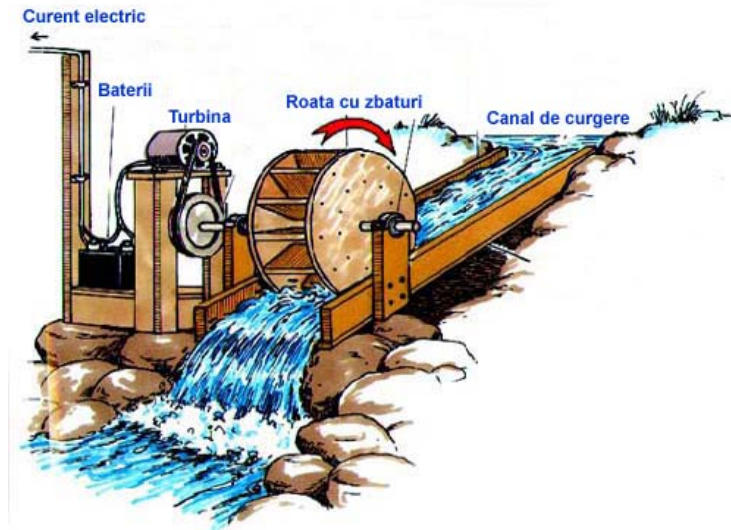


Producerea energiei mecanice

Pentru producerea energiei mecanice, pot fi utilizate energia hidraulica, energia eoliană, sau energia chimică a cobustibililor în motoare cu ardere internă sau externă (turbine cu abur sau gaze).

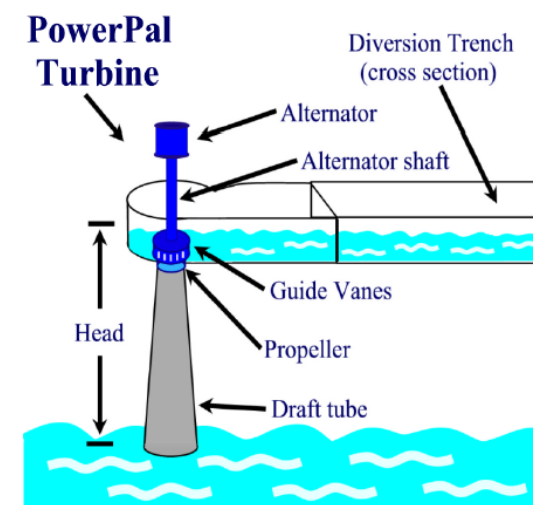
Utilizarea energiei hidraulice



Sistem hidraulic de producerea energiei electrice



Turbina hidraulica de 200 W, de tip Power Pal



Schema de principiu a turbinei Power Pal

Aplicație:

Să se calculeze debitul de apă necesar pentru a asigura o putere electrică de 200 W cu ajutorul turbinei, dacă înălțimea disponibilă a căderii de apă este de 1,5 m. Se va considera un randament al conversiei energiei hidraulice în energie electrică, de 80%. Cât timp trebuie să funcționeze turbina, pentru a asigura energia electrică necesară funcționării timp de 4 ore a 4 becuri de câte 75W, a unui televizor de 150W și a unui frigider de 200W? Efectuați aceleași calcule pentru o turbină de 500W.

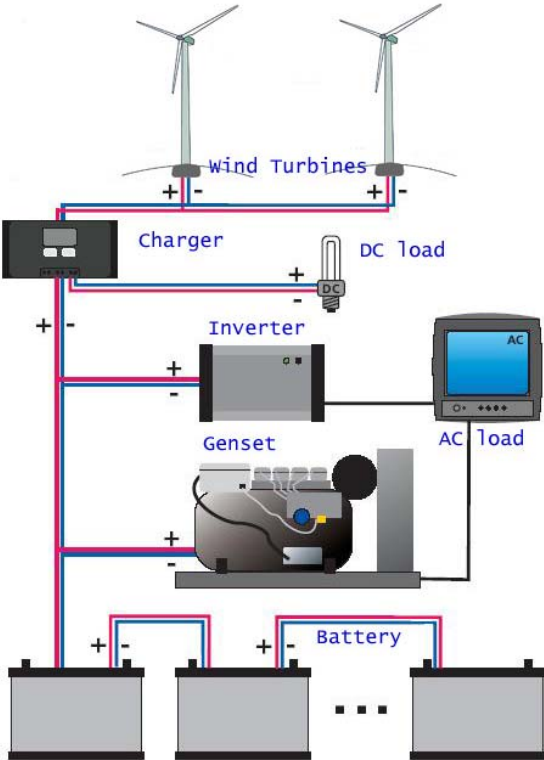
Utilizarea energiei eoliene



Turbină eoliană de putere redusă



Turbină eoliană de putere redusă



Lucrul mecanic, energia cinetică și puterea vântului

Energia eoliană poate fi transformată în alte forme de energie, de exemplu mecanică, sau electrică. În condiții ideale, se poate considera că aceste transformări se produc fără pierderi, dar în situațiile reale, întotdeauna se poate defini un randament al transformării energiei dintr-o formă în alta. În continuare va fi determinat *potențialul energetic eolian*, respectiv *potențialul de putere*, care ar putea să fie dezvoltate în condiții ideale, de energia eoliană.

Pentru efectuarea acestui calcul, va fi analizat pentru început, cazul celebrului personaj Marry Poppins, care în romanul lui P. L. Travers, apare în zbor, deplasându-se cu ajutorul unei umbrele, datorită energiei dezvoltate de “vântul de primăvară”, fenomen prezentat în figura.

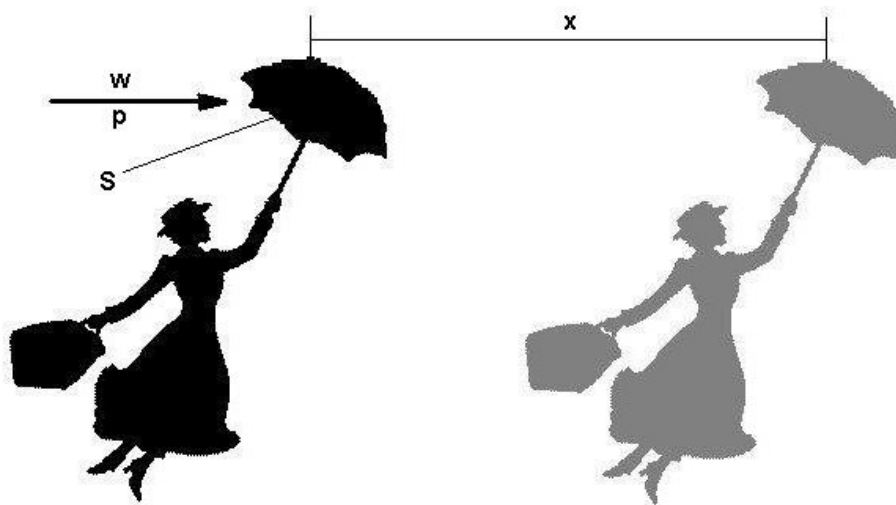


Fig. Marry Poppins se deplasează sub acțiunea energiei eoliene

Considerând că viteza vântului este w , presiunea dinamică p , datorată deplasării aerului, poate fi calculată cu relația:

$$p = \rho \frac{w^2}{2}$$

unde ρ [kg/m^3] este densitatea aerului.

La rândul ei, densitatea aerului, depinde de presiunea atmosferică (deci de latitudine, longitudine, altitudine) și condițiile meteorologice, respectiv de umiditatea aerului.

În contact cu suprafața umbrelei, presiunea vântului, produce forța care determină deplasarea lui Marry Poppins. Cu cât suprafața asupra căreia acționează vântul este mai mare, cu atât și forța produsă de vânt este mai mare. Aceasta este și explicația faptului că atât panzele corăbiilor, cât și paletele morilor de vânt aveau suprafețe foarte mari, necesare dezvoltării unor forțe cât mai mari.

În contact cu suprafețele asupra cărora acționează (umbrela, pânzele corăbiilor, paletele morilor de vânt, etc.), vântul este frânat, iar energia cinetică a acestuia, se transformă în energie potențială de presiune, respectiv în energie mecanică și este transferată suprafeței care realizează frânarea. Frânarea se produce pe orice suprafață normală (perpendiculară) la direcția vântului. În cazul în care suprafața nu este perpendiculară pe această direcție, vântul va acționa pe proiecția suprafeței, în planul normal la direcția vântului.

Notând cu S , proiecția suprafeței umbrelei lui Marry Poppins, în planul normal la direcția vântului, forța F , dezvoltată de vânt asupra umbrelei, se poate calcula cu relația:

$$F = p \cdot S = \rho \frac{w^2}{2} S$$

Considerând că deplasarea se produce pe distanța x , poate fi calculat lucrul mecanic L , produs de forța dezvoltată de vânt:

$$L = F \cdot x = \rho \frac{w^2}{2} S \cdot x$$

Putearea P , dezvoltată de vânt, pentru a produce deplasarea, în intervalul de timp τ , poate fi determinată cu relația:

$$P = \frac{L}{\tau} = \rho \frac{w^2}{2} S \frac{x}{\tau} = \rho \frac{w^3}{2} S$$

deoarece $\frac{x}{\tau} = w$.

Aceeași relație de calcul pentru puterea dezvoltată de vânt, poate fi determinată considerând că energia cinetică a vântului, reprezintă tocmai potențialul energetic al acestuia.

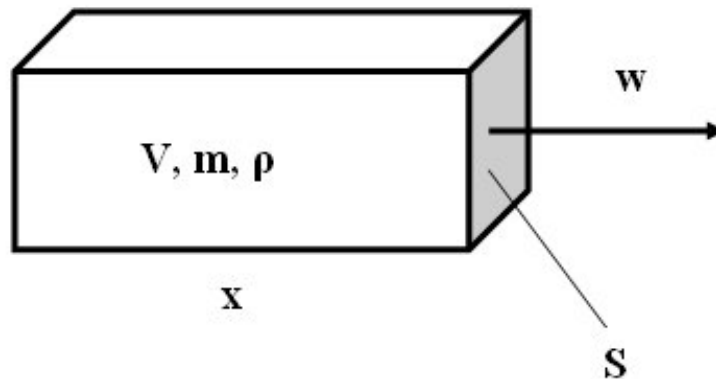


Fig. 28. Schema de calcul pentru energia cinetică a vântului

Pentru a calcula energia cinetică a vântului, se va considera ca în figura 28, un volum oarecare de aer V , închis de o suprafață oarecare S , pe o lungime oarecare x . Lungimea x se consideră pe direcția vântului, iar suprafața S , este considerată normală la direcția vântului. În aceste condiții, volumul de aer se determină cu relația:

$$V = S \cdot x$$

Considerând că aerul are densitatea ρ , se poate calcula cantitatea (masa) de aer m , care se deplasează sub acțiunea vântului:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot x$$

Energia cinetică E_c , a masei de aer m , se determină cu relația:

$$E_c = m \frac{w^2}{2} = \rho \cdot S \cdot x \frac{w^2}{2}$$

Puterea pe care o poate dezvolta vântul, datorită energiei sale cinetice, în intervalul de timp τ , se calculează cu relația:

$$P = \frac{E_c}{\tau} = \rho \cdot S \cdot \frac{x}{\tau} \frac{w^2}{2} = \rho \frac{w^3}{2} S$$

adică aceeași relație determinată anterior, cu ajutorul lucrului mecanic efectuat pentru deplasarea lui Marry Poppins.

Atât în cazul lui Marry Poppins, cât și în cazul analizei energiei cinetice a vântului, au fost considerate situații ideale, fără pierderi și fără ireversibilități, astfel încât mărimile calculate, reprezintă **potențialul** de dezvoltare a lucrului mecanic, **potențialul** de dezvoltare a energiei cinetice, respectiv **potențialul** de dezvoltare a unei puteri de către vânt.

În cazul aplicațiilor reale, se va lua în considerare randamentul η , de conversie a energiei eoliene în energie mecanică. Acesta depinde de performanțele tehnice ale echipamentului utilizat.

$$\eta = \frac{L_r}{L} = \frac{E_{cr}}{E_c} = \frac{P_r}{P}$$

unde indicele r, a fost utilizat pentru a desemna mărimile reale, față de mărimile fără acest indice, considerate mărimi teoretice, sau potențiale.

În cazul turbinelor eoliene, suprafața S, utilizată pentru conversia energiei eoliene, este suprafața rotorului turbinei, de rază r, respectiv de diametru d:

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$$

Analizând relațiile de calcul prezentate anterior, se observă că puterea pe care o pot dezvolta echipamentele eoliene, în particular turbinele eoliene, depinde în principal de viteza vântului w, proporțional cu puterea a treia a acestei mărimi, dar și de diametrul d, respectiv raza r, a rotorului, proporțional cu puterea a doua a acestor mărimi. Puterea pe care o pot dezvolta echipamentele eoliene, mai depinde și de densitatea ρ , a aerului în locul în care este amplasat echipamentul respectiv. La rândul ei, densitatea aerului depinde de presiunea atmosferică în locul pe care este amplasat echipamentul de temperatura și de umiditatea absolută a aerului. Presiunea atmosferică a aerului, depinde de latitudine, longitudine, altitudine, temperatură și condițiile meteo, iar umiditatea aerului depinde de condițiile meteo.

Aplicație:

Să se calculeze potențialul energiei eoliene (putere disponibilă) într-o zonă în care viteza medie a vântului este de 12 m/s (calculați și în km/h). Se dispune de o turbină cu diametrul rotorului de 1,15 m și randamentul conversiei energiei eoliene în energie electrică de 70%. Ce putere electrică totală pot avea consumatorii, dacă durata estimată de utilizare a acestora este de 4 ore pe zi și dacă vântul suflă 5 ore pe zi.