

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

CONSIDERAȚII GENERALE

Generalități privind energia

Energia, este definită în Dicționarul Explicativ al Limbii Române, în literatura de specialitate din țară și din străinătate, ca și pe numeroase site-uri web, în diverse limbi de circulație internațională, ca fiind **capacitatea unui sistem fizic de a produce lucru mecanic**. Uneori se menționează în definiția energiei și **capacitatea unui sistem fizic de a produce căldură**. Cu toate acestea, *noțiunea de energie este mult mai complexă*, fiind evident, asociată și cu alte sisteme în afară de cele fizice și anume sisteme biologice, chimice, etc. Unele mențiuni din literatura tehnică de specialitate, consideră că **energia este implicată în toate procesele care presupun orice fel de schimbare sau transformare**, fiind responsabilă de producerea acestor schimbări sau modificări. Se poate considera chiar că **materia în sine, reprezintă o formă “condensată” de energie**, iar această energie este înmagazinată în atomii și moleculele din care este alcătuită materia.

Legătura dintre cele două forme de manifestare, energia și materia, este reprezentată de celebra ecuație a lui Albert Einstein:

$$E = m \cdot c^2$$

unde:

- E este energia;
- M este masa;
- c este viteza luminii.

Este demonstrat că prin diverse procedee, cantitatea uriașă de energie, conținută în atomi și molecule poate fi eliberată și utilizată în diverse scopuri, iar în urma desfășurării acestor procese, materia utilizată ca “sursă de energie”, suferă transformări considerabile. Două dintre cele mai reprezentative exemple ale acestor genuri de transformări sunt producerea energiei electrice prin fisiune nucleară, respectiv explozia focoarelor nucleare, ambele procese reprezentând transformări ale materiei în cantități uriașe de energie.

În sistemele termodinamice, reprezentând tipul de sisteme care vor fi studiate în continuare, *pot fi întâlnite mai multe forme de energie și numeroase tipuri de transformare a energiei dintr-o formă în alta*.

Cele mai importante surse de energie, utilizabile la ora actuală cu tehnologiile disponibile sunt reprezentate de combustibilii fosili, cele mai cunoscute tipuri de asemenea combustibili fiind petrolul și produsele obținute din acesta, gazele naturale și cărbunii.

Disponibilitățile energetice actuale se pot împărți în două categorii și anume **rezerve energetice** și **resurse energetice**.

Rezervele energetice sunt surse de energie cunoscute, care pot fi exploatate în condiții de rentabilitate economică, utilizând tehnologiile existente.

Resursele energetice sunt surse de energie cunoscute, care însă nu pot fi exploatate în condiții de rentabilitate economică, utilizând tehnologiile existente, dar care ar putea fi valorificate în viitor, dacă se vor dezvolta tehnologii adecvate, sau dacă vor deveni rentabile în urma creșterii prețului energiei.

În prezent, cca. 85...90% din energia consumată anual pe Pamânt, este produsă prin arderea combustibililor fosili.

În anul 2030, se estimează că din punct de vedere al sursei utilizate, structura producției energetice va fi aproximativ următoarea:

- 75...85% din arderea combustibililor convenționali;
- 10...20% din fisiune nucleară;
- 3...5% din energie hidroelectrică;
- cca. 3% din energie solară și eoliană.

În anul 1975, producția energetică mondială a fost de cca. 8,5 TWan/an, iar în prezent nivelul producției energetice este de cca. 10 TWan/an. Pentru anul 2030, ținând seama de ritmul creșterii populației, se estimează că producția de energie va ajunge la 22 TWan/an și ținând seama de ritmul creșterii economice, se va ajunge la 36 TWan/an. Din aceste valori, energia electrică reprezintă doar cca. 18...20%, un procent mult mai mare fiind reprezentat de energia termică.

Din punct de vedere dimensional, $1 \text{ TWan} = 1 \cdot 10^{12} \text{ Wan}$, dar pentru a se înțelege mai bine semnificația acestei unități de măsură a cantității de energie, se va efectua o scurtă analiză comparativă a câtorva consumuri energetice care pot fi ușor interpretate.

În urma procesării zilnice a alimentelor, prin arderile produse în corpul uman, se produce o cantitate de energie:

$$E = 10000 \text{ kJ} \approx 2390 \text{ kCal}$$

Puterea medie dezvoltată prin utilizarea acestei cantități de energie, depinde de timpul τ în care este consumată aceasta:

$$P = E / \tau \text{ [W]}$$

Considerând că perioada medie de activitate zilnică a unei persoane este $\tau = 16$ ore/zi, deci presupunând că perioada de somn este de 8 ore, valoarea puterii medii dezvoltate de o persoană este:

$$P = \frac{10000}{16 \cdot 3600} \approx 0,175 \text{ kW} = 175 \text{ W}$$

Considerând că energia obținută prin alimentație este utilizată exclusiv pentru deplasare, cu un randament al transferului energetic la organele locomotorii, $\eta = 15\% = 0,15$ se poate calcula valoarea energiei utile și a puterii utile care pot fi obținute prin alimentația zilnică:

$$E_u = \eta \cdot E = 0,15 \cdot 10000 = 1500 \text{ kJ}$$

$$P_u = \eta \cdot P = 0,15 \cdot 175 = 26 \text{ W}$$

Dacă această energie, respectiv putere, este utilizată exclusiv sub formă de lucru mecanic, pentru a urca scări, considerând că masa persoanei este de 75 kg, se poate determina înălțimea totală h , la care se poate ajunge prin urcarea scărilor:

$$h = \frac{E_u}{m \cdot g} = \frac{1500}{75 \cdot 10} = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$$

Dacă energia este utilizată tot sub formă de lucru mecanic, dar numai pentru deplasare pe orizontală, se poate considera că lungimea unui pas este de 0,8 m, ceea ce înseamnă că pentru parcurgerea distanței de 1 m, este nevoie de 1,2 pași. La deplasarea pe orizontală, energia, este consumată sub formă de lucru mecanic, pentru ridicarea la fiecare pas a centrului de greutate, pe o înălțime $h_p = 1 \dots 10$ cm. Se poate considera că $h_p = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$.

Pentru parcurgerea distanței de 1 m, trebuie efectuați 1,2 pași, deci înălțimea totală la care trebuie ridicat centrul de greutate este $h_1 = 1,2 \cdot h_p = 1,2 \cdot 0,04 = 0,0448 \text{ m}$.

Lucrul mecanic L_1 , necesar pentru parcurgerea distanței de 1 m, este:

$$L_1 = m \cdot g \cdot h_1 = 75 \cdot 10 \cdot 0,0448 = 33,6 \text{ J}$$

Distanța L care poate fi parcursă prin consumarea integrală sub formă de lucru a energiei utile disponibile prin alimentația zilnică este:

$$L = \frac{E_u}{L_1} = \frac{1500}{33,6} \approx 45 \text{ km} = 45000 \text{ m}$$

Pentru a calcula ce distanță ar putea parcurge o persoană dacă ar dispune de o cantitate de energie de 1 TWan, trebuie calculată valoarea acestei energii, exprimată în kJ:

$$1 \text{ TWan} = 10^{12} \text{ Wan} = 10^9 \text{ kWan} = 365 \cdot 24 \cdot 10^9 \text{ kWh} = 8,76 \cdot 10^{12} \text{ kWh} = \\ = 3600 \cdot 8,76 \cdot 10^{12} \text{ kJ} \approx 31,5 \cdot 10^{15} \text{ kJ} \approx 30 \cdot 10^{15} \text{ kJ}$$

Dacă utilizând energia utilă $E_u = 1500 \text{ kJ}$ se poate parcurge distanța $L = 45 \text{ km}$, cu o cantitate de energie $E_t = 30 \cdot 10^{15} \text{ kJ}$ se poate parcurge distanța L_t :

$$L_t = \frac{E_t \cdot L}{E_u} = \frac{30 \cdot 10^{15} \cdot 45,5}{1500} = 0,91 \cdot 10^{15} \text{ km}$$

Considerând lungimea ecuatorului $L_e \approx 40000 \text{ km}$, se poate calcula de câte ori poate fi înconjurat Pământul, utilizând 1 TWan, și se obține valoarea:

$$\frac{0,91 \cdot 10^{15}}{40000} = 22750 \cdot 10^6$$

deci cu 1 TWan, s-ar putea înconjura Pământul de 22750 milioane de ori.

Considerând populația planetei de 6 miliarde locuitori, energia E_p dezvoltată de întreaga populație a planetei ar fi:

$$E_p = 6 \cdot 10^9 \cdot 1500 = 9 \cdot 10^{12} \text{ kJ/zi} = 365 \cdot 9 \cdot 10^{12} \text{ kJ/an} = 3,285 \cdot 10^{15} \text{ kJ/an}$$

Comparând $1 \text{ TWan} \approx 30 \cdot 10^{15} \text{ kJ}$ cu $E_p = 3,285 \cdot 10^{15} \text{ kJ}$, se constată că 1 TWan este de $30 / 3,285 = 9,1$ ori mai mare decât energia dezvoltată de întreaga populație a planetei Pământ într-un an.

Energia de 10 TWan, produsă actualmente pe planetă într-un an, este de 91 ori mai mare decât energia dezvoltată de întreaga populație a planetei Pământ într-un an, considerând că energia dezvoltată de populație ar fi utilizată exclusiv pentru deplasare.

Condiții energetice actuale care impun utilizarea energiilor regenerabile

Unul din efectele dezvoltării tehnologice a întregii societăți umane, din ultimul secol, este creșterea tot mai pronunțată a consumurilor de energie, dar și dependența tot mai accentuată a omenirii, de consumul combustibililor fosili, în special produse petroliere, gaze naturale și cărbuni.

Având în vedere caracterul limitat al acestor tipuri de combustibili, pe plan internațional au fost create numeroase organizații pentru studierea fenomenelor legate de evoluția consumurilor și rezervelor de combustibili fosili. Cea mai prestigioasă organizație de acest tip este *The Association For The Study Of Peak Oil And Gas (ASPO)* Asociația pentru Studiul Deficitului de Petrol și Gaze Naturale. Această asociație se autodefineste ca fiind o rețea de oameni de știință și alte categorii de persoane, interesați de identificarea informațiilor și impactului produs de deficitul petrolului și gazelor naturale.

ASPO definește deficitul de petrol "peak oil" ca fiind diferența dintre cantitatea de petrol extrasă (producția) și cantitatea de petrol nou descoperită. Analog este definit deficitul de gaze naturale. În luna decembrie 2005, ASPO anunță că prin măsuri de reducere a consumurilor, respectiv a producției, nivelul deficitului de petrol înregistrat în anul 2004 mai poate fi menținut sub control o perioadă de numai 1-2 ani, dar este iminentă o criză ireversibilă a petrolului și a gazelor naturale.

Deficitul de petrol este sugestiv prezentat în figura 1, conform datelor publicate de ASPO în anul 2004.

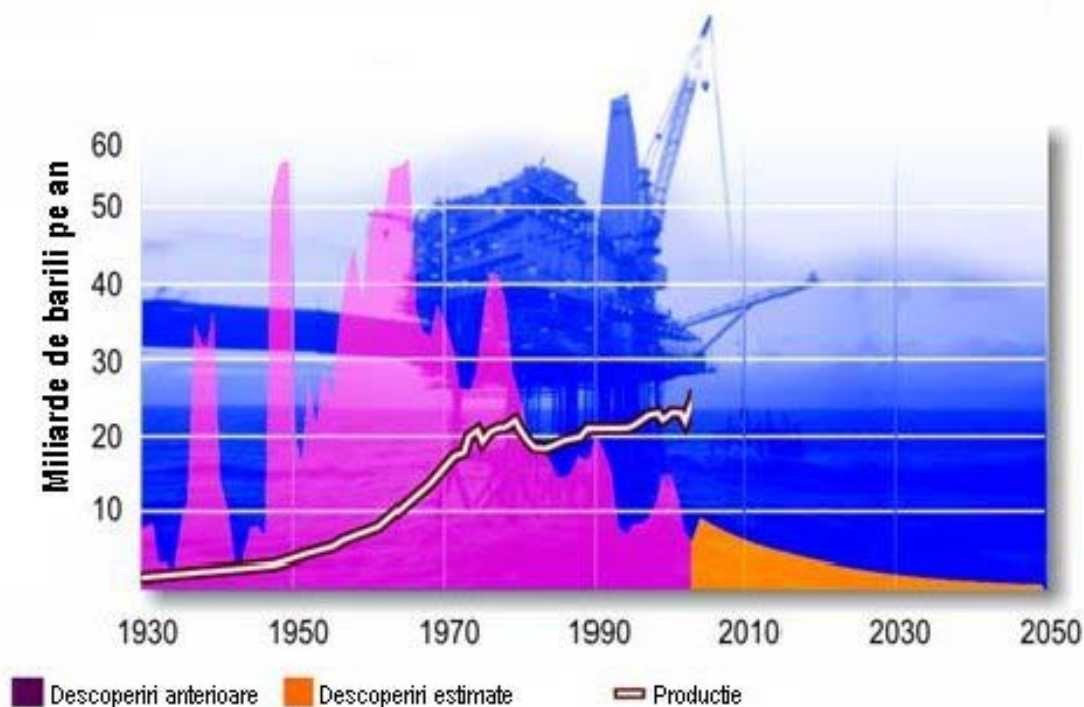


Fig. 1. Evoluția producției de petrol și a noilor rezerve descoperite. ASPO 2004.

www.peakoil.net

Destul de semnificativ, pentru deficitul actual al petrolului este faptul că în 10 noiembrie 2005 ASPO a anunțat că în Kuwait, după șase decenii de exploatare intensivă, cel mai important câmp petrolier din această țară și al doilea din lume, a început să dea semne evidente de reducere a rezervelor de petrol pe care le conține. Acest fapt a fost recunoscut și de Kuwait, în martie 2006. Pentru a se putea continua exploatarea acestui al doilea zăcământ

al lumii, s-a impus reducerea producției de la 2 milioane de barili pe zi, la doar 1,7 milioane de barili pe zi, după ce a trebuit abandonată o tentativă de a stabili nivelul producției la 1,9 milioane de barili pe zi, nivel al producției care s-a dovedit a fi prea ridicat.

Datorită existenței actualului deficit, pentru următoarea perioadă este estimată o reducere constantă a producției de petrol, începând cu anul 2010, așa cum este indicat în figura 2. Creșterea consumului în perioada 2006 – 2010 poate fi explicată numai prin faptul că este necesar să treacă o perioadă de timp până când în economie, se vor putea lua măsuri eficiente de reducere a consumurilor.

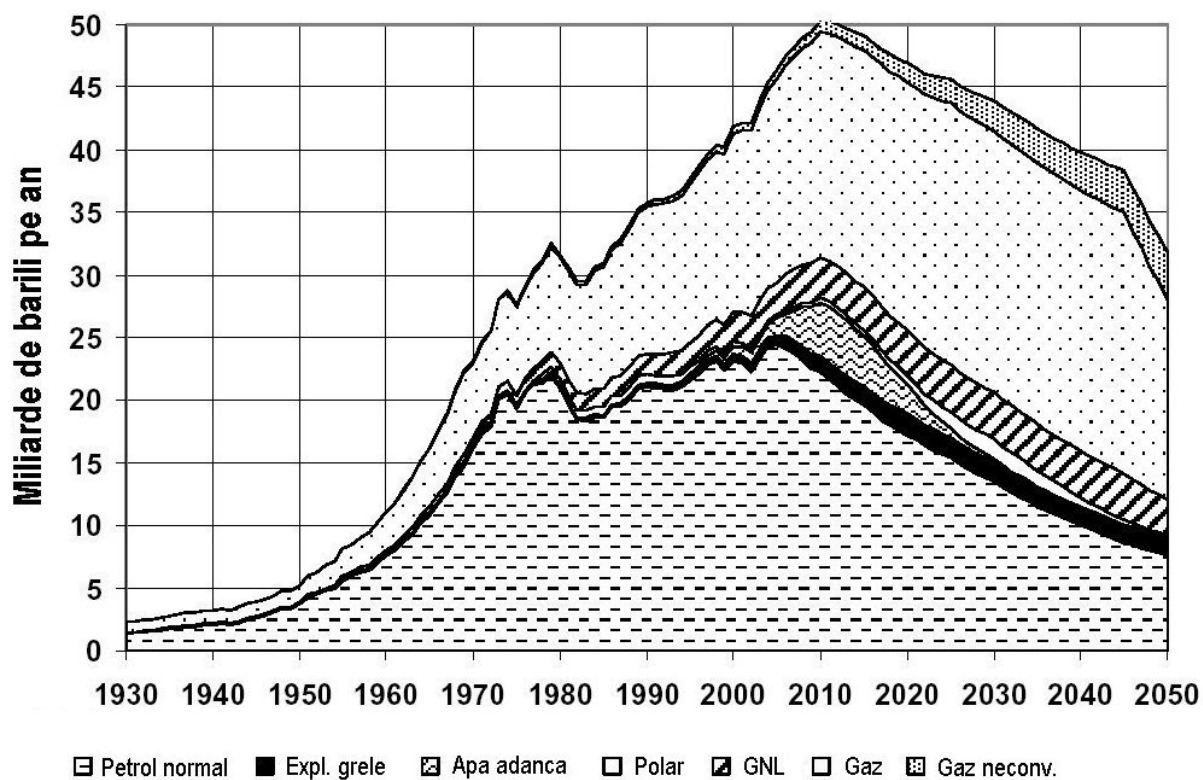


Fig. 2. Evoluția estimată a producției mondiale de petrol. ASPO 2006
www.peakoil.net

În condițiile prezentate, apare ca explicabilă continua creștere a prețului petrolului din ultima perioadă, așa cum se observă în figura 3.

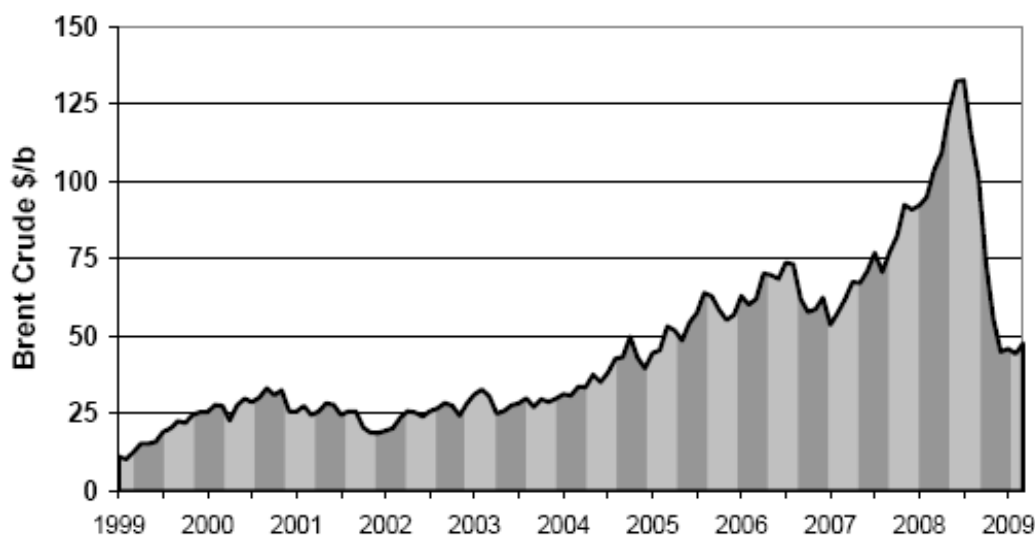


Fig. 3. Evoluția prețului petrolului în perioada 1999 - 2009. ASPO 2009.

www.peakoil.net

Spre deosebire de criza petrolului de la sfârșitul anilor '70, încheiată cu scăderea prețului petrolului, se estimează că actuala tendință crescătoare a prețului este continuă și ireversibilă, iar impactul pe care acest preț îl va avea asupra economiei mondiale este dificil de estimat, dar va fi cu siguranță unul extrem de important.

Estimările actuale ale ASPO, privind perioadele rămase până la epuizarea rezervelor de combustibili fosili, sunt prezentate în tabelul alăturat.

Perioada estimată până la epuizare (ani). ASPO 2005	
Petrol	45
Gaze naturale	66
Cărbune	206
Uraniu	35 - 100

Analizând aceste estimări, se observă că timpul extrem de scurt, rămas până la epuizarea resurselor existente, cel puțin în cazul petrolului și a gazelor naturale, impune găsirea unor soluții rapide și eficiente de înlocuire a energiei care se va putea produce până atunci cu ajutorul acestor combustibili. Aceste soluții sunt cu atât mai necesare cu cât consumurile de energie ale economiei mondiale sunt în continuă creștere și nu se estimează o reducere a acestor consumuri în viitorul apropiat. Pentru rezolvarea acestei probleme, *o soluție previzibilă este reprezentată de utilizarea energiilor regenerabile.*

O altă problemă majoră a producerii energiei din combustibili convenționali, este reprezentată de nivelul ridicat al emisiilor de CO₂, datorate proceselor de producere a energiei. Aceste emisii contribuie la accentuarea efectului de seră și la accelerarea modificărilor climatice conexe acestui fenomen. În figura 4, este prezentat nivelul acestor emisii.

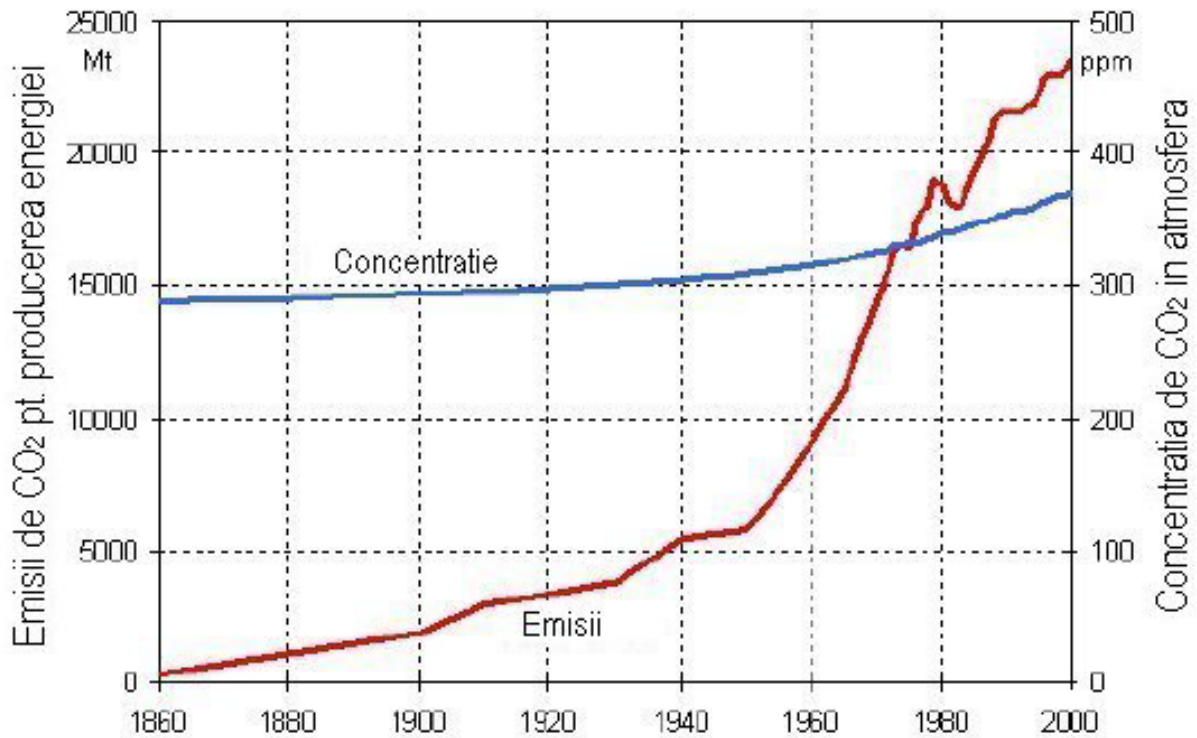


Fig. 4. Nivelul emisiilor de CO₂ în atmosferă
www.renewables-made-in-germany.com

Analizând acest grafic, se observă că de la începutul epocii industriale, până în prezent, nivelul emisiilor de CO₂, a crescut cu peste 30%.

Pentru a justifica importanța problemei emisiilor de CO₂, sunt prezentate în figura 5, valorile pagubelor produse din cauze naturale în perioada ianuarie - septembrie 2002, iar în figura 6, valorile pagubelor produse datorate modificărilor climatice, în perioada 1950 - 1999.

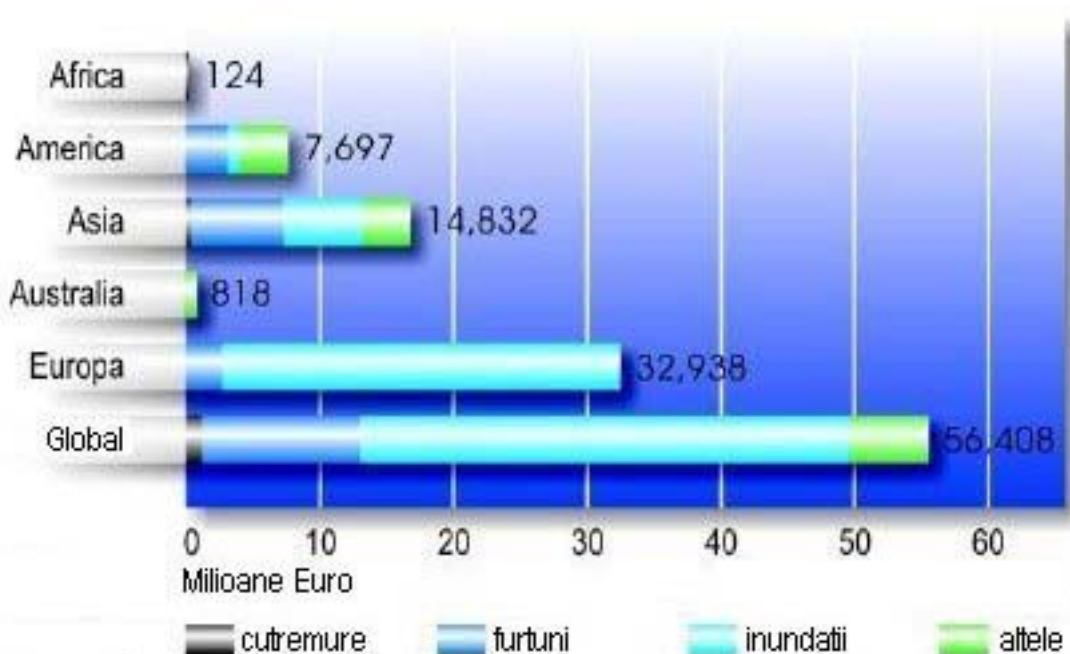


Fig. 5. Valorile pagubelor produse din cauze naturale în ianuarie - septembrie 2002.

German Energy Agency 2004

www.dena.de/en

Se observă că pagubele produse de furtuni și inundații, care au legatură cu modificările climatice, sunt mult mai mari decât pagubele produse de cutremure, sau de alte evenimente.

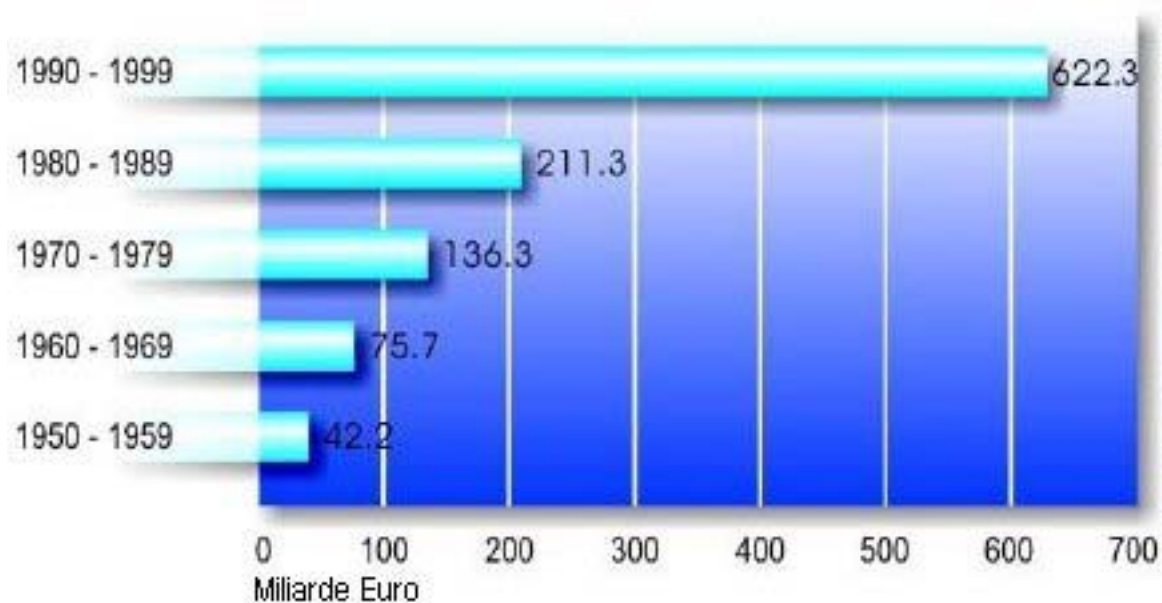


Fig. 6. Valorile pagubelor produse datorită modificărilor climatice.

German Energy Agency 2004

www.dena.de/en

Este evident că modificările climatice din ultimii ani, caracterizați printr-un nivel crescut al emisiilor de CO₂, au produs mult mai multe pagube decât în perioadele caracterizate de un nivel mult mai redus al poluării.

Chiar dacă nu demonstrează că emisiile de CO₂ sunt responsabile de nivelul ridicat al pagubelor datorate modificărilor climatice, cele două grafice sugerează că este foarte posibil să existe o corelație între nivelul ridicat al emisiilor de CO₂ și modificările climatice, cu impact negativ asupra mediului.

Una din cele mai eficiente soluții pentru reducerea nivelului emisiilor de CO₂, este reprezentată de utilizarea energiilor regenerabile, caracterizate printr-un nivel extrem de redus al acestor emisii.

Câteva tipuri de energii regenerabile

Cele mai utilizate forme de energie regenerabilă sunt prezentate în continuare:



Energia solară



Energia geotermală



Energia apei



Energia vântului





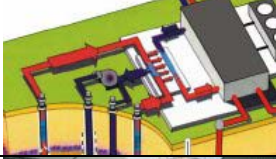


Energia biomasei

Câteva dintre avantajele utilizării energiilor regenerabile sunt următoarele:




- Sunt ecologice;
- Nu generează emisii de CO₂;
- Sunt disponibile în cantități teoretic nelimitate;
- Pot fi utilizate local;
- Reprezintă soluții pentru toate nevoile.

Câteva dintre utilizările cele mai uzuale ale energiilor regenerabile, împreună cu câteva informații despre fiecare, sunt prezentate în continuare.



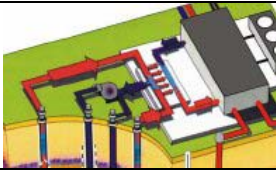

Producerea energiei electrice în vederea furnizării în rețelele energetice naționale

	Forma de energie	Sursa de energie	Capacitate	Țări cu realizări
	Energia vântului	Energia cinetică a vântului	300kW _{el} ...5MW _{el} (2005)	SUA, Germania, Spania, India, etc.
	Energia apei	Energia cinetică a apei	5GW _{el} – râuri 1MW _{el} – dimens. reduse	Canada, Austria, Scandinavia, etc.
	Energie geotermală de adâncime	Apă sau abur cu temperatură ridicată	20...50MW _{el}	Filipine, Kenia, Costa Rica, Islanda, SUA, etc.
	Energia biomasei	Lemn, culturi agricole, masă vegetală	100kW _{el} ...50MW _{el}	Elveția, Germania, Scandinavia, etc.
	Energie solară	Radiație solară directă sau difuză	1kW _{el} ...câțiva MW _{el}	Germania, Japonia, Luxemburg, etc.



Producerea locală a energiei electrice

	Forma de energie	Sursa de energie	Capacitate	Țări cu realizări
	Energie solară Panouri fotovoltaice	Radiația solară	câțiva W _{el} ...câțiva kW _{el}	China, Africa, etc.
	Energia vântului	Vânt cu viteză redusă	100W _{el} ...80kW _{el}	China, Mongolia, etc.
	Energia apei	Potențialul apei	câțiva kW _{el} ... 25MW _{el}	Numeroase țări

Încălzire și răcire

	Forma de energie	Sursa de energie	Capacitate	Țări cu realizări
	Energie solară Panouri solare	Radiația solară	5...10m ² casnic >20m ² comercial, industrial	Germania, Japonia, Grecia, Turcia, etc.
	Energie geotermală de suprafață	Potențial termic redus	6...8kW _{term}	Austria, Germania, Elveția, etc.
	Energie geotermală de adâncime	Apă sau abur cu temperatură ridicată	2...30MW _{term}	Filipine, Kenia, Costa Rica, Islanda, SUA, etc.
	Biomasă	Lemn, peleți, culturi agricole, masă vegetală	2...50kW _{term} casnic 600kW... 60MW _{term} încălzire cartier	Germania, Austria, Canada, Scandinavia, etc

Transport auto și naval

	Forma de energie	Sursa de energie	Capacitate	Țări cu realizări
	Bio combustibili Bio-diesel; Bio-etanol	Culturi agricole	500t...200000t	Brazilia, Germania, Franța, Italia, etc.
	Hidrogen	Hidroliza apei	1kW _{el} ...50MW _{el}	Germania, Islanda, etc.

În toate țările cu realizări notabile în ceea ce privește energiile regenerabile, un impact esențial asupra dezvoltării acestui domeniu, a fost reprezentat de adoptatea unui număr mare de reglementări legislative stimulative, inclusiv diferite forme de subvenții. La ora actuală, piața este în continuă dezvoltare, pentru toate tipurile de energii regenerabile. În figurile 7...9, sunt prezentate câteva grafice care ilustrează atât dinamica tuturor componentelor acestui domeniu, cât și impactul reglementărilor legislative, în Germania, țara din Europa cu cea mai largă preocupare în domeniul energiilor regenerabile.

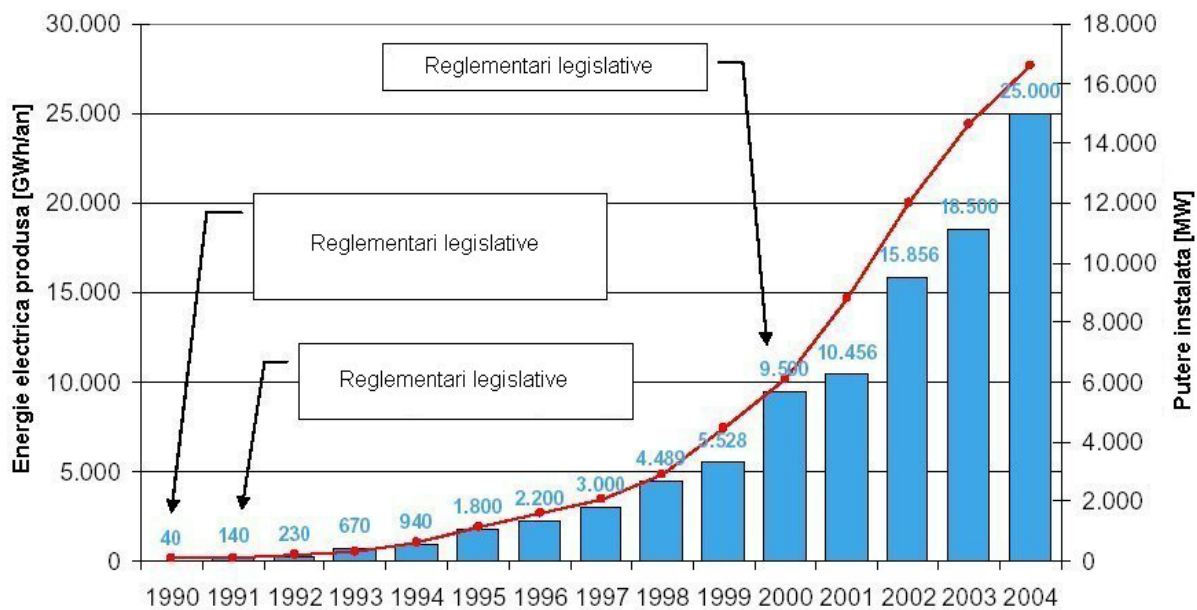


Fig. 7. Evoluția producției energiei electrice eoliene, în Germania
www.renewables-made-in-germany.com

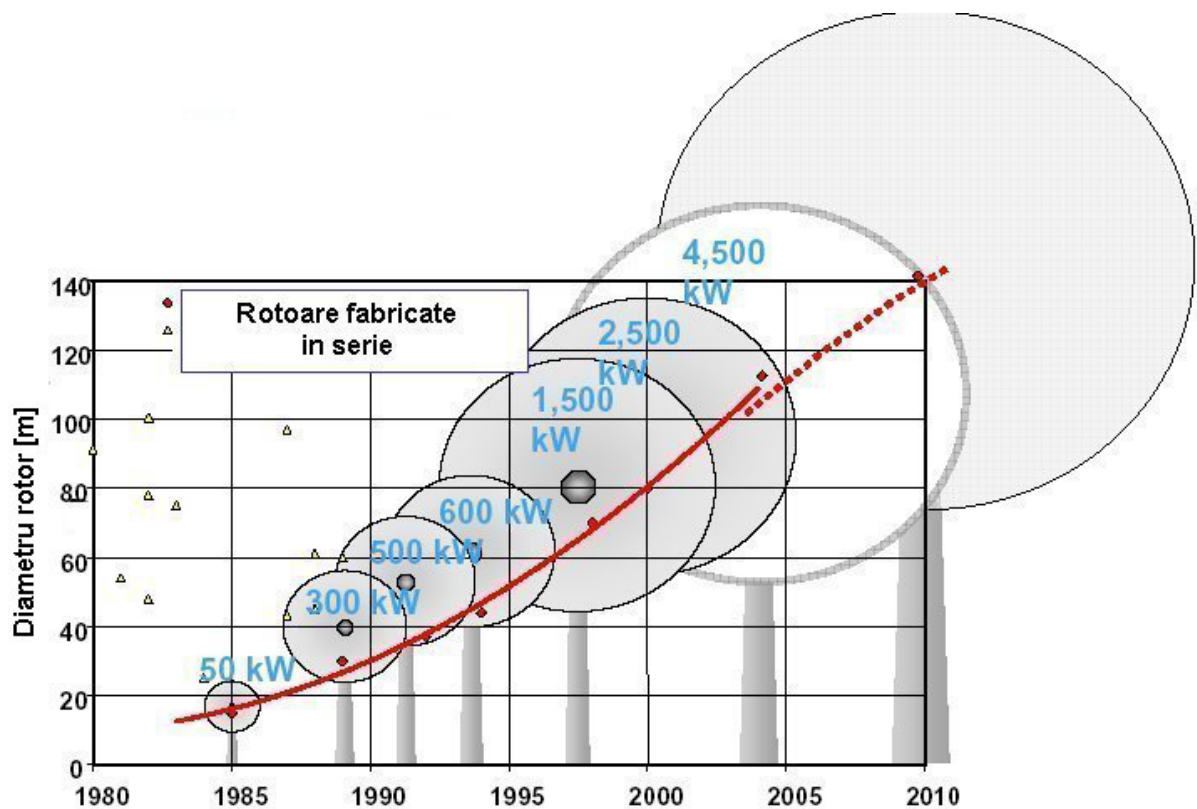


Fig. 8. Evoluția diametrului maxim al rotoarelor generatoarelor electrice eoliene, în Germania
www.renewables-made-in-germany.com

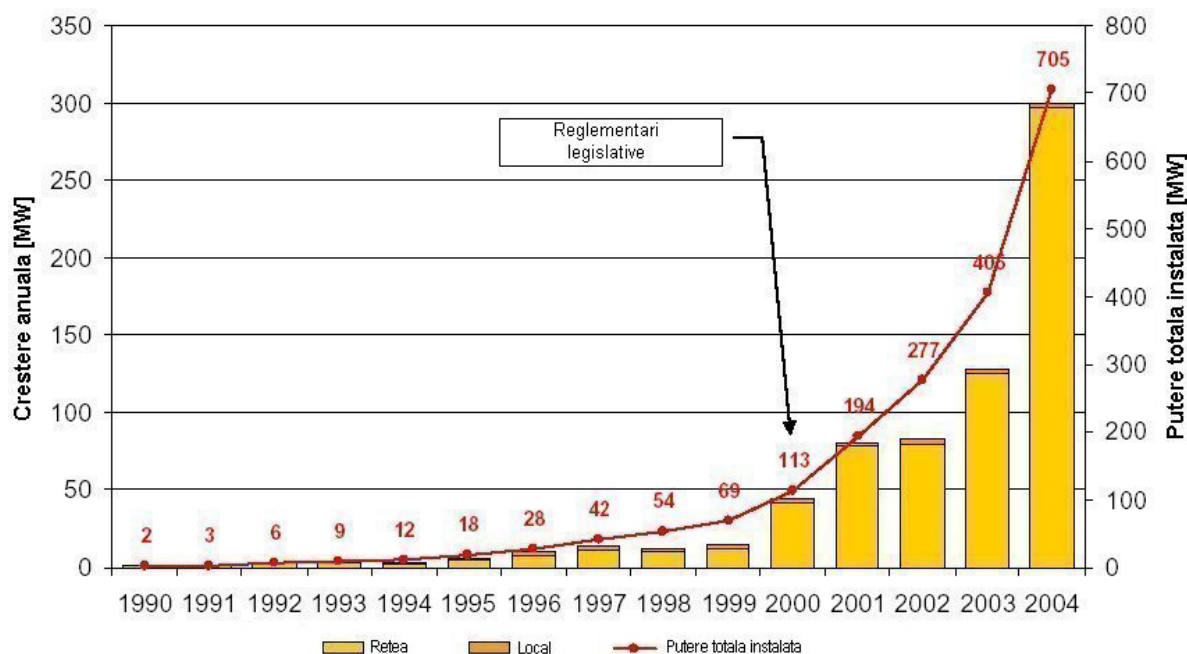


Fig. 9. Evoluția producției de energie electrică solară, în Germania
www.renewables-made-in-germany.com

Pe toate aceste imagini se observă că cel puțin în Germania, domeniul energiilor regenerabile este într-o adevărată expansiune, influențată pozitiv de reglementări legislative stimulative. Asemenea reglementări constau de exemplu în subvenționarea prețului tuturor tipurilor de panouri solare pentru producerea apei calde, sau achiziționarea de către compania energetică națională din Germania, a curentului electric produs cu ajutorul panourilor fotovoltaice, la un preț mult mai mare decât cel de vânzare a energiei electrice, pe o durată de până la 25 ani.