



# Energii regenerabile

## **Parteneriat LEONARDO da VINCI "DISCOVER A NEW WORKING FIELD"**

**2012-1-TR1-LEO04-35470-1**

### **Partea 1**

*Acest proiect a fost finantat cu sprijinul Comisiei Europene. Aceasta publicatie reflecta doar punctele de vedere ale autorului, si Comisia nu poate fi facuta responsabila de nici o folosire a informatiilor continute de aceasta.*

1. Definitii
2. Caracteristicile energiei regenerabile
3. Scurt istoric privind utilizarea energiei din surse regenerabile
4. Tipuri de energie regenerabila
  - 4.1. Energie solara
  - 4.2. Energie eoliana
  - 4.3. Energie termala
  - 4.4. Energie din biomasa
5. Aplicatii ale energiei regenerabile
  - 5.1. Agricultura
6. Nevoia globala de energie regenerabila
  - 6.1. Productia de energie regenerabila
  - 6.2. Asteptarile in Uniunea Europeana in domeniul energiei regenerabile
7. Romania
  - 7.1. Date generale
  - 7.2. Potentialul Romaniei in domeniul energiei regenerabile

## **1. Definitii**

**Energia regenerabila**<sup>1</sup>, este numita de asemenea energie alternativa, energie utilizabila derivata din surse care sunt capabile de a se reface, cum ar fi Soarele (energia solara), vantul (energia eoliana), raurile (energie hidroelectrica), izvoarele termale (energie geotermala), marea (energia mareelor) si biomasa (biocombustibili).

**Energia regenerabila**<sup>2</sup> este energia care provine din resurse naturale, cum ar fi lumina soarelui, vantul, ploaia, marea si din caldura geotermala, care sunt regenerabile (completate in mod natural).

**O resursa neregenerabila**<sup>3</sup> este o resursa naturala, care nu poate fi reprodusa, cultivata, generata sau utilizata pe o scara care poate sustine rata de consum. Odata epuizata nu mai este disponibila pentru nevoile viitoare. De asemenea, resursele neregenerabile sunt resursele care sunt consumate mult mai repede decat natura le poate crea, ca de exemplu combustibilii fosili (cum ar fi carbunele, petrolul si gazele naturale), energia nucleara (uraniul) si anumite exemple acvifere. Minereurile metalifere sunt primele exemple de resurse non-regenerabile.

---

1 <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/17668/renewable-energy>

2 [http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy)

3 [http://en.wikipedia.org/wiki/Non-renewable\\_resources](http://en.wikipedia.org/wiki/Non-renewable_resources)

## 2. Caracteristicile energiei regenerabile

### Energiile regenerabile

- nu sunt legate de o anumita locatie geografica
- nu au o cantitate finita



### Energiile neregenerabile

- au o locatie geografica definita
- au o cantitate finita



## Soarele – cea mai apropiata stea

Soarele este cea mai apropiata stea de noi si cea mai mare sursa de energie din sistemul solar. Soarele, cu o raza de 696 000 km, o masa de  $1,99 \times 10^{30}$  kg, o temperatura medie de  $5700^{\circ}$  K, o varsta de  $5,5 \times 10^9$  ani si distanta medie de 1 496 108 km de Pamant, este centrul sistemului nostru planetar.



Aproape toata energia de pe Pamant provine din aceasta sursa. Soarele incalzeste in mod inegal atmosfera terestra, creand o diferenta de energii cinetice, sursa vanturilor. Caldura cauzeaza evaporarea si condensarea vaporilor de apa in straturile superioare scoartei terestre, iar de aici rezulta potentialul hidroenergetic al raurilor.

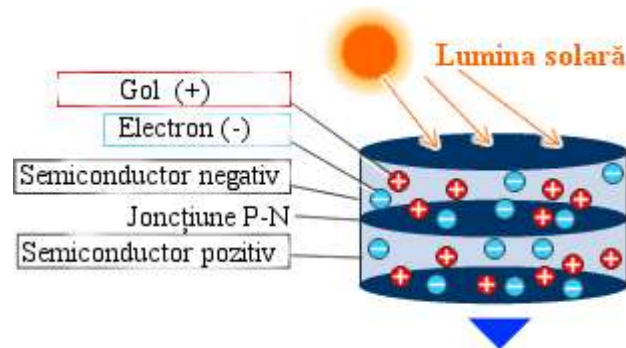
Fotosinteza favorizeaza cresterea plantelor si creerea de combustibili fosili pe termen indelungat.

Soare este deci o imensa sursa de energie, fie in forma directa sau indirecta (energia vatului, apei sau combustibili fosili). Ne putem imagina Soarele ca un gigant reactor nuclear, in care reactiile termonucleare au loc, reactii bazate pe conversia hidrogenului in heliu. Acest „reactor” are energie pentru a functiona inca 15 miliarde de ani. Se estimeaza

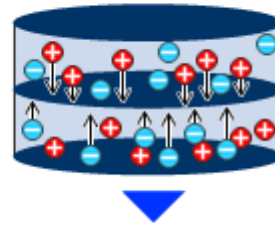
ca Soarele (impreuna cu Pamantul) exista de 5 miliarde de ani, deci energia solara,este practic ineputzabila.

## PRINCIPIUL EFECTULUI FOTOVOLTAIC

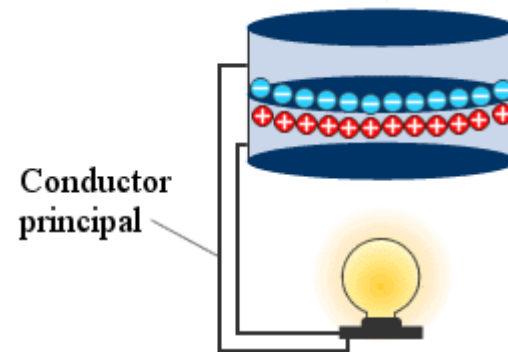
Un sistem fotovoltaic este o dioda semiconductoare mai mare, care da nastere unor tensiuni. Daca are ca sarcina o rezistenta potrivita poate furniza curent . Elementul central al transformarii luminii solare in electricitate este efectul fotoelectric intern. Lumina care cade pe semiconductorul intern creste concentratia purtatorilor de sarcina atunci cand nu este iluminare. Fotonii incidenti sunt absorbiti de materialul semiconductor transferand puterea generata de electroni si goluri. Electronii si golurile sunt separati prin jonctiunea PN apoi colectati intr-un circuit extern unde prezenta lor este inregistrata ca tensiune sau curent continuu.



Radiatia solara incidenta provoaca eliberarea electronilor din orbita pe care o urmeaza in jurul nucleului atomului



Golurile (particule incarcate cu sarcina pozitiva) si electronii (particule incarcate cu sarcina negativa) se indreapta spre jonctiunea PN.

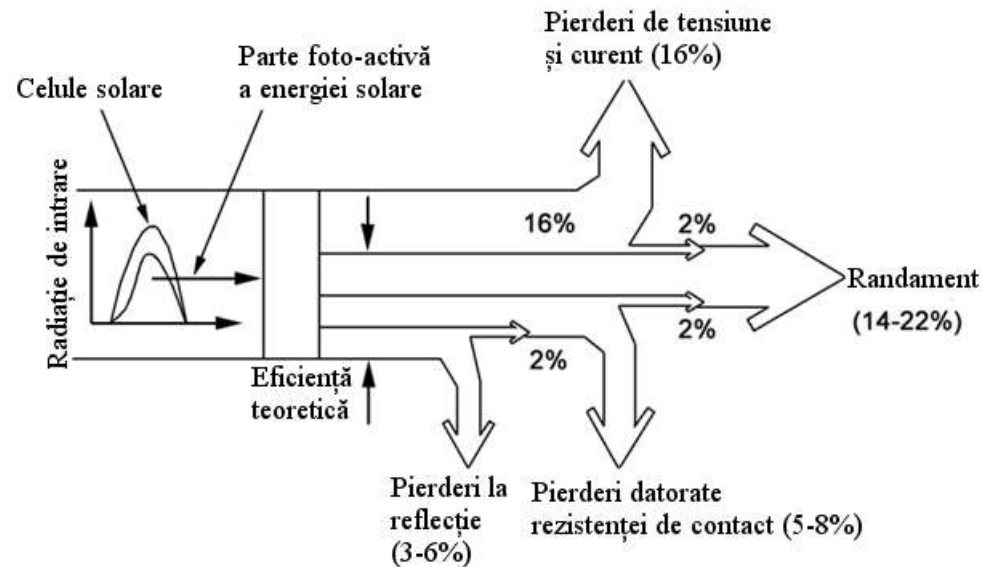


Se produce asezarea electronilor si a golurilor la jonctiunea PN de tensiune, ceea ce determina (daca rezistenta potrivita este conectata) generarea de curent electric.

## Eficiența celulelor fotovoltaice

Eficiența celulelor fotovoltaice variază între 14% și 22%. Astăzi sunt cercetate metode de creștere a eficienței conversiei radiației. Acest procent mic este cauzat în principal de:

- materiale reflectoare;
- fenomene de tranziție PN și pierderi de tensiune și curenți.



Variante de marire a conversiei radiațiilor solare sunt:

- **restricția reflexiei și creșterea absorbției** - lumina care se reflectă pe suprafața este direcționată spre semiconductor, existând astfel posibilitatea de a penetra restul aparatului. Printre rezultate se enumera:
  - crearea de suprafață texturată;



- **incorporarea unui invelis N intre invelisuri si N + P +.**
- **legarea celulelor fotovoltaice cu panouri bifotovoltaice.** Comutarea serie-paralel poate produce module fotovoltaice de puteri diferite ( intre 10 si 64 W ) si de tensiuni rezultante diferite.



## Utilizarea pasiva a energiei solare

Utilizarea pasiva a radiatiei solare inseamna folosirea unei arhitecturi si a unei locatii corespunzatoare pentru o cladire, pentru a reduce in mod semnificativ consumul. Un loc potrivit pentru o astfel de constructie ar putea fi unul protejat de soare si de vant. Copacii si denivelarile naturale pot proteja casa de vanturile reci. Copacii cu frunze cazatoare (foioasele) plasati intr-un mod convenabil protejeaza constructia de supraincalzire pe timpul verii si permite accesul razelor de soare in timpul iernii.

## Sisteme fotovoltaice integrate in cladiri



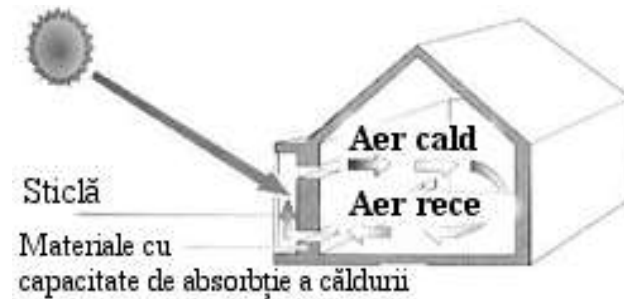
Descriere generala:

1. Panouri fotovoltaice
2. Tablou de conectare a panourilor fotovoltaice
3. Invertor de curent continuu/curent alternativ
4. Contor
5. Tabloul general

Cladirile cu ferestre mari, orientate spre sud si cele cu ferestre mici orientate spre nord sunt

bune izolatoare termice, putand absorbi o cantitate semnificativa a razelor incidente. Aceasta sursa de caldura gratuita poate mentine o temperatura suficienta atat pentru interior, cat si pentru exterior, si lumina zilei reduce cererea pentru lumina artificiala si aer conditionat.

Radiatia solara ce loveste peretii, ferestrele si alte elemente componente ale structurii cladirilor este absorbita si stocata in functie de capacitatea termica a materialelor. Astfel, energia stocata este apoi emisa in interiorul cladirii.



## Utilizare activa a energiei solare

Folosirea in mod activ a energiei solare poate fi impartita in patru grupe:

- energie consumata pentru incalzire
- energie consumata pentru incalzirea apei
- energie consumata pentru gatit
- consumul dispozitivelor electrice

Dispozitivele care transforma energia solara in electricitate sunt celule fotovoltaice. Un al doilea tip de echipament utilizat pentru energia solara este colectorul termosolar care transforma radiatia solara in energie termica, energie care trece de transferul agentilor de caldura si este utilizata cel mai frecvent pentru:

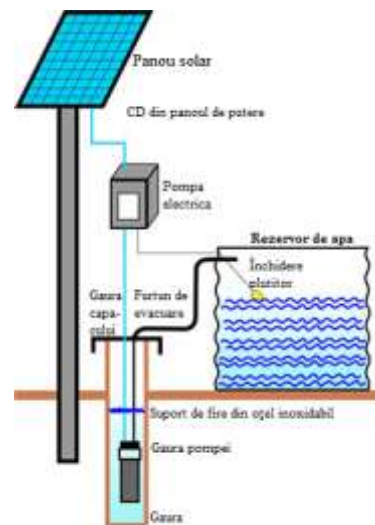
- producerea de apa calda
- incalzirea cladirilor
- incalzirea apei in piscine
- incalzire si racire industrial

## Sisteme solare independente

Sistemele solare independente sunt dispozitive mici (aproximativ 70 kg) si simple care pot fi folosite pentru a pompa apa, pentru echipamentele ce conditioneaza puterea, pentru ventilatoare sau pentru statiile de cercetare sau meteorologice.

### Pomparea apei cu ajutorul sistemelor solare

Cel mai mare avantaj al pomparii apei cu ajutorul unui sistem solar este utilitatea mare a acestuia atunci cand apa este necesara in cantitate mare si lumina soarelui este prezenta din plin.



*Pompa solara utilizata pentru pomparea apei ([www.global-greenhouse-warming.com](http://www.global-greenhouse-warming.com))*

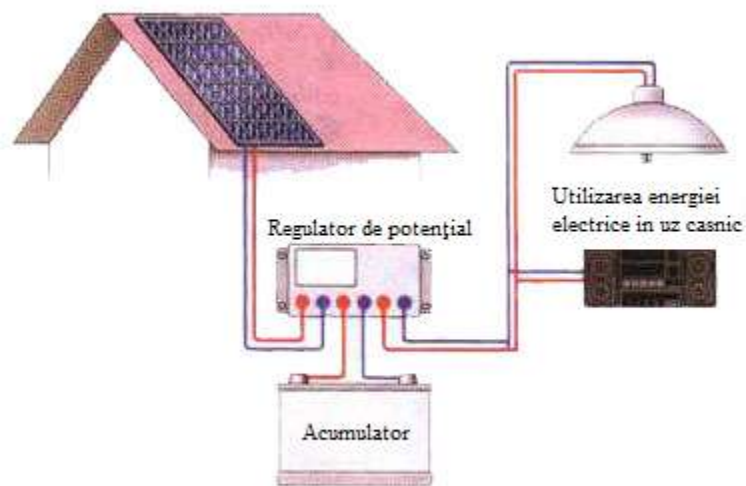


*Instalarea pompei solare [www.muskingumswcd.org](http://www.muskingumswcd.org)*

Pompele solare sunt alcatuite din unul sau mai multe panouri solare conectate direct la pompa ce pluteste in apa. Principala diferenta in comparatie cu pompele conventionale este aceea ca pompele ce functioneaza cu ajutorul soarelui, folosesc curentul continuu. In plus, pomparea apei depinde de intensitatea radiatiei solare. Pentru ca este mai ieftin sa stochezi apa pe baza energiei epuizate, pompele solare, de obicei, nu au nevoie de baterii, dar in cuva de stocare a apei, aceasta poate fi retinuta intre 3-10 zile.

## Sistemele solare cu baterii

Dezavantajul sistemelor solare independente este functionarea acestora doar pe timpul zilei deoarece necesita iluminare solara. In cazurile in care se stocheaza o cantitatea de energie, sistemele sunt conectate la baterii, acestea avand acest rol de stocare. Pe timpul zilei, bateriile sunt incarcate de energie solara, iar pe timpul noptii sau oricand este necesar pot furniza energie electrica.

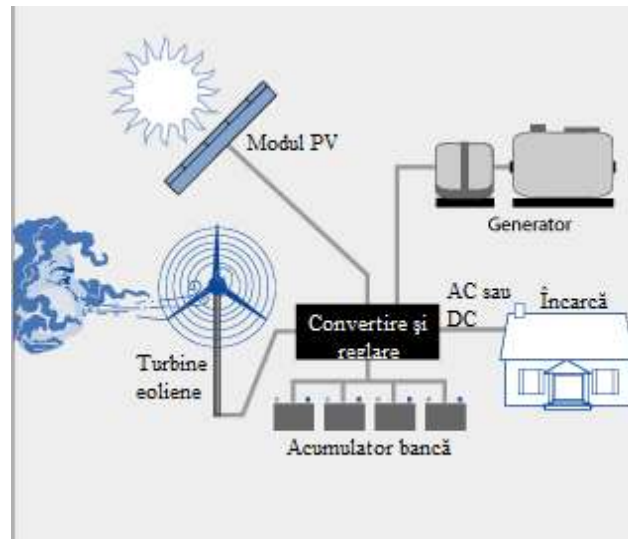


*Sistem solar cu baterii*

Energia asigurata astfel este folosita pentru iluminatul stradal, echipamente folosite in telecomunicatii, aparate electrocasnice si altele, care necesita energie electrica pentru functionare.

## Sistemele solare hibride

Celulele solare cu tipuri diferite de surse pot foarte bine sa acopere cererile de consum a energiei la costuri mai reduse decat daca s-ar utiliza sisteme bazate pe o singura sursa.



În cazurile în care este necesar să existe surse de energie continuă și cu un înalt coeficient de siguranță atunci când este nevoie de o putere mai intensă decât cea pe care o pot transforma sistemele solare în altă sursă de putere, trebuie abordată o soluție cât mai eficientă. Celulele solare, în timpul zilei, sunt folosite pentru a acoperi consumul de energie, în timp ce bateria se reîncarcă. Atunci când bateriile sunt descărcate, sistemul produce energie din surse până când bateria este reîncărcată. Sistemul controlează conectarea surselor și modifică amplitudinea tensiunii în conformitate cu puterea instantanee consumată. În plus față de generatoarele tradiționale, poate fi conectat la sistem un mic



generator hidraulic sau unul bazat pe producerea energiei cu ajutorul vantului sau o pompa de caldura si va face astfel sistemul si mai hibrid decat este deja.

Sistemele solare hibride au, de obicei, o rentabilitate mai mare decat sistemele bazate pe operarea cu energie proprie, deoarece dimensiunile lor sunt suficiente pentru a acoperi consumul de energie pe timpul verii, si pentru a stoca rezerve, ce vor fi folosite pe timpul iernii. Castigurile anuale de energie pentru echipamentul solar, depind de pierderile cauzate de regulatorul de viteza si de reincarcarea bateriei, sunt in jur de 500 - 1250 kWh / KWP.

# Energia eoliana

## Situatia sectorului de energie eoliana la nivel mondial

Capacitatea centralelor energetice eoliene la nivel global a crescut in 2010 cu o patrime in comparatie cu anul precedent si a atins nivelul de 197 GW. Potrivit informatiilor oferite de Consiliul Global al Energiei Eoliene (CGEE), China a fost in anul 2010 cea mai larga piata, adaugand impresionanta capacitate de 18,9 GW, intrecand Statele Unite si devenind tara cu cea mai mare capacitate pe piata energiei eoliene. La nivel global, liderii sunt: China (44,7 GW), Statele Unite (40,2 GW), Germania (27,2 GW) si Spania (20,7 GW)

## Distributia Energiei Eoliene

Turbinele eoliene sunt clasificate dupa mai multe criterii:

- Potrivit principiului aerodinamic:
  - cu rezistenta
  - cu aripi
- In functie de pozitia axului de rotatie:
  - turbine eoliene cu axul de rotatie orizontal
  - turbine eoliene cu axul de rotatie vertical
- In functie de viteza produsa  $\lambda$ :

Viteza maxima  $\lambda$  poate fi definita ca raportul dintre viteza circumferentiala de la capatul aripii si viteza vantului dinainte de elice. Aceasta este definita dupa formula:

$$\lambda = \frac{2\pi R N T}{V_1}$$

Unde :

N=numarul de rotatii pe minut;

R=raza elicei in metrii;

V1=Viteza aerului in elice(m/s ).

- In functie de modul de utilizare:

Captarea apei prin vant;

Instalatii electrice pentru producere de electricitate (parcuri eoliene).

Viteza maxima afecteaza, de asemenea, numarul de palele ale rotorului turbinei, profilele, latimea si unghiul de atac.

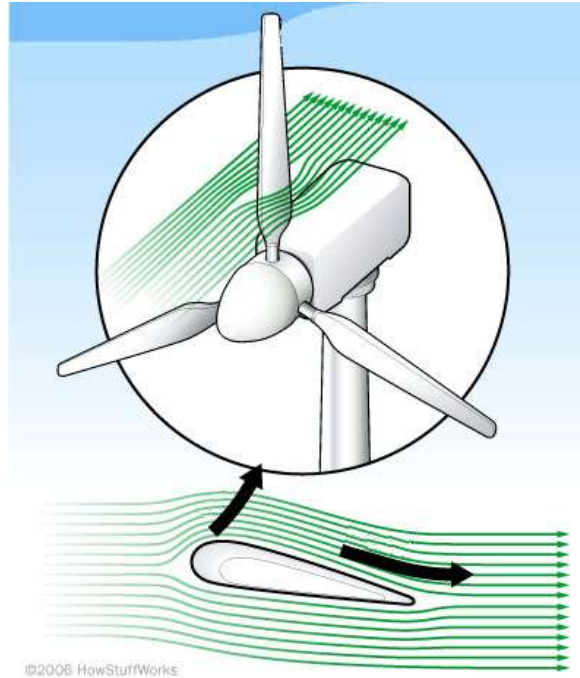
- viteza mica ( $\lambda < 1.5$ );
- Viteza medie ( $\lambda < 1.5$  to 3.5);
- Viteza mare( $\lambda > 3.5$ ).

**In functie de sursa de alimentare cu energie electrica, energia poate fi :**

- Independenta de retea (folosita doar pentru rezervele locale de electricitate);
- Sisteme integrate de alimentare, de la reseaua electrica.

**In functie de modul de control:**

- Control pasiv;
- Control activ.



## Principiul de functionare al turbinelor eoliene cu ax de rotatie orizontal

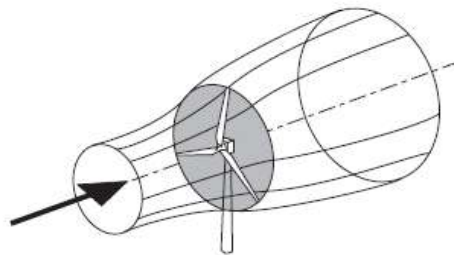
### **Turbine eoliene cu axa orizontala de rotatie**

Motoarele eoliene cu axa orizontala de rotatie sunt acele motoare a caror axa este paralela cu directia vantului. Primele astfel de motoare au fost morile de vant, care au aparut mai intai in Olanda si apoi gradat s-au extins de-a lungul Europei.

Rotorul unei mori de vant este format din patru palete, iar suprafata portanta este intinsa pe un cadru de lemn. Al doilea dispozitiv cu axa orizontala de rotatie a fost, raspandit in

special in America de Nord, a fost moara de vant folosita pentru pomparea apei. Rotorul este constituit din mai multe palete singulare. El are un diametru de pana la 8 metri si un numar de palete cuprins intre 12 si 24. Avantajul acestui dispozitiv este ca el poate functiona la viteze mici, iar dezavantajul, ca are o greutate foarte mare. Turbinele eoliene moderne cu axa orizontala sunt concepute pentru puteri mari, iar rotoarele au 2 sau 3 palete. Paletele au un design aerodinamic astfel incat ele obtin o eficienta cat mai mare. Avantajul acestui tip de rotor este acela ca prezinta o rezistenta si o greutate redusa. Un mare dezavantaj este ca nu functioneaza bine la viteze reduse ale vantului. Pentru a elimina dezavantajele legate de incetinerea turbinei rotoarele de mare viteza se impart in trei grupuri

Turbinele eoliene sunt dispozitive ce capteaza energia cinetica a vantului. Pentru a extrage o parte din energia cinetica vantul trebuie incetinit, dar doar cel care trece prin rotor este afectat. Presupunand ca masa de aer incetinita este separata de aerul care nu trece prin rotor si nu incetinesc la suprafata de separatie dintre cele doua mase de aer atunci aceasta limita de separatie este extinsa spre exteriorul axei electrice. Aerul nu trece de acea limita de separatie si astfel cele doua fluxuri de aer curg in paralel, aerul avand acelasi debit masic. Aerul din interiorul fluxului intern nu se comprima, iar pentru a compensa aceasta diferenta de viteza diametrul tubului fluxului intern se mareste.



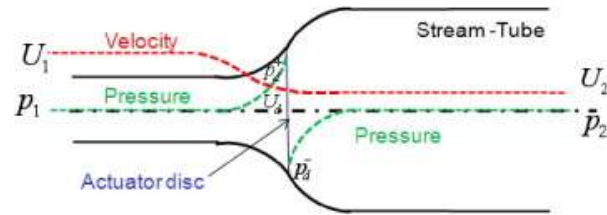
Deși energia cinetică este extrasă din fluxul de aer, o schimbare bruscă a vitezei nu este nici posibilă, nici dorită deoarece ar fi necesare accelerații și forțe enorme. Energia presiunii statice a aerului poate fi extrasă într-un mod asemănător cu cel al schimbării bruste și toate turbinele de vânt, oricât de design ar avea, îl folosesc. Prezența turbinei face ca aerul care se apropie să încetinească gradat până ajunge la rotor iar viteza vântului este deja mai mică față de cea a vântului ce curge pe lângă rotor. Diametrul tubul fluxului intern se expandează pentru a compensa această diferență de viteză și datorită faptului că nu s-a efectuat nici un fel de lucru mecanic de acest aer se produce o creștere de presiune în fața rotorului, iar acesta absoarbe diferența de energie cinetică.

Pe măsură ce aerul trece prin rotor datorită designului acesteia, se produce o scădere a presiunii statice, astfel încât, când acesta trece de rotor presiunea este mai mică decât cea a aerului. Aerul trece mai departe de rotor cu o presiune și o viteză mai scăzută, această zonă a fluxului de aer se numește **gol de aer**. Pe măsură ce aerul se depărtează de rotor presiunea ajunge la normal. Pentru a realiza această creștere este nevoie de energie cinetică iar acest lucru e realizat prin încă o scădere a vitezei vântului. Deci între vântul din fața turbinei și cel din spatele acesteia nu există nici o diferență de presiune ci doar o diferență de viteză.

### **Conceptul dispozitivului de acționare**

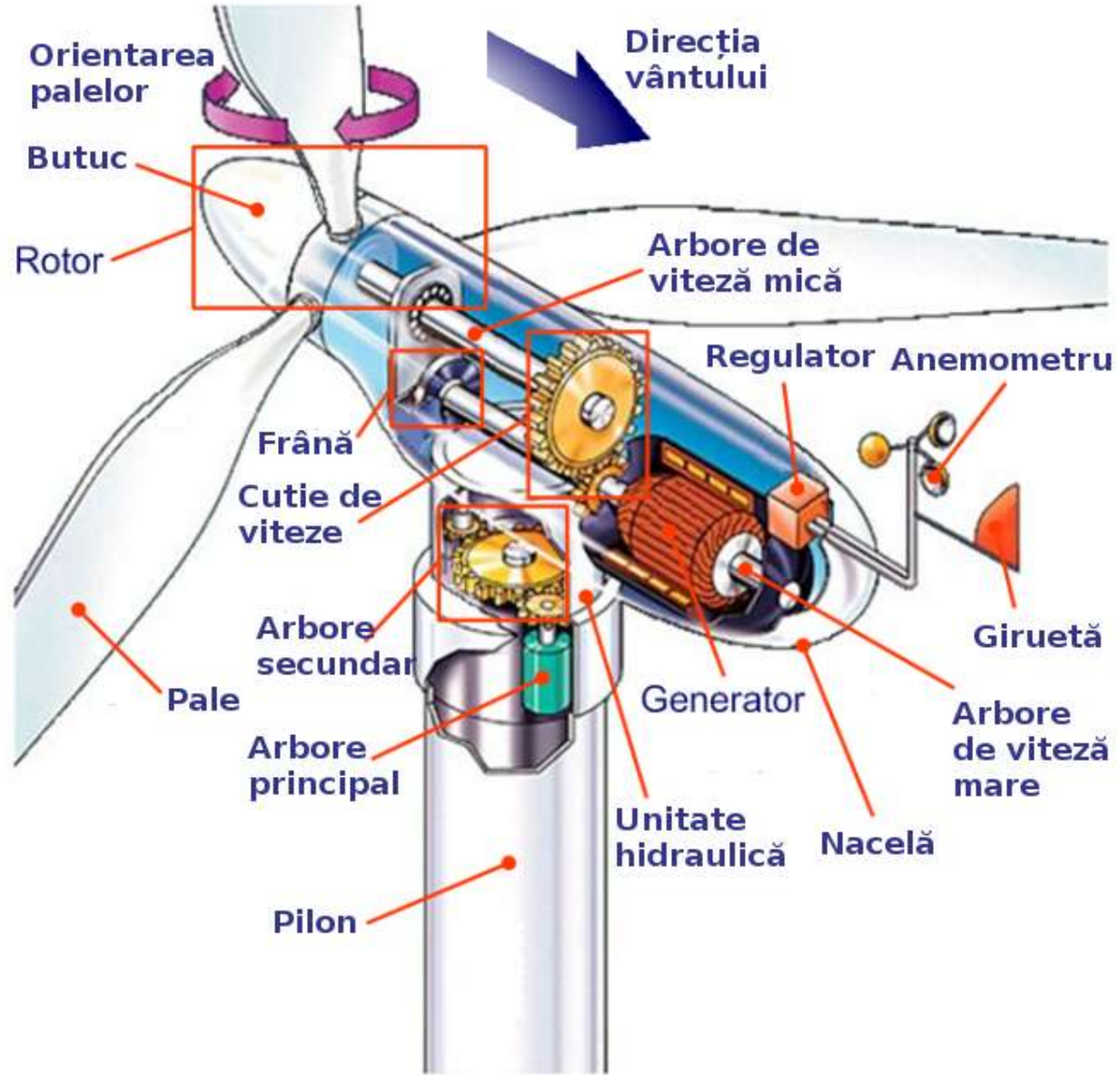
Mecanismul descris mai sus explică extragerea energiei cinetice dar nu explică ce se întâmplă cu acea energie; ea poate fi folosită dar tot odată se poate și pierde înapoi în vânt ca turbulentă și în final este disipată în căldură. Fără doar și poate, putem începe analiza comportamentului aerodinamic al turbinelor eoliene fără a lua în considerare vreun design

anume, ci doar energia extrasa in acest proces. Dispozitivul care face acest lucru se numeste disc/dispozitiv de actionare. Inaintea discului tubul fluxului are un diametru mai mic decat, iar dupa acesta mai mare. Expansiunea tubului fluxului se datoreaza faptului ca debitul masic trebuie sa ramana constant peste tot.



### ***Cuplul de reactie***

Exercitarea unui cuplu asupra rotorului de catre vant va genera aparitia unui cuplu egal si de sens opus asupra aerului. Consecinta acestui cuplu de reactie este ca aerul se va roti in sens invers fata de rotor. Aerul capata un moment unghiular si deci in zona cu presiune scazuta produsa, vectorul viteza al particulelor de aer are o directia tangentiala a rotatiei precum si o componenta axiala. Primirea acestei componente tangetiale de viteza se traduce printr-o crestere a energiei cinetice, care este compensata de scaderea presiunii statice a aerului in **golul de aer** aditionala celei descrise la punctul anterior. Fluxul ce intra prin discul de actionare nu are nici un fel de rotatie. Fluxul ce iese are rotatie iar acea rotatie se mentine atat timp cat fluidul traverseaza zona cu presiune redusa. Transferul miscarii de rotatie catre aer are loc doar de-a lungul grosimii discului.





## ***Teoria discului rotorului***

Modalitatea prin care energia obtinuta este convertita in energie utilizabila depinde de designul turbinei. Majoritatea convertoarelor folosesc un rotor cu un numar de palete ce se rotesc cu o viteza unghiulara de o axa normala la planul rotorului si paralela cu directia vantului. Lamelle descriu un disc si in virtutea designului lor aerodinamic creaza o diferenta de presiune pe disc, care, dupa cum am discutat in sectiunea anterioara, este responsabila de pierderea impulsului in urma acestuia. Asociata cu pierderea impulsului axial este o pierdere de energie, care poate fi colectata de un generator electric atasat axului rotorului in cazul in care asupra rotorului se exercita un cuplu in directia de rotatie precum si o forta de tractiune. Generatorul exercita un cuplu egal si de directie opusa cu cea a fluxului de aer care tine viteza de rotatie constanta. Lucrul mecanic efectuat de catre cuplul aerodinamic pe generator este convertit in energie electrica.

In prezent, centralele eoliene sunt, aproape in totalitate cu ax orizontal, cu exceptia modelelor cu ax vertical ca cele cu rotor Savonius si Darrieus, care sunt inca utilizate, dar sunt pe cale de disparitie.

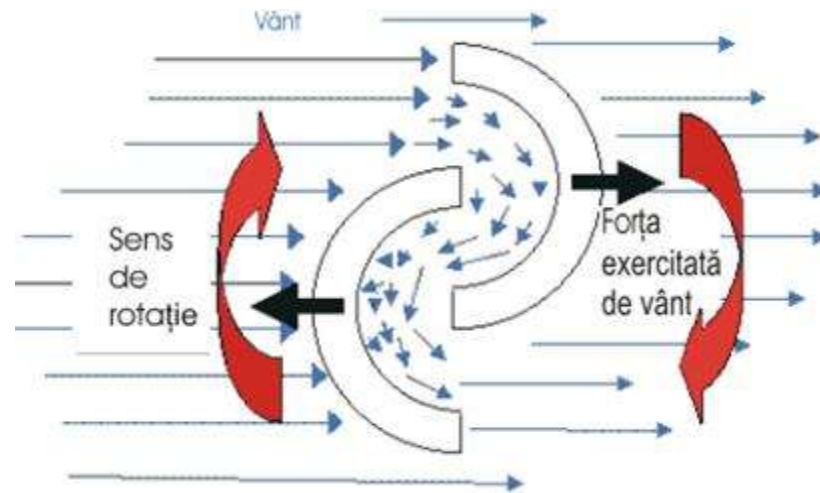
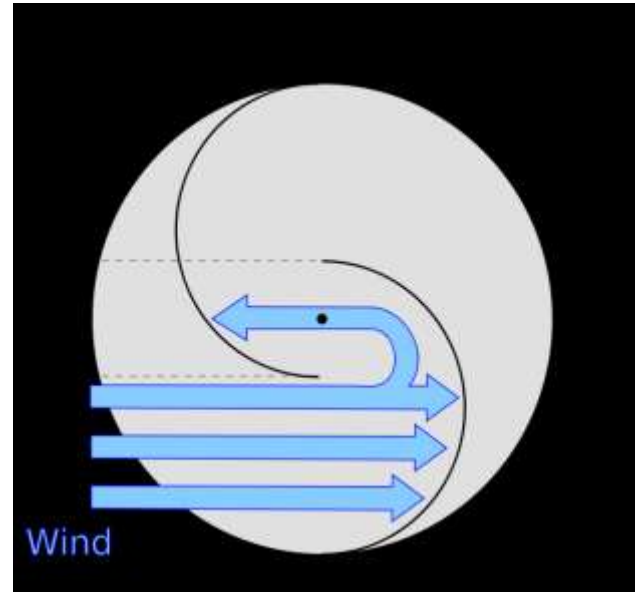
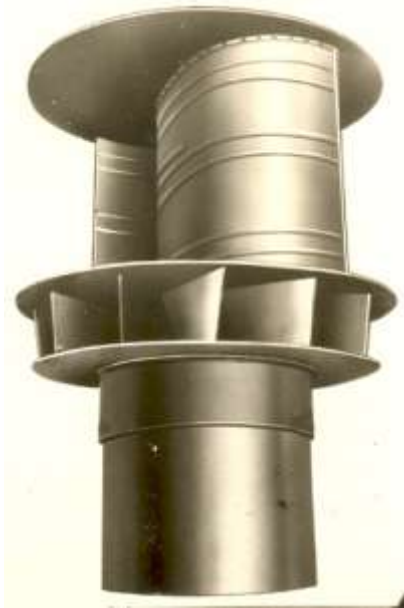
## **Turbine eoliene cu ax de rotatie vertical**

Acestea sunt cele mai vechi instalatii eoliene din Orientul Mijlociu si au fost folosite drept un precursor al morilor de vant. Masinariile care folosesc acest design au o presiune a aerului mai mare pe suprafata aripilor. Statiile eoliene care au axul de rotatie vertical fata de rotor

au mai multe avantaje. Printre avantajele lor se numara si pozitia generatorului si a motorului in partea de jos a constructiei. De departe cel mai important avantaj este faptul ca puterea produsa este independenta de directia vantului. Totusi, vantul are intensitate redusa la nivelul solului, ceea ce determina un randament redus al turbinei eoliene, aceasta fiind supusa si turbulentei de vant. In plus, aceste turbine trebuiesc antrenate pentru a porni, pilonul este supus unor sollicitari mecanice importante.

## **Rotorul Savonius**

Este unul dintre cel mai populare si mai usor de utilizat rotoare eoliene. **Functionarea sa** se bazeaza pe principiul tractiunii diferentiale. Eforturile exercitate de vant asupra fiecareia din fetele unui corp curbat au intensitati diferite. Rezulta un cuplu care determina rotirea ansamblului (cu lamelele semi-circulare). Randamentul acestui rotor, in ciuda simplitatii structurii, in comparatie cu centralele cu pistoane, este mai bun. Spre deosebire de alte instalatii de captare a energiei eoliene, rotorul Savonius este foarte performant in domeniul puterilor scazute. Aceasta inseamna ca, la viteze mici ale vantului, poate deja livra energie mecanica. Aceste avantaje ofera conditiile necesare pentru utilizarea masinilor electrice eoliene, cum ar fi pompele de volum.



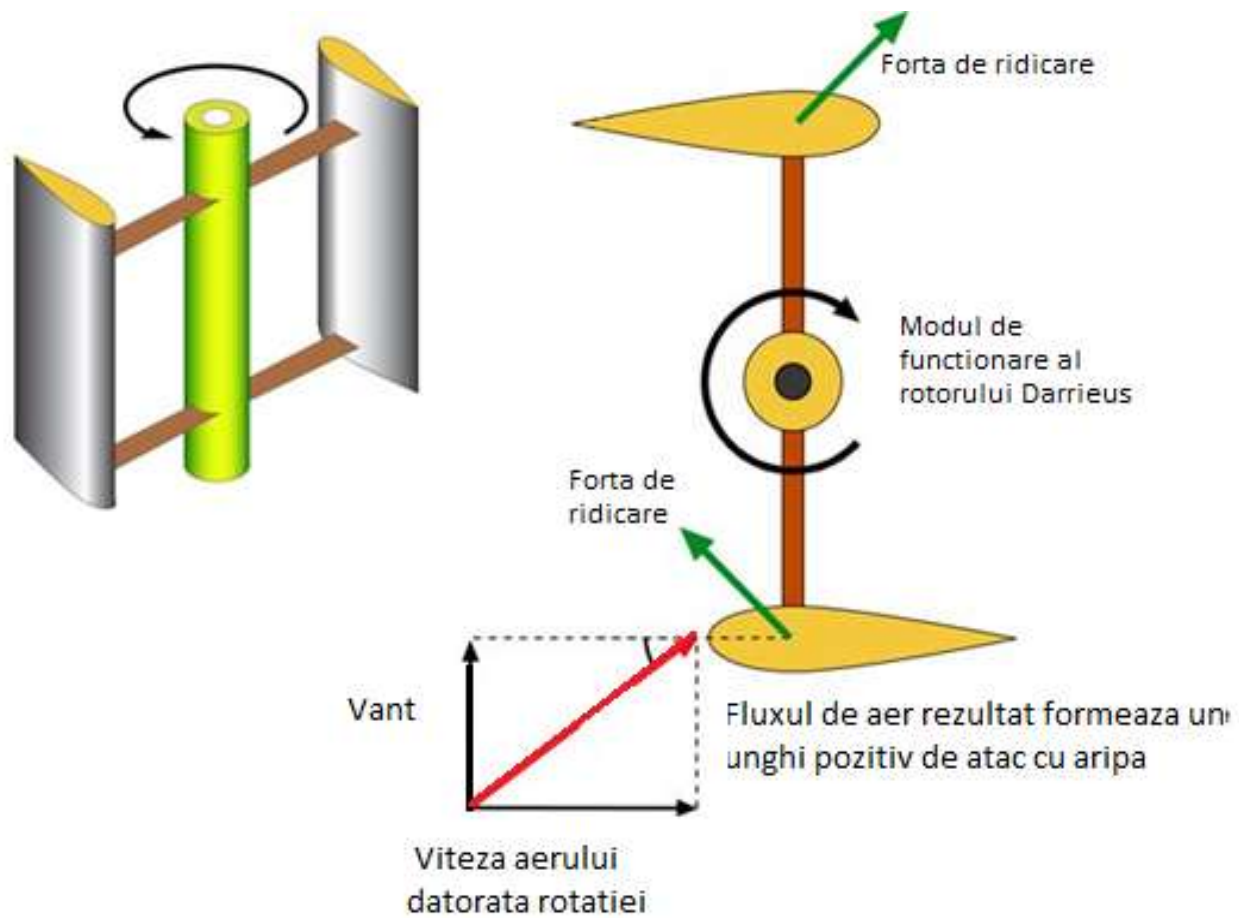
## Rotorul Darrieus

**Rotorul lui Darrieus** se bazeaza pe principiul variatiei periodice a incidentei. Un profil plasat intr-un curent de aer, in functie de diferite unghiuri, este supus unor forte a caror intensitate si directie sunt diferite. Rezultanta acestor forte determina aparitia unui cuplu motor care roteste dispozitivul. Rotorul este alcatuit din doua sau trei aripi aerodinamice care se rotesc in jurul unui ax vertical. Principiul aerodinamic al elicei functioneaza precum la puterea transmisa prin elice. Unul dintre avantajele acestui tip de rotor este ca se misca cu o turatie care nu are nimic de a face cu viteza vantului, care de obicei este mai mare. O alta caracteristica a acestor turbine este aceea ca trebuie antrenate pentru a porni.



Rotorul Darrieus este compus din:

- O arie curbata a rotorului ( $\Phi$  - rotor)
- Brat orizontal al rotorului si aripi verticale (H - rotor)
- Aripa rotorului cu partea superioara atasata de pivot si partea inferioara atasata de axul de rotatie ( $\Delta$  - rotor).



*Principiul de functionare al rotorului Darrieus*

## **Turbine eoliene de putere mica**

Aceste turbine se pot utiliza numai in zonele in care viteza medie a vantului este mai mare de 4 m/s.

Cele mai multe din aceste turbine sunt concepute pentru a fi in masura sa incarce direct o baterie. Acestea includ si un generator de curent ce functioneaza la o putere scazuta a vantului. Bateriile contin un controler pentru a evita supraincarcarea.

Aceste turbine sunt formate din palele rotorului, alternator si regulator precum si o baterie care trebuie incarcata. O parte importanta a turbinelor il reprezinta dispozitivul de orientare a nacelei pe directia vantului si de orientare a palelor, in functie de intensitatea acestuia. Aceasta poate include de asemenea si un controler pentru dispozitivul de orientare, care este responsabil pentru controlul directiei acesteia la viteze mari, la schimbari bruste ale directiei vantului sau chiar in cazul opririi complete a vantului. Oprirea rotorului se mai face de asemea si cu o piedica. Paletele elicei sunt in mare parte realizate din material laminat. Generatorul foloseste un magnet permanent, deci acesta nu necesita nici un fel de intretinere. Regulatorul si dispozitivele electronice de control asigura eficienta maxima, tin viteza rotorului la un nivel dorit si controleaza incarcarea bateriilor.

Subiectele avute in vedere in ***Declaratia Mediului*** includ, in mod normal urmatoarele aspecte, (BWEA, 1994):

**Contextul politic.** Acest subiect este legat de contextele politice nationale si regionale.

**Selectia sitului.** Alegerea specifica a sitului selectat trebuie atent justificata.

**Zone de interes.** Impactul potential al unui parc eolian in oricare dintre ariile desemnate trebuie evaluat cu multa atentie.

**Evaluarea vizuala si a peisajului** - Acest aspect este, in general cel mai important de luat in considerare si este, in mod sigur, subiectul cel mai expus unei judecati subiective. De aceea, se practica in mod uzual angajarea unei consultante profesionale pentru a pregati evaluarea. Principalele tehnici care vor fi folosite includ: zone de influenta vizuala (ZIV) care indica de unde vor fi vizibile parcurile eoliene, analize tehnice, care arata locatia turbinelor din diferite unghiuri, si productia fotomontajului, care sunt imagini generate de calculator suprapuse pe o fotografie a sitului.

**Evaluarea zgomotului** - Dupa impactul vizual, probabil cel mai important subiect este zgomotul. Prin urmare se cer predictii ale sunetului generat de catre dezvoltarea propusa, o atentie speciala fiind acordata celor mai apropiate zone locuite, din fiecare directie. Stabilirea zgomotului de fundal in locuinte poate fi necesara, printr-o serie de masuratori, astfel incat evaluari realiste pot fi facute dupa ce parcul eolian va intra in functiune.

**Analiza ecologica** - Este necesara luarea in considerare a impactului asupra florei si faunei locale. Acest fapt poate sa necesite evaluari ale sitului in anumite sezoane ale anului.

**Analiza arheologica si istorica** - Aceasta este o extensie a investigatiilor facute in timpul selectie sitului.

**Evaluarea hidrologica** - Depinde de sit si poate fi necesara o evaluare a impactului proiectului asupra cursurilor si rezervelor de apa.

**Interferenta cu sistemele de telecomunicatii** - Desi turbinele de vant cauzeaza o oarecare interferenta cu transmisiunile de televiziune, acesta este, in mod normal, doar un efect local si, in general, poate fi usor de remediat la un pret modest. Orice interferenta cu principalele facilitati de comunicatie punct-la-punct (ex. Sisteme de microunde) sau radar (aviatic) ar putea reprezenta o problema mult mai importanta.

**Securitatea aviatica** - Apropierea de aeroporturi sau arii pentru antrenamente militare trebuie luata in considerare cu atentie.

**Siguranta** - Este solicitata o evaluare a sigurantei sitului, incluzand integritatea structurala a turbinelor. Probleme particulare locale pot include siguranta autostrazilor si umbra tremuratoare.

**Managementul traficului si constructia** - Declaratia Mediului se adreseaza tuturor fazelor proiectului si astfel, atat piste de acces, cat si traficul vehiculelor pe drumurile



publice trebuie luate in considerare.

**Bransamentul electric** - Conexiunea electrica poate avea un impact semnificativ asupra mediului (ex. Construirea unei substatii si a unui nou circuit). Desi aceasta poate fi rezolvata formal, pe baza unei analize speciale, separate, trebuie luat in considerare faptul ca orice cerinta de a plasa sub pamant circuitele lungi cu tensiune ridicata ar fi foarte scumpa.

**Efectele economice** asupra economiei locale, beneficiile asupra mediului global de afaceri reprezinta un alt aspect important. In mod normal se scot in evidenta beneficiile pe care ferma de vant le va aduce, atat in sprijinul economiei locale si a reducerii emisiilor de gaze.

**Dezafectare** - Evaluarea ar trebui sa includa propuneri de dezafectare a campurilor eoliene si de eliminare a turbinelor, la sfarsitul proiectului. Masurile de dezafectare pot include eliminarea intregului echipament aflat deasupra nivelului solului si restaurarea suprafetei agricole afectate.

**Masuri de atenuare** - Este evident ca parcurile eoliene vor avea un impact asupra mediului, la nivel local si astfel aceasta sectie detaliaza pasii propusi pentru atenuarea efectelor negative.

## **Analiza impactului**

O mare parte a Declaratiei Mediului se refera la evaluarea impactului vizual.

In principal sunt folosite doua tehnici:

- Analiza vizibilitatii folosind zone de impact vizual (ZIV),
- Analiza folosind scheme si fotomontaje (viewpoint analysis).

Zonele de impact visual evidentiaza acele zone ale tarii care inconjoara amplasamentul, in general pe o raza de 10-20km, din care o turbina de vant, sau oricare parte a unei turbine de vant, dintr-un parc eolian este vizibila. ZIV este generat folosind metode bazate pe un model de teren digital si arata modul in care topologia locala va influenta vizibilitatea fermei de vant. In general, tehnicile ZIV ignora trasaturile peisajului local cum ar fi ecranarea din cauza copacilor si a cladirilor. De asemenea, conditiile meteo nu sunt luate in considerare si se presupune o vizibilitate clara.

Analiza din punct de vedere al impactului vizual este bazata pe selectia unui numar de locatii importante din care ferma eoliana este vizibila si aplicarea unei aprecieri profesionale, folosind criterii cantitative, pentru a evalua impactul vizual. Punctele de vizibilitate sunt selectate prin consultarea cu autoritatile civile de planificare si, pentru o ferma de vant mare, pot fi alese pana la 20 de locatii. Desi modul de abordare variaza, evaluarea poate lua in considerare trei aspecte:

- Aspecte de sensibilitate referitoare la peisaj,
- Aspecte de sensibilitate referitoare la punctele de vizibilitate,
- Influenta majore (magnitudinea ) in schimbarea peisajului.

Astfel, de exemplu, peisajul dintr-un Parc National va prezenta un nivel de afectare "ridicat", in timp ce un peisaj cu trasaturi discordante deja existente, cum ar fi vechi cariere,

ar putea prezenta doar un nivel de afectare “sczut”. In mod similar, impactul vizual intr-o zona unde pamantul este folosit in scopuri rezidentiale, sau are o valoare recreativa ridicata, va prezenta un impact ridicat, insa intr-o zona folosita de intreprinderi in care activitatile se desfasoara preponderent in interior (de exemplu, un imobil industrial) , se poate considera ca impactul este “sczut”. Influenta majore – magnitudinea impactului poate fi descrisa, in mod similar, depinzand, de exemplu, de numarul de turbine vizibile, distanta de la parcul eolian, etc.

Semnificatia totala a impactului este apoi evaluata din nou, folosind terminologia cantitativa (cum ar fi substantiala, moderata, mica, neglijabila, etc), prin combinarea acestor factori. Daca se identifica un impact substantial, acceptabilitatea va depinde de modul in care se considera ca parcul eolian va avea un efect negativ asupra calitatii peisajului.

## **Umbra tremuratoare**

Umbra tremuratoare este termenul folosit pentru a descrie efectul stroboscopic al umbrelor create de paletele rotitoare ale turbinelor de vant atunci cand soarele se afla in spatele lor. Umbra poate incomoda persoanele aflate in cladirile expuse unei asemenea lumini care trece printr-o fereastră stramta.

Frecventele care pot cauza tulburari se afla in intervalul 2,5-20 Hz. Efectul asupra oamenilor este asemanator cu acela cauzat de schimbarile de intensitate a luminii electrice, datorata variatiilor de tensiune din reseaua alimentata de o turbina de vant.

In cazul unei umbre tremuratoare, problema cea mai importata este variatia luminii la

frecvente de 2,5-3 Hz, despre care s-a demonstrat ca ar cauza anomalii EEG (encefalograma), reactii in cazul anumitor persoane care sufera de epilepsie. Frecventele mai inalte (15-20 Hz) pot chiar sa conduca la convulsii epileptice. Din populatia totala, aproximativ 10% din toti adultii si 15-30% dintre copii sunt deranjati intr-o anumita masura de variatiile luminii la aceste frecvente.

Turbinele moderne, mari, cu trei palete se vor roti la mai putin de 35 rotatii pe minut, creand frecvente de rotire a paletelor de mai putin de 1,75 Hz, sub frecventa critica de 2,5 Hz. O spatiere minima intre cele mai apropiate turbine de o locuinta, de 10 diametrii rotorii, este recomandata pentru a reduce orice neplaceri, datorate efectului de umbra tremuratoare. Cu toate acestea, o spatiere de aceasta magnitudine este foarte probabil sa fie necesara pentru a se conforma constrangerilor legate de zgomot si pentru a se evita dominanta vizuala.

## **Aspecte sociologice**

In cuantificarea efectelor vizuale se folosesc multe instrumente bazate pe calculator, iar arhitectii peisagisti si plainficatorii au dezvoltat tehnici de a evalua masuri cantitative asupra impactului visual, folosind criterii profesionale. Cu toate aceste atitudinile publice, care sunt cele care au ultimul cuvnt de spus in privinta construirii unui parc eolian, sunt influentate de multi factori mai complecsi.

In general, marea majoritate a oamenilor isi dau acordul pentru parcurile eoliene dupa ce acestea sunt construite, desi o minoritate semnificativa continua sa se opuna. In particular,

exista o problema foarte importanta, aceea ca anumiti rezidenti considera ca platesc un pret mai mare decat beneficiul, fie el financiar sau legat de mediu, care este mai mare in cazul altora.

Beneficiile financiare pot fi impartite cu restul comunitatii in mai multe moduri, incluzand dezvoltarea unor cooperative sau a morilor de vant detinute de comunitati, pe cand problema mediului necesita o analiza profesionista. De asemenea, este sugerat faptul ca turbinele de vant stationare sunt mai putin acceptabile decat cele care se rotesc si astfel mentinerea unei disponibilitati ridicate cu o viteza a vantului mica are sanse mari de a imbunatati perceptia publica.

## **Zgomotul**

Zgomotul la turbinele de vant este adesea perceput ca avand unul dintre cele mai mari impacte negative asupra mediului. La inceput, cand energia eoliana abia se dezvoltata, in anii 1980, unele turbine erau destul de zgomotoase si acest fapt atragea plangeri justificate ale celor care locuiau in apropiere. Cu toate acestea, de atunci, atat in domeniul dezvoltarii tehnologiilor de reducere a zgomotului de la turbinele eoliene cat si in cel al prognozei perturbatiilor datorate nivelului de zgomot, generate de un parc eolian, s-a produs o dezvoltare considerabila.

Documentul Britanic "Planning Policy Guidance Note" (Departamentul de Mediu, 1993)

stipuleaza ca:

- planificarea unei aplicatii pentru orice dezvoltare a unui parce eolian ar putea fi, in mod util, acompaniata de urmatoarele informatii referitoare la detaliile turbinelor propuse si nivelelor de zgomot prezise:
- nivelele de zgomot prezise in proprietatile mai apropiate de statia eoliana, in cazul celei mai largi plaje de viteze a vantului;
- nivelele de zgomot de fundal masurate in conditiile si vitezele vantului conturate mai sus;
- harta la scara care arata amplasarea propusa pentru turbine, conditiile de vant predominante, dezvoltarile urbane aflate in apropiere;
- rezultatele masuratorilor independente ale emisiilor de zgomot din turbinele eoliene propuse, incluzand puterea zgomotului si spectrul frecventei de banda; in cazul unei turbine prototip unde nu exista masuratori, predictiile ar trebui sa fie facute prin compararea cu masini similare.”

## Perspective

Energia eoliana este considerata ca una din optiunile cele mai durabile dintre variantele viitorului, resursele vantului fiind imense. Se estimeaza ca energia eoliana recuperabila la nivel mondial se situeaza la aproximativ 53 000 TWh (TerraWatt ora), ceea ce reprezinta de 4 ori mai mult decat consumul mondial actual de electricitate.

In Europa, potentialul este suficient pentru asigurarea a cel putin 20% din necesarul de energie electrica pana in 2020, mai ales daca se ia in considerare noul potential offshore.