

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΥΠΟΥ DARIEUS ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΕΜΙΚΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ

Στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις και ειδικότερα στο ΚΕΤΑ (Κέντρο Ερευνών Τεχνολογίας Αεροπορίας) για το οποίο έχω προσωπική άποψη επειδή υπηρέτησα ως έφεδρος για 2 χρόνια γίνονται πολύ αξιόλογες ερευνητικές προσπάθειες που συνήθως δεν ολοκληρώνονται είτε λόγω έλλειψης κονδυλίων είτε λόγω παρεμβάσεων από ξένες κατασκευαστικές εταιρείες που προωθούν τα δικά τους έτοιμα προϊόντα.

Ενδεικτικά στο ΚΕΤΑ από τις αρχές της δεκαετίας του 80 είχαν αναπτυχθεί προγράμματα για Προσομοίωση λειτουργίας κινητήρων για πρόβλεψη αστοχιών, σχεδίαση πρωτότυπης ανεμογεννήτριας καθέτου άξονα τύπου Darieus, πρωτότυπα λογισμικά για την σωρευτική κόπωση των χειριστών ανά κύκλο εργασιών, και πολλά ακόμα που ανήκαν σε διαφορετικά γνωστικά πεδία και δεν είμαι αρμόδιος να τα αναφέρω.

Αξίζει τον κόπο νομίζω να αναφερθούμε στην ανάπτυξη της ανεμογεννήτριας τύπου Darieus η οποία έγινε από τον γράφοντα με την επίβλεψη του τότε Επισμηναγού αέιμνηστου Γιώργου Γούλιου.

Η απαίτηση ήταν να σχεδιαστεί μια ελαφριά μετακινούμενη ανεμογεννήτρια ισχύος μέχρι 5 KW που να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες απομακρυσμένων σταθμών της Πολεμικής Αεροπορίας όπως μετεωρολογικοί σταθμοί, κεραίες, κινητές μονάδες αεροδρομίων κλπ. Λόγω της απαίτησης για ελαφριά και μετακινούμενη ανεμογεννήτρια αποκλείστηκε η λύση της ογκώδους συμβατικής οριζοντίου άξονα με πυλώνα και προκρίθηκε η λύση της μηχανής καθέτου άξονα τύπου Darieus.



Η συγκεκριμένη πρότυπη ανεμογεννήτρια που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο ΚΕΤΑ είχε ύψος 2 μέτρα, 3 πτερύγια μήκους 2,45μ έκαστο και συνολικό βάρος γύρω στα 45 κιλά. Εκτός από την βάση της είχε και τρία συρματόσχοινα για επιπλέον στήριξη ως αντιρίδες. Στη φωτογραφία απεικονίζεται μια παρόμοιου τύπου ανεμογεννήτρια αλλά 2 αντί τριών πτερυγίων

Η ανεμογεννήτριες τύπου Darieus έχουν πολλά πλεονεκτήματα αλλά και δυο σημαντικά μειονεκτήματα που θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Κατ'αρχάς είναι πολύ πιο ελαφριές από τις συμβατικές οριζοντίου άξονα. Δεν απαιτούν τεράστιους πυλώνες στήριξης, κάνουν πολύ λιγότερο θόρυβο, γενικά δεν αλλοιώνουν το οικοσύστημα στο οποίο λειτουργούν, έχουν την ίδια απόδοση

ανεξαρτήτως κατεύθυνσης ανέμου και μάλιστα περιστρέφονται ταχύτερα από την μέγιστη ταχύτητα του πνέοντος ανέμου κατά την πλήρη λειτουργία τους.

Επίσης είναι αποδοτικότερες από τις αντίστοιχες οριζοντίου άξονα. Σύμφωνα με τον νόμο του Betz το ανώτερο θεωρητικό όριο απόδοσης μια ανεμογεννήτριας είναι το 59.3% της κινητικής ενέργειας του ανέμου που την διαπερνά. Οι ανεμογεννήτριες Darieus επιτυγχάνουν κατά μέσο όρο απόδοση 40% -45% όταν οι συμβατικές οριζοντίου άξονα σπάνια ξεπερνούν το 35%.

Τα τρία καμπύλα πτερύγια μήκους 2.45 μ το καθένα επιλέχτηκαν να κατασκευαστούν από επάλληλες στρώσεις ανθρακονημάτων για μικρότερο βάρος και αυξημένη αντοχή. Βρέθηκε τεχνίτης σε επισκευαστική εταιρεία θαλαμηγών που αφού είδε τα σχέδια, δέχτηκε να κατασκευάσει το αρχικό καλούπι και στη συνέχεια με απανωτές στρώσεις ανθρακονημάτων και ρητίνης να ολοκληρώσει τα τρία πτερύγια. Αυτό ήταν το δυσκολότερο κομμάτι της κατασκευής γιατί βεβαίως ο τεχνίτης δεν είχε ξαναφτιάξει τέτοια κατασκευή και δυσκολευόταν να διαμορφώσει τις λεπτομέρειες του χείλους προσφυγής, του χείλους εκφυγής και του camber. Το προφίλ αεροτομής που επιλέχτηκε ήταν το NACA 3315, όχι τόσο για την αεροδυναμική του απόδοση, όσο για την σχετική ευκολία της κατασκευής του.

Στο σχήμα 1 φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της επιλεγμένης αεροτομής.

Πλάτος 0.35 μ,

μέγιστο camber 3%,

θέση του μέγιστου camber 30% της χορδής,

μέγιστο πάχος αεροτομής 15% της χορδής,

μέση γωνία προσβολής 5 μοίρες.

Αυτές οι τιμές έδωσαν σύμφωνα με τον λύτη της NACA ,

$Cl = 0,737$

$Cd = 0,0297$ και

$Cl/Cd = 24,81$.

Στο Σχήμα 2 φαίνονται οι τρεις συνηθέστεροι τύποι ανεμογεννητριών Darieus.

Ο τύπος H είναι ο απλούστερος κατασκευαστικά αλλά και με την μικρότερη αεροδυναμική απόδοση. Ο τύπος D που επιλέχτηκε είναι ένας καλός συμβιβασμός μεταξύ δυσκολίας κατασκευής και απόδοσης. Η κατασκευή τύπου Helical είναι η αποδοτικότερη από τις τρεις, αλλά έχει τεράστια κατασκευαστική δυσκολία και αυξημένο κόστος οπότε δεν προτιμήθηκε για την περίπτωση της συγκεκριμένης μελέτης

01:12 Mon 12 Jan

sagecalculator.com

VPN 89%

NACA Airfoil Calculator

NACA Series:

4-Digit Series

Maximum Camber (%):

3

Position of Max Camber (1/10 of chord):

3

Maximum Thickness (% of chord):

15

Chord Length:

0.35 m

Angle of Attack:

5 °

Calculate Reset

Recent Calculators

[Bank Cd Rate Calculator](#)

[Annual Earnings Calculator](#)

[6 Month Cd Rates Calculator](#)

[Snow Fay Calculator](#)

[Snow Delay Calculator](#)

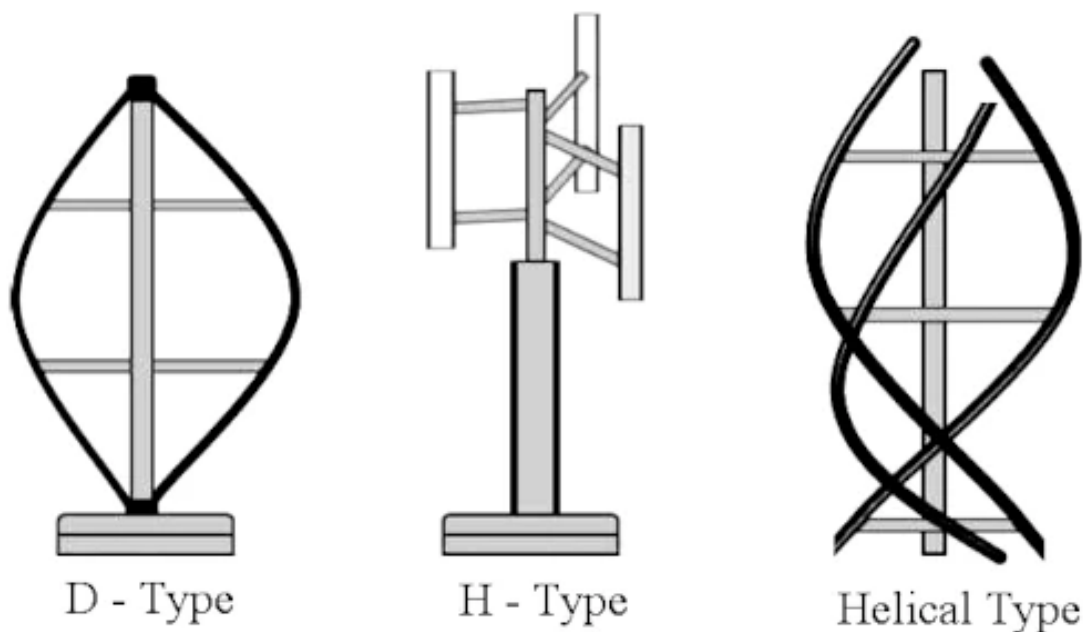
01:12 Mon 12 Jan

sagecalculator.com

VPN 89%

Calculate Reset

NACA Designation:	NACA 3315
Lift Coefficient (Cl):	0.737
Drag Coefficient (Cd):	0.0297
Moment Coefficient (Cm):	-0.007
Maximum Thickness Location:	30% chord
Lift-to-Drag Ratio:	24.81



ΣΧΗΜΑ 2

Η αεροδυναμική ανάλυση και ο υπολογισμός της δημιουργούμενης άντωσης στα πτερύγια που τελικά δημιουργούν την ροπή περιστροφής είναι πολύ περίπλοκη και ξεπερνάει τους σκοπούς αυτής της παρουσίασης. Οι λόγοι είναι ότι τα διανύσματα των τριγώνων ροής, οι γωνίες προσβολής, η διεύθυνση του ανέμου και η αναλογία L/D μεταβάλλονται συνεχώς καθώς η ανεμογεννήτρια περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της. Παρόλα αυτά στο ΚΕΤΑ κάναμε μια απλουστευμένη ανάλυση κάποιας τυχαίας γωνίας περιστροφής και στη συνέχεια προσπαθήσαμε να ολοκληρώσουμε το αποτέλεσμα για την πλήρη περιστροφή των 365 μοιρών. (Σχήμα 3)

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του άρθρου η ανεμογεννήτριες τύπου Darieus έχουν και δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Το ένα είναι η προφανής δυσκολία κατασκευής των καμπύλων πτερυγίων που συνεπάγεται αυξημένο κόστος. Το δεύτερο είναι ότι οι κατασκευές αυτές δεν ξεκινούν να περιστρέφονται από πλήρη ακινησία. Όταν τα πτερύγια είναι ακίνητα, όσο δυνατός άνεμος και να υπάρχει, προσπίπτει με μεγάλη γωνία προσβολής με συνέπεια οι πτέρυγες να έχουν συνεχή απώλεια στήριξης. Πρέπει να υπάρχει ένας μικρός κινητήρας που θα δώσει την αρχική μικρή περιστροφή για να μειωθεί η γωνία πρόσπτωσης (angle of attack to relative wind) προκειμένου τα πτερύγια να αρχίσουν να αναπτύσσουν άντωση. Η αγγλική ορολογία την ονομάζει not self-starting wind turbine. Βέβαια η ενέργεια που απαιτείται για την αρχική εκκίνηση μπορεί να δοθεί από τις μόνιμα φορτισμένες μπαταρίες του συστήματος μέσω ενός ηλεκτροκινητήρα πολύ μικρής ισχύος. Επιπλέον επειδή σε φυσιολογικές ταχύτητες ανέμου η κατασκευή μπορεί να πιάσει πολύ ψηλές ταχύτητες περιστροφής απαιτείται ένα φυγοκεντρικό φρένο που θα ελέγχει την ανώτατη γωνιακή ταχύτητα.

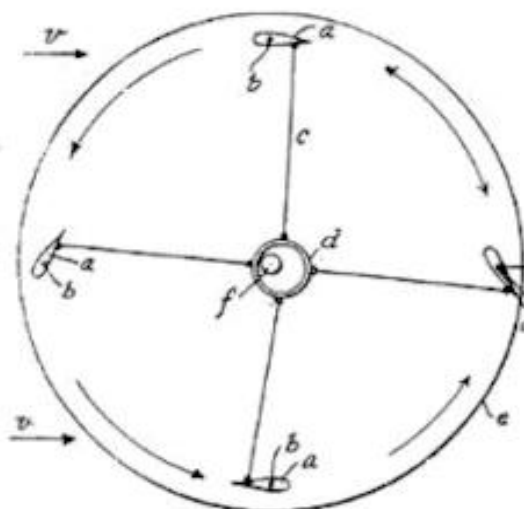


Fig. 1.

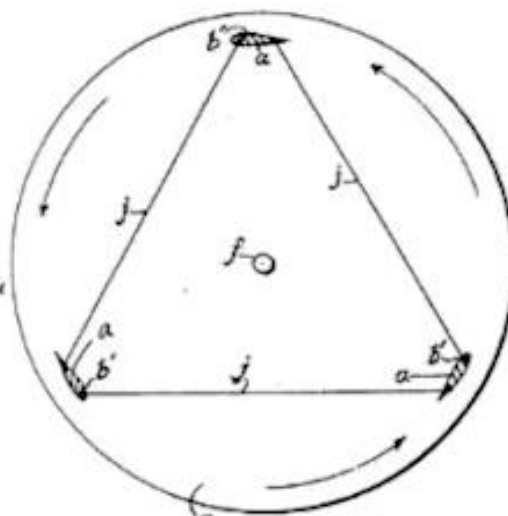


Fig. 2.

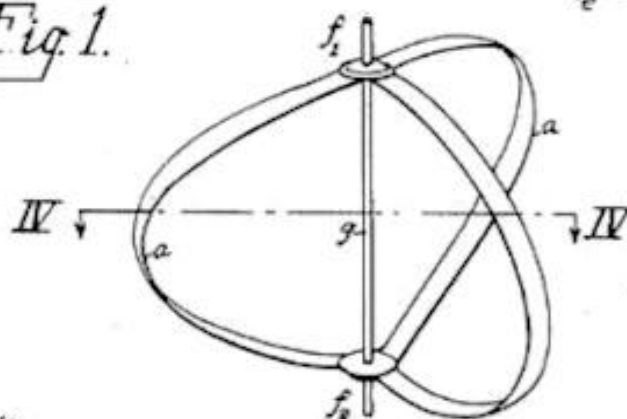


Fig. 3.

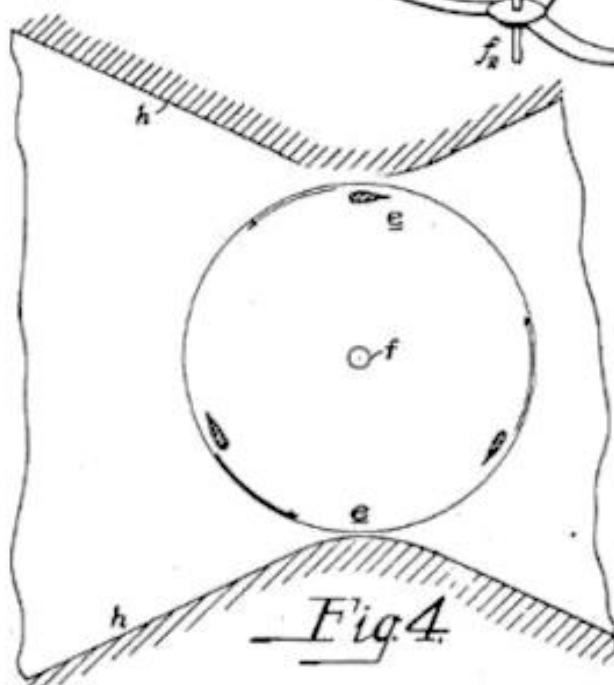


Fig. 4.

Fig. 5.

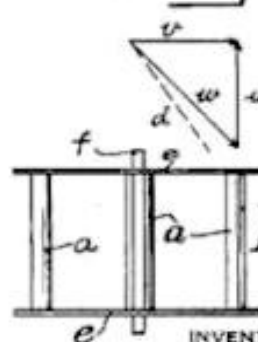


Fig. 6.

INVENTOR
 Georges J. M. Darrieus
 By Green & McCallister
 His Attorneys

Η πρωτότυπη αυτή ανεμογεννήτρια σχεδιάστηκε κατασκευάστηκε και συναρμολογήθηκε εξ ολοκλήρου στο ΚΕΤΑ (με εξαίρεση όπως αναφέρθηκε την κατασκευή των πτερυγίων που έγινε από τεχνίτες κατασκευής θαλαμηγών). Στη συνέχεια αποφασίστηκε να μπει σε κτίριο της Αεροπορικής Βάσης στο αεροδρόμιο Ελληνικού όπου τέθηκε σε λειτουργία για δυο χρόνια προκειμένου να συλλεγούν data σωστής και ασφαλούς λειτουργίας, να συγκριθούν οι προβλέψεις παροχής ισχύος με το θεωρητικό μοντέλο και γενικότερα να πιστοποιηθεί για χρήση σε απομακρυσμένες μονάδες της Π.Α. Λόγω έλλειψης κονδυλίων η αρχική λειτουργία έγινε χωρίς φορτίο, χωρίς δηλαδή να συνδεθεί με γεννήτρια και μπαταρίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Η όλη κατασκευή με τσιμεντένια βάση και αντιρίδες στήριξης τοποθετήθηκε σε ταράτσα υποστέγου της βάσης Ελληνικού και εκπονήθηκε ένα πρωτόκολλο μετρήσεων και καταγραφής στοιχείων. Επειδή στο ενδιαμέσο διάστημα ο γράφων ολοκλήρωσε την θητεία του και απολύθηκε, οι μετρήσεις και η παρακολούθηση του έργου συνεχίστηκαν από δυο εκλεκτούς επιστήμονες τότε εφέδρους σμηνίες τον Μηχανολόγο Μηχ. Π. Φραγκιά και τον Ναυπηγό Μηχ Ν. Κυρτάτο μετέπειτα τακτικό Καθηγητή του Μετσόβειου Πολυτεχνείου.

Δυστυχώς μετά από συνεχή λειτουργία δυο ετών η κατασκευή άρχισε να καταρρέει λόγω παντελούς έλλειψης συντήρησης. Αρχικά έσπασαν τα συρματόσχοινα στήριξης, στη συνέχεια αλλοιώθηκαν οι αεροτομές των πτερυγίων λόγω συνεχούς έκθεσης στον ήλιο χωρίς καμιά προστασία και συντήρηση και τελικά η ανεμογεννήτρια αποκαθελώθηκε γιατί κρίθηκε επικίνδυνη η περαιτέρω λειτουργία της. Ήταν ένα από τα πολλά έργα που σχεδιάστηκαν και ολοκληρώθηκαν στην Ελλάδα χωρίς ποτέ να φτάσουν στο στάδιο της μαζικής παραγωγής τους

Σπύρος Γ. Γιάνκοβιτς
Αεροναυπηγός Μηχανικός B.Sc M.Sc
Κυβερνήτης A340
Αναπληρωματικό Μέλος ΔΣ Α.Α.Κ.Ε

