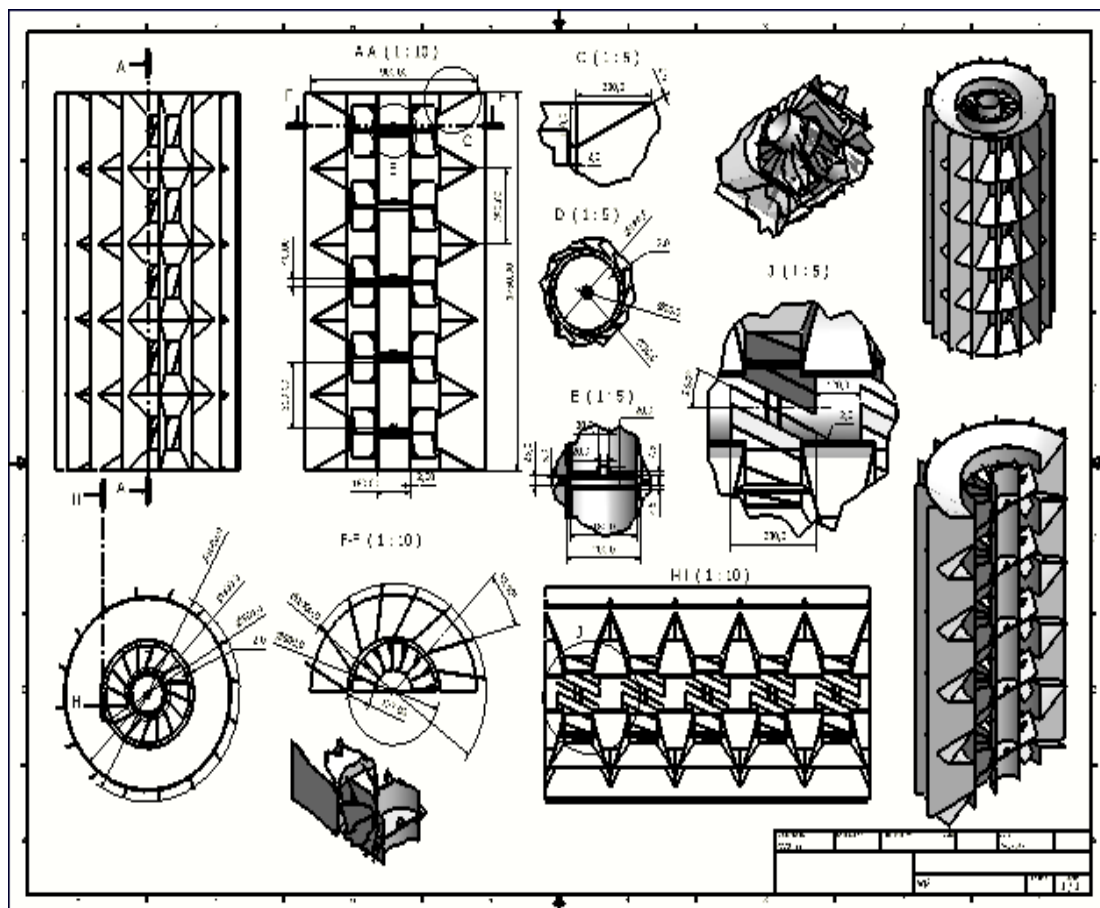


Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

“ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ  
ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ”



Σπουδαστής: ΔΡΟΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΨΩΜΟΠΟΥΛΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012

## Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © ΔΡΟΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

*Σ' αυτήν την ζωή οι περισσότεροι από εμάς σκαρφαλώνουν τις ευθείες, ενώ  
ορισμένοι περιπατούν στις ανηφόρες !*

*Από τους ανθρώπους δεν λείπει η δύναμη, λείπει η θέληση.*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου, ΛΕΥΤΕΡΗ και ΜΑΡΙΑ που με ενθάρρυναν και υποστήριξαν υλικά και ηθικά το όλο εγχείρημα αφού χωρίς την αμέριστη και απλόχερη βοήθειά τους, η ολοκλήρωση της κατασκευής μου θα ήταν αδύνατη.*

*Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κύριο Κωνσταντίνο Μπογά για την βοήθεια που μου πρόσφερε διευκολύνοντας την πραγματοποίηση της κατασκευής μου.*

*Ευχαριστώ τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή μου κύριο Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο που δέχτηκε την εποπτεία της πτυχιακής μου εργασίας.*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια το κοινωνικό, πολιτικό και επιστημονικό ενδιαφέρον έχει στραφεί στην <<πράσινη ενέργεια>>. Στόχος τους είναι ένα καθαρό περιβάλλον και η μείωση των επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πράσινη ενέργεια θεωρούμε την ενέργεια η οποία προέρχεται από πηγές οι οποίες δεν ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με εκπομπή επιβλαβών καυσαερίων και CO<sub>2</sub>. Τέτοιες πηγές είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Αιολική, Ηλιακή, Υδροηλεκτρική, Βιοενέργεια, οι οποίες απορρίπτουν στο περιβάλλον ελάχιστο CO<sub>2</sub> ανά kWh.

Σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Αυστραλία τέθηκε όριο αύξησης των εκπομπών αυτών. Καταρτίζονται προγράμματα για μια μέση μείωση της εκπομπής των αερίων αυτών του θερμοκηπίου σε παγκόσμια κλίμακα κατά 5,2%.

Το ενδιαφέρον μου και ο προβληματισμός μου για τα ενεργειακά θέματα και ο σεβασμός μου προς το περιβάλλον γενικότερα οδήγησαν την σκέψη μου στην υλοποίηση ενός εγχειρήματος που συμβάλει στην πράσινη ενέργεια σε ένα καθαρότερο περιβάλλον και μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

Ασχολήθηκα με την Αιολική ενέργεια, την μελέτη, την σχεδίαση και την κατασκευή μιας πρότυπης ανεμογεννήτριας που την ονομάζω <<ΚΙΟΝΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ>>. Είναι πρωτότυπη κατασκευή ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα η οποία χρησιμοποιεί πολλές φτερωτές ανεξάρτητες η μία από την άλλη, τοποθετημένες κάθετα μεταξύ τους. Η δε απόδοσή του είναι μέγιστη.

Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή της ανεμογεννήτριας <<ΚΙΟΝΑΣ>> καθώς σχέδια και φωτογραφίες της κατασκευής από όλη την διάρκεια της υλοποίησής της μέχρι το τέλος της.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η κατασκευή πρότυπης ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα. Τα ζητούμενα μιας πετυχημένης εργονομικής μελέτης είναι οι ανάγκες για μικρό κόστος, μεγάλη απόδοση, υψηλή αντοχή, χαμηλό βάρος, ευκολία στην κατασκευή κ.α τα οποία καθόρισαν την σκέψη μου για τον σχεδιασμό της συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην Ενέργεια και στις μορφές Ενέργειας που γνωρίζουμε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξηγείται τι είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και δίνεται μια σύντομη περιγραφή για κάθε μορφή.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται: ο Άνεμος και οι ονομασίες ανάλογα την κατεύθυνσή του, η κλίμακα μποφόρ και η ιστορία της, τα ανεμομετρικά όργανα, ο μετεωρολογικός χάρτης της ΕΛΛΑΔΑΣ και ο μετεωρολογικός σταθμός.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στις Αιολικές μηχανές και στη συνέχεια αναλύονται οι κατηγορίες των ανεμογεννητριών οριζόντιου και κάθετου άξονα με τη βοήθεια φωτογραφιών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία σχεδιασμού και λειτουργίας της πρότυπης ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ.

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η κατασκευή της πρότυπης ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ και περιγράφεται αναλυτικά με τη βοήθεια φωτογραφιών η πορεία κατασκευής που ακολουθήθηκε.

## SUMMARY

The topic of this work is the construction of a model for a prototype wind generator vertical axis type. The desirable results of a successful ergonomic study are : low cost, high performance and endurance, low weight, easy and fast construction etc which determined my ideas about planning this specific wind generator.

In the 1st chapter there is a short description of Energy and its known forms.

In the 2nd chapter there is a short description of Renewable Energy Sources.

In the 3rd chapter the wind is described. The names depending on its direction, the Beaufort wind-scale and its history, the wind measuring instruments and the meteorological map of Greece are presented.

In the 4th chapter there is an introduction to the Aeolic motors and next there is an analysis of the categories of wind generators of horizontal and vertical axis using pictures.

In the 5th chapter the designing and operation of the model wind generator vertical axis type (KIONAS), is described.

In the 6th chapter presents each step of the construction of the above model.

## ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΟ

Α.Π.Ε : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας  
Ε.Ε : Ευρωπαϊκή Ένωση  
Δ.Ε.Η : Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Α/Γ : Ανεμογεννήτρια  
κ.τ.λ : και τα λοιπά  
κ.α : και άλλα



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΟ.....	7
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	8

### 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΕΝΕΡΓΕΙΑ”

1.1 Ενέργεια.....	10
1.2 Ηλιακή Ενέργεια.....	12
1.3 Δυναμική Ενέργεια.....	12
1.4 Πυρηνική Ενέργεια.....	12
1.5 Θερμική Ενέργεια.....	13
1.6 Ηλεκτρική Ενέργεια.....	13
1.7 Χημική Ενέργεια.....	13

### 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”

2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	14
2.2 Ατμοσφαιρική Ενέργεια.....	15
2.3 Μορφές Ατμοσφαιρικής Ενέργειας.....	15
2.4 Κινητική Ενέργεια Ανέμων.....	17
2.5 Μετρήσεις.....	17

### 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΑΝΕΜΟΣ”

3.1 Άνεμος.....	19
3.2 Κλίμακα Μποφόρ.....	23
3.3 Ιστορία Κλίμακας Μποφόρ.....	23
3.4 Ανεμομετρικά Όργανα.....	30
3.5 Μετεωρολογικός Χάρτης ΕΛΛΑΔΑΣ.....	32
3.6 Μετεωρολογικός Σταθμός.....	33

### 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ”

4.1 Γενικά.....	34
4.2 Κατηγορίες Ανεμογεννητριών.....	36
4.3 Φωτογραφίες Ανεμογεννητριών Κάθε Κατηγορίας.....	37
4.4 Κατασκευαστικά Μέρη Ανεμογεννήτριας.....	41

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

---

## **5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ** “ΠΡΟΤΥΠΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Α/Γ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ “ΚΙΟΝΑΣ”

5.1 Εισαγωγή.....	42
5.2 Αναφορά Στην Κατασκευή Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	42
5.3 Αρχή Λειτουργίας Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	42
5.4 Πλεονεκτήματα Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	44
5.5 Σχεδιαστικά Μέρη Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	45
5.6 Συνοπτική περιγραφή της Α/Γ κάθετου άξονα “ΚΙΟΝΑΣ” .....	57

## **6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ** ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ Α/Γ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ “ΚΙΟΝΑΣ”

6.1 Κατασκευή Σταθερού Μέρους Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	58
6.2 Κατασκευή Κινητού Μέρους Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	89
6.3 Δοκιμή Λειτουργίας Πρότυπης Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	106
6.4 Αποσυναρμολόγηση Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” Και Μεταφορά Στο ΑΤΕΙ Πειραιά .....	108
6.5 Διάφορες Φωτογραφίες Κατά Την Κατασκευή Της Α/Γ “ΚΙΟΝΑΣ” .....	111

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ .....	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	115

## 1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 1.1 Ενέργεια

Είναι η δυνατότητα της ύλης να ελευθερώνει δυνάμεις ικανές να εκτελούν ένα έργο. Η ενέργεια εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές και η μία μορφή μετασχηματίζεται στην άλλη, αλλά κατά τις μετατροπές της η συνολική ενέργεια διατηρείται. Κάθε μορφή ενέργειας από το αυτοκινητάκι που θα κινήσει ένα παιδί παίζοντας μέχρι την λειτουργία των μηχανών ενός πραγματικού αυτοκινήτου, αεροσκάφους ή ενός πλοίου και από την ενεργοποίηση των ηλεκτρικών οικιακών συσκευών μέχρι την γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο, προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας.

Όλες οι μορφές ενέργειας προέρχονται κατά κάποιον τρόπο από το φως και την θερμότητα του ήλιου. Στον ήλιο πραγματοποιείται μια κατηγορία αντιδράσεων, που λέγονται θερμοπυρηνικές ή αντιδράσεις σύντηξης, με τις οποίες η πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται τελικά σε ενέργεια ακτινοβολίας. Ένα μικρό μέρος της ηλιακής ενέργειας φτάνει στην γη. Η ενέργεια του ήλιου είναι καθοριστική για την διατήρηση και την ανάπτυξη της ζωής στον πλανήτη μας. Όχι μόνο για την ακτινοβολούμενη ενέργειά του αλλά και για την χημική ενέργεια των φυτών που καταναλώνονται από τα ζώα και τον άνθρωπο και έτσι συντηρείται η διατροφική αλυσίδα και γενικότερα η ζωή πάνω στη γη.

Επίσης τα φυτά περιέχουν ενέργεια γιατί αναπτύσσονται από ένα μικρό σπόρο, μεγαλώνουν και μας δίνουν ξύλα που όταν καούν παράγουν ενέργεια η οποία μπορεί να μετατραπεί σε κινητική.

Στην ηλιακή ενέργεια οφείλεται επίσης ο κύκλος του νερού:

Οι ωκεανοί απορροφούν την ενέργεια της ακτινοβολίας από τον ήλιο, μέρος της οποίας μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Η ενέργεια του ήλιου θερμαίνει το νερό ώστε αυτό να εξατμίζεται και να δημιουργούνται οι υδρατμοί. Οι υδρατμοί μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα όπου σχηματίζονται τα σύννεφα. Το νερό βρίσκεται σε μεγάλο ύψος οπότε έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια. Στη συνέχεια πέφτει στη γη ως βροχή ή χιόνι. Το νερό ρέει ως ποτάμι από τα βουνά μέχρι την θάλασσα, οπότε η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.

Ο άνθρωπος με την εξυπνάδα και την εφευρετικότητά του αλλά και με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας κατάφερε να δαμάσει μεγάλο αριθμό φυσικών και χημικών φαινομένων και να χρησιμοποιήσει τις μορφές ενέργειας που προκύπτουν προς όφελός του. π.χ. την κινητική ενέργεια των ανέμων κατάφερε να την μετατρέψει σε ηλεκτρική ενέργεια με τις ανεμογεννήτριες. Ο ηλεκτρικός ανεμιστήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική. Ο κινητήρας του αυτοκινήτου μετατρέπει την χημική των καυσίμων πρώτα σε θερμική και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια.

Όλες οι μορφές ενέργειας που γνωρίζουμε ανήκουν στην κινητική και στη δυναμική ενέργεια οι οποίες αποτελούν τις θεμελιώδεις μορφές ενέργειας. Αυτό συμβαίνει γιατί η ύλη αποτελείται από τα μόρια, τα άτομα, τους πυρήνες και τα ηλεκτρόνια. Σε κάθε σώμα αυτά αλληλεπιδρούν το ένα στο άλλο με αποτέλεσμα να έχουν δυναμική ενέργεια, όπως και κινητική, διότι κινούνται συνεχώς. π.χ. η θερμική ενέργεια είναι κινητική ενέργεια που συνδέεται με την απείθαρχη κίνηση των μορίων ή των ατόμων της ύλης. Η πυρηνική ενέργεια είναι η δυναμική ενέργεια που προκύπτει από τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των συστατικών του πυρήνα του ατόμου.

Η ενέργεια προσδιορίζεται θεωρητικά και πρακτικά σαν μία λογιστική έννοια, με την οποία μπορείς να προβλέψεις την εξέλιξη ή την κίνηση ενός συστήματος. Το σύστημα για να λειτουργήσει μεταφέρεται από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Για να γίνει αυτό απαιτείται έργο, το οποίο εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που καταναλώθηκε. Για να υπολογιστεί η ενέργεια αυτή παίρνουμε το άθροισμα ή το ολοκλήρωμα ενός αριθμού ειδικών εξισώσεων (όπως οι εξισώσεις Λαγκράνζ ή οι εξισώσεις Χάμιλτον) οι οποίες μας δίνουν την αποθηκευμένη ενέργεια κατά έναν ιδιαίτερο τρόπο.

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, βλέπουμε να εκδηλώνονται πολλές μορφές ενέργειας:

- Μηχανική ενέργεια που περιλαμβάνει την κινητική και την δυναμική π.χ. Δυναμογεννήτρια: αρχική μορφή ενέργειας μηχανική και τελική ηλεκτρική. Αντλία θερμότητας: αρχική μορφή ενέργειας μηχανική και τελική θερμική.
- Θερμική ενέργεια: π.χ. κινητήρας εσωτερικής καύσης: αρχική μορφή ενέργειας θερμική και τελική μηχανική. Λαμπτήρας πυράκτωσης: αρχική μορφή ενέργειας θερμική και τελική ακτινοβολία.
- Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που περιλαμβάνει την ηλεκτρική και τη φωτεινή ή ενέργεια ακτινοβολίας. π.χ. καύσιμα: αρχική μορφή ενέργειας ηλεκτρική και τελική θερμική. Φωτοσύνθεση: αρχική μορφή ενέργειας ακτινοβολία και τελική χημική.
- Χημική ενέργεια π.χ. Μπαταρία: αρχική μορφή ενέργειας χημική και τελική ηλεκτρική. Ραδιόμετρο: αρχική μορφή ενέργειας χημική και τελική μηχανική.
- Πυρηνική ενέργεια π.χ. Πυρηνικός αντιδραστήρας: αρχική μορφή ενέργειας πυρηνική και τελική θερμική. Ήλιος: αρχική μορφή ενέργειας πυρηνική και τελική ακτινοβολία.

Τα αποτελέσματα της ενέργειας παρατηρούνται μόνο όταν εκδηλώνεται το φαινόμενο ή μια αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος.

Έχει αποδειχθεί από μελέτες και πειράματα ότι η ενέργεια είναι δυνατόν να μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο ή να μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη όμως η συνολική της ποσότητα διατηρείται σταθερή. Αυτό αποτελεί θεμελιώδη αρχή διατήρησης της φυσικής.

Όλη η δραστηριότητα του ανθρώπινου οργανισμού δηλ. η μυική και εγκεφαλική λειτουργία του αλλά και η μεταχείριση των ηλεκτρικών, η βιομηχανία και οι μεταφορές βασίζονται στις μετατροπές διαφόρων μορφών ενέργειας.

## 1.1.1 Μέτρηση της Ενέργειας

Μονάδα μέτρησης της Ενέργειας, Θερμότητας, Έργου στο SI είναι το Joule (J). Το Joule είναι το παραγόμενο έργο από δύναμη ίση με 1N όταν μετακινεί το σημείο εφαρμογής της κατά 1m στην κατεύθυνση που επενεργεί. Ισχύει  $W=1N \cdot 1m=1Joule$ .

## 1.2 Κινητική ενέργεια

Κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται παράγοντας παράλληλα έργο. Εξαρτάται από την μάζα και την ταχύτητα του κινούμενου σώματος.

## 1.3 Δυναμική ενέργεια

Αν σε ένα σώμα ασκείται δύναμη (βαρυτική, ηλεκτρική, ελαστικής παραμόρφωσης), το σώμα έχει δυναμική ενέργεια που εξαρτάται από το μέγεθος της δύναμης, τη θέση ή την κατάσταση (παραμόρφωση) του σώματος π.χ. ελατήριο, μια παραμορφωμένη μπάλα. Τα σώματα επανέρχονται στο αρχικό τους σχήμα όταν σταματήσει να ασκείται η δύναμη που τα παραμόρφωσε. Το σώμα μπορεί να παράγει έργο επανερχόμενο στη φυσική του κατάσταση π.χ. άθλημα άλμα επί κοντώ: Ο αθλητής έχει δυναμική ενέργεια επειδή βρίσκεται σε απόσταση από το έδαφος. Το κοντάρι έχει δυναμική ενέργεια επειδή είναι παραμορφωμένο.

- Εάν το δυναμικό πεδίο είναι ομογενές δηλ. η δύναμη είναι σταθερή σε όλη την έκτασή του, η δυναμική ενέργεια ενός σώματος ισούται με το γινόμενο της δύναμης που ασκείται πάνω του επί την απόστασή του από την περιοχή του πεδίου, όπου η δυναμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή:  $E_{δυν}=f \cdot h$  όπου  $f$ = δύναμη πεδίου που ασκείται στο σώμα,  $h$ =απόσταση από το σημείο με μηδενική ενέργεια.
- Εάν το πεδίο δεν είναι ομογενές, δηλαδή η δύναμη μεταβάλλεται κατά μέτρο και φορά από σημείο σε σημείο, τότε  $E_{δυν}=f \cdot h$  ισχύει μόνο τοπικά. Μας δίνει τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας για μια ελάχιστη μετακίνηση μέσα στο πεδίο κατά την οποία η δύναμη είναι περίπου σταθερή. Το σύνολο της μεταβολής της δυναμικής ενέργειας δίνεται από το άθροισμα τέτοιων μηδενικών μετατοπίσεων (ολοκλήρωμα) μεταξύ δύο θέσεων (από τις οποίες η μια μπορεί να είναι το σημείο όπου καθορίσαμε μηδενική τη δυναμική ενέργεια). Για να ισχύει ο παραπάνω υπολογισμός πρέπει η δυναμική ενέργεια να μην εξαρτάται από τη διαδρομή που ακολουθήθηκε μεταξύ των δύο σημείων. Ένα τέτοιο δυναμικό πεδίο ονομάζεται συντηρητικό ή διατηρητικό.

Το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας ενός σώματος ονομάζεται μηχανική ενέργεια. Η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο, όταν δεν υπάρχουν τριβές κατά την κίνηση ενός σώματος ή φορτίου σε συντηρητικό πεδίο δυνάμεων. Το άθροισμά τους είναι ίσο με τη μηχανική ενέργεια που είχε το σώμα από την αρχή και είναι πάντα σταθερό.

## 1.4 Πυρηνική ενέργεια ή ατομική ενέργεια

Είναι η ενέργεια που παράγεται από τις αντιδράσεις σχάσεως ή την σύντηξη πυρήνων σε ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις. Αξιοποιείται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, στα

πυρηνικά υποβρύχια και τα πυρηνοληλεκτρικά εργοστάσια και καλύπτει ενεργειακές ανάγκες. Το βασικό δομικό υλικό είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας, ενώ το πυρηνικό καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι ένα μίγμα ουρανίου και πλουτωνίου και πηγή δράσης νετρόνια με κατάλληλη ταχύτητα. Οι πυρήνες αποτελούνται από σωματίδια τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και παράγουν δυναμική ενέργεια. Οι περισσότεροι χρησιμοποιούν αντιδραστήρες με νερό σε σταθερή πίεση.

### 1.5 Θερμική ενέργεια.

Είναι η ενέργεια που παράγεται στο εσωτερικό των υλικών σωμάτων καθώς τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται κινούνται στο εσωτερικό τους (κινητική ενέργεια). Η θερμότητα που παράγεται μεταφέρεται από ένα σώμα με μεγάλη θερμοκρασία σε άλλο με χαμηλότερη με αποτέλεσμα την αύξηση της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων του. Πηγές θερμότητας είναι η ηλιακή ενέργεια, τα καύσιμα, η τριβή στη μηχανική κ.α.

### 1.6 Ηλεκτρική ενέργεια.

Είναι η ενέργεια που παράγεται από τα κινούμενα ηλεκτρόνια (ηλεκτρικό ρεύμα) λόγω της διαφοράς δυναμικού που υπάρχει στα άκρα ενός αγωγού. Τα θερμικά, υδροηλεκτρικά, πυρηνοληλεκτρικά και γεωθερμικά εργοστάσια μετατρέπουν άλλες μορφές ενέργειας σε ηλεκτρισμό.

### 1.7 Χημική ενέργεια.

Για τη συγκρότηση μορίων χημικών ουσιών από διάφορα άτομα απαιτείται δυναμική ενέργεια με ταυτόχρονη αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων. Το αποτέλεσμα είναι χημική ενέργεια. Η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ή ηλεκτρική, όταν τα μόρια διασπώνται και πάλι σε άτομα. Μεταβάλλεται στους οργανισμούς σε θερμική και κινητική όταν οι βιολογικοί μηχανισμοί μπαίνουν σε λειτουργία π.χ. τροφή και ονομάζεται ζωική ενέργεια.

## 2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 2.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ενέργεια που παίρνουμε από τους φυσικούς πόρους διακρίνεται σε ανανεώσιμη και μη ανανεώσιμη ή συμβατική. Στις μη ανανεώσιμες ή συμβατικές πηγές η ενέργεια προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η ενέργειά τους οφείλεται στον ήλιο. Τα καύσιμα αυτά δημιουργήθηκαν από φυτά και υδρόβιους οργανισμούς τα οποία βρέθηκαν στο εσωτερικό της γης σε τέτοιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης ώστε μετατράπηκαν σε ορυκτά καύσιμα, σε διάστημα 30 εκατομμυρίων χρόνων. Αυτά δεν ανανεώνονται και αναμένεται να εξαντληθούν. Στις μη ανανεώσιμες ή συμβατικές πηγές ενέργειας ανήκουν και τα πυρηνικά καύσιμα όπως το ορυκτό καύσιμο ουράνιο 235, το θόριο, το τεχνητό πλουτώνιο 238 και άλλα ασταθή στοιχεία, τα οποία μετατρέπονται σε ελαφρύτερα στοιχεία. Χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπολογίζεται ότι δημιουργήθηκαν πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, την εποχή που δημιουργήθηκε η γη. Επομένως τα αποθέματά τους δεν ανανεώνονται και μάλλον θα εξαντληθούν γρήγορα.

Αυτές οι πηγές ενέργειας δημιουργούν ολοένα και μεγαλύτερα προβλήματα. Πρώτον τα αποθέματά τους εξαντλούνται και δεύτερον με τη χρήση τους ρυπαίνουμε το περιβάλλον.

Για τους παραπάνω λόγους οι επιστήμονες και οι τεχνολόγοι προσπαθούν να αξιοποιήσουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια, που θεωρούνται ανεξάντλητες με νέες τεχνολογίες.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι:

- Ηλιακή ενέργεια

Για τον πλανήτη μας η κύρια πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος. Στο εσωτερικό του γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις με τις οποίες η πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε ενέργεια ακτινοβολίας. Από την ηλιακή ενέργεια εξαρτάται ο κύκλος του νερού, ο άνεμος, τα θαλάσσια κύματα κλπ. Τα οποία αν αξιοποιηθούν έχουμε ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.

- Αιολική ενέργεια

Η ενέργεια του ανέμου –αιολική ενέργεια- χρησιμοποιήθηκε από τους αρχαίους λαούς για τις μετακινήσεις τους με τα ιστιοφόρα πλοία και για την λειτουργία των ανεμόμυλων. Η σημερινή εξελιγμένη τεχνολογία κατασκεύασε πολύ πιο ισχυρές μηχανές από τους ανεμόμυλους και συνεχίζει να μελετά καινούργιες. Μια σύγχρονη αιολική γεννήτρια ή αλλιώς ανεμογεννήτρια, τοποθετείται σε περιοχές που πνέουν ισχυροί άνεμοι και χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

- Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από την θερμική ενέργεια των υπογείων πετρωμάτων ή των υπογείων νερών, όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας με την επιφάνεια της γης. Εκμεταλλευόμαστε τις υψηλότερες θερμοκρασίες που έχουν τα υπόγεια υλικά για να μετασχηματισθεί η θερμική τους ενέργεια σε ηλεκτρική.

- Υδροηλεκτρική ενέργεια

Στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παράγεται το 10% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας. Σε μια τεχνητή λίμνη το νερό έχει δυναμική ενέργεια, μετατρέπεται σε κινητική καθώς αυτό πέφτει για να μετασχηματισθεί τελικά σε ηλεκτρική στη στροβιλογεννήτρια.

- Βιομάζα

Το ξύλο, το ξυλοκάρβουνο, τα φυτικά υπολείμματα. Με τη φωτοσύνθεση η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια και αποθηκεύεται στα φυτά. Σύμφωνα με μελέτες η βιομάζα αντιστοιχεί σε δεκαπλάσια ενέργεια από εκείνη που καταναλώνεται παγκοσμίως με την καύση των ορυκτών καυσίμων. Ίσως σε μερικά χρόνια να αναπτυχθεί η καλλιέργεια ειδικών φυτών και με την κατάλληλη τεχνολογία, η βιομάζα να γίνει μια σημαντική πηγή ενεργειακών πόρων.

- Ηλεκτρομαγνητική

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που παράγονται με φυσικό ή τεχνικό τρόπο κοντά στην επιφάνεια της Γης επάγουν μέσα στον φλοιό της Γης εναλλασσόμενα οποία παράγουν δευτερογενή ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Τα δευτερογενή κύματα συμβάλουν με τα αρχικά κύματα με αποτέλεσμα να δώσουν ένα συνιστάμενο κύμα το οποίο καταγράφεται και γι αυτό γνωρίζουμε τις ιδιότητές του. Με τις ηλεκτρομαγνητικές μεθόδους γίνεται διασκόρπιση σε μεγαλύτερα βάθη απ' ό,τι με τις ηλεκτρικές.

## 2.2 Ατμοσφαιρική ενέργεια

Στη μάζα της ατμόσφαιρας της Γης συμβαίνουν μεγάλες διαταράξεις σε όγκο και έκταση, ξεκινούν από μερικά εκατοστά και φτάνουν μέχρι χιλιάδες χιλιόμετρα. Οι διαταράξεις αυτές ονομάζονται άνεμοι, που μπορεί να είναι ένα φύσημα του αέρα, μέχρι ένας τυφώνας ή μεγαλύτερες αέριες μάζες που ορμούν από τους τροπικούς σε μεγαλύτερα πλάτη. Ο αέρας μεταφέρει μεγάλες ποσότητες θερμότητας, υγρασίας και ορμής και παράγει ενέργεια με διάφορες μορφές. Στην επιφάνεια της γης η ηλιακή ενέργεια (θερμότητα) δεν διανέμεται παντού το ίδιο, κι έτσι παράγονται οι άνεμοι. Η ταχύτητα που μπορούν να αποκτήσουν φτάνει έως 150 χιλιόμετρα την ώρα.

## 2.3 Μορφές ατμοσφαιρικής ενέργειας

Ένα μέρος της θερμικής ενέργειας του Ήλιου ανεβάζει την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας γενικότερα αλλά και της επιφάνειας της Γης (ξηρά και θάλασσα) και ένα άλλο μέρος μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας με την εξής σειρά:

### 2.3.1 Θερμική ενέργεια

Στην αρχή, η ηλιακή ενέργεια επιδρά εσωτερικά στα μόρια του αέρα και η ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα. Τα μόρια του θερμού αέρα κινούνται πιο γρήγορα από του ψυχρού αέρα. Αυτή η ενέργεια μετριέται ως θερμοκρασία.



### 2.3.2 Γεωδυναμική ενέργεια

Στη συνέχεια ο αέρας που έχει θερμανθεί διαστέλλεται και το κέντρο βάρους του ανεβαίνει ψηλότερα. Τότε η δυναμική του ενέργεια αυξάνεται. Η ενέργεια αυτή στη Μετεωρολογία ονομάζεται γεωδυναμική ενέργεια.

### 2.3.3 Ολική δυναμική ενέργεια

Όταν συνδυάζεται η θερμική με την γεωδυναμική ενέργεια έχουμε ολική δυναμική ενέργεια.

### 2.3.4 Λανθάνουσα ενέργεια

Λανθάνουσα θερμότητα είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για τη μετατροπή 1kg νερού θερμοκρασίας βρασμού σε ατμό ίδιας θερμοκρασίας. Εδώ δεν αλλάζει η θερμοκρασία, αλλάζει μόνο η κατάσταση του νερού. Όταν ο ατμός συμπυκνωθεί σε νερό τότε αποδίδεται πάλι η λανθάνουσα θερμοκρασία. Αυτή η μορφή ενέργειας περιέχεται στους υδρατμούς των υπό εξάτμιση επιφανειακών υδάτων ( κυρίως των θαλασσών ), στα υγρά εδάφη στη διαπνοή των φύλλων των φυτών κτλ.

### 2.3.5 Κινητική ενέργεια

Η κινητική ενέργεια του αέρα οφείλεται στην κίνηση που του δίνει η πρόσληψη της θερμοκρασίας της ηλιακής θερμότητας.

### 2.3.6 Ηλεκτρική ενέργεια

Μορφή ενέργειας που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα λόγω του ελεύθερου ηλεκτρισμού που υπάρχει στον αέρα και τα σύννεφα εξαιτίας της ηλεκτρικής επαγωγής της με την επιφάνεια της Γης. Τα ηλεκτρικά φορτία είναι πάντα αντίθετα και σε καλό καιρό η τάση φτάνει τα 100 βολτ ανά μέτρο.

### 2.3.7 Μεταβολές ατμοσφαιρικής ενέργειας

Η ατμοσφαιρική ενέργεια παρουσιάζει μία σειρά ενεργειακών μεταβολών. Μεταβάλλεται συνεχώς από τη μια μορφή ενέργειας σε άλλη, αλλά το σύνολό της παραμένει σταθερό. Αυτό συμβαίνει όταν δεν υπάρχει πλεόνασμα ή έλλειμμα λόγω ακτινοβολίας. Η ατμόσφαιρα και η Γη απορροφά ηλιακή ακτινοβολία η οποία μεταλλάσσεται σε δύο μορφές ενέργειας, στην εσωτερική και τη γεωδυναμική.

Ένα μέρος αυτής της ολικής δυναμικής ενέργειας μετατρέπεται στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια ανέμων και σε λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών. Οι οποίες ενέργειες ξαναμετατρέπονται αργότερα, η κινητική σε θερμότητα λόγω της τριβής του ανέμου με την επιφάνεια της Γης και μεταξύ των μορίων του αέρα. Η δε λανθάνουσα αποδίδεται πάλι με τη συμπύκνωση των υδρατμών.

Η εσωτερική και η δυναμική μορφή της ατμοσφαιρικής ενέργειας αναλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της εκτός από ένα μικρό μέρος που είναι ε κινητική και λανθάνουσα μορφή. Το ολικό ποσό της κινητικής ενέργειας της είναι σταθερό και αυτό σημαίνει πως αυτή παράγεται στον ίδιο ρυθμό που διασπείρεται.

Εκφράζεται σε τζάουλ, δηλαδή σε μονάδες έργου και υπολογίζεται ίσο με 2 τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο. Αυτή η τιμή είναι το 0.57% της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα. Το ποσοστό αυτό είναι αρκετό για να διατηρεί την ατμόσφαιρα σε μια συνεχή κίνηση και να εξισορροπεί η άνιση κατανομή της θερμότητας στην επιφάνεια της Γης, που παράγεται από την ακτινοβολία της Γης και από την ακτινοβολία του Ήλιου.

### 2.4 Κινητική ενέργεια ανέμων

Την ολική κινητική ενέργεια των ανέμων σε 140 wh/m<sup>2</sup> (βατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο), υπολόγισε ο Αμερικανός μετεωρολόγος Λητάου, καθώς και το μέσο ρυθμό διασποράς της ενέργειας αυτής των ανέμων σε 2 w/m<sup>2</sup> (2 βατ ανά τετραγωνικό μέτρο). Ένα βατώριο είναι το παραγόμενο έργο από δύναμη ισχύος 1 βατ σε 1 ώρα. Ένα βατ ισοδυναμεί με ρυθμό παραγωγής έργου ίσο με 1 τζάουλ ανά δευτερόλεπτο (1 joul/sec). Από αυτές τις τιμές συμπεραίνεται πως σε περίπου 70 ώρες όλη η κινητική ενέργεια των ανέμων διασπείρεται, όμως η ταχύτητα διασποράς μειώνεται και η κινητική ενέργεια λιγοστεύει. Λαμβάνοντας υπόψη του τη μείωση αυτής της ταχύτητας διασποράς ο Αμερικανός μετεωρολόγος Σ.Εςς υπολόγισε τον ρυθμό διασποράς σε 36% περίπου την ημέρα. Οπότε σε λιγότερο από 13 ημέρες το απόθεμα της ατμοσφαιρικής κινητικής ενέργειας θα λιγόστευε κατά 99%.

Όμως δεν συμβαίνει τίποτα από αυτά. Η ενέργεια των ανέμων δεν διασπείρεται με ομοιόμορφο ρυθμό στην επιφάνεια της Γης. Πρώτον, γιατί η απώλεια ταχύτητας λόγω τριβής πάνω στις λείες επιφάνειες των πολικών περιοχών και των ηρεμούντων επιφανειών των θαλασσών είναι πολύ μικρότερη από εκείνη που πραγματοποιείται πάνω σε ανώμαλες επιφάνειες της Γης όπως οροσειρές, πόλεις κλπ. Δεύτερον, ο ρυθμός διασποράς είναι πάντα ανάλογος της ταχύτητας του ανέμου. Αποτέλεσμα: ένα μεγάλο μέρος του ανέμου χάνεται ή μετατρέπεται (στις μεγάλες κυκλωνικές θύελλες), σε θερμότητα λόγω της τριβής.

### 2.5 Μετρήσεις

Στο σύνολό της η ατμόσφαιρα μεταφέρει ενέργεια σε διάφορες μορφές. Δεν μετατρέπονται όλες οι μορφές σε κινητική ενέργεια, γ'αυτό κάθε φορά υπολογίζεται το ποσοστό της δυναμικής ενέργειας που μπορεί να μετατραπεί σε κινητική κι έτσι προκαλείται η κίνηση της ατμόσφαιρας. Υπολογίζονται δηλαδή τα αποθέματα της ατμόσφαιρας σε διαθέσιμη δυναμική ενέργεια, η οποία παράγεται από τις ανισότητες της θέρμανσης της Γης. Αυτές οι ανισότητες μπορεί να υπάρχουν ανάμεσα σε δύο γεωγραφικά πλάτη ή γεωγραφικά μήκη.

Διακρίνονται σε:

α) Ζωνική διαθέσιμη δυναμική ενέργεια παραγόμενη από τις αντιθέσεις στη θερμοκρασία των τροπικών και των Πόλων.

β) Σε στροβιλοειδή διαθέσιμη δυναμική ενέργεια παραγόμενη κυρίως από άνιση θέρμανση ξηράς ή θάλασσας.

Η ζωνική διαθέσιμη μορφή είναι 10 φορές περισσότερη από την στροβιλοειδή διαθέσιμη, η οποία όμως έχει ιδιαίτερη σημασία στην παραγωγή κινητικής ενέργειας. Διότι η πρώτη μορφή μετατρέπεται στη δεύτερη εξαιτίας ενός φαινομένου που λέγεται στροβιλώδης θερμική ροή.

## 3. ΑΝΕΜΟΣ

### 3.1 Άνεμος.

Ο αέρας αποτελείται από ένα μίγμα αερίων κυρίως αζώτου και οξυγόνου, υπάρχει γύρω απ' τη Γη και βρίσκεται σε συνεχή κίνηση.

Οι άνεμοι είναι οι μεγάλες μάζες αέρα που κινούνται αργά ή πολύ γρήγορα γύρω απ' την επιφάνεια της Γης.

Σταθεροί άνεμοι είναι αυτοί που όλο το χρόνο φυσούν προς την ίδια κατεύθυνση.. Τέτοιοι άνεμοι φυσούν στην ζώνη του κυκλώνα του Ισημερινού.

Περιοδικοί άνεμοι είναι αυτοί που αλλάζουν πορεία σύμφωνα με τις εποχές ή τις ώρες της ημέρας.

Οι μουσώνες είναι εποχικοί άνεμοι και το όνομά τους το πήραν από την αραβική λέξη "μουασίμ" η οποία σημαίνει εποχή. Το χειμώνα οι άνεμοι φυσούν απ' την ξηρά προς τη θάλασσα και το καλοκαίρι απ' τη θάλασσα προς την ξηρά. Αυτό συμβαίνει γιατί η ξηρά θερμαίνεται το καλοκαίρι και ψυχραίνεται τον χειμώνα πιο γρήγορα απ' το νερό του ωκεανού.

Οι αύρες είναι περιοδικοί άνεμοι και έχουν άλλη κατεύθυνση το πρωί, άλλη το βράδυ και αυτό οφείλεται στο ότι την ημέρα η ξηρά θερμαίνεται και το βράδυ κρυώνει.

Μεταβλητοί είναι οι άνεμοι που φυσούν ακανόνιστα.

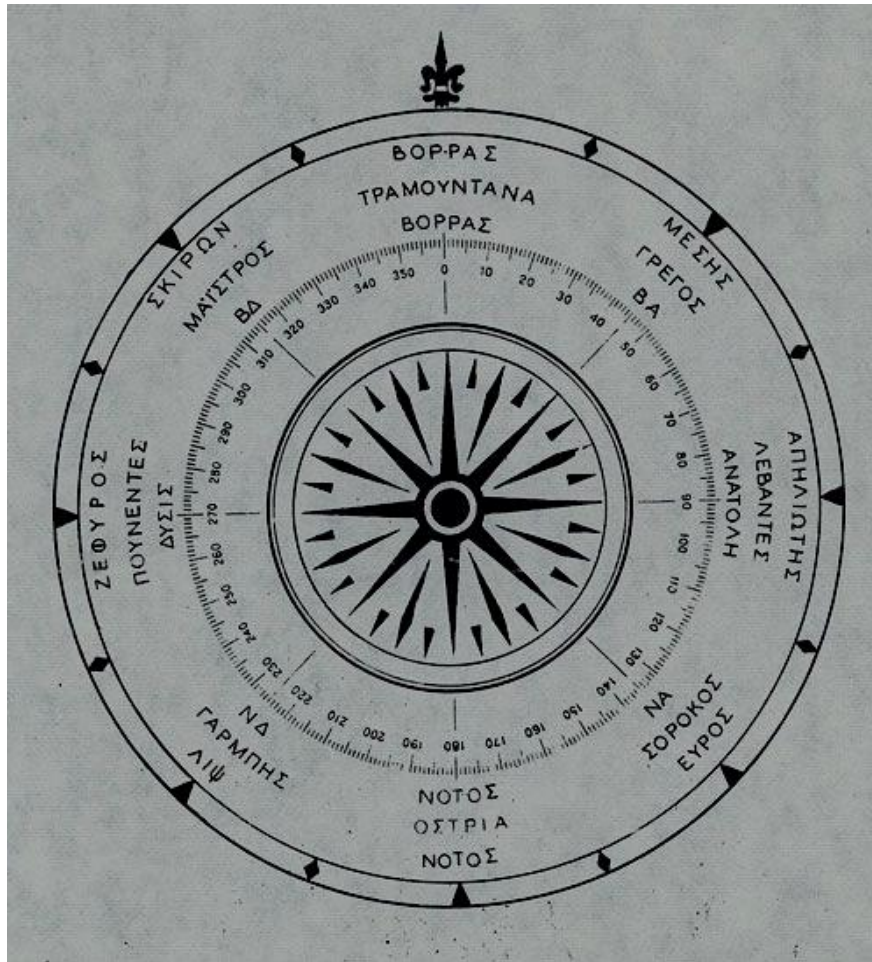
Οι τοπικοί άνεμοι είναι αυτοί που είναι χαρακτηριστικοί για κάθε περιοχή και επηρεάζονται απ' το κλίμα. π.χ. ο Σιρόκος είναι θερμός άνεμος, έρχεται από την έρημο Σαχάρα, υγραίνεται περνώντας από τη Μεσόγειο και φτάνει νότια της Ευρώπης. Ο μπόρα είναι κρύος άνεμος, ξεκινά από τα Ιλλυρικά όρη και φτάνει στις ακτές της Δαλματίας με ταχύτητα έως 150 km/h. Τα μελτέμια φυσούν στο Αιγαίο πέλαγος το καλοκαίρι και είναι βορειοανατολικοί άνεμοι.

Οι κυκλώνες είναι άνεμοι που έχουν μία κατεύθυνση αλλά ταυτόχρονα στροβιλίζονται γύρω απ' τον εαυτό τους.

Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που δημιουργεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ παρακείμενων τόπων, ευθύνεται για την ανάπτυξη του αέρα. Έχουμε δύο συνεχόμενες περιοχές και συμβαίνει να μην έχουν την ίδια θερμοκρασία τότε η ατμοσφαιρική πίεση της ψυχρότερης περιοχής θα είναι μεγαλύτερη από της θερμότερης, με αποτέλεσμα μία αέρια μάζα να κινηθεί από την ψυχρότερη στη θερμότερη περιοχή.

Όταν μία μάζα θερμαίνεται γίνεται πιο ελαφριά και αραιή από τις άλλες μάζες που είναι γύρω της, τότε τείνει να ανυψωθεί (ανοδική κίνηση). Οι πιο βαριές αέρια μάζες κινούνται και καταλαμβάνουν τη θέση της. Το αντίθετο συμβαίνει όταν μία μάζα αέρα ψύχεται. Τότε γίνεται πιο πυκνή και πιο βαριά και τείνει να πέσει πιο χαμηλά (καθοδική πορεία). Τότε σπρώχνει τις θερμές και επομένως ελαφρότερες μάζες του αέρα και καταλαμβάνει τη θέση τους.

Στοιχεία του ανέμου είναι η διεύθυνση και η ένταση ή ισχύς του. Τα οποία προσδιορίζονται με τα κατάλληλα όργανα τα οποία είναι τα ανεμομετρικά όργανα. Αυτά είναι οι ανεμοδείκτες και τα ανεμόμετρα. Για την ονοματολογία των διαφόρων διευθύνσεων του αέρα χρησιμοποιούνται ανεμολόγια και για τη διατύπωσή του ο κύκλος του ορίζοντα, ο οποίος διαιρείται σε όγδοα ή δέκατα ή τριακοστά δεύτερα.



Εικόνα 3.1.1 Ανεμολόγιο.

Πηγή [www.24grammata.com](http://www.24grammata.com)

Διεύθυνση του ανέμου είναι το σημείο του ορίζοντα από το οποίο προέρχεται ο άνεμος και όχι προς τα πού φυσά ο άνεμος. Καθορίζεται από το σημείο ή τη γωνία που σχηματίζεται από αυτό και το γεωγραφικό βορρά. Για να περιγραφεί ευκολότερα η κίνησή του, η διεύθυνση θεωρείται ως οριζόντια και ευθύγραμμη κατά προσέγγιση. Εκφράζεται είτε σε μοίρες (με αρχή τον μαγνητικό βορρά), ή με τους ανεμορόμβους του ανεμολογίου, ή ονομαστικά με δύο ονομασίες επίσημα ή γραικολεβαντίνικα. π.χ. Όστρια είναι ο νότιος άνεμος και το όνομά του προέρχεται από την ιταλική λέξη Ostro. Νότιος είναι το επίσημο όνομα.

Με πολλά άλλα ονόματα χαρακτηρίζονται οι άνεμοι ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, τον τόπο, την ένταση, την κατεύθυνσή τους, το σημείο του ορίζοντα. Υπάρχουν επίσης ονόματα ανέμων τοπικά όπως ο Μπάτης, θαλάσσια αύρα. Ο βαρδάρης που πνέει κατά μήκος του Αξιού ποταμού είναι βόρειος – βορειοδυτικός.

Στον πίνακα που αναφέρεται πιο κάτω παραθέτονται τα ονόματα των κύριων ανέμων με κατεύθυνση πολλαπλάσια των 45° μοιρών, με Ελληνικό σύμβολο κατεύθυνσης, επίσημο και

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

κοινό όνομα, διεθνές σύμβολο (Δ.Σ.) και διεθνές όνομα. Η ένταση του ανέμου καθορίζεται είτε με την πίεση την οποία ασκεί στην επιφάνεια των σωμάτων, είτε με την ταχύτητα με την οποία κινείται. Στη Μετεωρολογία η ένταση του ανέμου εκφράζεται συνήθως με την ταχύτητά του, η οποία καθορίζεται από το διάστημα που διανύει μια αέρια μάζα στη μονάδα του χρόνου. Μονάδες είναι: μέτρα ανά δευτερόλεπτα (m/sec), χιλιόμετρα ανά ώρα (km/h), μίλια ανά ώρα (m.p.h, όπου κάθε μίλι ισούται με 1.609 μέτρα) ή κόμβοι.

Διεύθυνση	Επίσημο	Κοινό	Δ.Σ.	Όνομα διεθνές
<b>B (000°)</b>	<i>Βόρειος</i>	<i>Τραμουντάνα, Βοριάς</i>	<i>N</i>	<i>North</i>
<b>BA (045°)</b>	<i>Μέσης</i>	<i>Γραίγος</i>	<i>NE</i>	<i>Northeast</i>
<b>A (090°)</b>	<i>Απηλιώτης</i>	<i>Λεβάντες</i>	<i>E</i>	<i>East</i>
<b>NA (135°)</b>	<i>Εύρος</i>	<i>Σιρόκος</i>	<i>SE</i>	<i>Southeast</i>
<b>N (180°)</b>	<i>Νότιος</i>	<i>Όστρια, Νοτιάς</i>	<i>S</i>	<i>South</i>
<b>ND (225°)</b>	<i>Λίβας</i>	<i>Γαρμπής</i>	<i>SW</i>	<i>Southwest</i>
<b>Δ (270°)</b>	<i>Ζέφυρος</i>	<i>Πουνέντες</i>	<i>W</i>	<i>West</i>
<b>BD (315°)</b>	<i>Σκίρων</i>	<i>Μαϊστρος</i>	<i>NW</i>	<i>Northwest</i>

Πίνακας 3.1.1 Ονόματα των κύριων ανέμων με κατεύθυνση πολλαπλάσια των 45° μοιρών.  
Πηγή "[Βικιπαίδεια](#)"

Σήμερα για τη μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιείται η ανεμομετρική κλίμακα Μποφόρ. Είναι εμπειρικός τρόπος μέτρησης και στηρίζεται στις παρατηρήσεις κυρίως της σφοδρότητας του αέρα στη στεριά ή στη θάλασσα κλπ.

Ανάλογα με την έντασή του χαρακτηρίζεται ως:

- Νηνεμία, 0 Μποφόρ
- Ασθενής, 2 – 3 Μποφόρ
- Μέτριος, 4 – 5 Μποφόρ
- Ισχυρός, 6 Μποφόρ
- Σφοδρός, 7 Μποφόρ
- Θυελλώδης, 8 – 9 Μποφόρ (θύελλα)
- Καταιγίζων, 10 – 11 Μποφόρ (καταιγίδα)
- Έντασης τυφώνα, 12 Μποφόρ (τυφώνας)

Ο άνεμος διακρίνεται και ως λείος ή ριπαίος, μεταβλητός ή σταθερός.

- **Λείος άνεμος:** είναι εκείνος που δεν έχει αυξομειώσεις της έντασής του, ο στρωτός.
- **Ριπαίος άνεμος:** είναι εκείνος που η έντασή του κάθε τόσο μεταβάλλεται. Αν τα διαστήματα της μεταβολής του είναι μεγαλύτερα, τότε ονομάζεται μεταβλητός.
- **Μεταβλητός:** είναι εκείνος που αλλάζει διεύθυνση, σε αντίθεση με τον σταθερό που διατηρεί τη διεύθυνσή του για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Υπάρχουν τρεις κυρίως παράγοντες που δημιουργούν και διαμορφώνουν τις κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα:

1. Η περιστροφή της γης γύρω απ' τον άξονά της.
2. Η ανομοιομορφία του ανάγλυφου της γης.
3. Η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της γης.

Στα δελτία πρόγνωσης του καιρού, ιδίως στα αγγλόφωνα χρησιμοποιούνται οι όροι “στροφή του ανέμου” και “αντιστροφή του ανέμου”. Στροφή του ανέμου (veering) λέμε όταν αλλάζει η διεύθυνση του ανέμου με ανάδρομη φορά, δηλαδή με τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Αντιστροφή του ανέμου (backing) λέμε όταν αλλάζει η διεύθυνση του ανέμου με αντίθετη φορά από αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Οι επιδράσεις των ανέμων χωρίζονται σε δύο βασικά είδη:

1. Στις άμεσες επιδράσεις των ανέμων: όταν πνέει δροσερός, ελαφρός καλοκαιρινός άνεμος είναι ευχάριστος στον άνθρωπο. Όταν ο άνεμος πνέει δυνατός, ξηρός ή υπερβολικά ξηρός φέρνει δυσφορία στον ανθρώπινο οργανισμό. Στις κατοικημένες περιοχές, όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά τα 10 Μποφόρ γίνονται καταστροφές, όπως ξερίζωμα δέντρων, ξήλωμα στεγών.
2. Έμμεσες επιδράσεις των ανέμων: οι βροχές.

Η δύναμη του αέρα αξιοποιείται ως μορφή ενέργειας για την κινητοποίηση των ιστιοφόρων πλοίων, των ανεμόμυλων, των ανεμογεννητριών, της άντλησης του νερού κλπ. Βοηθώντας έτσι στην οικονομία των χωρών που το εκμεταλλεύονται αυτό. Επίσης, βοηθούν στη δημιουργία νεφώσεων και βροχών και επιδρούν ευεργετικά στον άνθρωπο με την ανανέωση του ατμοσφαιρικού αέρα, τη μεταφορά υδρατμών κλπ.

### Είδη ανέμων

Οι άνεμοι κατατάσσονται στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες:

1. Συνεχείς
2. Περιοδικοί (ετήσιοι – ημερήσιοι)
3. Αληγείς
4. Ανταληγείς
5. Αναβατικοί

6. Καταβατικοί
7. Εποχικοί
8. Τοπικοί
9. Επικρατούντες δυτικοί
10. Επικρατούντες πολικοί (ανατολικοί)
11. Άμεσοι ισοβαρικών συστημάτων
12. Ριπαίοι
13. Μυκώμενοι
14. Θυελλώδεις ή θύελλα
15. Λαιλαπώδεις ή λαιλάπα

### 3.2 ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΠΟΦΟΡ

Είναι η κλίμακα που χρησιμοποιείται στη μετεωρολογία και τη ναυσιπλοΐα, για τη μέτρηση της έντασης των ανέμων και των αποτελεσμάτων που μπορεί να έχει πάνω σε κάποιο αντικείμενο στη θάλασσα και την ξηρά. Το πλήρες όνομα της κλίμακας είναι Beaufor wind force Scale: κλίμακα (έντασης ανέμου) Μποφόρ. Η κλίμακα βαθμολογεί την ταχύτητα του ανέμου από το 0 μέχρι το 12 και από την πτώση αδύναμη μέχρι την πτώση ισχυρή έντασή του. Περιέχει τις καταστάσεις του ανέμου, που ξεκινούν από τη νηνεμία (0) μέχρι τον τυφώνα (12). Σε κάποιες περιπτώσεις που η ταχύτητα του ανέμου είναι πάνω από 50 m/sec χρησιμοποιούνται οι αριθμοί 13, 14, 15, 16 και 17. Η κλίμακα Μποφόρ χρησιμοποιείται σχεδόν από όλες τις χώρες και κάθε βαθμός της αντιστοιχεί σε ταχύτητα 10 km/h περίπου.

### 3.3 Ιστορία

Η κλίμακα Μποφόρ ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του Ιρλανδού ναυάρχου και υδρογράφου Φράνσις Μποφόρ (Francis Beaufor), ο οποίος την επινόησε το 1806, με σκοπό να προσδιορίσει τις διάφορες εντάσεις του αέρα που επηρεάζουν τις μεγάλες υδάτινες επιφάνειες της γης. Για να τον τιμήσουν η θάλασσα της Β. Αλάσκας ονομάστηκε Μποφόρ.

Ο Μποφόρ ήταν αρχηγός της υδρογραφικής υπηρεσίας του αγγλικού ναυτικού όταν επινόησε την κλίμακα αυτή, βασιζόμενος στα αποτελέσματα που είχε ο άνεμος στα πανιά ενός πολεμικού πλοίου: από τον άνεμο που μόλις αρκούσε για την κίνησή του, έως τον άνεμο που κανένα πανί δεν άντεχε. Την κλίμακα την χρησιμοποιούσαν στα ημερολόγια των πλοίων το 1830 και το 1835 την ενέκρινε το πρώτο Διεθνές Μετεωρολογικό Συνέδριο των Βρυξελλών ως έγκυρη.

Το Βρετανικό Ναυαρχείο άρχισε να τη χρησιμοποιεί το 1838 και το 1874 η Διεθνής Μετεωρολογική Επιτροπή επέτρεψε τη διεθνή χρήση της.

Το 1906 με την εφεύρεση της ατμοκίνησης, τροποποιήθηκε ώστε να περιγράφει την έκβαση του ανέμου στη θάλασσα και όχι στα πανιά.



## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Αυτός που πρόσθεσε στην κλίμακα την περιγραφή των αποτελεσμάτων του ανέμου στην ξηρά και καθόρισε τη σχέση μεταξύ των βαθμών της κλίμακας με την ταχύτητα του ανέμου ήταν ο Τζορτζ Σίμπσον το 1923. Διευθυντής της Βρετανικής Μετεωρολογικής υπηρεσίας.

Το 1946 η κλίμακα αυξήθηκε έως τον 17ο βαθμό και αφορά κυρίως τυφώνες. Η κλίμακα αυτή σήμερα χρησιμοποιείται στην Κίνα και στην Ταϊβάν στις άλλες περιοχές χρησιμοποιείται η κλίμακα Σαφίρ-Σίμπσον όπου το 1 αντιστοιχεί στο 12 της κλίμακας μποφόρ. Όπου στα μεγαλύτερα μεγέθη δεν υπάρχει άλλη αναλογία.

Το κατώτερο του επιπέδου των 12 μποφόρ ισούται ακριβώς με το όριο του επιπέδου F1 στην κλίμακα Φουτζίτα και το κατώτερο όριο του επιπέδου T2 στην κλίμακα TORRO. Οι κλίμακες αυτές είναι ανεξάρτητες και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της έντασης του ανέμου και των καταστροφών που προκαλούν οι Τυφώνες.

Η κλίμακα μποφόρ χρησιμοποιείται στα δελτία καιρού και τις μετεωρολογικές προγνώσεις. Αναλυτικά δίνεται στον ακόλουθο πίνακα 3.3.1.

Μπ οφ όρ	Χαρακτηρισμός ανέμου	Χαρακτηρισμός θάλασσας	Φαινόμενα	
			στην ξηρά	στην <u>θάλασσα</u>
0	<u>Άπνοια</u> (νηνεμία)	Γαλήνια	Δεν φυσά άνεμος, ο καπνός υψώνεται κατακόρυφα.	Επίπεδη, κατοπτρική επιφάνεια ( <i>κοινώς «θάλασσα λάδι»</i> ).
1	Σχεδόν άπνοια / Υποπνέων (ελαφρύ αεράκι)	Ρυτιδούμενη	Ο άνεμος μετακινεί τον καπνό, όχι όμως τον ανεμοδείκτη.	Το νερό κάνει μικρές «ρυτίδες».
2	Πολύ ασθενής (ελαφριά αύρα)	Ήρεμη	Ο άνεμος γίνεται αισθητός στο δέρμα, τα φύλλα κινούνται.	Μικρά κυματάκια που δεν «σπάνε». Οι κορυφές τους έχουν υαλώδη μορφή και ποτέ αφρό.
3	Ασθενής (γλυκιά αύρα)	Λίγο παραγμένη	Φύλλα και μικρά κλαριά κινούνται διαρκώς.	Τα μικρά κύματα αρχίζουν να σπάνε και εμφανίζεται λίγος αφρός («προβατάκια»).
4	Σχεδόν μέτριος (μέτρια αύρα)	Λίγο παραγμένη ως παραγμένη (μέτρια)	Ο άνεμος σηκώνει σκόνη και πεσμένα χαρτιά. Τα κλαδιά αρχίζουν να κινούνται.	Μέτρια κύματα, εμφανίζεται αφρός και σταγονίδια νερού ( <u>πίτυλος</u> ).
5	Μέτριος	Ταραγμένη	Μικρά δέντρα αρχίζουν να κινούνται.	Μεγαλύτερα κύματα (ύψους 1,2 - 2,5 μ.), εμφανίζονται αφρώδεις κορυφές παντού.

Πίνακας 3.3.1.α Κλίμακα μποφόρ

Πηγή [www.kefalonizw.com](http://www.kefalonizw.com)

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Μποφόρ	Χαρακτηρισμός ανέμου	Χαρακτηρισμός θάλασσας	Φαινόμενα	
			στην ξηρά	στην <u>θάλασσα</u>
6	Ισχυρός	Κυματώδης	Μεγάλα κλαδιά κινούνται και ο αέρας σφυρίζει. Η χρήση της ομπρέλας γίνεται δύσκολη.	Μεγάλα κύματα (ύψους 2 - 4 μ.) με επιμήκεις αφρώδεις κορυφές και έντονο πτύλο.
7	Σφοδρός / Σχεδόν Θυελλώδης (Near Gale)	Κυματώδης έως πολύ κυματώδης	Τα δέντρα κινούνται ολόκληρα και το περπάτημα ενάντια στον άνεμο γίνεται δύσκολο.	Η θάλασσα ογκούται (φουσκώνει) και λευκός αφρός από κύματα (ύψους 3 - 5 μ.) που σπάζουν αρχίζει να παρασύρεται και να σχηματίζονται ραβδώσεις κατά την διεύθυνση του ανέμου.
8	Θυελλώδης (Gale)	Πολύ κυματώδης έως τρικυμιώδης	Μεγάλα δέντρα κινούνται ολόκληρα και μικρά κλαδιά σπάνε. Η οδήγηση γίνεται δύσκολη και το περπάτημα ενάντια στον άνεμο εξαιρετικά δύσκολο.	Η θάλασσα αρχίζει να φουρτουιάζει. Σχετικά υψηλά κύματα (4 - 6 μ.) με προεξέχουσες κορυφές που αρχίζουν να σπάνε. Σχηματίζονται έντονες λωρίδες αφρού κατά την διεύθυνση του ανέμου. Μεγάλες ποσότητες αιωρούμενου αφρού.
9	Πολύ Θυελλώδης (Strong Gale)	Τρικυμιώδης	Μεγάλα κλαδιά σπάνε, μικρές ζημιές σε καμινάδες και σκεπές. Προσωρινή σήμανση και οδοφράγματα παρασύρονται. Δύσκολη η όρθια στάση.	Υψηλά κύματα (6 - 9 μ.) με πυκνές ραβδώσεις αφρού κατά την διεύθυνση του ανέμου. Οι κορυφές των κυμάτων αρχίζουν να γέρνουν, να πέφτουν και να κυλούνται. Ο αφρός είναι δυνατόν να επηρεάζει την ορατότητα.
10	Θύελλα (Storm)	Πολύ τρικυμιώδης	Σπάνια παρατηρείται στο εσωτερικό της ξηράς. Δέντρα σπάζουν ή ξεριζώνονται. Πολλά κεραμίδια αποσπώνται από τις σκεπές, αρκετές ζημιές στο εξωτερικό των κτιρίων.	Πολύ υψηλά (8 - 12,5 μ.) κύματα με μακριές λοφώδεις ράχες. Το σπάσιμο και κύλισμα των κορυφών των κυμάτων γίνεται έντονο και βίαιο. Η θάλασσα εμφανίζει μεγάλα λευκά μπαλώματα και η συνολική της εμφάνιση αρχίζει να ασπρίζει. Η ορατότητα μειώνεται.
11	Βίαιη / Σφοδρή θύελλα (Violent Storm)	Εξαιρετικά τρικυμιώδης (ή Άγρια)	Πολύ σπάνια παρατηρείται στο εσωτερικό της ξηράς. Πολλές στέγες υφίστανται μεγάλη ζημιά. Αρκετές ζημιές σε κτίρια, αυτοκίνητα, πάρκα. Έπιπλα και βαριά αντικείμενα εκτός κτιρίων παρασύρονται. Αδύνατη η όρθια στάση. Εκτεταμένες ζημιές στην βλάστηση.	Εξαιρετικά υψηλά (9 - 14 μ.) ογκώδη κύματα, μεγάλες ποσότητες αιωρούμενου αφρού, μικρή ορατότητα. Δύσκολη η θέα πλοίων μικρής και μεσαίας χωρητικότητας, ίσως για λίγη ώρα να χάνονται πίσω από τα κύματα.
12	Τυφώνας (Hurricane-force)*	Μαινόμενη (ή Πολύ άγρια)	<i>Εξαιρετικά σπάνιο συμβάν στο εσωτερικό της ξηράς.</i> Σοβαρές καταστροφές σε μεγάλη έκταση. Μερικά παράθυρα μπορεί να σπάσουν. Κινητά σπίτια (mobile homes), καθώς και κακής κατασκευής υπόστεγα και αχυρώνες υφίστανται μεγάλες ζημιές ή και καταστρέφονται. Συντρίμμια εκσφενδονίζονται και παρασύρονται. Πολύ εκτεταμένες ζημιές στην βλάστηση.	Τεράστια κύματα (14 μ. και άνω). Ο αέρας γεμίζει με αφρό και πτύλο, η θάλασσα ασπρίζει εντελώς. Ελάχιστη έως μηδενική ορατότητα.

Πίνακας 3.3.1.β Κλίμακα μποφόρ

Πηγή [www.kefalonizw.com](http://www.kefalonizw.com)

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Στην κλίμακα μποφόρ τα ονόματα << hurricane >> (τυφώνας) και << storm >> (καταιγίδα) εκθέτουν μόνο την ισχύ του ανέμου χωρίς να υπάρχει, συγχρόνως κάποιο άλλο μετεωρολογικό φαινόμενο.

Στα έκτακτα δελτία καιρού για να μην υπάρχει σύγχυση και για να διαχωρίζονται τα φαινόμενα αναφέρουν τον όρο << hurricane-force winds >> δηλαδή άνεμοι έντασης τυφώνα αντί σκέτο << hurricane >>. Μπορεί για παράδειγμα ένα σύστημα θύελλας με μια κλειστή περιστροφική κυκλοφορία γύρω από ένα ήρεμο κέντρο χαμηλής βαρομετρικής πίεσης, γνωστό ως μάτι του τυφώνα (eye of the hurricane ) για να καταγραφεί ως τροπικός κυκλώνας tropical cyclone ή τυφώνας, typhoon ή hurricane πρέπει η σταθερή ταχύτητα των ανέμων να φτάσει τα 12 μποφόρ. Όμως μπορεί κάποιο άλλο μετεωρολογικό φαινόμενο να δώσει ανέμους 12 μποφόρ. Και η Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ) όταν εκδώσει δελτίο με πρόγνωση για ανέμους 10 ή 11 μποφόρ δεν χρησιμοποιεί τον όρο καταιγίδα αλλά αναφέρει ότι οι άνεμοι θα φτάσουν την ένταση της θύελλας, προς αποφυγή σύγχυσης.

Η μετεωρολογία παρακολουθεί τις μεταβολές του καιρού με δικά της όργανα όπως βαρόμετρα, θερμόμετρα, μετεωρολογικούς αετούς, δορυφόρους κλπ. Επίσης ανταλλάσει πληροφορίες με μετεωρολογικούς σταθμούς ξένων κρατών.

Ο δορυφόρος που χρησιμοποιείται για να καταγράψει τα παγκόσμια καιρικά συστήματα, αναφέρει τις μετρήσεις στις ατμοσφαιρικές ενεργειακές ροές, τις ατμοσφαιρικές και επιφανειακές θερμοκρασίες, την κάλυψη των νεφών και την ποσότητα των υδρατμών. Οι δορυφόροι καιρού πραγματοποιούν συνήθως πολικές πολικές και γεωστατικές τροχές. Στις πολικές βρίσκονται 500-1500χλμ πάνω από τη Γη και οι τροχιές τους διασχίζουν τον Ισημερινό στις 90°. Στις γεωστατικές τροχιές οι δορυφόροι παραμένουν στην ίδια θέση συνεχώς και σε ύψος 35400χλμ. Οι δορυφόροι παρατηρούν και περιοχές που δεν είναι εύκολο να παρατηρηθούν τα μετεωρολογικά τους στοιχεία.

Ακολουθούν φωτογραφίες κατάστασης της θάλασσας ανάλογα την ένταση του ανέμου.



BEAUFORT FORCE 0  
WIND SPEED: LESS THAN 1 KNOT  
SEA: SEA LIKE A MIRROR

0-Μποφόρ (άπνοια)







Εικόνα 3.3.1.α Κατάσταση της θάλασσας στις κατηγορίες της κλίμακας.

Πηγή [www.teamgr.gr](http://www.teamgr.gr)

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Στην προηγούμενη φωτογραφία 3.3.1.α βλέπουμε την κατάσταση της θάλασσας. Μια επίπεδη κατοπτρική επιφάνεια που ονομάζεται επίσημα <<γαλήνια>>. Για να είναι γαλήνια η θάλασσα πρέπει να υπάρχει άπνοια του αέρα δηλαδή 0 μποφόρ. Συμβαίνει όμως και με άπνοια να υπάρχει κυματισμός π.χ αν επικρατεί αποθαλασσία, που είναι αποτέλεσμα απακμάζοντος ανέμου, στην ίδια ή σε άλλη περιοχή.



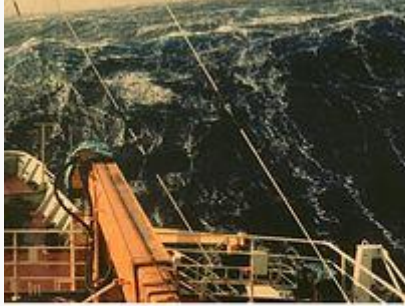



Οι παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν την κατάσταση της θάλασσας στις άλλες κατηγορίες της κλίμακας. Επισημαίνεται ότι το ύψος των κυμάτων που αναφέρεται στην επίσημη κλίμακα για τις κατηγορίες 1-12 αφορά τους ανοιχτούς ωκεανούς και μόνο αφού ο άνεμος έχει διατηρήσει την ταχύτητα που αναφέρεται για αρκετές ώρες. Αντίθετα, κοντά στις ακτές τα αντίστοιχα ύψη είναι πολύ μικρότερα.

 <p><b>BEAUFORT FORCE 1</b> WIND SPEED: 1-3 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 1M (3FT), RIPPLES WITH THE APPEARANCE OF SCALES, BUT WITHOUT FOAM CREST</p>	 <p><b>BEAUFORT FORCE 2</b> WIND SPEED: 4-6 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 2-3M (5-10FT), SMALL WAVELETS, CRESTS HAVE A GLASSY APPEARANCE AND DO NOT BREAK</p>	 <p><b>BEAUFORT FORCE 3</b> WIND SPEED: 7-10 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 6-1M (2-3FT), LARGE WAVELETS, CRESTS BEGIN TO BREAK, ANY FOAM HAS GLASSY APPEARANCE, SCATTERED WHITECAPS</p>
1- Μποφόρ	2- Μποφόρ	3- Μποφόρ
 <p><b>BEAUFORT FORCE 4</b> WIND SPEED: 11-16 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 1-1.5M (3-5-FT), SMALL WAVES BECOMING LONGER, FAIRLY FREQUENT WHITE HORSE</p>	 <p><b>BEAUFORT FORCE 5</b> WIND SPEED: 17-21 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 2-2.5M (6-8FT), MODERATE WAVES TAKING MORE PRONOUNCED LONG FORM, MANY WHITE HORSES, CHANCE OF SOME SPRAY</p>	 <p><b>BEAUFORT FORCE 6</b> WIND SPEED: 22-27 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 3-4M (9.5-13 FT), LARGER WAVES BEGIN TO FORM, SPRAY IS PRESENT, WHITE FOAM CRESTS ARE EVERYWHERE</p>
4- Μποφόρ	5- Μποφόρ	6- Μποφόρ

Εικόνα 3.3.1.β Κατάσταση της θάλασσας στις κατηγορίες της κλίμακας.

Πηγή [www.teamgr.gr](http://www.teamgr.gr)

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 7</b> WIND SPEED: 28-33 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 4-5.5M (13.5-19 FT). SEA HEAPS UP. WHITE FOAM FROM BREAKING WAVES BEGINS TO BE BLOWN IN STREAKS ALONG THE WIND DIRECTION.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 8</b> WIND SPEED: 34-40 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 5.5-7.5M (18-25FT), MODERATELY HIGH WAVES OF GREATER LENGTH, EDGES OF CREST BEGIN TO BREAK INTO THE SPINDRIFT, FOAM BLOWN IN WELL MARKED STREAKS ALONG WIND DIRECTION.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 9</b> WIND SPEED: 41-47 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 7-10M (23-32FT), HIGH WAVES, DENSE STREAKS OF FOAM ALONG DIRECTION OF THE WIND, WAVE CRESTS BEGIN TO TOPPLE, TUMBLE, AND ROLL OVER. SPRAY MAY AFFECT VISIBILITY.</p>
7- Μποφόρ	8 -Μποφόρ	9- Μποφόρ
 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 10</b> WIND SPEED: 48-55 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 9-12.5M (29-41FT), VERY HIGH WAVES WITH LONG OVERHANGING CRESTS, THE RESULTING FOAM, IN GREAT PATCHES, IS BLOWN IN DENSE WHITE STREAKS ALONG WIND DIRECTION. ON THE WHOLE, SEA SURFACE TAKES A WHITE APPEARANCE, TUMBLING OF SEA IS HEAVY AND SHOCK-LIKE, VISIBILITY AFFECTED.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 11</b> WIND SPEED: 56-63 KNOTS</p> <p>SEA: WAVE HEIGHT 11.5-16M (37-52FT), EXCEPTIONALLY HIGH WAVES. SMALL/MEDIUM SIZED SHIPS MAY BE LOST TO VIEW BEHIND THE WAVES. SEA COMPLETELY COVERED WITH LONG WHITE PATCHES OF FOAM LYING ALONG WIND DIRECTION. EVERYWHERE, THE EDGES OF WAVE CRESTS ARE BLOWN INTO FROTH.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>BEAUFORT FORCE 12</b> WIND SPEED: 64 KNOTS</p> <p>SEA: SEA COMPLETELY WHITE WITH DRIVING SPRAY, VISIBILITY VERY SERIOUSLY AFFECTED. THE AIR IS FILLED WITH FOAM AND SPRAY.</p>
10- Μποφόρ	11- Μποφόρ	12- Μποφόρ

Εικόνα 3.3.1.γ Κατάσταση της θάλασσας στις κατηγορίες της κλίμακας.

Πηγή [www.teamgr.gr](http://www.teamgr.gr)

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

**Στον παρακάτω πίνακα 3.3.2 φαίνεται το ύψος των κυμάτων ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.**

Μποφόρ	Ταχύτητα ανέμου				Ύψος κυμάτων (m)	
	m/s	km/h	mph	kn	Ανοιχτή θάλασσα (Ατλαντικός)	Αβαθή, όρμοι και λίμνες
0	0,0 - <0,3	0	0 - <1,2	0 - <1	-	-
1	0,3 - <1,6	1 - 5	1,2 - <4,6	1 - <4	0,0 - 0,2	0,05
2	1,6 - <3,4	6 - 11	4,6 - <8,1	4 - <7	0,5 - 0,75	0,6
3	3,4 - <5,5	12 - 19	8,1 - <12,7	7 - <11		
4	5,5 - <8,0	20 - 28	12,7 - <18,4	11 - <16	0,8 - 1,2	1,0
5	8,0 - <10,8	29 - 38	18,4 - <25,3	16 - <22	1,2 - 2,0	1,5
6	10,8 - <13,9	39 - 49	25,3 - <32,2	22 - <28	2,0 - 3,5	2,3
7	13,9 - <17,2	50 - 61	32,2 - <39,1	28 - <34	3,5 - 6,0	3,0
8	17,2 - <20,8	62 - 74	39,1 - <47,2	34 - <41	πάνω από 6,0	4,0
9	20,8 - <24,5	75 - 88	47,2 - <55,2	41 - <48		
10	24,5 - <28,5	89 - 102	55,2 - <64,4	48 - <56	έως 20,0	5,5
11	28,5 - <32,7	103 - 117	64,4 - <73,6	56 - <64	πάνω από 20,0	-
12	>32,7	>118	>73,6	>64		

Πίνακας 3.3.2 Κλίμακα Μποφόρ και ταχύτητα ανέμου.

Πηγή [www.inout.gr](http://www.inout.gr)

Οι βαθμοί της κλίμακας συσχετίζονται με την ταχύτητα του ανέμου, όπως αυτή μετρείται από ένα ανεμόμετρο με τον εμπειρικό τύπο:

$$v_{[m/s]} = 0,836 \cdot B^{3/2} , \quad (3.3.1)$$

Όπου:

- $v$  είναι η ταχύτητα του ανέμου σε m/s και
- $B$  οι βαθμοί Μποφόρ.

Αν η ταχύτητα μετριέται σε άλλες μονάδες ισχύουν οι τύποι:

$$v_{[\text{kn}]} = 1,625 \cdot B^{3/2} \quad (3.3.2)$$

(όταν η ταχύτητα μετριέται σε κόμβους)

$$v_{[\text{km/h}]} = 3,01 \cdot B^{3/2} \quad (3.3.3)$$

(για km/h)

Αντίστροφα, το μέγεθος Μποφόρ μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά από την ταχύτητα του ανέμου με τη σχέση:

$$B \approx \frac{v_{[\text{kn}]} + 10}{6} \quad (3.3.4)$$

η οποία ισχύει ικανοποιητικά για μεγέθη μεταξύ 3 και 10.

### 3.4 Ανεμομετρικά όργανα.

Ανεμομετρικά όργανα είναι τα όργανα με τα οποία προσδιορίζεται και καταγράφεται η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου. Αυτά είναι τα ανεμόμετρα και οι ανεμοδείκτες.

Υπάρχουν διάφορα είδη ανεμόμετρων ανάλογα με το μηχανικό σύστημα που χρησιμοποιεί ο καθένας. Συνήθως όλα τα είδη αποτελούνται από μια κινούμενη ελεύθερα συσκευή και σε κατακόρυφο άξονα. Η συσκευή περιστρέφεται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Οι περιστροφές καταγράφονται με ειδική μηχανική ή ηλεκτρική σύνδεση σε ειδική βαθμολογική πλάκα.

Ο ανεμοδείκτης χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της διεύθυνσης του ανέμου. Αποτελείται από μεταλλικό βέλος, το οποίο στηρίζεται στο κέντρο βάρους του και περιστρέφεται σε κατακόρυφο άξονα. Κάτω από το βέλος υπάρχουν δύο άξονες κάθετοι μεταξύ τους στα άκρα των οποίων είναι σημειωμένα τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα.

Τα ανεμόμετρα και οι ανεμοδείκτες συνήθως συνδυάζονται σε ένα σύστημα. Υπάρχουν πολλοί τύποι ανεμομετρικών οργάνων άμεσης αναγνώρισης ή αυτογραφικά.

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

---

Τέτοια όργανα υπάρχουν σε όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς, στα πλοία καιρού, σε κρουαζιερόπλοια, στα πολεμικά πλοία κ.α. Ο άνεμος πνέει πάντα κάθετα προς τη γραμμή των κυμάτων με κατεύθυνση αυτή των κυμάτων. Αυτό λαμβάνεται υπ'όψιν για προσδιορισμό της κατεύθυνσης του ανέμου.



Φωτογραφία 3.4.1 Ανεμομετρικά όργανα.

Πηγή [www.nafpaktia.com](http://www.nafpaktia.com)

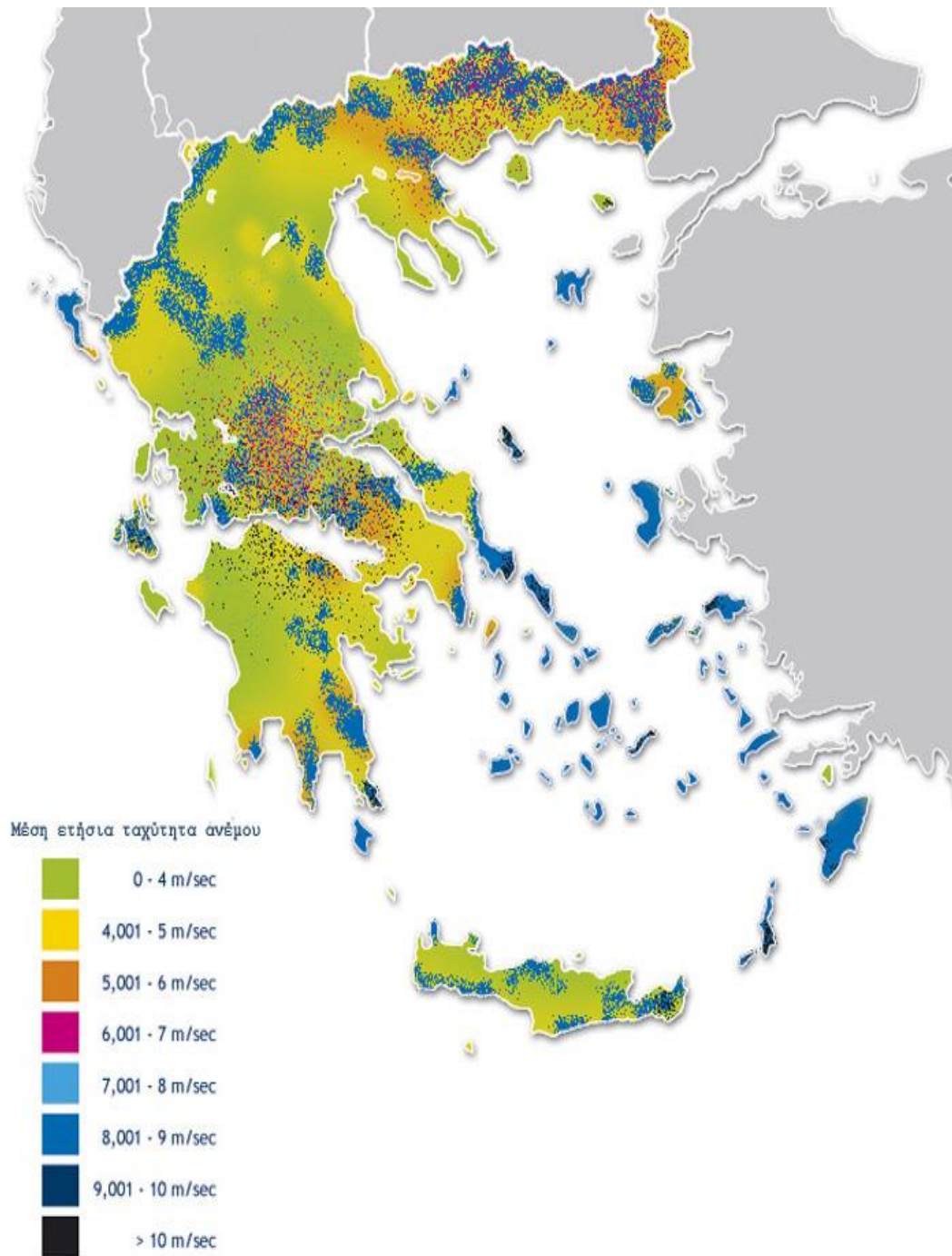


Φωτογραφία 3.4.2 Ανεμόμετρο χειρός.

Πηγή [www.elektronik.gr](http://www.elektronik.gr)



## 3.5 Μετεωρολογικός χάρτης ΕΛΛΑΔΑΣ



Εικόνα 3.5.1 Μετεωρολογικός χάρτης ΕΛΛΑΔΑΣ.

Πηγή [www.buildnet.gr](http://www.buildnet.gr)

Μετεωρολογικός χάρτης είναι ένας γεωγραφικός χάρτης μικρής κλίμακας 1/5.000.000 ή 1/10.000.000 διεθνώς αναγνωρισμένος. Ο χάρτης αυτός περιέχει τις θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών με τη μορφή μικρών κύκλων που λέγονται κύκλοι σταθμών. Δίπλα από κάθε κύκλο αναφέρεται ο << διεθνής αριθμός >> του που αποτελεί και την ταυτότητά του.

Με απόφαση του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού η Γη διαιρέθηκε σε μετεωρολογικές περιοχές. Τα όρια των περιοχών αυτών περιλαμβάνονται στον Μετεωρολογικό χάρτη. Στο κέντρο κάθε περιοχής αναφέρεται ο διψήφιος διεθνής αριθμός με μεγάλα ψηφία π.χ. η Αίγυπτος, η Ελλάδα και η Ιταλία ανήκουν στην 16<sup>η</sup> περιοχή.

### 3.6 Μετεωρολογικός Σταθμός

Κάθε Μετεωρολογικός σταθμός υποβάλλει ένα κωδικοποιημένο σήμα με τον αριθμό της περιοχής του. Έτσι είναι εύκολο να εντοπιστεί και να γίνει ανταλλαγή παρατηρήσεων.

Υπάρχουν Διεθνώς συνοπτικές ώρες παρατηρήσεων, οι κύριες και οι ενδιάμεσοι. Οι κύριες συνοπτικές ώρες είναι οι: 00.00, 12.00, 18.00 και οι ενδιάμεσοι: 03.00, 09.00, 15.00, 21.00 όλοι οι χρόνοι σε ώρα Γκρήνουιτς. Κάθε σταθμός χρησιμοποιεί την τοπική την τοπική ώρα ζώνης.

Τα στοιχεία των μετεωρολογικών παρατηρήσεων καταχωρούνται στον Μ.Χ γύρο από τον κύκλο του σταθμού με σύμβολα και διάταξη διεθνώς καθορισμένα. Η σύνταξη αυτή του Μ.Χ περιλαμβάνει νεφώσεις, ανέμους, θερμοκρασίες, υγρασίες, βροχές κλπ.

## 4. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

### 4.1 Γενικά

Οι μετακινήσεις του αέρα οφείλονται στις μεταβολές τις ατμοσφαιρικής πίεσης που ποικίλουν από τόπο σε τόπο και δημιουργούνται από την μεταβαλλόμενη θέρμανση της ατμόσφαιρας σε κάθε τόπο. Η ενέργεια του κινούμενου αέρα είναι η αιολική (ο Αίολος κατά την αρχαιότητα ήταν ο θεός των ανέμων) που όλο ένα και περισσότερο στις μέρες μας αξιοποιείται. Η αιολική ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον και είναι ανεξάντλητη γι' αυτό και ανανεώσιμη.

Ο άνθρωπος αξιοποιεί την αιολική ενέργεια με τις ανεμογεννήτριες όπου η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

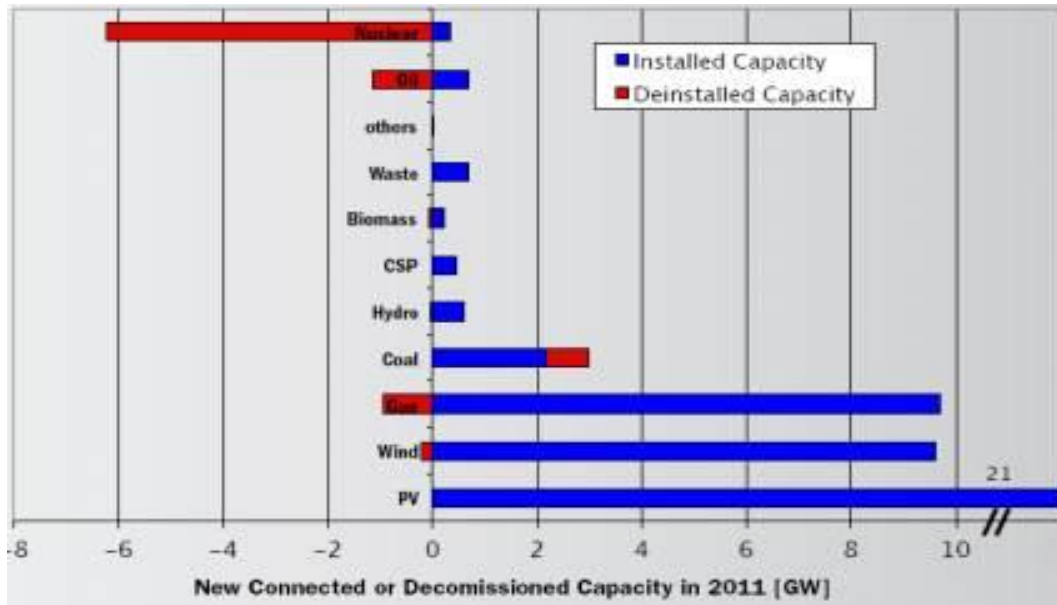
Όταν βλέπουμε μία ανεμογεννήτρια σε λειτουργία παρακολουθούμε τα πτερύγιά της να περιστρέφονται, τα οποία είναι συνδεδεμένα σε έναν άξονα. Ο άξονας έπειτα συνδέεται με ένα κιβώτιο ταχυτήτων και στην συνέχεια με την γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Σε περιπτώσεις όπου ο άνεμος υπερβεί μία ταχύτητα ασφαλείας όπου μπορεί να προκαλέσει βλάβη στην ανεμογεννήτρια λόγω μεγάλης ταχύτητας περιστροφής των πτερυγίων, τοποθετείται ειδικό φρένο στον άξονα των πτερυγίων όπου και περιορίζει την υπερβολική αύξηση περιστροφής. Η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική σε δύο φάσεις. Πρώτα η ενέργεια του ανέμου (κινητική) μετατρέπεται σε μηχανική αφού αναγκάζει τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας να περιστραφούν άρα και ο άξονας που είναι συνδεδεμένος με τα πτερύγια και τη γεννήτρια περιστρέφονται. Δεύτερον η περιστροφή της γεννήτριας (μηχανική) μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

Μια διάταξη ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή για την πλήρη κάλυψη ή για τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου είτε μέσω του ηλεκτρικού δικτύου (ΔΕΗ) εγχέεται για να καταναλωθεί αλλού.

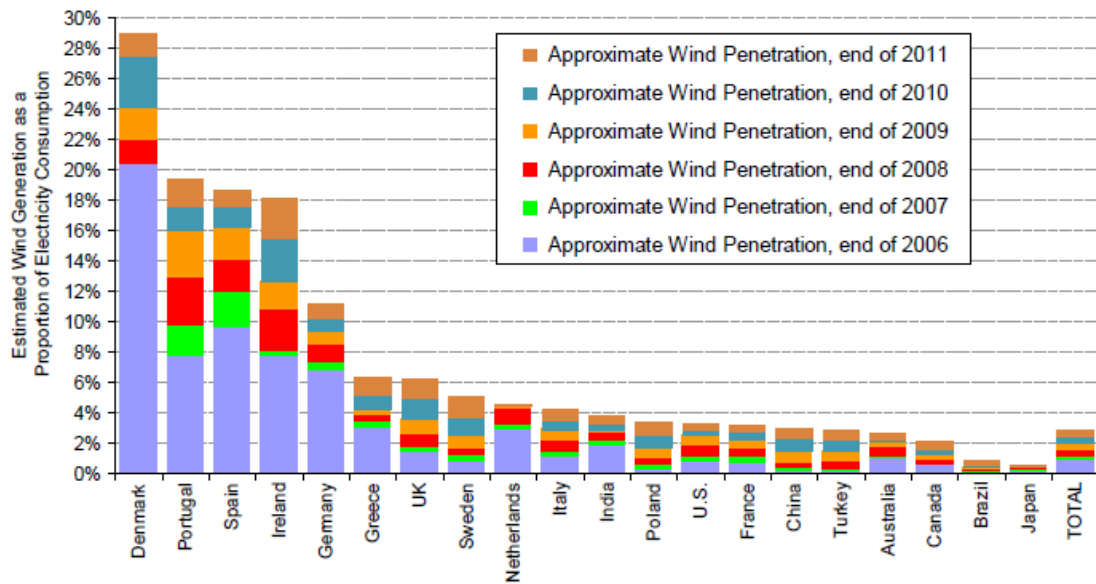
### Χρησιμότητα της αιολικής ενέργειας

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

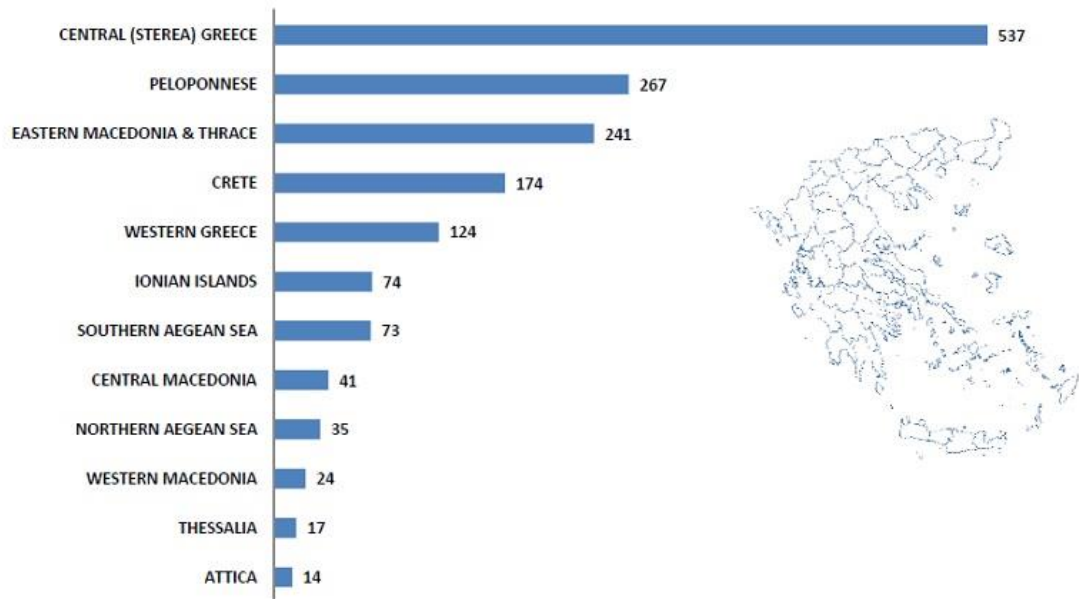
- ✓ Στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη.
- ✓ Σε σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος.



Γράφημα 4.1.1 Εγκατεστημένη ισχύ στην Ε.Ε το 2011 ( νέα και αποσυρόμενη )  
 Πηγή [www.evwind.es](http://www.evwind.es)



Γράφημα 4.1.2 Ποσοστό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρόνο σε διάφορες χώρες.  
 Πηγή [www.windpowerengineering.com](http://www.windpowerengineering.com)



Γράφημα 4.1.3 Η εγκατεστημένη αιολική ενέργεια (MW) ανά περιοχή της Ελλάδας το 2011.  
Πηγή [www.buildnet.gr](http://www.buildnet.gr)

## 4.2 Κατηγορίες Α/Γ

Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Οριζόντιου άξονα
2. Κάθετου άξονα

Οι δύο κατηγορίες των ανεμογεννητριών ( οριζόντιου και κάθετου άξονα ) χωρίζονται σε υποκατηγορίες:

Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα:

1. Μονόπτερες
2. Δίπτερες
3. Τρίπτερες
4. Πολύπτερες Αμερικάνικου Τύπου

Ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα:

1. Darrius
2. H-Darrius
3. Savonius

### 4.3 Φωτογραφίες Α/Γ ανάλογα τον τύπο της κάθε κατηγορίας.



Φωτογραφία 4.3.1 Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα τύπου ΜΟΝΟΠΤΕΡΗ  
Πηγή [www.aerotrope.com](http://www.aerotrope.com)



Φωτογραφία 4.3.2 Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα τύπου ΔΙΠΤΕΡΗ  
Πηγή [www.windenergysolutions.nl](http://www.windenergysolutions.nl)



Φωτογραφία 4.3.3 Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα τύπου ΤΡΙΠΤΕΡΗ  
Πηγή [www.environment-green.com](http://www.environment-green.com)



Φωτογραφία 4.1.4 Πολύπτερη ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα Αμερικάνικου τύπου  
Πηγή [www.ironmanwindmill.com](http://www.ironmanwindmill.com)



Φωτογραφία 4.1.5 Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα τύπου Darrieus  
Πηγή [www.nesseq.com](http://www.nesseq.com)





Φωτογραφία 4.1.5 Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα τύπου H-Darrieus  
Πηγή [www.picstopin.com](http://www.picstopin.com)



Φωτογραφία 4.1.5 Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα τύπου Savonius  
Πηγή [www.ecosources.info](http://www.ecosources.info)

## 4.4 Κατασκευαστικά μέρη Α/Γ

### 1. Στροφέας ή Δρομέας

Ο δρομέας είναι το στρεφόμενο μέρος της μηχανής και αποτελείται από ένα (μονόπτερος), δυο ή και τρία πτερύγια, και την πλήμνη μέσω της οποίας συνδέονται τα πτερύγια με τον κινητήριο άξονα.

### 2. Άτρακτος

Η άτρακτος η άτρακτος στεγάζει το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, την ηλεκτρογεννήτρια, το σύστημα προσανατολισμού και τον εξοπλισμό ελέγχου.

### 3. Κύριος Άξονας

Κατασκευάζεται από χάλυβα υψηλής αντοχής και συνδέεται με την γεννήτρια.

### 4. Γεννήτρια

Ηλεκτρογεννήτρια: μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια του άξονα εισόδου σε ηλεκτρική.

### 5. Σύστημα Πέδης

Μηχανικά ή αεροδυναμικά φρένα.

### 6. Κατευθυντήριο Σύστημα ή Σύστημα Προσανατολισμού

Περιστρέφει την άτρακτο έτσι ώστε ο άξονας περιστροφής του δρομέα να είναι συνεχώς παράλληλος με τη διεύθυνση του ανέμου.

### 7. Σύστημα Προστασίας

Για την αποφυγή βλάβης σε μεγάλες ταχύτητες του ανέμου διακόπτεται η παραγωγή.

### 8. Πύργος

Ο πύργος μιας Α/Γ υποστηρίζει το σύστημα της ατράκτου το οποίο ζυγίζει αρκετούς τόνους και ανυψώνει το δρομέα σε ύψος όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι αρκετά μεγαλύτερη και λιγότερο διαταραγμένη σε σχέση με το έδαφος.

### 9. Πτερύγια

Στις Α/Γ οριζόντιου άξονα το υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται είναι υαλόνημα για μικρές σε ισχύ και στις μεγάλες από ανθρακονήματα. Οι Α/Γ κάθετου άξονα συνήθως από αλουμίνιο.

## 5. ΠΡΟΤΥΠΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΙΟΝΑ

### 5.1 Εισαγωγή

#### ΚΙΟΝΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Την ανεμογεννήτρια που σχεδίασα και κατασκεύασα την ονομάζω **ΚΙΟΝΑ** λόγο της ιδιαίτερης μορφολογίας που έχει και της ομοιότητας σε σχέση με αρχαίους ελληνικούς κίονες. Την κατασκευή της ανεμογεννήτριας την πραγματοποίησα με την συμμετοχή του πατέρα μου **κ. Δρόση Ελευθέριο** και η κατασκευή αυτή διήρκησε τρεις μήνες ενώ ο σχεδιασμός περίπου έναν χρόνο. Πάρα κάτω θα γίνει αναλυτική περιγραφή για την κατασκευή της ανεμογεννήτριας αυτής με τη βοήθεια φωτογραφιών και συνημμένων σχεδίων για καλύτερη κατανόηση. Οι φωτογραφίες που φαίνονται πάρα κάτω είναι τραβηγμένες στην ταράτσα του σπιτιού μου εκεί όπου πραγματοποιήθηκε και υλοποιήθηκε η όλη κατασκευή της ανεμογεννήτριας **ΚΙΟΝΑΣ**.

### 5.2 Αναφορά στην κατασκευή της Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ

#### “ΚΙΟΝΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ”

Η κατασκευή αναφέρεται σε ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα με πολλές φτερωτές οι οποίες περιστρέφονται ανεξάρτητα μεταξύ τους όμως συνεργάζονται στην περιστροφή τους δηλαδή η μία βοηθά την άλλη να περιστρέφεται αποδοτικότερα.

Στην παρούσα κατασκευή της ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα όπου περιστρέφονται ανεξάρτητα πολλές φτερωτές και είναι τοποθετημένες κάθετα μεταξύ τους, οι φτερωτές περιστρέφονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη και έχουν ανεξάρτητες γεννήτριες, δηλαδή η κάθε φτερωτή έχει δικιά της γεννήτρια. Η παρούσα ανεμογεννήτρια είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε ο αέρας που εισέρχεται να συμπιέζεται πολύ περισσότερο από τις κοινές ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα. Οι φτερωτές είναι σχεδιασμένες και τοποθετημένες στο εσωτερικό μέρος της κατασκευής της ανεμογεννήτριας έτσι ώστε να δημιουργούν στρόβιλο αέρα όταν περιστρέφονται, με μία κατεύθυνση και με τη δύναμη του στρόβιλου αυτού η μία να βοηθά την άλλη να περιστρέφεται αποδοτικότερα από την άλλη.

### 5.3 Αρχή Λειτουργίας Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ

Ο αέρας εισχωρεί στην ανεμογεννήτρια από το πλάι και συμπιέζεται πολύ περισσότερο από τις κοινές ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα και έχει σαν αποτέλεσμα αύξησης της πίεσης του αέρα που χτυπά πάνω στα πτερύγια των περιστρεφόμενων φτερωτών. Η συμπίεση αυτή του αέρα επιτυγχάνεται με τους κώνους (1),(2) και με τα πτερύγια (3). Οι κώνοι (1),(2) είναι τοποθετημένοι μεταξύ τους ανάποδα με κάποιο κενό στη μέση από όπου γίνεται η διείσδυση του αέρα και στο σώμα τους στην μεγάλη επιφάνειά τους τοποθετούνται τα σταθερά πτερύγια (3). Οι κώνοι (1),(2) έχουν τρύπα (16) στη μέση κάθετα στο σώμα τους όπου τοποθετούνται οι φτερωτές και εκεί περιστρέφονται. Τα πτερύγια (3) εκτός από τη συμπίεση που δίνουν στον αέρα που εισχωρεί από το πλάι της ανεμογεννήτριας, δίνουν και κατεύθυνση στον αέρα που εισχωρεί, δηλαδή αναγκάζουν τον αέρα να κάνει στροβιλισμό στο εσωτερικό (16) της ανεμογεννήτριας με αποτέλεσμα να περιστρέφει τις φτερωτές (4),(5),(6),(7),(8) με μία φορά

περιστροφής. Το αποτέλεσμα της μεγάλης πίεσης του εισερχόμενου αέρα που αναπτύσσεται λόγω του σχεδιασμού του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας, δηλαδή των κώνων (1),(2) και των σταθερών πτερυγίων (3) είναι ότι χρησιμοποιείς μικρότερη σε μέγεθος φτερωτή σε σχέση με μία κοινή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ίδιας ισχύος. Εφόσον χρησιμοποιείς μικρότερη σε μέγεθος φτερωτή σε σύγκριση με μία κοινή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα θα έχεις μικρότερο βάρος φτερωτής που βρίσκεται τοποθετημένη σε κάθε γεννήτρια άρα καλύτερη απόδοση ή θα μπορείς να χρησιμοποιήσεις μεγαλύτερη σε ισχύ γεννήτρια σε σύγκριση με μία κοινή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ίδιων διαστάσεων σταθερού μέρους, δηλαδή παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια με ίδια ποσότητα αέρα. Η κάθε φτερωτή τοποθετείται απευθείας στον άξονα της γεννήτριας χωρίς να εδράζει σε ρουλεμάν, δηλαδή η φτερωτή δεν χρησιμοποιεί ρουλεμάν για την περιστροφή της διότι χρησιμοποιεί αυτά της γεννήτριας όπου είναι τοποθετημένη. Η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ χρησιμοποιεί πολλές φτερωτές οι οποίες είναι τοποθετημένες κάθετα μεταξύ τους και περιστρέφονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη με ίδια φορά περιστροφής. Οι φτερωτές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε τα πτερύγιά τους να έχουν κλίση με αποτέλεσμα όταν περιστρέφονται να δημιουργούν στρόβιλο αέρα προς μία κατεύθυνση όπως δηλαδή οι ανεμιστήρες. Δηλαδή κινούν ποσότητα αέρα με αποτέλεσμα με τη δύναμη του αέρα αυτού να προσπίπτει σε άλλη φτερωτή και έτσι να την βοηθά στην περιστροφή της διότι εκμεταλλεύεται και αυτή τη δύναμη του αέρα που προέρχεται από τις φτερωτές. Οι φτερωτές είναι κατασκευασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να περιστρέφονται με μεγάλες ταχύτητες και αυτό επιτυγχάνεται διότι κάθε φτερωτή αποτελείται από πολλά πτερύγια και αυτό την αναγκάζει να περιστρέφεται με μεγάλες ταχύτητες. Σύμφωνα με την κατασκευή κάθε φτερωτή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ εκτός από μία φτερωτή εκμεταλλεύεται δύο δυνάμεις αέρα. Οι δύο δυνάμεις αέρα που εκμεταλλεύεται κάθε φτερωτή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ είναι: η (Α) δύναμη του αέρα που εισχωρεί στην ανεμογεννήτρια από το πλάι, δηλαδή είναι ο αέρας που συμπιέζεται από τους κώνους (1),(2) και από τα πτερύγια (3) και η (Β) δύναμη του αέρα που προέρχεται από τις φτερωτές όταν περιστρέφονται και δημιουργούν στρόβιλο με μία κατεύθυνση. Δηλαδή τα πτερύγια των φτερωτών είναι σχεδιασμένα να έχουν κλίση με αποτέλεσμα όταν περιστρέφονται οι φτερωτές να κινούν ποσότητα αέρα προς μία κατεύθυνση. Η δύναμη (Β) της ποσότητας του αέρα που προέρχεται από τα πτερύγια των φτερωτών μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια σε άλλη φτερωτή δηλαδή η κάθε φτερωτή βοηθά στην περιστροφή σε άλλη φτερωτή.

Για να γίνει πιο σαφές πώς δημιουργείται η δύναμη (Β) του αέρα που προέρχεται από τα πτερύγια μίας φτερωτής και μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια σε άλλη φτερωτή εφόσον την περιστρέφει, αναφέρω το ακόλουθο παράδειγμα: αν τοποθετήσω δύο ίδιους ηλεκτρικούς οικιακούς ανεμιστήρες τον έναν απέναντι από τον άλλο και θέσω σε λειτουργία μόνο τον ένα τότε θα αναγκαστεί να περιστραφεί η φτερωτή του άλλου ανεμιστήρα διότι η δύναμη του αέρα που προέρχεται από τον ανεμιστήρα όπου έχω θέσει σε λειτουργία προσπίπτει πάνω στα πτερύγια της φτερωτής του άλλου ανεμιστήρα με αποτέλεσμα να την αναγκάζει να περιστρέφεται. Σύμφωνα με την κατασκευή η φτερωτή (4) είναι η μόνη φτερωτή που δεν δέχεται τη δύναμη (Β) διότι είναι η πρώτη φτερωτή, αν βέβαια η δύναμη (Β) του αέρα έχει κατεύθυνση από την φτερωτή (4) προς την (8) ειδάλλως θα συνέβαινε το αντίθετο, δηλαδή η φτερωτή (8) δεν θα δεχόταν τη δύναμη (Β) διότι ο αέρας θα κινείται από τη φτερωτή (8) με κατεύθυνση την(4).

Εφόσον οι φτερωτές είναι σχεδιασμένες ώστε να κατευθύνουν τον αέρα προς τα κάτω τότε η φτερωτή (5) θα έχει μεγαλύτερη απόδοση από την (4) διότι εκμεταλλεύεται τη δύναμη (Β) που προέρχεται από τη φτερωτή (4) ενώ η (4) φτερωτή δεν δέχεται τη δύναμη (Β) στα πτερύγιά της διότι δεν έχει φτερωτή από επάνω της. Η φτερωτή (6) θα έχει καλύτερη

απόδοση από την (5) φτερωτή διότι η δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (5) και εκμεταλλεύεται η (6) είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (4) και εκμεταλλεύεται η φτερωτή (5), φτερωτή (7) θα έχει καλύτερη απόδοση από την (6) φτερωτή διότι η δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (6) και εκμεταλλεύεται η (7) είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (5) και εκμεταλλεύεται η φτερωτή (6), η φτερωτή (8) θα έχει καλύτερη απόδοση από την (7) φτερωτή διότι η δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (7) και εκμεταλλεύεται η (8) είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη (B) που προέρχεται από τη φτερωτή (6) και εκμεταλλεύεται η φτερωτή (7) άρα η φτερωτή (8) έχει την καλύτερη απόδοση από όλες. Αν όλες οι φτερωτές έχουν ίδια ισχύος γεννήτρια τότε η (4) θα έχει την μικρότερη ταχύτητα και η (8) την μεγαλύτερη διότι η δύναμη (B) αυξάνεται από την φτερωτή (4) στην (5), από την (5) στην (6), από την (6) στην (7) και από την (7) στην (8) για αυτό τον λόγο η (8) φτερωτή θα έχει καλύτερη απόδοση.

Η παραπάνω διατύπωση της λειτουργίας των φτερωτών και το πώς επιδρά η δύναμη (B) σε κάθε φτερωτή ξεχωριστά είναι θεωρητική διότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί κατάλληλες μετρήσεις που να το αποδεικνύουν αλλά μόνο εμπειρικά δηλαδή όταν τέθηκε σε λειτουργία η Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ.

Στην ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ μπορείς να προσθέσεις ή να αφαιρέσεις φτερωτές άρα και γεννήτριες και έτσι αυξάνεις ή μειώνεις την ισχύ της. Η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ δηλαδή αποτελείται από βαθμίδες, όπου κάθε βαθμίδα αποτελείται από την φτερωτή, την γεννήτρια, τους κώνους (1)(2) τα περύγια (3) και τη σωλήνα (9). Αν όμως προσθέσεις μία βαθμίδα δηλαδή φτερωτή και γεννήτρια μαζί με τους δύο κώνους (1) (2), τα σταθερά περύγια (3) και την σωλήνα (9), τότε η ισχύ της ανεμογεννήτριας δεν θα αυξηθεί μόνο όση είναι η ισχύ της γεννήτριας που προστέθηκε αλλά πιο πολύ διότι όταν προσθέτεις βαθμίδες τότε αλλάζεις όλη την κατανομή της δύναμης (B) σε όλες τις φτερωτές της ανεμογεννήτριας και έτσι η συνολική ισχύ της ανεμογεννήτριας αυξάνεται δυσανάλογα. Όταν αφαιρείς βαθμίδες τότε συμβαίνει το ακριβώς αντίθετο. Σύμφωνα με τον σχεδιασμό στην ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ ο αριθμός των βαθμίδων που μπορούν να τοποθετηθούν είναι θεωρητικά άπειρος. Στην ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ τοποθετούνται σωλήνες (9) οι οποίες σκοπό έχουν να μην επιτρέπουν στον αέρα που εισχωρεί από το πλάι της ανεμογεννήτριας να περάσει στην απέναντι μεριά της ανεμογεννήτριας δηλαδή ο αέρας να την διασχίσει κάθετα και να βγει στον εξωτερικό αέρα πάλι χωρίς να παράξει έργο. Οι σωλήνες (9) αναγκάζουν όλο τον άνεμο που εισέρχεται από τα πλάι της ανεμογεννήτριας να χτυπήσει στα περύγια των φτερωτών με αποτέλεσμα όλος ο εισερχόμενος αέρας [δύναμη (A)] από το πλάι να μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια δηλαδή σε περιστροφική κίνηση των γεννητριών αφού θα κινήσει τις φτερωτές (4),(5),(6),(7),(8) ή όσες χρησιμοποιεί η γεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ. Μέσα στον σωλήνα (9) βρίσκεται η γεννήτρια κάθε φτερωτής και έτσι ο σωλήνας (9) προσφέρει πολύ καλή αεροδυναμική στο χώρο όπου βρίσκονται οι φτερωτές και η δύναμη (B) του αέρα αλλά παρέχει και προστασία στις γεννήτριες από υγρασία και ρύπους.

### 5.4 Πλεονεκτήματα Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ

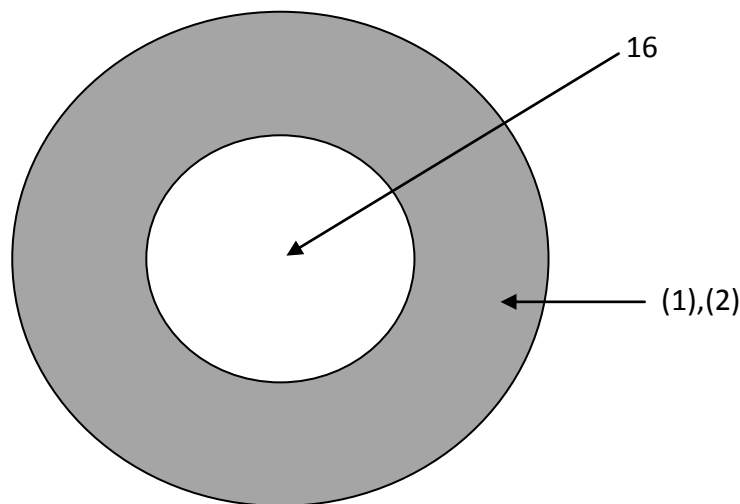
Η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα:

- Εφόσον ο αέρας που εισχωρεί από το πλάι της ανεμογεννήτριας συμπιέζεται πάρα πολύ άρα μεγαλύτερη πίεση αέρα, η φτερωτή είναι μικρή σε μέγεθος.
- Μικρή σε μέγεθος φτερωτή σημαίνει χαμηλός θόρυβος, λιγότερο συνολικό βάρος κατασκευής αλλά και καλύτερη απόδοση στην γεννήτρια που είναι τοποθετημένη η κάθε φτερωτή διότι την διευκολύνει να περιστρέφεται ευκολότερα αφού έχει λιγότερο βάρος.

- Λειτουργεί σε μικρότερα μποφόρ εξωτερικού αέρα και με μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής σε όλα τα μποφόρ σε σχέση με μία κοινή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα. Οι φτερωτές (4),(5),(6),(7),(8) είναι σχεδιασμένες ώστε να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες περιστροφής.
- Για ευκολία στην μεταφορά της η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ χωρίζεται σε κομμάτια τις βαθμίδες όπου κάθε βαθμίδα χωρίζεται σε επιμέρους κομμάτια.
- Σε περίπτωση που χρειαστώ αύξηση ή μείωση της ισχύος, τότε προσθέτω ή αφαιρώ βαθμίδες αναλόγως.
- Η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ χρησιμοποιεί πολλές φτερωτές οι οποίες περιστρέφονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη όμως συνεργάζονται μεταξύ τους στην περιστροφή δηλαδή η μία βοηθά την άλλη να περιστρέφεται αποδοτικότερα από την προηγούμενη.
- Σε περίπτωση βλάβης ή επισκευής κάποιας βαθμίδας οι υπόλοιπες βαθμίδες εξακολουθούν και λειτουργούν.

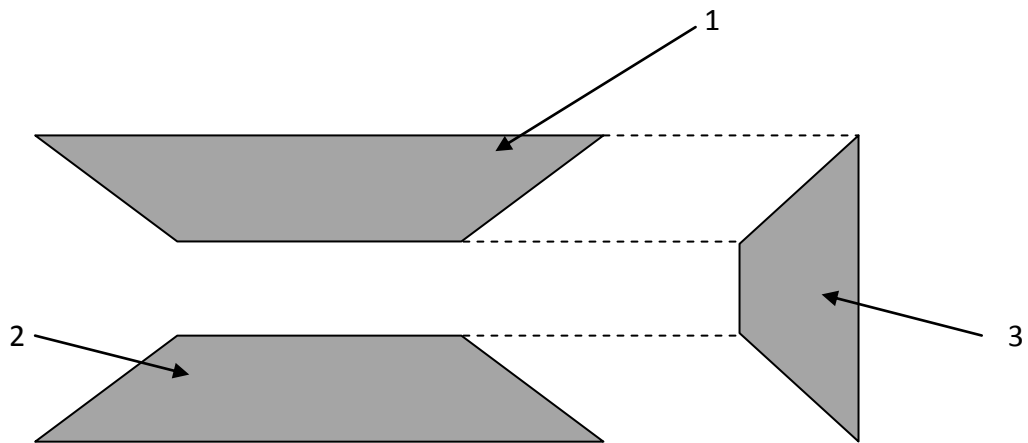
### 5.5 Σχεδιαστικά μέρη Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ

**Η κατασκευή περιγράφεται με τη βοήθεια παραδείγματος και με αναφορά στα συνημμένα σχέδια που ακολουθούν στα οποία:**



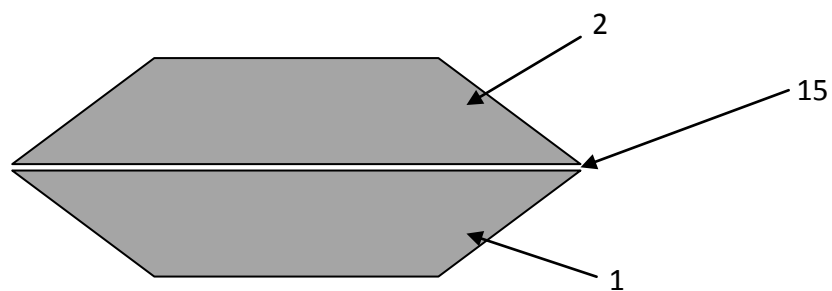
Σχήμα 5.5.1 Κάτοψη κώνου.

Το σχήμα 5.5.1 παρουσιάζει έναν κώνο (1) ή (2) της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ και διακρίνεται ο χώρος (16) όπου τοποθετούνται η φτερωτές (4)(5)(6)(7)(8) μαζί με τις γεννήτριες και τους σωλήνες (9).



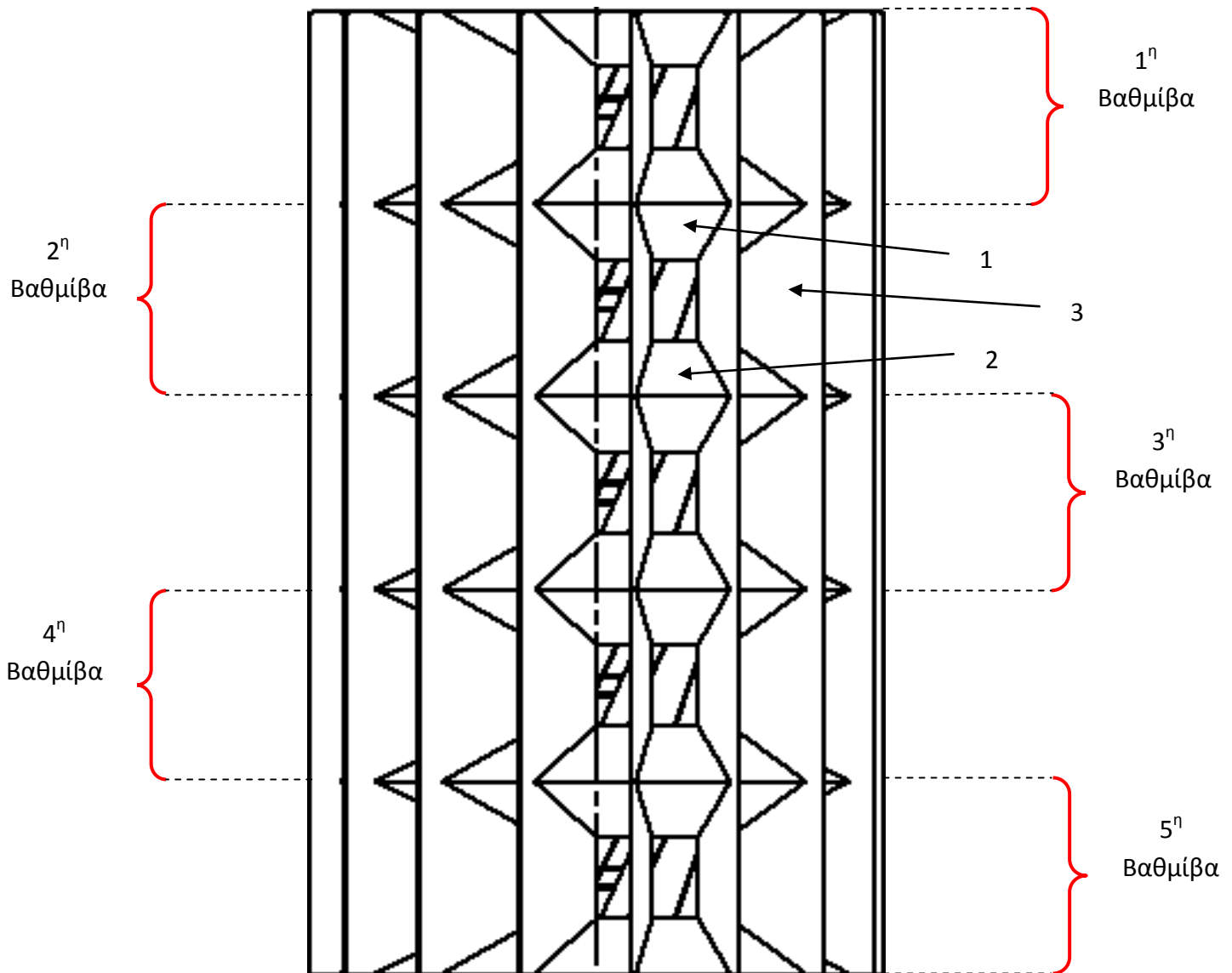
Σχήμα 5.5.2 Σταθερά μέρη βαθμίδας.

Το σχήμα 5.5.2 παρουσιάζει τα σταθερά εξωτερικά μέρη μίας βαθμίδα της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όταν συναρμολογείται όπου το σταθερό μέρος αποτελείται από τους κώνους (1)(2) και τα πτερύγια (3).



Σχήμα 5.5.3 Σημείο αλλαγής βαθμίδας.

Το σχήμα 5.5.3 παρουσιάζει το σημείο (15) της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπου αλλάζει μία βαθμίδα και δια κρίνονται οι κώνοι (1)(2) δύο διαφορετικών βαθμίδων.

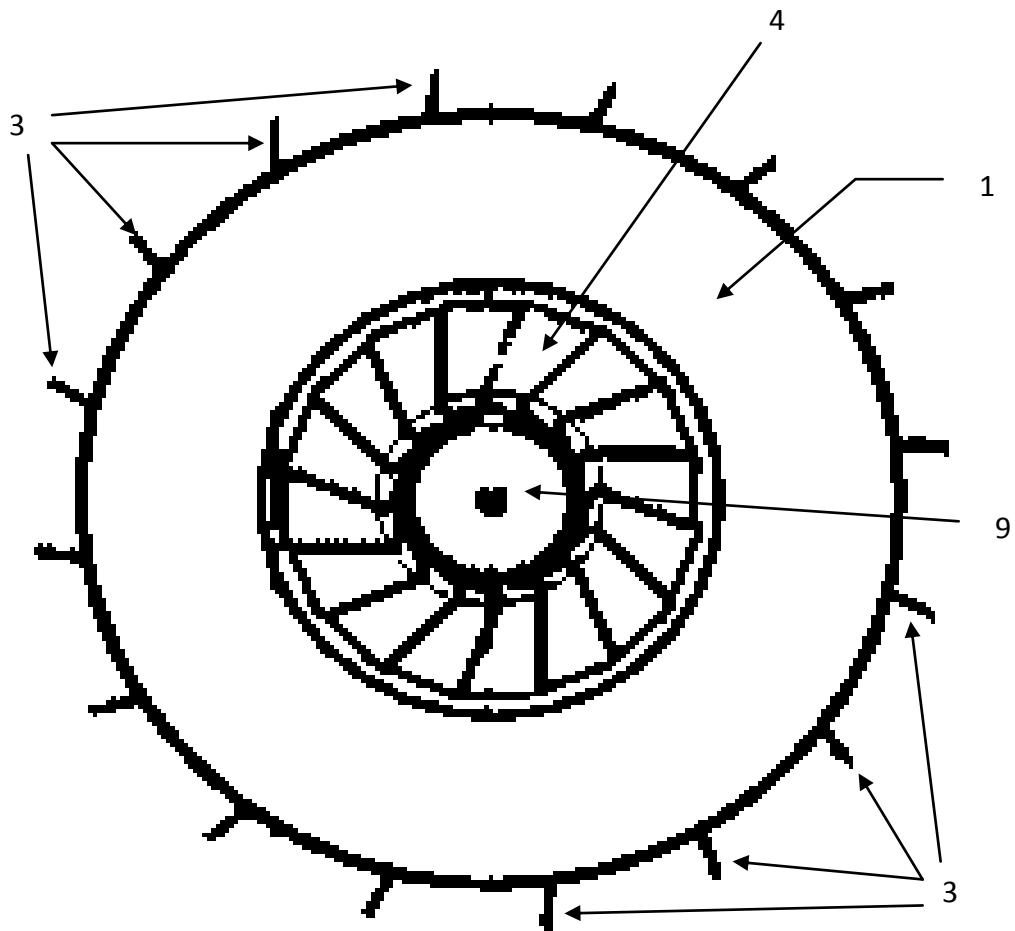


Σχήμα 5.5.4 Πλάγια όψη Α/Γ.

Το σχήμα 5.5.4 παρουσιάζει μία πλάγια όψη της ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ από όπου εισέρχεται ο αέρας και με του κώνους (1)(2) τα σταθερά πτερύγια (3) και τις σωλήνες (9) συμπιέζεται. Κάθε δύο κώνοι (1)(2), μία φτερωτή, μία σωλήνα (9) και ένα πλήθος πτερυγίων (3) αποτελούν μία βαθμίδα δηλαδή το σχήμα 1 δείχνει την ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑ με πέντε βαθμίδες.

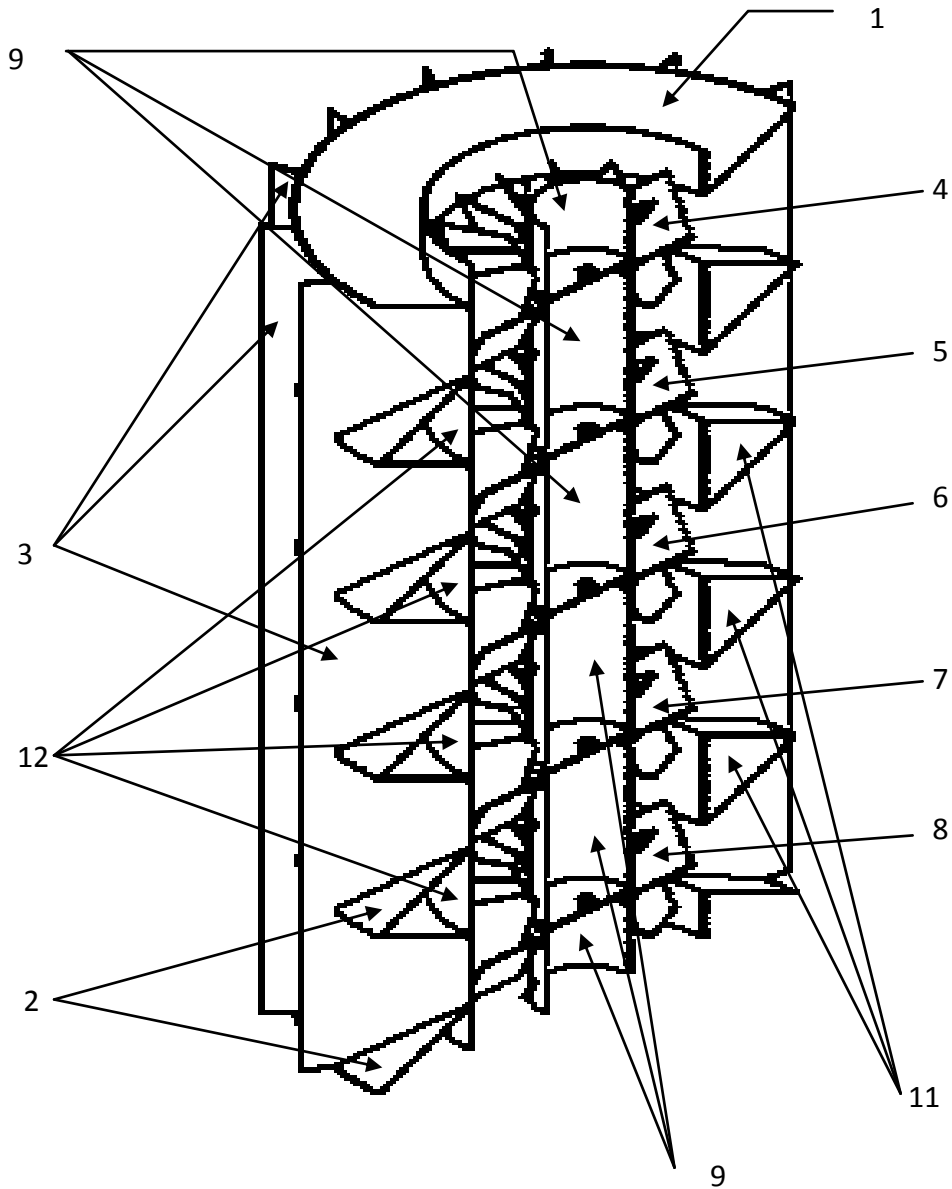






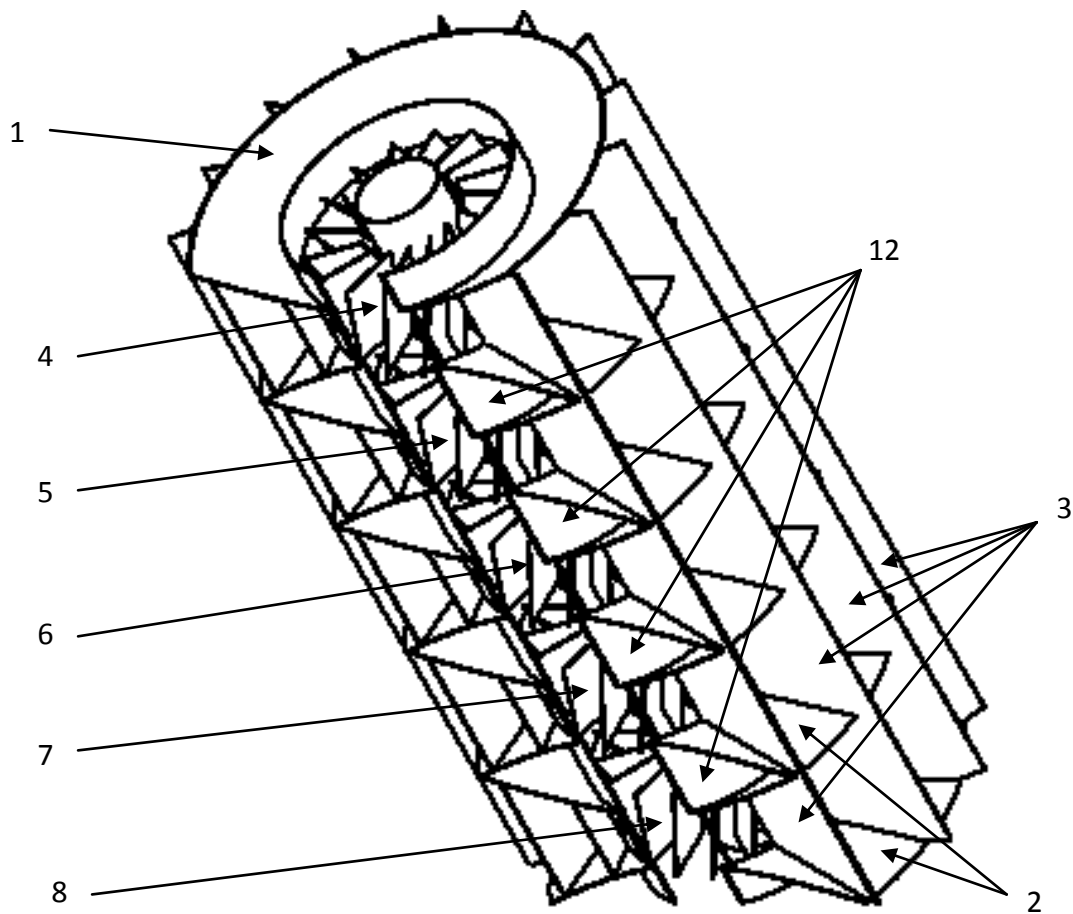
Σχήμα 5.5.6 Κάτοψη Α/Γ.

Το σχήμα 5.5.6 παρουσιάζει μία κάτοψη της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπου διακρίνεται η φτερωτή (4), ο κώνος (1), τα πτερύγια (3) και ο σωλήνας (9).



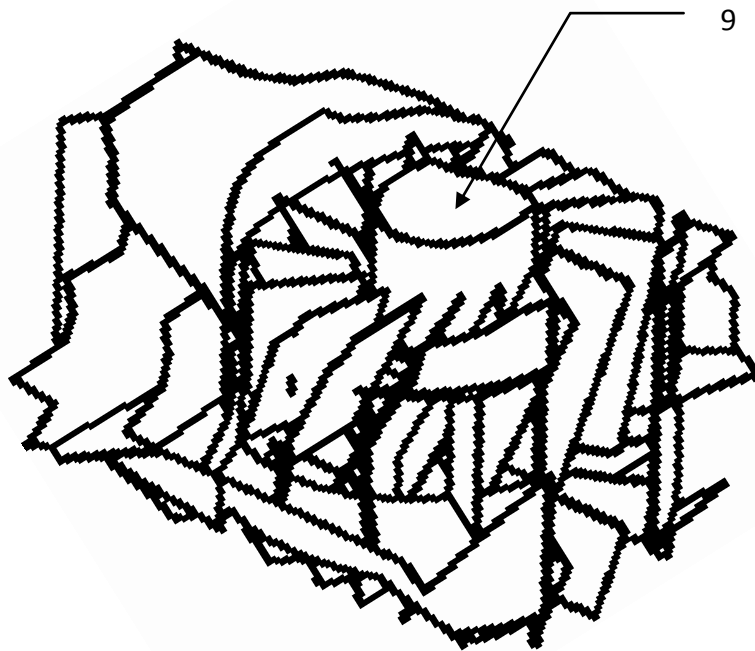
Σχήμα 5.5.7 Κάθετη τομή της Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ.

Το σχήμα 5.5.7 παρουσιάζει μία κάθετη τομή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπου διακρίνονται τα πτερύγια (3) οι κώνοι (1)(2), οι φτερωτές (4)(5)(6)(7)(8) αλλά και οι σωλήνες (9). Δείχνει το πώς είναι τοποθετημένοι οι κώνοι (1)(2) όταν αλλάζει βαθμίδα και ότι οι κώνοι αυτοί δημιουργούν ένα κενό (11) το οποίο κλείνει με την ένωση των δύο άκρων των κώνων στη μία τους μεριά δηλαδή με την ένωση (12) με ίδιο υλικό και έτσι ο αέρας και η δύναμη (B) κατευθύνεται προς τα κάτω χωρίς απώλειες.



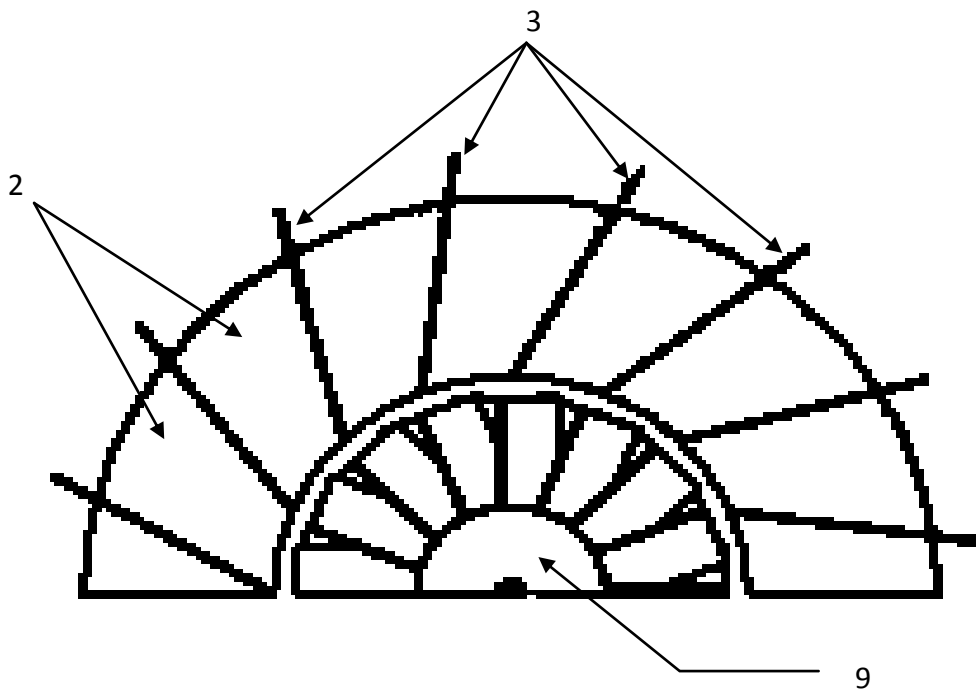
Σχήμα 5.5.8 Κάθετη τομή του σταθερού μέρους της Α/Γ.

Το σχήμα 5.5.8 παρουσιάζει μία τομή του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπου διακρίνονται οι φτερωτές (4)(5)(6)(7)(8) και μπορούμε να κατανοήσουμε πώς περιστρέφονται με την διείσδυση του αέρα από τα πλάγια και το πώς συνεργάζονται στην περιστροφή. Ακόμα δείχνει το κομμάτι (12) που κλείνει το κενό (11).



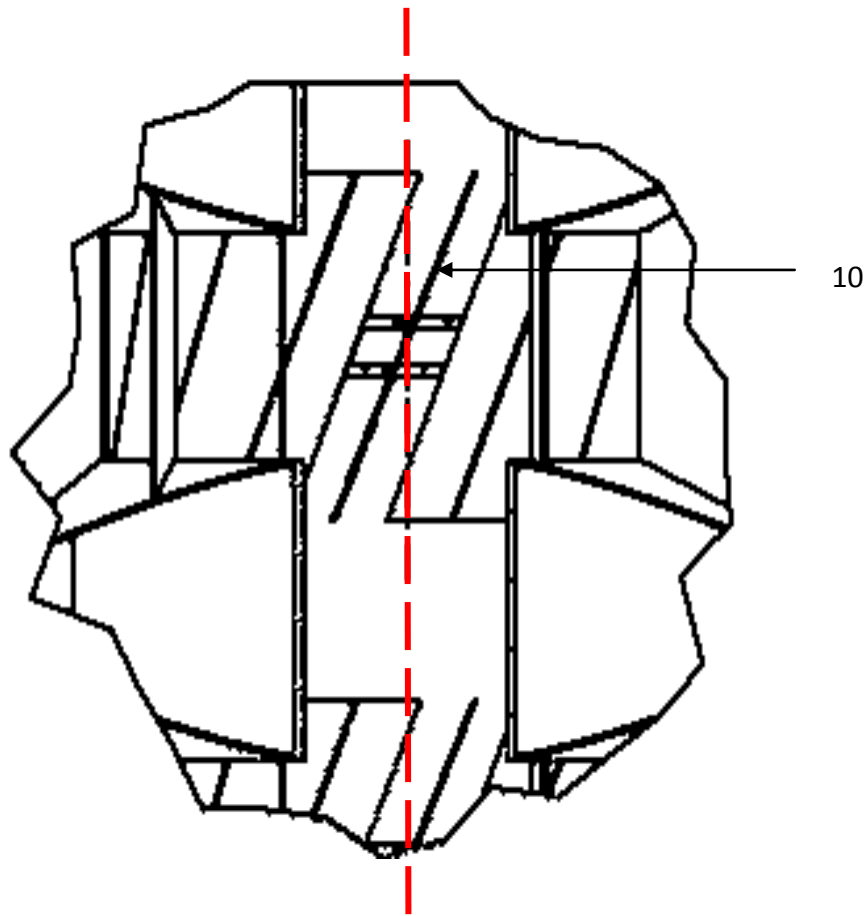
Σχήμα 5.5.9 Φτερωτή και σωλήνα (9) της βαθμίδας.

Το σχήμα 5.5.9 παρουσιάζει την τομή μίας βαθμίδας όπου βλέπουμε την φτερωτή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ, όπου φαίνεται και η κλίση που έχουν τα περύγια της φτερωτής, ακόμα παρουσιάζει τη σωλήνα (9) όπου δεν επιτρέπει τον αέρα που εισέρχεται από το πλάι να διασχίσει την ανεμογεννήτρια κάθετα προς την απέναντι μεριά χωρίς να παράξει έργο και να βγει πάλι στον εξωτερικό αέρα.



Σχήμα 5.5.10 Κάτοψη τομή της Α/Γ.

Το σχήμα 5.5.10 παρουσιάζει μια κάτοψη τομή της μισής ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ και διακρίνεται ο κώνος (2), τα πτερύγια (3), μια φερωτή και η σωλήνα (9). Στο σχήμα αυτό μπορούμε να κατανοήσουμε τη λειτουργία των πτερυγίων (3) όπου συμπιέζουν τον αέρα αλλά και του δίνουν κατεύθυνση ώστε να αναγκάσουν την φερωτή να περιστραφεί προς μία φορά.



Σχήμα 5.5.11 Κλίση πτερυγίων φτερωτής.

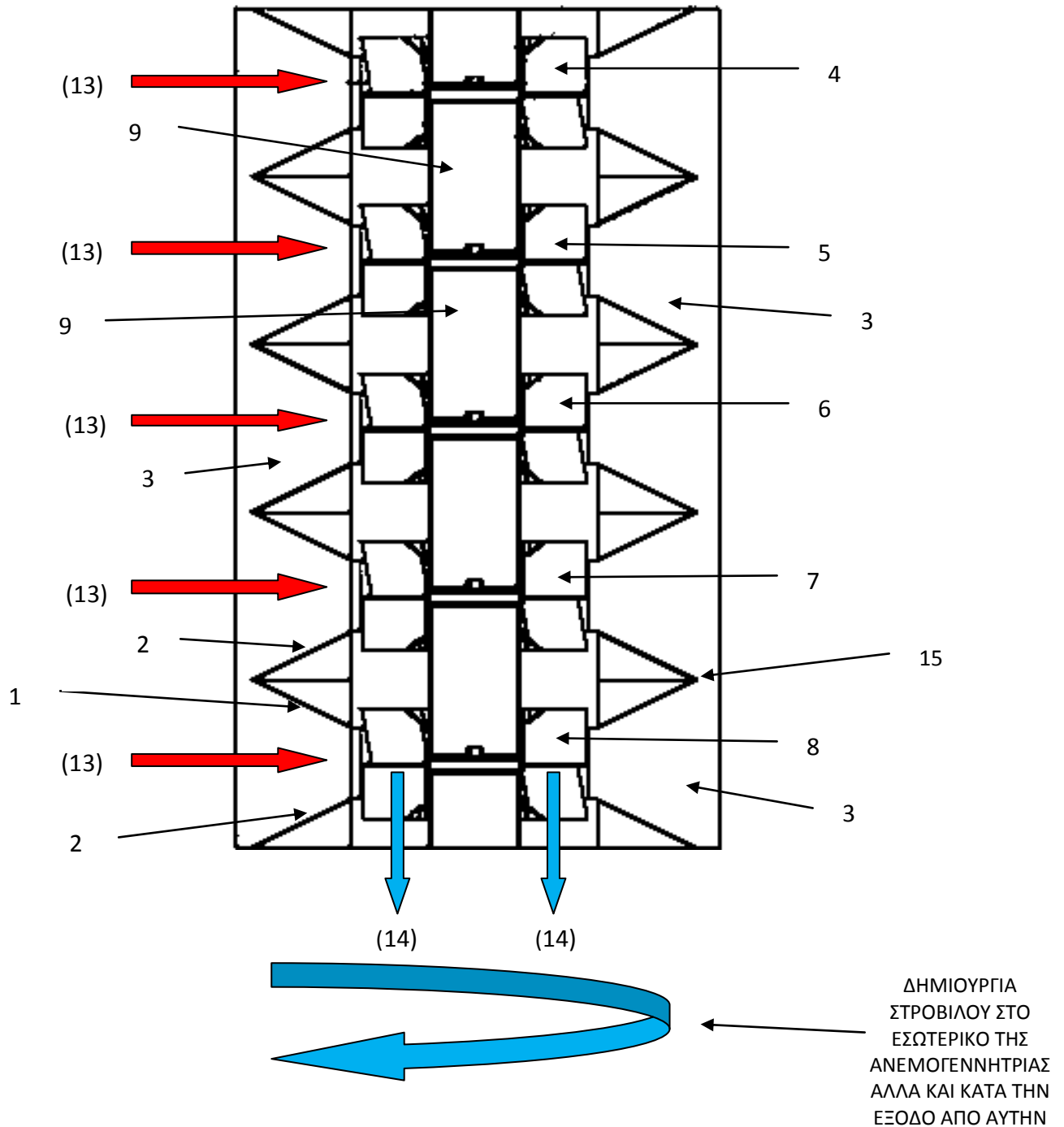
Το σχήμα 5.5.11 παρουσιάζει μία πλάγια όψη μίας φτερωτής όπου διακρίνεται η κλίση που έχουν τα πτερύγια (10) με βάση την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή που μας βοηθά στην κατανόηση έτσι ώστε να λειτουργεί σαν ανεμιστήρας προωθώντας αέρα με κατεύθυνση την άλλη φτερωτή δημιουργώντας στρόβιλο με αποτέλεσμα να την βοηθά στην περιστροφή της.



Σχήμα 5.5.12 Ο χώρος στο εσωτερικό της σωλήνας (9).

Το σχήμα 5.5.12 παρουσιάζει μία τομή της φτερωτής και του σωλήνα (9) και φαίνεται ο χώρος στο εσωτερικό της σωλήνας (9) όπου τοποθετείται η γεννήτρια αλλά και το πώς λειτουργεί ο σωλήνας (9).





Σχήμα 5.5.13 Πλάγια όψη της κάθετης τομής της Α/Γ.

Το σχήμα 5.5.13 παρουσιάζει την πλάγια όψη της κάθετης τομής της Α/Γ στην οποία διακρίνονται οι φτερωτές (4)(5)(6)(7)(8), οι κώνοι (1)(2), τα σταθερά πτερύγια (3) αλλά και οι σωλήνες (9). Το βέλος (13) δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης (Α) του αέρα και το βέλος (14) δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης (Β) του αέρα. Ακόμα παρουσιάζει και το σημείο (15) της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπου αλλάζει η βαθμίδα.

### 5.6 Συνοπτική περιγραφή της Α/Γ κάθετου άξονα "ΚΙΟΝΑΣ"

Στην πολυβάθμια ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα "ΚΙΟΝΑΣ" ο αέρας εισέρχεται από το πλάι και από όλες τις κατευθύνσεις εκεί συμπιέζεται και κατευθύνεται στη φτερωτή με αποτέλεσμα να την κινήσει. Είναι πολυβάθμια διότι χρησιμοποιεί πολλές ξεχωριστές φτερωτές με ξεχωριστές γεννήτριες η κάθε μία. Η κάθε φτερωτή περιστρέφεται ανεξάρτητα από τις άλλες και έχει τοποθετημένα επάνω της πτερύγια τα οποία έχουν ορισμένη κλίση με αποτέλεσμα να στέλνουν ποσότητα αέρα προς την κατεύθυνση που υπάρχει η κλίση αυτή όταν περιστρέφονται. Η φτερωτή που δέχεται την ποσότητα αέρα από την άλλη φτερωτή έχει καλύτερη απόδοση διότι εκμεταλλεύεται την δύναμη του αέρα από τα πλάγια που εισέρχεται σε όλες τις φτερωτές αλλά και την δύναμη που δέχεται από την άλλη φτερωτή λόγω της κλίσης των πτερυγίων. Επειδή υπάρχουν πολλές φτερωτές άρα και γεννήτριες σε περίπτωση που κάποια βγει εκτός τότε οι υπόλοιπες θα εξακολουθούν να λειτουργούν.

Η ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ αποτελείται από βαθμίδες οι οποίες δεν έχουν συγκεκριμένο αριθμό, ανάλογα την ισχύ που θέλω προσθέτω η αφαιρώ βαθμίδες. Κάθε βαθμίδα αποτελείται από τους κώνους (1)(2), τα πτερύγια (3), την περιστρεφόμενη φτερωτή με την γεννήτρια και την σωλήνα (9). Τα πτερύγια (3) και οι κώνοι (1)(2) χρησιμεύουν στο να συμπιέζουν τον αέρα που εισέρχεται από το πλάι της ανεμογεννήτριας δηλαδή τη δύναμη (Α). Τα πτερύγια (3) χρησιμεύουν και στο να κατευθύνουν τον αέρα που εισέρχεται από το πλάι της ανεμογεννήτριας. Οι φτερωτές (4)(5)(6)(7)(8) ή όσες χρησιμοποιεί η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ από όλες τις βαθμίδες περιστρέφονται ανεξάρτητα μεταξύ τους όμως συνεργάζονται η μία με την άλλη με την δύναμη (Β) που η μία δίνει στην άλλη. Ακόμα χρησιμοποιεί σωλήνες (9) για μεγαλύτερη εκμετάλλευση της δύναμης του αέρα διότι αναγκάζει όλο τον αέρα που εισχωρεί από το πλάι της ανεμογεννήτριας να κατευθυνθεί προς μία φορά χωρίς απώλειες.

## 6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΚΙΟΝΑΣ

### 6.1 Κατασκευή σταθερού μέρους Α/Γ



Φωτογραφία 6.1.1 Το σύνολο των κομματιών του σταθερού μέρους.

Στην φωτογραφία 6.1.1 βλέπουμε τα κομμάτια λαμαρίνας τα οποία αποτελούν το σταθερό μέρος της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ. Τα κομμάτια αυτά είναι από υλικό σίδερο τα οποία έχουν πάχος 1,5mm. Οι σιδερένιες λαμαρίνες αυτές είναι διαμορφωμένες (κομμένες) σε ειδική μηχανή laser με μεγάλη ακρίβεια σε ειδικό μηχανουργείο έτσι ώστε όταν συναρμολογηθούν να μην υπάρξει σφάλμα με αποτέλεσμα όλα τα τμήματα που θα δημιουργηθούν να τοποθετηθούν με ακρίβεια και να κατασκευαστεί το τελικό σταθερό εξωτερικό μέρος της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ όπως φαίνεται στο αρχικό σχήμα (5.5.4). Τα κομμάτια αυτά είναι κομμένα σε πολλές διαφορετικές διαστάσεις για τη δημιουργία των κώνων και των πτερυγίων που χρησιμοποιεί η ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ.



Φωτογραφία 6.1.2 Συναρμολόγηση κομματιών και δημιουργία υποτμημάτων.

Στην φωτογραφία 6.1.2 βλέπουμε κάποια συναρμολογημένα κομμάτια λαμαρίνας όπου δημιουργούνται υποτμήματα τα οποία χρειάζονται για την δημιουργία των κώνων. Τα υποτμήματα αυτά αποτελούνται από τριών διαφορετικών σε διαστάσεις κομματιών λαμαρίνας τα οποία είναι κολλημένα με κατάλληλη ηλεκτροκόλληση για το συγκεκριμένο υλικό και το συγκεκριμένο πάχος αυτού του υλικού. Τα υποτμήματα αυτά στη συνέχεια θα συγκολληθούν κατάλληλα μεταξύ τους και θα δημιουργήσουν τους κώνους.



Φωτογραφία 6.1.3 Στρογγυλό κομμάτι λαμαρίνας κομμένο με laser.

Στην φωτογραφία 6.1.3 βλέπουμε ένα στρογγυλό κομμάτι λαμαρίνας πάχους 1,5mm και διαμέτρου 1100mm το οποίο είναι κομμένο σε μηχανή laser. Το κομμάτι αυτό τοποθετείται στην κορυφή του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ και σκοπό έχει να προστατεύει το εσωτερικό της ανεμογεννήτριας από τη βροχή και διάφορους ρύπους που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη σε αυτή. Στο κέντρο του κομματιού αυτού υπάρχει τρύπα διαμέτρου 20mm όπου χρησιμεύει στο να κρατά την ντίζα όπου στηρίζονται οι φτερωτές στο κέντρο ακριβώς της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ έτσι ώστε τα πτερύγια των φτερωτών να μην βρίσκουν στο σώμα του σταθερού μέρους εσωτερικά όταν περιστρέφονται. Παρακάτω θα αναλύσω λεπτομερώς την λειτουργία της ντίζας και των διαφόρων εξαρτημάτων που την συνθέτουν.



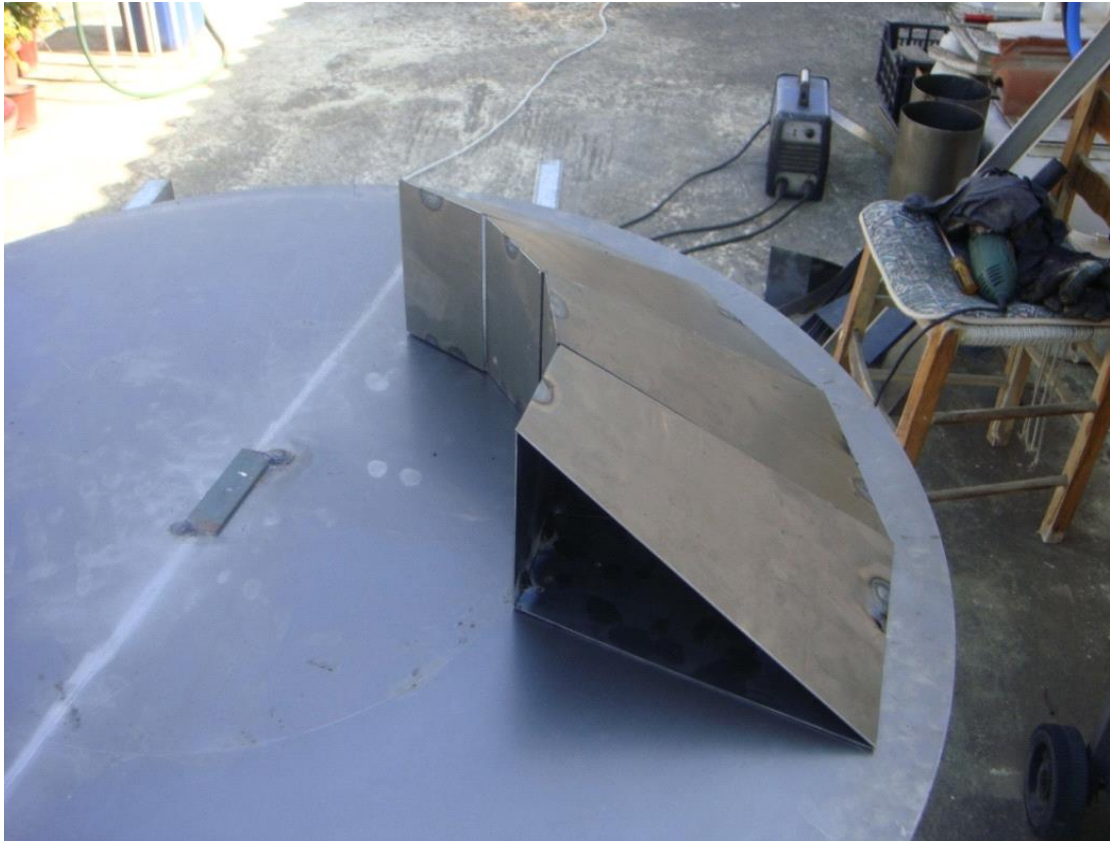
Φωτογραφία 6.1.4 Κομμάτι λαμαρίνας για πάγκο εργασίας.

Στην φωτογραφία 6.1.4 βλέπουμε ένα κομμάτι λαμαρίνας πάχους 1,5mm και διαμέτρου 1100mm το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν πάγκος εργασίας όπου εκεί θα κολληθούν τα υποτμήματα για να δημιουργηθούν οι κώνοι, που θα αναλύσω πιο κάτω αναλυτικά. Ο κάθε κώνος είναι στρογγυλός όμως στην ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ είναι ένας δεκαεξάγωνος κώνος όπου όλα τα υποτμήματα αυτού θα πρέπει να συγκολληθούν με μεγάλη ακρίβεια. Στο κομμάτι αυτό το στρογγυλό χαράζεται με ακρίβεια ένας κύκλος ο οποίος χρησιμεύει για "οδηγός" για την τοποθέτηση στην περίμετρο αυτού του κύκλου τα υποτμήματα και την συγκόλληση αυτών με αποτέλεσμα την δημιουργία δεκαεξάγωνου κώνου χωρίς σφάλματα. Για να γίνει ο κύκλος αυτός με ακρίβεια ηλεκτροσυγκολλήσαμε ένα μικρό λαμάκι στο κέντρο της λαμαρίνας αυτής όπως φαίνεται και στο λαμάκι αυτό έκανα μία πόντα δηλαδή δημιούργησα ένα βαθούλωμα με ειδικό εργαλείο ζουμπά το οποίο το χτυπάς με το σφυρί και αυτό για να έχω κέντρο όπου θα χαράξω κύκλο με διαβήτη. Με τη βοήθεια τώρα του μεταλλικού διαβήτη και με τη μία άκρη του στο βαθούλωμα της πόντας που ανέφερα χαράζω κύκλο με συγκεκριμένη διάμετρο.



Φωτογραφία 6.1.5 Δημιουργία του υποτομήματος.

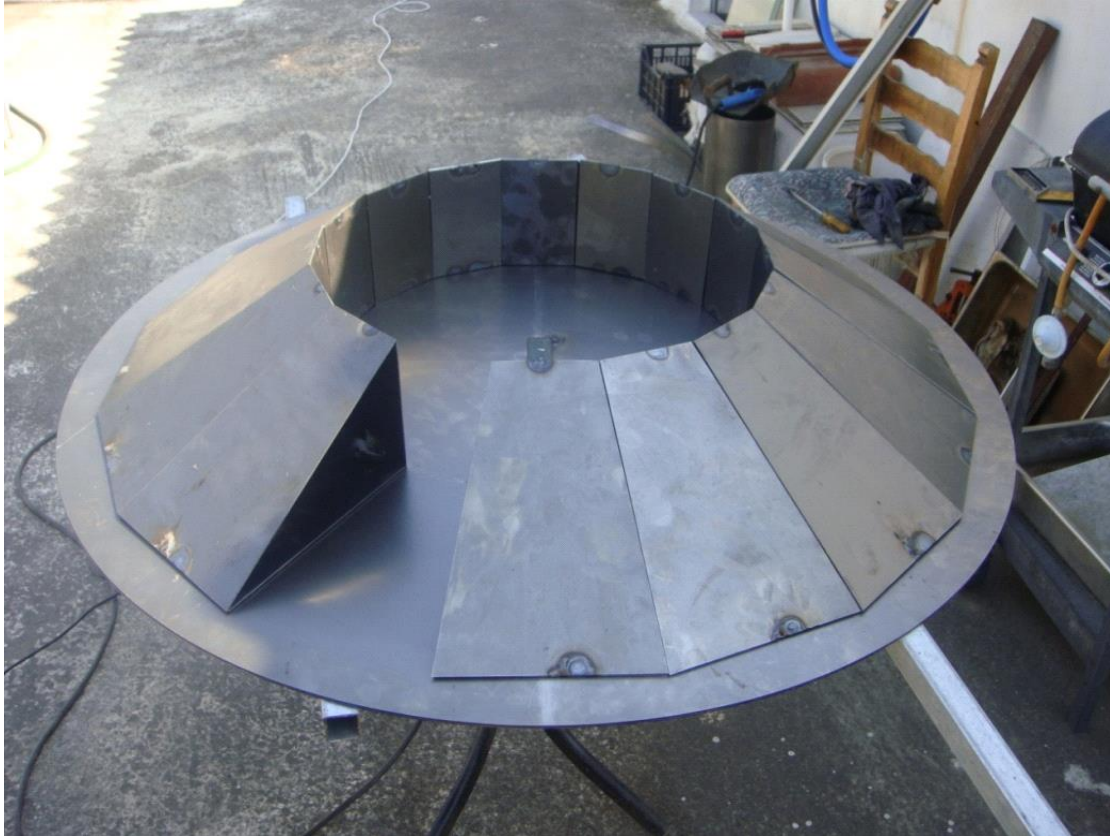
Στην φωτογραφία 6.1.5 βλέπουμε ένα υποτομήμα ενός κώνου έτοιμο σε τελική φάση κατασκευής το οποίο είναι τοποθετημένο σε πάγκο ο οποίος είναι κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε να συγκολλούνται τα κομμάτια με ακρίβεια. Το κάθε υποτομήμα αυτό αποτελείται από τρία διαφορετικά σε διαστάσεις κομμάτια σιδερένιας λαμαρίνας πάχους 1,5mm και είναι ηλεκτροσυγκολλημένα κατάλληλα μεταξύ τους έτσι ώστε να έχουν μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις του αέρα που χτυπά επάνω τους αλλά και στις διαστολές-συστολές στις διάφορες θερμοκρασίες του περιβάλλοντος ανάλογα την εποχή. Δεκαέξι τέτοια κομμάτια συντελούν έναν κώνο.



Φωτογραφία 6.1.6 Τοποθέτηση υποτομημάτων για τη δημιουργία του κώνου.

Στην φωτογραφία 6.1.6 βλέπουμε την τοποθέτηση τεσσάρων υποτομημάτων στον πάγκο όπου φέρει και τον χαραγμένο κύκλο για οδηγό και έτσι τα υποτομήματα θα τοποθετηθούν με μεγάλη ακρίβεια περιμετρικά του κύκλου πριν ηλεκτροσυγκολληθούν μεταξύ τους για την τελική διαμόρφωση του κώνου όπου κάθε κώνος αποτελείται από δεκαέξι υποτομήματα. Είναι σημαντικό πριν ηλεκτροσυγκολληθούν τα υποτομήματα να τοποθετηθούν όλα στον πάγκο και να ταιριάξουν στον χαραγμένο κύκλο κατάλληλα διότι έτσι θα ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα.





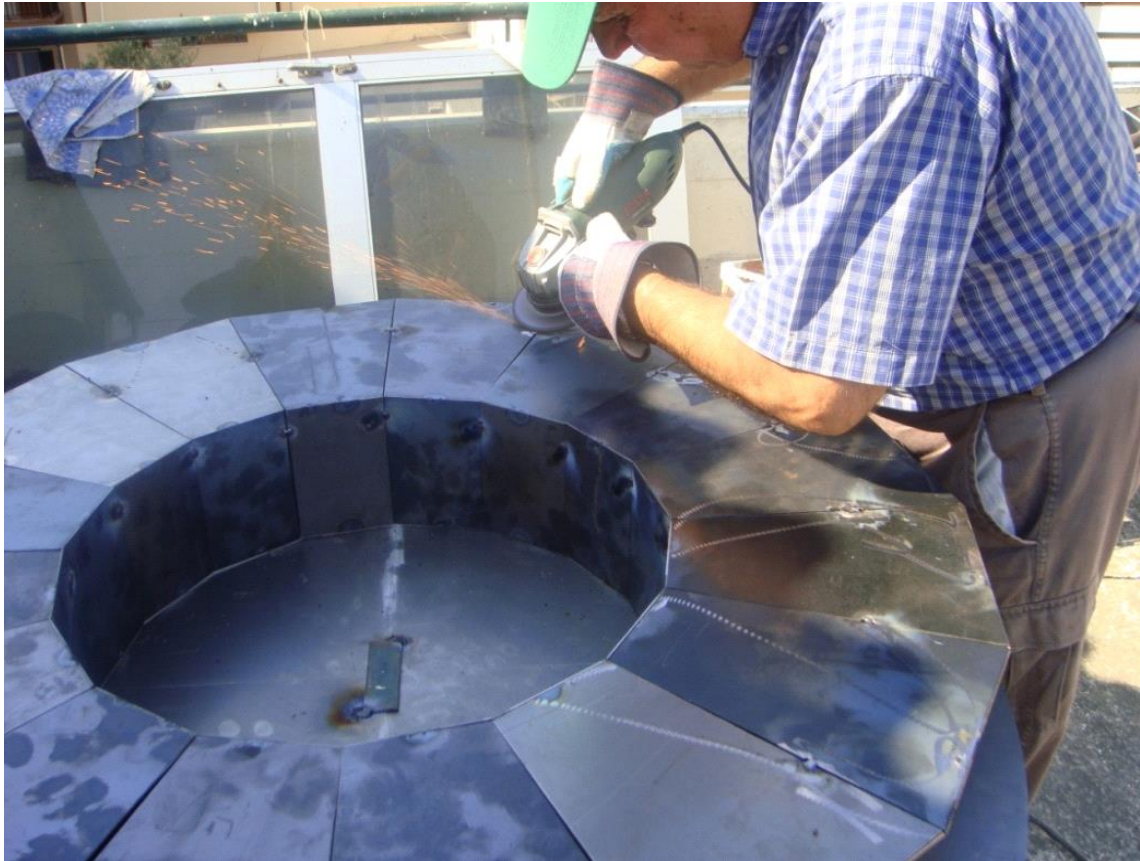
Φωτογραφία 6.1.7 Ταίριασμα των υποτομημάτων σε ακριβής θέση.

Στην φωτογραφία 6.1.7 βλέπουμε τον κώνο με δεκαπέντε από τα δεκαέξι υποτομήματα σε ακριβή τοποθέτηση και απόσταση μεταξύ τους σύμφωνα με τον οδηγό που ανέφερα προηγουμένως. Στην συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ θα κατασκευαστούν δύο τέτοιοι κώνοι όπου ο ένας θα τοποθετηθεί στο επάνω μέρος και ο άλλος κώνος στο κάτω μέρος, δηλαδή θα είναι ο πρώτος και ο τελευταίος κώνος της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ'



Φωτογραφία 6.1.8 Τελική μορφή κώνου.

Στην φωτογραφία 6.1.8 βλέπουμε τον κώνο στην τελική φάση κατασκευής του τοποθετημένος ανάποδα. Ο κώνος αυτός είναι ηλεκτροσυγκολλημένος σε όλες του τις πλευρές σε κατάλληλα σημεία για μέγιστη αντοχή στις καταπονήσεις που δέχεται από την δύναμη του αέρα που προσπίπτει στην επιφάνειά του αλλά και στις διαστολές-συστολές λόγω μεταβολών της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.



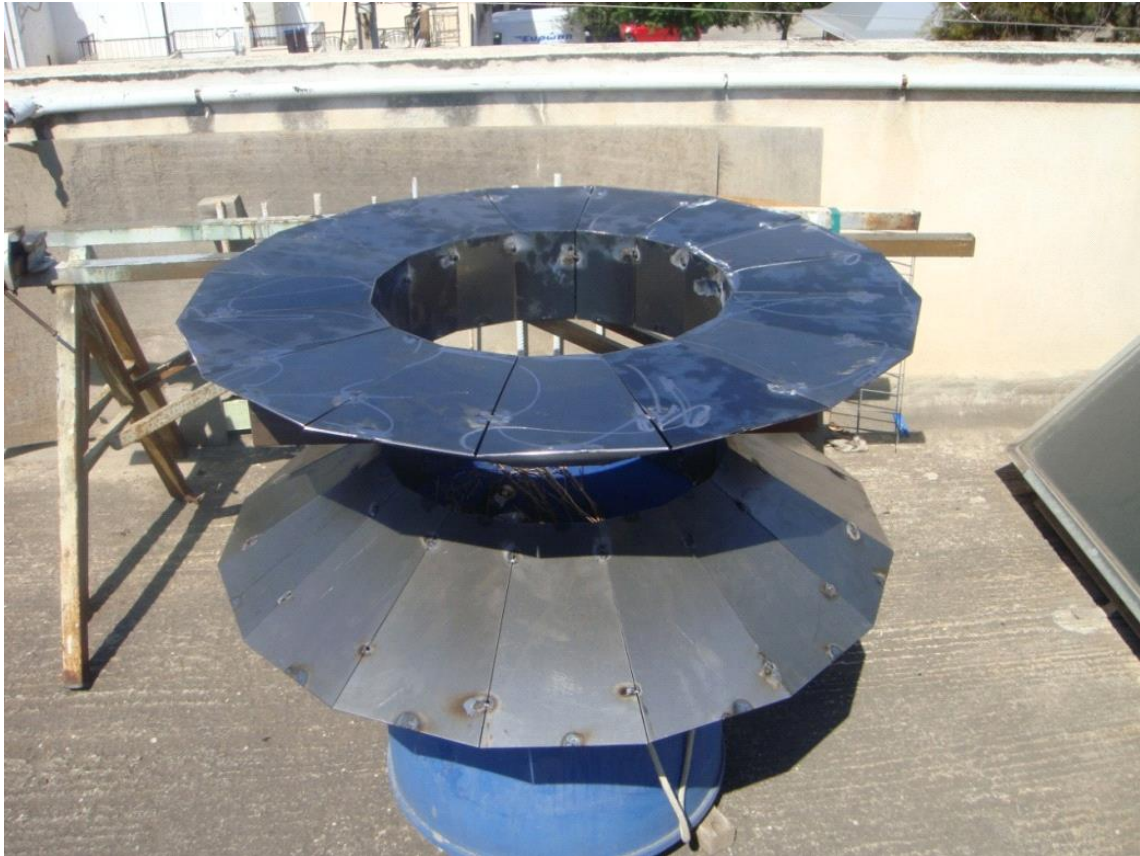
Φωτογραφία 6.1.9 Λείανση κολλήσεων στον κώνο.

Στην φωτογραφία 6.1.9 βλέπουμε τον πατέρα μου κ. ΔΡΟΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ ο οποίος κατασκεύασε όλα τα κομμάτια όλης της κατασκευής της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ με την βοήθειά μου. Στην φωτογραφία αυτή φαίνεται να τροχίζει τις κολλήσεις όλων των κομματιών που συνθέτουν τον κώνο και αυτό γίνεται για να φέρει την επιφάνεια του κώνου σε λεία και επίπεδη μορφή έτσι ώστε όταν τοποθετηθεί το κομμάτι που παρουσιάζεται στην φωτογραφία (6.1.3) δηλαδή η φλάτζα να εφαρμόσει ακριβώς σε όλη την επιφάνειά του χωρίς να μπαλατζάρει όταν ο άνεμος χτυπά επάνω του. Ακόμα το τρόχισμα σε όλες τις επιφάνειες της κατασκευής γίνεται και λόγους αεροδυναμικής αλλά και αισθητικής.



Φωτογραφία 6.1.10 Ο κώνος της βάσης και της κορυφής της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.10 βλέπουμε δύο όμοιους κώνους οι οποίοι θα τοποθετηθούν ο ένας στην βάση της ανεμογεννήτριας δηλαδή θα είναι ο πρώτος κώνος και ο άλλος στην κορυφή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ. Οι κώνοι αυτοί βρίσκονται στην τελική τους μορφή για την τοποθέτησή τους στην ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ αφού έχουν συγκολληθεί κατάλληλα σε όλα τα μέρη τους και σε όλες τις πλευρές τους και έχουν τροχιστεί όλα τα σημεία όπου έχουν συγκολληθεί.



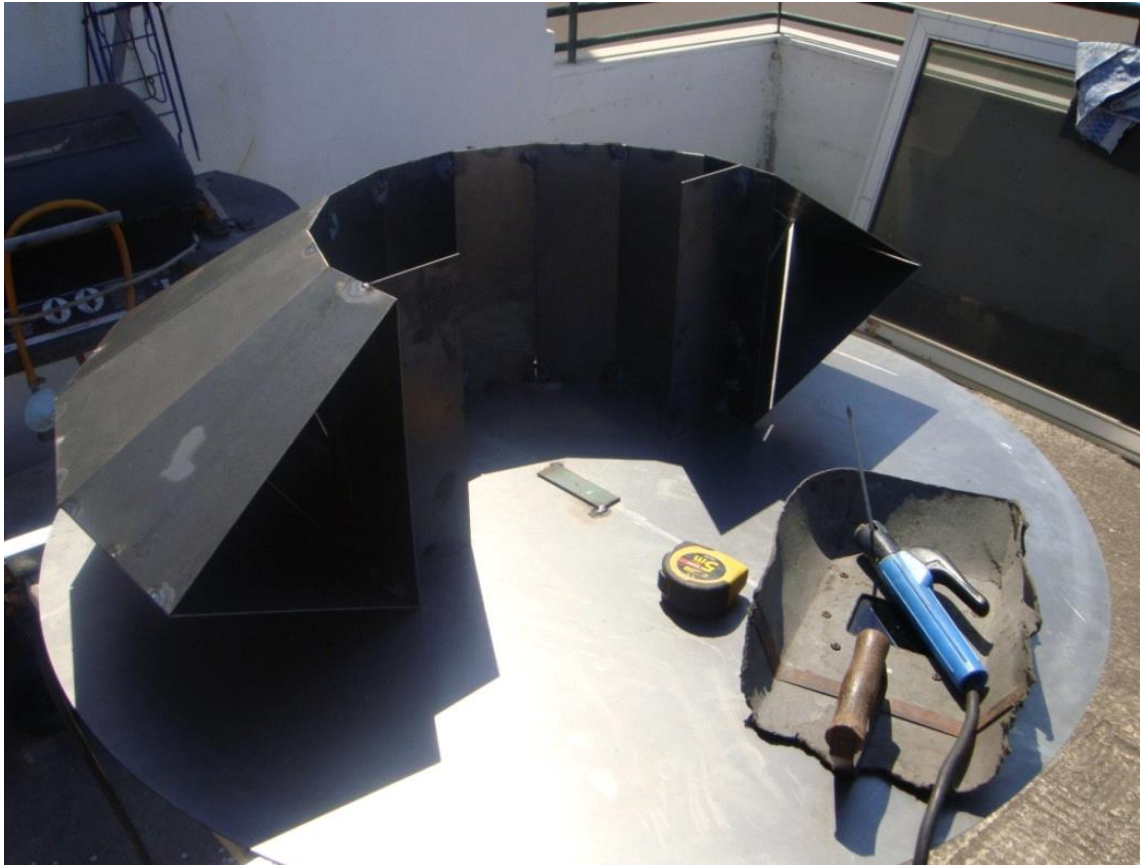
Φωτογραφία 6.1.11 Μία βαθμίδα της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.11 βλέπουμε τους δύο κώνους που αναφέραμε πριν τοποθετημένους ανάποδα μεταξύ τους με κάποιο κενό στη μέση από όπου εισέρχεται ο εξωτερικός αέρας στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ έτσι ώστε να περιστραφούν οι φτερωτές που βρίσκονται εκεί. Δύο κώνοι τοποθετημένοι μεταξύ τους ανάποδα αποτελούν μία βαθμίδα, όπου κάθε βαθμίδα έχει ξεχωριστή φτερωτή και γεννήτρια. Στην φωτογραφία αυτή βλέπουμε δηλαδή μία από τις τρεις βαθμίδες που θα δημιουργηθούν σε αυτή την κατασκευή.



Φωτογραφία 6.1.12 Πλάγια όψη βαθμίδας.

Στην φωτογραφία 6.1.12 βλέπουμε την βαθμίδα η οποία φαίνεται καλύτερα διότι φαίνεται το κενό από όπου εισέρχεται ο αέρας στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ, το κενό αυτό δημιουργήθηκε τοποθετώντας έναν σιδερένιο κοιλοδοκό με διαστάσεις ίδιες με αυτές που θα έχει στην τελική φάση η κατασκευή. Ο κοιλοδοκός τοποθετήθηκε εκεί για να μας βοηθήσει να καταλάβουμε αν το μέγεθος του κενού που σχεδιάσαμε να δημιουργηθεί είναι αρκετό ή όχι με αποτέλεσμα να κάνουμε διορθώσεις στην κατασκευή εφόσον όλη η κατασκευή είναι πρότυπη. Στο τέλος αφαιρούμε τον κοιλοδοκό αφού η στήριξη των κώνων γίνεται με τα σταθερά πτερύγια που θα αναφέρω αναλυτικά παρακάτω σε άλλες φωτογραφίες.



Φωτογραφία 6.1.13 Κατασκευή του μεσαίου κώνου της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.13 βλέπουμε την κατασκευή του ενός από τους δύο κώνους που θα τοποθετηθούν στη μέση της κατασκευής της ανεμογεννήτριας. Ο κώνος αυτός είναι φτιαγμένος έτσι σαν να είναι κολλημένοι δύο κώνοι ανάποδα μεταξύ τους δηλαδή είναι το σημείο που δύο βαθμίδες ενώνονται. Αυτό έγινε για να χρησιμοποιηθούν λιγότερα κομμάτια άρα λιγότερα χρήματα, όμως αυτό δεν με βοηθά στην μεταφορά διότι δεν χωρίζεται όπως έπρεπε σε βαθμίδες με αποτέλεσμα να χωρίζονται τρεις βαθμίδες στη μέση άρα λιγότερα μέρη και περισσότερο βάρος. Πιο κάτω αυτό γίνεται περισσότερο κατανοητό.



Φωτογραφία 6.1.14 Πλάγια όψη μεσαίου κώνου σε τελική μορφή.

Στην φωτογραφία 6.1.14 βλέπουμε τον έναν εκ των δυο κώνων που θα τοποθετηθούν στη μέση της κατασκευής της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ, σε πλάγια όμως όψη σε τελική μορφή έτοιμη να τοποθετηθεί στη θέση που είναι σχεδιασμένη εφόσον όλα τα κομμάτια που την αποτελούν έχουν συγκολληθεί κατάλληλα για μεγάλη αντοχή στη δύναμη του αέρα που θα χτυπά επάνω στο σώμα του. Η κατασκευή του σταθερού μέρους θα γινόταν κανονικά δημιουργώντας δύο κώνους όπως στην φωτογραφία ( ) και τοποθετώντας τους ανάποδα μεταξύ τους ενώνοντας τη μεγάλη βάση τους, αλλά αυτό δεν έγινε για λόγους κόστους όπου ανέφερα προηγουμένως.





Φωτογραφία 6.1.15 Τα κομμάτια των σταθερών πτερυγίων της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.15 βλέπουμε τα σταθερά πτερύγια που θα τοποθετηθούν και θα συγκολληθούν στην μεγάλη πλευρά των κώνων με κλίση ως προς το κέντρο του κώνου και σκοπό έχουν να κατευθύνουν τον εισερχόμενο αέρα που χτυπά πάνω στο σώμα τους προς μία φορά και με τέτοιο τρόπο ώστε να αναγκάζει ο αέρας αυτός να περιστρέφει τις φτερωτές με μία φορά αλλά και να συμπιέζει τον εισερχόμενο αέρα αυξάνοντας την πίεσή του. Τα σταθερά πτερύγια αυτά δημιουργήθηκαν κόβοντας λαμαρίνα σιδερένια 1,5mm με ειδικό μηχάνημα laser ακριβείας έτσι ώστε τα κομμάτια να τοποθετηθούν ακριβώς στην θέση όπου έχουν σχεδιαστεί χωρίς να δημιουργούν κενά με αποτέλεσμα να φεύγει από εκεί ο αέρας και να υπάρχουν απώλειες.



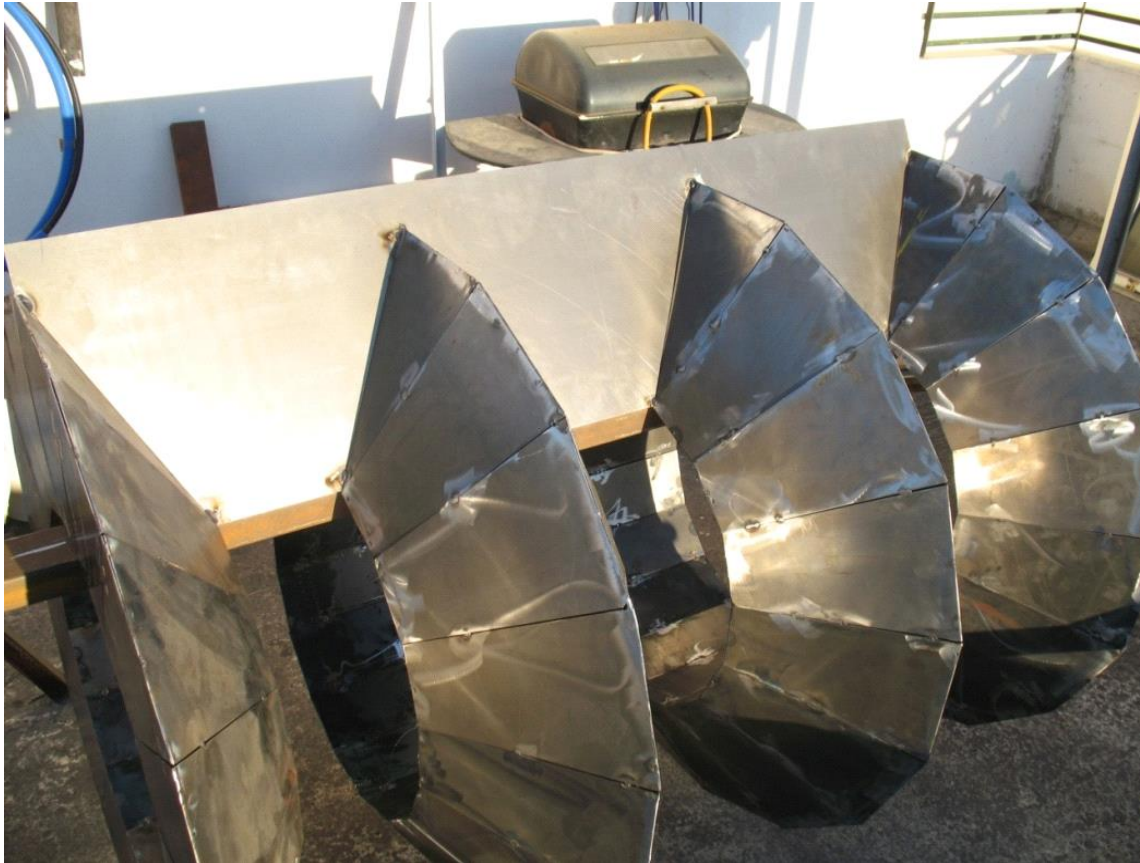
Φωτογραφία 6.1.16 Το σύνολο των κώνων της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.16 βλέπουμε τους κώνους που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή την ανεμογεννήτρια σε πλάγια όψη έτοιμα να τοποθετηθούν στο σώμα τους τα σταθερά πτερύγια που θα δίνουν κατεύθυνση στον αέρα που χτυπά επάνω τους με αποτέλεσμα να περιστρέψουν τις φτερωτές που βρίσκονται στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας με μία φορά. Στην φωτογραφία αυτή καταλαβαίνουμε πως συμπιέζεται από τους κώνους ο εισερχόμενος αέρας που χτυπά στην επιφάνειά τους και στη συνέχεια περνά από το κενό που έχει δημιουργηθεί και βλέπουμε στη φωτογραφία και έτσι διοχετεύεται στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας με αποτέλεσμα να αναγκάσει να περιστρέψει τις φτερωτές. Ακόμα από την φωτογραφία αυτή συμπεραίνουμε ότι η συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα αποτελείται από τρεις βαθμίδες, όπου κάθε βαθμίδα έχει ξεχωριστή φτερωτή και γεννήτρια.



Φωτογραφία 6.1.17 Ταίριασμα των κώνων στο καβαλέτο.

Στην φωτογραφία 6.1.17 βλέπουμε τους κώνους να είναι στηριγμένοι σε αυτοσχέδιο καβαλέτο τοποθετημένοι με συγκεκριμένη μεταξύ τους απόσταση έτσι ώστε όταν θα τοποθετήσω το πρώτο σταθερό πτερύγιο να ταιριάζει ακριβώς στη θέση όπου έχει σχεδιαστεί να τοποθετηθεί χωρίς κενά ή άλλα προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν αν δεν βρίσκονται οι κώνοι σε σωστή μεταξύ τους απόσταση. Το καβαλέτο αποτελείται από ένα κοιλοδοκό και δύο τρίποδα όπου είναι τοποθετημένος ο κοιλοδοκός. Όπως φαίνεται και στη φωτογραφία το καβαλέτο είναι το στήριγμα των σταθερών μερών της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ την οποία κατασκεύασα και χωρίς αυτό η συναρμολόγηση των κομματιών που συνθέτουν όλη την κατασκευή του σταθερού μέρους της κατασκευής θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί διότι το βάρος των κομματιών είναι αρκετά μεγάλο και δεν μπορεί να κρατηθεί με άλλο τρόπο όρθια η κατασκευή ώστε να συγκολληθούν. Με το καβαλέτο μπορώ εύκολα να τοποθετήσω το σταθερό πτερύγιο σε όλους τους κώνους εφόσον είναι σε οριζόντια θέση και έτσι ακόμα και αν υπάρχει κάποιος λάθος στην διάσταση του σταθερού πτερυγίου μπορώ πιο εύκολα να το διορθώσω λόγω της θέσης όπου βρίσκεται.



Φωτογραφία 6.1.18 Τοποθέτηση του πρώτου σταθερού πτερυγίου.

Στην φωτογραφία 6.1.18 βλέπουμε την τοποθέτηση του πρώτου σταθερού πτερυγίου πάνω σε όλους τους κώνους. Το πτερύγιο αυτό στη συνέχεια συγκολλάται με ηλεκτροκόλληση πάνω στο σώμα των κώνων και σε όλες τις μεριές του για μεγαλύτερη αντοχή στην πίεση του αέρα που προσπίπτει στην επιφάνειά του και για μεγαλύτερη ασφάλεια ώστε να εξασφαλιστεί η διαχρονική λειτουργία της ανεμογεννήτριας χωρίς βλάβες. Με την τοποθέτηση του σταθερού πτερυγίου αυτού γίνεται αυτομάτως πιο κατανοητό το κενό που δημιουργείται ανάμεσα στους κώνους όπου ο αέρας εισέρχεται αλλά και ο τρόπος όπου ο αέρας αυτός συμπιέζεται με τους δύο κώνους τοποθετημένους ανάποδα.



Φωτογραφία 6.1.19 Η κλίση του σταθερού πτερυγίου της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.19 βλέπουμε την τοποθέτηση του πρώτου σταθερού πτερυγίου πάνω στο σώμα όλων των κώνων και την συγκόλλησή του σε όλες τις μεριές για τους λόγους που ανέφερα αλλά και με κάποια κλίση. Η κλίση αυτή που έχει το σταθερό πτερύγιο χρησιμεύει στο να αναγκάζει τον αέρα που προσπίπτει στην επιφάνειά του να κατευθυνθεί προς μία διεύθυνση στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ ώστε να αναγκάσει την φτερωτή να περιστραφεί με μία φορά.



Φωτογραφία 6.1.20 Τοποθετημένα όλα τα σταθερά πτερύγια της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.20 βλέπουμε όλα τα πτερύγια του σταθερού τμήματος της ανεμογεννήτριας έχουν τοποθετηθεί και συγκολληθεί καταλλήλως για τους λόγους που αναφέραμε παραπάνω. Τα πτερύγια είναι οκτώ και αυτό διότι οι κύριοι άνεμοι είναι οκτώ όμως η αρχική σχεδίαση ήταν για δεκαέξι πτερύγια όπου είναι ο αριθμός όλων των ανέμων γι'αυτό και κάθε κώνος έχει δεκαέξι υποτμήματα όπου κάθε ένα αντιστοιχεί και σε ένα πτερύγιο δηλαδή σε κάθε κομμάτι του κώνου συγκολλείται και ένα πτερύγιο ενώ τώρα τα πτερύγια είναι τοποθετημένα ανά δύο υποτμήματα του κώνου. Κάθε κώνος αποτελείται από δεκαέξι υποτμήματα και κάθε υποτμήμα από τρία διαφορετικά σε διαστάσεις κομμάτια λαμαρίνας συγκολλημένα μεταξύ τους όπως ανέφερα παραπάνω.



Φωτογραφία 6.1.21 Τοποθέτηση σωλήνων για στήριξη της ανεμογεννήτριας σε απόσταση από το έδαφος.

Στην φωτογραφία 6.1.21 βλέπουμε το εξωτερικό σταθερό μέρος της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ έτοιμο αφού έχουν τοποθετηθεί όλα τα σταθερά πτερύγια και όλοι οι κώνοι εκεί όπου είχαν σχεδιαστεί και το επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση των τριών σωλήνων για ποδαρικά που θα κρατούν σταθερά την όλη κατασκευή σε κάποιο ύψος από το έδαφος. Οι σωλήνες θα τοποθετηθούν στην άκρη της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ σε τρία σημεία, σε ίση μεταξύ τους απόσταση και θα συγκολληθούν πάνω στην άκρη του σταθερού πτερυγίου όπως θα δούμε σε παρακάτω φωτογραφία. Με την ανεμογεννήτρια τώρα τοποθετημένη σε αρκετό ύψος από το έδαφος έχει καλύτερη απόδοση.



Φωτογραφία 6.1.22 Τελική φάση της κατασκευής του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας.

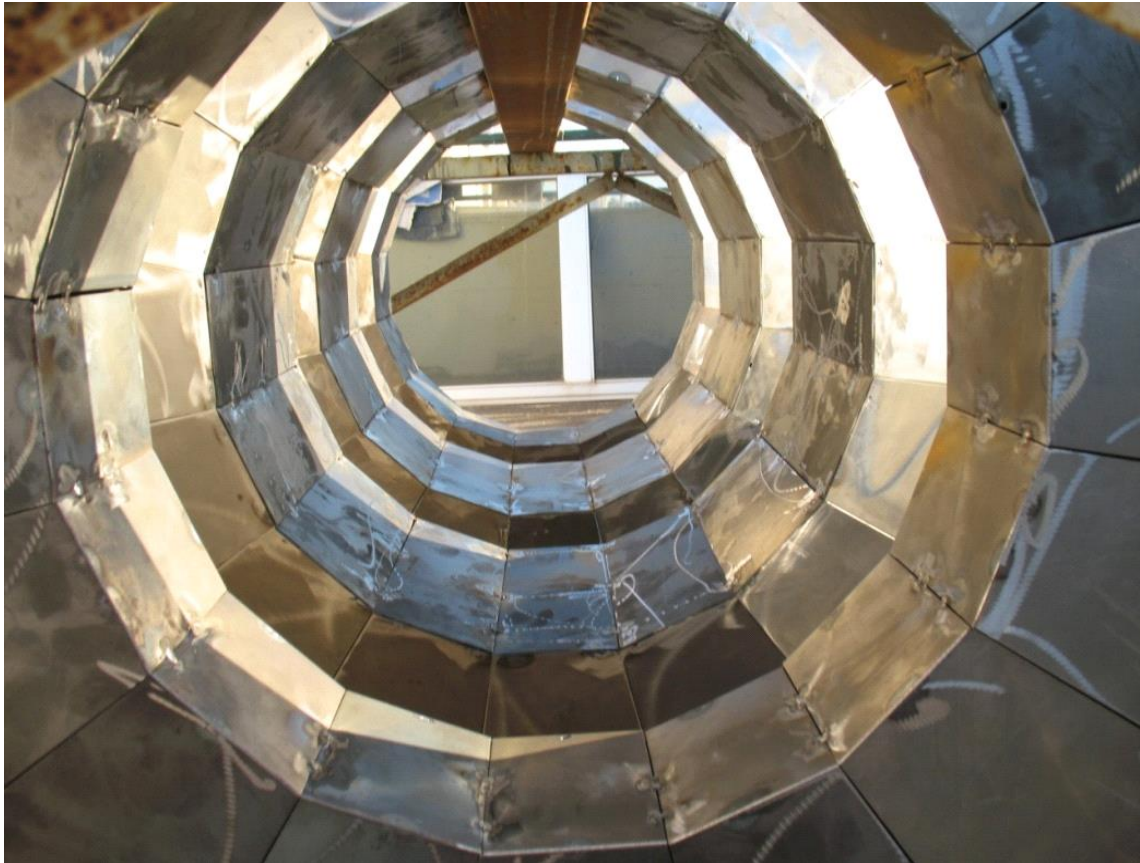
Στην φωτογραφία 6.1.22 βλέπουμε το εξωτερικό σταθερό μέρος της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ έτοιμο με τα ποδαρικά τοποθετημένα στη σωστή θέση εκεί όπου είχαν σχεδιαστεί να τοποθετηθούν συγκολλημένα κατάλληλα διότι αυτά δέχονται την μεγαλύτερη καταπόνηση εφόσον δέχονται την συνολική δύναμη του ανέμου που χτυπά στην επιφάνεια όλης της κατασκευής αλλά και το συνολικό βάρος της κατασκευής. Τα ποδαρικά της ανεμογεννήτριας είναι τρία σε αριθμό για το λόγο ώστε να ακουμπούν και τα τρία στο έδαφος άσχετα με την μορφολογία που έχει το έδαφος που μπορεί να τοποθετηθεί η ανεμογεννήτρια.





Φωτογραφία 6.1.23 Το μήκος των σωλήνων (ποδαρικά) της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.23 βλέπουμε ξεκάθαρα το μήκος των σωλήνων που χρησιμοποιούνται για ποδαρικά της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ δηλαδή για την στήριξή της σε κάποιο ύψος από το έδαφος και κατανοούμε το ύψος που θα σηκωθεί η κατασκευή ώστε να την διευκολύνει να λειτουργήσει καλύτερα όπως θα αναφέρω παρακάτω. Στο τέλος στα ποδαρικά θα κολληθούν μικρές φλάτζες με τρύπες όπου θα τοποθετηθούν μικρές ρόδες για την μετακίνηση της όλης κατασκευής με ευκολία οι οποίες είναι φτιαγμένες από σκληρό πλαστικό υλικό για να αντέχει το βάρος της κατασκευής αλλά και ότι δυνάμεις ασκούνται σε αυτή. Το σύνολο του σταθερού μέρους έχει τελειώσει όσων αναφορά την ηλεκτροσυγκόλληση των διαφόρων τμημάτων ή κομματιών και είναι έτοιμο να σηκωθεί και να κρατηθεί στα ποδαρικά του η όλη κατασκευή ώστε να εξεταστεί και να μελετηθεί αν θέλει επιπρόσθετη συγκόλληση σε κάποιο μέρος και αυτό γιατί είναι πιο εύκολη η παρατήρηση της κατασκευής όταν είναι όρθια δηλαδή όταν στέκεται στα ποδαρικά της η ανεμογεννήτρια.



Φωτογραφία 6.1.24 Χώρος λειτουργίας φτερωτών της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.24 βλέπουμε το πιο σημαντικό κομμάτι της κατασκευής διότι είναι το μέρος όπου τοποθετούνται οι περιστρεφόμενες φτερωτές μαζί με τις γεννήτριες και τα άλλα υλικά που θα αναφέρω παρακάτω αλλά είναι και το μέρος όπου ο αέρας κυκλοφορεί κάθετα στην ανεμογεννήτρια όταν περιστρέφονται οι φτερωτές λόγω της κλίσης που έχουν τα πτερύγια των φτερωτών. Στον χώρο αυτό εισέρχεται ο εξωτερικός αέρας ο οποίος έχει συμπιεστεί πριν από τους κώνους και έχει πάρει την κατεύθυνση από τα σταθερά πτερύγια του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας όταν ο εξωτερικός αέρας συγκρούστηκε με αυτά και έτσι αναγκάζεται να περιστρέψει τις φτερωτές. Όταν περιστρέφονται οι φτερωτές δημιουργείται στρόβιλος αέρα με κατεύθυνση ανάλογα την κλίση των πτερυγίων των φτερωτών και η δύναμη του στρόβιλου αυτού που καταναλώνεται σε κάθε φτερωτή ξεχωριστά, αυτό κάνει την ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑ να έχει πολύ υψηλή απόδοση.



Φωτογραφία 6.1.25 Το σταθερό μέρος της ανεμογεννήτριας σε θέση λειτουργίας.

Στη φωτογραφία 6.1.25 βλέπουμε το σταθερό μέρος της ανεμογεννήτριας έτοιμο μονταρισμένο και τοποθετημένο σε θέση λειτουργίας στην ταράτσα του σπιτιού μου. Η κατασκευή της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ είναι πρότυπη και σχεδιάστηκε με (τυχαίες διαστάσεις) όμως το αποτέλεσμα είναι λειτουργικό και υψηλά αποδοτικό. Οι διαστάσεις είναι τυχαίες διότι δεν υπάρχουν μοντέλα και τύποι όπου μπορείς να σχεδιάσεις αυτή την ανεμογεννήτρια εφόσον είναι πρότυπη, όμως οι τυχαίες διαστάσεις κρύβουν μέσα τους σταθερούς αριθμούς όπου στα αρχαία χρόνια συμβόλιζαν την αρμονία.



Φωτογραφία 6.1.26 Κόψιμο του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας σε δύο μέρη.

Στην φωτογραφία 6.1.26 βλέπουμε την κατασκευή του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας χωρισμένη στη μέση για ευκολία στην μεταφορά (λόγω μεγάλων διαστάσεων και μεγάλου βάρους) έπρεπε να χωριστεί σε τμήματα, έτσι και την κόψαμε στη μέση. Η παραπάνω φωτογραφία μας δείχνει το κάτω μισό της ανεμογεννήτριας.



Φωτογραφία 6.1.27 Το επάνω τμήμα του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.27 βλέπουμε το επάνω μισό σταθερό κομμάτι της ανεμογεννήτριας γυρισμένο και τοποθετημένο όμως σε ανάποδη μεριά για να μην ακουμπούν τα πτερύγια στο έδαφος και λόγω βάρους της κατασκευής να στραβώσουν. Τα δύο κομμάτια του σταθερού μέρους ενώνονται και στερεώνονται όταν οι σωλήνες των δύο κομματιών θυληκώσουν μεταξύ τους δηλαδή βρεθούν το ένα στο εσωτερικό του άλλου και έτσι όλη η κατασκευή είναι και πάλι στιβαρή και έτοιμη να βρεθεί σε κατάσταση λειτουργίας.



Φωτογραφία 6.1.28 Δημιουργία βάσης στήριξης για το κινούμενο μέρος της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.28 βλέπουμε την κατασκευή της βάσης στήριξης του κινητού μέρους δηλαδή είναι η βάση που συγκρατεί σταθερά την ντίζα όπου εκεί είναι τοποθετημένες οι φτερωτές και τα άλλα εξαρτήματα που θα αναφέρω παρακάτω αναλυτικά και με φωτογραφίες. Θα κατασκευαστούν δύο τέτοιες βάσεις όπου θα τοποθετηθούν στο υψηλότερο και στο χαμηλότερο σημείο της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ. Αποτελείται από τρία κομμάτια σιδήρου τα οποία είναι τετράγωνοι συμπαγές ράβδοι όπως φαίνεται και στην παραπάνω φωτογραφία οι οποίοι έχουν μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό και αυτό γιατί εκεί ασκούνται μεγάλες δυνάμεις και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε αυτό το υλικό με αυτό το μέγεθος έτσι ώστε να μην υπάρξουν σφάλματα. Οι ράβδοι αυτοί στη μία άκρη τους συγκολλούνται με μία στρογγυλή φλάτζα από το ίδιο υλικό. Η φλάτζα αυτή έχει στο κέντρο της τρύπα από όπου περνά η ντίζα και με παξιμάδι όπου βιδώνει πάνω στην ντίζα πάνω και κάτω και από τις δύο φλάτζες των δύο βάσεων που χρησιμοποιεί η κατασκευή συγκρατείται το κινητό μέρος σταθερό αφού η ντίζα είναι σιβαρά συγκρατημένη όπως ανέφερα.



Φωτογραφία 6.1.29 Βάψιμο του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.29 βλέπουμε το κάτω μισό μέρος της ανεμογεννήτριας βαμμένο με ειδικό μίνιο για την αποφυγή της οξειδωσης του μετάλλου από τα καιρικά φαινόμενα. Η κατασκευή βάφτηκε δύο φορές με αυτό το μίνιο για μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο. Παρατηρούμε ακόμα στην φωτογραφία τις μικρές φλάτζες με τις τρύπες που συγκολλήθηκαν στις σωλήνες δηλαδή τα ποδαρικά και εκεί θα βιδωθούν τα ροδάκια που ανέφερα για την εύκολη μετακίνηση τις ανεμογεννήτριας.



Φωτογραφία 6.1.30 Βάψιμο του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.30 βλέπουμε το επάνω μισό κομμάτι της ανεμογεννήτριας βαμμένο με το ίδιο μίνιο για το λόγο που ανέφερα.

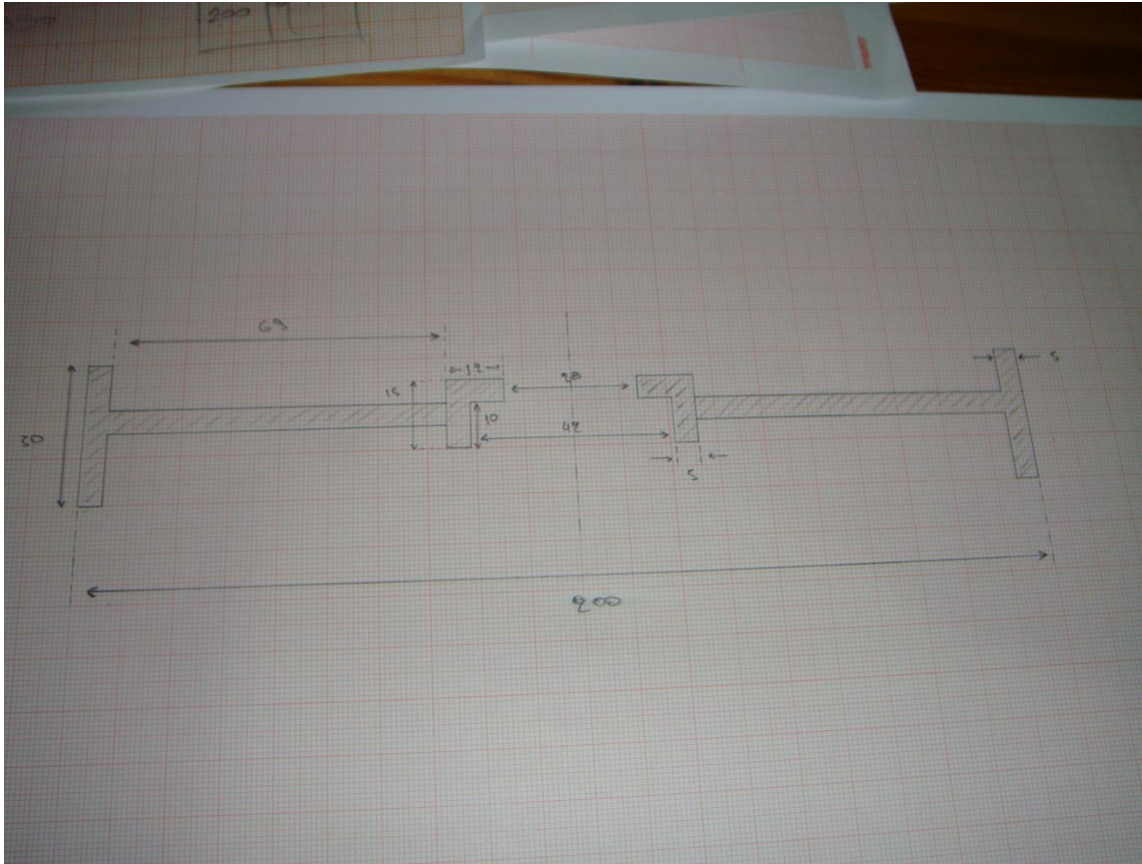




Φωτογραφία 6.1.31 Τελικό βάψιμο της κατασκευής του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.1.31 βλέπουμε το τελευταίο στάδιο της κατασκευής του σταθερού τμήματος της ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ δηλαδή το τελικό βάψιμο με χρώμα μπλε. Πρώτα βάφονται τα κοψίματα, δηλαδή τα δύσκολα σημεία οι γωνίες και οι σωλήνες που χρησιμεύουν για την στήριξη της ανεμογεννήτριας και μετά οι μεγάλες επιφάνειες.

## 6.2 Κατασκευή κινητού μέρους Α/Γ



Φωτογραφία 6.2.1 Σχέδιο σε τομή της φλάτζας των περιστρεφόμενων φτερωτών.

Στην φωτογραφία 6.2.1 βλέπουμε ένα σχέδιο σε μιλιμετρέ χαρτί, το οποίο σχέδιο είναι η τομή μιας φλάτζας η οποία όπως θα δούμε παρακάτω θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της φτερωτής. Στην περίμετρο της φλάτζας αυτής θα τοποθετηθούν μεταλλικά πτερύγια κατάλληλα διαμορφωμένα τα οποία θα περιστρέφουν την φτερωτή αφού ο αέρας θα προσπίπτει στην επιφάνειά τους. Το σχέδιο αυτό φέρει τις πραγματικές διαστάσεις σε χιλιοστά του μέτρου και το σχεδίασα για να το δώσω στον τονραδόρο ο οποίος και θα το κατασκευάσει με την μέγιστη ακρίβεια. Το σχήμα της φλάτζας θα εξηγηθεί παρακάτω αναλυτικά γιατί έχει σχεδιαστεί με αυτή την μορφή



Φωτογραφία 6.2.2 Πρώτο στάδιο κατασκευής των φτερωτών της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.2.2 βλέπουμε το πρώτο στάδιο κατασκευής της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ. Η φτερωτή αποτελείται από πολλά κομμάτια με διαφορετικά υλικά τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους για να αποτελέσουν την φτερωτή. Η κάθε φτερωτή αποτελείται από τα πτερύγια και την φλάτζα στην οποία στηρίζονται τα πτερύγια αυτά. Η φλάτζα την οποία βλέπουμε στην παραπάνω φωτογραφία αποτελείται από αρταλόν (ειδικό σκληρό πλαστικό), έχει στρογγυλό σχήμα και είναι κατάλληλα διαμορφωμένη όπως θα εξηγήσω παρακάτω. Έχει τη μορφή δίσκου το οποίο διαμορφώθηκε σε ειδικό τόρνο για να δημιουργηθεί το πολύπλοκο αυτό κομμάτι. Στην περίμετρό του θα γίνουν τρύπες κάθετα προς την τρύπα την οποία διακρίνουμε και εκεί θα στερεωθούν τα πτερύγια με πριτσίνια. Στην φλάτζα αυτή υπάρχει τρύπα στην οποία θα περνά η ντίζα που θα την στηρίζει και θα κινείται πάνω σε ρουλεμάν το οποίο τοποθετείται στο βαθούλωμα που έχει η τρύπα και ονομάζεται φωλιά του ρουλεμάν.



Φωτογραφία 6.2.3 Η επιφάνεια της φλάτζας της φτερωτής.

Στην φωτογραφία 6.2.3 βλέπουμε πως είναι η φλάτζα στην άλλη της πλευρά. Η συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ θα χρησιμοποιεί τρεις φτερωτές οι οποίες θα περιστρέφονται ανεξάρτητα μεταξύ τους άρα θα κατασκευαστούν τρία τέτοια κομμάτια, ένα για κάθε φτερωτή. Για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια πρέπει η κάθε φτερωτή να κινεί μία γεννήτρια. Η φλάτζα αυτή είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να στηρίζεται σε ντίζα η οποία περνά από το μέσω της φτερωτής άρα η γεννήτρια που θα χρησιμοποιήσω θα είναι τύπου (VAWT) με μόνιμους μαγνήτες οι οποίοι θα τοποθετηθούν στην φαγωμένη επιφάνεια της φλάτζας όπως εύκολα διακρίνουμε. Στο χώρο αυτό που σχεδιάστηκε και διαμορφώθηκε στον τόρνο και από τις δύο μεριές θα τοποθετηθούν οι μόνιμοι μαγνήτες και θα συγκρατηθούν με ειδική ρητίνη για αυτή τη χρήση και ο χώρος θα κλείσει και θα είναι λεία επιφάνεια για αυτό το λόγο και έχει αυτό το χείλος στην περιμέτρο του η κατασκευή αυτή. Σε άλλη περίπτωση όπου δεν χρησιμοποιώ ντίζα για την στήριξη των φτερωτών τότε κάθε φτερωτή τοποθετείται απευθείας στον άξονα της κοινής γεννήτριας όπου κάθε γεννήτρια όμως έχει και ξεχωριστή βάση στήριξης.



Φωτογραφία 6.2.4 Η περίμετρος της φλάτζας όπου θα στηριχθούν τα πτερύγια.

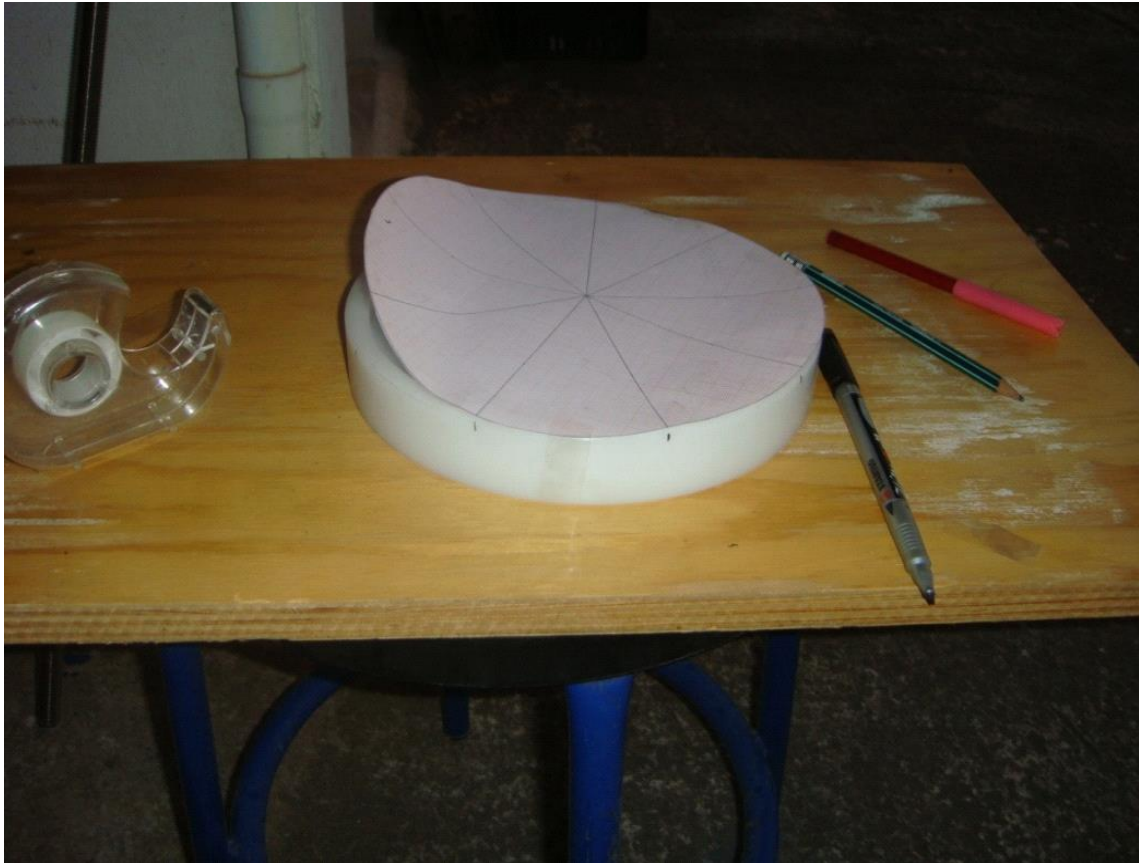
Στην φωτογραφία 6.2.4 βλέπουμε την πλάγια όψη της φλάτζας όπου θα γίνουν οι τρύπες στις οποίες θα στηριχθούν τα πτερύγια με ειδικά πριτσίνια όπως θα δούμε παρακάτω.



Φωτογραφία 6.2.5 Τα πηνία της γεννήτριας όπου θα χρησιμοποιηθούν.

Πηγή [www.youtube.com](http://www.youtube.com) - [vawt stator casted](https://www.youtube.com/watch?v=statorcasted)

Στην φωτογραφία 6.2.5 βλέπουμε τα πηνία αυτού του τύπου της γεννήτριας τα οποία και αυτά βρίσκονται μέσα σε ειδική ρητίνη με μεγάλο συντελεστή μαγνητικής διαπερατότητας τα οποία και αυτά στηρίζονται στην ντίζα με παξιμάδια σε πολύ μικρή απόσταση από τους μαγνήτες οι οποίοι περιστρέφονται αφού είναι τοποθετημένοι στην φτερωτή και έτσι από το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο των μόνιμων μαγνητών στα πηνία δημιουργείται ηλεκτρισμός λόγω του φαινομένου της.



Φωτογραφία 6.2.6 Χάραξη γραμμών στην περίμετρο της φλάτζας των φτερωτών για το άνοιγμα τρυπών όπου εκεί θα στηριχθούν τα πτερύγια από αλουμίνιο.

Στην φωτογραφία 6.2.6 βλέπουμε την διαδικασία που πρέπει να γίνει πριν ανοιχτούν οι τρύπες. Θα τοποθετηθούν εννέα ειδικού τύπου αλουμινένια πτερύγια στη κάθε φτερωτή οπότε σχεδιάζω σε ένα μιλιμετρέ την διάμετρο της φλάντας αυτής και χαράζω εννέα ίσα μέρη εκεί δηλαδή που θα κάνω τις τρύπες στις οποίες θα στερεώσω το κάθε πτερύγιο και αυτό το κάνω για να έχω οδηγό στο να σχεδιαστούν οι γραμμές για το άνοιγμα των τρυπών που ανέφερα. Τα μέρη ίσο μοιράστηκαν με ένα μοιρογνωμόνιο αφού διαίρεσα τριακόσιες εξήντα μοίρες του κύκλου διά εννέα που είναι ο αριθμός των πτερυγίων που θα τοποθετηθούν σε κάθε φτερωτή. Το επόμενο βήμα είναι να στερεώσω το μιλιμετρέ χαρτί ακριβώς στην επιφάνεια της φλάτζας ώστε οι χαράξεις να γίνουν με ακρίβεια. Αν οι χαράξεις δεν είναι σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις τότε τα πτερύγια θα τοποθετηθούν ανόμοια πάνω στην φλάτζα από αρταλόν αφού οι τρύπες που θα γίνουν έχουν γίνει με βάση τις χαράξεις και αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα οι φτερωτές να θέλουν ζυγοστάθμιση διότι το βάρος δεν θα είναι κατανομημένο σωστά στην φτερωτή και δεν θα περιστρέφεται σωστά η φτερωτή.



Φωτογραφία 6.2.7 Φύλλο αλουμινίου για την κατασκευή των πτερυγίων των φτερωτών.

Στην φωτογραφία 6.2.7 βλέπουμε ένα φύλλο αλουμινίου το οποίο θα το χρησιμοποιήσω για να φτιάξω τα πτερύγια των φτερωτών. Το φύλλο αλουμινίου αυτό έχει διαστάσεις 1x1 μέτρα και για να φτιαχτούν τα πτερύγια των τριών φτερωτών χρειάστηκα δύο τέτοια φύλλα. Το υλικό είναι αλουμίνιο ειδικού τύπου με αρκετή σκληρότητα για αντοχές στις δυνάμεις του αέρα που θα προσπίπτει πάνω στα πτερύγια από αυτό το υλικό αλλά και ελαφρύ ώστε όταν κατασκευαστεί η κάθε φτερωτή να έχει μικρό βάρος και έτσι να γυρίζει εύκολα με μικρές δυνάμεις ανέμου. Για την διαμόρφωση των πτερυγίων τα φύλλα του αλουμινίου κόπηκαν σε κομμάτια με ειδικό ψαλίδι και στη μία τους μεριά δημιουργήθηκε χείλος με ειδικό μηχάνημα στράτζα όπου θα γίνουν οι τρύπες για την στερέωσή τους επάνω στη φλάτζα της φτερωτής από αρταλόν. Το χείλος αυτό είναι το στρατζάρισμα κάθε κομματιού στη μία άκρη τους κατά 90 μοίρες όπως θα δούμε παρακάτω.





Φωτογραφία 6.2.8 Τοποθέτηση πτερυγίων στην περίμετρο της φλάτζας της φτερωτής εκεί όπου έγιναν οι χαράξεις για ίσες αποστάσεις των πτερυγίων.

Στην φωτογραφία 6.2.8 παρατηρούμε τις χαράξεις των γραμμών που έγιναν στην περίμετρο τις φλάτζας εκεί όπου τοποθετούνται τα πτερύγια με συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους για να γίνουν οι τρύπες όπου θα τοποθετηθούν τα πριτσίνια που θα κρατούν τα πτερύγια. Αφού χαραχτούν οι γραμμές και γίνουν οι τρύπες στη φλάτζα και στα πτερύγια τότε τα δύο αυτά μέρη ενώνονται με πριτσίνια όπως ανέφερα. Για να κάνω με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια μπορώ αυτά που ανέφερα πιο πάνω στερέωσα την φλάτζα στην μέγκενη που έχω ώστε να την κρατά σταθερή για να με διευκολύνει λεπτομερώς στις ενέργειες που απαιτούνται για να πραγματοποιήσω την κατασκευή της φτερωτής με μεγάλη ακρίβεια.



Φωτογραφία 6.2.9 Τρόπος συγκράτησης των πτερυγίων στο σώμα της φλάτζας.

Στην φωτογραφία 6.2.9 βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο τα πτερύγια είναι τοποθετημένα και στερεωμένα στην στρογγυλή φλάτζα με δύο πριτσίνια το κάθε πτερύγιο. Τα πτερύγια τοποθετούνται με κλίση ως προς τον άξονα στον οποίο θα περιστρέφεται η φτερωτή και αυτό διότι όταν περιστρέφεται θα στέλνει μάζα αέρα προς μία κατεύθυνση ανάλογα την κλίση και έτσι ο αέρας αυτός θα προσπίπτει σε άλλη φτερωτή και θα την περιστρέφει αποδοτικότερα από αυτή που δέχεται τον αέρα. Ακόμα γίνεται αντιληπτό και το χείλος το οποίο όπως ανέφερα έγινε σε στράντα και το οποίο θα συμβάλει και αυτό στο να κινείται η φτερωτή αποδοτικότερα διότι ο αέρας βρίσκει κόντρα και έτσι αυξάνεται η αντίσταση του αέρα πάνω στην φτερωτή και την αναγκάζει να περιστρέφεται καλύτερα. Στο χείλος αυτό που δημιουργήθηκε έγιναν οι τρύπες για τα πριτσίνια και εφάπτεται με την πλάγια μεριά της φλάτζας όπου και τοποθετούνται.



Φωτογραφία 6.2.10 Η περιστρεφόμενη φτερωτή της ανεμογεννήτριας σε τελική μορφή.

Στη φωτογραφία 6.2.10 βλέπουμε την πρώτη φτερωτή έτοιμη μονταρισμένη και να βρίσκεται στο τελικό στάδιο πριν την λειτουργία της, το μόνο που λείπει είναι η τοποθέτηση του ρουλεμάν στην φωλιά της φτερωτής όπως και διακρίνεται στη φωτογραφία. Το ρουλεμάν που βρίσκεται δίπλα από τη φωλιά όπου και θα τοποθετηθεί είναι ειδικό για τέτοιου είδους λειτουργίες δηλαδή για στροφές λειτουργίας μίας ανεμογεννήτριας αλλά και ενεργειακό νέου τύπου το οποίο χρησιμοποιεί μία μπίλια λιγότερη για λιγότερες τριβές με αποτέλεσμα μικρότερες απώλειες αυξάνοντας έτσι ακόμα περισσότερο την απόδοσή της ανεμογεννήτριας.



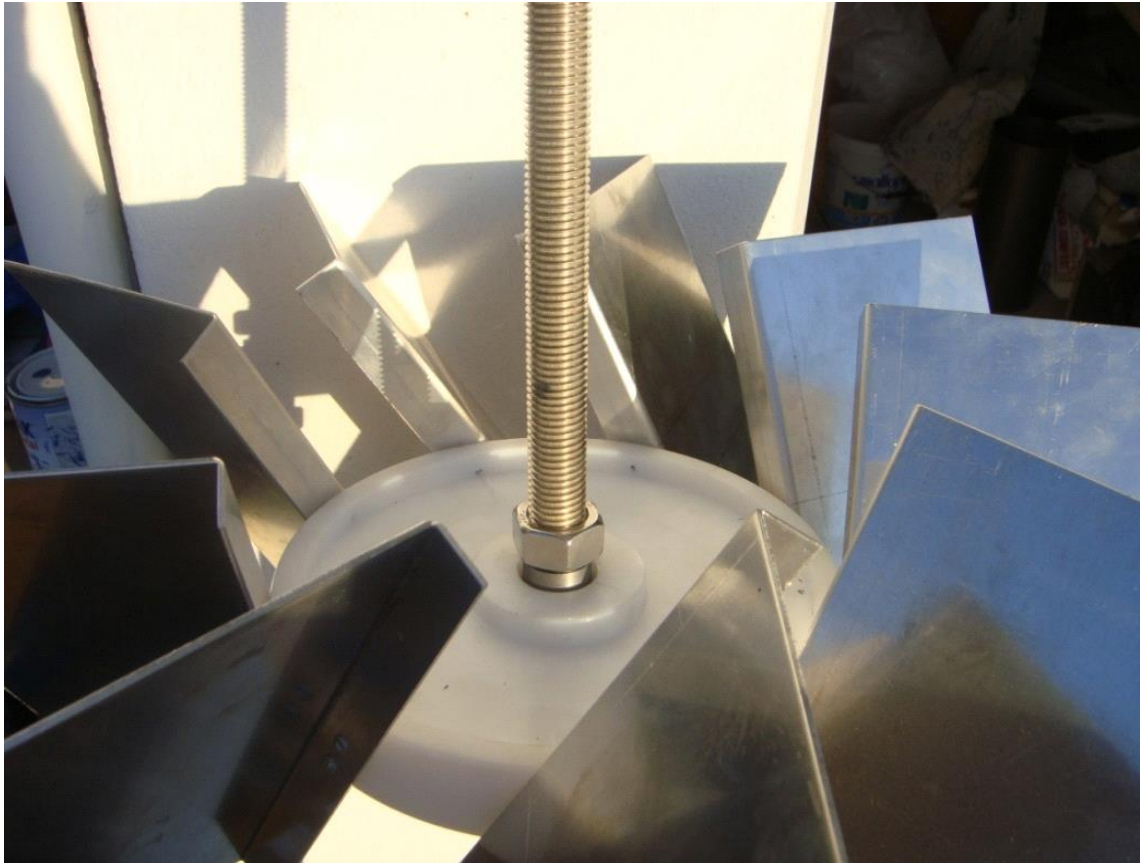
Φωτογραφία 6.2.11 Τοποθέτηση του ρουλεμάν στην φτερωτή.

Στην φωτογραφία 6.2.11 παρουσιάζεται η κάτοψη της πρώτης φτερωτής που θα τοποθετηθεί και τώρα βρίσκεται σε τελικό στάδιο αφού τοποθετήθηκε και το ρουλεμάν στη φωλιά στο κέντρο της φτερωτής ώστε να μην υπάρχει μπαλάτσο και να περιστρέφεται ευθυγραμμισμένη και έτοιμη για χρήση. Σε αυτή την πρώτη φτερωτή που κατασκεύασα έκανα λάθος στην τοποθέτηση των πτερυγίων δηλαδή θα έπρεπε να τοποθετηθούν εκατόν ογδόντα μοίρες ανάποδα και ο αέρας που τα χτυπά να βρίσκει κόντρα στο νεύρο κάθε πτερυγίου. Γι'αυτό το λόγο όταν όλη η κατασκευή ήταν έτοιμη για να τεθεί σε λειτουργία η φτερωτή αυτή τοποθετήθηκε στη βάση του ΚΙΟΝΑ δηλαδή κάτω κάτω όπως φαίνεται και στη φωτογραφία (49).



Φωτογραφία 6.2.12 Δοκιμή φτερωτής.

Στην φωτογραφία 6.2.12 παρουσιάζεται η τοποθέτηση της πρώτης φτερωτής για δοκιμαστικούς λόγους για να δω το που πρέπει να τοποθετηθεί ακριβώς η κάθε φτερωτή ώστε έπειτα να υπολογίσω τις διαστάσεις της κάθε σωλήνας που θα τοποθετηθεί από επάνω και από κάτω σε κάθε φτερωτή. Η όλη κατασκευή βρίσκεται σε στάδιο συναρμολόγησης αφού πρέπει να τοποθετηθούν και οι υπόλοιπες δύο φτερωτές που έχουν προγραμματιστεί να τοποθετηθούν σε αυτή την κατασκευή αλλά και οι ανάλογες σωλήνες για να ολοκληρωθεί το κινητό μέρος. Σε αυτή την φωτογραφία φαίνεται καθαρά η κλίση των πτερυγίων της φτερωτής που χρησιμεύουν για να στέλνει ποσότητα αέρα προς τα κάτω όταν περιστρέφεται με αποτέλεσμα αυτή η δύναμη του αέρα που πηγαίνει προς τα κάτω να καταναλώνεται στην από κάτω φτερωτή και έτσι να συμβάλει και αυτή η δύναμη του αέρα στο να περιστρέψει την από κάτω φτερωτή αποδοτικότερα από αυτή, αφού εκμεταλλεύεται δύο δυνάμεις αέρα για να περιστραφεί. Όπως κοιτάμε την φτερωτή σε αυτή την φωτογραφία έτσι ο αέρας χτυπά στα πτερύγιά της και την αναγκάζει να περιστραφεί, όμως όπως φαίνεται κάποια ποσότητα αέρα περνά ανάμεσα από το κενό που έχουν τα πτερύγια μεταξύ τους και βγαίνει από την άλλη μεριά χωρίς να παράξει έργο γι'αυτό το λόγο το κενό αυτό θα καλυφθεί με ειδικές σωλήνες που θα κατασκευάσω και θα τοποθετήσω στη μέση της ντίζας όπως θα εξηγήσω παρακάτω με φωτογραφίες για να γίνει κατανοητό και έτσι ο αέρας που εισέρχεται στην ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ θα εκμεταλλεύεται 100% από τις φτερωτές.



Φωτογραφία 6.2.13 Τρόπος τοποθέτησης και συγκράτησης της φτερωτής στην ντίζα.

Στην φωτογραφία 6.2.13 παρουσιάζεται η φτερωτή τοποθετημένη στη ντίζα όπου την στηρίζει. Η ντίζα χρησιμοποιείται για το στήριγμα όλων των φτερωτών και των σωλήνων με μεγάλη ακρίβεια και αντοχή. Το υλικό της ντίζας είναι από ανοξείδωτο ασάλι για αντοχή στην υγρασία και την βροχή αλλά και σε εφελκυσμούς που υπάρχουν λόγω της μεγάλης δύναμης που ασκείται πάνω στις κινητές φτερωτές. Οι φτερωτές και οι σωλήνες μπορούν να τοποθετηθούν με μεγάλη ακρίβεια στην ντίζα και αυτό διότι η στήριξη τους γίνεται με παξιμάδια από ίδιο υλικό με την ντίζα τα οποία βιδώνουν στο σπείρωμα της ντίζας και έτσι μπορείς να ρυθμίσεις ακριβώς το ύψος που θέλεις να τοποθετήσεις τις φτερωτές και τις σωλήνες. Με τα παξιμάδια εκτός από μεγάλη ακρίβεια στην τοποθέτηση των φτερωτών και των σωλήνων έχουμε σταθερότητα αυτών αφού η δύναμη τις σύσφιξης είναι πολύ μεγάλη.



Φωτογραφία 6.2.14 Σωλήνες από πλαστικό που χρησιμεύουν για αύξηση της απόδοσης της ανεμογεννήτριας.

Στην φωτογραφία 6.2.14 παρουσιάζονται οι σωλήνες από πλαστικό με τάπες και τρύπα στη μέση όπου περνά από μέσα της η ντίζα. Χρησιμεύουν στο να μην αφήνουν τον αέρα που εισχωρεί από τα πλάγια της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ να πηγαίνει στην απέναντι μεριά με αποτέλεσμα όλη η ποσότητα αέρα που εισχωρεί στην ανεμογεννήτρια να παράγει έργο αυξάνοντας την πίεσή του επάνω στις φτερωτές. Οι σωλήνες είναι από σκληρό πλαστικό για μεγάλη αντοχή στην πίεση του αέρα που τις χτυπά και οι τρύπες που έγιναν στις τάπες όπου φέρουν έχουν μεγάλη ακρίβεια διότι οι αποστάσεις των φτερωτών με τις σωλήνες είναι πολύ μικρές και διαφορετικά όταν οι φτερωτές περιστρεφόντουσαν θα έβρισκαν στο σώμα των σωλήνων. Με τις σωλήνες αυτές η απόδοση της ανεμογεννήτριας αυξάνεται σημαντικά.



Φωτογραφία 6.2.15 Το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας σε τελικό στάδιο έτοιμο για να τοποθετηθεί στο εσωτερικό του σταθερού μέρους.

Στην φωτογραφία 6.2.15 βλέπουμε την ντίζα με τις κινητές φτερωτές και τα διάφορα εξαρτήματα που ανέφερα έτοιμη για να τοποθετηθεί στο εσωτερικό του σταθερού μέρους της ανεμογεννήτριας. Στη παραπάνω φωτογραφία γίνεται κατανοητό το πώς λειτουργούν οι σωλήνες που τοποθέτησα στο ενδιάμεσο των φτερωτών αφού ο αέρας χτυπά κάθετα τις φτερωτές και όλη η ποσότητα και η δύναμη του αέρα παράγει έργο διότι δεν έχει άλλη διέξοδο ο αέρας ενώ αν δεν είχαν τοποθετηθεί τότε κάποια ποσότητα αέρα θα περνούσε στην απέναντι μεριά της ανεμογεννήτριας χωρίς να παράξει έργο. Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό αν συγκρίνει κανείς την παραπάνω φωτογραφία (46) με την φωτογραφία (43) όπου δεν υπάρχουν οι σωλήνες. Ακόμα από αυτή την φωτογραφία γίνεται κατανοητό το πώς οι φτερωτές αλληλοβοηθούνται διότι η κλίση που έχουν τα πτερύγια κάθε φτερωτής στέλνει ποσότητα αέρα προς τα κάτω και έτσι βοηθά η μία την άλλη όπως έχω αναφέρει και παραπάνω. Σε άλλη κατασκευή όπου δεν χρησιμοποιώ ντίζα για στήριξη του συνόλου των φτερωτών αλλά κάθε φτερωτή τις κάθε βαθμίδας είχε ξεχωριστή βάση στήριξης και χρησιμοποιούσα κοινή γεννήτρια τότε κάθε γεννήτρια θα τοποθετούνταν μέσα στη σωλήνα οπότε οι σωλήνες θα χρησιμοποιούνταν και για να υπάρχει αεροδυναμική στο εσωτερικό χώρο του σταθερού μέρους όπου βρίσκονται και περιστρέφονται οι φτερωτές.





Φωτογραφία 6.2.16 Κατανόηση της λειτουργίας των σωλήνων.



Φωτογραφία 6.2.17 Το κενό όπου θα τοποθετηθούν τα πηνία της γεννήτριας με μόνιμους μαγνήτες

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Στις φωτογραφίες 6.2.16 - 6.2.17 βλέπουμε το κενό που υπάρχει κάτω από την φτερωτή εκεί όπου θα τοποθετηθούν τα πηνία όπου και αυτά θα στερεωθούν στην ντίζα με παξιμάδια και τότε το κενό θα ελαχιστοποιηθεί στο μέγιστο. Τώρα μπορούμε να κατανοήσουμε την λειτουργία των σωλήνων που τοποθετήθηκαν στην ντίζα και γιατί αναγκάζουν όλο τον αέρα που εισχωρεί να περιστρέψει τις φτερωτές χωρίς απώλειες από κενά τα οποία μπορούσε ο αέρας να φύγει χωρίς να παράξει έργο αλλά και την αεροδυναμική στο χώρο εσωτερικά της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑΣ αφού κάθε φτερωτή βοηθά την από κάτω της να κινείται αποδοτικότερα όπως έχω αναφέρει.



Φωτογραφία 6.2.18 Το σταθερό και το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας σε τελικό στάδιο.

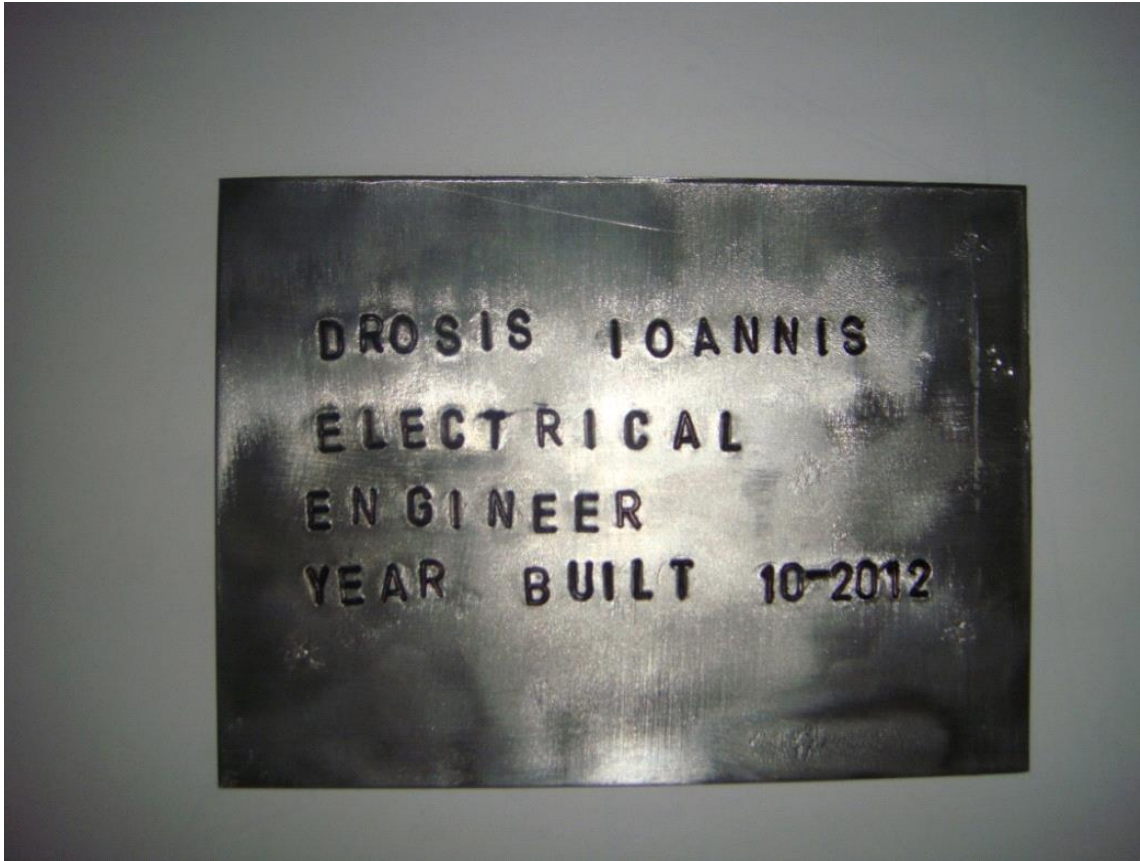
Στην φωτογραφία 6.2.18 παρουσιάζονται τα δύο μέρη της συνολικής κατασκευής της ανεμογεννήτριας ΚΙΟΝΑ δηλαδή το σταθερό και το κινητό μέρος. Τα δύο αυτά μέρη που αποτελούνται από πολλά τμήματα είναι έτοιμα να συναρμολογηθούν και να τεθούν σε λειτουργία και αυτό θα πραγματοποιηθεί όταν τοποθετηθεί το κινητό μέρος στο εσωτερικό του σταθερού μέρους. Το κινητό μέρος στηρίζεται στο σταθερό μέρος πάνω στη βάση που φτιάξαμε και ανέλυσα στην φωτογραφία (28) με παξιμάδια όπου βιδώνουν στο πάνω και κάτω άκρο της ντίζας του κινητού μέρους και έτσι κρατά το κινητό μέρος με μεγάλη στιβαρότητα και αντοχή διότι ο άνεμος που περιστρέφει τις φτερωτές έχει μεγάλη δύναμη και διαφορετικά θα είχαμε σφάλματα.

### 6.3 Δοκιμή λειτουργίας πρότυπης Α/Γ κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ



Φωτογραφία 6.3.1 Δοκιμή λειτουργίας πρότυπης ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα.

Στην φωτογραφία 6.3.1 η πρότυπη ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ΚΙΟΝΑΣ βρίσκεται στην τελική φάση της κατασκευής της, στην ταράτσα του σπιτιού μου συναρμολογημένη με όλα τα κομμάτια που την συνθέτουν και είναι σε λειτουργία. Την ανεμογεννήτρια την ονομάζω ΚΙΟΝΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ λόγω της ιδιαίτερης μορφολογίας που έχει διότι είναι όμοια με αρχαίο ΕΛΛΗΝΙΚΟ κίονα. Η ανεμογεννήτρια αυτή έχει πολλά προτερήματα τα οποία και ανέλυσα στην περιγραφή της κατασκευής που έκανα παραπάνω και πιστεύω είναι αποδοτικότερη από όλων των ειδών των ανεμογεννητριών που έχουν κατασκευαστεί.



Φωτογραφία 6.3.2 Επιγραφή του σχεδιαστή-κατασκευαστή της ΑΓ.

Στην φωτογραφία 6.3.2 φαίνεται ένα ταμπελάκι με την επιγραφή του ονόματός μου, την ειδικότητά μου αλλά και την ημερομηνία που κατασκεύασα την ανεμογεννήτρια ΚΙΟΝΑΣ. Το ταμπελάκι αυτό είναι από φύλλο αλουμινίου. Το ταμπελάκι το έφτιαξε ο πατέρας μου και το τοποθέτησε στην επιφάνεια του μεσαίου κώνου της ανεμογεννήτριας έτσι ώστε όποιος την αντικρίζει να γνωρίζει ποιος την κατασκεύασε και πότε.

### 6.4 Αποσυναρμολόγηση Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ και μεταφορά στο ΑΤΕΙ Πειραιά.



Φωτογραφία 6.4.1 Η Α/Γ δεμένη στο γερανάκι.



Φωτογραφία 6.4.2 Κατέβασμα Α/Γ με ηλεκτρικό γερανάκι.



Φωτογραφία 6.4.3 Τοποθέτηση των κομματιών της Α/Γ στο φορτηγάκι.



Φωτογραφία 6.4.4 Η Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ δεμένη κατάλληλα στο φορτηγάκι και έτοιμη για μεταφορά στο ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ.



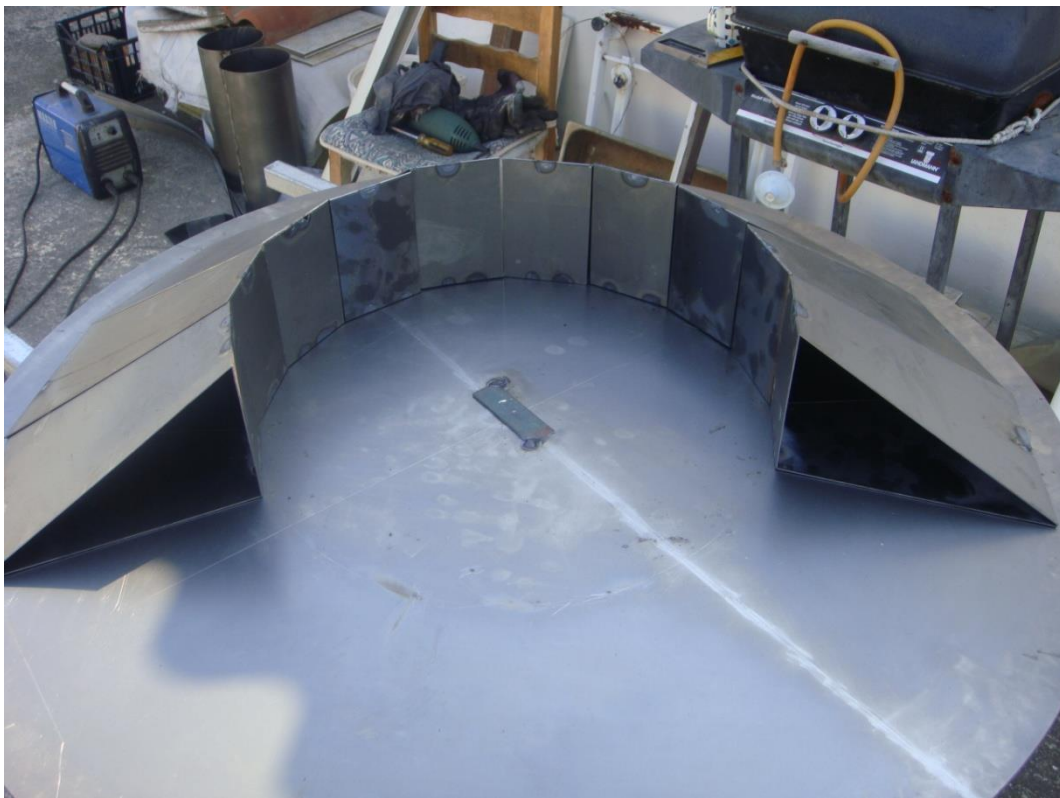
Φωτογραφία 6.3.7 Εγώ με τον πατέρα μου σε εργαστήριο στο ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ όπου τοποθετήσαμε την Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ.

Στην παραπάνω φωτογραφία 6.3.7 είμαι εγώ με τον πατέρα μου μέσα σε χώρο της σχολής μου στο ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ την ημέρα όπου πήγα την κατασκευή μου για να την παραδώσω. Στις προηγούμενες φωτογραφίες 6.4.1 - 6.4.2 - 6.4.3 - 6.4.4 βλέπουμε την διαδικασία φόρτωσης από την τάρτσα του σπιτιού μου σε φορτηγάκι για την μεταφορά στην σχολή μου όπου εκεί θα εξεταστώ για την εργασία αυτή.

## 6.5 Διάφορες Φωτογραφίες Κατά Την Κατασκευή Της Α/Γ "ΚΙΟΝΑΣ"



Φωτογραφία 6.5.1 Κατασκευή συνολικών υποτμημάτων.



Φωτογραφία 6.5.2 Ταίριασμα υποτμημάτων για την κατασκευή του κώνου.





Φωτογραφία 6.5.3 Δημιουργία κώνου.



Φωτογραφία 6.5.4 Ταίριασμα κώνων στο καβαλέτο.



Φωτογραφία 6.5.5 Εγώ σε αναμνηστική φωτογραφία κατά τη διάρκεια της κατασκευής μου  
ΚΙΟΝΑΣ Α/Γ.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

Στο τέλος της παρούσας πτυχιακής εργασίας οι γνώσεις που έλαβα σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο είναι τεράστιες. Οι αιολικές μηχανές εξελίσσονται με ραγδαίο ρυθμό και στο άμεσο μέλλον θα είναι η πρώτη πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να παροτρύνει τον αναγνώστη και να του δώσει κίνητρο να κατασκευάσει την Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ.

Η Α/Γ ΚΙΟΝΑΣ προορίζεται για ερευνητικούς σκοπούς και στη συνέχεια θα τοποθετηθεί στην ταράτσα του σπιτιού μου για παραγωγή υδρογόνου από ηλεκτρόλυση. Επίσης αποτελεί ιδανική λύση για την κάλυψη μικρών ενεργειακών αναγκών όπως π.χ σπίτια, χτήματα κ.α.

Όσον αναφορά το κόστος της κατασκευής και αυτό αφορά μόνο τα υλικά, αυτό κυμαίνεται στα 1500 ευρώ περίπου για ισχύ 1800W. Το κόστος είναι υψηλό διότι τα μέρη της Α/Γ είναι πολυσύνθετα και αποτελούνται από πολλά κομμάτια λαμαρίνας το καθένα τα οποία διαμορφώθηκαν με ειδική μηχανή laser όπου κοστίζει πολύ, π.χ ο ένας κώνος αποτελείται από 48 κομμάτια λαμαρίνας τριών διαφορετικών διαστάσεων. Η επόμενη Α/Γ που σχεδιάζω θα είναι αποδοτικότερη και πολύ φτηνότερη διότι θα αποτελείται από τα ίδια μέρη με λιγότερα κομμάτια λαμαρίνας, π.χ κάθε κώνος αποτελείται από 3 κομμάτια άρα λιγότερα κομμάτια με τη μηχανή laser.

Μεγάλη τεχνογνωσία αποκόμισα λόγω της συχνής επικοινωνίας που είχα με άτομα του χώρου της μηχανολογίας π.χ τονναδόρους, ελασματουργούς κ.α αλλά και με άτομα λοιπών σχετικών ειδικοτήτων αφού ήρθα σε επαφή με μαγαζιά βιομηχανικών ειδών.

Το παρόν και το μέλλον είναι το ΥΔΡΟΓΟΝΟ όπου με τις Α/Γ ο καθένας μας μπορεί να το παράξει.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγκυκλοπαίδεια <<ΥΔΡΙΑ CAMBRIDGE>> ΗΛΙΟΣ
2. Εγκυκλοπαίδεια <<ΓΝΩΡΙΖΩ>>
3. Το ενεργειακό πρόβλημα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, Εκδόσεις Σύγχρονη Εποχή, Μπορίς Ρατσκοφ.
4. Ζητήματα της ενεργειακής μας πολιτικής – Οι στόχοι της πραγματικής αλλαγής στον ενεργειακό τομέα, Εκδόσεις Σύγχρονη Εποχή, Νικολάου Μιχάλης
5. Φυσική Α΄ Τάξη 1<sup>ου</sup> Κύκλου ΤΕΕ, Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων
6. Φυσική Β΄ Γυμνασίου, Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων
7. Αρχαία Ελληνική Επιστήμη, Εκδόσεις Αρχέτυπο, Αντώνης Αντωνιάδης
8. Παραγωγή – Μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, Εκδόσεις ΙΩΝ, Μανώλης Κάλφας