



Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου σε μια τοποθεσία είναι $v = 7 \text{ m/s}$.

1. Να υπολογιστεί η ισχύς του ανέμου που διέρχεται από μια επιφάνεια εμβαδού $A = 100 \text{ m}^2$. Θεωρήστε ότι η πυκνότητα του αέρα είναι $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.
2. Ποια είναι η μέγιστη ισχύς ιδανικής ανεμογεννήτριας που εγκαθίσταται στην παραπάνω τοποθεσία;

Ισχύς ανέμου: $P = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 = 0,5 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 100 \text{ m}^2 \cdot 7^3 \text{ m}^3/\text{s}^3 = 20580 \text{ W} = 20,58 \text{ kW}$

Ιδανική ανεμογεννήτρια είναι αυτή που εκμεταλλεύεται το 0,59 της ισχύς του ανέμου, οπότε:

$$P_n = c_p \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 = 0,59 \cdot 20,58 \text{ kW} = 12,14 \text{ kW}$$



Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου σε μια τοποθεσία είναι $v = 7 \text{ m/s}$. Να υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή ενέργειας μιας **ιδανικής ανεμογεννήτριας** με ακτίνα πτερυγίου 10 m . Θεωρήστε ότι η πυκνότητα του αέρα είναι $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

Ιδανική ανεμογεννήτρια είναι η ανεμογεννήτρια που εκμεταλλεύεται την μέγιστη (δυνατή θερμοδυναμικά) ισχύ του ανέμου. Δηλ. η ισχύς της είναι το 0,59 της ισχύος του ανέμου. Έτσι έχουμε:

$$P_n = c_p \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 = \mathbf{0,59} \cdot 1/2 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \text{ m}^2 \cdot 7 \text{ m}^3/\text{s}^3 = 38.126,51 \text{ W} = \mathbf{38,13 \text{ kW}}$$

Θεωρώντας μέση τιμή ταχύτητας στην ουσία η ισχύς που υπολογίσαμε είναι η μέση ισχύ. Έτσι για την ενέργεια έχουμε:

$$E = 38,13 \text{ kW} \cdot (24 \cdot 365) \text{ h} = \mathbf{334.018,8 \text{ kWh}}$$



Έστω θερμοκήπιο έκτασης 2.000 m^2 με συντελεστή συνολικής απώλειας θερμότητας $10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ απαιτούμενη θερμοκρασία $T = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$ και η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος για όλο το έτος $T_P = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$ (σταθερή για τις ανάγκες του παραδείγματος). Να υπολογιστεί η ισχύ και το απαιτούμενο θερμικό φορτίο ανά ημέρα και ανά έτος.

Η ισχύς απωλειών είναι και η θερμική ισχύς που χρειαζόμαστε για να έχουμε μια σταθερή θερμοκρασία $22 \text{ } ^\circ\text{C}$ εντός του θερμοκηπίου. Έτσι έχουμε:

$$\dot{L} = (UA)_{\text{area}} \cdot A \cdot (T_d - T_s) = 10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 2.000 \text{ m}^2 \cdot (22 - 12) \text{ } ^\circ\text{C} = 200,000 \text{ W} = \mathbf{200 \text{ kW}}$$

Η θερμική ενέργεια ανά μέρα και ανά έτος θα είναι:

$$E_{\text{day}} = \dot{L} \cdot 24 \text{ h} = 200 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} = \mathbf{4,800 \text{ kWh}}$$

$$E_{\text{year}} = E_{\text{day}} \cdot 365 = \mathbf{1,752,000 \text{ kWh}}$$



Για καύσιμο βιομάζας με ενεργειακό περιεχόμενο $h_k = 3.500$ kcal/kg σε ξηρή βάση και συντελεστή απόδοσης λέβητα $\eta_\lambda = 90\%$ να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου στην προηγούμενη άσκηση.

Το καύσιμό μας έχει $3.500 \cdot 0,001162 \text{ kWh/kg} = 4,067 \text{ kWh/kg}$ σε ξηρή βάση. Καίγοντας στον λέβητα το συγκεκριμένο καύσιμο παίρνουμε ενέργεια $0,9 \cdot 4,067 \text{ kWh/kg} = 3,66 \text{ kWh/kg}$.

Για την κάλυψη της ημερήσιας ενέργειας χρειαζόμαστε

$$4,800 \text{ kWh} / 3,66 \text{ kWh/kg} = \mathbf{1,311 \text{ kg}}$$

Για την κάλυψη της ετήσιας ενέργειας χρειαζόμαστε

$$1752000 \text{ kWh} / 3,66 \text{ kWh/kg} = \mathbf{478,688 \text{ kg}}$$



Καύσιμο βιομάζας με ενεργειακό περιεχόμενο $h_k = 3.500 \text{ kcal/kg}$ σε ξηρή βάση προέρχεται από το κλάδεμα της ελιάς. Υπολογίζουμε ότι λαμβάνουμε περίπου 400 κιλά κάθε δύο χρόνια ανά στρέμμα. Για να καλύψουμε 4 GWh ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται το Πολυτεχνείο το χρόνο πόσα στρέμματα θα χρειαστούμε; (η μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε ηλεκτρική έχει απόδοση 20 %).

Το καύσιμό μας έχει $3.500 \cdot 0,001162 \text{ kWh/kg} = 4,067 \text{ kWh/kg}$ σε ξηρή βάση. Καίγοντας σε λέβητα με 90 % απόδοση (βλέπε προηγ. άσκηση) το συγκεκριμένο καύσιμο δίνει ενέργεια $0,9 \cdot 4,07 \text{ kWh/kg} = 3,66 \text{ kWh/kg}$.

Αυτή είναι η ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που παίρνουμε από την καύση των υπολειμμάτων. Βέβαια αυτή η ενέργεια δεν θα γίνει όλη ηλεκτρική. Προφανώς η απόδοσή της θερμικής μηχανής που θα χρησιμοποιήσουμε έχει την δυνατότητα **στην καλύτερη περίπτωση** να έχει απόδοση ίδια με την μηχανή του Carnot: $n = 1 - \frac{T_C}{T_H}$.

Στην συγκεκριμένη άσκηση μας δίνεται ότι συνολικά από θερμική ενέργεια σε μηχανική και από μηχανική σε ηλεκτρική η απόδοση είναι 20%. Δηλαδή τα 200 kg υπολειμμάτων/στρέμμα το χρόνο δίνουν $200 \text{ kg} \cdot 3,66 \text{ kWh/kg} = 732 \text{ kWh}$ θερμικής ενέργειας. Από αυτά η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουμε είναι το 20 % δηλαδή $0,20 \cdot 732 \text{ kWh} = 146.4 \text{ kWh}$ το στρέμμα. Χρειαζόμαστε για να καλύψουμε τις ανάγκες του ΠΚ $4,000,000 \text{ kWh} / 146.4 \text{ kWh} / \text{στρέμμα} = 27,322$ στρέμματα. Το πολυτεχνείο έχει 3,000 στρέμματα. Ρίξτε μια ματιά στο παρακάτω link

<https://www.acciona.com/pressroom/news/2010/september/acciona-energy-puts-into-service-its-second-biomass-plant-from-straw-combustion-in-spain/>



Έστω ότι συγκρίνουμε τη διαθέσιμη ισχύ σε δύο υδροηλεκτρικά συστήματα που βρίσκονται στις θέσεις Α και Β. Και τα δύο συστήματα έχουν διαθέσιμο ύψος υδατόπτωσης 50 m. Η παροχή στη θέση Α είναι $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ενώ το κατάλληλο σύστημα αξιοποίησης έχει απόδοση 80%. Αντίστοιχα για τη θέση Β η παροχή θα είναι 100.000 L/h ενώ έχει απόδοση 90%. Να υπολογιστεί η διαθέσιμη ισχύς και στις δύο θέσεις.

$$\text{Θέση Α: } P = n \cdot \rho_w \cdot g \cdot \Delta H \cdot q_w = 0,8 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 10 \text{ m/s}^2 * 50 \text{ m} * 3 \text{ m}^3 / 60 \text{ s} = 20.000 \text{ W} = 20 \text{ kW}$$

$$\text{Θέση Β: } P = n \cdot \rho_w \cdot g \cdot \Delta H \cdot q_w = 0,9 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 10 \text{ m/s}^2 * 50 \text{ m} * 100 \text{ m}^3 / 3600 \text{ s} = 12.500 \text{ W} = 12.5 \text{ kW}$$