

**Σ.Τ.Εφ. - Τμήμα Μηχανολογίας
Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ**

Μάθημα: ΑΙΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εργαστηριακή άσκηση: Μελέτη, κατασκευή και μέτρηση μικρής πτερύγωσης.

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2018
Κώστας Κονταξάκης
Επίκουρος καθηγητής**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>I.</i>	<i>Σκοπός της άσκησης.....</i>	<i>3</i>
<i>II.</i>	<i>Δοκιμαστήριο μικρών πτερυγώσεων αεροσήραγκας εργαστηρίου</i>	<i>3</i>
<i>II.1.</i>	<i>Περιγραφή του δοκιμαστηρίου</i>	<i>4</i>
<i>II.2.</i>	<i>Λειτουργία της διάταξης</i>	<i>4</i>
<i>III.</i>	<i>Πειραματική διαδικασία</i>	<i>5</i>
<i>III.1.</i>	<i>Απαραίτητοι έλεγχοι.....</i>	<i>5</i>
<i>IV.</i>	<i>ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....</i>	<i>5</i>
<i>IV.1.</i>	<i>Αποθήκευση των μετρήσεων.....</i>	<i>5</i>
<i>IV.1.a</i>	<i>Μορφή αποθηκευμένων αρχείων μετρήσεων.....</i>	<i>5</i>
<i>IV.2.</i>	<i>Επεξεργασία των μετρήσεων.....</i>	<i>5</i>
<i>V.</i>	<i>Παραδοτέα</i>	<i>6</i>
<i>VI.</i>	<i>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</i>	<i>7</i>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 1.</i>	<i>Διάταξη μέτρησης πτερυγώσεων, σε λειτουργία.</i>	<i>3</i>
<i>Εικόνα 2.</i>	<i>Διάταξη μέτρησης πτερυγώσεων.</i>	<i>4</i>

I. Σκοπός της άσκησης

Η άσκηση αυτή αποσκοπεί στην εισαγωγή των σπουδαστών στις μεθόδους σχεδιασμού αλλά και μέτρησης πτερυγώσεων ανεμογεννητριών (Α/Γ). Μέσω της άσκησης αυτής, ο σπουδαστής:

- αποκτά αντίληψη της λειτουργίας των πτερυγώσεων Α/Γ,
 - μαθαίνει να «μετράει» ποιοτικά και ποσοτικά την πτερύγωση και
 - να εκτιμάει την συμπεριφορά της Α/Γ σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.
- Για το σχεδιασμό της πτερύγωσης χρησιμοποιείται κατάλληλο λογισμικό (Δηνιλίδα έκδ. 2.5), που έχει αναπτυχθεί στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας.
- Για τη μέτρηση της πτερύγωσης χρησιμοποιείται κατάλληλη διάταξη μετρήσεων, το δοκιμαστήριο μικρών πτερυγώσεων, σχεδιασμένη για μετρήσεις στην αεροσήραγκα του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας.

II. Δοκιμαστήριο μικρών πτερυγώσεων αεροσήραγκας εργαστηρίου

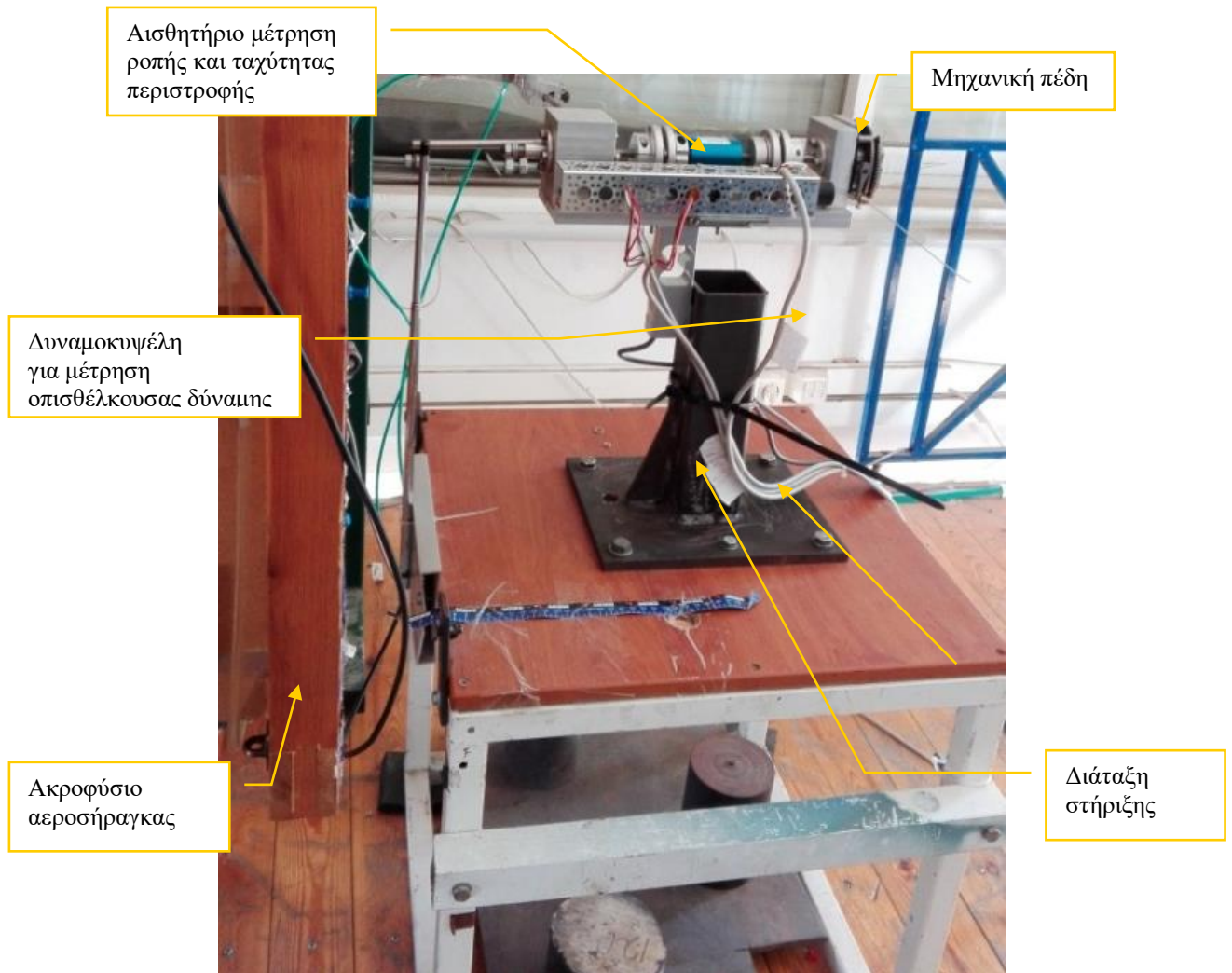


Εικόνα 1. Διάταξη μέτρησης πτερυγώσεων, σε λειτουργία.

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται το δοκιμαστήριο μικρών πτερυγώσεων είναι:

- Η δυναμοπέδη
- Τα όργανα μετρήσεων
- Η διάταξη απολαβής και επεξεργασίας των μετρήσεων
- Τη διάταξη στήριξης και τη βάση.

II.1. Περιγραφή του δοκιμαστηρίου



Εικόνα 2. Διάταξη μέτρησης πτερυγώσεων.

Η **δυναμοπέδη** είναι μια μηχανική πέδη που φέρει δύο σιαγόνες και δίσκο, που ενεργοποιείται από κινητήρα μέσω ενός έκκεντρου.

II.2. Λειτουργία της διάταξης

Κατά τη λειτουργία της διάταξης, η αεροσήραγκα παρέχει μια σταθεροποιημένη, ρυθμιζόμενη ροή αέρα στην έξοδό της. Η πτερύγωση, ευρισκόμενη μέσα στο πεδίο ροής, περιστρέφεται και δεσμεύει ένα ποσοστό της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται, μέσω του δρομέα (ρότορα) στην άτρακτο, όπου έχει προσαρμοστεί ένα κατάλληλο ροπομέτρο. Στη 2^η άκρη του ροπομέτρου έχει προσαρμοστεί η μηχανική πέδη.

Η πέδη παραλαμβάνει όλη την ενέργεια, που δεσμεύει η φτερωτή. Ο λόγος που χρησιμοποιείται μια μηχανική πέδη είναι ότι μπορούμε, σχετικά εύκολα, να μετρήσουμε την ενέργεια που παραλαμβάνει. Προς τούτο θα μετρήσουμε δύο μεγέθη:

- την μηχανική ροπή, M , που παραλαμβάνει η πέδη καθώς και
- την ταχύτητα περιστροφής, N και θα εξάγουμε τη γωνιακή ταχύτητα, ω , του ρότορα.

Από το γινόμενο αυτών των δύο μεγεθών θα υπολογίσουμε την μηχανική ισχύ, P , που παραλαμβάνει η γεννήτρια:

$$P = M * \omega$$

Μελέτη πτερύγωσης

Ο σπουδαστής καλείται να σχεδιάσει μια τρίφτερη πτερύγωση που να αποδίδει μηχανική ισχύ, $P_{\text{mech}}=6W$, σε ονομαστική ταχύτητα ανέμου 10 m/sec. Ο μηχανικός βαθμός απόδοσης είναι $\eta=0,8$. Η πτερύγωση δεν θα πρέπει να έχει λόγο ταχυτήτων ακροπτερυγίου, λ , μεγαλύτερο του 6 ($4<\lambda<6$).

III. Πειραματική διαδικασία

Για λόγους οικονομίας χρόνου, κόπου αλλά και ασφαλείας όσων παίρνουν μέρος στο πείραμα ή βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο, πρέπει να τηρούνται πιστά οι παρακάτω διαδικασίες και με τη σειρά που αναφέρονται.

III.1. Απαραίτητοι έλεγχοι

Πρόκειται για ελέγχους ασφάλειας και λειτουργίας της διάταξης που πρέπει να γίνονται πάντα πριν την έναρξη του πειράματος και με τη βοήθεια ενός υπεύθυνου εκπαιδευτικού.

- Έλεγχος τροφοδοσίας: Ελέγχουμε αν η τάση της ηλεκτρονικής διάταξης και του υπολογιστή είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.
- Έλεγχος αισθητηρίου μέτρησης πίεσης: Ελέγχουμε αν το αισθητήριο πίεσης, που είναι τοποθετημένο στην αεροσήραγκα, είναι σωστά συνδεδεμένο με το κουτί της ηλεκτρονικής διάταξης και αν δίνουν μέτρηση (ξεκινώντας το πρόγραμμα ελέγχουμε αν έχουμε ενδείξεις).
- Έλεγχος επικοινωνίας διάταξης με υπολογιστή: Ελέγχουμε αν έχει τοποθετηθεί σωστά το καλώδιο επικοινωνίας της διάταξης με τον υπολογιστή. (ξεκινώντας το πρόγραμμα ελέγχουμε αν έχουμε ενδείξεις).
- Έλεγχος σωστής στήριξης διάταξης.
- Έλεγχος σωστής στήριξης πτερύγωσης στην άτρακτο του δοκιμαστηρίου.

IV. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

IV.1. Αποθήκευση των μετρήσεων

Μετά το τέλος των μετρήσεων παίρνουμε τα αρχεία που έχουμε αποθηκεύσει στον φορητό υπολογιστή και τα μεταφέρουμε σε ένα υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

IV.1.a Μορφή αποθηκευμένων αργείων μετρήσεων

Τα αρχεία είναι σε μορφή ASCII.

IV.2. Επεξεργασία των μετρήσεων

Ο σπουδαστής θα καταχωρήσει τις μετρήσεις σε αντίστοιχα φύλλα εργασίας ενός προγράμματος τύπου Excel και στην συνέχεια θα σχεδιάσει τα διαγράμματα: M-N και P-N. Παράμετρος σε όλα αυτά τα διαγράμματα θα είναι η ταχύτητα ανέμου, V. Καθώς κατά τη διάρκεια του πειράματος η ταχύτητα μεταβάλλεται, ο σπουδαστής θα πρέπει να εκμεταλλευθεί τις δυνατότητες φίλτρων, ώστε να υπάρξουν αντιπροσωπευτικά και συγκρίσιμα διαγράμματα και κατά συνέπεια σωστά συμπεράσματα.

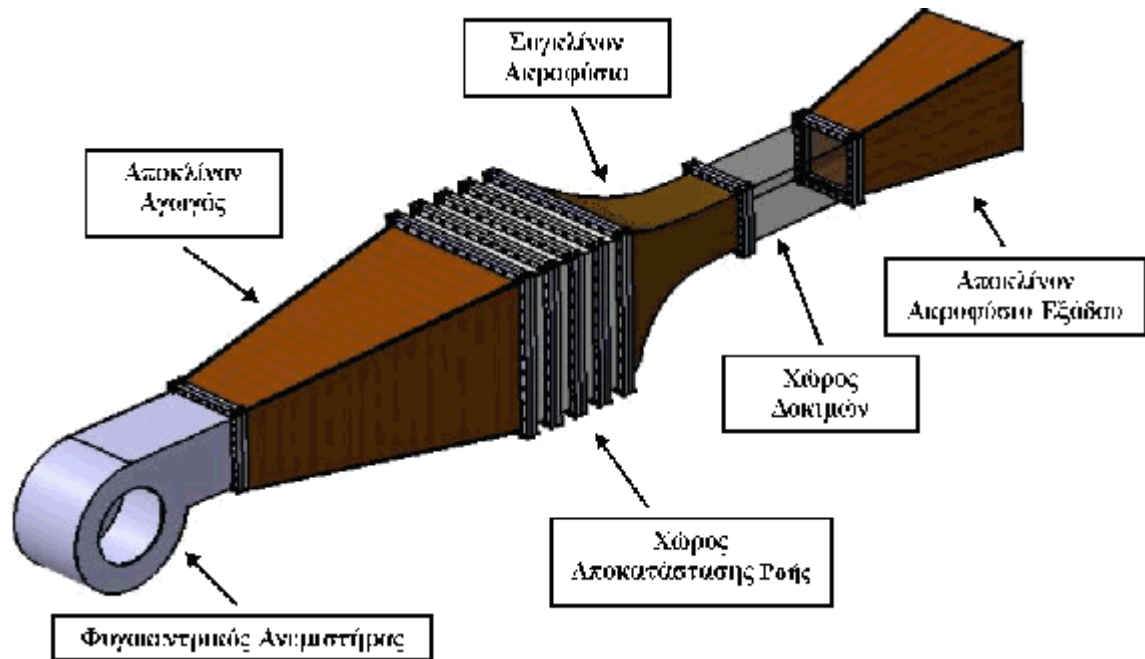
V. Παραδοτέα

1. Ο σπουδαστής καλείται να μελετήσει την παραπάνω αναφερόμενη περύγωση μέσω του προγράμματος DINLIDA 2.5. Στην τεχνική έκθεση, που θα παραδοθεί, θα πρέπει να αναφέρονται οι υποθέσεις που έγιναν για τη μελέτη της περύγωσης.
2. Ο σπουδαστής καλείται να σχεδιάσει την περύγωση που μελέτησε σε κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα και να συμπεριλάβει στην τεχνική έκθεση σχέδια που να αποτυπώνουν την υπό μελέτη πτέρυγα. Θα συμπεριληφθεί επίσης και μια κάτοψη της πτέρυγας που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή της περύγωσης, σε κλίμακα 1:1.
3. Ο σπουδαστής καλείται να κατασκευάσει την περύγωση που σχεδίασε, αποτελούμενη από 3 ίδιες πτέρυγες. Στην περίπτωση που ο σπουδαστής κατασκευάσει την περύγωση από ξύλο Balsa, θα γίνει η παρακάτω απλούστευση, λόγω κατασκευαστικών δυσκολιών: Η πτέρυγα δεν θα έχει διαδοχικές γωνίες σφήνωσης αλλά μια ενιαία κλίση, γωνία σφήνωσης, ίση με 5° - 10° σε σχέση με το επίπεδο περιστροφής, καθ' όλο το μήκος της. Η κάθε πτέρυγα θα συναρμολογηθεί σε πλήμνη που θα φέρει στο κέντρο της οπή $\varnothing 8\text{mm}$. Μετά τη συναρμολόγηση της περύγωσης θα πρέπει να γίνει έλεγχος για να διαπιστωθεί:
 - αν οι πτέρυγες ισαπέχουν τόσο μεταξύ τους
 - όσο και από το κέντρο περιστροφής και
 - αν οι γωνίες σφήνωσης (5° - 10°) σε κάθε μια είναι ταυτόσημες.
 Στην περίπτωση που ο έλεγχος δείξει μη σωστά αποτελέσματα πρέπει να γίνουν οι ανάλογες διορθώσεις και προσαρμογές.
 Οι μετρήσεις καθώς και τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου καθώς και τα αποτελέσματα θα περιλαμβάνονται στην τεχνική έκθεση της κατασκευής αλλά και θα αξιολογηθούν από τον διδάσκοντα πριν την έναρξη των μετρήσεων στην αεροσήραγκα.
4. Αφού συναρμολογηθεί η περύγωση στο δοκιμαστήριο μικρών περυγώσεων του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας, ο σπουδαστής καλείται να μετρήσει την περύγωση που κατασκεύασε για να εξάγει τα χαρακτηριστικά της. Οι μετρήσεις θα γίνουν για ταχύτητες ανέμου 5-20 m/sec με βήμα 2 m/sec και για 5 διαφορετικά φορτία. Η κάθε μέτρηση:
 - θα αρχίζει από ένα χαμηλό φορτίο και μεγάλη ταχύτητα περιστροφής,
 - θα συνεχίζεται με σταδιακή αύξηση του φορτίου και επιβράδυνση της περύγωσης και
 - θα τελειώνει με την όσο το δυνατόν μικρότερη ταχύτητα περιστροφής.
5. Ο σπουδαστής καλείται να αναλύσει τα αποτελέσματα των μετρήσεων του και να συντάξει τεχνική έκθεση που θα συμπεριλαμβάνονται όλες οι πληροφορίες για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη μέτρηση της περύγωσης. Ειδικότερα θα εξαχθούν οι καμπύλες $P_{\text{mech}}-N$ και $M-N$.
6. Ακολούθως τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των μετρήσεων θα συγκριθούν με τα αποτελέσματα υπολογισμού του προγράμματος Διηλίδα 2.5 και θα σχολιαστούν για να βγουν συμπεράσματα σχετικά με το σχεδιασμό της περύγωσης.

VI. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΕΡΟΣΗΡΑΓΚΑΣ

Το εργαστήριο αναπτύσσει διαρκώς ένα μεγάλο αριθμό πειραματικών διατάξεων για την αεροσήραγκα του εργαστηρίου.



Στην αεροσήραγκα πραγματοποιείται ένας όγκος ερευνητικού έργου το οποίο συμβάλλει αποφασιστικά στην εξέλιξη και την πορεία των υπόλοιπων ερευνητικών αντικειμένων. Οι διατάξεις αυτές είναι:

- διάταξη μέτρησης φορτίων που αναπτύσσονται σε μία αεροτομή
- διάταξη παραγωγής καπνού για την εμφάνιση των γραμμών ροής
- διατάξεις μικρο-ανεμογεννητριών
- ανάγλυφα εδαφών
- διάταξη τοποθέτησης σωλήνα Pitot με 3 βαθμούς ελευθερίας, κ.α.



Με τις διατάξεις αυτές καθίσταται εφικτή η πραγματοποίηση ερευνητικού έργου σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον, αυτό της αεροσήραγγας. Τα οφέλη είναι αρκετά και πολύ σημαντικά μιας και έχουμε:

- διαρκή διαθεσιμότητα, η αεροσήραγκα μπορεί να λειτουργήσει ανά πάσα στιγμή και με τις επιθυμητές συνθήκες

- διαρκή καταγραφή των φορτίων που αναπτύσσονται στα αντικείμενα που εισέρχονται στην ροή με κατάλληλα λογισμικά που έχουν αναπτυχθεί
- διαρκή καταγραφή των φαινομένων που γίνονται αντιληπτά με παρατήρηση σε φωτογραφικό υλικό.

Αποτέλεσμα είναι ένα ερευνητικό έργο που μπορεί αυτούσιο να δώσει αποτελέσματα καθώς και να αποτελέσει χρήσιμη βοήθεια για την εξέλιξη άλλων τομέων.