές οι μέθοδοι έχουν ως αποτέλεσμα τα περισσότερα από τα πτερύγια να επιβραδύνονται σε υψηλούς ανέμους.

## 1.4 Προβλήματα στην Διάθεση και Ποιότητα Αιολικής Ισχύος

Η ισχύς που παράγετε από ένα αιολικό πάρκο παρουσιάζει κάποια συγκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία αποτελούν πρόβλημα για την διάθεση της στο ενεργειακό δίκτυο. Υπάρχουν διαταραχές στο πλάτος της τάσης σταθερής κατάστασης, διακυμάνσεις τάσης, μεταβατικά φαινόμενα και διακυμάνσεις στην βασική συχνότητα. Επομένως είναι βασικό να αναλύσουμε τις αδυναμίες αυτές του συστήματος δίνοντας περιγραφή για κάθε ένα από αυτά τα προβλήματα αλλά και για τους λόγους για τους οποίους προκύπτουν.

### 1.4.1 Διαταραχές πλάτους τάσης σταθερής κατάσταση

Σε ένα ασθενές δίκτυο, μεγάλη διείσδυση αιολικής ισχύος μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση του πλάτους της τάσης έξω από τα επιτρεπτά όρια. Εξαιτίας αυτού έχουμε περιορισμό στη μέγιστη αιολική διάθεση ισχύος στο δίκτυο.

Η κυριότερη αιτία στην οποία οφείλετε η αλλαγή του πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης είναι η συνεχής αλλαγή της ταχύτητας του ανέμου και μάλιστα σε περίοδο ακόμης και λεπτών. Μια βασική σχέση που μας δίνει προσεγγιστικά το πλάτος της τάσης είναι η παρακάτω.

$V_n$	ονομαστικό πλάτος τάσης δικτύου
$V_P$	πλάτος τάσης στο σημείο σύνδεσης του αιολικού πάρκου παραγόμενη ενεργή ισχύς
$Q$	καταναλισκόμενη άεργος ισχύς
$R_X$	αντίσταση δικτύου άεργη αντίσταση δικτύου (επαγωγική ή χωρητική).

Η επίδραση στο πλάτος τάσης σταθερής κατάστασης ανεμογεννητριών με γεννήτριες επαγωγής απευθείας συνδεδεμένες στο δίκτυο (σταθερών στροφών) εξαρτάται, σε μικρό βαθμό, από τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας και, κυρίως, από το λόγο  $X/R$  του δικτύου. Δίκτυα με τιμή του λόγου αυτού από 2 έως 3 συνήθως δεν είναι επιρρεπή από τις ανεμογεννήτριες, όσον αφορά στη μεταβολή του πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης. Τούτο ισχύει με την προϋπόθεση ότι το σύστημα είναι εφοδιασμένο με τους κατάλληλους πυκνωτές για την κάλυψη των αναγκών σε άεργη ισχύ της επαγωγικής γεννήτριας των ανεμογεννητριών.

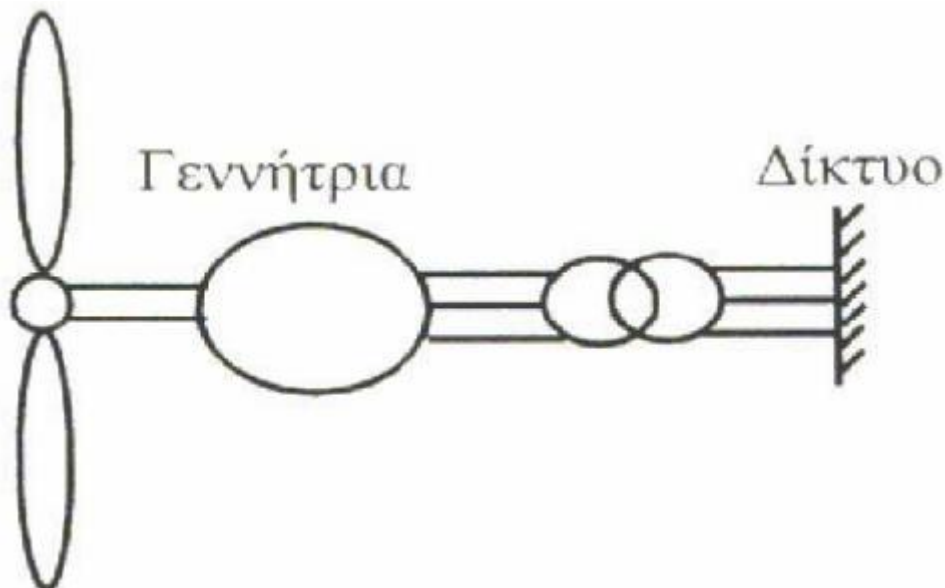
#### 1.4.2 Τρόποι σύνδεσης ανεμογεννητριών με το δίκτυο ενέργειας.

Ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν μετασχηματιστές με ηλεκτρονικά ισχύος παρέχουν αυτόματο έλεγχο άεργου ισχύος. Θεωρητικά μπορούν να ελέγξουν την παραγωγή τους βάσει οποιουδήποτε κριτηρίου, όπως, για παράδειγμα, να διατηρήσουν το συντελεστή ισχύος κοντά στη μονάδα, ή να ελέγξουν το πλάτος τάσης στην έξοδο της ανεμογεννήτριας.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι λειτουργίας των συστημάτων μετατροπής της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

1. Η μέθοδος λειτουργίας σταθερής ταχύτητας (**Fixed speed**) και
2. Η μέθοδος λειτουργίας μεταβλητής ταχύτητας (**variable speed**)

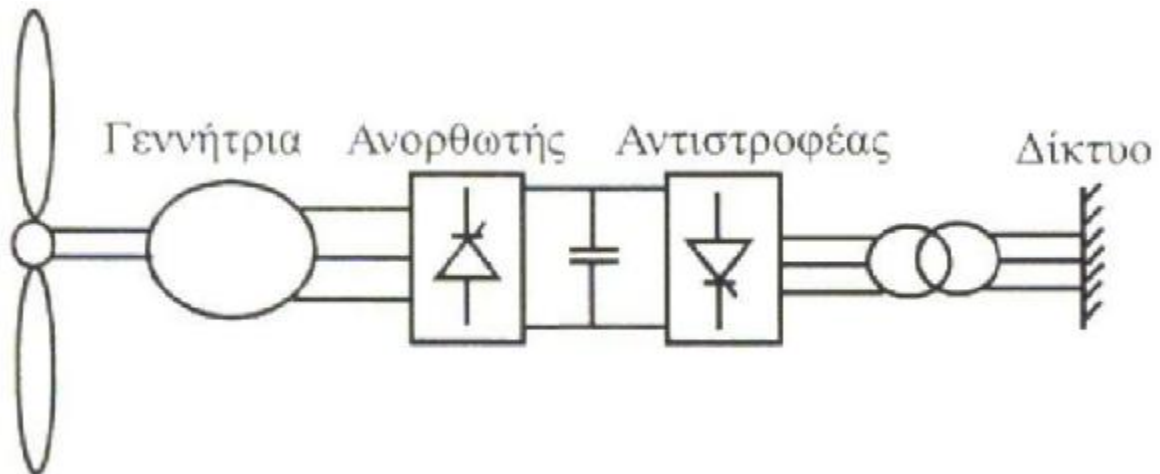
**Λειτουργία σταθερής ταχύτητας** σημαίνει ότι ο δρομέας της ανεμογεννήτριας στρέφεται με σταθερό αριθμό στροφών ανεξάρτητα της ταχύτητας του ανέμου. Ο τρόπος σύνδεσης της γεννήτριας με το δίκτυο, είναι ο ίδιος με τον τρόπο σύνδεσης γεννητριών που τροφοδοτούνται από συμβατικές πηγές ενέργειας. Δηλαδή η σύνδεση γίνεται απευθείας, χρησιμοποιώντας ένα μετασχηματιστή προσαρμογής του επιπέδου τάσης της γεννήτριας, σε αυτό του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (**σχήμα 1.7**).



Σχήμα 1.7 Σύνδεση γεννήτριας σταθερής ταχύτητας με το δίκτυο

**Στην λειτουργία μεταβλητής ταχύτητας**, η ταχύτητα του δρομέα της ανεμογεννήτριας μεταβάλλεται κατά ελεγχόμενο τρόπο, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Για την σύνδεση της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο σταθερής συχνότητας χρησιμοποιείται μετατροπέας συχνότητας. Με τον τρόπο αυτό η ταχύτητα περιστροφής

αποδεσμεύεται από τη σταθερή συχνότητα του δικτύου και είναι δυνατή η μεταβολή της. Στο **σχήμα 1.8** παρουσιάζεται το διάγραμμα ενός συστήματος μεταβλητής ταχύτητας.

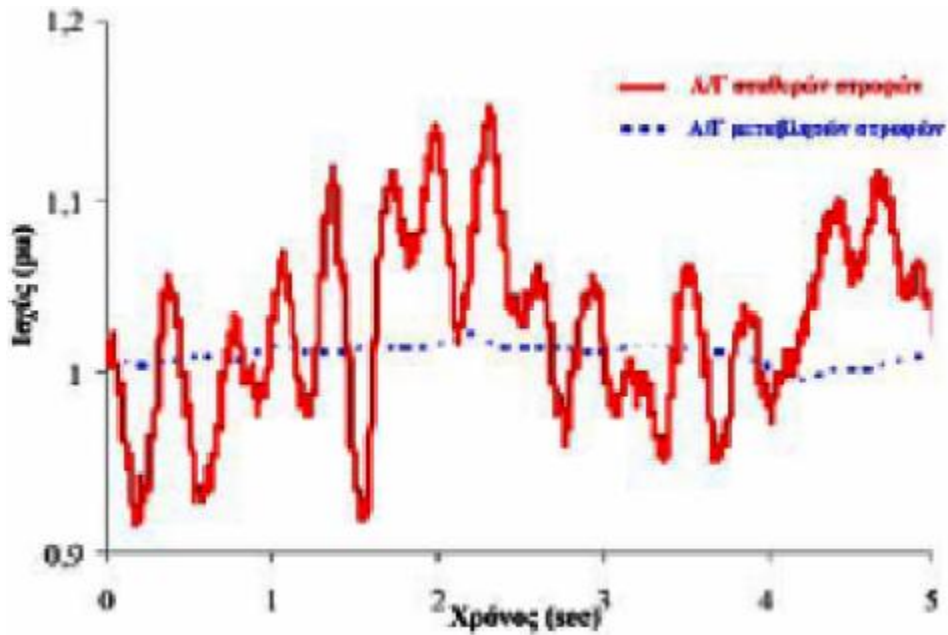


**Σχήμα 1.8** Σύνδεση γεννήτριας μεταβλητής ταχύτητας με το δίκτυο.

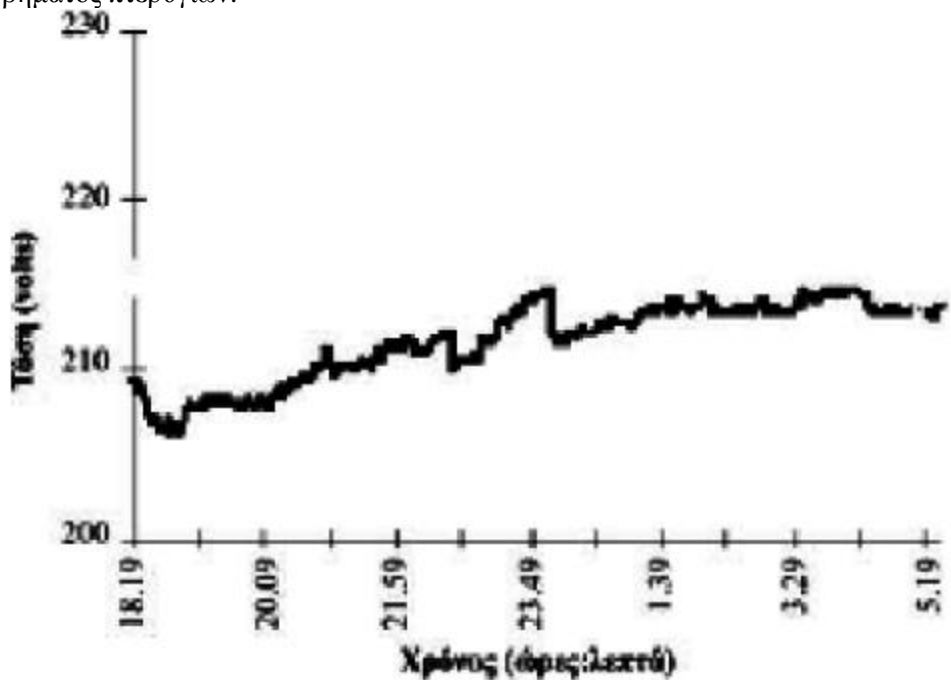
Όπως φαίνεται και στο **σχήμα 1.8**, στην έξοδο της γεννήτριας συνδέεται ένας τριφασικός ανορθωτής ελεγχόμενος ή μη, που μετατρέπει τα εναλλασσόμενα ηλεκτρικά μεγέθη σε συνεχή. Η σύνδεση στο δίκτυο γίνεται μέσω ενός αντιστροφέα, ο οποίος μετατρέπει τα συνεχή ηλεκτρικά μεγέθη σε εναλλασσόμενα, συχνότητας ίδιας με αυτήν του δικτύου. Οι μετατροπείς αυτοί μπορούν να αποτελούνται είτε από θυρίστορ, είτε από ημιαγωγικά στοιχεία ελεγχόμενης έναυσης και σβέσης, όπως θυρίστορ με πύλη σβέσης ή τρανζίστορ μονωμένης πύλης

### 1.4.3 Διακυμάνσεις τάσης

Μία ανεμογεννήτρια παράγει, γενικά, ισχύ που μεταβάλλεται, εξαρτώμενη από την ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή εγκατάστασης και λειτουργίας της. Αυτή η μεταβαλλόμενη ηλεκτρική ισχύς μπορεί να προκαλέσει διακυμάνσεις τάσης συχνότητας 0,01 - 10 Hz (**σχήμα 1.9**). Οι διακυμάνσεις της παραγόμενης ενεργού ισχύος είναι πιο ήπιες στις ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών (**σχήμα 1.10**).



**Σχήμα 1.9:** Διακύμανση τάσης κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερών στροφών, βήματος πτερυγίων.



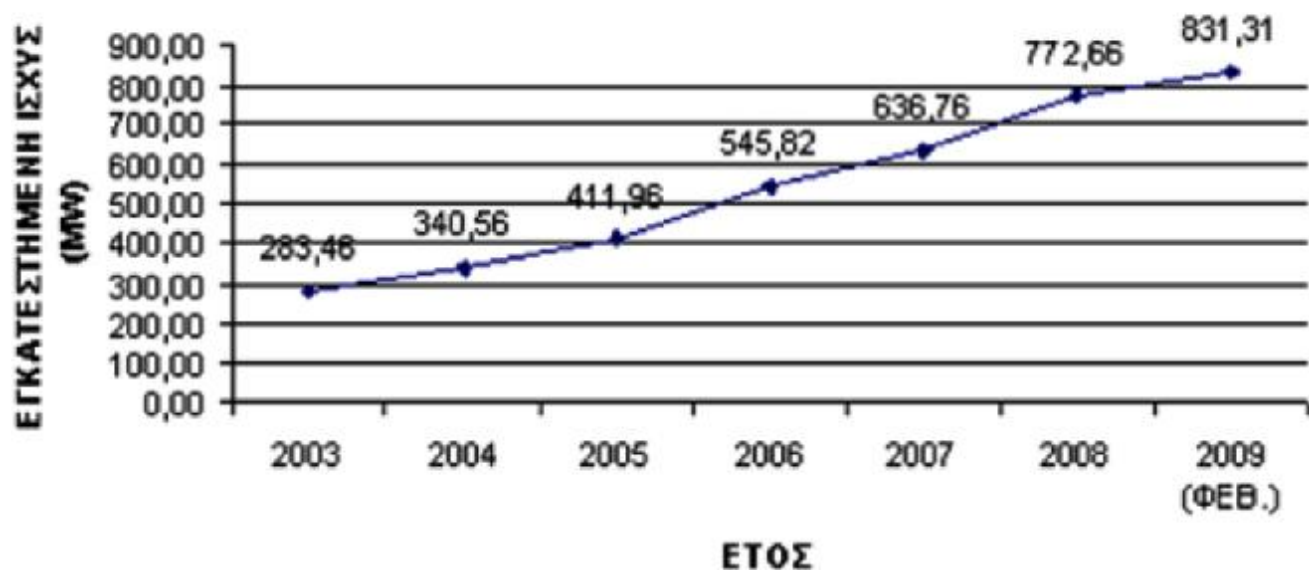
**Σχήμα 1.10** Διακύμανση ενεργού κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερών (ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων) και στροφών. Η διακύμανση αυτή οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στη τυχαιότητα της ταχύτητας του ανέμου και κατά ένα μικρό μέρος στη μικρή βύθιση που παρατηρείται στην αεροδυναμική ροπή κάθε φορά που το πτερύγιο περνά από το πύργο. Η μικρή αυτή βύθιση αποτελεί αιτία εισαγωγής flicker στην ισχύ εξόδου.

Μετρήσεις έχουν δείξει ότι η εφαρμογή αυστηρών περιορισμών σχετικά με το προκαλούμενο flicker, μπορεί να αποτελέσει αιτία για περιορισμό της διείσδυσης αιολικής ισχύος, όταν χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών. Η χρήση μετασχηματιστών με ηλεκτρονικά ισχύος στις ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών παρέχει δυνατότητα μείωσης των διακυμάνσεων τάσης. Στις περιπτώσεις αυτές, ακόμα και αυστηροί περιορισμοί στις εκπομπές flicker δεν είναι δυνατό να αποτελέσουν αιτία απόρριψης αιολικής ισχύος.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών, μπορούν να παράγουν στη χείριστη των περιπτώσεων flicker έντασης περίπου 50% μεγαλύτερης από τις αντίστοιχες μηχανές μεταβλητών στροφών. Ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, το προκαλούμενο flicker δεν είναι ορατό και δεν αποτελεί λόγο απόρριψης αιολικής ισχύος.

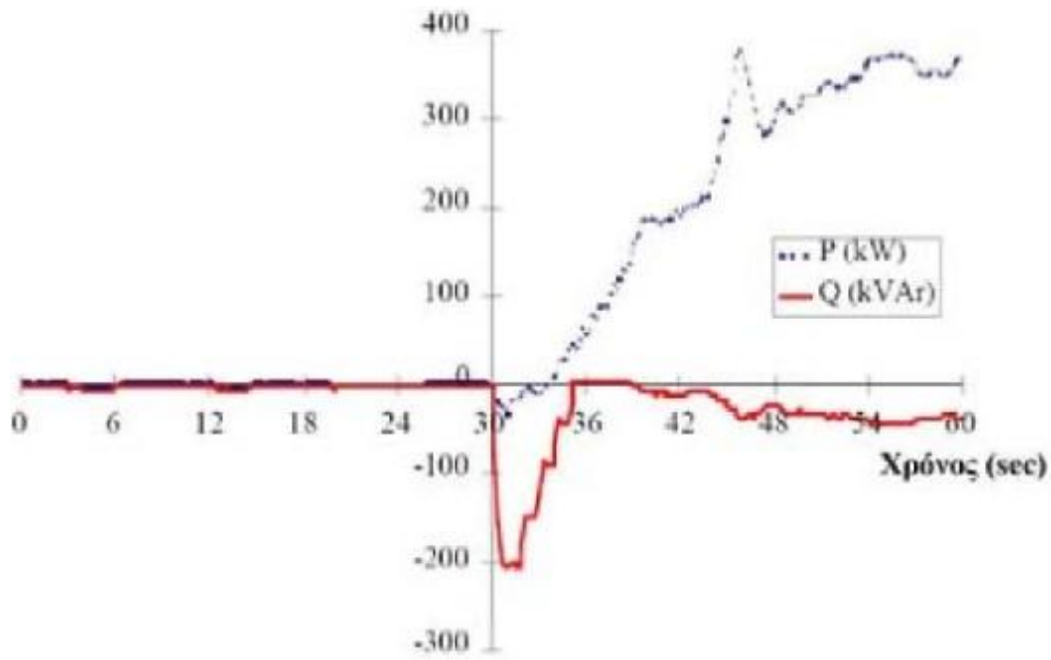
Ωστόσο είναι φανερό ότι η διείσδυση της αιολικής ενέργειας ιδιαίτερα σε μη διασυνδεδεμένα και ασθενή δίκτυα είναι περιορισμένη από τεχνικούς και δυναμικούς περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί θέτουν κάποια όρια μέγιστης διείσδυσης αιολικής παραγωγής. Στη περίπτωση των τεχνικών περιορισμών, τα όρια καθορίζονται συνάρτηση της παραγωγής των συμβατικών σταθμών παραγωγής αλλά και της εκάστοτε ζήτησης. Όσον αφορά όμως τους δυναμικούς περιορισμούς, γίνονται προσπάθειες αύξησης των ορίων τους βελτιώνοντας τη τεχνολογία των ανεμογεννητριών και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν σε περιπτώσεις σφαλμάτων του δικτύου.

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ

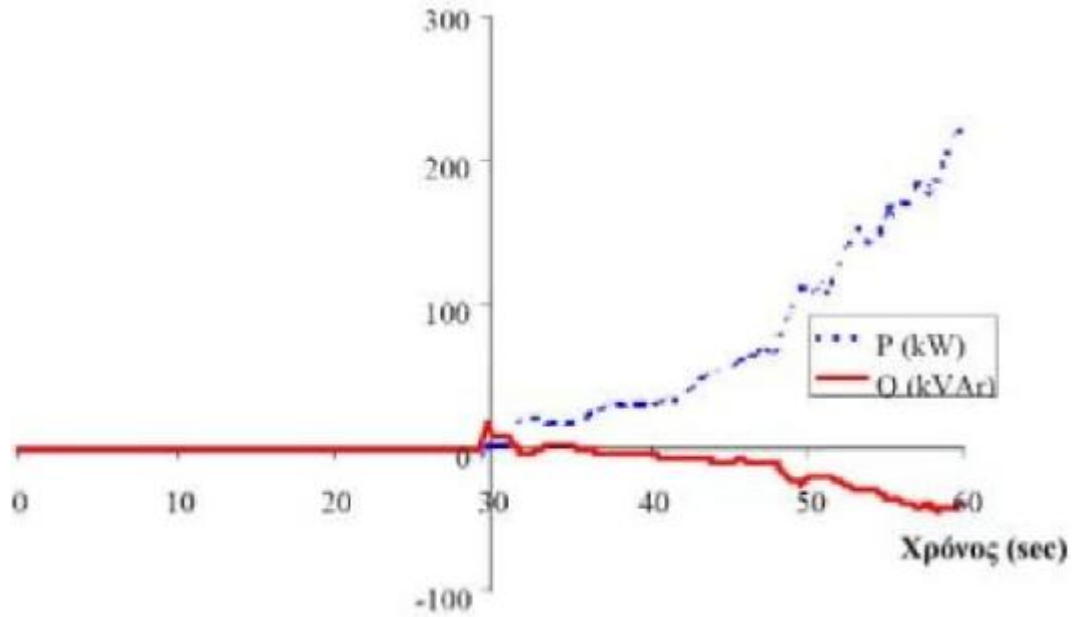








**Σχήμα 1.2β:** Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση ανεμογεννήτριας ονομαστικής ισχύος 600 KV, μεταβλητών σ τ ρ ο φ ώ ν, ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.



**Σχήμα 1.2γ:** Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση ανεμογεννήτριας ονομαστικής ισχύος 600KV, μεταβλητών σ τ ρ ο φ ώ ν.

### 1.4.5 Αρμονικές

Ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν μετασχηματιστές με ηλεκτρονικά ισχύος παράγουν αρμονικές και ενδιάμεσες αρμονικές υψηλής τάξης. Η προκαλούμενη παραμόρφωση της κυματομορφής τάσης είναι τόσο εντονότερη, όσο πιο ασθενές είναι το ηλεκτρικό δίκτυο. Επομένως, προκειμένου να ενταχθούν σε ένα ασθενές δίκτυο ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών με μετασχηματιστές με ηλεκτρονικά ισχύος, θα πρέπει να ελεγχθούν οι εκπεμπόμενες αρμονικές στο δίκτυο. Συμβατότητα με τους περιορισμούς του δικτύου μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση φίλτρων. Ένα κοινό συμπέρασμα σχετικών εργασιών είναι ότι οι αρμονικές που προκαλούνται από τις ανεμογεννήτριες είναι κάτω από τα επιτρεπτά όρια και δεν αποτελούν λόγω απόρριψης αιολικής ισχύος .Διακυμάνσεις συχνότητας

### 1.4.6 Διακυμάνσεις συχνότητας

Η εισαγωγή ενός σχετικά μικρού ποσοστού αιολικής ισχύος σε ένα σύστημα παραγωγής, δεν επηρεάζει τη συχνότητα του συστήματος, καθώς οι εισερχόμενες διαταραχές συχνότητας από τα αιολικά πάρκα, λόγω μεταβλητότητας του ανέμου, είναι μικρές και αντισταθμίζονται εύκολα από τις θερμοηλεκτρικές μηχανές του συστήματος. Ωστόσο, η εισαγωγή μεγάλου σχετικά ποσοστού αιολικής ισχύος σε ένα σύστημα, μπορεί να είναι πολύ σημαντική όσον αφορά τη σταθερότητα της συχνότητας, ιδιαίτερα αν οι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες είναι σταθερών στροφών . Η συχνότητα του συστήματος ρυθμίζεται κλασσικά από τις θερμοηλεκτρικές μηχανές. Πάντως, οι νέες ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών παρουσιάζουν πολύ καλύτερα χαρακτηριστικά σχετικά με τη συχνότητα του συστήματος.

## 1.5 Αιολικές Μηχανές ENERCON

Οι αιολικές μηχανές της Enercon βασίζονται στην αρχή της ανεμογεννήτριας χωρίς πολλαπλασιαστή στροφών (σασμάν), χρησιμοποιώντας τη γεννήτρια, τα περύγια, τον ηλεκτρονικό έλεγχο και τη διαχείριση 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.

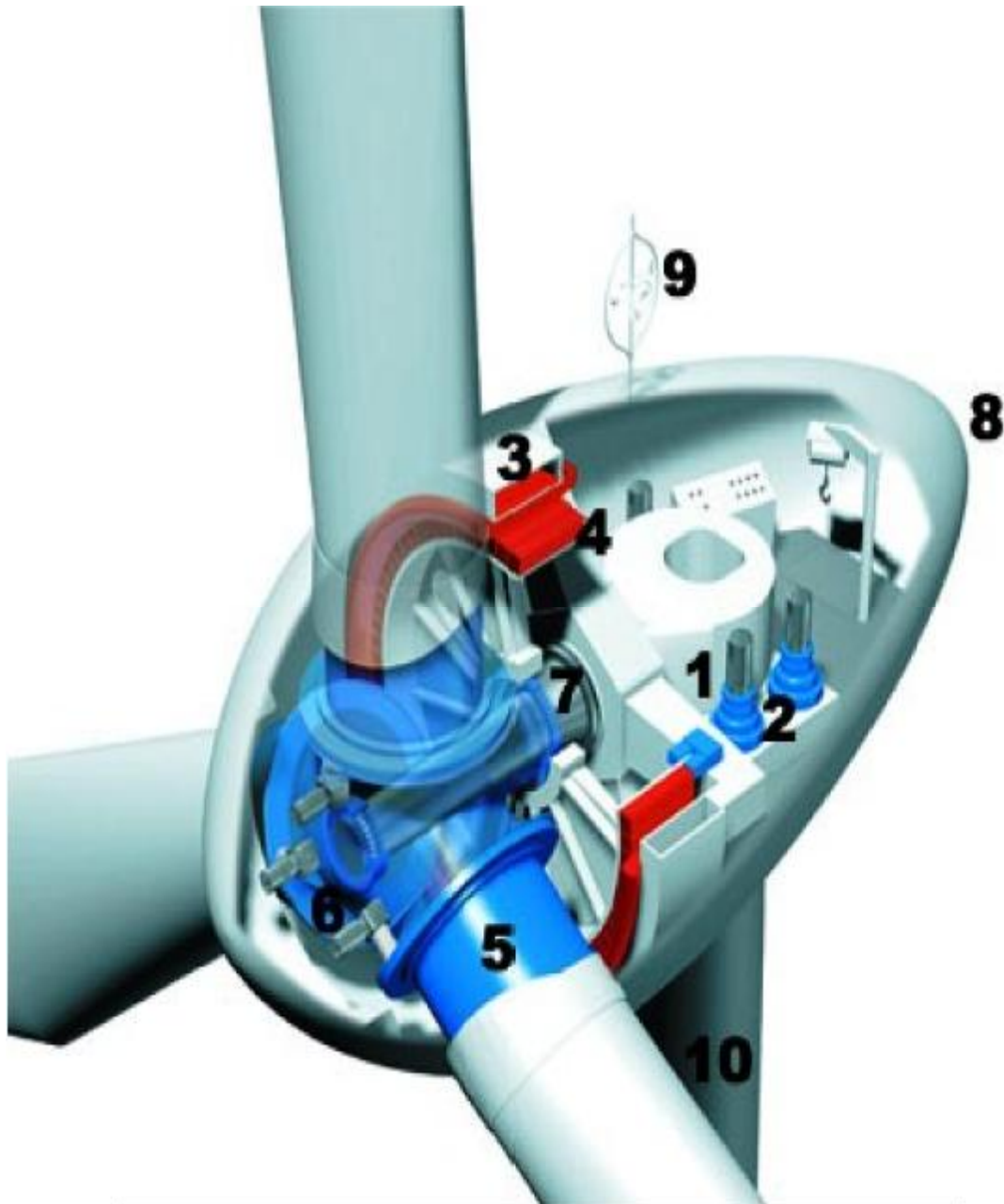
Η γεννήτρια που χρησιμοποιούν είναι μια πολύπλοκη γεννήτρια δώδεκα πόλων, σύγχρονη μεταβλητής ταχύτητας με συνεχόμενη ρύθμιση των στροφών. Η μέγιστη απόδοση της γεννήτριας επιτυγχάνεται σε διάφορες περιοχές στροφών για αέρα 14,5 - 25 m/sec.

Η αντικατάσταση του κιβώτιου ταχυτήτων (σασμάν) από τα ηλεκτρονικών έχει κάποια πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα που έχουν να κάνουν με την συντήρηση καθώς έχουμε μειωμένες απώλειες μετάδοσης , εξάλειψη της φθοράς του κιβωτίου ταχυτήτων και σταμάτημα διαρροής του λαδιού.

Η ταχύτητα του ρότορα της ανεμογεννήτριας είναι ίδια με την ταχύτητα του ρότορα της γεννήτριας, η οποία είναι 34rpm(μέγιστη ταχύτητα ρότορα). Παρατηρούμε πως η ταχύτητα περιστροφής είναι 40 φορές μικρότερη απ' αυτήν των ανεμογεννητριών με κιβώτιο ταχυτήτων και έτσι συνεπάγεται ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό αξιοπιστίας. 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

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 ένα. Τα μειονεκτήματα όμως των πολλών ηλεκτρονικών που υπάρχουν στην αιολική μηχανή για την μετατροπή της τάσης από DC σε AC μαζί με τα ηλεκτρονικά που αντικαθιστούν το κιβώτιο ταχυτήτων, δημιουργούν αρμονικές οι οποίες φτάνουν κοντά στα όρια και συνήθως σε ασθενή δίκτυα στην αρχή της λειτουργίας υπάρχει πρόβλημα μέχρι να ρυθμιστεί το λογισμικό των αιολικών μηχανών στις απαιτήσεις του δικτύου. Χρησιμοποιώντας ανεμογεννήτριες τεχνολογίας Enercon ,επιτυγχάνουμε να έχουμε μια χαμηλή κατανάλωση άεργης ισχύος ,παραγωγή άεργης ισχύος με συντελεστή 0.95, και αποφεύγεται η χρήση πυκνωτών ως αντισταθμιστές.

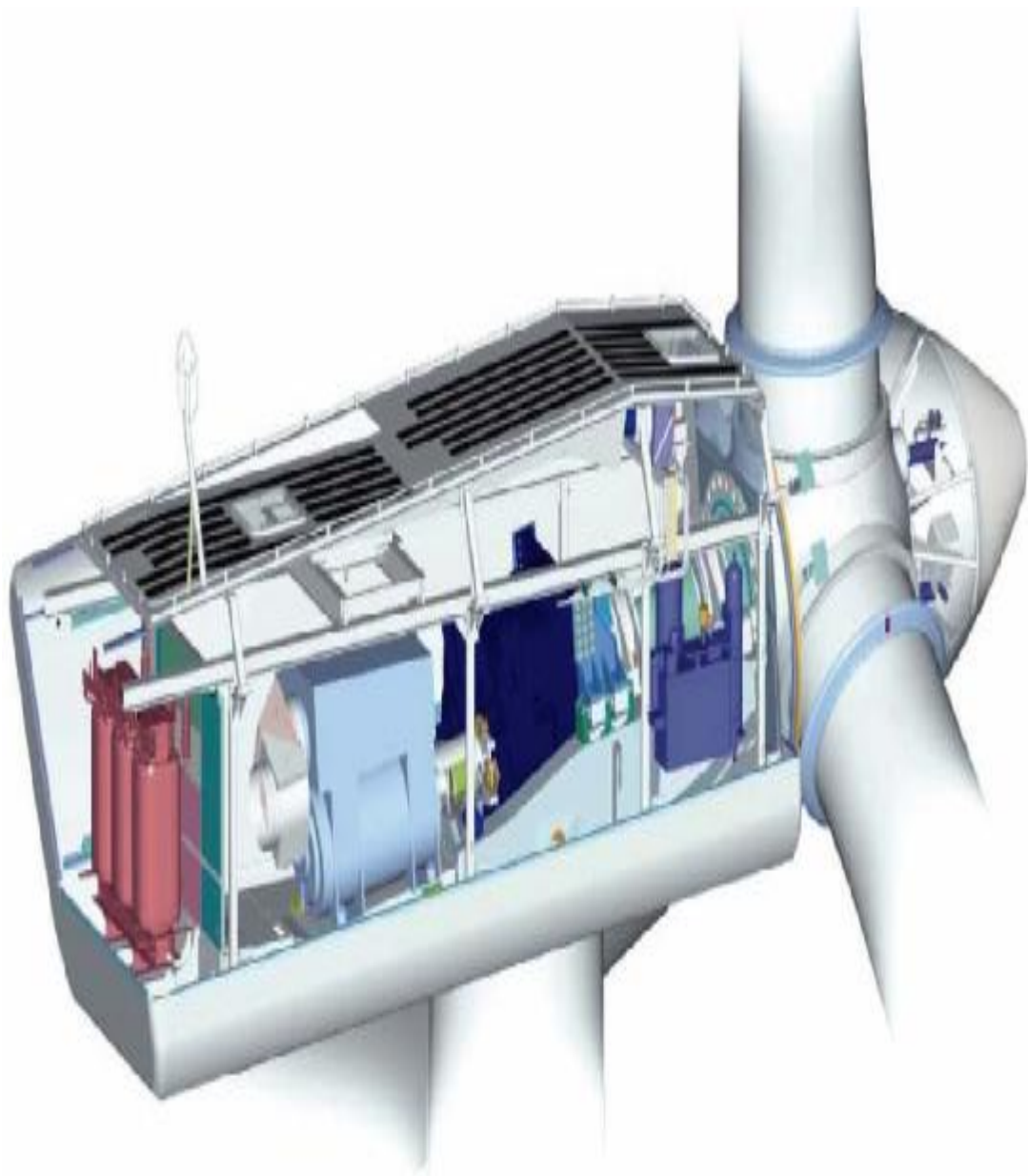


**Σχήμα 1.13** Τα κύρια μέρη μιας ανεμογεννήτριας τεχνολογίας **Enercon**.

1. Γεννήτρια
2. Στάτης γεννήτριας
3. Ρότορας γεννήτριας
4. Κύριος άξονας
5. Πτερωτές
6. Φλάτζα - βάση πτερωτής
7. Κινητήρας έλεγχου του Pitch Control
8. Κύριος φορέας (Yaw drive)
9. Ανεμομετρο
10. Πυργος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

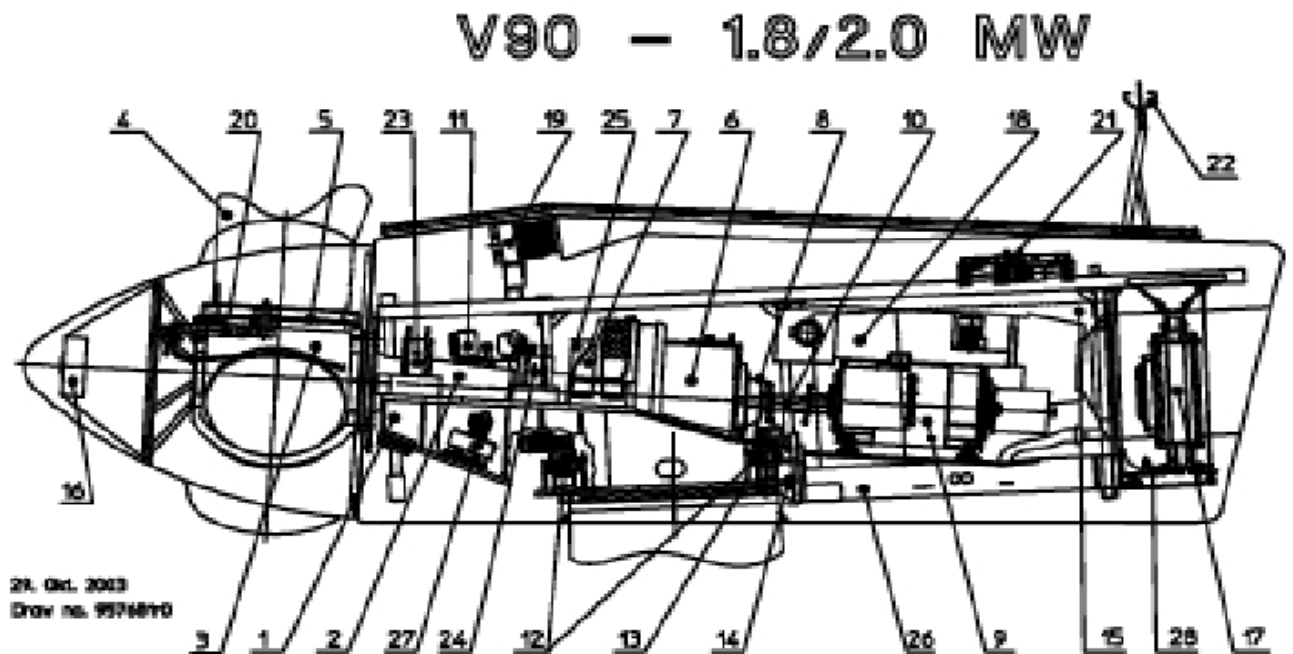
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
VESTAS V90(2Mw).



## 2.1 Βασικά χαρακτηριστικά.

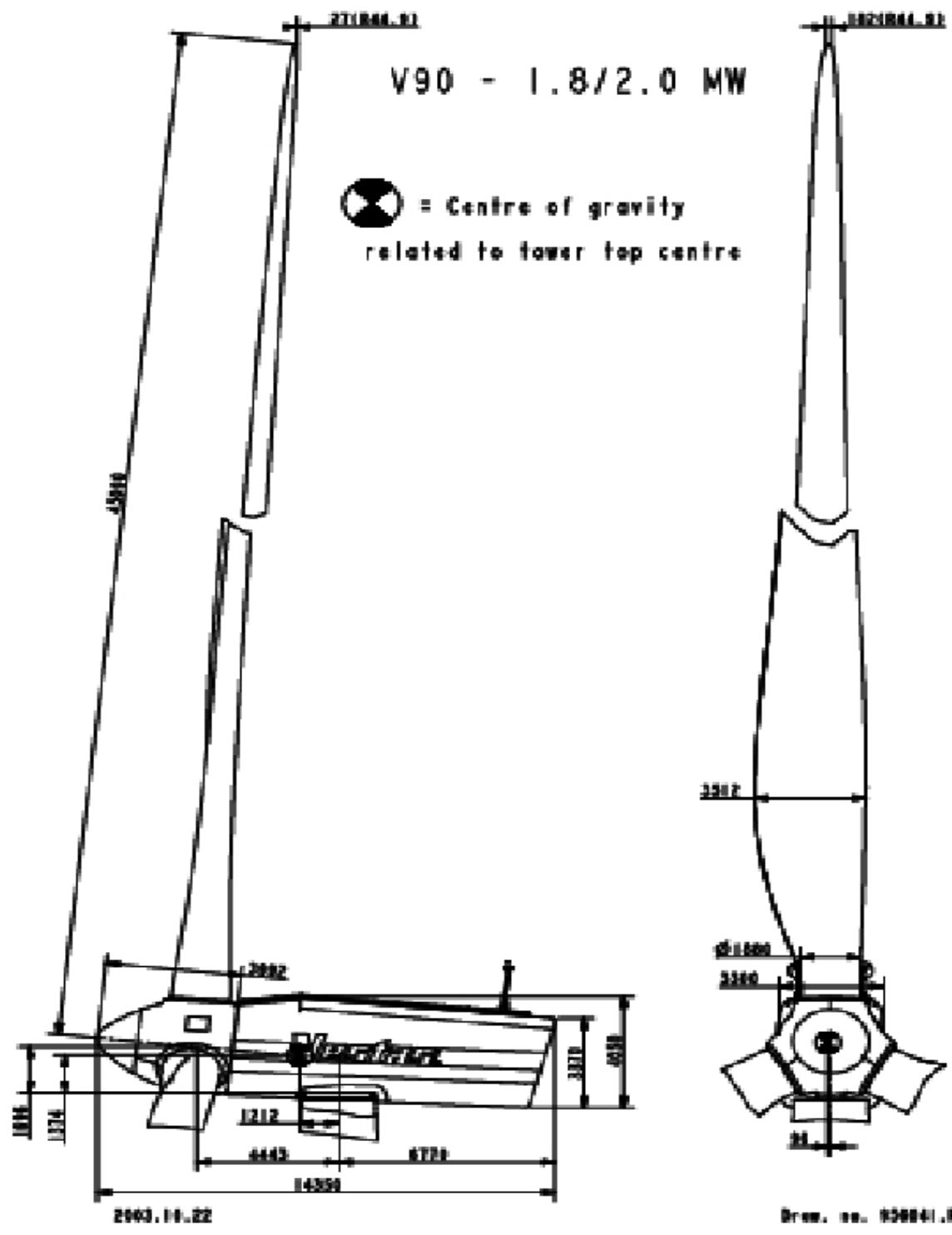
1. Η ανεμογεννήτρια V90(2MW) χρησιμοποιεί την τεχνική μεταβλητού βήματος αντίθετη στον άνεμο, με σύστημα αυτοματισμού για τον προσανατολισμού του ρότορα στη διεύθυνση πνοής του ανέμου και ο ρότορας έχει τρία φτερά.
2. Η διάμετρος του ρότορα είναι 90 μέτρα και λειτουργεί χρησιμοποιώντας το σύστημα OptiSpeed™. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα επιτρέπει στο ρότορα να λειτουργεί με μεταβλητή ταχύτητα (rpm).
3. είναι εξοπλισμένη με το ειδικό σύστημα της YE5TA5 OptiTip®, το οποίο ρυθμίζει το βήμα των φτερών. Με το OptiTip®, η γωνία των φτερών είναι συνεχώς ρυθμισμένη έτσι ώστε τα φτερά να βρίσκονται πάντα στη βέλτιστη γωνία σε σχέση με τον αέρα. Αυτό βελτιστοποιεί την παραγωγή ισχύος και τα επίπεδα θορύβου.
4. **Ο κύριος άξονας (main shaft)** μεταβιβάζει την ενέργεια στη γεννήτρια μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ένα συνδυασμένο πλανητικό και ελικοειδές κιβώτιο ταχυτήτων. Από το κιβώτιο ταχυτήτων η ενέργεια μεταβιβάζεται στη γεννήτρια μέσω ενός συνδέσμου (composite) φτιαγμένο από συνθετικά υλικά.
5. **Η γεννήτρια** είναι μια ειδική ασύγχρονη γεννήτρια 4-πόλων. Στις υψηλές ταχύτητες αέρα το OptiSpeed™ και το ρυθμιζόμενο σύστημα του βήματος OptiTip® των φτερών κρατούν την ισχύ στο ονομαστικό, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την πυκνότητα του αέρα. Στις χαμηλότερες ταχύτητες αέρα το σύστημα OptiTip® και το OptiSpeed™ βελτιστοποιούν την παραγωγή ισχύος με την επιλογή των βέλτιστων στροφών και της γωνίας του βήματος των φτερών.
6. Ένα υδραυλικό σύστημα δισκοφρένου είναι τοποθετημένο στον άξονα της υψηλής ταχύτητας του κιβωτίου ταχυτήτων.
7. Όλες οι λειτουργίες της ανεμογεννήτριας επιτηρούνται και ελέγχονται από διάφορες μονάδες ελέγχου βασισμένες σε μικροεπεξεργαστές. Αυτό το σύστημα ελέγχου τοποθετείται στη nacelle. Οι αλλαγές στο βήμα του φτερού πραγματοποιούνται από ένα
8. **υδραυλικό σύστημα**, το οποίο επιτρέπει στα φτερά να περιστραφούν κατά 95°. Αυτό το σύστημα (υδραυλικό) παρέχει επίσης την πίεση για το σύστημα φρένων.
9. Δύο ηλεκτρικά συγκροτήματα γραναζιών (yaw gear) περιστρέφονται ταυτόχρονα σε ένα μεγάλο οδοντωτό δαχτυλίδι (yaw ring) το οποίο είναι τοποθετημένο στην κορυφή του πύργου με αποτέλεσμα να περιστρέφεται η άτρακτος.
10. **Το κέλυφος της άτρακτου (nacelle)** είναι φτιαγμένη από ενισχυμένο (I)6Γ §1&88 το οποίο προστατεύει όλα τα συστατικά στη nacelle από τη βροχή, χιόνι, σκόνη, κ.λπ. Η πρόσβαση στη nacelle γίνεται από τον πύργο μέσω ενός κεντρικού ανοίγματος.
11. Μέσα στη nacelle υπάρχει ένας γερανός ανυψωτικής δύναμης 250 κλ
12. **Ο πύργος** είναι σωληνοειδής, από χάλυβα, χρωματισμένος

Σχήμα 2.1 .Τα κύρια μέρη μιας μηχανής VESTAS V90 2MW,απεικόνιση από τα πλαγιά της



- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Front main beam             | 2. Main shaft                 |
| 3. Blade hub                   | 4. Blade                      |
| 5. Blade bearing               | 6. Gearbox                    |
| 7. Torque arm                  | 8. Disc brake                 |
| 9. Generator                   | 10. High speed coupling       |
| 11. Hydraulic pump unit        | 12. Yaw gear unit             |
| 13. Yaw ring                   | 14. Yaw sensor                |
| 15. Nacelle controller unit    | 16. Hub controller unit       |
| 17. Transformer                | 18. Generator cooler          |
| 19. Oil cooler                 | 20. Hydraulic pitch cylinder  |
| 21. Service crane              | 22. Ultrasonic wind sensor    |
| 23. Front main bearing housing | 24. Rear main bearing housing |
| 25. Shrink disc                | 26. Rear machinery foundation |
| 27. Converter cooler           | 28. Trafo foundation          |





### 2.1.1 Σύνδεση δικτύου

Οι διακοπτόμενες ή γρήγορες διακυμάνσεις της συχνότητας του δικτύου μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή ζημία στην Α/Γ. Οι ανοχές για τη συχνότητα είναι  $+1/-3$  Hz (50 Hz), και για την τάση είναι  $\pm 10\%$  του ονομαστικού.

Η αντίσταση της γείωσης δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 10 Ohm. Επιπλέον, συνιστάται η Α/Γ να συνδέεται με τύπο καλωδίου TN.

### 2.1.2 Όροι εδάφους

Για την τοποθέτηση μίας Α/Γ πρέπει οι κλίσεις του εδάφους να συμφωνούν με τους παρακάτω κανόνες:

- Μια μέγιστη κλίση  $10^\circ$  μέσα σε μια ακτίνα 100 μέτρων από την Α/Γ.
- Μια μέγιστη κλίση  $15^\circ$  μέσα σε μια ακτίνα 100 έως 500 μέτρων από την Α/Γ.
- Μια μέγιστη κλίση  $20^\circ$  έξω από μια ακτίνα 500 μέτρων από την Α/Γ.

Οι Α/Γ μπορούν να τοποθετηθούν στο αιολικό πάρκο με μια απόσταση μεταξύ τους τουλάχιστον 5 φορές τη διάμετρο του ρότορα (**5X90=450m**). Εάν οι Α/Γ τοποθετούνται σε μια σειρά, κάθετη στην κυρίαρχη κατεύθυνση αέρα, η απόσταση μεταξύ των Α/Γ πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 φορές τη διάμετρο του ρότορα (**4X90=360m**)

### 2.1.3 Κλιματολογικοί όροι

Η **vestas V 90-2MW** είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να λειτουργεί σε περιβαλλοντικές θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από  $-20^\circ\text{C}$  μέχρι και  $+40^\circ\text{C}$ . Σε ορισμένους συνδυασμούς υψηλού αέρα, υψηλής θερμοκρασίας, χαμηλής πυκνότητας αέρα ή και χαμηλής τάσης, μπορεί να εμφανιστεί μια λανθασμένη εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος. Αυτό συμβαίνει προκειμένου να διατηρηθούν μέσα στα θερμοκρασιακά όρια τα κύρια συστατικά όπως το κιβώτιο ταχυτήτων, η γεννήτρια κ.λπ. Γενικά συνιστάται η τάση δικτύου να είναι κοντά στο ονομαστικό. Όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος από το δίκτυο και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, για να ξεκινήσει ξανά η ανεμογεννήτρια θα πρέπει να περάσει ένας ορισμένος χρόνος για τη θέρμανση των επεξεργαστών ελέγχου.

Εάν η ανεμογεννήτρια τοποθετείται σε υψόμετρο πάνω από 1000 μ. από το επίπεδο της θάλασσας, λόγω της πυκνότητας του αέρα μια αύξηση θερμοκρασίας από τη συνηθισμένη μπορεί να εμφανιστεί στη γεννήτρια, στο μετασχηματιστή και σε άλλα ηλεκτρικά συστατικά. Σε αυτή την περίπτωση μια περιοδική μείωση της εκτιμημένης παραγωγής μπορεί να εμφανιστεί, ακόμα κι αν η περιβαλλοντική θερμοκρασία είναι μέσα στα όρια.

Επιπλέον, επίσης στους τόπους με υψόμετρο πάνω από 1000 μ. από τη στάθμη της θάλασσας, θα υπάρξει ένας αυξανόμενος κίνδυνος από το παγωμένο περιβάλλον. Η σχετική υγρασία μπορεί να είναι 100% (μέγιστο 10% εγκαίρως).

## 2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά V90-2MW

### 2.2.1 Γεννήτρια

- **Τύπος:** Ασύγχρονη με διέγερση στον ρότορα από το Vestas.Converter.System.
- **Ονομαστική ισχύς:** 2MW
- **Τάση:** 690 VAC
- **Συχνότητα:** 50Hz
- **Αριθμός πόλων:** 4
- **Βαθμός προστασίας:** IP 54
- **Ονομαστική ταχύτητα:** 2900 RPM (50Hz)
- **Ονομαστικό ρεύμα:** 1709 A
- **Συντελεστής ισχύος:**  $\cos \sim \sim 1.0$
- **Κατασκευαστής:** ABB, Leroy Somer, Weier.

Ένα σημαντικό μέρος της Α/Γ είναι η ασύγχρονη γεννήτρια. Μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια από το κιβώτιο ταχυτήτων σε ηλεκτρική ενέργεια. Η γεννήτρια συνδέεται με το δίκτυο άμεσα, το οποίο μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στον καταναλωτή. Αν και ασύγχρονη γεννήτρια λειτουργεί με μεταβλητές στροφές. Το σύστημα του Vestas .Converter. System ρυθμίζει την διέγερση του ρότορα έτσι ώστε η τάση στην έξοδο της γεννήτριας να είναι σταθερή. Τα τυλίγματα του στάτη μπορούν να συνδεθούν σε αστέρα ή τρίγωνο ανάλογα την ταχύτητα του αέρα. Η ονομαστική περιστροφική ταχύτητα της γεννήτριας εξαρτάται από τη συχνότητα του δικτύου. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι αυτό που καθορίζει τις στροφές της γεννήτριας. Ο συσχετισμός μεταξύ της συχνότητας, της αναλογίας των γραναζιών του κιβωτίου ταχυτήτων και της ταχύτητας περιστροφής είναι:

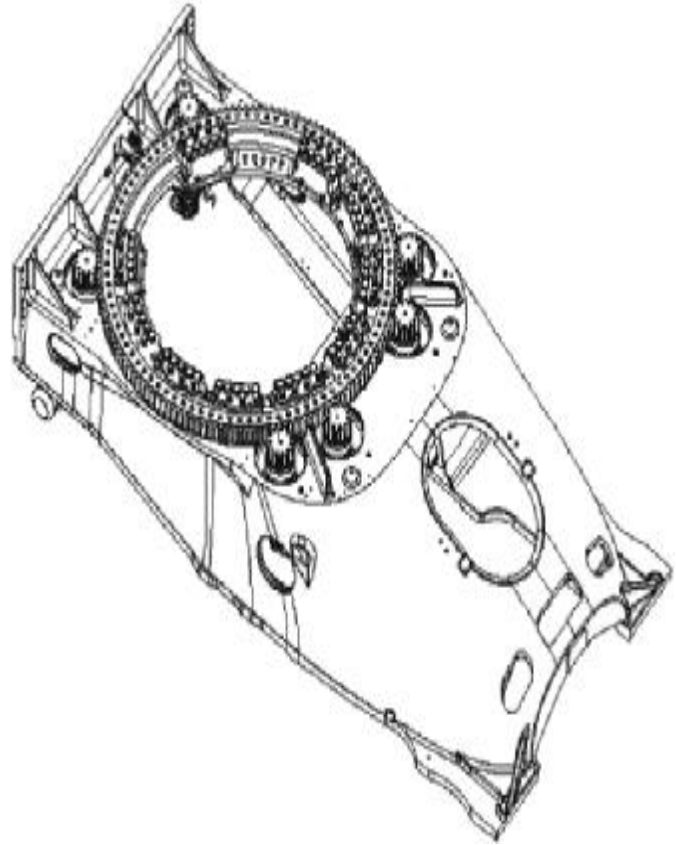
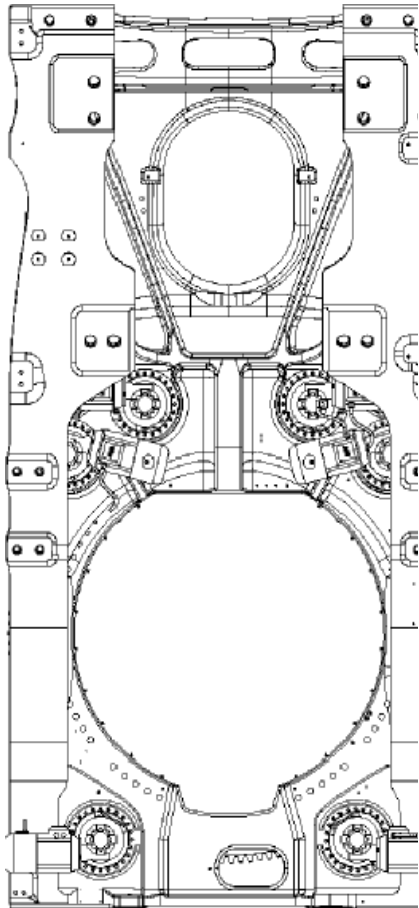
Turbine	Frequency	Gear ration	Synchronous generator speed [RpM]	Rotor Speed [RpM]
V90	50	113.1:1	1680	14.85

Πίνακας 1.1

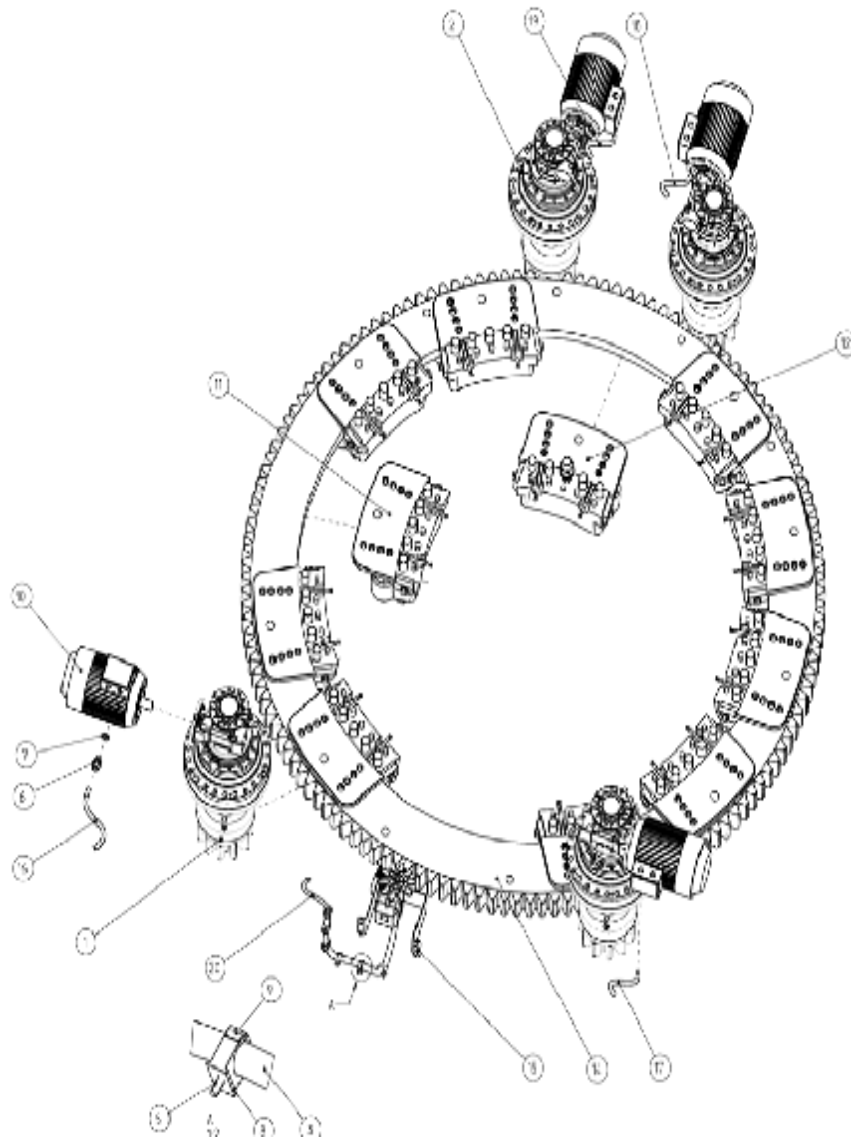
### 2.2.2 Σύστημα προσανατολισμού (yaw system)

Το yaw system έχει τρεις λειτουργίες:

1. Κρατά το ατρακτίδιο της ανεμογεννήτριας σε θέση πάνω από τον πύργο.
2. Επιτρέπει στο ατρακτίδιο της ανεμογεννήτριας να περιστραφεί στον πύργο.
3. Διαβιβάζει τις δυνάμεις από το στρόβιλο στον πύργο.



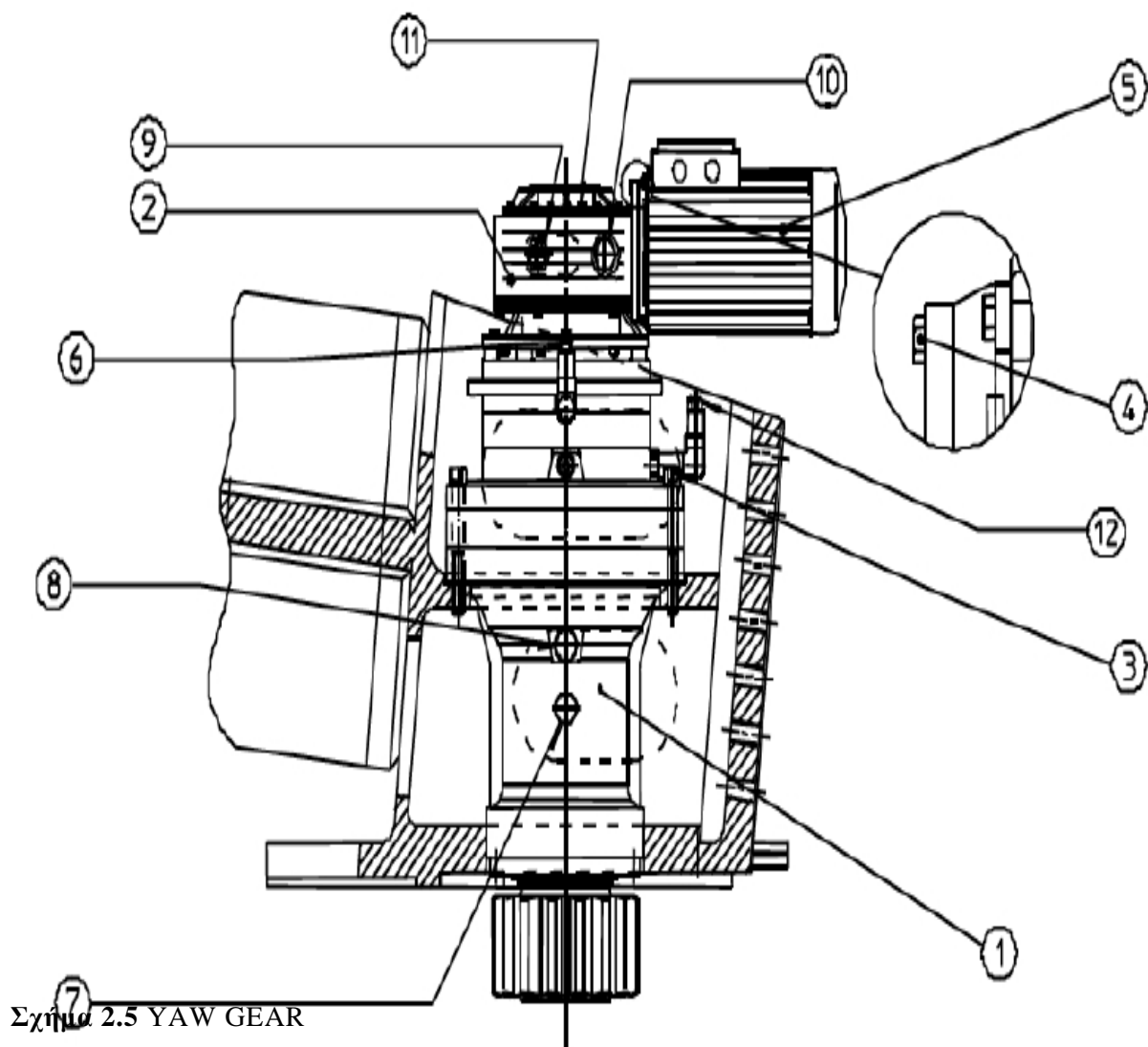
Σχήμα 2.3 Σύστημα Προσανατολισμού.



1. Yaw gear, right
2. Yaw gear. Left
3. 1.5 m FLEX HOSE
4. Grease shell stamina
5. HEX.SOC.H.SCR.M
6. Fitting Polyamid
7. LOCKNUT
- POLYAMID
8. HOLDER
9. CAP FOR HOSE
- CLAMP
10. MOT. M2ARS100LC-6
11. YAW BEAM
12. YAW BEAM CENTER
13. ACCESSOR YAW MODULE
14. YAW TOP V80 MACHINED
15. YAW CONTROL MOUNTED
16. CABLE
17. CABLE
18. CABLE
19. CABLE
20. CABLE

**Σχήμα 2.4** Απεικόνιση του συστήματος Προσανατολισμού μαζί με τα μοτέρ .

Η άτρακτος (nacelle) τοποθετείται πάνω σε μια πλάκα σ α ν δαχτυλίδι η οποία σφίγγεται στον πύργο.



**Σχήμα 2.5** YAW GEAR

Τα yaw gear χρησιμοποιούνται για τον αυτόματο προσανατολισμό της ατράκτου στον άνεμο τα οποία και συγκρατούν την άτρακτο με τα ηλεκτρικά φρένα που έχουν οι ηλεκτροκινητήρες έτσι ώστε να μην περιστραφεί η άτρακτος. Οι ηλεκτροκινητήρες είναι ασύγχρονοι, οδηγούνται από δύο ρελλέ και το καθένα έχει και από ένα βοηθητικό ρελλέ. Το ένα ρελλέ είναι για δεξιά παρέκκλιση και το άλλο για αριστερά. Ο κάθε ηλεκτροκινητήρας προστατεύεται από ένα θερμικό και είναι εξοπλισμένος με φρένο. Ο ελεγκτής παίρνει τις πληροφορίες της διεύθυνσης του ανέμου από το ανεμόμετρο και γίνει την εντολή στους ηλεκτροκινητήρες μέσω του βοηθητικού ρελλέ. Ο αυτόματος προσανατολισμός απενεργοποιείται όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρότερη από 2,5 m/sec.

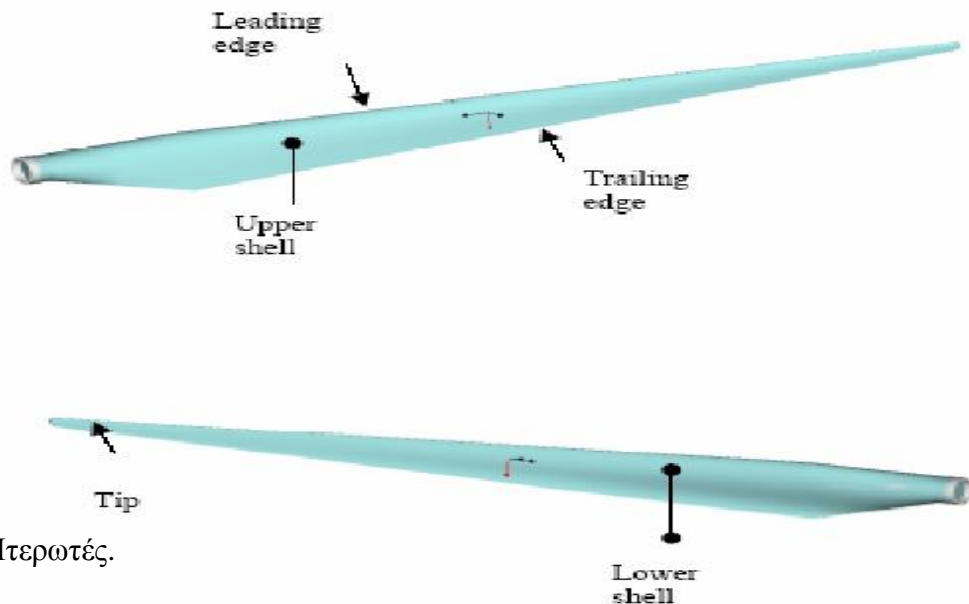
### 2.2.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά Yaw Gear

- **Τύπος Yaw System :** Σύστημα ρουλεμάν ολίσθησης με ενσωματωμένο τριβέα
- **Υλικό δακτυλιδιού :** 34CrNiMo6 Q+T alt. 42CrMo4 Q+T / EN10083
- **Ρουλεμάν ολίσθησης :** PETP
- **Ταχύτητα παρέκκλιση :**  $< 0.5^\circ/\text{sec}$ .
- **Τύπος yaw gear :** Τρία βηματικά πλανητικά γρανάζια και ένα ατέρμονο.
- **Ηλεκτροκινητήρας :** 2,2 kW, 6 πόλοι ασύγχρονος με ηλεκτρικό φρένο.

Επίσης, υπάρχει στο σύστημα παρέκκλισης και ένα αισθητήρας όπου επιβλέπει και μετράει το στρίψιμο των καλωδίων στον πύργο.

### 2.2.4 Ροτορας , πτερωτή και σημείο διασύνδεσης HUB.

Τα φτερά αποτελούνται από ίνες γυαλιού που ενισχύεται με εποξική κόλλα. Κάθε φτερό αποτελείται από δύο κομμάτια σαν κοχύλια, που συνδέονται ακτινικά με μια ενισχυτική κόλλα. Υπάρχουν ειδικά χαλύβδινα δακτυλίδια στην άκρη τα οποία συνδέουν το φτερό με το ρουλεμάν του φτερού. Το ρουλεμάν φτερών είναι ένας ένσφαιρος τριβέας τεσσάρων σημείων που βιδώνεται στην πλήμνη ( $1uI>$ ) των φτερών.

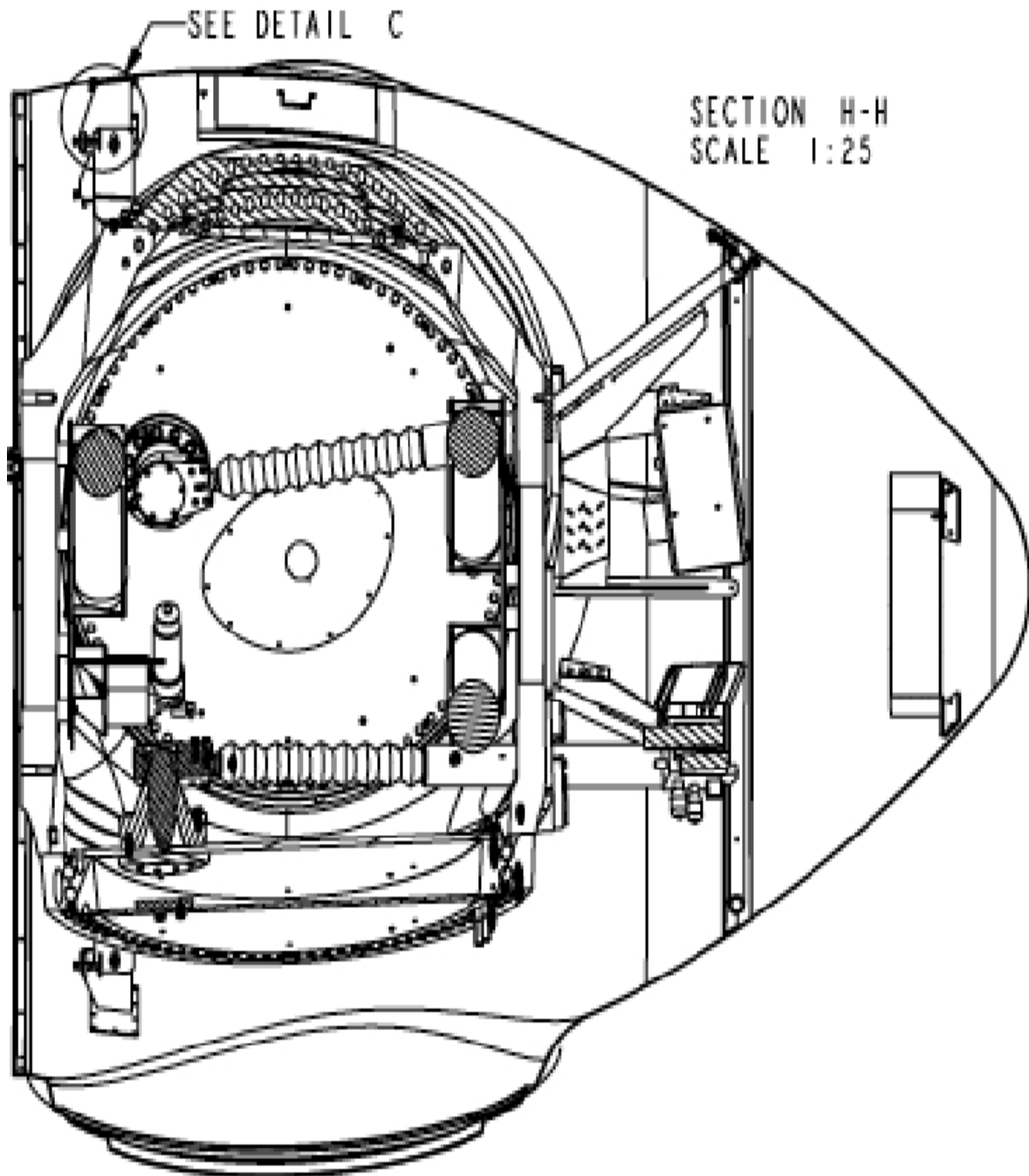


Σχήμα 2.6 Πτερωτές.

## 2.2.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά Πτερωτής (blade)

- **Διάμετρος ρότορα:** 90 meter
- **Επιφάνεια σάρωσης:** 6358 m
- **Ταχύτητα ρότορα:** 14.85 RPM
- **Περιοχή λειτουργίας ρότορα:** μεγιστο 17.8 RPM
- **Διεύθυνση περιστροφής:** Δεξιόστροφα (Μπροστινή όψη)
- **Προσανατολισμός:** Ανάντη
- **Κλίση:** 6°
- **Κωνική γωνία φτερών:** 3°
- **Αριθμός φτερών:** 3
- **Αεροδυναμικά φρένα:** Πλήρης σύμπραξη των φτερών
- **Αρχή κατασκευής φτερών:** Κοχύλια που συνδέονται με την υποστήριξη της ακτίνας
- **Υλικό κατασκευής φτερών:** Ίνες γυαλιού με εποξικές ρητίνες
- **Σύνδεση φτερού με ρουλεμάν:** Ένωση με νήμα χάλυβα και μπουλόνια
- **Προφίλ φτερού:** NACA63 και FFA-W3
- **Μήκος φτερών:** 45 m
- **Χορδή φτερού (πλάτος) άκρη /τέλος:** 2.3 m/0.33 m
- **Βάρος φτερού:** Περίπου 7000 κιλά
- **Ρουλεμάν φτερού:** Ρουλεμάν σφαιρικό τεσσάρων σημείων
- **Υλικό hub :** EN-GJS-400-18U-LT / EN1563

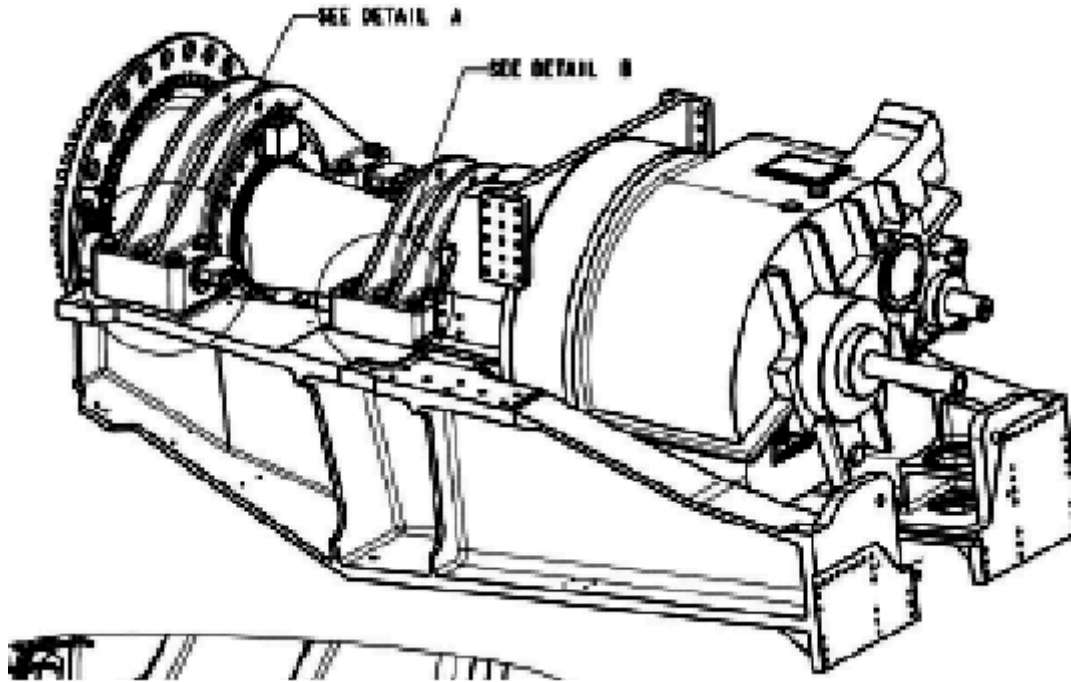




Σχήμα 2.7 (Hub) Διασυνδεδετικό εξάρτημα φτερών

## 2.2.6 Κύριος άξονας (Main shaft)

Ο κύριος άξονας είναι αυτός που μεταβιβάζει την ενέργεια από τον ρότορα στο σασμάν. Εσωτερικά από αυτόν περνάει ο άξονας του pitch. Ο κύριος άξονας στηρίζεται και περιστρέφεται σε δύο σφαιρικά κυλινδρικά ρουλεμάν.



## 2.2.7 Σασμάν

**Τύπος:** 1 πλανητικό γρανάζι και 2 ελικοειδές γρανάζια

- **Λόγος:** 1:113.5 για 50 Hz
- **Ψύξη:** Αντλία λαδιού ηλεκτρική και μηχανική με ψυγείο λαδιού.
- **Θέρμανση λαδιού:** Με αντίσταση 1.5 ohm
- **Κατασκευαστής:** Η *vestas* προμηθεύεται τα σασμάν από διάφορους κατασκευαστές οι οποίοι τα κατασκευάζουν σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρίας. Το σασμάν είναι ένας πολλαπλασιαστής στροφών. Στη V90-2MW ο λόγος πολλαπλασιασμού είναι 1 προς 113.5 στροφές.

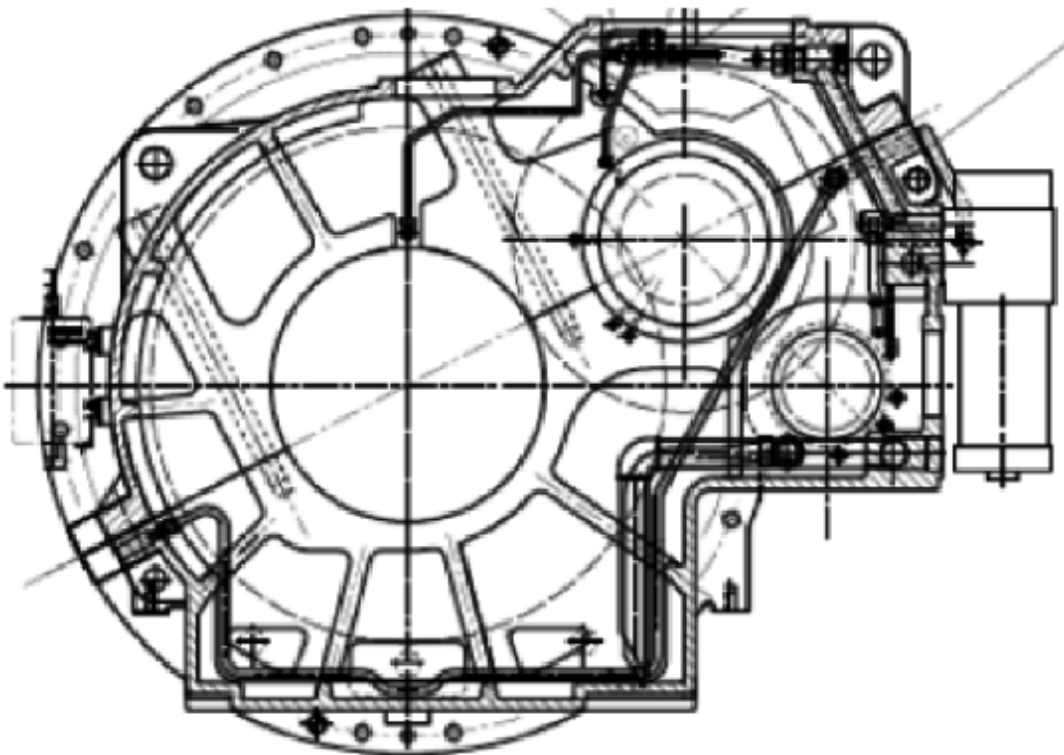
Συνδέεται από την μία μεριά με τον κύριο άξονα του ρότορα με ένα κωνικό υδραυλικό δίσκο και από την άλλη πλευρά της υψηλής ταχύτητας με την γεννήτρια μέσω ενός συνδέσμου φτιαγμένος από πολυεστέρα υψηλής αντοχής και ελαστικότητας. Στο σασμάν πάνω στην πλευρά της υψηλής ταχύτητας είναι τοποθετημένο και το μηχανικό φρένο.

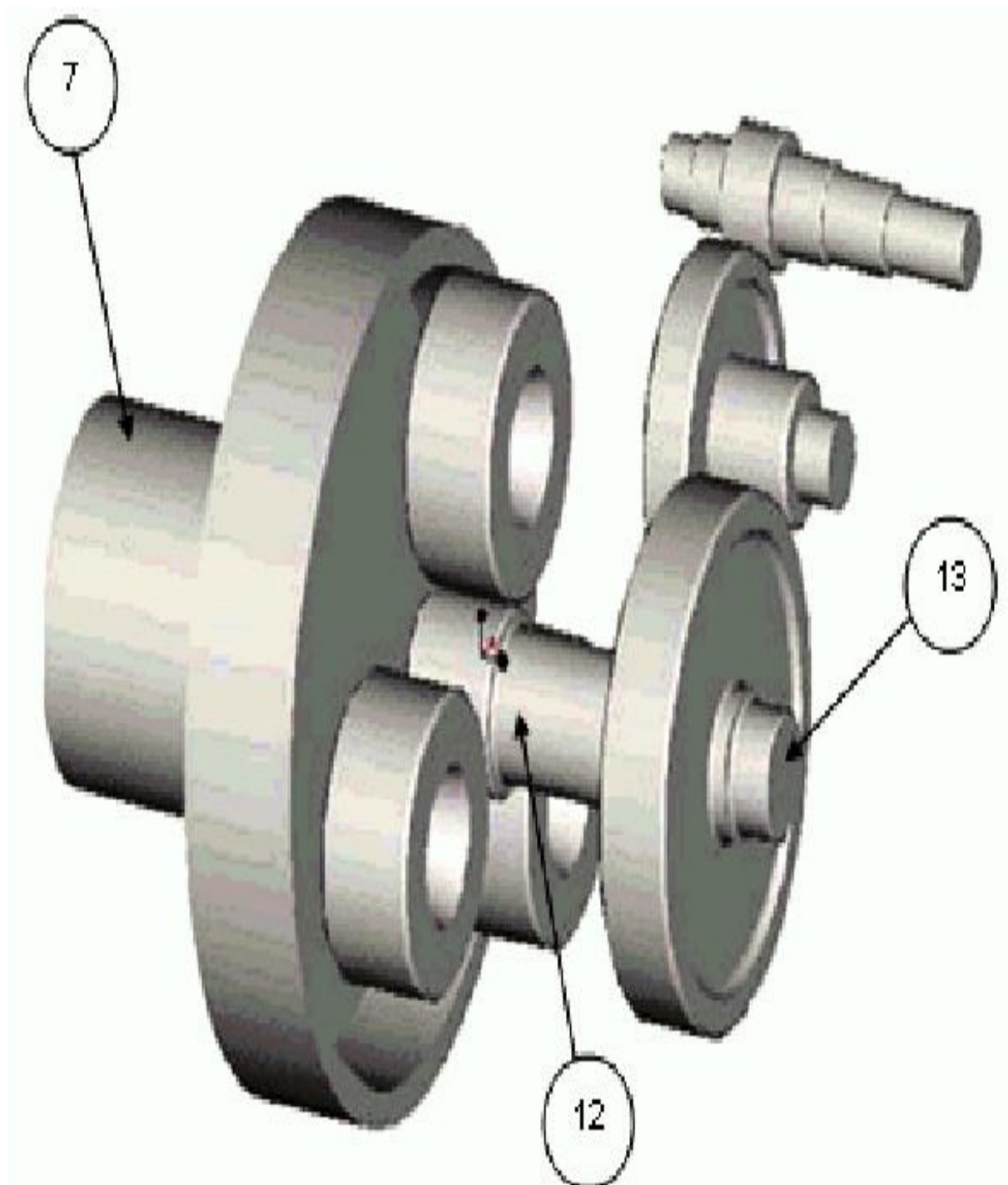
Ο καθαρισμός του σασμάν γίνεται από δύο φίλτρα. Το ένα είναι τοποθετημένο στο κύκλωμα ψύξης και το άλλο είναι ανεξάρτητο και το οποίο λειτουργεί ανάλογα με τη θερμοκρασία του λαδιού. Εκτός από τα φίλτρα και το σύστημα ψύξης έχει και αντίσταση για την θέρμανση του λαδιού η οποία λειτουργεί όταν έχουμε χαμηλές

θερμοκρασίες στο λάδι. Υπάρχει και ένας πιεσοστάτης ο οποίος επιβλέπει την πίεση στο κύκλωμα ψύξης. Μέσα από το σασμάν περνάει και ο άξονας του pitch.



Σχήμα 2.9 Φωτογραφία του κιβώτιου ταχυτήτων του κύριου άξονα και του συστήματος φρένων.





Σχήμα 2.11 Σύστημα γραναζιών στο εσωτερικό του κιβώτιου ταχυτήτων.

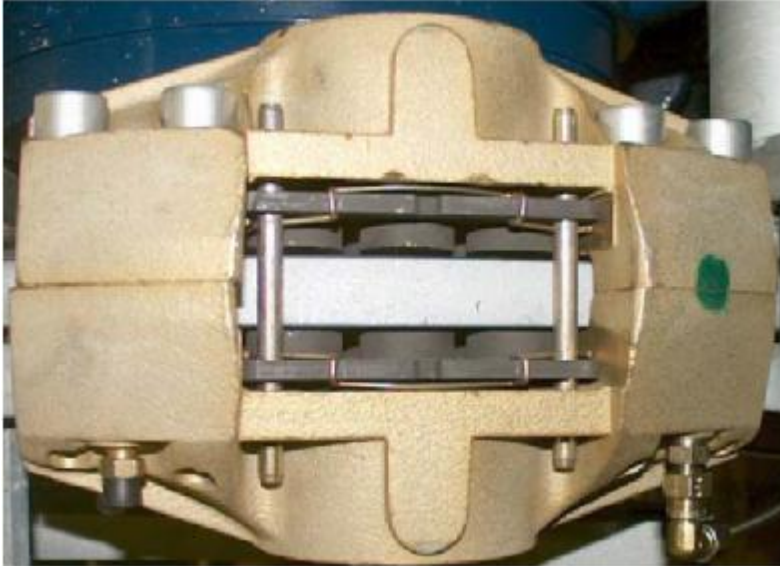
### 2.2.8 Mechanical Brake

Τύπος : Υδραυλικό δισκόφρενο

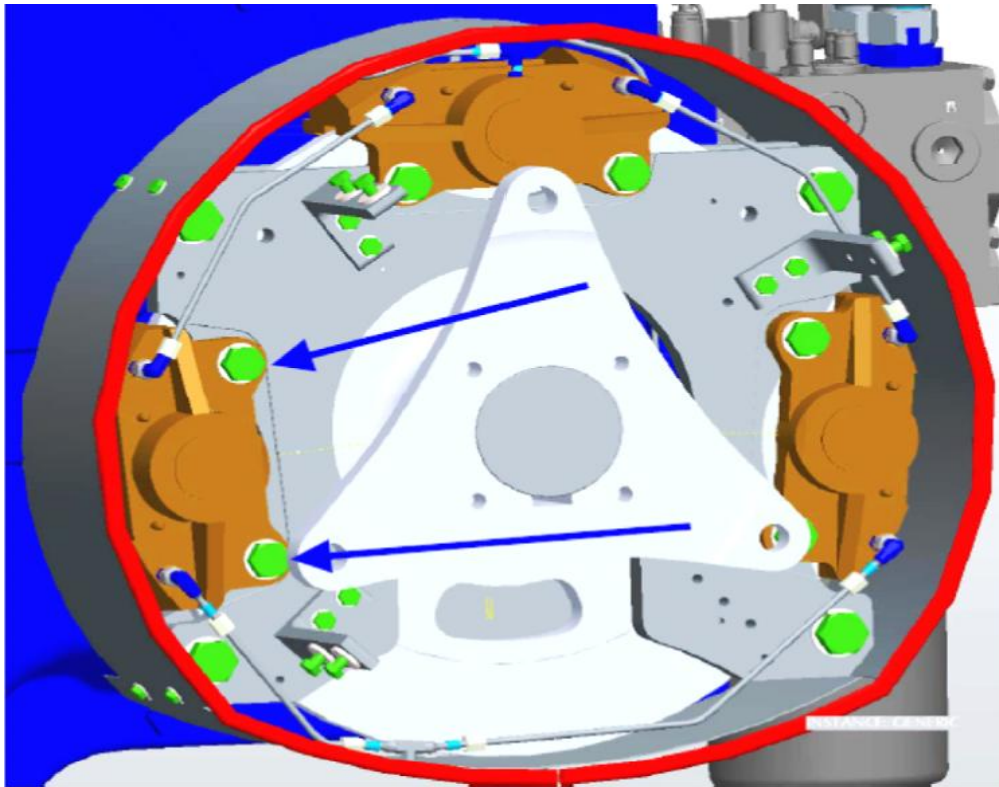
Calipers :3

Διάμετρος δισκοφρένου : 600mm

Υλικό δισκοφρένου : VWS-GJV-300-2U-D



**Σχήμα 2.13** Φωτογραφία ολοκλήρου του συστήματος φρένου ,το ποθετημένο στον άξονα σύνδεσης της γεννήτριας.



**Σχήμα 2.14** 3D Σχέδιο ολοκλήρου του συστήματος φρένου ,τοποθετημένο στο ν άξονα σύνδεσης της γεννήτριας.

### 2.2.9 Υδραυλικό σύστημα

**Το υδραυλικό σύστημα εξυπηρετεί δύο λειτουργίες:**

1. Ρίψη των φτερών γύρω από τον άξονα τους (κίνηση του βήματος από 90° μέχρι -5°C
2. Να ενεργοποιήσει το φρένο στον άξονα της υψηλής ταχύτητας του

σασμάν. Το σύστημα αποτελείται από μια μονάδα ισχύος που βρίσκεται στη δεξιά πλευρά της ατράκτου και τους συνδετικούς σωλήνες που συνδέουν την υδραυλική με το έμβολο του βήματος και τα φρένα.

- **Παροχή αντλίας:** 8.7 l/.min
- **Μέγιστη πίεση λειτουργίας:** 200 bar
- **Πίεση φρένων:** 44 bar
- **Ποσότητα λαδιού:** 60 L
- **Ηλεκτροκινητήρας:** 4 kW- 50/60

## Σύστημα υδραυλικής αντλίας

Η υδραυλική είναι εξοπλισμένη με μια αντλία, η οποία είναι κοινή για το φρένο και για τη γωνία του βήματος. Η αντλία αυτή είναι μέσα στη δεξαμενή του λαδιού και η οποία παίρνει κίνηση από ένα ηλεκτροκινητήρα 4 kW ο οποίος βρίσκεται πάνω από την δεξαμενή του λαδιού. Η παροχή λαδιού εξαρτάται από τη φόρτιση και κυμαίνεται από 8,4 μέχρι 8,6 /min. Η λειτουργία της αντλίας ελέγχεται από τον πάνω controller ο οποίος παίρνει το σήμα από ένα πρεσοστάτη ο οποίος βρίσκεται πάνω στο μπλοκ της υδραυλικής. Η αντλία σταματάει να λειτουργεί όταν φτάσει η πίεση φτάσει στα 200 bar και ξεκινάει ξανά όταν πέσει στα 180 bar.

Ενώ η αντλία σταματάει παρέχεται στο σύστημα πίεση από τον συσσωρευτή ο οποίος έχει μια φούσκα με άζωτο και μια μόνιμη πίεση στα 80 bar έστω και αν το υδραυλικό σύστημα είναι άδειο και η αντλία δεν λειτουργεί. Σε κατάσταση RUN , PAUSE και STOP η αντλία λειτουργεί αυτόματα. Σε κατάσταση EMERGENCY STOP η αντλία δεν λειτουργεί.

Το λάδι στέλνεται από την αντλία στον συσσωρευτή μέσω ενός φίλτρου και δύο βαλβίδων αντεπιστροφής. Το φίλτρο είναι εξοπλισμένο με μια βαλβίδα παράκαμψης, οπτικό και ηλεκτρικό δείκτη μόλυνσης ο οποίος ενεργοποιείται πριν από την βαλβίδα και ανοίγει σε περίπτωση πτώσης πίεσης στο φίλτρο.

Υπάρχει μια βαλβίδα ασφαλείας η οποία ανοίγει στα 250 bar σε περίπτωση λάθους στον έλεγχο της αντλίας. Για τυχών διαρροή λαδιού υπάρχει ένας αισθητήρας όπου ελέγχει τη στάθμη του λαδιού.



**Σχήμα 2.15** Φωτογραφίες της αντλίας λαδιού τοποθετημένη στην ανεμογεννήτρια

### **Σύστημα βήματος**

Το έμβολο του βήματος γυρίζει τα φτερά γύρω από τον άξονα τους από 90° μέχρι -5° και αυτό ρυθμίζεται από μια αναλογική βαλβίδα με τρεις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και με δύο βαλβίδες αντεπιστροφής. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (διακοπή ρεύματος ή από κάποιο σφάλμα στην Α/Γ) η αντλία δεν λειτουργεί αλλά το έμβολο έχει πίεση από τον συσσωρευτή.

### **Σύστημα φρενών**

Το σύστημα του φρένου τροφοδοτείται από το σύστημα της υδραυλικής μέσω μιας βαλβίδας η οποία ρυθμίζει την πίεση στα 44 bar. Υπάρχει ένας δεύτερος μικρότερος συσσωρευτής ο οποίος είναι για την πίεση στα φρένα. Όταν εμφανίζεται κάποιο σφάλμα το φρένο ενεργοποιείται μετά από ένα λεπτό, έτσι ώστε να προλάβουν τα φτερά να γυρίσουν στις 87° και οι στροφές στο ρότορα να μειωθούν



## Σημεία μέτρησης

Στη μονάδα της αντλίας είναι τοποθετημένες δέκα σημεία ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της πίεσης στις διαφορετικές θέσεις στο σύστημα σχετικά με την περιοδική λειτουργία ή την ανίχνευση βλαβών στο υδραυλικό σύστημα

Όλες οι μετρήσεις πίεσης στη συντήρηση ή στην ανίχνευση βλαβών γίνονται με ψηφιακό μετρητή ο οποίος συνδέεται στα σημεία ελέγχου.

### 2.2.10 Αισθητήρας μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας αέρα

Στην V90 χρησιμοποιείται ένας συνδυασμένος αισθητήρας αέρα που μετρά την ταχύτητα και την διεύθυνση του αέρα. Η διεύθυνση του αέρα είναι μέτρο σχετικό με τη θέση της nacelle. Ο αισθητήρας είναι χωρίς κινούμενα μέρη και η μέτρηση είναι βασισμένη στις υπερηχητικές αρχές.

Το Ultrasonic Anemometer 2D έχει ως σκοπό να μετρήσει την διεύθυνση και την ταχύτητα του αέρα σε δύο διαστάσεις. Έχει την ικανότητα να παίρνει τιμές πάρα πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα να μπορεί να μετράει και τα κάστ. Το ανεμόμετρο αυτό είναι εξοπλισμένο με μια αντίσταση θέρμανσης έτσι ώστε το όργανο να μην επηρεάζεται από έντονα καιρικά φαινόμενα όπως χιόνια, πάγος, έντονη βροχή.



## Τρόπος λειτουργίας

Το ανεμόμετρο αποτελείται από 4 υπερηχητικούς μετασχηματιστές ανά 2 ζευγάρια οι οποίοι ο ένας είναι απέναντι από τον άλλο σε μια απόσταση 200 χιλιοστών.

Έτσι διαμορφώνονται δύο πορείες μέτρησης κάθετες μεταξύ τους. Οι μετασχηματιστές ενεργούν και οι δύο ανά ζευγάρι σαν ακουστικές συσκευές αλλά και σαν ακουστικοί δέκτες.

Οι αντίστοιχες πορείες μέτρησης και η κατεύθυνση μέτρησης τους επιλέγονται μέσω του ηλεκτρονικού ελέγχου. Όταν ξεκινάει μ μέτρηση πραγματοποιείται

μια ακολουθία μετρήσεων μέσα σε 20 m sec σε 20 °C. Η ακολουθία αυτή αποτελείται από 8 μεμονωμένες μετρήσεις και στις 4 κατευθύνσεις

οι οποίες περιστρέφονται δεξιόστροφα

A) Από τη δύση στην Ανατολή

B) Από τον Βορρά στο Νότο και D)

Από την Ανατολή στη Δύση.

### 2.2.11 FT Wind Sensor

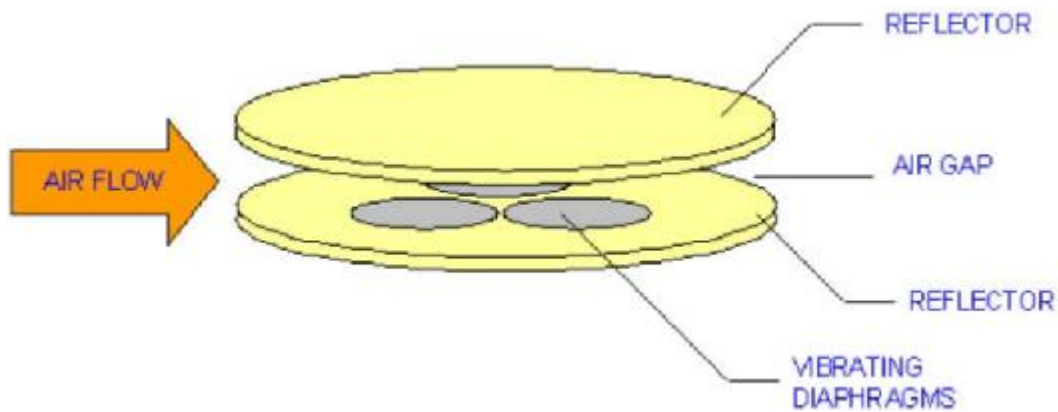
Το FT702LT είναι ένας στερεάς κατάστασης μετεωρολογικός αισθητήρας, ο οποίος χρησιμοποιεί την κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ακουστική τεχνική αντίληψης ροών αέρος αντήχησης για να μετρηθεί ακριβώς και η ταχύτητα ανέμου και η κατεύθυνση.

Το FT702LT έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για τις εφαρμογές ελέγχου ανεμογεννητριών. Δεν χρειάζεται καμία κανονική συντήρηση, και είναι ικανός να λειτουργήσει σε δύσκολες συνθήκες περιβάλλοντος όπως στις παράκτιες και επιρρεπείς στον πάγο περιοχές, το FT702LT παρέχει τους κατασκευαστές ανεμογεννητριών και τους χειριστές με μια τέτοια εγκατάσταση να ξεχνούν τα προβλήματα που αφορούν την αντίληψη του αέρα.



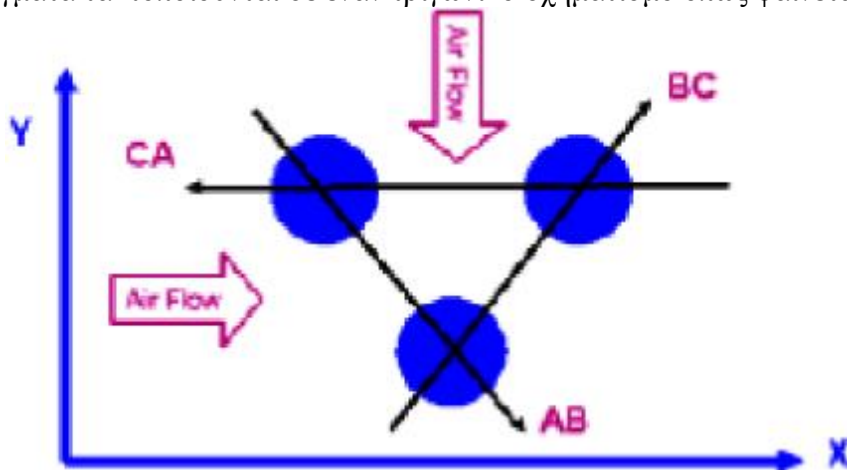
Χωρίς τα κινούμενα μέρη που υποβιβάζουν την λειτουργία, μειώνονται οι δαπανηρές επισκέψεις για συντήρηση καθώς και χρόνος διακοπής της λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

Το FT702LT έχει εγκαθιστάμενο ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό θερμοστατικά ελεγχόμενο full-body σύστημα θέρμανσης. Μια θερμάστρα τριών στοιχείων (ένα στοιχείο που βρίσκεται στην κορυφή του αισθητήρα και δύο στο κατώτατο σημείο) χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι η θέρμανση κατανέμεται ομοιόμορφα την ολόκληρη περιοχή επιφάνειας.



Σχήμα 2.16

Το Σχήμα 2.16 παρουσιάζει βασική ακουστική ρύθμιση αντίληψης ροών αέρος αντήχησης. Με πιο βασική μορφή της, η συσκευή αποτελείται από ένα ζευγάρι των μικρών παράλληλων πιάτων, που καλείται τους ανώτερους και χαμηλότερους ανακλαστήρες. Στο οριζόντιο επίπεδο, η δομή είναι απεριόριστες και ροές αέρα ελεύθερα μεταξύ των πιάτων. Στην κάθετη κατεύθυνση είναι οριακό από τους ανακλαστήρες και τη μέση ταχύτητα αέρα δεδομένου ότι η κατεύθυνση είναι αμελητέα. Τα ακουστικά (υπερηχητικά) κύματα παράγονται και παραλαμβάνονται τριών δομένους διαφραγμάτων που συνδέονται με τη βοήθεια με έναν ίσο αριθμό πιεζοηλεκτρικών στοιχείων. Τα διαφράγματα τακτοποιούνται σε έναν τριγωνικό σχηματισμό όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



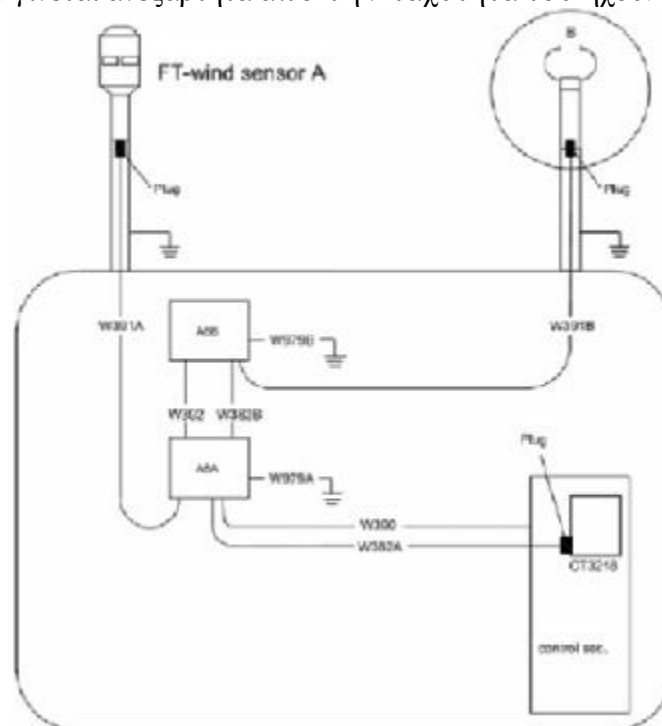
Σχήμα 2.17

**Η μέτρηση ροών αέρος είναι βασισμένη στη με τρέχοντα κύματα συμπεριφορά:**

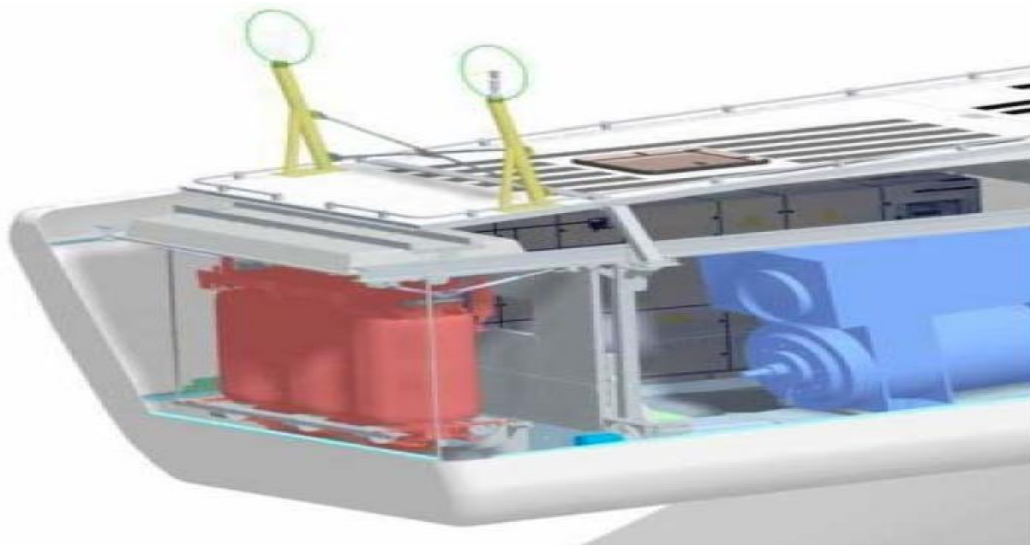
Η καθαρή φάση μεταξύ οποιουδήποτε ζευγαριού διαφραγμάτων είναι ενδεικτική της ροής αέρος κατά μήκος του άξονα του ζευγαριού. Και με τα τρία ζευγάρια διαφραγμάτων που μετριοούνται, τα συστατικά διανύσματα της ροής αέρος κατά μήκος των πλευρών του τριγώνου (που διαμορφώνεται από τα διαφράγματα) καθορίζονται. Αυτά τα διανύσματα συνδυάζονται για να δώσουν τη γενικές ταχύτητα και την κατεύθυνση.

**Η αυτόματη αποζημίωση είναι βασισμένη στη μόνιμη συμπεριφορά κυμάτων:** Είναι γνωστό ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα ποικίλλει ως λειτουργία της θερμοκρασίας, και σε μια μικρότερες έκταση, μια υγρασία και μια πίεση. Το όργανο είναι σε θέση την αυτόματη αποζημίωση για αυτήν την ανεπιθύμητη επίδραση χωρίς την ανάγκη για τους πρόσθετους αισθητήρες. Σε λειτουργία η ηλεκτρονική ρυθμίζει τη συχνότητα για να

μεγιστοποιήσει την απάντηση και να διατηρήσει την αντήχηση. Υπό αυτούς τους όρους η ένδειξη του οργάνου γίνεται ανεξάρτητα από την ταχύτητα του ήχου.



Σχήμα 2.17 Διάγραμμα σύνδεσης του αισθητήρα FT με την μονάδα έλεγχου.



Σχήμα 2.18 3d γράφημα τοποθέτησης αισθητήρα FT και Ultrasonic Anemometer 2D στην ατράκτου της ανεμογεννήτριας.

### **2.2.12 Μονάδα Ελέγχου (Control Unit) Τροφοδοσία:**

**Τάση:** 3 x 690 VAC - 50/60 Hz

**Lockable circuit breaker:** 800 A

**Power supply for lightning –Standard:** 1x10 A – 230 VAC – 50/60 Hz

**Power supply for outlets – Standard:** 1x13 A – 230 VAC – 50/60 Hz

**Other voltages can be supplied on request.**

#### **Computer:**

**Communication:** Arc Net

**Program memory:** EPROM (flash)

**Programming language:** C++

**Configuration:** Modular

**Operation:** Numeric keyboard + Function keys pad

**Display:** 4 x 40 characters

#### **Information:**

Operating data Production

Operation log

Alarm log

Run/Pause

Commands:

Man. Yaw start/stop

Maintenance routines

### **2.2.13 Σύστημα ασφαλείας**

Η ανεμογεννήτρια V90-2MW είναι εξοπλισμένη και με μηχανικά και αεροδυναμικά φρένα που θα ενεργοποιηθούν σε περίπτωση κατάστασης έκτακτης ανάγκης. Ο στρόβιλος επιπλέον έχει ένα ανεξάρτητο ηλεκτρικό κύκλωμα έκτακτης ανάγκης που θα ενεργοποιηθεί από μια κατάσταση υπερβολικής επιτάχυνσης.

### **2.2.14 Γείωση τικ Ανεμογεννήτριας V-90**

Το σύστημα γείωσης της ανεμογεννήτριας συνδέεται με το σύστημα γείωσης του μετασχηματιστή. Αυτό το σύστημα γείωσης γίνεται με βάση τους κανονισμούς IEC 364 312.2.1, 413.1.3.2 και 413.1.3.3.

Αυτά τα συστήματα γείωσης έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα. Δίνουν μια καλή προστασία από τις πρόσκαιρες υπερτάσεις της μέσης και υψηλής τάσης του δικτύου. Εάν υπάρχει κάποια διαρροή ως προς γη το σύστημα γείωσης θα προκαλέσει μια μεγάλη μείωση της σύνθετης αντίστασης στο κύκλωμα βραχυκυκλώματος και ο διακόπτης θα αποσυνδεθεί. Ο ισοδυναμικός αγωγός σύνδεσης μπορεί να είναι ο ουδέτερος αγωγός του δικτύου. Εάν είναι απαραίτητο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας χωριστός γυμνός αγωγός από χαλκό 35mm<sup>2</sup> ή 50mm<sup>2</sup> ανάλογο του ρεύματος βραχυκύκλωσης. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι θα βελτιώσει το σύστημα γείωσης. Ο εξοπλισμός της γείωσης έχει προσαρμοστεί στον τοπικό τύπο εδάφους. Το σύστημα γείωσης εκτελείται κανονικά ως περιμετρική γείωση που συμπληρώνεται με τις ράβδους (βάθος-ηλεκτρόδια).

**Αυτό δίνει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:**

**1. Προσωπική ασφάλεια.**

Η περιμετρική γείωση περιορίζει τη βηματική τάση που προκαλείται από κεραυνό και έτσι μπορεί να προστατέψει κάποια άτομα που μπορεί να βρίσκονται κοντά στη βάση του πύργου, εάν η ανεμογεννήτρια χτυπηθεί από κεραυνό.

**2. Ασφάλεια λειτουργίας.**

Οι ράβδοι εξασφαλίζουν μια σταθερή και χαμηλή αντίσταση μετάβασης στην γη για ολόκληρο το σύστημα γείωσης.

**Το σύστημα γείωσης εκτελείται με τον ακόλουθο τρόπο:**

1. Η περιμετρική γείωση τοποθετείται σε μια απόσταση 1 μ από το θεμέλιο της ανεμογεννήτριας.

2. Η περιμετρική γείωση συμπληρώνεται με δύο ράβδους χαλκού. Το ηλεκτρόδιο γείωσης τοποθετείται 180° μεταξύ τους.

**3.** Η περιμετρική γείωση συνδέεται σε δύο σημεία στον πύργο αντίθετα.

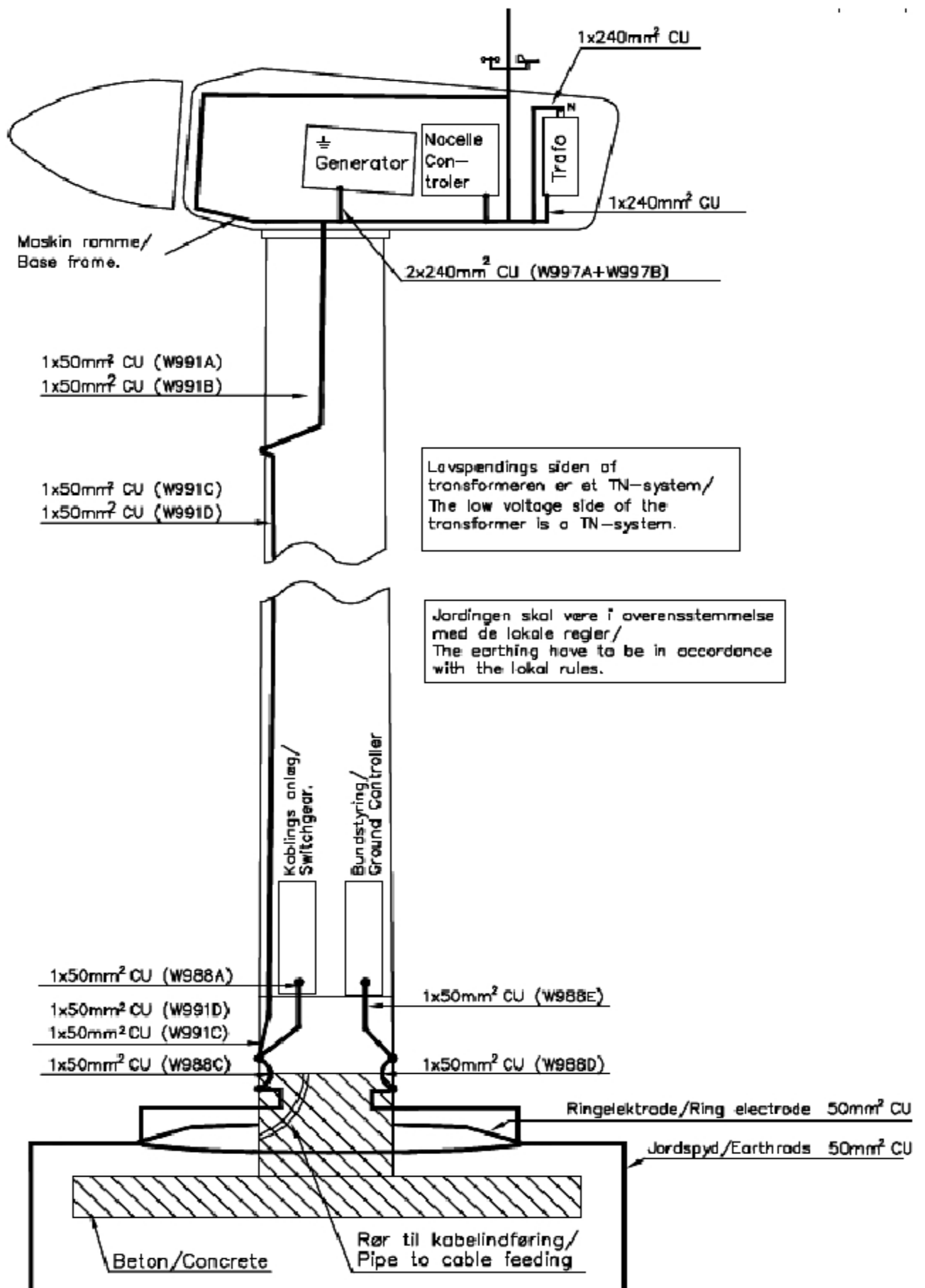
Εάν η γήινη σύνθετη αντίσταση δεν είναι αρκετά χαμηλή, κατόπιν το σύστημα γείωσης μπορεί να βελτιωθεί.

1. Οι δύο ράβδοι μπορούν να επεκταθούν σε 10 μ.

2. Δύο πρόσθετες γήινες ράβδοι σε 10 μ μπορούν να προστεθούν (90° μεταξύ των 4 ράβδων).

Η **αντικεραυνική** προστασία της V90 συμπεριλαμβάνει προστασία επίσης και για τα φτερά πράγμα το οποίο πολλοί κατασκευαστές δεν προσφέρουν ακόμα αλλά αποτελεί πολύ σημαντικό κριτήριο. Σε οποιαδήποτε από τα φτερά είναι σε κορυφαία θέση και η άκρη του είναι στο υψηλότερο σημείο, άρα παρέχεται προστασία στο υψηλότερο σημείο της ανεμογεννήτριας.

Στο παρακάτω σχήμα θα δούμε την ακριβείς σύνδεση των συστημάτων αντικεραυνικής προστασίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κατασκευάστριας εταιρίας vestas.



Σχήμα 2.19 Σχέδιο που αναπαριστά την αντικεραυνική σύνδεση σε μια ανεμογεννήτρια vestas V90.

## 2.2.15 Χαρακτηριστική ισχύος

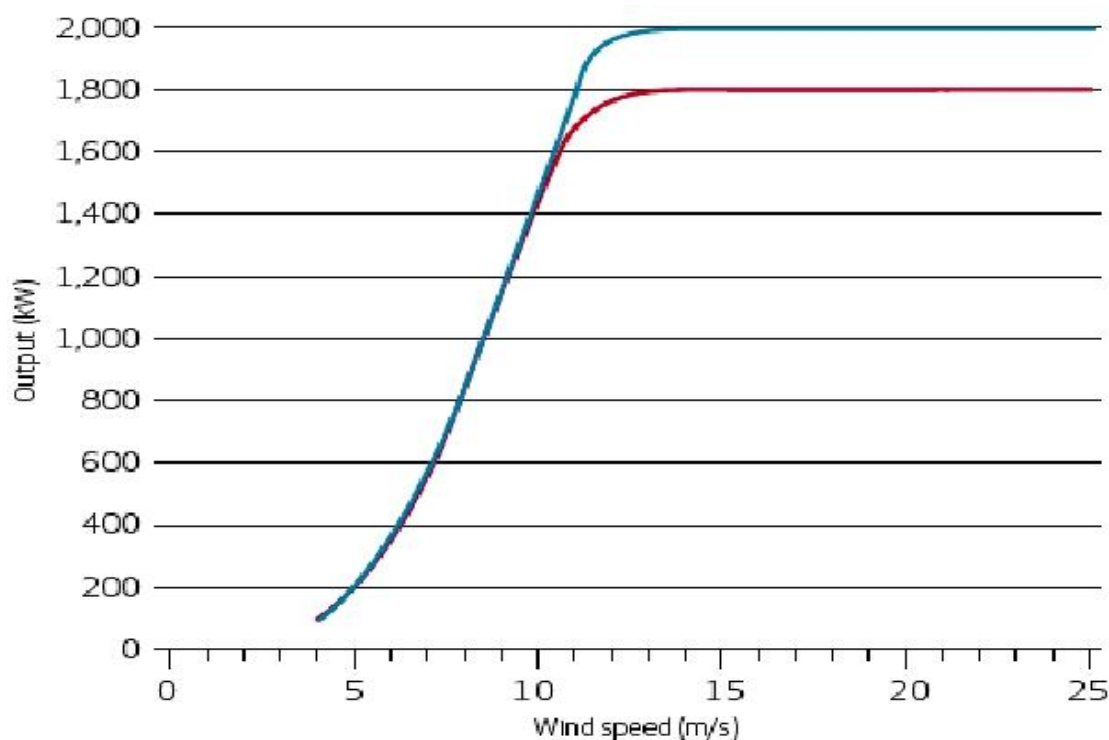
Οι πίνακες και οι καμπύλες ισχύος υπολογίζονται με βάση την NACA63 και FF-W3 για τα φτερά. Οι παράμετροι για τον υπολογισμό της χαρακτηριστικής ισχύος είναι οι ακόλουθες

- **Συχνότητα :** 50/60 Hz
- **Δίμετρος Ρότορα :** 90 meters
- **Γωνία κλίσης πτερωτών :** Pitch regulated
- **Συχνότητα –ευαισθησία προβλημάτων :** 10 %

Ταχύτητα αέρα που υπολογίζεται ως μέση τιμή 10 λεπτών στο ύψος του κέντρου του ρότορα και κάθετος σ' αυτόν.

Η καμπύλη ισχύος μετρείται στον επίγειο ελεγκτή στη χαμηλή τάση του μετασχηματιστή. Επομένως οι απώλειες στο μετασχηματιστή και στα καλώδια μέσης ή υψηλής τάσης δεν συμπεριλαμβάνονται στις μετρήσεις.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν συγκεκριμένες απαιτήσεις της περιοχής για το χαμηλό θόρυβο, είναι δυνατό να προγραμματιστούν τα επίπεδα εκπομπής θορύβου. Το χαμηλότερο του επιπέδου εκπομπής θορύβου, θα επηρεάσει αρνητικά την παραγωγή ενέργειας έναντι της τυποποιημένης ρύθμισης 104,2 dB (A)



**Σχήμα 2.20** Χαρακτηριστική ισχύος V90 σε σχέση με την στάθμη θορύβου και με πυκνότητα αέρα 1,225 kg/m<sup>3</sup> σε ύψος 10 μέτρων.



## 2.3 Σύστημα ελέγχου

### 2.3.1 Έλεγχος τις ανεμογεννήτριας

Ο έλεγχος της Α/Γ γίνεται από τον **Vestas Multi Processor Controller (VMP)**

Ο συγκεκριμένος controller επιτηρεί και ελέγχει όλες τις λειτουργίες στην ανεμογεννήτριας, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι η απόδοση του στροβίλου είναι η βέλτιστη με οποιαδήποτε ταχύτητα αέρα. Έχει την δυνατότητα να σταματά την λειτουργία της μηχανής εάν ανιχνεύσει κάποιο σφάλμα.

Πρόκειται ουσιαστικά για το σύνολο **τριών controller** οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους, ανατάσσοντας πληροφορίες μέσω οπτικής ίνας.

**Ground controller**, ο οποίος βρίσκεται στο κάτω μέρος του πύργου, και ελέγχει τους κύριους διακόπτες. Από αυτόν ένας χειριστής μπορεί να λειτουργήσει την Α/Γ και να δει όλα τα στοιχεία της (σφάλματα, προειδοποιήσεις λειτουργία, σήματα αισθητήρων, κατάσταση κύριων και βοηθητικών συστατικών κλπ.).

**Converter controller** ο οποίος βρίσκεται στην **nacelle** φροντίζει την παρέμβαση και τη διακοπή της γεννήτριας, τη μέτρηση του ρεύματος, της τάσης και τον έλεγχο του μετατροπέα.

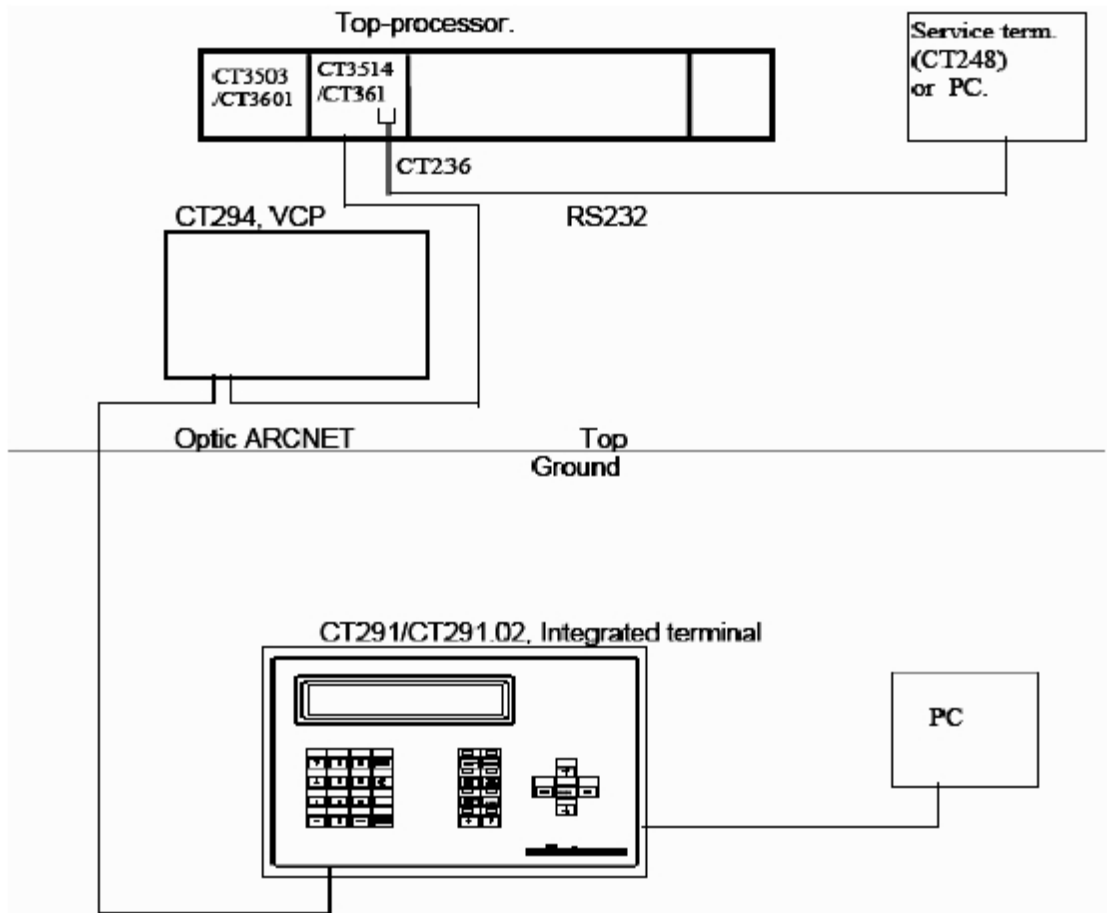
**Top Controller** ο οποίος βρίσκεται στην **nacelle** και φροντίζει τη λειτουργία της μηχανής π.χ. θερμοκρασίες, έλεγχος του βήματος και της ταχύτητας, έλεγχος της παρέκκλισης από την διεύθυνση του αέρα κλπ. Μπορεί να συνδεθεί με ένα φορητό controller με display και μπορεί να ελέγχεται η Α/Γ από κάποιον όταν βρίσκεται στη nacelle δηλ. όταν ένας χειριστής θέλει να εξετάσει τα στοιχεία από την Α/Γ, ή θέλει να ξεκινήσει ή να σταματήσει την Α/Γ ενώ βρίσκεται μέσα στην άτρακτο.

### 2.3.2 Συλλογή δεδομένων

**Vestas Multi Processor Controller (VMP)** συλλέγει πληροφορίες για την απόδοση της ανεμογεννήτριας και στοιχεία που έχουν να κάνουν με:

- Ταχύτητα ρότορα και γεννήτριας
- Ταχύτητα και διεύθυνση αέρα
- Υδραυλική πίεση
- Θερμοκρασίες
- Παραγωγή ενέργειας
- Βήμα κλπ.

Όλες οι πληροφορίες για τα παραπάνω στοιχεία αποθηκεύονται σε αρχεία καταγραφής καταγραφής από τα οποία μπορούμε να δούμε και να αναλύσουμε τα λάθη στην Α/Γ και να τα επιλύσουμε.



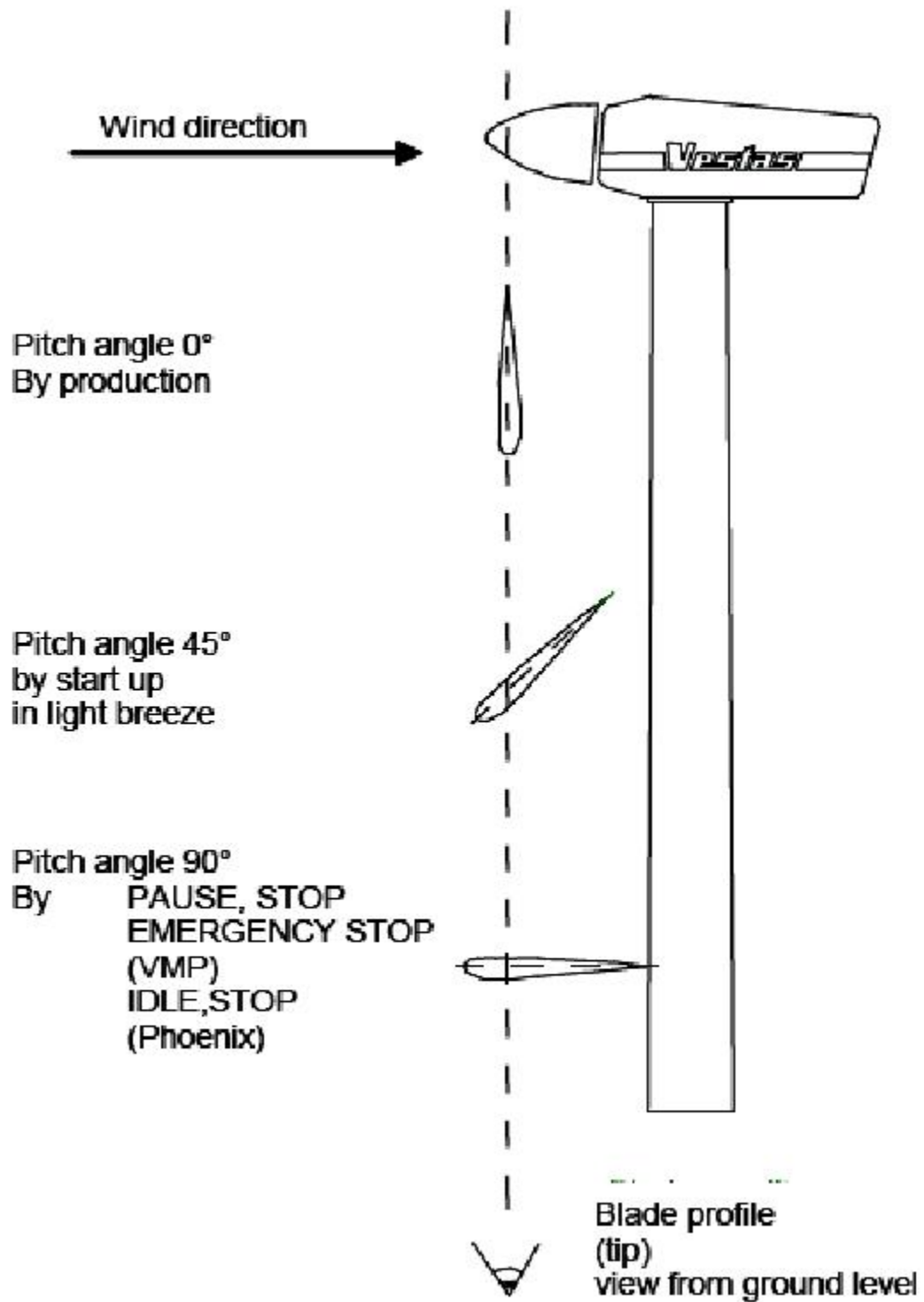
Σχήμα 3.1 Σχέδιο που αναπαριστά την επικοινωνία μεταξύ του top και ground controller.

### 2.3.3 Σύστημα παραμέτρων

Το λογισμικό στο σύστημα **Vestas Multi Processor Controller (VMP)** είναι φτιαγμένο έτσι ώστε όλες οι μεταβλητές μπορούν να τεθούν χωριστά με διάφορες παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτοί καθορίζουν τα όρια όπως τιμές βαθμολόγησης για το ανεμόμετρο, για την υδραυλική πίεση, τον συγχρονισμό της Α/Γ με το δίκτυο κ.λπ.

### 2.3.4 Έλεγχος της Α/Γ με OptiTip

Όταν η Α/Γ είναι σε κατάσταση **Pause, Stop, ή Emergency stop** τα φτερά είναι σε μια θέση **90ο** από τον αέρα. Όταν η Α/Γ είναι σε κατάσταση **Run** η Α/Γ είναι σε παραγωγή και τα φτερά είναι σε μια θέση κοντά στο 0 η οποία μεταβάλλετε ανάλογα με την ταχύτητα του αέρα και αυτό ελέγχεται από τα συστήματα ελέγχου **OptiTip** και **OptiSpeed** από τον **VMP controller**.

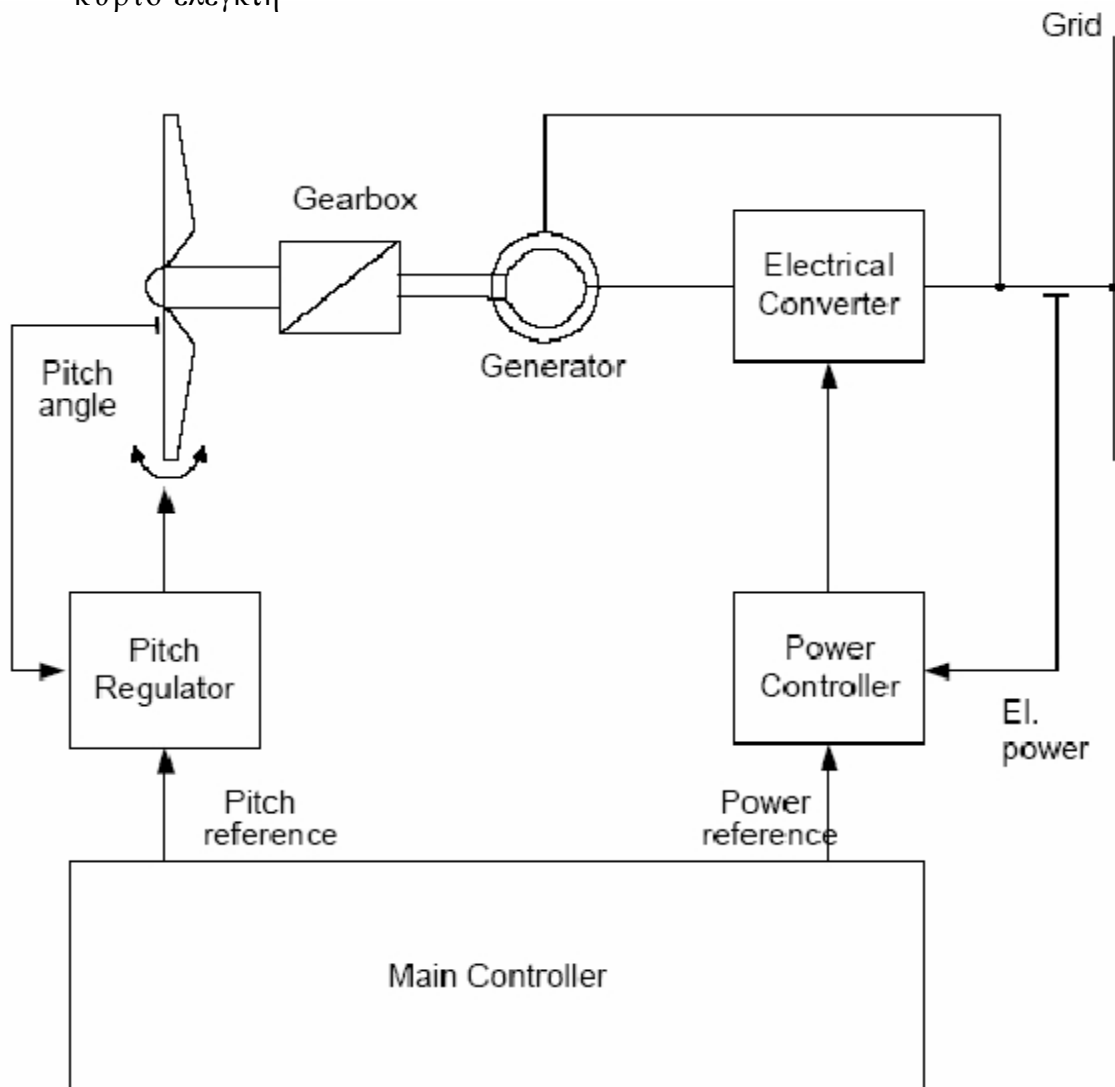


Σχήμα 3.2: Η θέση του βήματος στις διαφορετικές καταστάσεις λειτουργία

### 2.3.5 Γενική διαμόρφωση ελέγχου

Στο **σχήμα 3.2** παρουσιάζεται το θεωρητικό σύστημα ελέγχου. Οι λειτουργίες ελέγχου διαιρούνται σε **3 μπλοκ**:

1. Κύριο ελεγκτή (**main controller**) Διαχειρίζεται τις γενικές λειτουργίες ελέγχου και παράγει τις τιμές αναφοράς για την γωνία του βήματος, και για την παραχθήσα ηλεκτρική ισχύς.
2. Ρυθμιστής βήματος (**Pitch Regulator**). Ρυθμίζει την γωνία του βήματος σύμφωνα με την τιμή αναφοράς που έχει πάρει από τον κύριο ελεγκτή.
3. Ελεγκτής ισχύος (**Power Controller**). Ρυθμίζει την παραχθήσα ηλεκτρική ισχύ που παραδίδεται στο δίκτυο σύμφωνα με την τιμή αναφοράς έχει πάρει από τον κύριο ελεγκτή



**Σχήμα 3.2:** Γενική διαμόρφωση ελέγχου



Τα μπλοκ δεξιά είναι αρμόδια για τον έλεγχο της A/Γ στον καθορισμένο set point εξασφαλίζοντας ότι η ηλεκτρική ισχύς περιορίζεται στην απαιτούμενη ισχύ. Εάν η ταχύτητα του αέρα αυξηθεί επάνω από ένα ορισμένο επίπεδο η γωνία του βήματος θα αυξηθεί πάνω από το βέλτιστο set point. Στην περίπτωση που όταν η απαιτούμενη ισχύς είναι ίση με την εκτιμημένη ισχύς αυτή η ταχύτητα του αέρα ονομάζεται 'εκτιμημένη ταχύτητα αέρα'.

Με ταχύτητα αέρα κάτω από την εκτιμημένη ταχύτητα αέρα η A/Γ δεν είναι ικανή να παράγει την εκτιμημένη ισχύ. Σε αυτήν την περίπτωση οι λογικοί διακόπτες θα ενεργοποιήσουν τον ελεγκτή φορτίων, και η A/Γ θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια με την βέλτιστη αποδοτικότητα. Εάν η ταχύτητα αέρα είναι επάνω από τη εκτιμημένη ταχύτητα αέρα ο ελεγκτής φορτίων ενεργοποιείται και περιορίζει την ισχύ στην εκτιμημένη ισχύ.

### 2.3.7 Σύνδεση αστέρα - τρίγωνο

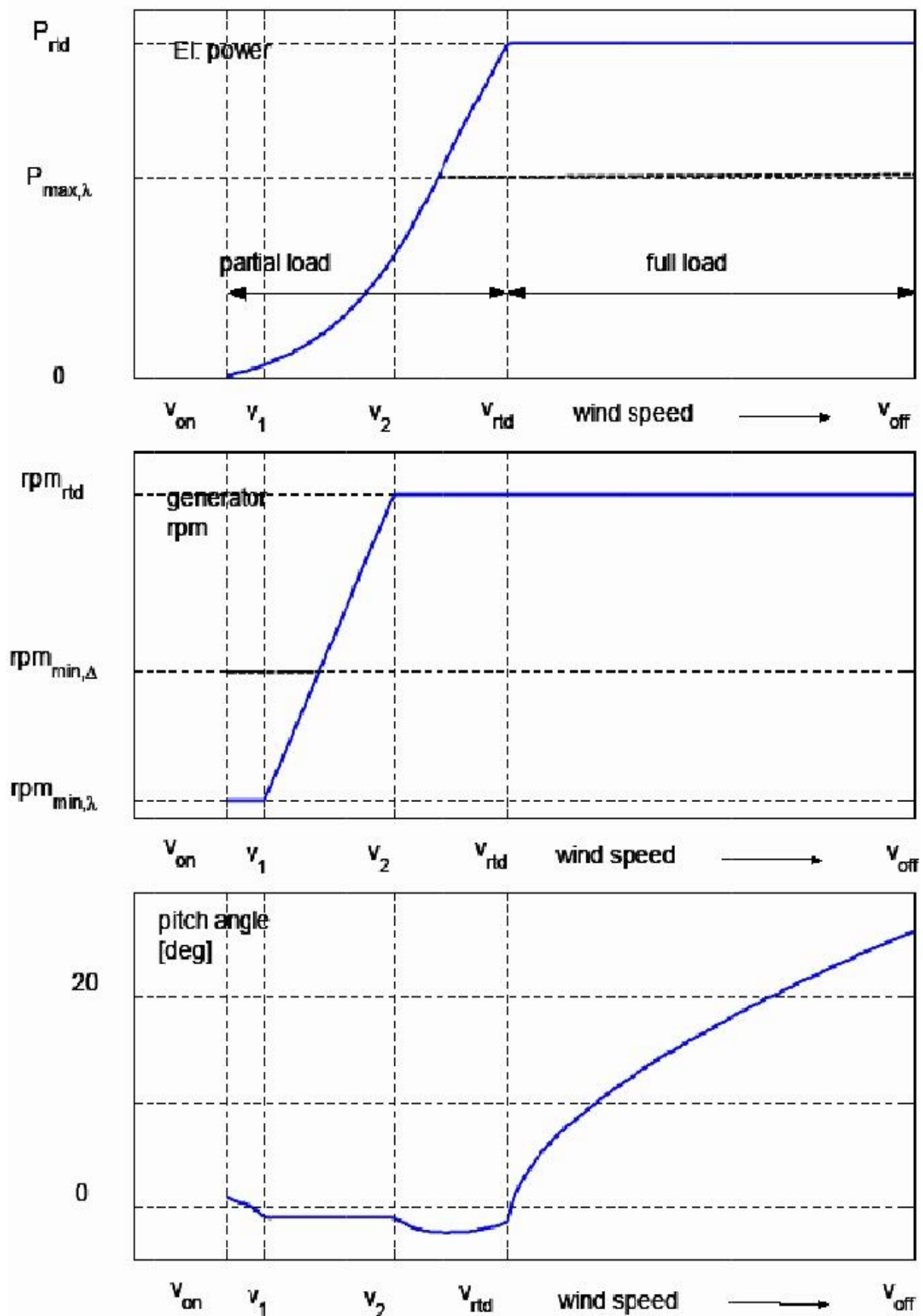
Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της γεννήτριας ο στάτης μπορεί να συνδεθεί σε δύο διαφορετικές συνδέσεις:

1. Σύνδεση Αστέρα (λ)
2. Σύνδεση Τριγώνου (Δ)

Στη **σύνδεση αστέρα** οι στροφές της γεννήτριας μπορούν να καλύψουν ολόκληρη την περιοχή από το **rpm min** στο **rpm rtd** ενώ η ισχύς της γεννήτριας περιορίζεται σε **Pmax**

Στη **σύνδεση τριγώνου** η ισχύς είναι απεριόριστη ενώ οι στροφές περιορίζονται έτσι ώστε να μην υπερβούν από το **rpm min, Δ**. Το σύστημα ελέγχου επιλέγει τη σύνδεση του στάτη αν είναι σε αστέρα ή τρίγωνο και εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα.

**Για την αλλαγή από αστέρα σε τρίγωνο και το αντίθετο η παραγωγή μηδενίζεται και ξανασυγχρονίζεται η γεννήτρια και μπαίνει ξανά σε παραγωγή.**



**Σχήμα 3.5:** Καμπύλες σε κατάσταση λειτουργίας, για την ισχύ, τις στροφές της γεννήτριας, και τη γωνία του βήματος εξαρτώμενες από την ταχύτητα του αέρα. Υποτίθεται ότι η Α/Γ λειτουργεί με τη μέγιστη απαίτηση ισχύος και χωρίς μείωση της θορύβου.



### 2.3.8 Εξωτερικός έλεγχος ισχύος

Είναι δυνατό να ελεγχθεί η παραγωγή ισχύος μέσω Remote control system ή με τη ρύθμιση μιας παραμέτρου. Σε αυτήν την περίπτωση, το σύστημα ελέγχου θα ερμηνεύσει τη δεδομένη απαίτηση ισχύος δεδομένου ότι «πλήρες φορτίο», δηλ. ο ελεγκτής θα μετατραπεί σε πλήρη λειτουργία φορτίων εάν η απαιτούμενη ισχύς επιτυγχάνεται.

### 2.3.9 Περιοριστή ώθησης

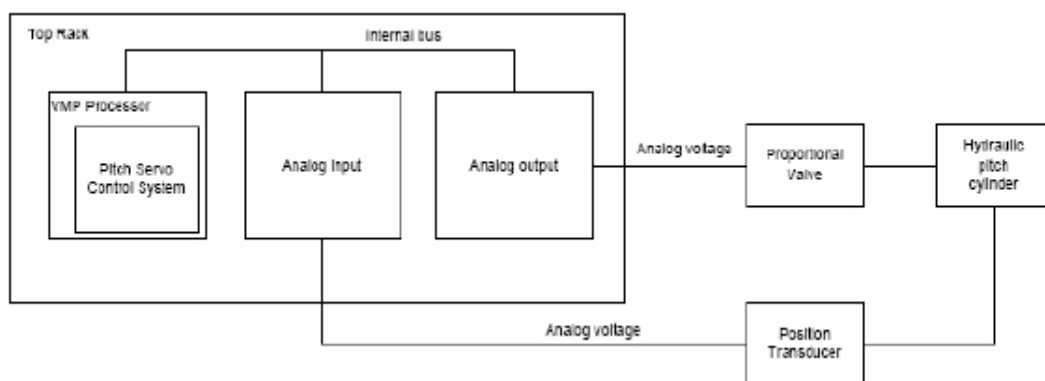
Η λειτουργία του περιοριστή ώθησης είναι να περιοριστεί η αεροδυναμική ώθηση σε μια σταθερή μέγιστη αξία. Σε αυτόν τον σκοπό, ο ελεγκτής υπολογίζει την ώθηση του ρότορα από τις μετρήσεις της ισχύος, τις στροφές της γεννήτριας και της γωνίας του βήματος και υπολογίζει μια γωνία βήματος που εξασφαλίζει ότι η ώθηση είναι κάτω από το διευκρινισμένο όριο. Ο περιοριστής ώθησης ενεργοποιείται κυρίως στην υψηλή αναταραχή προκειμένου να αποφευχθούν τα μέγιστα φορτία στα φτερά και τον πύργο.

### 2.3.10 Ρυθμιστής βήματος

Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν ένα σύστημα ελέγχου και ρύθμισης του βήματος με σερβομηχανισμό. Το σύστημα ρύθμισης του βήματος είναι ένας βρόγχος που ελέγχει το βήμα για να ακολουθήσει μια δεδομένη αναφορά όσο το δυνατόν γρηγορότερα διατηρώντας την ικανοποιητική απόσβεση.

Ο ρυθμιστής βήματος είναι μη γραμμικός controller αντισταθμίζοντας τη νεκρή ζώνη και οι περιορισμοί στην αναλογική βαλβίδα. Η μετατροπή της θέσης του εμβόλου επιτυγχάνεται από τον VMP controller κοντά στη γραμμική προσέγγιση.

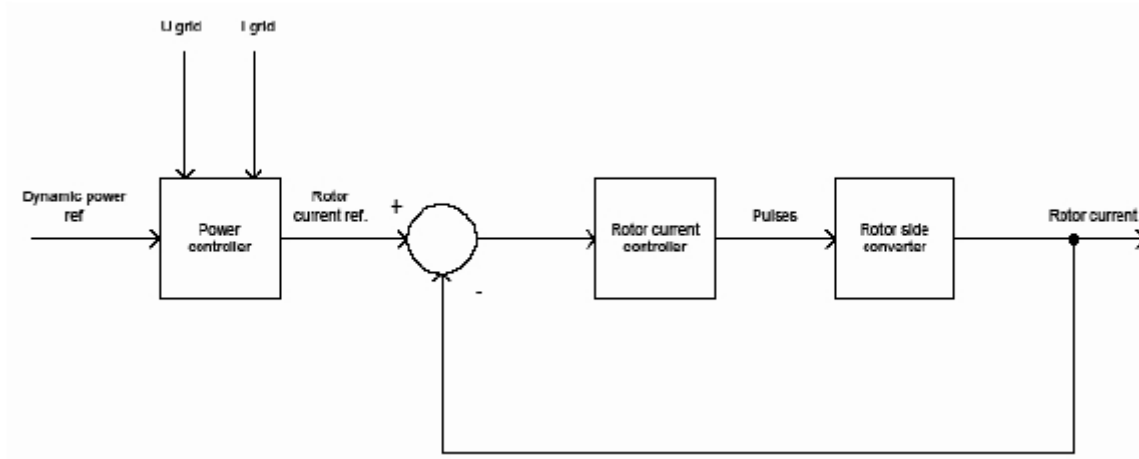
Οι σχέσεις μεταξύ της γωνίας του βήματος, της θέσης του εμβόλου και της τάσης μετατροπής φαίνεται στον πίνακα 3.1.



Σχήμα 3.6: Σύστημα ρύθμισης βήματος

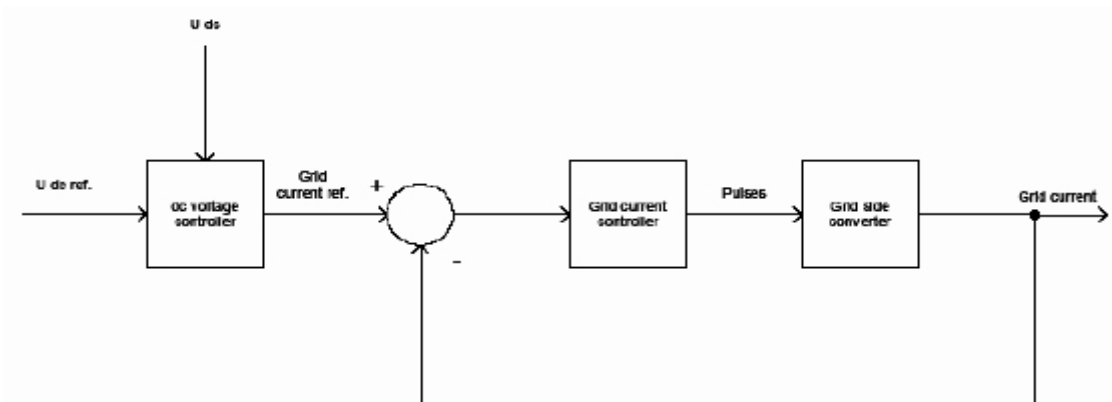
### 2.3.11 Έλεγχος ισχύος και μετατροπέας ισχύος

Ο ελεγκτής ισχύος βασίζεται σε έναν μετατροπέα συχνότητας στο κύκλωμα του ρότορα της γεννήτριας επιτρέποντας στην ανεμογεννήτρια να μεταβάλλονται οι στροφές της γεννήτριας από + 30% μέχρι και - 50% γύρω από τη σύγχρονη ταχύτητα, χωρίς επιρροή στην ποιότητα ισχύος. Ο ελεγκτής ισχύος στο μετατροπέα συχνότητας λαμβάνει μια αναφορά ισχύος από τον ελεγκτή VMP και διατηρεί αυτό το επίπεδο ισχύος με τη βοήθεια ενός γρήγορου βρόχου ελέγχου ρεύματος.



Σχήμα 3.7: Ελεγκτής ισχύος / μετατροπέας ρότορα

Ο μετατροπέας συχνότητας αποτελείται από έναν μετατροπέα στον ρότορα και έναν δευτερεύοντα μετατροπέα δικτύου. Ο δευτερεύων μετατροπέας δικτύου δεν είναι, εντούτοις, ένα μέρος του συστήματος ελέγχου ισχύος δεδομένου ότι ο κύριος στόχος του είναι να διατηρήσει μια σταθερή τάση στο dc link



Σχήμα 3.8: Το σύστημα μέσα από το οποίο βρίσκεται ο μετατροπέας δικτύου.

### **2.3.12 Μείωση της παραγωγής που προκαλείτε από υψηλες θερμοκρασίες.**

Μείωση της παραγωγής μπορεί να προκληθεί από υψηλής θερμοκρασίας σε ένα από τα ακόλουθα συστατικά:

- **Γεννήτρια**
- **Λάδι σασμάν**
- **Ρουλεμάν σασμάν**
- **Κορυφαίος ελεγκτής**
- **Αντιψυκτικό υγρό (IGBT)**
- **Θερμοκρασία μετασχηματιστών**

### **2.3.13 VESTAS CONVERTER SYSTEM (VCS)**

Το σύστημα VCS είναι αυτό που επιτρέπει στην γεννήτρια να λειτουργεί με μεταβλητές στροφές και να συμπεριφέρεται σαν σύγχρονη γεννήτρια.

Η γεννήτρια συνδέεται με το δίκτυο 690 V στο στάτη και ο ρότορας τροφοδοτείται με το ρεύμα διέγερσης από τον μετατροπέα μέσω των δακτυλιδιών ολίσθησης.

Η γεννήτρια μπορεί να συνδεθεί σε αστέρα ή σε τρίγωνο. Συνδέεται σε αστέρα εάν η συνολική ισχύς είναι χαμηλή δηλ. σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου, και σε τρίγωνο σε υψηλή συνολική ισχύς δηλ. υψηλές ταχύτητες ανέμου. Το πλεονέκτημα στη σύνδεση σε αστέρα είναι ότι οι απώλειες στον μετατροπέα και στην γεννήτρια μειώνονται.

Ο μετατροπέας συχνότητας συνδέεται με το δίκτυο στα 690 V μέσω μιας ασφάλειας, αλλά τα ηλεκτρονικά ισχύος του μετατροπέα δεν είναι σχεδιασμένα για 690 V, επομένως υπάρχει ένας αυτομετασχηματιστής (T550) από 690V σε 480V ο οποίος έχει ενσωματωμένο τσόκ.

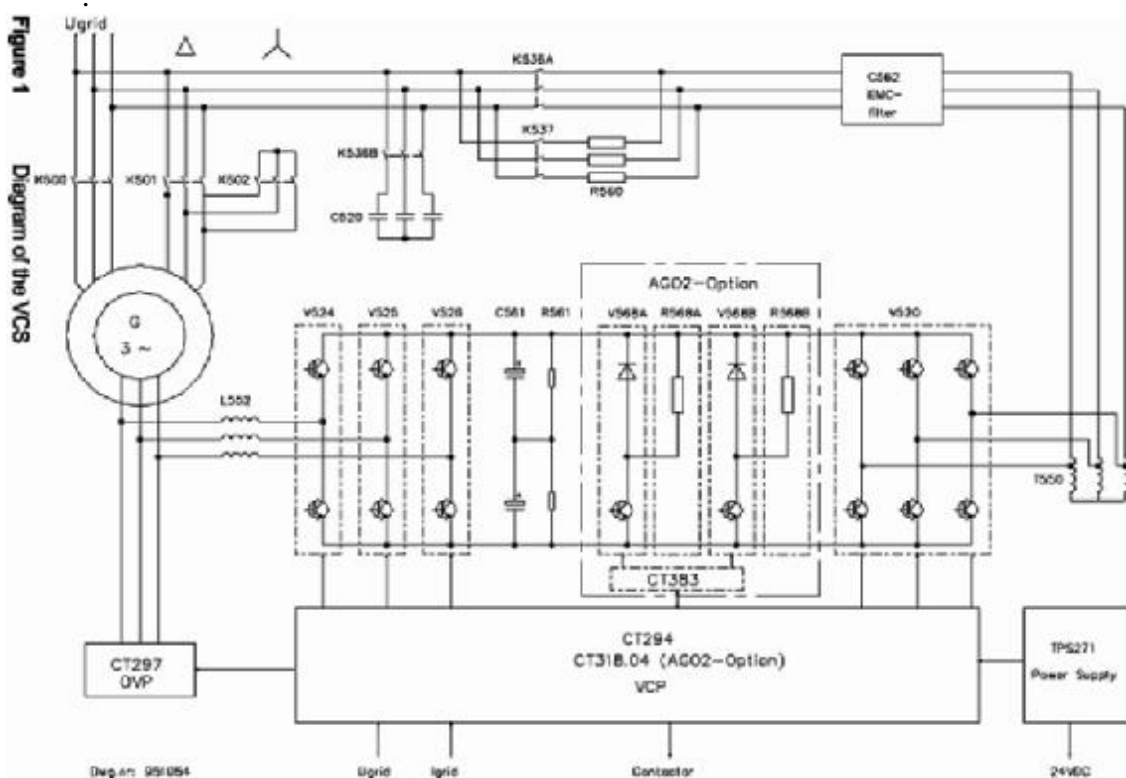
Ο μετατροπέας είναι ένας μετατροπέας 4 τεταρτημορίων ο οποίος έχει την δυνατότητα να παρέχει ρεύμα σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και τη συχνότητα από την πλευρά του δικτύου (grid inverter) και από την πλευρά του ρότορα (rotor inverter) οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με πυκνωτές (DC Link C561)

Όλα τα ηλεκτρονικά ισχύος στον μετατροπέα συχνότητας (VCS) ελέγχονται από την VCP (Vestas Converter Processor)

Όταν ξεκινάει η διαδικασία συγχρονισμού φορτίζονται οι πυκνωτές του DC-LINK μέσω του κλειστού ρελλέ K537 και των αντιστάσεων R560. όταν η τάση φθάσει στο 90% της τελικής τιμής το K537 ανοίγει και ταυτόχρονα κλείνουν τα ρελλέ K537A και K537B οπότε ενεργοποιείτε grid inverter V520 και η τάση στους πυκνωτές του DC-Link προσαρμόζεται στα 800 V DC

Τα συστατικά V520 και V524-V526 είναι ιδιαίτερα ηλεκτρονικά ισχύος και ονομάζονται Skippack τα οποία περιέχουν τα IGBTs τους οδηγούς τα μετρητικά της θερμοκρασίας της τάσης και του ρεύματος στο DC-Link. Τα Skippack μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές και το αντίστροφο. Ο μετατροπέας παράγει αρμονικές στο δίκτυο γι' αυτό υπάρχουν οι πυκνωτές C620 όπου κόβουν τις αρμονικές από το δίκτυο. Για την μείωση των ρευμάτων υψηλής συχνότητας υπάρχει το φίλτρο C562.

Προκειμένου να συνδεθεί η γεννήτρια με το δίκτυο πρέπει πρώτα ο ρότορας να μαγνητιστεί. Αυτό το φροντίζει η VCP μέσω των inverters η οποία ελέγχει τους όρους συγχρονισμού της γεννήτριας με το δίκτυο και όταν αυτοί ικανοποιούνται κλείνουν τα κεντρικά ρελέ και συνδέεται η γεννήτρια με το δίκτυο. Το ρεύμα στον ρότορα της γεννήτριας μπορεί να είναι ανεξάρτητο από τους όρους του δικτύου επομένως μπορεί να επιλεγεί μια επιθυμητή γωνία φάσεων και έτσι να έχουμε και παραγωγή άεργης ισχύος



**Σχήμα 3.9** Γράφημα του συστήματος Vestas Converter System.

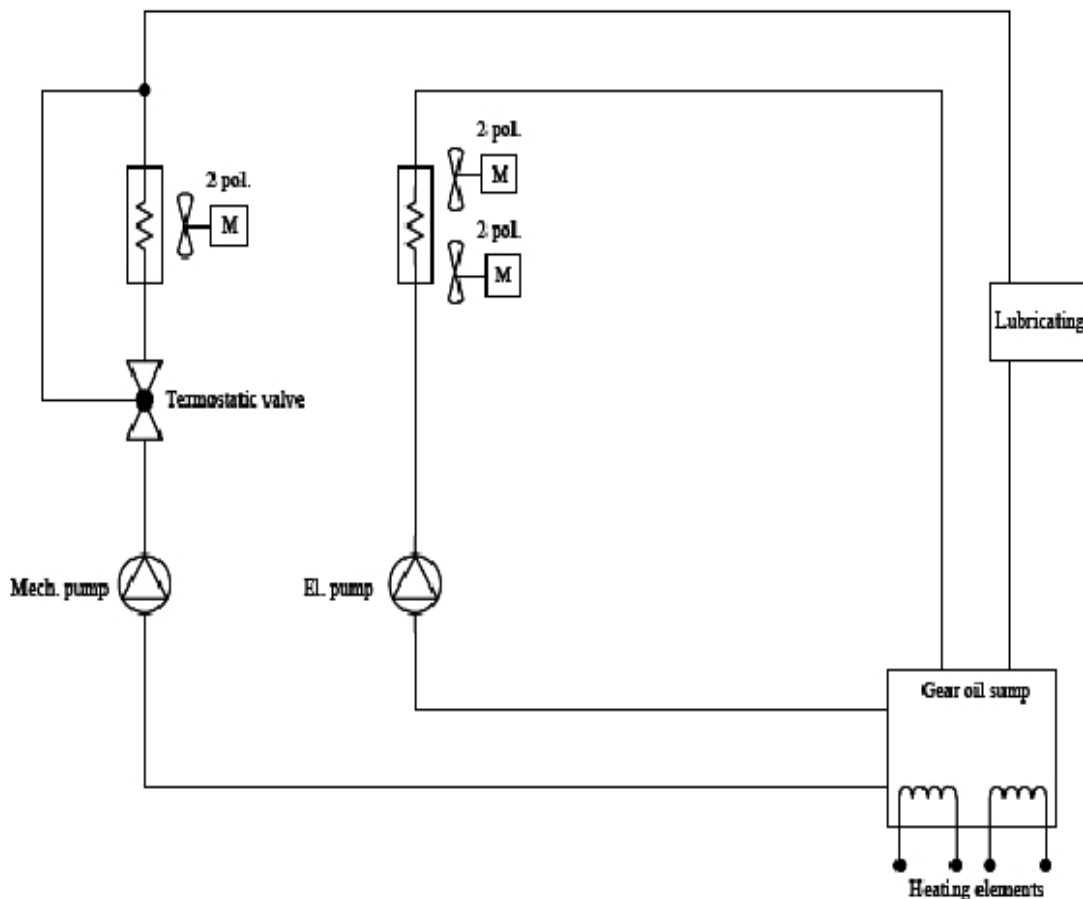
Με αύξηση του ρεύματος στο ρότορα έχουμε αντιστάθμιση ενώ με μείωση έχουμε χωρητικά φορτία από την γεννήτρια.

Στο ρότορα τοποθετείτε μια προστασία από υπερτάσεις όπου προστατεύει τον μετατροπέα από τις υψηλές τάσεις που μπορεί να δημιουργηθούν από τον ρότορα. Σε περίπτωση υπέρτασης στο ρότορα η γεννήτρια και ο μετατροπέας αποσυνδέονται από το δίκτυο. Η OVP (Over Voltage Protection) μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε από εντολή της VCP είτε από εσωτερική μέτρηση της τάσης. Η VCP ελέγχει περισσότερο τον μετατροπέα. Μετράει την τάση και το ρεύμα δικτύου, τη συνολική ισχύς, και επικοινωνεί με τους controller.

## 2.4 Έλεγχος Θερμοκρασίας

### 2.4.1 Έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού σασμάν Ψύξη λαδιού

Για την ψύξη του λαδιού του σασμάν υπάρχει ένα ψυγείο με δύο ανεμιστήρες (χαμηλή και υψηλή ταχύτητα) Όταν η θερμοκρασία λαδιού υπερβαίνει τους 45 °C η θερμοστατική βαλβίδα ανοίγει σταδιακά μέχρι τους 60 °C όπου και είναι πλήρως ανοικτή και είναι κλειστή η παράκαμψη από το ψυγείο και το λάδι οδηγείται όλο στο ψυγείο. Η ηλεκτρική αντλία αναλαμβάνει στους 59 °C και σταματάει τη λειτουργία της στους 55 °C. Ο πρώτος ανεμιστήρας ξεκινάει στους 60 °C και σταματάει στους 55 °C. Ο δεύτερος ξεκινάει στους 70 °C και σταματάει στους 65 °C. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 80 °C η ανεμογεννήτρια θα μπει σε κατάσταση και θα στείλει ένα σφάλμα για την υψηλή θερμοκρασία στο λάδι του σασμάν.



Σχήμα 3.10 Διάγραμμα συστήματος ψύξης και θέρμανσης λαδιού σασμάν.

## **Θέρμανση λαδιού σασμάν**

Εάν η θερμοκρασία στο λάδι του σασμάν πέσει κάτω από τους 5 °C τότε το λάδι ζεσταίνεται με την λειτουργία αντιστάσεων οι οποίες είναι τοποθετημένες μέσα στο σασμάν. Οι αντιστάσεις θα σταματήσουν τη λειτουργία τους όταν το λάδι φτάσει στους 8 °C.

### **2.4.2 Off line φίλτρο**

Στο σασμάν υπάρχει ένα επιπλέον φίλτρο εξωτερικό το οποίο ξεκινάει να φιλτράρει το λάδι σε θερμοκρασία 40 °C και σταματάει στους 35 °C.

### **2.4.3 Ψύξη γεννήτριας**

Η γεννήτρια ψύχεται από ένα εξωτερικό ανεμιστήρα δύο ταχυτήτων, ο οποίος ίδιος ανεμιστήρας ψύχει και το εσωτερικό της Nacelle οδηγώντας τον αέρα από το εσωτερικό της nacelle προς το περιβάλλον.

**A. Ο ανεμιστήρας θα ξεκινήσει στη 1η (χαμηλή) ταχύτητα εάν ένας από τους παρακάτω όρους είναι αληθής:**

- Θερμοκρασία τυλιγμάτων γεννήτριας μεγαλύτερη από 70 °C
- Θερμοκρασία ρουλεμάν γεννήτριας μεγαλύτερη από 80 °C
- Θερμοκρασία Nacelle μεγαλύτερη από 35 °C

**B. Η αλλαγή στην 2η (υψηλή) ταχύτητα θα γίνει εάν ένας από τους παρακάτω όρους είναι αληθής:**

- Θερμοκρασία τυλιγμάτων γεννήτριας μεγαλύτερη από 95 °C
- Θερμοκρασία Nacelle μεγαλύτερη από 40 °C
- Εάν η θερμοκρασία στην γεννήτρια υπερβεί τους 135 °C η ανεμογεννήτρια θα στείλει σφάλμα και θα μπει σε κατάσταση **pause**.

### **2.4.4 Έλεγχος θερμοκρασίας δαχτυλιδιών ολίσθησης της γεννήτριας.**

Στο slip ring του ρότορα της γεννήτριας υπάρχει ένας ανεμιστήρας ο οποίος στέλνει αέρα στον χώρο. Επιπλέον υπάρχει ένας αισθητήρας θερμοκρασίας (PT 100) και μία αντίσταση όπου θερμαίνει το χώρο όταν χρειάζεται. Το ανώτατο όριο θερμοκρασίας είναι 70 °C Ο ανεμιστήρας ενεργοποιείτε όταν η ταχύτητα της γεννήτριας περάσει τις 150 rpm. Ενεργοποιείτε επίσης όταν υπάρχει υψηλή θερμοκρασία έστω και αν είναι σε κατάσταση **pause**

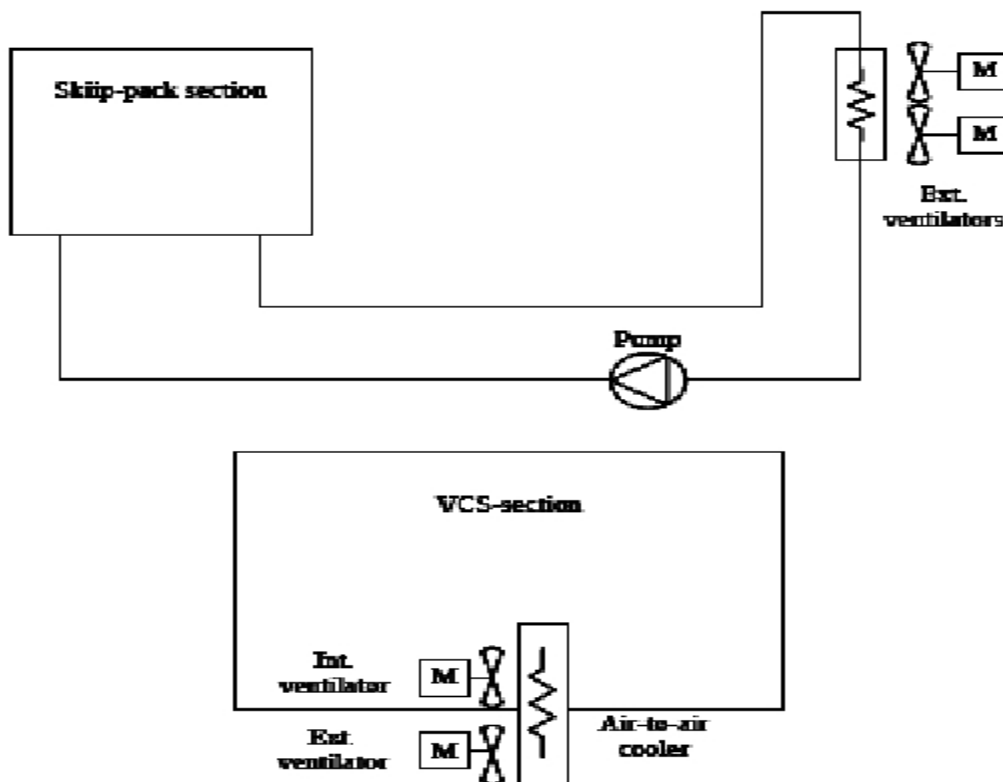
Για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία της ανεμογεννήτριας ο χώρος πρέπει να έχει τη σωστή θερμοκρασία, και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ύπαρξης υδρατμών, γι' αυτό το λόγο πριν ξεκινήσει η ανεμογεννήτριας και μπει στην παραγωγή η αντίσταση θερμαίνει το χώρο και ο ανεμιστήρας λειτουργεί. Αυτή η διαδικασία μπορεί και να διαρκέσει 1 ώρα. Η εντατική θέρμανση του slip ring εκτελείται, εάν η θερμοκρασία του χώρου είναι κάτω από 0°C. Η αντίσταση είναι ενεργή για 30 λεπτά ανά διαφορά θερμοκρασίας 10°C μεταξύ της θερμοκρασίας του slip ring και της θερμοκρασίας

της nacelle συν ένα περιθώριο 5°C. Ο χρόνος προθέρμανσης περιορίζεται σε ένα μέγιστο 1 ώρας, αλλά ελάχιστο 5 λεπτά.

Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος της θέρμανσης και εξαερισμού συμπύκνωσης εκτελείται για ένα πρόσθετο λεπτό. Ο κίνδυνος για τη συμπύκνωση αποφεύγεται από τη θέρμανση και τον εξαερισμό του χώρου, εάν η θερμοκρασία του χώρου είναι επάνω από 0°C. Η μονάδα θέρμανσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του slip ring και ο ανεμιστήρας χρησιμοποιείται για την αφαίρεση του υγρού αέρα από την αίθουσα. Η μονάδα θέρμανσης και ο ανεμιστήρας είναι ενεργοί για 1 λεπτό ανά διαφορά θερμοκρασίας 1°C μεταξύ της θερμοκρασίας του χώρου του slip ring και της θερμοκρασίας της nacelle συν το περιθώριο 5°C. Ο χρόνος θέρμανσης και εξαερισμού περιορίζεται σε ένα μέγιστο 1 ώρας, αλλά ελάχιστο 1 λεπτό.

#### 2.4.5 Ψύξη VCS και Skip Pack

Το κύκλωμα ψύξης για τη VCS και τα Skip Pack αποτελείται από το ίδιο ψυγείο και τους ίδιους ανεμιστήρες με το σύστημα ψύξης του σασμάν και η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού γίνεται από έναν κυκλοφορητή, ακόμα υπάρχει επιπλέον και ένα εσωτερικό ψυγείο με ανεμιστήρα.



Σχήμα 3.11 Κύκλωμα ψύξης VCS και Skip Pack

Ο κυκλοφορητής ξεκινάει όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού είναι πάνω από 20°C

**Ο εσωτερικός ανεμιστήρας ξεκινάει εάν ένας από τους παρακάτω όρους ισχύει:**

- Η θερμοκρασία στην VCP είναι πάνω από 25 °C
- Εάν η παραγωγή της ισχύς είναι πάνω από 500 kW

**Τα όρια όπου η A/Γ θα στείλει σφάλμα και θα μπει σε κατάσταση pause είναι τα παρακάτω:**

- Θερμοκρασία VCP 58 °C
- Θερμοκρασία Skirpack 55 °C
- Θερμοκρασία ψυκτικού υγρού 56 °C
- Θερμοκρασία επεξεργαστή 58°C

#### **2.4.6 Έλεγχος θερμοκρασιών ελεγκτών**

Για την σωστή λειτουργία των επεξεργαστών και τον σωστό υπολογισμό, θα πρέπει η θερμοκρασία στους υπολογιστές να είναι πάντα πάνω από τους 0 °C. Γι' αυτό το λόγο υπάρχουν αντιστάσεις θέρμανσης στους

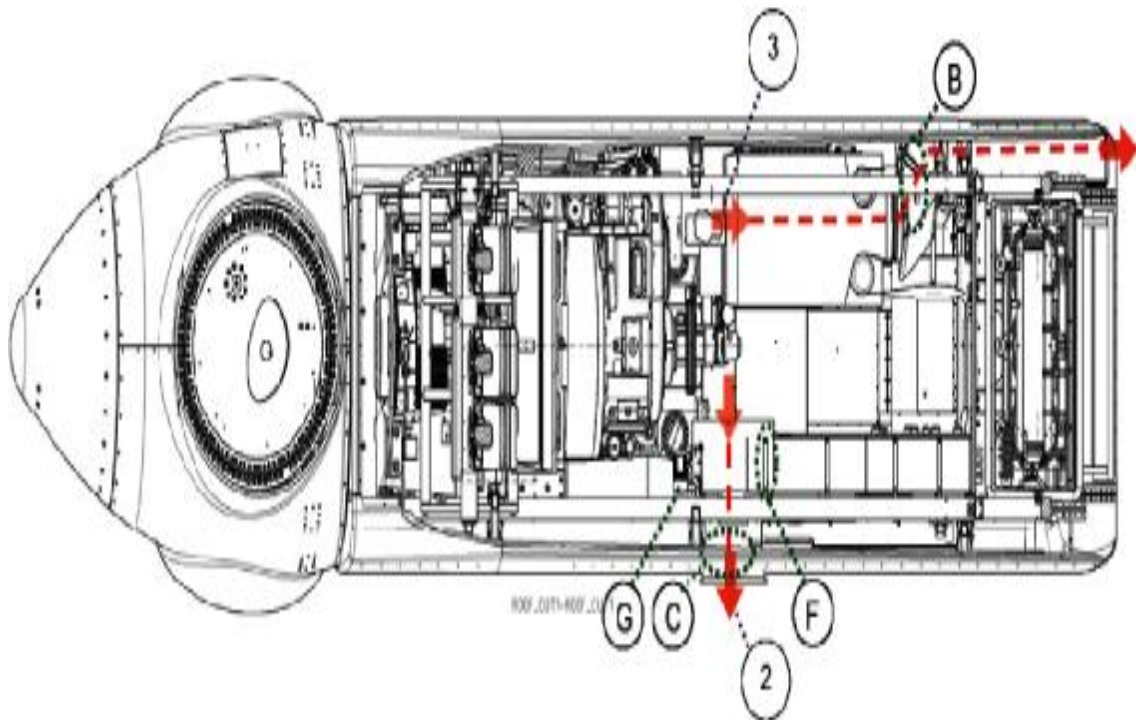
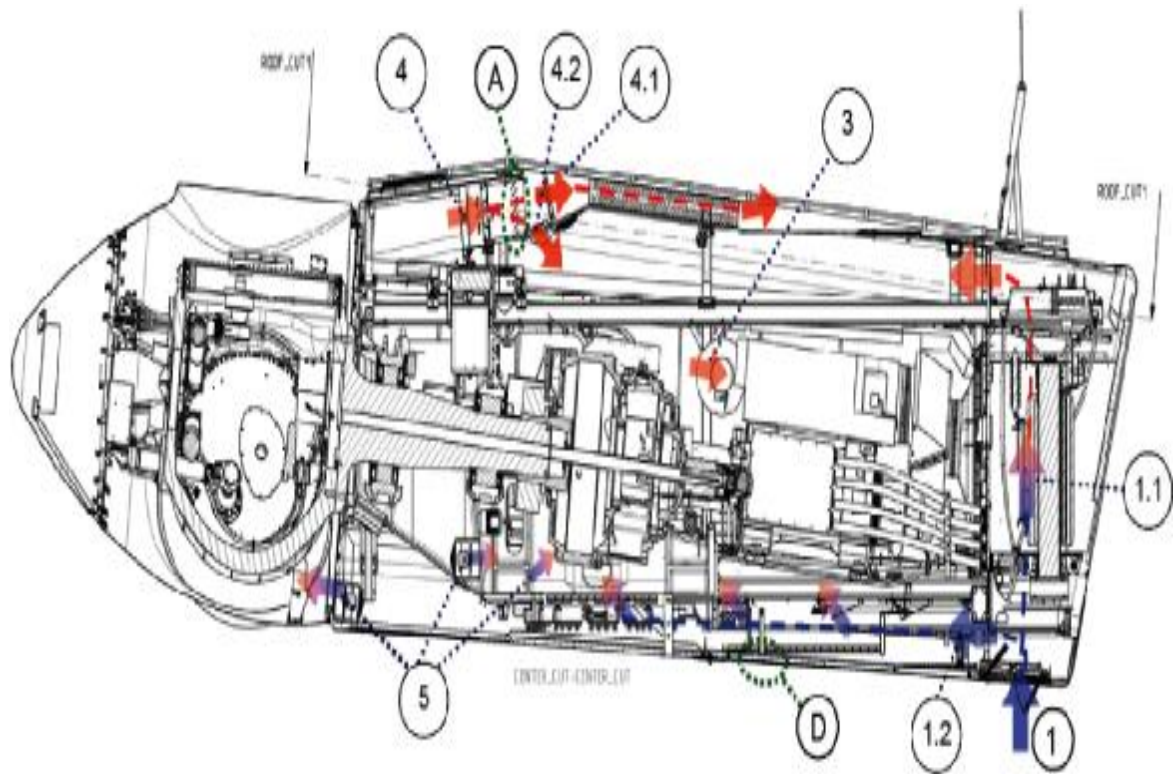
ελεγκτές όπου κρατούν τη θερμοκρασία στα επιθυμητά όρια.

Οι αντιστάσεις θερμαίνουν το χώρο μέχρι τους 10 °C και έπειτα σβήνουν.

#### **2.4.7 Αισθητήρας θερμοκρασίας περιβάλλοντος**

Η θερμοκρασία περιβάλλοντος μετρίεται με ένα PT-100 το οποίο είναι τοποθετημένο πάνω στην άτρακτο. Εάν η θερμοκρασία πέσει κάτω από -20 °C για περισσότερο από 20 sec η ανεμογεννητρια μπαίνει σε κατάσταση αναμονής.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

### ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ V 9 0



Στη συντήρηση γίνεται έλεγχος και αντικατάσταση κάποιων υλικών στα ηλεκτρικά και μηχανολογικά μέρη της ανεμογενήτριας.

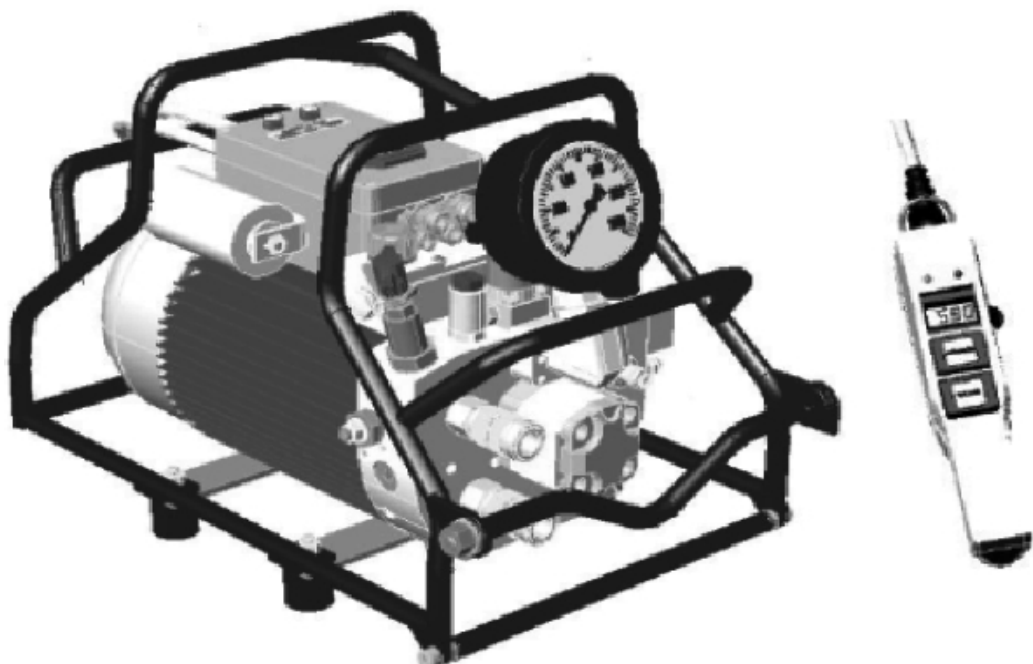
**Τα προγράμματα συντήρησης είναι τα παρακάτω τέσσερα:**

1. **Τρίμηνη συντήρηση** (Γίνεται τρεις μήνες μετά την παράδοση της Α/Γ και αφορά έλεγχο στα ηλεκτρικά μέρη και έλεγχο στις βίδες)
2. **Εξάμηνη συντήρηση** (Η πρώτη εξάμηνη συντήρηση γίνεται έξι μήνες μετά την παράδοση της Α/Γ και επαναλαμβάνεται μετά από ένα χρόνο. Αφορά έλεγχο στα ηλεκτρικά μέρη και στα μηχανικά μέρη γρασάρισμα στα ρουλεμάν έλεγχο στην πίεση της υδραυλικής)
3. **Δωδεκάμηνη συντήρηση** (Γίνεται ένα χρόνο μετά την παράδοση της Α/Γ ή έξι μήνες μετά την εξάμηνη συντήρηση. Επαναλαμβάνονται οι εργασίες που γίνονται στην εξάμηνη και επιπλέον γίνεται αλλαγή κάποιων υλικών όπως φίλτρα και ελέγχονται όλοι οι πιεσοστάτες).
4. **Συντήρηση 4 ετών** (Γίνεται τέσσερα χρόνια μετά την παράδοση της Α/Γ και περιλαμβάνει την τρίμηνη και την ετήσια συντήρηση μαζί).

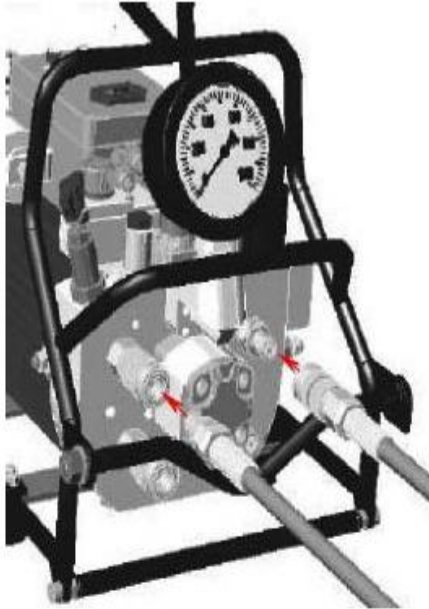
5. Ειδικά εργαλεία που απαιτούνται σε αυτήν τ η ν επιθεώρηση:



Σχήμα 3. συντήρησης.



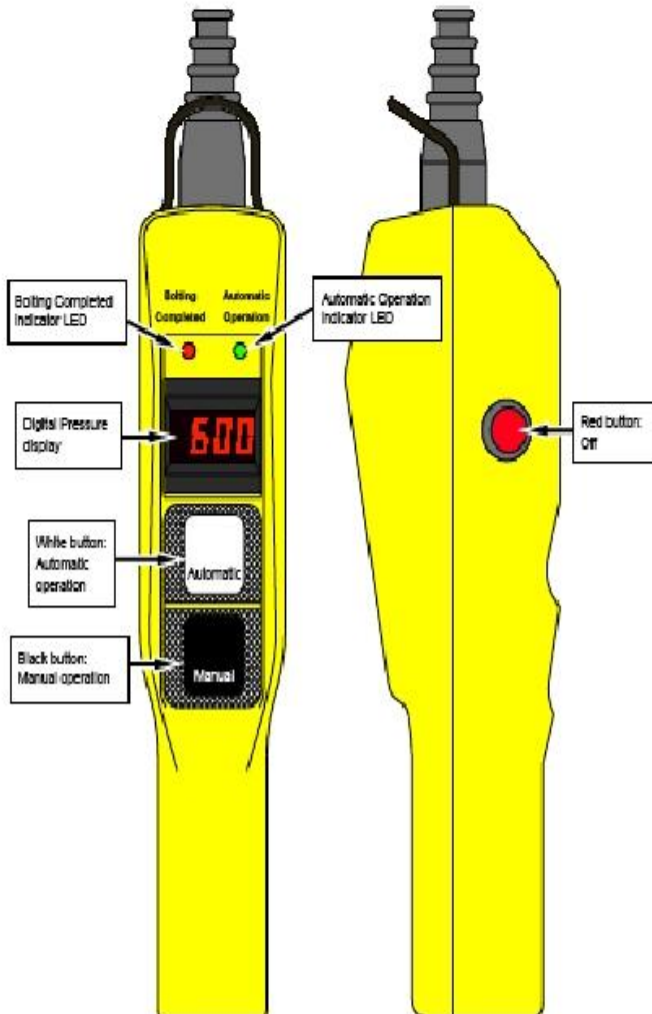
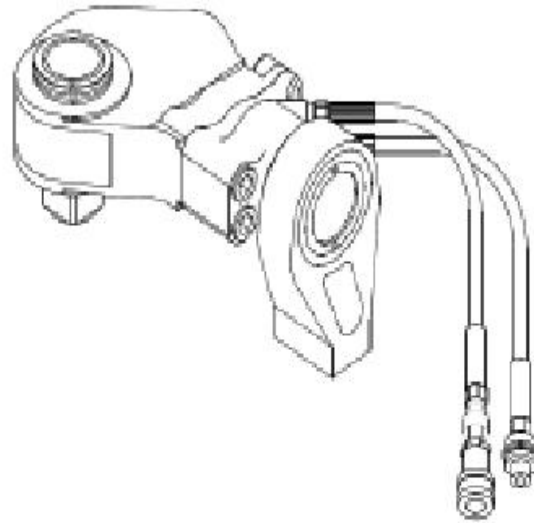
Σχήμα 3.2 3d Απεικόνιση της Αντλία υδραυλικής πίεσης μαζί με το χειριστήριο της.



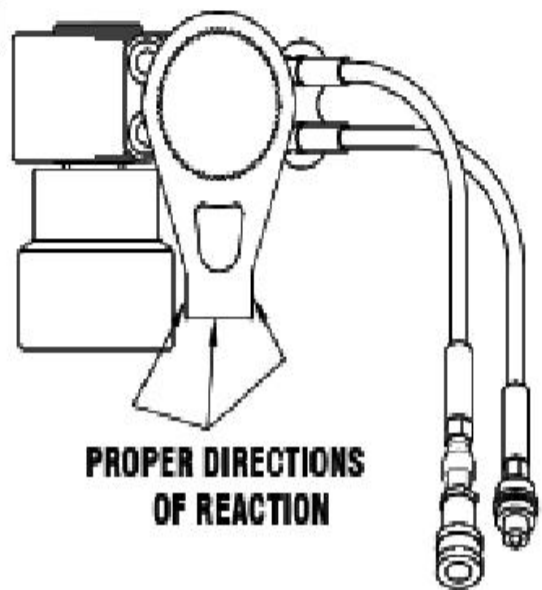
Σχήμα 3.3 3d Απεικόνιση εισόδου εξόδου της αντλίας.



Σχήμα 3.4 3d Απεικόνιση σύνδεσης.



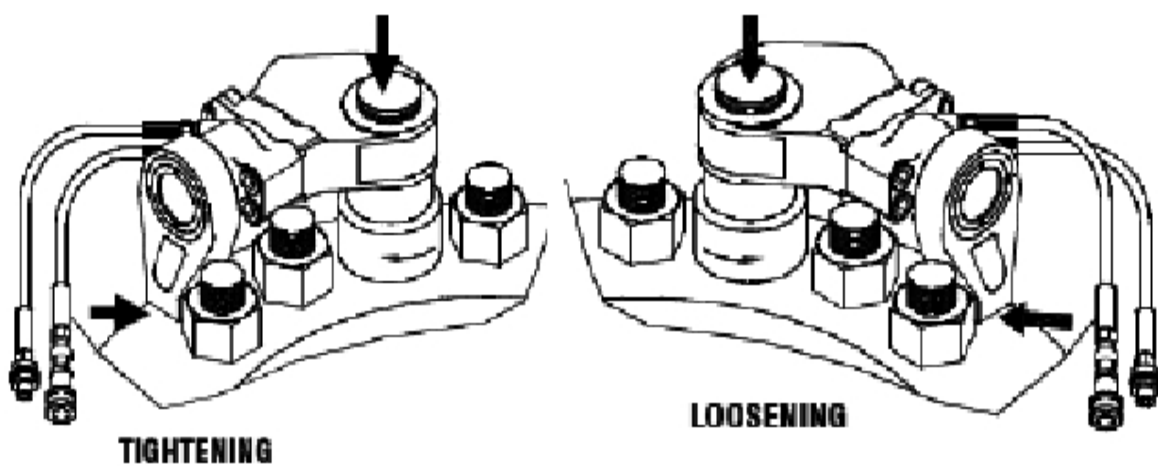
Σχήμα3.6 Απεικόνιση του χειριστηρίου της αντλίας



Σχήμα3.5 Σχέδια Υδραυλικού δυναμόκλειδου.



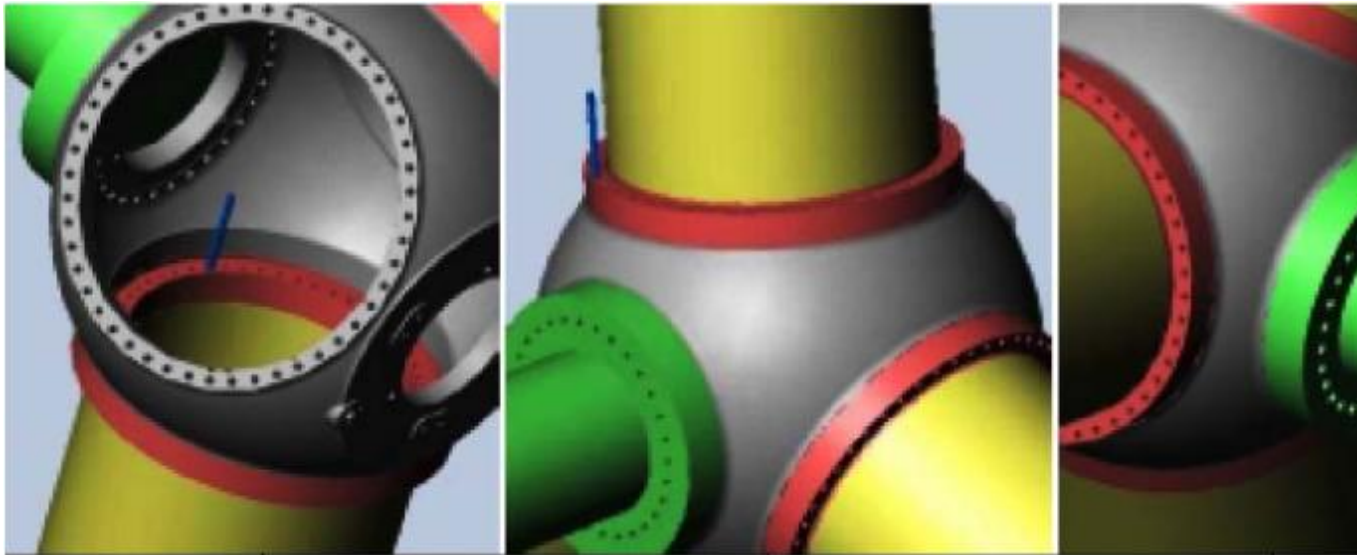
**Σχήμα 3.7** Τα πιο συνηθισμένα μπουλόνια που χρησιμοποιούνται.



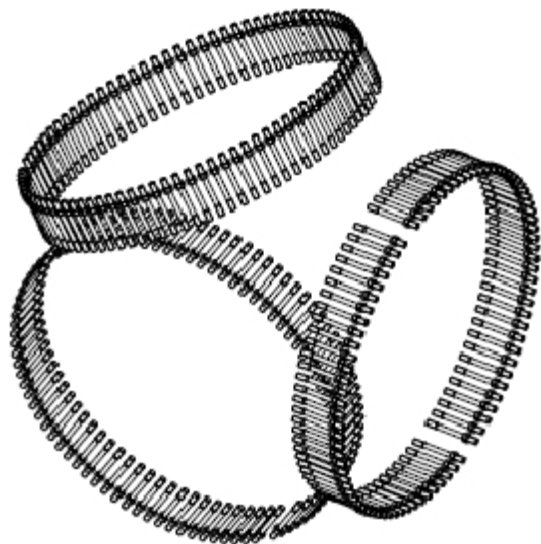
**Σχήμα 3.8** Τρόπος χειρισμού του δυναμόκλειδου ανάλογα με το εάν θέλουμε να σφίξουμε η να λύσουμε ένα παξιμάδι.



**Σχήμα 3.9** Φωτογραφίες κατά η ν διάρκεια χρήσης του δυναμόκλειδου σε σημεία της ανεμογεννήτριας.



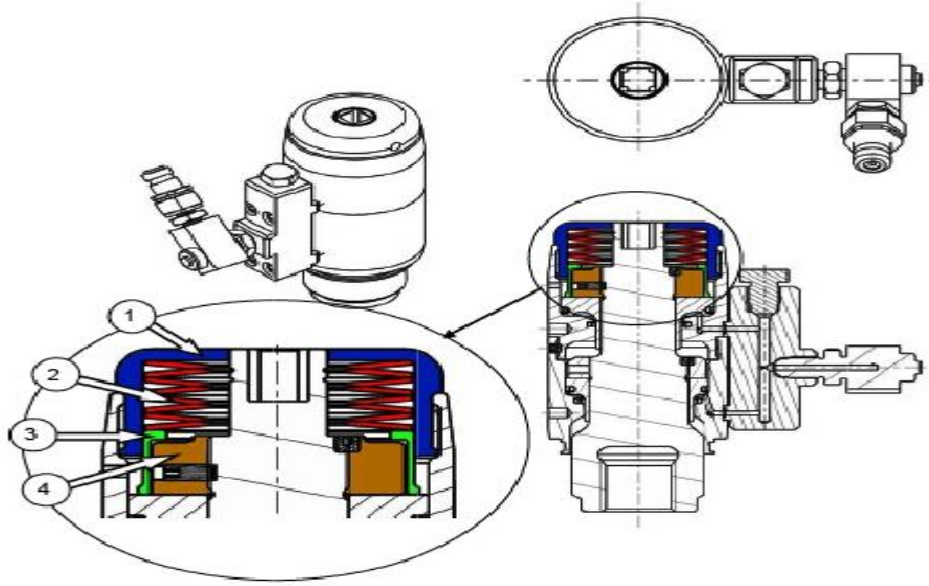
**Σχήμα 3.10.3d** Απεικόνιση των κυριότερων σημείων συνδέσεις σε μια ανεμογεννήτρια αυτού του τύπου.



**Σχήμα 3.11.** Σχηματική απεικόνιση των συνδετικών στοιχείων στην μύτη της ανεμογεννήτριας.



**Σχήμα 3.12.** Φωτογραφίες από σημεία σύνδεσης.



- 1 Spring cap
- 2 Disc springs
- 3 Spring insert
- 4 Upper reaction nut





### **3.1 Λίστα εργαλείων με τον κωδικό και τις δυνατότητες τους:**

- **VT 187113, torque wrench 40-200Nm**
- **VT 187177, torque wrench 80-400Nm.**
- **Hydraulic pressure pump**
- **VT 730440 hydraulic tensioning tool**
- **VT 189666 Hydraulic pressure station**
- **VT 730398 RSL tightening tool**
- **238473, 46mm socket, 11/2” drive**
- **238474, 50mm socket, 11/2” drive**
- **238475, 55mm socket, 11/2” drive**
- **238477, 65mm socket, 11/2” drive**
- **238478, 70mm socket or 238493 machined 70mm socket,11/2” drive**
- **238434, 80mm socket, 11/2” drive**
- **299016, adaptor 1-11/2” drive**
- **242876,10mm Allen top, 1/2” drive**
- **VT 187010 Torque wrench**

### 3.2 Η τρίμηνη Συντήρηση στα Μηχανικά μέρη περιλαμβάνει:

- **Έλεγχος και συσφίξεις στη HUB.** Γίνεται στα μπουλόνια που συγκρατεί την πλήμνη πάνω στο HUB με δυναμόκλειδο. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο για χαλαρά μπουλόνια που ενώνει τα κομμάτια της μύτης.
- **Έλεγχος στην αντικεραυνική προστασία.** Γίνεται σε όλα τα καλώδια και τις συνδέσεις της αντικεραυνικής προστασίας.
- **Έλεγχος στα φτερά.** Το κάθε φτερό συνδέεται με το ρουλεμάν με 52 μπουλόνια όπου ελέγχονται το 1/3 από αυτά, με ειδικό δυναμόκλειδο του περιορισμένου χώρου και των μεγάλων δυνάμεων που χρησιμοποιούνται. Εάν βρεθεί ένα χαλαρό μπουλόνι στο φτερό ελέγχονται όλα. Έλεγχος στα φτερά για ρωγμές ή τυχόν χτύπημα από κεραυνό. Έλεγχος της αντικεραυνικής προστασίας των φτερών
- **Έλεγχος και συσφίξεις στα ρουλεμάν των φτερών με το HUB.** Το ρουλεμάν του φτερού συνδέεται με το HUB με 52 μπουλόνια εκ των οποίων ελέγχονται το 1/3 από αυτά, με ειδικό δυναμόκλειδο λόγω του περιορισμένου χώρου και των μεγάλων δυνάμεων που χρησιμοποιούνται. Εάν βρεθεί ένα χαλαρό μπουλόνι στο φτερό ελέγχονται όλα
- **Έλεγχος και συσφίξεις στο ρουλεμάν της τραβέρσας.** 10 Άλεν βίδες M12 ελέγχονται με δυναμόκλειδο.
- **Έλεγχος και συσφίξεις στον κύριο άξονα.** Γίνεται στα μπουλόνια που ενώνει το HUB με τον κύριο άξονα, με ειδικό δυναμόκλειδο . Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο στα μπουλόνια συγκράτησης των ρουλεμάν του κυρίου άξονα με την βάση της nacelle με ειδικό δυναμόκλειδο.
- **Έλεγχος στο σύστημα συγκράτησης του σασμάν.** Γίνεται στα 8 από τα 16 μπουλόνια M24 στους βραχίονες συγκράτησης του σασμάν με ειδικό δυναμόκλειδο Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο στα 4 μπουλόνια M36 στη βάση των βραχιόνων, με ειδικό δυναμόκλειδο
- **Έλεγχος στο σασμάν.** Έλεγχος στη στάθμη λαδιού του σασμάν Έλεγχος στο φίλτρο αέρα του σασμάν.
- **Σύνδεσμος γεννήτριας σασμάν.** Γίνεται οπτικός έλεγχος για ρωγμές Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο με δυναμόκλειδο στις βίδες σύνδεσης.
- **Έλεγχος της γεννήτριας.** Γίνεται πάνω στα κιβώτια σύνδεσης των καλωδίων στην γεννήτρια, στο κιβώτιο σύνδεσης στην κορυφή του πύργου , στο κιβώτιο στη μέση του πύργου, και στο κιβώτιο όπου είναι ο κεντρικός διακόπτης Q8. Οι συνδέσεις ελέγχονται με δυναμόκλειδο. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο στα ρουλεμάν της γεννήτριας. Γίνεται έλεγχος στις βούρτσες και στο τύμπανο ολίσθησης

ο καθαρισμός γίνεται με οινόπνευμα ,για να φύγει η σκόνη που προκαλείται από τις βούρτσες.

- **Έλεγχος στο σύστημα της υδραυλικής αντλίας.** Γίνεται έλεγχος της στάθμης λαδιού για τυχόν διαρροές, έλεγχος του πρεσοστάτη ένδειξης πίεσης , έλεγχος για την σωστή λειτουργία της αντλίας Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο πίεσης στον μικρό και μεγάλο συσσωρευτή και γίνεται συμπλήρωμα αζώτου εάν χρειαστεί .Τέλος έλεγχος της βαλβίδας ασφαλείας.
- **Έλεγχος στα YAW και στο σύστημα του YAW .**Γίνεται με δυναμόκλειδο στα μπουλόνια συγκράτησης του yaw gear. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο με δυναμόκλειδο στα μπουλόνια σύνδεσης του πύργου με το σύστημα βάσης yaw.
- **Έλεγχος στην nacelle:** Έλεγχος στις εξωτερικές και στις εσωτερικές ράγες.
- **Έλεγχος και συσφίξεις στον πύργο.** Γίνεται με ειδικό δυναμόκλειδο στα μπουλόνια της κάτω φλάντζας ένωσης του πύργου με το θεμέλιο. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο με ειδικό δυναμόκλειδο στα μπουλόνια της μεσαίας φλάντζας ένωσης του κάτω με τον πάνω πύργο. Έλεγχος στη σκάλα του πύργου.

### 3.3 Η εξάμηνη Συντήρηση στα Μηχανικά μέρη περιλαμβάνει:

- **Πλήμνη :** Γίνεται έλεγχος στα μπουλόνια που συγκρατεί την πλήμνη πάνω στο HUB. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο για χαλαρά μπουλόνια που ενώνει τα κομμάτια της μύτης. Οπτικός έλεγχος για ρωγμές.
- **Αντικεραυνική προστασία:** Γίνεται σε όλα τα καλώδια και τις συνδέσεις της αντικεραυνικής προστασίας.
- **Φτερά:** Γίνεται στα φτερά για ρωγμές ή τυχόν χτύπημα από κερανό Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο της αντικεραυνικής προστασίας των φτερών
- **Ρουλεμάν των φτερών με το HUB:** Γίνεται γρασάρισμα των ρουλεμάν. Το κάθε ρουλεμάν παίρνει 520 γρ. γράσου .Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο διαρροής γράσου από τα λάστιχα των ρουλεμάν και έλεγχος τζόγου μεταξύ φτερού και ρουλεμάν.
- **Τραβέρσα και συνδετική ράβδος:** Έλεγχος και λάδωμα του άξονα της τραβέρσας Γρασάρισμα των ρουλεμάν του άξονα.
- **Κύριος άξονας:** Γρασάρισμα των ρουλεμάν. Επίσης περιλαμβάνει ακουστικό έλεγχο των ρουλεμάν.
- **Έλεγχος στο σασμάν:** Γίνεται έλεγχος στη στάθμη λαδιού του σασμάν .Έλεγχος στο φίλτρο αέρα του σασμάν. Παίρνουμε δείγμα λαδιού για ανάλυση Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο για ρινίσματα μετάλλου στο εσωτερικό του σασμάν και έλεγχος για διαρροή λαδιού.

- **Σύνδεσμος γεννήτριας – σασμάν:** Γίνεται οπτικός έλεγχος για ρωγμές.
- **Σύστημα ψυκτικού υγρού:** Γίνεται συμπλήρωση ψυκτικού υγρού εάν χρειάζεται.
- **Γεννήτρια:** Έλεγχος στα ρουλεμάν της γεννήτριας .Γρασάρισμα των ρουλεμάν. Έλεγχος στις βούρτσες και στο τύμπανο ολίσθησης και καθαρισμός με οινόπνευμα από την σκόνη που προκαλείται από τις βούρτσες σε όλο το χώρο . Αλλαγή στις βούρτσες εάν αυτό χρειάζεται
- **Έλεγχος στο σύστημα της υδραυλικής αντλίας.** Έλεγχος της στάθμης λαδιού Έλεγχος για τυχόν διαρροές Έλεγχος του πρεσοστάτη ένδειξης πίεσης. Έλεγχος ορίων λειτουργίας της υδραυλικής Έλεγχος πίεσης στον μικρό και μεγάλο συσσωρευτή και συμπλήρωμα αζώτου εάν χρειαστεί. Έλεγχος της βαλβίδας ασφαλείας
- **12.Έλεγχος στα συστήματα του YAW:** Γίνεται έλεγχος του yaw gear για τζόγους στον άξονα και για περιεργους θορύβους. Έλεγχος για διαρροή λαδιού. Επίσης περιλαμβάνει έλεγχο και ρύθμιση των ελατηρίων στο σύστημα του yaw Γρασάρισμα της επιφάνειας τριβής και στα γρανάζια..
- **13.Έλεγχος στην nacelle:** Έλεγχος στις εξωτερικές και στις εσωτερικές ράγες.

### 3.4 Η Δωδεκάμηνη Συντήρηση στα Μηχανικά μέρη περιλαμβάνει:

- Αλλαγή του **on line** φίλτρου του σασμάν
- Αλλαγή του **off line** φίλτρου του σασμάν
- Αλλαγή του **φίλτρου αέρα** του σασμάν
- Αλλαγή του **φίλτρου λαδιού** της υδραυλικής
- Αλλαγή του **φίλτρου αέρα** της υδραυλικής
- Παίρνουμε **δείγμα λαδιού** της υδραυλικής για ανάλυση
- Έλεγχος και ρύθμιση εάν χρειάζεται δύο πιεσοστατών της υδραυλικής.
- Μέτρηση του τζόγου στα ρουλεμάν μεταξύ της συνδετικής ράβδου και της τραβέρσας για κάθε φτερό ξεχωριστά.
- Μέτρηση του τζόγου στα ρουλεμάν μεταξύ της συνδετικής ράβδου και του torque arm του φτερού
- Μέτρηση τζόγου στα στο σύστημα συγκράτησης του σασμάν
- Εξαέρωση του φρένου.
- Μέτρηση του πάχους στα τακάκια του φρένου και αλλαγή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

### 4.1 Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης

Κατά την επένδυση μιας εταιρίας ενεργειακού κλάδου στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικά στις ανεμογεννήτριες υπάρχουν κάποιοι όροι τους οποίους δίνει και διαπραγματεύεται ξεχωριστά κάθε κατασκευάστρια εταιρία. Οι όροι αυτοί θέτουν την σχέση του πελάτη (Ε.Ε.Κ) με την κατασκευάστρια εταιρία (VESTAS, ENERCON, GAMESA, ACCIONA) και έχουν να κάνουν κυρίως με την παροχή υπηρεσιών μετά την παράδοση των μηχανών στον πελάτη.

Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε πως οι σχέσεις αυτές ποικίλουν και διαφέρουν κατά πολύ μεταξύ των κατασκευαστριών εταιριών αλλά ακόμη και μεταξύ των προσφορών που δίνονται σε διαφορετικούς πελάτες από την ίδια κατασκευαστική. Έτσι λοιπόν είναι σχεδόν αδύνατον να δώσουμε μια αντικειμενική παρουσίαση του κόστους συντήρησης μιας ανεμογεννήτριας καθώς είναι σχετική για τους παραπάνω λόγους .

Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα να γίνει μια αναφορά για τα βασικό κόστος αλλά και για τον τρόπο και τους κανόνες που ισχύουν στον τομέα της συντήρησης. **Με την παράδοση της ανεμογεννήτριας έχει ολοκληρωθεί ο πρώτος κύκλος σχέσης που περιλαμβάνει τα παρακάτω :**

- Την μετασκευή της ανεμογεννήτριας (**PROJECT**)
- Το πλήρη έλεγχο και προγραμματισμό της (**COMISIONIG**)
- Την παρακολούθηση της ανεμογεννήτριας για ένα διάστημα 10 ημερών .

Εφόσον ολοκληρωθεί ο κύκλος αυτός το έργο περνά στα χέρια του πελάτη και από εκεί και πέρα ξεκινά ο επομένως κύκλος που αφορά την συντήρηση της ανεμογεννήτριας .Σε αυτό το κομμάτι κάθε καινούργια ανεμογεννήτρια διαθέτει μια εγγύηση που φορά την πλήρη συντήρηση και λειτουργία της ανεμογεννήτριας από προσωπικό της κατασκευάστριας εταιρίας.

Η εγγύηση αυτή δύνεται από όλες τις κατασκευάστριες εταιρίες αλλά διαφέρει περισσότερο στον χρόνο διάρκειας και στην τιμή .Κάτι το οποίο είναι λογικό διότι ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιεί η κάθε κατασκευάστρια εταιρία , υπάρχουν τα επιμέρους πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

Επομένως παρατηρούμε πως η **ENERCON** παρέχει 12 χρόνια εγγύησης και λειτουργίας ενώ η **VESTAS** (και οι υπόλοιπες παρεμφερής τεχνολογίας gamesa, acciona) μόνο 5 χρόνια .

Αυτό οφείλετε στα εξής δεδομένα:

1. Η ανεμογεννήτριες τεχνολογίας **enercon**,όπως έχουμε αναφέρει , είναι ιδιαίτερα αξιόπιστες καθώς δεν διαθέτουν **gear box** και επομένως οι βλάβες είναι πολύ λιγότερες ενώ το κόστος συντήρησης είναι λογικό.
2. Αντίθετα η **VESTAS** και το ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα του gear box, καθιστούν την τεχνολογία αυτή ιδιαίτερα αποδοτική αλλά και παράλληλα ιδιαίτερα επιρρεπή στις βλάβες. Έτσι λοιπόν όπως θα δούμε και παρακάτω το κόστος συντήρησης είναι ανεβασμένο.

Η VESTAS είναι υποχρεωμένη να παρέχει μια διαθεσιμότητα πάνω από 98% για το αιολικό πάρκο ετησίως. Η συντήρηση των μηχανών, η επίλυση των βλαβών και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται η αιολική μηχανή για την λειτουργία της παρέχεται από την VESTAS με 50.000 ευρώ ανά αιολική μηχανή το έτος.

Ο επενδυτής έχει το κόστος συντήρησης των υποσταθμών, τον έλεγχο των επικοινωνιών και την συλλογή στατιστικών στοιχείων από τις μηχανές την επεξεργασία τους και την αποστολή μηνιαίων αναφορών στη ΡΑΕ (**Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας**) και σε διάφορους φορείς. Επίσης το κόστος, η συντήρηση του οδικού δικτύου στις περιοχές όπου είναι τοποθετημένες οι μηχανές είναι αποκλειστική ευθύνη του πελάτη και εάν για κάποιο λόγο η πρόσβαση δεν είναι εφικτή, η VESTAS δεν μπορεί να παρέχει καμιά υπηρεσία συντήρησης και καμιά απώλεια παράγωγης δεν είναι πρόκειται να αποζημιωθεί.

Οι οικονομική αυτή επιβάρυνση του επενδυτή δεν είναι η μόνη καθώς υποχρεωμένος να παρέχει εργασία από δύο άτομα για σαράντα ώρες την εβδομάδα ανεξαρτήτου ώρας και ημέρας εάν αυτό ζητηθεί από τους τεχνικούς της VESTAS.

Το ελάχιστο προσωπικό που μπορεί να διαταθεί από την VESTAS είναι μια ομάδα δυο τεχνικών και αυτό ισχύει από μια μέχρι και δέκα ανεμογεννήτριες καθώς για λόγους ασφάλειας είναι απαραίτητο να υπάρχουν δυο άτομα. Ο εξοπλισμός που περιλαμβάνει από κατάλληλο ρουχισμό υπολογιστές μέσα μεταφοράς συστήματα ασφαλείας και εργαλεία και έχει ένα κόστος που κυμαίνεται κοντά στα 130.000 ευρώ για την συντήρηση από μια μέχρι 10 ανεμογεννήτριες VESTAS V90. Ενώ το κόστος των αντιστοιχών ανταλλακτικών που πρέπει να αποθηκευμένα έτσι ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμα, ανέρχεται σε περίπου αλλά τόσα χρήματα.

Έτσι μπορούμε να αναληφθούμε πως τα έξοδα είναι ιδιαίτερα πολλά ωστόσο το μεγαλύτερο μέρος του καλύπτετε από την μεριά την κατασκευάστριας με την τιμή πώλησης και από την μεριά του πελάτη με τη ιδιαίτερα ευνοϊκή πώλησης του ρεύματος στο δίκτυο της χώρας. Αξίζει να αναφέρουμε πως ένα σημαντικό κέρδος που έχουν όλες οι κατασκευάστριες εταιρείες από την παροχή υπηρεσιών κατά την διάρκεια της εγγύησης είναι οι πληροφορίες-τεχνογνωσία-εμπειρία που αποκτάνε και φυσικά χρησιμοποιούν ιδιαίτερα στην εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής.

Με την πρώτη ματιά βλέπει κάποιος ότι λειτουργία και η συντήρηση των αιολικών μηχανών είναι ασύμφορη ακόμα και για την κατασκευάστρια εταιρεία αλλά αυτά είναι υπολογισμένα από όταν γίνεται η πώληση των μηχανών και η κατασκευάστρια εταιρεία έχει προσθέσει το κόστος αυτό στην αξία της ανεμογεννήτριας. Η ανεμογεννήτρια για τον επενδυτή-πελάτη έχει πολύ λίγα ετήσια λειτουργικά έξοδα καθώς και έξοδα συντήρησης. Σε σχέση και με τα έσοδα που έχει ένα αιολικό πάρκο τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης μπορείς και να μην υπολογίζονται σχεδόν καθόλου αφού τείνουν να μηδενιστούν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μ. Ντρέκο, Χ. Πάτσιος, Α. Χανιώτης, Α. Κλαδάς “Ανάλυση Λειτουργίας και Έλεγχος Συστήματος Ανεμογεννήτριας Μεταβλητών Στροφών Διασυνδεδεμένης στο Δίκτυο” Ελληνική επιτροπή CIGRE, σύνοδος Αθήνα 2009.
  - Σταύρου Παπαθανασίου “ Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ”
  - Vestas Wind Technology SA [www.vestas.com](http://www.vestas.com)
  - Enercon GmbH. [www.enercon.de](http://www.enercon.de)
  - ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
  - Wind energy in Europe. European Wind Energy Association [www.ewea.org](http://www.ewea.org).
  - Διαχείριση της αιολικής ενέργειας Καλδέλλης, Ιωάννης Κ.
-