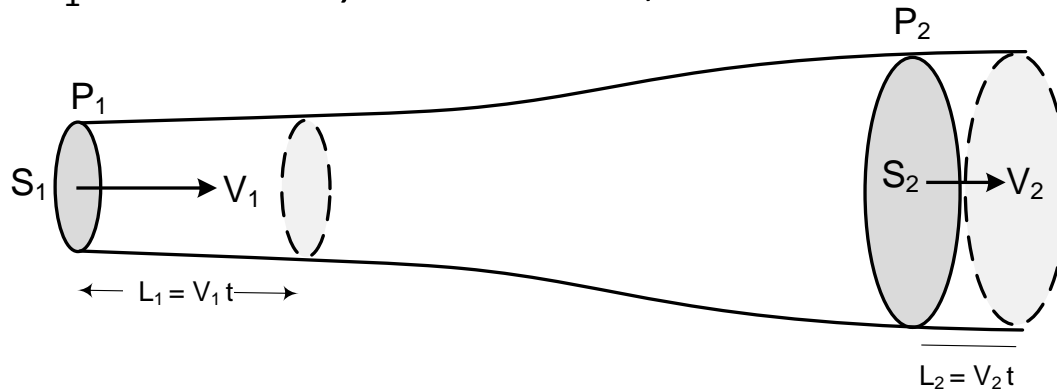


**Ασκήσεις ενότητας:**  
*«Αιολική Ενέργεια»*

*«Εισαγωγή στην Αεροδυναμική»*

1. Αν  $S_2=2 S_1$  πόσο αλλάζουν οι  $V$  και  $P$ ;



2. Αν  $Re_{critical} = 680.000$ ,  $V=10\text{m/s}$ , ποιό το  $L_{critical}$ ; (Για τον αέρα,  $\rho=1,23 \text{ Kg m}^{-3}$ ,  $\mu=1,8 \times 10^{-5} \text{ Kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$   $\nu= 1.46 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} =\mu/\rho$ )
3. Μετασχηματισμός αεροτομής σε κύλινδρο: Να βρεθεί ο συντελεστής άντωσης  $C_L$  για την περίπτωση μοναδιαίου κύκλου που βρίσκεται στην αρχή των αξόνων.
4. Να υπολογιστεί ο συντελεστής άντωσης για την παρακάτω περίπτωση:

$$z = (r \cos \theta - \mu_x) + i(r \sin \theta + \mu_y)$$

$$r = \sqrt{(\mu_x + 1)^2 + \mu_y^2}, \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\mu_y}{r}\right)$$

5. Να αποδειχτεί η σχέση που δίδει τη διαθέσιμη ισχύ  $P$  του ανέμου σε επιφάνεια  $S$ , για ομογενές πεδίο ροής με ταχύτητα  $V$ . Να εξεταστεί και η περίπτωση της μη κάθετης πρόσπτωσης του ανέμου στην επιφάνεια. Να σχολιαστούν τα μεγέθη από τα οποία εξαρτάται η διαθέσιμη ισχύς και το πώς αυτά επηρεάζουν τη χωροθέτηση και τη σχεδίαση των αιολικών μηχανών οριζόντιου άξονα.
6. Να βρεθεί ο  $Re_{\text{ανεμογεννήτριας}}$  και ο  $Re_{\text{ακροπτερυγίου}}$  για μηχανή με  $D=80m$ ,  $c=0,03R$ ,  $\Omega=20rpm$ ,  $\nu=1,46 \times 10^{-5} m^2/s$ , και η ταχύτητα του ανέμου είναι  $V_0=15m/s$ .
7. Να βρεθεί ο  $Re_{\text{ανεμογεννήτριας}}$  και ο  $Re_{\text{ακροπτερυγίου}}$  για μηχανή με  $D=80m$ ,  $c=0,03R$ ,  $\lambda=4$ ,  $\nu=1,46 \times 10^{-5} m^2/s$ , και η ταχύτητα του ανέμου είναι  $V_0=15m/s$ .

*«Αιολικές μηχανές»*

1. **Ισχύς που απορροφάται από το δίσκο:** Να βρεθεί η τιμή του  $\xi$  για το οποίο μεγιστοποιείται ο  $C_T$ . Ποια η φυσική σημασία του;
2. Να βρεθεί η στοιβαρότητα ανεμογεννήτριας με 3 πτερύγια και την παρακάτω κατανομή χορδής:

$$c(r) = 0,2R - 0,1r$$

3. Ιστιοφόρο πλοίο με πανί επιφάνειας  $S$  κινείται υπό την επίδραση μόνο της οπισθέλκουσας δύναμης  $F_D$ . Να βρεθεί η ταχύτητα κίνησης του πλοίου  $U_{opt}$  για την οποία μεγιστοποιείται ο συντελεστής ισχύος  $C_p$ , ως συνάρτηση της ταχύτητας ανέμου  $V$ . Ποια η τιμή του  $C_p$  και της παραγόμενης ισχύος  $P$  όταν το πλοίο κινείται με ταχύτητα  $U_{opt}$ ;
4. Τι ονομάζουμε συντελεστή ισχύος  $C_p$  αιολικής μηχανής; Να δοθεί η σχέση που συνδέει το συντελεστή ισχύος με τη διαθέσιμη ισχύ του ανέμου.
5. Ο συντελεστής ισχύος  $C_p$  αιολικής μηχανής δίδεται από την παρακάτω σχέση.

$$C_p = \frac{1}{2}(1 + \xi)(1 - \xi^2)$$

Με  $\xi = V_3/V_0$  και  $V_0, V_3$  τις ταχύτητες του ανέμου ανάντη και κατάντη του ρότορα, αντίστοιχα. Να βρεθεί η σχέση των  $V_0, V_3$  για την οποία μεγιστοποιείται ο συντελεστής ισχύος. Ποιά είναι η τιμή του  $C_p$  σε αυτή την περίπτωση; Τι γνωρίζετε γι' αυτή;

6. Ο συντελεστής ωθούσας δύναμης  $C_T$  αιολικής μηχανής δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$C_T = (1 - \xi^2)$$

με  $\xi = V_3/V_0$  και  $V_0, V_3$  τις ταχύτητες του ανέμου ανάντη και κατόντη του ρότορα, αντίστοιχα. Να βρεθεί η σχέση των  $V_0, V_3$  για την οποία μεγιστοποιείται ο  $C_T$ . Ποια η φυσική της σημασία;

# **Ασκήσεις ενότητας:**

*«Ο άνεμος και οι ιδιότητές του»*



1. Να περιγράψετε τη λειτουργία του ανεμομέτρου υπερήχων και του σωλήνα Pitot. Ποιό από τα δύο όργανα είναι κατάλληλο για μετρήσεις πεδίου και ποιό όχι; Δικαιολογήσετε τη απάντησή σας.
2. Να περιγράψετε τη λειτουργία του ανεμομέτρου υπερήχων και του σωλήνα Pitot. Ποιό από τα δύο όργανα είναι κατάλληλο για μετρήσεις πεδίου και ποιό όχι; Δικαιολογήσετε τη απάντησή σας.
3. Σε σωλήνα με μανόμετρο νερού μετρήθηκε ύψος στήλης 5 cm. Ποια η ταχύτητα του ανέμου; (Δίδονται:  $g=9,81 \text{ ms}^{-2}$ ,  $\rho_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}=1,23 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $\rho_{\nu\epsilon\rho\acute{o}\upsilon}=1000 \text{ kg m}^{-3}$ )
4. Ποια η ένδειξη μανομέτρου νερού συνδεδεμένου με σωλήνα Pitot όταν η ταχύτητα του ανέμου που μετράται είναι 5 m/s; Πώς μπορούμε να αυξήσουμε την ένδειξη χρησιμοποιώντας το ίδιο μανόμετρο; Δίδονται:  $g=9,81 \text{ ms}^{-2}$ ,  $\rho_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}=1,23 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $\rho_{\nu\epsilon\rho\acute{o}\upsilon}=1000 \text{ kg m}^{-3}$
5. Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα έχει διάμετρο 80 m και ύψος πύργου 90 m. Η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος αυτό είναι 10m/s. Ποια η ταχύτητα ανέμου στη χαμηλότερη και στην υψηλότερη θέση του πτερυγίου: α) Στην ανοιχτή θάλασσα ( $n=0,11$ ), β) Σε πεδιάδα ( $n=0,20$ ), γ) Σε καλλιέργειες ( $n=0,25$ )

6. Η πυκνότητα πιθανότητας  $f(V)$  για την εμφάνιση ταχύτητας ανέμου με τιμή  $V$  δίνεται από την παρακάτω σχέση (κατανομή Weibull):

$$f(V) = \frac{k}{c} \left( \frac{V}{c} \right)^{k-1} \exp \left[ - \left( \frac{V}{c} \right)^k \right]$$

Να βρεθεί η πιθανότητα εμφάνισης ταχύτητας ανέμου:

α) Μεταξύ  $V_0$  και  $V_1$   $f(V_0 \leq V \leq V_1)$

β) Μικρότερης ή ίσης της  $V_0$   $f(V \leq V_0)$

γ) Μεγαλύτερης ή ίσης της  $V_0$   $f(V_0 \leq V)$

*Υπόδειξη: Να ληφθεί  $u=V/c$  και στη συνέχεια  $z=u^k$*

7. Ένα αιολικό πεδίο χαρακτηρίζεται από μέση ταχύτητα ανέμου  $\langle V \rangle = 10 \text{ m/s}$  και συντελεστές της κατανομής Weibull  $k=1,8$ ,  $c=11,2 \text{ m/s}$ . Να βρεθεί για έτος 360 ημερών:

α) Πόσες ώρες πνέει άνεμος με ταχύτητα μεγαλύτερη ή ίση των 5 m/s.

β) Πόσες ώρες πνέει άνεμος με ταχύτητα μικρότερη ή ίση των 5 m/s.

γ) Πόσες ώρες πνέει άνεμος με ταχύτητα μεταξύ των 5 m/s και 10 m/s.