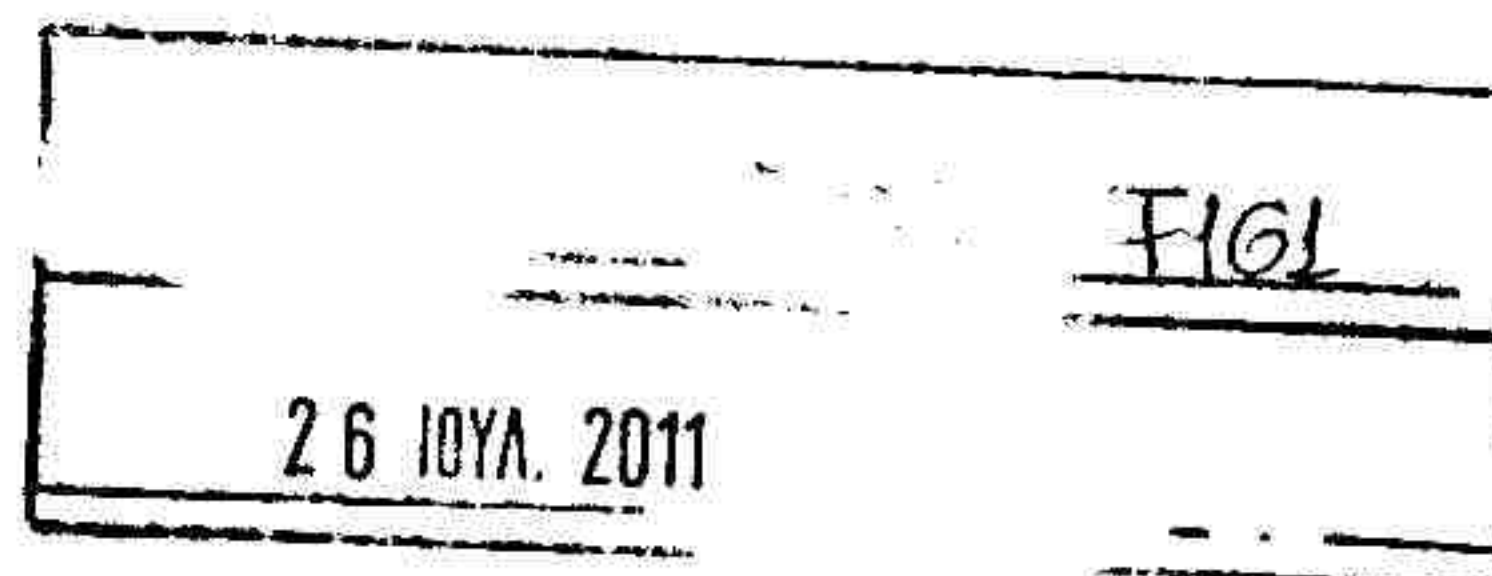
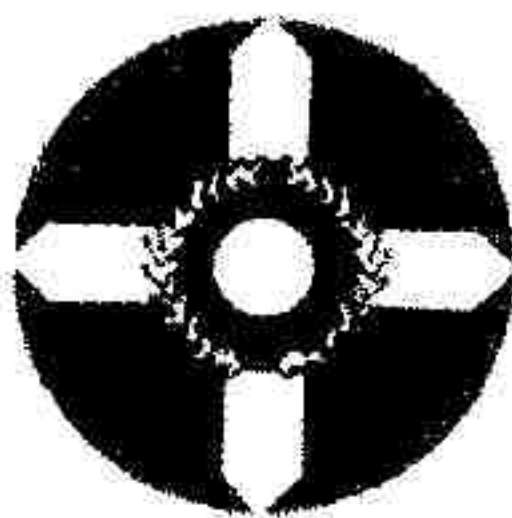




ΛΑ.Ο.Σ. ΛΑΪΚΟΣ ΟΡΘΟΔΟΞΟΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΣ

Κωστής Αϊβαλιώτης
Βουλευτής Β' Αθηνών
Εκπρόσωπος Τύπου ΛΑ.Ο.Σ.

Αναφορά
Προς
Τον Υπουργό Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας

Θέμα : Συνοπτική περιγραφή και βασικά χαρακτηριστικά της ανεμομηχανής «Βαλσαμίδα»

Αξιότιμε κύριε Υπουργέ,

Θέτω υπ' όψιν σας φάκελο με τις μελέτες ενός Έλληνα εφευρέτη, του κ. Μιχαήλ Βαλσαμίδα (ανεμομηχανή κ.α.).

Παρακαλώ να με ενημερώσετε πώς μπορούν να αξιοποιηθούν.

Αθήνα, 8/7/2011
Ο Βουλευτής

Κ. Αϊβαλιώτης

Michael VALSAMIDIS
Master Mariner
Pythagora 16 – GR 185 33 Piraeus
GREECE
Tel/Fax: +30 210 4121144

Πειραιάς,
01 Ιανουαρίου 2006

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΙΣ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΜΗΧΑΝΗΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΟΣ
(με οδηγό πτερύγωση - διττής συγκεντρωτικής ροής).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΟΝ : Είναι γνωστόν ότι η αιολική ενέργεια αποτελεί την πλέον σημαντική από όλες τις λεγόμενες ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ διότι είναι η μόνη που μπορεί να αποδώσει σοβαρά ενεργειακά ποσά, μη έχουσα επίσης τους περιορισμούς των άλλων πηγών. Οι ανθρώπινες κοινωνίες την εχρησιμοποιούσαν από αρχαιοτάτων χρόνων σε ανεμόμυλους και ιστιοπλοΐα.

Όλοι οι τύποι Ανεμομηχανών χωρίζονται σε δύο βασικές οικογένειες : α) των ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ άξονος (περιστροφής) όπως οι γνωστοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι, που προέρχονται από τους Μινωϊκούς πολύπτερους ανεμόμυλους και οι οποίοι εξελίχθησαν στις σύγχρονες δίπτερες/τρίπτερες μηχανές, και

β) των κατακόρυφου άξονος (ΑΚΑ) περιστροφής όπως είναι οι τύποι SAVONIUS και DARIEUS, οι οποίοι προέρχονται από τις Βαβυλωνιακές ανεμομηχανές (κάθετες ορθογώνιες επιφάνειες στηριζόμενες συμμετρικά πέριξ ενός κάθετου άξονος) με τις οποίες χρησιμοποιούσαν και ένα τοίχο διά να διοχετεύουν μονόπλευρα τον άνεμο στην μία πλευρά τους. Μία εξέλιξις των τύπων DARRIEUS είναι το "Κυκλόγυρο".

Σύμφωνα με τις μελέτες των αμερικανών καθηγητών DR JAN F. KREIDER και DR FRANK KREITH (SOLAR ENERGY HANDBOOK - MC GROW HILL BOOK Co., - N.Y. - LONDON, WIND ENERGY CONVERSION SYSTEMS CHAPTER 23) ο πιο αποδοτικός τύπος από όλες τις ανεμ/νές είναι εκείνος του "Κυκλόγυρου". Όμως ο τύπος αυτός, όπως και όλοι οι τύποι της κατηγορίας DARRIEUS, παρουσιάζουν δυσκολία στην

εγκίνησή τους καθώς επίσης δεν αποδίδουν στην πράξη ανάλογα με τα θεωρητικώς προβλεπόμενα, όπως έδειχναν και σχετικές διερευνητικές μελέτες στο Μετσόβειο Πανεπιστήμιο, ως και άλλες..

Τα μειονεκτήματα αυτά εμελετήθησαν και ελύθησαν από τον υπογράφοντα και έτσι του απενεμήθησαν τα σχετικά διπλώματα ευρεσιτεχνίας σε Η.Π.Α. (αριθμ. 5,380,149/1995), χώρες Ευρωπαϊκού διπλώματος (EP.O 522 994/1997), χώρες Ρωσικής Συνομοσπονδίας (205 8499), Αυστραλία (656323⁹¹), Νορβηγία (305 723⁹¹), Φιλανδία (19921414).

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΜΗΧΑΝΗΣ "Βαλσαμίδα".

Τα ως άνω διπλώματα ευρεσιτεχνίας παρουσιάζουν διάφορες νέες παραλλαγές των ΑΚΑ (Ανεμο/νών Καθέτου Αξονος). Η πιο σημαντική είναι εκείνη ενός "κυκλόγυρου" με οδηγό πτερύγωση, σχεδιασμένη με συγκεκριμένες παραμέτρους και σχετικές διαστάσεις. Η ειδική αυτή γεφμετρία επιτρέπει την διαμόρφωση μιάς συμμετρικής συγκεντρωτικής ροής του αερίου ρεύματος διαμέσου της Ανεμ/νής, με ένα κομψό αεροδυναμικώς τρόπο, με υψηλή αεροδυναμική διαφάνεια ως και εφαρμογή φαινομένων BERNOLLI - VENTOURI στο κάθετο και στο οριζόντιο επίπεδο, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται πλεονεκτικές αεροδυναμικές συνθήκες λειτουργίας της Ανεμ/νής και κατά συνέπεια ν εξαιρετικά υψηλή απόδοση αυτής. Μία τέτοια επιλεγμένη διαμόρφωση της Ανεμ/νής φαίνεται στα επισυναπτόμενα σχέδια "Α" και "Β" (σε μειωμένη κλίμακα).

Η Ανεμ/νή αυτή είναι σχεδιασμένη διά στειβαρότητα και απλότητα κατασκευής και λειτουργίας μέσα στα πλαίσια του σκοπού που καλείται να εκπληρώση. Εξωτερικώς έχει ένα κυλινδρικό σχήμα και στην βασική έκδοσή της, διά ναυτικές χρήσεις (ιστιοπλοϊκά, αλιευτικά, μικρά φορτηγά σκάφη - MOTORSHIPS) ως και χερσαίες εφαρ-

μογές σε κινούμενα οχήματα (CAMPING CARAVANS), έχει διάμετρο ολική 65 εκατοστά και άλλο τόσο ύψος. Αποτελείται από 10 κάθετα οδηγιά πτερύγια αμφιπλεύρου συμμετρικής αεροτομής (σχήμα "Α" - 1) ακτινικώς διατεταγμένα, που συγκρατούνται από τα άνω και κάτω άκρα τους ακίνητα από δύο αντίστοιχες κυκλικές πλάκες σχηματίζοντας έτσι ένα σταθερό εξωτερικό κλωβό, τον στάτορα, στο εσωτερικό του οποίου περιστρέφεται ένα στροφέιο αποτελούμενο από τρία κάθετα πτερύγια, επίσης αμφιπλεύρου συμμετρικής αεροτομής, εφαπτομενικώς διατεταγμένα, που συγκρατούνται από τα άνω και κάτω άκρα τους σε δύο αντιστοίχους δίσκους. Οι δίσκοι αυτοί εδράζονται στο εσωτερικό του στάτορος με δύο αντιστοίχους τριβείς (ρουλεμάν).

Με αυτή την διάταξη επιτυγχάνεται μία διτή συγκεντρωτική ροή διά μέσου της μηχανής από την πλευρά των δύο πλεονεκτικών τεταρτημορίων της και με ταυτόχρονη κάλυψη - απόκρυψη των δύο αρνητικών τεταρτημορίων της. Επίσης, η γεωμετρία αυτής της Α/νής σχηματίζει κατά κάποιον τρόπο αυλούς D'ALAMBERT σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο που μαζί με εφαρμογή φαινομένων BERNOULLI - VENTOURI επενεργεί επί της ροής ως ένας αεροδυναμικός συγκεντρωτικός φανός με προοπτικές υψηλής αεροδυναμικής διαφάνειας.

Στο εσωτερικό της μηχανής ενσωματώνεται μία ηλεκτρογεννήτρια αποτελούμενη από έναν αριθμό μονίμων μαγνητών στερεωμένων κυκλικά στον δίσκο του στροφείου και έναντι αυτών στερεωμένα στην πλάκα του στάτορος είναι τα πηνία απολήψεως του παραγομένου ρεύματος. Το παραγόμενο ρεύμα (εναλλασσόμενο, με υψηλή διαρκώς μεταβαλλόμενη τάση) διοχετεύεται με ένα καλώδιο πλησίον των συσσωρευτών όπου μέσω ενός μετατροπέως - φορτιστού - διανομέως παρέχεται το κατάλληλο ρεύμα διά την φόρτησίν τους (χαμηλής, σταθερής και συνεχούς τάσεως).

Η κατασκευαστική διαδικασία δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία. Οι τριβείς, οι μαγνήτες και τα πηνία μπορούν να προμηθευθούν από το εμπόριο ή από εξειδικευμένες βιομηχανίες. Επίσης τα διάφορα τμήματα της μηχανής μπορούν να βγούν σε παραγωγή σε ανοξείδωτο κράμα

αλουμινίου. Ο κατασκευαστής στην ουσία κάνει την συναρμολόγηση καθώς και έλεγχο - ζυγοστάθμιση της μηχανής. Έτσι το κόστος κατασκευής μπορεί, με μία σωστή οργάνωση παραγωγής να είναι αρκετά χαμηλό και συναγωνιστικό σε συνδυασμό με άριστη ποιότητα και απόδοση διά μακρά και απρόσκοπτη λειτουργία.

Ένα πρόχειρο μοντέλο της Α/νής έχει ήδη κατασκευασθεί προσφάτως με την βοήθεια της εταιρίας SERCA HELLAS Α.Ε. και εδοκιμάσθη επιτυχώς σε λειτουργία υπό φυσικές συνθήκες. Ανεξαρτήτως αυτού, μεταξύ των ετών 1992 και 1996 η Α/νή είχε υιοθετηθεί από διάφορα Ευρωπαϊκά Πανεπιστήμια διά μελέτες ακόμα και με προτάσεις τους σε Ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα επί της Αιολικής ενέργειας (Πανεπιστήμιο EUDIL - LILLE - FRANCE, Πανεπιστήμιο NAPIER - EDINBOROUGH - SCOTLAND, DANISH MARITIME INSTITUTE - LINGBY - COPENHAGEN, Πανεπιστήμιο ΠΑΤΡΩΝ - ΠΑΤΡΑ, KINGSTON UNIVERSITY - LONDON). (Προγράμματα ερεύνης JOULE I και II), καθώς και σε εγχώριο ερευνητικό πρόγραμμα ΠΑΒΕ όπου εγκρίθηκε η μελέτη (1996) αλλά εν τω μεταξύ ο βιομηχανικός συνεργάτης (σπώνσορας) BIOKAT Α.Ε. έπαυσε τις δραστηριότητές του στην Ελλάδα. Κατά τις διαδικασίες αυτές εξεπονήθη μία προμελέτη-αξιολόγησης της Α/νής από το Πανεπιστήμιο Πατρών που επισφραγίζει τις θετικές προβλέψεις διά την εξέλιξίν της (Νοέμβριος 1993). Σημειωτέον ότι το Πανεπιστήμιο του KINGSTON είναι από τους πρωτοπόρους στην ερευνητική μελέτη στον ειδικό τομέα των Α/νών Καθέτου Άξονος (ΑΚΑ) με διπλώματα ευρεσιτεχνίας μάλιστα, και αποτελεί τίτλον τιμής διά την παρούσα πρόταση η υιοθέτησής της από αυτό (ίδε φυλλάδιο : AUGMENTED WIND TURBINES).

Οι πλησιέστερες ευρεσιτεχνίες στον τύπο αυτό Α/νών είναι οι αμερικανικές α) THOMAS (4,115,027/ΣΕΠΤ 19, 1978) και β) AMICK (4,162,410/JUL 24, 1979) οι οποίες ελήφθησαν υπ'όψιν στις σχετικές εξετάσεις κατά την διαδικασία απονομής των ως άνω διπλωμάτων, πλην όμως διαφοροποιούμενες ως προς την τεχνολογική αρτιότητα δεν

ηδύναντο να αποτελέσουν τεχνολογικό προηγούμενο που θα απέκλειε νέαν απονομή ευρεσιτεχνίας. Διά το ιστορικόν, μία αμερικανική εταιρεία (WIND HARVEST INC.,) μέσω της αγγλικής θυγατρικής της (WIND STAR TURBINES LTD) κατασκευάζουν με φθηνό κόστος (παραγωγή σε TAIWAN) τις Αν/νές της ως άνω ευρεσιτεχνίας THOMAS και τις εκμεταλεύονται σε αιολικά πάρκα, όπως π.χ. της Αγγλίας όπου η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η υψηλότερη στην Ευρώπη. Η εταιρεία αυτή σε άρθρο της σε διεθνές επαγγελματικό περιοδικό το 1992 ανέφερε επίσης, εκτός των ανωτέρω, ότι απέβλεπε να "βελτιώσει" τις αν/νές της προφανώς αφού είχε λάβει γνώσιν της νέας αν/νής του υπογράφοντος η οποία είχε τότε δημοσιοποιηθή διεθνώς μέσω της διαδικασίας PCT και της αρχικής καταθέσεως της ευρεσιτεχνίας στις ΗΠΑ. Ολίγον αργότερα, αφού είχα απακαταστήσει επαφήν με την εν λόγω εταιρεία και η οποία αρχικώς μου πρότεινε συνεργασία, η γνώση της περί της ευρεσιτεχνίας μου έγινε βεβαιότης, πλην όμως, όπως απεδείχθη αργότερον οι προθέσεις της δεν ήσαν διά μία πραγματική συνεργασία. (περιοδικό WIND POWER - JULY 1992).

Επίσης, μία μικρή εταιρεία Αν/νών στις ΗΠΑ φαίνεται από σχετικό δημοσίευμα ότι επειραματίσθη με τέτοιου είδους Αν/νές με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα (WIND POWER).

Επί του παρόντος, το αντικείμενο των μελετών είναι να διερευνηθούν οι δυνατότητες και η συμπεριφορά της Αν/νής υπό διαφόρους συνθήκας λειτουργίας και γεωμετρικές παραμέτρους ούτως ώστε να καθορισθούν οι ευνοϊκώτερες συνθήκες λειτουργίας της και να εκπονηθούν καμπύλες αποδόσεως καθώς και τα οριστικά κατασκευαστικά σχέδια.

Η οικονομική σημασία της Αν/νής είναι στρατηγικής σημασίας, η δε βιωσιμότης της εξαιρετική. Εκτός της υψηλής αποδόσεώς τους η ειδική γεωμετρία τους τους παρέχει σύμφυτα μοναδικά πλεονεκτήματα.

Ετσι, σε μικρό μέγεθος είναι ιδανική διά χρήση σε θαλαμηγά ιστιοφόρα, αλιευτικά, μικρά φορτηγά πλοία καθώς και CAMPING CARAVANS. Ο λόγος είναι ότι εκτός των ανωτέρω πλεονεκτημάτων είναι

συμπαγής ως κατασκευή, χωρίς εξωτερικά κινούμενα μέρη και δεν χρειάζεται προσανατολισμό προς τον άνεμο όπως συμβαίνει με τις Αν/νές οριζοντίου άξονος. Αυτά τα χαρακτηριστικά τις καθιστούν πολύ πρακτικές διά την χρήση τους ανάμεσα στον εξαρτισμό των ιστιοφόρων, καθώς και κάθε κινούμενο όχημα που χρειάζεται να φορτίζει συσσωρευτές.

Επίσης, σε λίγο μεγαλύτερο μέγεθος, είναι φυσικά κατάλληλη διά χρήση σε εξοχικές οικίες, και σε μεσαίο μέγεθος είναι κατάλληλη διά χρήση σε αγροκτήματα - ιδίως δι' άντληση νερού, κλπ..

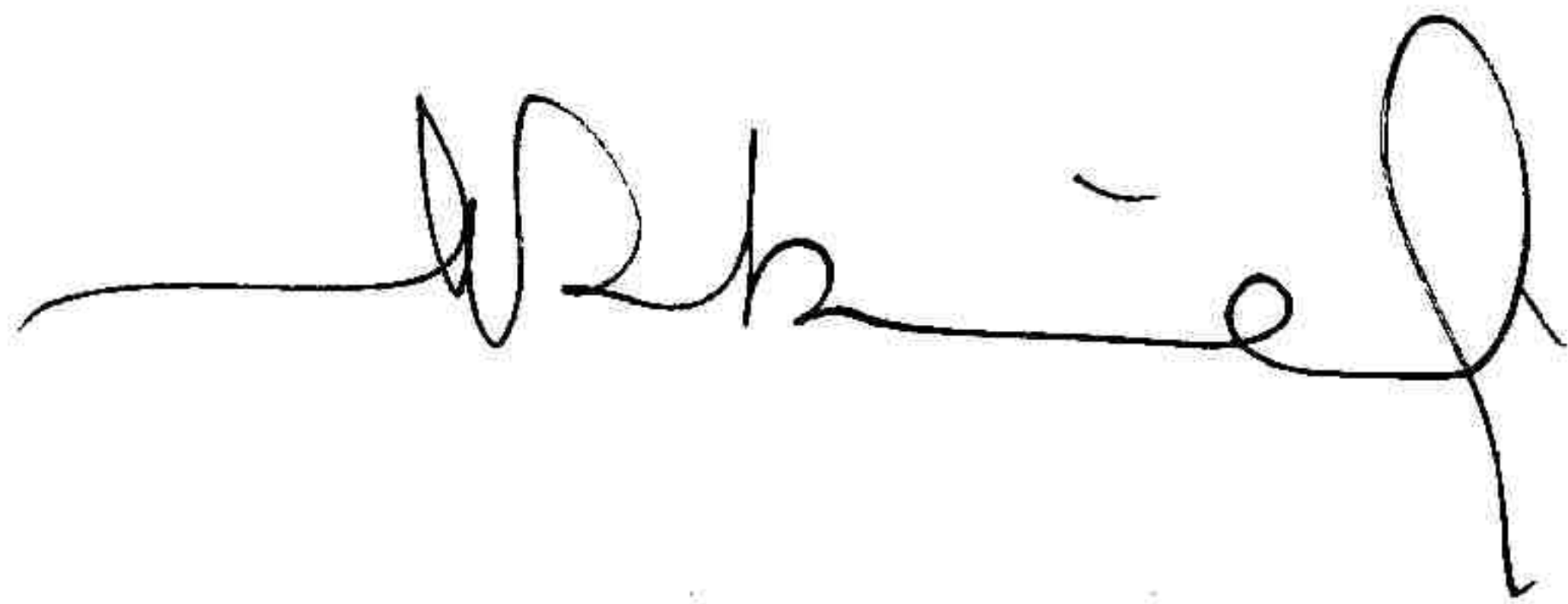
Σε μεγάλο - υπέρμέγεθος είναι η πλέον κατάλληλη διά βιομηχανικές εφαρμογές/αιολικά πάρκα. Σε αυτήν την κατηγορία η νέα Αν/νή εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων δύναται να εκμεταλεύεται την παρουσία ανέμου σε μεγαλύτερα ύψη και με μεγαλύτερες εργαζόμενες επιφάνειες ανά μονάδα απασχολουμένου εδάφους. Αυτά τα πλεονεκτήματα υπαγορεύονται από την ειδική γεωμετρία τους που τους επιτρέπει την κατασκευή σε μεγέθη πολλαπλασίως μεγαλύτερα από εκείνα των άλλων (οριζοντίου άξονος) Αν/νών τόσο κατά πλάτος όσο και καθ' ύψος, ή επίσης την τοποθέτησιν επαλλήλων Αν/νών καθ' ύψος, εν αντιθέσει με τις άλλες αν/νές Ο.Α. που δεν μπορούν να τοποθετηθούν επαλλήλως καθ' ύψος, χρειάζονται διαρκή προσανατολισμό ως προς την ροή του επερχομένου ρεύματος ανέμου πράγμα που επιφέρει υψηλές καταπονήσεις στα κινούμενα στοιχεία της μηχανής που επιδεινώνουν ακόμα περισσότερο τις οριακές αντοχές υλικών κατασκευής των και οι οποίες θέτουν περιορισμούς στην αύξηση της διαμέτρου του στροφείου των, το οποίο σήμερα ανέρχεται στα 96 μέτρα ανωτάτης διαμέτρου διά μίαν ονομαστική ικανότητα παραγωγής 4.2 MW. Τέτοια ήτο και η επονομαζόμενη MAMOTH που τελικώς κατέρρευσε λόγω υποχώρησης των υλικών κατασκευής της.

Αντιθέτως, μονάδες Αν/νών Κ.Α. δύνανται άνετως να κατασκευασθούν σε μεγέθη που να αποδίδουν 10 MW και άνω ονομαστικής ισχύος και με ασφαλή δεδομένα λειτουργίας τους. Το κόστος τους δεν προ-

βλέπεται να διαφέρει πολύ από το αντίστοιχο των άλλων αν/νών, αλλά και αν ακόμα λογισθή μεγαλύτερο αυτό δεν πάει χαμένο σε αχρηστες λεπτομέρειες, αλλά συμβάλλει τελικά στην ενδυνάμωση της όλης κατασκευής με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη αντοχή της αν/νής σε οιαδήποτε αντίξοες συνθήκες λειτουργίας τους και την απρόσκοπτη απόδοσή τους που τελικά καλήγει σε οικονομικό πλεονέκτημα. Όλα τα εφγενή προτερήματα της Αν/νής αυτής επιτρέπουν την παραγωγή ασυγκρίτως μεγαλυτέρων ποσών ενεργείας που μπορούν έτσι να καλύψουν σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές ανάγκες της χώρας, διότι με λιγώτερες Αν/νές μπορεί να γίνει πιο αποδοτική εκμετάλλευσις των σημείων με αιολικό δυναμικό, με ταυτόχρονη συντομωτέρα απόσβεση κόστους του αιολικού πάρκου. Σημειωτέον ότι ένα ακόμα σημαντικό έμφυτο πλεονέκτημα αυτών των Αν/νών Κ.Α. είναι ότι δεν ενοχλούν το περιβάλλον ακόμα και αν είναι πολλές συγκεντρωμένες, αφού εξωτερικώς δεν έχουν κινούμενα μέρη.

Όλα τα ανωτέρω δείχνουν μία πολύ σημαντική επένδυση από πάσης απόψεως, μία πόρτα προς το μέλλον στην πραγματικότητα.

Ο εφευρέτης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΗΣ

26001 ΠΑΤΡΑ 10.11.94

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ. Μηχ. ΔΗΜ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ

ΤΗΛ. 061-997193, 997201, 997202
FAX: 061-997193

ΠΡΟΣ: ΒΙΟΚΑΤ Α.Ε. / ΑΘΗΝΑ
υπόψη κ. Ν. Δημητριάδη
Τηλ. 6866700 Fax: 6898787

ΘΕΜΑ: Ανεμοκινητήρας Κατακορύφου Αξονα, (ΑΚΑ) - Προσομοίωση Λειτουργίας και Σχεδιασμός Πρωτοτύπου.

Προτείνεται η συνέχιση της ερευνητικής εργασίας με μια νέα μελέτη, που θα περιλαμβάνει αναλυτική θεωρητική και πειραματική διερεύνηση του ανεμοκινητήρα ως πλήρους συστήματος με τις εξής φάσεις:

1. Υπολογιστική προσομοίωση του ροϊκού πεδίου του ανεμοκινητήρα σε λειτουργία.
Θεωρητική ανάλυση του ροϊκού πεδίου του ανεμοκινητήρα με ταυτόχρονη λειτουργία της κινητής και της ακίνητης πτερύγωσης. Η ανάλυση θα γίνει με βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και θα εξεταστεί η επίδραση διαφόρων παραμέτρων, και κυρίως των διαστάσεων κινητής και ακίνητης πτερύγωσης, στην ανάπτυξη του ροϊκού πεδίου, ώστε να προκύψουν συμπεράσματα σχετικά με την θετική ή αρνητική επίδραση των ενεργών και παθητικών περιοχών στον συντελεστή ισχύος και στα γενικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμοκινητήρα.
2. Πειραματική διερεύνηση σε υπό κλίμακα μοντέλο του ανεμοκινητήρα.
Θα γίνουν μετρήσεις της ταχύτητας, κατά μέγεθος και διεύθυνση, στο εσωτερικό της ακίνητης πτερύγωσης με και χωρίς την κινητή πτερύγωση, και μετρήσεις κατανομών πίεσης στις επιφάνειες των πτερυγίων της ακίνητης πτερύγωσης και στους χώρους μεταξύ των πτερυγίων και στο εσωτερικό της ακίνητης πτερύγωσης. Η πειραματική διερεύνηση, που θα περιλαμβάνει και οπτική απεικόνιση της ροής μέσα στον ΑΚΑ με τη χρήση συσκευής καπνού, θα γίνει σε μοντέλα υπό κλίμακα και διάφορες διαμορφώσεις, δηλ. διάφορα μήκη χορδών πτερυγίων, αριθμοί πτερυγίων, γωνίες προσβολής ακινήτων πτερυγίων κλπ.
3. Βελτιστοποίηση του ανεμοκινητήρα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της θεωρητικής και πειραματικής διερεύνησης.
Σύγκριση των αποτελεσμάτων για την διαπίστωση του βαθμού συμφωνίας αυτών και την εύρεση διαφόρων διορθωτικών συντελεστών. Ελεγχος και κριτική αποτίμηση των

αποτελεσμάτων, τροποποίηση της διαμόρφωσης σύμφωνα με τα συμπεράσματα, και βελτιστοποίηση του μοντέλου του ανεμοκινητήρα.

4. Μελέτη πρωτοτύπου ανεμοκινητήρα.

Θα γίνει σύμφωνα με τα αποτελέσματα της θεωρητικής και πειραματικής διερεύνησης. Η διαστασιολόγηση και η διαμόρφωση θα γίνει σύμφωνα με τα συμπεράσματα της βελτιστοποίησης του μοντέλου και με άξονα το γεγονός, ότι το πρωτότυπο θα πρέπει να γίνει σε οικονομικό, αλλά και επαρκές μέγεθος, ώστε να είναι δυνατόν να γίνουν μετρήσεις σε φυσικό μέγεθος, εφόσον κατασκευαστεί αυτό. Στην μελέτη αυτή δεν περιλαμβάνονται αναλυτικά κατασκευαστικά σχέδια με λεπτομέρειες συνδέσεων, στηρίξεων, συναρμολογήσεων κλπ, του πρωτοτύπου του ΑΚΑ. Η ερευνητική ομάδα θα παραδώσει σχέδια διαμόρφωσης και διαστασιολόγησης, για την βελτίωση αεροδυναμική συμπεριφορά του ΑΚΑ, και απλά κατασκευαστικά σχέδια με κατευθυντήριες οδηγίες για τις επιθυμητές κατασκευαστικές λεπτομέρειες και διαμορφώσεις. Αναλυτικά κατασκευαστικά σχέδια μπορούν να γίνουν από την ΒΙΟΚΑΤ με τη συνεργασία και εποπτεία της ερευνητικής ομάδας.

5. Ερευνητική Πρόταση προς ΥΒΕΤ/ΓΓΕΤ.

Το ερευνητικό έργο περιλαμβάνει και τη συγγραφή σχετικής ερευνητικής πρότασης προς το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας στο πλαίσιο καταλλήλου ερευνητικού προγράμματος της Γεν. Γραμματείας Ερευνας και Τεχνολογίας.

6. Διάρκεια και κόστος.

Η χρονική διάρκεια της νέας μελέτης θα είναι 9 μήνες και το συνολικό κόστος αυτής εκτιμάται στο ποσόν των 10.800.000 δρχ. (συμπεριλαμβανομένων περίπου 25% ΦΠΑ και λοιπών νομίμων κρατήσεων).


Δ.Γ. Παπανίκας

Καθηγητής Πανεπιστημίου
Διευθυντής Εργαστηρίου Μηχανικής
των Ρευστών και Εφαρμογών Αυτής

10.1.94

ΑΝΕΜΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗ
Ερευνητική μελέτη - αξιολόγηση της καινοτομίας Μ. Βαλαμίδη - ΒΙΟΚΑΤ Α.Ε. που
εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών και Εφαρμογών αυτής (Δ/ντής
καθηγητής Δ.Γ. Παπανίκας) της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

1. Προς διερεύνηση και αξιολόγηση δόθηκε πρόταση σχεδιασμού ανεμοκινητήρα κατακορύφου άξονα με οδηγό πτερύγωση. Η πρόταση περιλάμβανε αρκετές εναλλακτικές μορφές σχεδιασμού του στροφείου και της οδηγού πτερύγωσης, οι οποίες στην πραγματικότητα ήταν παραλλαγές της βασικής ιδέας της εκμετάλλευσης του "φαινομένου Ventouri", για την αύξηση της απόδοσης ενός απλού ανεμοκινητήρα. Η πρόταση σχεδιασμού ανεμοκινητήρα κατακορύφου άξονα παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των πλεονεκτημάτων των ανεμοκινητήρων κατακορύφου άξονα (ΑΚΑ) έναντι αυτών με οριζόντιο άξονα (ΑΟΑ). Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:
 1. Απλούστερη, άρα οικονομικότερη, κατασκευή και μικρότερο κόστος συντήρησης του στροφείου, λόγω απλούστερης γεωμετρίας των πτερυγίων (συμμετρική αεροτομή, σταθερή χορδή πτερυγίου, χωρίς στρέβλωση).
 2. Τοποθέτηση του συστήματος παραγωγής ενέργειας και ελέγχου λειτουργίας στο έδαφος. Άμεση πρόσβαση για επιθεώρηση - συντήρηση - αποκατάσταση τυχόν βλάβης.
 3. Ανεξαρτησία από τη διεύθυνση του πνέοντος ανέμου, οπότε δεν απαιτούνται μηχανισμοί προσανατολισμού.
 4. Μικρότερη φόρτιση του πύργου στήριξης του στροφείου, λόγω της τοποθέτησης του κιβωτίου, της γεννήτριας, κλπ. στο έδαφος και επομένως οικονομία υλικού και συντήρησης.
 5. Απλούστερη κατασκευή μηχανισμών για τον έλεγχο λειτουργίας και την προστασία του ανεμοκινητήρα (pitch control, περιορισμός ισχύος, πέδηση κλπ.).
 6. Δυνατότητα κατασκευής μηχανών μεγαλύτερης ισχύος (ίδιο βάρος πτερυγίων, σε σταθερή κατακόρυφη διεύθυνση, καταπόνηση πτερυγίων από το ίδιο βάρος μόνο σε θλίψη).

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα των ΑΚΑ παρατηρήθηκε μια μεγάλη επικράτηση των ΑΟΑ, γεγονός που εντοπίζεται σε δύο κυρίως παράγοντες:

1. Το συνολικό κόστος των ΑΚΑ εμφανίζεται μεγαλύτερο, όχι τόσο λόγω του μικρότερου βαθμού απόδοσης, όσο λόγω του μεγαλύτερου κόστους κατασκευής των συστημάτων αυξήσεως των στροφών, διότι οι ΑΚΑ έχουν μέγιστο βαθμό απόδοσης σε μικρότερες περιφερειακές ταχύτητες από τους ΑΟΑ και απαιτείται μεγάλη αύξηση των στροφών για τη λειτουργία της γεννήτριας.
2. Η εξέλιξη των ΑΟΑ βοηθήθηκε δραστικά από το υπάρχον επιστημονικό υπόβαθρο σχετικά με την αεροδυναμική συμπεριφορά των ελίκων δύο ή τριών πτερυγίων και την αντίστοιχη τεχνολογία κατασκευής λόγω της ανθούσας αεροναυπηγικής τεχνολογίας των ελικοφόρων αεροσκαφών.

Ετσι το ερευνητικό ενδιαφέρον στράφηκε κυρίως στους ΑΟΑ με αποτέλεσμα την γρήγορη εξέλιξη και την επικράτησή τους. Αντίθετα στους ΑΚΑ η έρευνα προχώρησε με μικρά βήματα που δεν επέτρεψαν την χρηματοδότηση μεγάλων ερευνητικών έργων για την εξέλιξή τους. Το οικονομικό ρίσκο καθόρισε και την πολιτική των μεγάλων εταιρειών, που στράφηκαν προς τους ΑΟΑ.

Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον στον τομέα των ΑΚΑ είναι πάρα πολύ μεγάλο δεδομένου ότι οι δυνατότητες εξέλιξης είναι "απεριόριστες".

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Κοινότητα στα πλαίσια διαφόρων προγραμμάτων της χρηματοδοτεί ερευνητικά έργα σχετικά με τον τομέα των "Ηπιων Μορφών Ενέργειας". Συγκεκριμένα στο πρόγραμμα THERMIE (ημ/νία λήξης 1.12.93) υπήρχε ειδικό κεφάλαιο που αφορούσε καινοτομίες στον τομέα της Αιολικής Ενέργειας, με στόχο την ελάττωση του κόστους επένδυσης και την καλύτερη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η πρόταση σχεδιασμού ΑΚΑ αποτέλεσε

ερευνητική πρόκληση για την ομάδα μελέτης του Εργ. Μηχανικής των Ρευστών. Μετά από προκαταρκτική μελέτη των διαφόρων προτάσεων προκρίθηκε για εξέταση η λύση, που παρουσιάζει την καλύτερη αεροδυναμική συμπεριφορά λόγω της διάταξης και της μορφής των διαφόρων εξαρτημάτων.

2. Οι πρώτες εκτιμήσεις έδειξαν αμέσως, ότι οι διαστάσεις της κατασκευής σύμφωνα με το αρχικό σχέδιο είναι τελείως διαφορετικές από αυτές που συνήθως προκύπτουν βάσει αυστηρής αεροδυναμικής ανάλυσης. Γι' αυτό η έρευνα προσανατολίστηκε στην εξέταση ανεμοκινητήρα της μορφής, της αρχικής πρότασης, που φαίνεται στο Σχήμα 1 αλλά σε διαφορετικές αναλογίες και διαστάσεις. Τα εξής βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας αποτέλεσαν την βάση αναλυτικών υπολογισμών:

Ονομαστική ισχύς	$P = 120 \text{ kW}$
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου	$u_o = 15 \text{ m/s}$
Αριθμός πτερυγίων στροφείου	$B_R = 3$
Αριθμός πτερυγίων οδηγού πτερύγωσης	$B_S = 12$
Συντελεστής ισχύος	$C_p = 0.5$

3. Λόγω της πολυπλοκότητας της κατασκευής, η ανάλυση της λειτουργίας έγινε χωριστά για το στροφείο και χωριστά για την ακίνητη πτερύγωση. Έτσι εξετάστηκε η αεροδυναμική συμπεριφορά του στροφείου χωρίς οδηγό πτερύγωση και έγινε παραμετρική διερεύνηση σχετικά με την επίδραση διαφόρων παραμέτρων στον βαθμό απόδοσης του στροφείου. Από την διαδικασία βελτιστοποίησης προκύπτει, ότι για να έχει ο ανεμοκινητήρας τα χαρακτηριστικά λειτουργίας, που αναφέρονται στην παράγραφο 2, απαιτείται στροφείο με τα εξής γεωμετρικά χαρακτηριστικά:

Πτερύγια αεροτομής	NACA 0012
Υψος πτερυγίων	$H_R = 11.80 \text{ m}$
Διάμετρος στροφείου	$D_R = 9.80 \text{ m}$
Μήκος χορδής πτερυγίων	$c_R = 0.165 \text{ m}$

Ο αρχικός υπολογισμός ξεκινά με επιθυμητές τιμές ισχύος P και συντελεστή ισχύος C_p . Κατά την παραμετρική ανάλυση προκύπτει ότι ο βέλτιστος συντελεστής ισχύος

είναι μικρότερος του επιθυμητού περίπου κατά 10%, που συνεπάγεται και 10% μικρότερη ισχύ. Έτσι επελέγη ισχύς $P = 120 \text{ kW}$, ώστε τελικά να λαμβάνεται ισχύς της τάξης των 100 kW. Αυτή είναι ικανή για την κάλυψη των αναγκών $15 \div 20$ αγροτικών κατοικιών δεδομένου ότι κάθε μία απαιτεί περίπου 5 kW, δηλαδή κάλυψη ενός οικισμού.

Σημειώνεται ότι με τα ανωτέρω χαρακτηριστικά του στροφείου, ο συντελεστής ισχύος είναι $C_p = 0.456$ και η ισχύς $P = 106 \text{ kW}$, ώστε τελικά να λαμβάνεται ισχύς της τάξης των 100 kW. Βελτιώσεις του συντελεστή ισχύος και κατ'επέκταση της εγκατεστημένης ισχύος πετυχαίνονται με την χρησιμοποίηση διαφορετικής αεροτομής πτερυγίων και με μεταβολή της γωνίας προσβολής των πτερυγίων.

4. Η εξέταση της ακίνητης πτερύγωσης έγινε χωρίς την ύπαρξη του στροφείου στο εσωτερικό της. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν οι παράγοντες, που επηρεάζουν το ροϊκό πεδίο που δημιουργεί η ακίνητη πτερύγωση, ώστε να προκύψουν στοιχεία για την διαστασιολόγησή της και να βρεθεί η μορφή του ροϊκού πεδίου, μέσα στο οποίο θα κινείται το στροφείο. Από την ανάλυση του ροϊκού πεδίου προκύπτει, ότι στο εσωτερικό της ακίνητης πτερύγωσης εμφανίζονται περιοχές με αυξημένη ταχύτητα (ενεργές περιοχές) και άλλες με μειωμένη ταχύτητα (παθητικές περιοχές), όπως φαίνονται στα Σχήματα 2 και 3. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα είναι, ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες δεν επικρατούν αμέσως μετά την οδηγό πτερύγωση αλλά σε μια περιοχή πλησίον του κέντρου, εκεί δηλαδή όπου βρίσκεται ο άξονας του στροφείου και όχι εκεί όπου κινούνται τα πτερύγια. Το σχετικό ροϊκό πεδίο προκύπτει από ακίνητη πτερύγωση με γεωμετρικά χαρακτηριστικά προσαρμοσμένα στις διαστάσεις του στροφείου:

Πτερύγια αεροτομής	NACA 0012
Υψος πτερυγίων εσωτερικό	$H_{S2} = 12.00 \text{ m}$
Υψος πτερυγίων εξωτερικό	$H_{S1} = 12.15 \text{ m}$
Μήκος χορδής πτερυγίων	$C_S = 0.85 \text{ m}$
Εσωτερική ακτίνα πτερύγωσης	$R_{\min} = 5.05 \text{ m}$
Εξωτερική ακτίνα πτερύγωσης	$R_{\max} = 5.90 \text{ m}$
Εξωτερική διάμετρος	$D_S = 11.80 \text{ m}$

Η ανωτέρω διαστασιολόγηση φαίνεται στα Σχήματα 4,5 και 6.

5. Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τη διαμόρφωση της κατασκευής.
- α) Οι παθητικές περιοχές μπορούν να περιοριστούν σε μεγάλο βαθμό, αν διατηρηθούν τέσσερα (4) μόνο πτερύγια, δύο εμπρός και δύο πίσω από το στροφείο, και συνδεθούν κατάλληλα μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν ένα σωλήνα Ventouri. Στην περίπτωση αυτή το στροφείο θα βρίσκεται στην περιοχή της στένωσης του σωλήνα Ventouri, όπου επικρατούν οι μεγαλύτερες ταχύτητες. Αυτή όμως η διαμόρφωση απαιτεί την εγκατάσταση μηχανισμού για τον προσανατολισμό του ανεμοκινητήρα ανάλογα με τη διεύθυνση του ανέμου.
- β) Οι παθητικές περιοχές μπορούν να παραμείνουν αλλά πρέπει να απομακρυνθούν από την περιοχή κίνησης των πτερυγίων του στροφείου. Η απομάκρυνση αυτή πετυχαίνεται με δύο τρόπους, είτε αυξάνοντας την διάμετρο της οδηγού πτερύγωσης, είτε μειώνοντας την διάμετρο του στροφείου. Αύξηση της διαμέτρου της οδηγού πτερύγωσης συνεπάγεται περίπου διπλασιασμό της, δηλ. από $D_S = 11.80$ m η διάμετρος θα γίνει περίπου $D_S = 25$ m. Μείωση της διαμέτρου του στροφείου συνεπάγεται περίπου υποδιπλασιασμό της, δηλ. αντί $D_R = 9.80$ m, θα γίνει περίπου $D_R = 5$ m. Αυτή όμως η μείωση συνεπάγεται καταρχήν ταυτόχρονη αύξηση του ύψους των πτερυγίων, από $H_R = 11.80$ m, σε $H_R = 24$ m, ώστε η σαρωνόμενη επιφάνεια να παραμείνει σταθερή και ίση με αυτή που απαιτείται για την επίτευξη της ονομαστικής ισχύος των 120 kW. Λαμβάνοντας όμως υπόψη την αύξηση της ταχύτητας κατά 30% περίπου, που πετυχαίνεται από την οδηγό πτερύγωση, προκύπτει, ότι δεν απαιτείται μεταβολή του ύψους των πτερυγίων. Τελικά η ακίνητη πτερύγωση συντελεί στη σημαντική αύξηση της ισχύος της κινητής πτερύγωσης. Οι αναφερόμενες διαστάσεις είναι ενδεικτικές και δίνουν μόνο την τάξη μεγέθους, διότι με την αλλαγή των διαστάσεων του στροφείου αλλάζει και η αεροδυναμική συμπεριφορά του, η οποία πρέπει να αναλυθεί εκ νέου. Οι ακριβείς διαστάσεις και η απόδοση του ανεμοκινητήρα μπορούν να υπολογισθούν για την συγκεκριμένη λύση, που θα αποφασισθεί.
6. Απο κατασκευαστικής πλευράς προβλέπεται η στήριξη των τριών πτερυγίων του στροφείου με μια δοκό στο μέσον και δύο συρματοσχοίνα στα άκρα. Ο άξονας του

στροφείου θα είναι κυλινδρικός με εξωτερική διάμετρο 50 cm και εσωτερική 45cm και θα στηρίζεται σε κατάλληλη βάση επί της οποίας θα τοποθετηθεί και το σύστημα μετάδοσης κίνησης και η ηλεκτρογεννήτρια. Σε μια απλουστευμένη θεώρηση η οδηγός πτερύγωση μπορεί να στηρίζεται επί 12 υποστηλωμάτων, ένα κάτω από κάθε πτερύγιο, με διαστάσεις ίσες με αυτές του άξονα του πτερυγίου. Οι διαστάσεις, του άξονα και των υποστηλωμάτων, είναι αναγκαίες για την στήριξη του ανεμοκινητήρα σε περίπτωση κίνησης του αέρα με πολύ υψηλές ταχύτητες. Για τον υπολογισμό των αναπτυσσομένων δυνάμεων σε αυτές τις συνθήκες, που καλούνται συνθήκες επιβίωσης, λαμβάνεται ταχύτητα ανέμου ίση με $u = 60 \text{ m/s}$. Με τα ανωτέρω γεωμετρικά χαρακτηριστικά εκτιμάται, ότι το βάρος του στροφείου θα είναι περίπου 7.5 tn, ενώ της οδηγού πτερύγωσης περίπου 10 tn, εξαρτώμενο από τις ακριβείς διαστάσεις των πτερυγίων και την γενικώτερη διαμόρφωση της κατασκευής, η οποία μπορεί να απλουστευθεί σημαντικά με αντίστοιχη μείωση της μάζας.

7. Για την σύγκριση διαφόρων τύπων ανεμοκινητήρων, χρησιμοποιούνται διεθνώς ορισμένοι δείκτες σχετικά με την αποδοτικότητα του ανεμοκινητήρα, αν και πρέπει να αναφερθεί, ότι υπάρχουν ορισμένες ασάφειες στον ορισμό διαφόρων μεγεθών. Οι δείκτες αυτοί προκύπτουν από τα εξής κριτήρια:

- παραγόμενη ενέργεια / μάζα ανεμοκινητήρα
- μάζα ανεμοκινητήρα / σαρωνόμενη επιφάνεια
- παραγόμενη ενέργεια / εγκατεστημένη ισχύς
- εγκατεστημένη ισχύς / σαρωνόμενη επιφάνεια

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται προς σύγκριση οι αντίστοιχοι δείκτες του προτεινόμενου ανεμοκινητήρα και διαφόρων άλλων ανεμοκινητήρων κατακορύφου άξονα. Με βάση τα στοιχεία του πίνακα προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- 7.1 Οι διαφορές στις τιμές σαρωνόμενης επιφάνειας οφείλονται στις διαφορετικές ονομαστικές ισχύεις και στους διαφορετικούς ολικούς βαθμούς απόδοσης, π.χ. ο Sandia Darrieus (B) έχει ηλεκτρική ισχύ 120 kW, επιφάνεια 279 m^2 άρα $\eta_{ολ} = 0.21$ ενώ ο προτεινόμενος έχει ηλεκτρική ισχύ 100 kW, επιφάνεια 115 m^2 άρα $\eta_{ολ} = 0.4$, δηλ. έχουμε διπλάσιο βαθμό απόδοσης, που λογικά δίνει μισή επιφάνεια, αφού οι

ισχείς είναι περίπου ίσες.

- 7.2 Η διαφορά αυτή της επιφάνειας επηρεάζει προφανώς τους αντίστοιχους δείκτες άμεσα και τους άλλους έμμεσα λόγω διαφοράς, που θα προκύψει π.χ. στη μάζα του Α/Κ.
- 7.3 Η μάζα του Α/Κ επηρεάζεται βασικά από το υλικό και τη διαμόρφωση πτερυγίων κλπ και από κριτήρια αντοχής, όπως π.χ. η ταχύτητα επιβίωσης, διάρκειας ζωής κλπ. Εμείς υπολογίζουμε με ταχύτητα επιβίωσης τα 60 m/s, ενώ οι άλλοι από 50 έως 60 m/s.
- 7.4 Η ετήσια παραγόμενη ενέργεια υπολογίζεται με ονομαστική ταχύτητα 15 m/s και μέση 10 m/s. Για την περίπτωση του ανεμοκινητήρα με οδηγό πτερύγωση λαμβάνεται σαν μέση ταχύτητα η τιμή των 13m/s λόγω αύξησης της ταχύτητας στο εσωτερικό της, γι' αυτό και υπάρχει διαφορά στον πίνακα.
- 7.5 Η παραγόμενη ετησίως ενέργεια επηρεάζεται από τις τιμές της μέσης ταχύτητας και βεβαίως από την καμπύλη διάρκειας ταχυτήτων στο έτος, η οποία δεν είναι ίδια για όλους του τύπους των Α/Κ, που αναφέρονται στον πίνακα.
- 7.6 Ο λόγος Παρ.Ενέργεια/μάζα στον ΑΚΑ με οδηγό πτερύγωση είναι περίπου ίσος με αυτό του Giromill, γεγονός που δηλώνει ότι παρά την μεγαλύτερη μάζα λόγω των οδηγών πτερυγίων το κέρδος σε παραγόμενη ενέργεια είναι πολύ μεγάλο και αυτό οφείλεται στην αύξηση της ταχύτητας που επιτυγχάνει η οδηγός πτερύγωση.
- 7.7 Ο μεγάλος σχετικά λόγος μάζα/σαρων.επιφάνεια οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν τα οδηγά πτερύγια που αυξάνουν τη μάζα, αλλά και στον μεγάλο συνολικό βαθμό απόδοσης της μηχανής, που έχει σαν αποτέλεσμα η σαρωνόμενη επιφάνεια να είναι περίπου η μισή από αυτή των άλλων ΑΚΑ αν και έχουν ίδια ή μικρότερη ισχύ. Είναι προφανές ότι με την βελτιστοποίηση της κατασκευής η μάζα θα ελαχιστοποιηθεί και ο λόγος αυτός θα γίνει πολύ μικρότερος.
- 7.8 Το σημαντικότερο ίσως κριτήριο είναι ο λόγος Παραγ. Ενέργεια/Εγκατ. Ισχύς, ο

οποίος είναι μεγαλύτερος από τον λόγο των άλλων ΑΚΑ εκτός του Giromill. Η μεγάλη όμως τιμή του λόγου αυτού για το Giromill οφείλεται στο γεγονός ότι έχει σχεδιαστεί για μικρότερες ταχύτητες ανέμου, οι οποίες επικρατούν για πολύ μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα στην διάρκεια του έτους.

8. Από τα παραπάνω φαίνεται, ότι ο προτεινόμενος ΑΚΑ παρουσιάζει τεχνικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι συγκρίσιμα με τα αντίστοιχα των συμβατικών ανεμοκινητήρων με αποτέλεσμα να εμφανίζεται αρκετά ανταγωνιστικός. Οι διαφορές στους δείκτες, που προκύπτουν από τα διάφορα κριτήρια αποδοτικότητας, οφείλονται σε δύο παράγοντες: α) Σε διαφορετικές συνθήκες που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, όπως για παράδειγμα μέση ταχύτητα από 6 m/s έως 10 m/s και με διαφορετική καμπύλη διάρκειας στο έτος και β) σε ασαφή στοιχεία σχετικά με το πως υπολογίζονται και τι περιλαμβάνουν τα διάφορα μεγέθη που αναφέρονται, όπως για παράδειγμα η μάζα του ανεμοκινητήρα. Είναι προφανές ότι ο όρος ανταγωνιστικός αναφέρεται σε δύο κυρίως παράγοντες, το κόστος εγκατάστασης και την αποδοτικότητα του ΑΚΑ κατά την λειτουργία του.

Με βελτιστοποίηση της κατασκευής, όσον αφορά την διαμόρφωση, την επιλογή των υλικών και την απλότητα των εξαρτημάτων θα επέλθει δραστική μείωση της μάζας καθώς και της απαιτούμενης εργασίας, ώστε να μειωθεί δραστικά και το κόστος εγκατάστασης.

Με βελτιστοποίηση της κατασκευής, όσον αφορά την αεροδυναμική συμπεριφορά της θα επέλθει αύξηση της παραγόμενης ετησίως ενέργειας με αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας του ΑΚΑ και έτσι ο νέος ΑΚΑ θα είναι πολύ ανταγωνιστικός έναντι των συμβατικών ΑΚΑ.

9. Ολοκληρώνοντας πρέπει να αναφέρουμε το γεγονός, ότι η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου λόγω της οδηγού πτερύγωσης αποτελεί βασικό πλεονέκτημα του προτεινόμενου ανεμοκινητήρα, διότι αυξάνει την περιοχή ταχυτήτων λειτουργίας και επομένως το χρόνο παραγωγικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα από την αεροδυναμική ανάλυση του στροφείου προκύπτει, ότι η ταχύτητα έναρξης λειτουργίας είναι 6 m/s. Η τιμή αυτή πετυχαίνεται στο εσωτερικό της πτερύγωσης όταν ο άνεμος έχει ταχύτητα περίπου 4.5 m/s. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι ο προτεινόμενος ανεμοκινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές με μικρές

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΗΣ

26001 ΠΑΤΡΑ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ. Μηχ. ΔΗΜ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ

ΤΗΛ. 061-997193, 997201, 997202
FAX: 061-997193

ταχύτητες ανέμου.

10. Ολοκληρωμένη εικόνα της αεροδυναμικής συμπεριφοράς του ανεμοκινητήρα λαμβάνεται από την ανάλυση του ροϊκού πεδίου της ακίνητης πτερυγώσης με την ταυτόχρονη λειτουργία (περιστροφή) του στροφείου. Στην περίπτωση αυτή αναμένεται δραστική αλλαγή της μορφής του πεδίου. Τα παρουσιαζόμενα ροϊκά φαινόμενα είναι τότε αρκετά πολύπλοκα και η εξέτασή τους υπερβαίνει τα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής μελέτης. Ετσι από την πλευρά της ερευνητικής ομάδας προτείνεται είτε η συνέχιση της εργασίας, στο πλαίσιο μια νέας μελέτης, είτε η ολοκλήρωσή της με διαστασιολόγηση ενός ανεμοκινητήρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρ. 5.β.



Δημ. Γ. Παπανίκας
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΡ. Δ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ
Δ/ντής Εργαστηρίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΗΣ

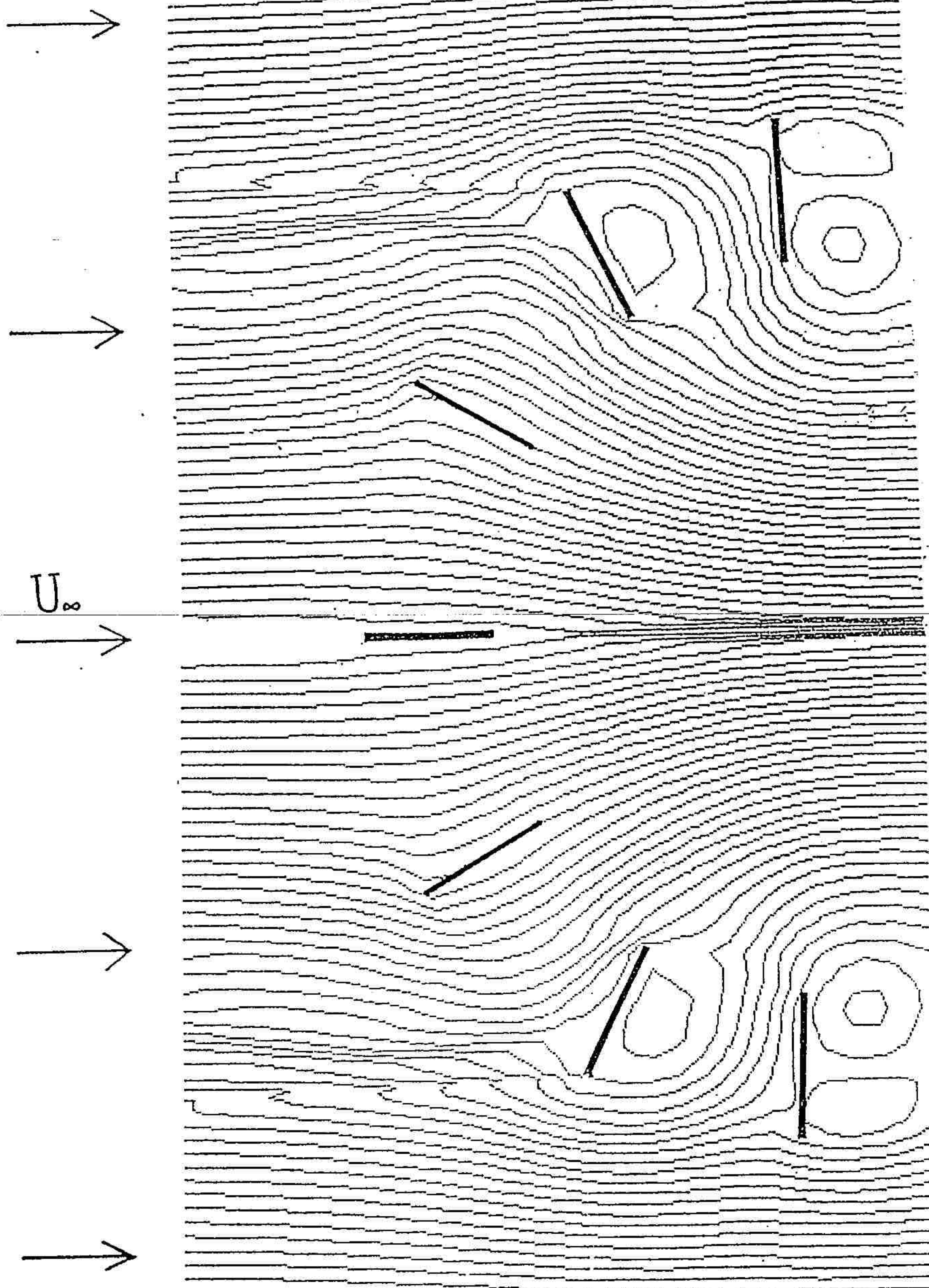
26001 ΠΑΤΡΑ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ. Μηχ. ΔΗΜ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ

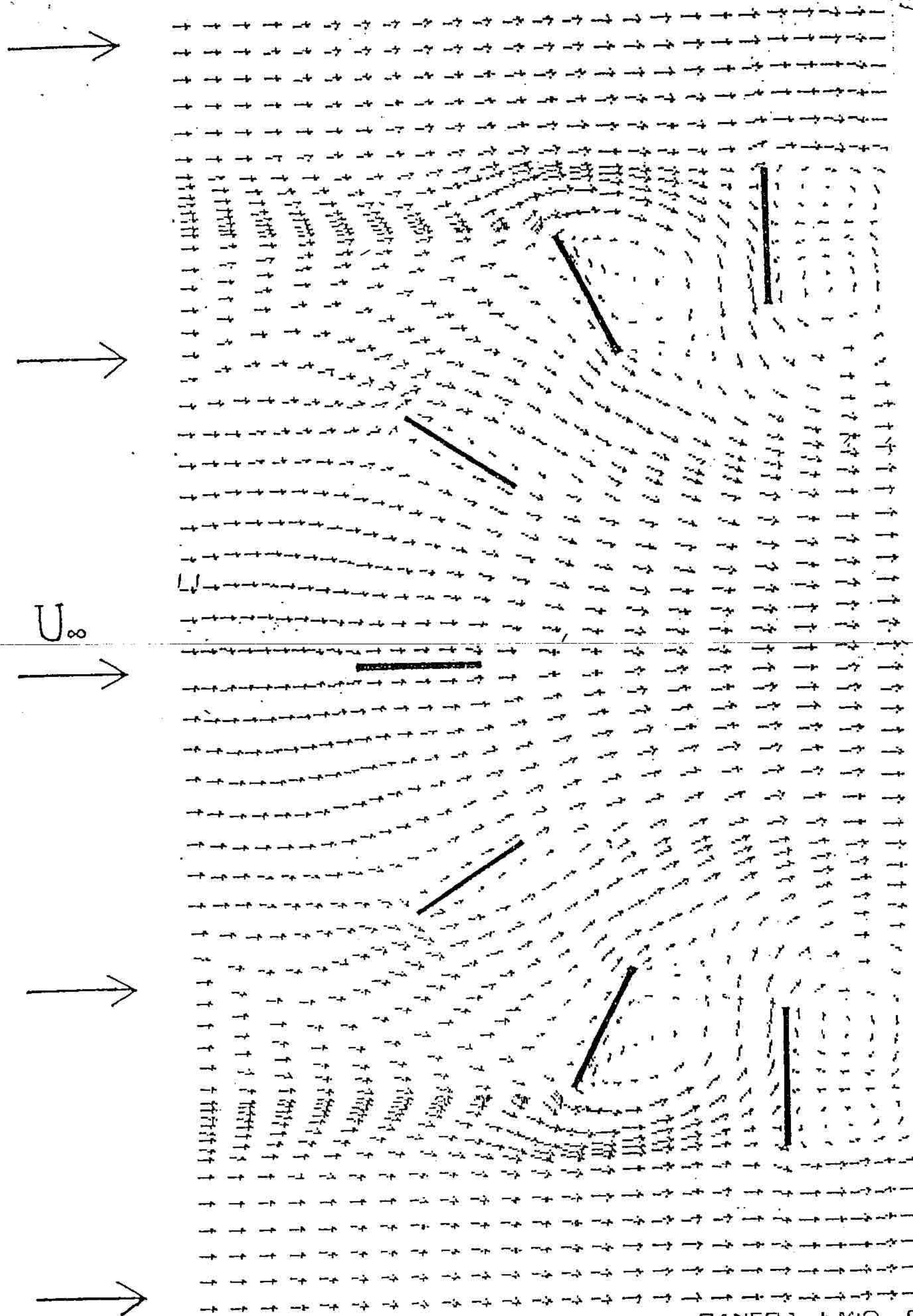
ΤΗΛ. 061-997193, 997201, 997202
FAX: 061-997193

ΠΙΝΑΚΑΣ : Συγκριτικά στοιχεία μεταξύ Ανεμοκινήτρων κατακορύφου Αξονα

	Sandia Damieus (A)	Giomill	Sandia Damieus (B)	Magdalen Islands Damieus	ΒΙΟΚΑΤ χωρίς οδηγ.περ.	ΒΙΟΚΑΤ με οδηγό περύγωση
Σαρωνόμενη Επιφάνεια, m ²	84	226	279	595	115	145
Ηλεκτρική ισχύς, kW (≈ 0.8 ονομαστ.)	30	40	120	224	100	200
Ονομαστ. Ταχύτητα m/s	13.4	8.9	15	15	15	15
Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας, MWh	60	190	221	387	224	630
Μάζα, tn	3.82	9.07	11.51	22.0	7.5	17.5
Παρ. Ενέργ./μάζα kWh/kg	15.7	20.9	19.2	17.6	29.8	36
Μάζα/σαρων. Επιφ. kg/m ²	45.7	40.1	41.3	37.0	65.2	120.7
Παρ. Ενέργ./Εγκ.Ισχύς kWh/y/kW	2000	4750	1842	1728	2240	3150
Εγκ. Ισχύς/σαρων. Επιφ. W/m ²	357	177	430	376	870	1380

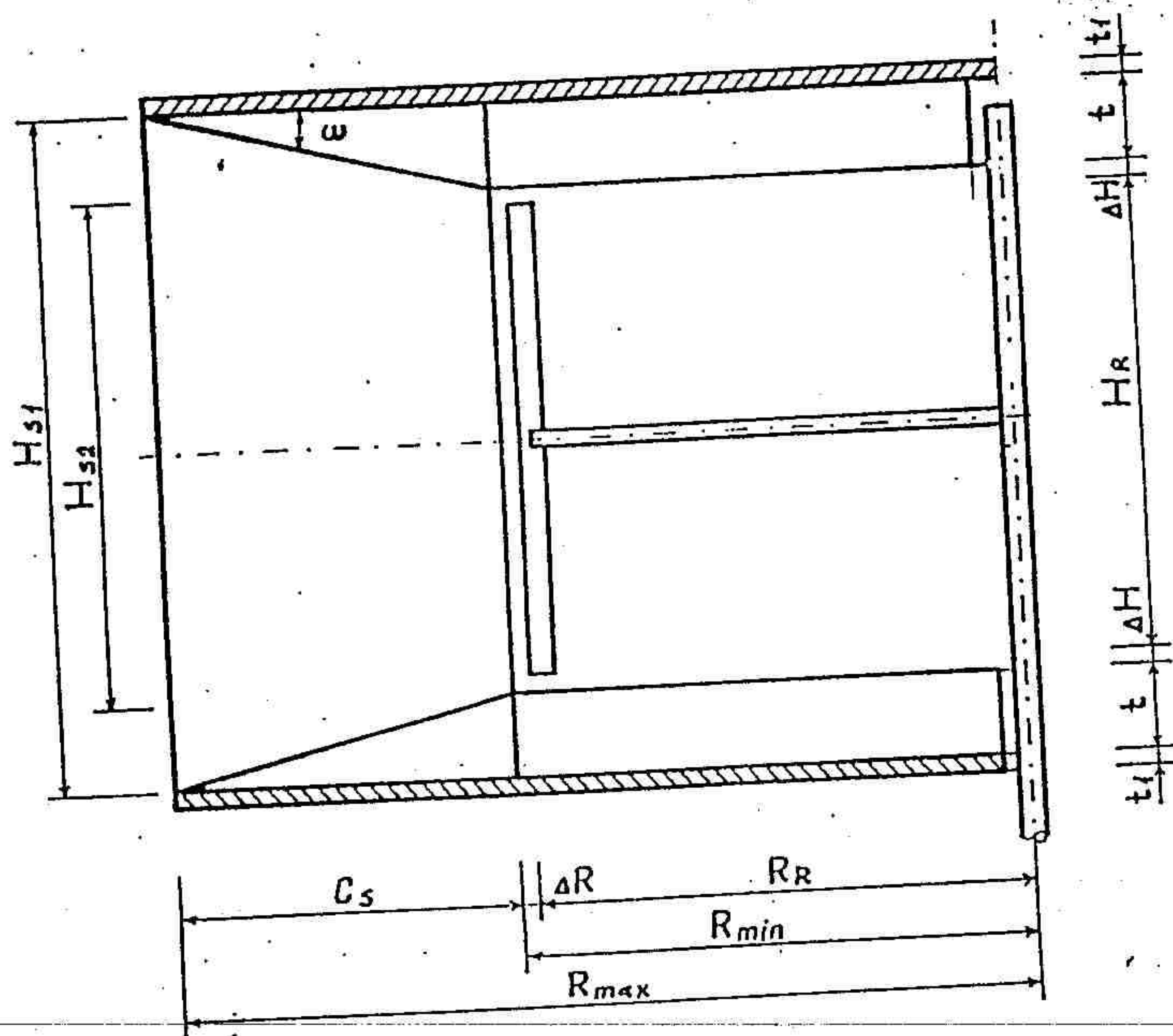


Σχήμα 2 Ροϊκό πεδίο ακίνητης πτερύγωσης.



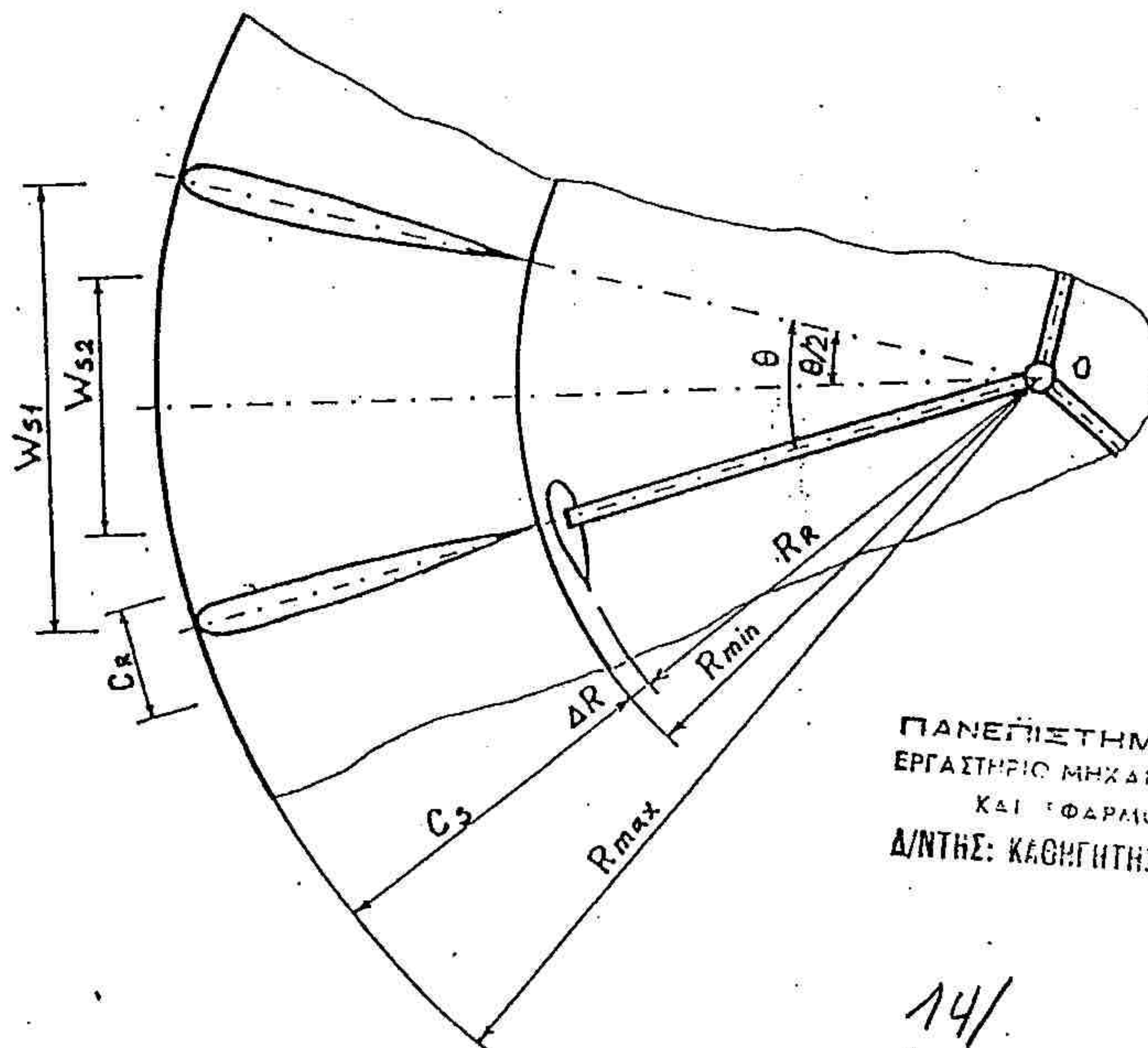
Σχήμα 3 Διανυσματική περιγραφή ταχυτήτων ανέμου στην ακίνητη πτερόγωση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
Δ/ΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Δ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΤΡΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

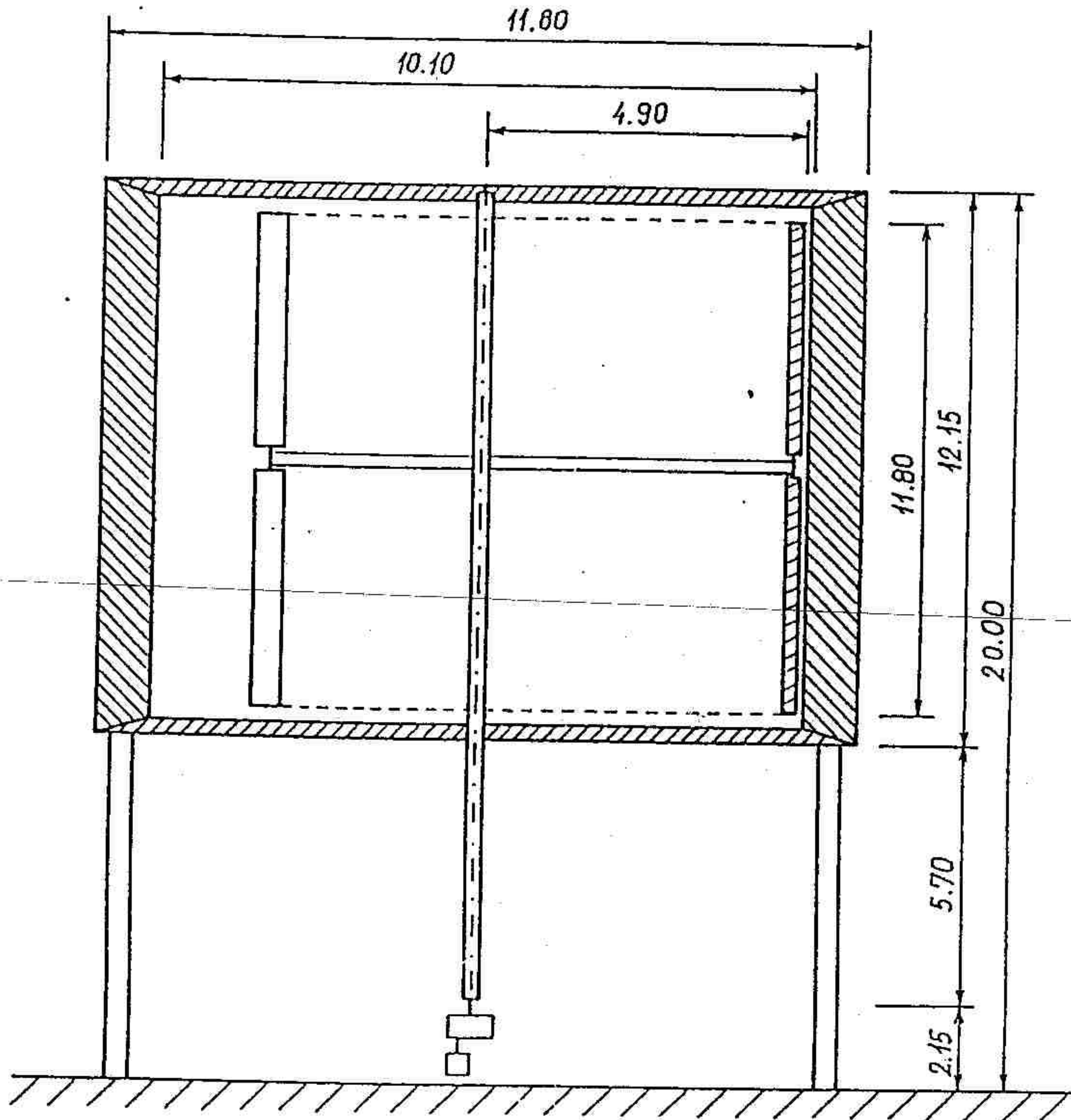


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Δ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ

Σχήμα 4 Διαστασιολόγηση κινητής και ακίνητης πτερύγωσης.
(Κάθετη τομή)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΗΣ
Δ/ΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Δ. Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ



Σχήμα 6 Διαστασιολόγηση ανεμοκινητήρα (κάθετη τομή).