



Co-funded by the  
European Union



Funded by the  
European Union

Erasmus +



Accreditare numărul: 2021-1-RO01-KA120-ADU-000045996  
Valabilitate: 01.02.2022 – 31.12.2027  
Proiect mobilitati prin Programul Erasmus+  
Nr. referință proiect: 2023-1-RO01-KA121-ADU-000113433  
Durata: 01.06.2023 – 31.08.2024  
Beneficiar: Asociatia ELOAH Craiova

# *Energia Eoliană - O Sursă de Energie Curată și Durabilă*

*SUPPORT CURS*

**Formator: OPRIȚĂ FLORIN-ALEXANDRU**

**ASOCIAȚIA ELOAH CRAIOVA**

## **Despre energia eoliană**

Lumea actuală este una în care energia electrică are o importanță deosebită, fiind utilizată masiv, atât în domeniile industriale, cât și în transporturi sau în atingerea confortului casnic. În mod tradițional, energia electrică a fost obținută, în mare parte, prin arderea combustibililor fosili, însă această practică are și elemente negative, în special prin emiterea unor cantități impresionante de gaze cu efect de seră.

O soluție cunoscută de multă vreme, dar care nu a fost utilizată la adevăratul ei potențial, este producerea curentului electric prin intermediul puterii vântului. Energia eoliană are un potențial extraordinar, fiind în același timp considerată și o energie nepoluantă și regenerabilă.

## **Ce este energia eoliană?**

Energia eoliană este o sursă de energie regenerabilă ce se bazează pe forța vântului. Numele său provine din mitologie, de la zeul Eol sau zeul vântului.

Puterea vântului a fost utilizată de om încă din cele mai vechi timpuri, atunci când bărcile și corăbiile se deplasau cu ajutorul vântului. Apoi, oamenii au creat mori de vânt eficiente în măcinarea cerealelor necesare pentru hranei zilnice.

Morile de vânt au fost folosite începând cu secolul al VII-lea î.Hr. de perși pentru măcinarea grăunțelor. Morile de vânt europene, construite începând cu secolul al XII-lea în Anglia și Franța, au fost folosite atât pentru măcinarea de boabe cât și pentru tăierea buștenilor, mărunțirea tutunului, confecționarea hârtiei, presarea semințelor de in pentru ulei și măcinarea de piatră pentru vopselele de pictat. Ele au evoluat ca putere de la 25-30 KW la început până la 1500 KW (anul 1988), devenind în același timp și loc de depozitare a materialelor prelucrate. Morile de vânt americane pentru ferme erau ideale pentru pomparea de apă de la mare adâncime.

În secolul XX, inginerii au înțeles că această forță poate fi utilizată și pentru producerea curentului electric, însă procentajul realizat în acest mod a fost redus multă vreme, pentru că opțiunile diverse (hidroelectric, nuclear și arderea combustibililor fosili) erau considerate mai la îndemână și mai ieftine. În ultimii ani, tranziția către economia verde a dus la creșterea interesului pentru producerea curentului electric, prin intermediul puterii

vântului, ceea ce face ca numeroase proiecte de acest gen să fie realizate în diferite țări ale globului.



Turbinele eoliene moderne transformă energia vântului în energie electrică producând între 50-60 KW (diametre de elice începând cu 1m)-2-3MW putere (diametre de 60-100m), cele mai multe generând între 500-1500 KW.

Puterea vântului este folosită și în activități recreative precum windsurfingul. La sfârșitul anului 2010, capacitatea mondială a generatoarelor eoliene era de 194 400 MW. Toate turbinele de pe glob pot genera 430 Terawațioră/an, echivalentul a 2,5% din consumul mondial de energie.

Industria vântului implică o circulație a mărfurilor de 40 miliarde euro și lucrează în ea 670 000 persoane în întreaga lume.

Țările cu cea mai mare capacitate instalată în ferme eoliene sunt China, Statele Unite ale Americii, Germania și Spania. La începutul anului 2011, ponderea energiei eoliene, în totalul consumului intern era de 24% în Danemarca, 14% în Spania și Portugalia, circa 10% în Irlanda și Germania, 5,3% la nivelul UE; procentul este de 3% în România la începutul

anului 2012. La aceeași dată în România existau peste o mie de turbine eoliene, jumătate dintre ele fiind în Dobrogea.

## **Siguranța energiei eoliene**

Energia eoliană este o energie curată și regenerabilă dar este intermitentă, având variații în timpul zilei și al anotimpului, și chiar de la un an la altul.

Turbinele eoliene funcționează cam 60% din an în regiunile cu vânt. Prin comparație, uzinele de cărbune funcționează la circa 75-85% din întreaga capacitate.



Majoritatea turbinelor produc energie peste 25 % din timp, acest procent crescând iarna, când vânturile sunt mai puternice.

În cazurile în care turbinele eoliene sunt conectate la mari rețele de electricitate, caracterul intermitent al energiei eoliene nu afectează consumatorii. Zilele fără vânt sunt compensate prin alte surse de energie cum ar fi uzinele de cărbune sau uzinele hidroelectrice care sunt conectate la rețea.

Oamenii care locuiesc în locuri îndepărtate și care folosesc electricitatea de la turbinele eoliene utilizează adesea baterii sau generatoare de rezervă pentru asigurarea energiei în timpul perioadelor fără suficient vânt.

Cele mai multe turbine eoliene comerciale sunt offline (pentru întreținere sau reparații) mai puțin de 3 % din timp, fiind, așadar, la fel de sigure ca și uzinele convenționale de energie.

Turbinele eoliene au reputația de a fi longevive. Multe turbine produc energie de la începutul anilor 80. Multe mori de vânt de fermă americane sunt folosite de generații întregi. Unele mori de vânt tradiționale europene ating venerabila vârstă de 300 de ani.

## **Energia eoliană în România și în lume**

Ponderea energiei eoliene în producția mondială din 2018 a fost de 4,8 la sută și 5,3 la sută în 2019. Principalele țări producătoare sunt China (28,4 din totalul mondial), SUA (21,2) și Germania (8,8 la sută).

Potențialul teoretic al energiei eoliene este semnificativ, pentru că există o cantitate de energie cinetică ce ar putea fi folosită pentru alimentarea cu energie electrică. Ca celelalte forme de energie regenerabilă, în afară de cea geotermală și mareomotrică, energia eoliană este un derivat al celei solare. Terra primește 175,000 TW de energie solară în stratul superior al atmosferei, din care 900 TW sunt convertiți în energie eoliană.

În România, în 2020, 12,4 la sută din totalul energiei electrice a fost asigurat de centralele eoliene, în timp ce panourile solare au avut un procentaj de doar 3,4 la sută. În total, 24 la sută a provenit din surse regenerabile, obiectivul pentru 2030 fiind acela al atingerii pragului de 30 la sută.

Aceste cifre arată că există un potențial ridicat de creștere a producerii de energie regenerabilă din această sursă.

În 2018, a fost adoptată o directivă europeană care prevedea ușurarea procesului prin care consumatorii să poată folosi energie „făcută acasă”, prin instalații proprii. Aceasta este încă în procesul de a fi adoptată în cadrul legislației naționale.

Anul 2021 reprezintă anul cu cea mai mare producție de energie electrică din toată istoria omenirii, numeroase proiecte fiind puse în practică sau în proiectare în țări din Europa, America, Africa și Asia.

Capacitatea globală a puterii eoliene a ajuns la un impresionant număr de 837 GW, ceea ce permite ca în atmosferă să nu fie emise peste un miliard de tone de dioxid de carbon. Perspectivele pentru viitor sunt foarte optimiste, în special producerea vântului offshore (pe mare), fiind considerată o sursă cu potențial sporit de producere de curent electric.

Producția proprie de energie prin centrale eoliene sau panouri solare este avantajoasă atât pentru uz casnic, cât și pentru afaceri, mai ales pentru cele în cadrul cărora se folosesc cantități mari de energie.

Astfel, antreprenorii pot evita fluctuațiile de preț la nivel național și pot să-și ecologizeze întreprinderea.

Pentru a crea un plan de acțiune pentru folosirea unei cantități cât mai mari de energie verde pentru afacerea, ta poți apela la servicii de audit de mediu sau la studiile de mediu.

Astfel, vei putea să faci pașii necesari, ținând cont de particularitățile afacerii tale. De asemenea, poți lua în calcul folosirea energiei regenerabile, pentru ca afacerea ta să îndeplinească posibilele clauze legate de consumul de energie prevăzute în actele de reglementare existente.



### **Tipuri de energie eoliană**

Energia vântului este transformată în energie electrică prin intermediul unei turbine eoliene, care este un ansamblu de mecanisme, format dintr-un turn de înălțime variabilă, în vârful căruia este plasat un generator ce este pus în mișcare de o elice a cărei lame captează energia. Turbinele eoliene au ajuns în prezent să fie adevărate exemple de inginerie, atât prin dimensiunile impresionante, existând turbine de peste 100 de metri înălțime, cât și prin eficiența lor crescută, acestea funcționând chiar și când vântul bate cu viteze relativ mici, între 9 și 14 km / h.

În practică există trei tipuri de energie eoliană, diferența fiind făcută nu de modul în care este produs curentul, ci de modul în care turbinele eoliene sunt conectate la rețea:

- Vântul distribuit sau mic este reprezentat de acele instalații eoliene cu dimensiuni relativ reduse, care nu sunt conectate la rețea și care alimentează direct un consumator (o casă, un atelier, o fermă).

- Instalațiile eoliene la scară utilă sunt cele de dimensiuni mari, ce se prezintă, de regulă, sub forma unor parcuri sau ferme eoliene (un număr mare de turbine montate într-o zonă restrânsă) și care sunt conectate la rețea trimițând curent electric către diverși consumatori.
- Eolienele din larg sunt parcuri *offshore* aflate pe apă, în apropierea țărmului, unde vântului este puternic și constant. Turbinele eoliene de acest fel sunt cele mai mari și mai puternice, potențialul lor fiind foarte crescut, datorită condițiilor atmosferice favorabile.

## **Curiozități despre energia eoliană**

Puterea vântului este considerată astăzi una esențială pentru dezvoltarea societății umane. Cu toate acestea, foarte mulți oameni nu cunosc suficiente lucruri despre acest domeniu, câteva curiozități trezindu-le interesul:

- puterea vântului este folosită de mii de ani, cele mai vechi mărturii fiind din secolul al VII-lea î. Hr., din Imperiul Persan;
- turbinele eoliene sunt mașinării extrem de complexe, având în componență aproximativ 8000 de piese diferite;
- dimensiunile turbinelor eoliene sunt impresionante: cele mai înalte depășesc 100 de metri, iar palele elicelor sunt de aproximativ 70 de metri fiecare;
- turbinele eoliene sunt înalte, deoarece cu cât crește altitudinea, cu atât crește viteza vântului;
- la nivel mondial există aproximativ 1,5 milioane de lucrători implicați în industria energiei eoliene și se așteaptă ca în viitor acest număr să se dubleze într-o perioadă scurtă de timp;
- țara cu procentajul cel mai mare de energie eoliană din totalul energiei obținute este Danemarca. În 2020 genera 56 la sută din totalul curentului electric produs în acest mod.

## **Despre turbină eoliană**

Turbina eoliană este unul dintre elementele fundamentale ale acestui tip de energie. Are o funcționare destul de completă și există diferite tipuri de turbine în funcție de parcul eolian în care ne aflăm.

O turbină eoliană este un dispozitiv mecanic care transformă energia eoliană în energie electrică.

Turbinele eoliene sunt proiectate pentru a converti energia cinetică a vântului în energie mecanică, care este mișcarea axei. Apoi, în generatorul de turbină, această energie mecanică este transformată în energie electrică. Energia electrică generată poate fi stocată într-o baterie sau utilizată direct.

Există trei legi de bază ale fizicii care guvernează energia disponibilă a vântului.

Prima lege prevede că energia produsă de turbină este proporțională cu pătratul vitezei vântului.

A doua lege prevede că energia disponibilă este proporțională cu aria măturată a lamei. Energia este proporțională cu pătratul lungimii lamei.

A treia lege stabilește că eficiența teoretică maximă a unei turbine eoliene este de 59%.

În turbinele eoliene, în palele rotorului sunt generate două tipuri de forțe aerodinamice: una se numește tracțiune, care este perpendiculară pe direcția fluxului vântului, iar cealaltă se numește tracțiune, care este paralelă cu direcția fluxului vântului aer.

Designul palelor turbinei este foarte similar cu cel al unei aripi de avion și se comportă ca acesta din urmă în condiții de vânt.

Pe o aripă de avion, o suprafață este foarte rotundă, în timp ce cealaltă este relativ plană. Când aerul circulă prin lamele morii de acest design, fluxul de aer prin suprafața netedă este mai lent decât fluxul de aer prin suprafața rotundă. La rândul său, această diferență de viteză va produce o diferență de presiune, care este mai bună pe o suprafață netedă decât pe o suprafață rotundă.

Rezultatul final este o forță care acționează pe suprafața netedă a aripii propulsorului. Acest fenomen se numește „efectul Venturi”, care face parte din motivul fenomenului „lift”, care la rândul său, explică de ce aeronava rămâne în aer.

## **Structura unei turbine eoliene**

Schița tipică a unei turbine eoliene de coastă este prezentată în figura de mai jos.

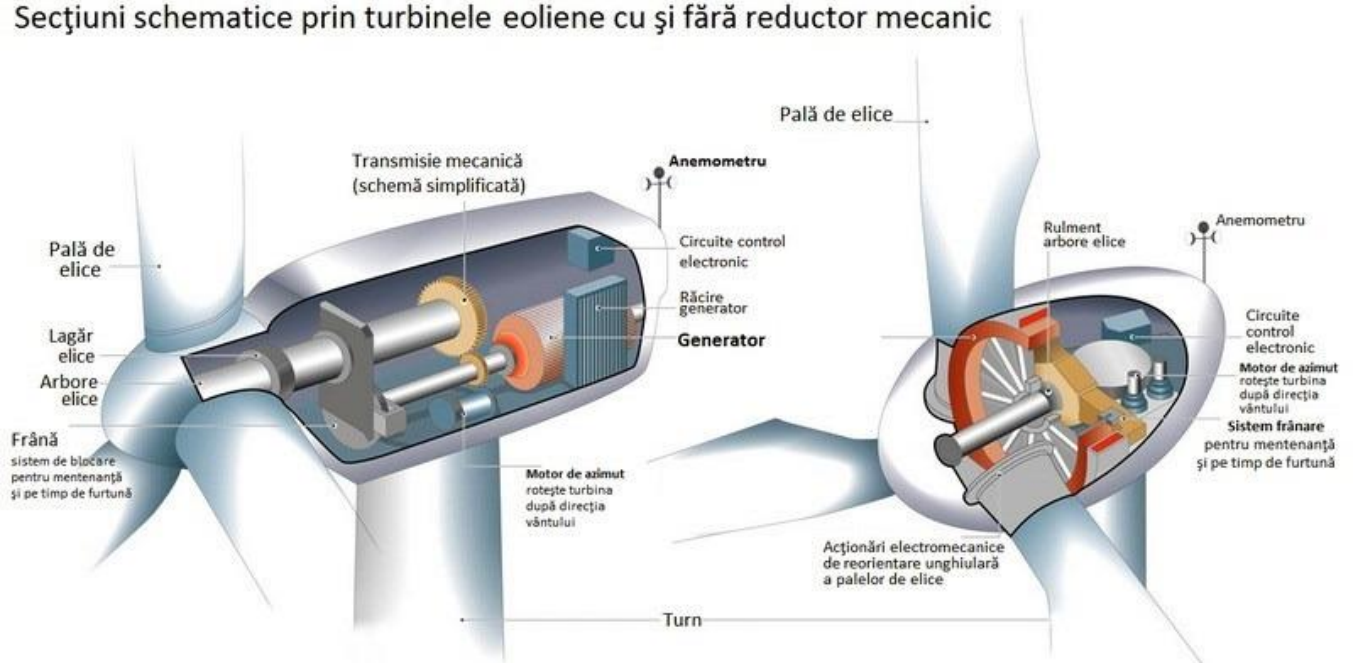
Cele mai importante părți componente ale turbinelor eoliene, sunt:

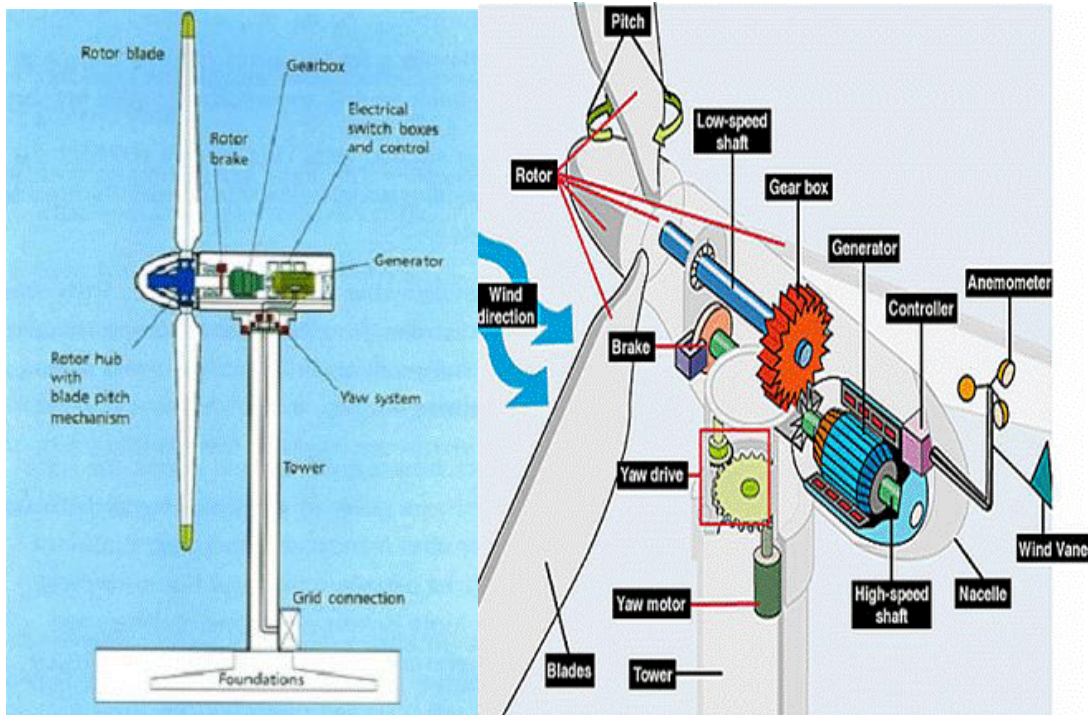
- butucul rotorului;
- paletele;
- nacela;



- pilonul;
- arborele principal (de turație redusă);
- multiplicatorul de turație cu roți dințate;
- dispozitivul de frânare;
- arborele de turație ridicată;
- generatorul electric;
- sistemul de răcire al generatorului electric;
- sistemul de pivotare;
- girueta;
- anemometrul;
- sistemul de control.

### Secțiuni schematice prin turbinele eoliene cu și fără reductor mecanic





## Interiorul generatoarelor eoliene

Lamele unei turbine eoliene folosesc, de asemenea, aceste mecanisme pentru a provoca o mișcare de rotație în jurul axei lor.

Proiectarea secțiunii lamei facilitează rotația în cel mai eficient mod. În interiorul



generatorului are loc procesul de conversie a energiei de rotație a lamei în energie electrică după legea lui Faraday. Acesta trebuie să includă un rotor care se rotește sub influența vântului, cuplat la un alternator și transformă energia mecanică rotativă în energie electrică.

**Funcțiile implementate de fiecare element sunt următoarele:**

- **Rotor:**

Colectează energia eoliană și o transformă în energie mecanică rotativă. Chiar și în condiții de viteză foarte mică a vântului, designul său este esențial pentru virare. Se poate vedea din punctul anterior că proiectarea secțiunii lamei este cheia asigurării rotației rotorului.

- **Sistem de cuplare sau suport de turbină:**

Adaptați mișcarea de rotație a lamei la mișcarea de rotație a rotorului generatorului la care este cuplat.

- **Multiplicator sau cutie de viteze:**

La viteze normale ale vântului (între 20-100 km / h), viteza rotorului este mică, în jur de 10-40 rotații pe minut (rpm); Pentru a genera electricitate, rotorul generatorului trebuie să funcționeze la 1.500 rpm, astfel încât nacela trebuie să conțină un sistem care convertește viteza de la valoarea inițială la valoarea finală. Acest lucru se realizează printr-un mecanism similar cu cutia de viteze dintr-un motor de mașină, care folosește un set de trepte de viteze multiple pentru a roti partea în mișcare a generatorului la o viteză adecvată pentru a genera electricitate. De asemenea, conține o frână pentru a opri rotația rotorului atunci când vântul este foarte puternic (mai mult de 80-90 km / h), ceea ce poate deteriora orice componentă a generatorului.

- **Generator:**

Este un ansamblu rotor-stator care generează energie electrică, care este transmisă la stație prin cabluri instalate în turnul care susține nacela și apoi este alimentat în rețea. Puterea generatorului variază între 5 kW pentru turbina medie și 5 MW pentru cea mai mare turbină, deși există deja turbine de 10 MW.

- **Motor de orientare:**

Permite componentelor să se rotească pentru a poziționa nacela în direcția vântului predominant.

- **Catarg de sprijin:**

Este suportul structural al generatorului. Cu cât este mai mare puterea turbinei, cu atât este mai mare lungimea lamelor și, prin urmare, cu atât este mai mare înălțimea la care trebuie să fie amplasată nacela. Acest lucru adaugă o complexitate suplimentară proiectării turnului, care trebuie să susțină greutatea grupului generator. Lama trebuie să aibă, de asemenea, o rigiditate structurală ridicată pentru a rezista vânturilor puternice fără a se rupe.

- **Palete și anemometre:**

Dispozitive situate în partea din spate a gondolelor care conțin generatoare; determină direcția și măsoară viteza vântului și acționează asupra paletelor pentru a le frâna atunci când viteza vântului depășește un prag. Peste acest prag, există un risc structural al turbinei. Acesta este de obicei un design tip turbină Savonius.

## **Tipuri de turbine eoliene în funcție de dimensiunea și capacitatea lor**

Pot fi împărțite în 3 categorii:

- **mici** – pot genera 50 – 60 kW putere și utilizează rotoare cu un diametru între 1 – 15m;
- **medii** – pot genera între 500 – 1500 kW putere și utilizează rotoare cu un diametru între 15 – 60m;
- **mari** – pot genera 2 – 3 mW putere și utilizează rotoare cu un diametru între 60 – 100m.

## **Alte tipuri de turbine**

### **Miniturbine eoliene pentru ambarcațiuni sau rulote**

- Sunt folosite datorită mobilității. Se montează și demontează destul de ușor și rapid. Pot genera electricitate zi și noapte și asigură o autonomie pe termen lung. Bateriile de stocare pot fi încărcate atât pentru deplasare, cât și pentru iluminat, gătit sau

utilizarea altor electronice. Pot fi utilizate atât în staționare, cât și în mișcare. Sunt puternice, silențioase și robuste și sunt concepute pentru a rezista eventualelor furtuni. Pot fi conectate la instalații hybrid și la panouri fotovoltaice.

### **Turbine eoliene mici pentru casă**

- Pot fi montate acasă, în curte, în grădină, pe câmp, la cabana de la munte sau pe litoral. Dacă zona în care sunt montate asigură constant un vânt cu o putere suficientă, poți deveni independent de rețelele convenționale. Pot fi utilizate în combinație cu panourile fotovoltaice. Pot fi utilizate pentru case, clădiri agricole, grajduri, stații de emisie Radio/TV, etc.

### **Turbine eoliene medii, de până la 10 kW**

- Reprezintă o soluție ideală pentru locuințe individuale, pensiuni, cabane, hoteluri mici, sedii administrative, întreprinderi, școli sau spitale. Un lucru necesar în cazul lor, este să fie montate la o înălțime de cel puțin 10 m, iar pe o distanță de 100 m în jur să nu existe obstacole care să diminueze sau să schimbe viteza și direcția vântului.

### **Turbinele eoliene mari, de peste 10 kW**

- Pot produce într-o singură zi suficientă energie pentru a alimenta mai multe case. Se pretează pentru distribuitorii de energie sau dezvoltatorii imobiliari.
- Întrucât în ultimii ani s-a constatat o creștere alarmantă a poluării cauzată de arderea de combustibili pentru producerea de energie, energia eoliană reprezintă o soluție viabilă la această problemă.

## **Fabricarea turbinelor**

Fabricarea turbinei cuprinde perioada de la obținerea materiei prime până la finalizarea turbinei eoliene.

Fabricarea turbinei poate fi descompusă în trei părți principale de fabricație: turnul, rotorul și nacela.

Cu toate acestea, datele privind consumul de energie utilizat, pentru fiecare proces de fabricație în parte, nu au fost disponibile, consumul total de energie fiind definit pentru întregul proces de fabricare și funcționare a turbinei și reprezintă 7405 MWh de energie electrică.

Consumul total de energie în timpul fazei de producție este de 7795 MWh. Dar această cifră include nu numai energia necesară pentru fabricarea și funcționarea turbinei, ci și energia necesară pentru faza de prelucrare a întregii materii prime. Deci scădem 390 MWh (cifra care a fost calculată cu datele disponibile în SimaPro) din 7795 MWh pentru a asigura consumul de energie pentru materia prima.

### **Fabricarea turnului:**

Turnul este din plăci de oțel și s-a presupus că turnul este confecționat din oțel 100%. Pentru fabricarea unui turn a turbinei de 105 metri înaltime au fost necesare 275 tone de oțel. Limitarea: pictura turnului nu a fost luată în considerare în modelul nostru.

### **Fabricarea rotorului:**

Rotorul este compus din 3 palete, noduri și butucul.

*Butucul rotorului* are rolul de a permite montarea paletelor turbinei și este montat pe arborele principal al turbinei eoliene.

*Paletele* reprezintă unele dintre cele mai importante componente ale turbinelor eoliene și împreună cu butucul alcătuiesc rotorul turbinei. Cel mai adesea, paletele sunt realizate cu aceleași tehnologii utilizate și în industria aeronautică, din materiale compozite, care să asigure simultan rezistența mecanică, flexibilitate, elasticitate și greutate redusă.

Uneori se utilizează la construcția paletelor și materiale metalice sau chiar lemnul.

Paletele turbinei Vestas sunt fabricate din Preimpregnat, care este un tip de fibră de sticlă impregnată cu rășină epoxidică. Preimpregnat se presupune a fi compus din 60% din fibră de sticlă și 40% din epoxidice.

### **Fabricarea nacelei:**

*Nacela* are rolul de a proteja componentele turbinei eoliene, care se montează în interiorul acesteia și anume: arborele principal, multiplicatorul de turație, dispozitivul de frânare, arborele de turație ridicată, generatorul electric, sistemul de răcire al generatorului electric și sistemul de pivotare.

*Pilonul* are rolul de a susține turbina eoliană și de a permite accesul în vederea exploatarei și executării operațiilor de întreținere, respectiv reparații. În interiorul pilonilor sunt montate

atât rețeaua de distribuție a energiei electrice produse de turbina eoliană, cât și scările de acces spre nacelă.

**Arborele principal** al turbinelor eoliene are turație redusă și transmite mișcarea de rotație, de la butucul turbinei la multiplicatorul de turație cu roți dințate.

În funcție de tipul turbinei eoliene, turația arborelui principal poate să varieze între 20 .. 400 rot/min.

**Multiplicatorul de turație cu roți dințate** are rolul de a mări turația de la valoarea redusă a arborelui principal, la valoarea ridicată de care are nevoie generatorul de curent electric.

**Dispozitivul de frânare** este un dispozitiv de siguranță și se montează pe arborele de turație ridicată, între multiplicatorul de turație și generatorul electric. Viteza de rotație a turbinei este menținută constantă prin reglarea unghiului de înclinare a paletelor în funcție de viteza vântului și nu prin frânarea arborelui secundar al turbinei. Dispozitivul de frânare (cel mai adesea hidraulic, iar uneori mecanic) este utilizat numai în cazul în care mecanismul de reglare a unghiului de înclinare a paletelor nu funcționează corect, sau pentru frânarea completă a turbinei în cazul în care se efectuează operații de întreținere sau reparații.

### **Utilizarea energiei eoliene are multe avantaje:**

1. Utilizarea energiei eoliene are o istorie de mii de ani. Chiar și în Roma Antică aceasta era folosită pentru livrarea apei și pentru măcinarea cerealelor.
2. Energia eoliană este un tip de energie regenerabilă, ceea ce înseamnă că pământul „produce” vânt constant, gratuit și fără a afecta mediul.
3. Energia eoliană poate fi destul de ieftină dacă la etapa inițială a producerii ei, va fi susținută de autorități și dacă se va utiliza într-o cantitate mare. Potrivit unor estimări, prețul pentru un KW/oră poate fi mai mic decât 4-6 cenți (sub un leu moldovenesc).
4. Energia eoliană poate înlocui cu succes energia produsă de centralele termice, reducând astfel emisiile de gaze cu efect de seră.
5. Energia eoliană este disponibilă practic pe toată suprafața pământului. Undeva vântul este mai slab, undeva este mai puternic, dar cert e faptul că el există peste tot.
6. Turbinele eoliene nu emit substanțe nocive în timpul funcționării.
7. Generatoarele eoliene sunt amplasate pe stâlpi și ocupă un spațiu foarte mic. Aceasta vă permite să le instalați alături de alte clădiri.
8. Energia eoliană va fi deosebit de binevenită în locurile aflate la distanță mare de orașe sau alte așezări și în cazul în care livrarea energiei electrice e mai dificil de asigurat.

9. Producerea și utilizarea turbinelor eoliene reprezintă noi locuri de muncă.
10. Ca și alte surse alternative de energie, energia eoliană reduce dependența de firmele sau de persoanele fizice care dețin companiile de petrol și gaz. Astfel, se creează o concurență din care au de câștigat doar cetățenii simpli.
11. Este o sursă inepuizabilă.
12. Reducere dependența de combustibili fosili.
13. Locație flexibilă: parcurile eoliene pot fi amplasate pe uscat sau pe mare, în funcție de condițiile locale.
14. Reducerea consumului de apă: energia eoliană nu necesită cantități semnificative de apă pentru a produce electricitate.

### **Dezavantajele utilizării energiei eoliene:**

*Dezavantajele* acestui tip de energie nu sunt mai puține, dar ele nu au o gravitate uriașă, așa cum au emisiile de carbon în atmosferă.

În plus, cercetarea continuă și inovațiile tehnologice sunt îndreptate spre abordarea acestor probleme și îmbunătățirea eficienței și sustenabilității generale a energiei eoliene.

Putem menționa următoarele dezavantaje:

1. Puterea vântului este destul de schimbătoare și adesea imprevizibilă. Din acest motiv necesită utilizarea unui buffer suplimentar pentru a acumula excesul de energie electrică.  
Această problemă poate fi rezolvată și prin introducerea tehnologiei Smart Grid – un sistem inteligent de distribuție a energiei electrice produse către consumatori, în funcție de nevoile acestora.
2. Mulți oameni cred că morile de vânt instalate pe câmpuri reprezintă un moft și strică frumusețea naturii și a mediului rural.
3. În funcție de țara în care locuiți, vântul suflă diferit. Din acest motiv, atunci când veți instala o turbină eoliană este necesar ca mai întâi se cercetați și să elaborați o hartă a vânturilor.
4. Suma ce trebuie investită într-o astfel de instalație e foarte mare. Pentru o centrală de 1 MW e nevoie de circa 1 milion de dolari.



5. Teritoriul acoperit cu instalații eoliene este destul de mare. Și din acest motiv, distanța de la o centrală până la consumator poate presupune cheltuieli suplimentare de transportare.
6. Păstrarea excesului de energie produsă de turbinele eoliene necesită soluții suplimentare: procurarea unor baterii sau convertoare în care să o stocați.
7. Unii cercetători susțin că turbinele eoliene sunt „vinovate” de faptul că unele specii de păsări își schimbă „rutele” de migrație.
8. Turbinele eoliene produc zgomot comparabil cu sunetul unui vehicul care se deplasează cu o viteză de 70 kilometri pe oră, ceea ce creează disconfort pentru oameni ce locuiesc prin preajmă și pot speria și animalele.
9. Paletele rotative ale turbinelor sunt o potențială amenințare pentru unele specii de organisme vii. Potrivit statisticilor, ele provoacă moartea a cel puțin 4 specii de păsări pe an.
10. Se crede că turbina poate interfera negativ și afecta undele radio și de televiziune.
11. Nevoia de spațiu: parcurile eoliene necesită o suprafață semnificativă de teren.
12. Probleme legate de reciclare: turbinele eoliene au o durată de viață limitată și trebuie să fie înlocuite după un anumit număr de ani.

## **Impactul energiei eoliene asupra mediului și economiei**

Energia eoliană are un impact semnificativ asupra mediului și economiei.

Impactul energiei eoliene asupra mediului și economiei este unul dintre cele mai importante aspecte ale dezvoltării acestei surse de energie regenerabilă.

### **Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluării**

Una dintre cele mai importante beneficii ale energiei eoliene este reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluării.

Energia eoliană este o sursă de energie curată și regenerabilă, care nu produce emisii de gaze cu efect de seră și nu poluează mediul. În comparație cu sursele de energie fosile, energia eoliană reduce emisiile de CO<sub>2</sub> cu până la 70%. Acest lucru este extrem de important, deoarece emisiile de gaze cu efect de seră sunt principala cauză a schimbărilor climatice.

De asemenea, energia eoliană reduce poluarea aerului și apei, deoarece nu produce substanțe chimice periculoase și nu contaminează solul și apa. Acest lucru este benefic pentru sănătatea oamenilor și a mediului înconjurător.

### **Crearea de locuri de muncă și dezvoltarea economică locală**

Energia eoliană poate genera locuri de muncă și dezvoltare economică locală. Construirea și întreținerea parcurilor eoliene necesită forță de muncă specializată, ceea ce creează noi oportunități de angajare în zonele rurale.

De asemenea, dezvoltarea energiei eoliene poate stimula economia locală, prin crearea de noi afaceri și investiții.

În plus, energia eoliană poate genera venituri pentru comunitățile locale, prin vânzarea de energie electrică și prin crearea de noi oportunități de afaceri. Acest lucru poate ajuta la dezvoltarea economică a zonelor rurale și la îmbunătățirea nivelului de trai al populației.

### **Impactul asupra biodiversității și peisajului**

Impactul energiei eoliene asupra biodiversității și peisajului este un aspect important de luat în considerare. Deși energia eoliană este o sursă de energie curată și regenerabilă, construirea parcurilor eoliene poate avea un impact asupra mediului natural.

În special, construirea parcurilor eoliene poate afecta habitatele și speciile sălbatice, precum și peisajul natural.

De aceea, este important să se ia măsuri de protecție a mediului și să se realizeze studii de impact asupra mediului înainte de construirea parcurilor eoliene.

În concluzie, energia eoliană are un impact pozitiv asupra mediului și economiei. Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluării, crearea de locuri de muncă și dezvoltarea economică locală, sunt doar câteva dintre beneficiile acestei surse de energie regenerabilă.

„Energia eoliană este o sursă de energie curată și regenerabilă, care poate ajuta la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluării. Este important să continuăm să dezvoltăm și să promovăm această sursă de energie, pentru a asigura un viitor mai sustenabil pentru generațiile viitoare.”

## Viitorul energiei eoliene

Viitorul energiei eoliene este unul privit cu optimism. Deși în prezent doar 5 la sută din energia electrică globală este produsă în acest mod, se așteaptă ca procentajul să crească semnificativ în perioada imediat următoare, în special datorită proiectelor de tip offshore, unde vânturile sunt foarte puternice. Motivul este dat de competitivitatea prețurilor, în acest sens ajungându-se la o paritate între energia eoliană și cea solară sau a arderii combustibililor fosili. Există în acest sens în dezvoltare turbine cu înălțime de peste 250 de metri, care pot produce o cantitate impresionantă de curent electric.

O altă direcție ce se întrevide este ca turbinele de vânt aeropurtate să fie utilizate tot mai mult în viitor. Se știe că la altitudinile foarte mari vânturile sunt mult mai puternice și, de aceea, se fac teste pentru a se putea profita de ele prin suspendarea unor turbine de aparate de zbor de tipul zepelinelor sau chiar prin oferirea unei forme aerodinamice, care să le mențină în aer.

Un alt exemplu de inovație în privința energiei eoliene este realizarea unor instalații de tipul unor arbori artificiali. Motivul este dat de capacitatea copacilor de a rezista vânturilor foarte puternice, dar și de a prelua energia unor vânturi de slabă intensitate.



Eforturi se fac și în privința îndepărtării elementelor negative, ca de exemplu adăugarea unor elemente care să protejeze viața sălbatică. În acest sens, studiile au arătat că prin modificări de design, turbinele sunt mai vizibile, iar păsările sunt mai puțin puse în

pericol. O problemă este reprezentată de vânturile foarte puternice, care, de obicei, nu pot fi captate, pentru că ar putea distruge turbinele. În prezent se lucrează la un nou tip de mecanism care să poată capta potențialul imens al vânturilor de mare putere, fără a fi pus echipamentul în pericol de distrugere.

În concluzie, energia regenerabilă obținută prin centrale eoliene poate fi o alternativă bună la consumul clasic de energie electrică, mai ales având în vedere faptul că, în România, ponderea acesteia este semnificativă. Poți folosi propria sursă de energie de acest fel pentru afacerea ta, pentru a reduce consecințele asupra mediului și o parte din costuri.

### **TEMĂ**

- Menționați cele mai importante părți componente ale turbinelor eoliene.
- Identificați efectele pozitive ale utilizării energiei eoliene.

### **BIBLIOGRAFIE**

1. Curs Erasmus+: „GREEN SKILLS FOR A BETTER ENVIRONMENT”
2. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie\\_eolian%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_eolian%C4%83)
3. <https://www.eon.ro/statie-energie/ghid-energie/cum-functioneaza-energia-eoliana>
4. <https://stratos.ro/energia-eoliana-potentialul-acesteia-pentru-reducerea-impactului-asupra-mediului/>
5. <https://agrobiznes.md/avantajele-si-dezavantajele-utilizarii-generatoarelor-eoliene.html>
6. <https://www.renovablesverdes.com/ro/turbin%C4%83-eolian%C4%83/>
7. <https://despre-energie.ro/ce-sunt-si-cum-functioneaza-turbinele-eoliene/>
8. <https://www.qdidactic.com/didactica-scoala/geografie/ecologie/impactul-utilizarii-unei-turbine-eoliene-asupra-medi391.php>