



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

Program cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională

Programul Operațional Competitivitate 2014 – 2020

Axa Prioritară 1 - Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor

Acțiune 1.2.3: Parteneriate pentru transfer de cunoștințe (Knowledge Transfer Partnerships)

Titlul proiectului: **PRODUSE ȘI TEHNOLOGII ECOINOVATOARE PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ÎN CONSTRUCȚII «EFECON»**

ID: P_40_295, Cod MySMIS: 105524

Componentă 1 - Apel : POC/71/1/4/Parteneriate pentru transfer de cunoștințe (Knowledge Transfer Partnership)

Beneficiar: UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI

RAPORT PRIVIND IMPLEMENTAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE SAU DE ÎNALTĂ EFICIENȚĂ ÎN CONSTRUCȚII

Colectiv de elaborare:

conf. dr.ing. Victoria Cotorobai, șef lucr.dr.ing. Cristina Vlădoiu,
șef lucr.dr.ing. Daniel Covatariu, șef lucr.dr.ing. Laura Dumitrescu,
șef lucr.dr.ing. Marian Pruteanu, șef lucr.dr.ing. Oana Neculai,
asist. cerc. Iulian Zăpodeanu

Director proiect: Prof.dr.ing. Dorina Isopescu

CUPRINS

Capitolul I. INTRODUCERE

1. Noțiuni generale referitoare la conceptul de energie

1.1. Definirea principalelor categorii energetice

1.2. Forme de energie. Mecanisme de conversie / transformare a energiei dintr-o formă în alta

2. Argumente pentru schimbări majore în sistemele de generare a energiei

3. Politici energetice privind conservarea energiei și utilizarea formelor regenerabile de energie

3.1 Politici energetice în Europa

3.2. Politici energetice în România

3.3. Clădirile și energia. Tendințe de evoluție.

4. Resurse energetice cu potențial de valorificare pe teritoriul româniei

4.1. Resurse energetice primare

4.2. Re-Surse neconvenționale de energie

4.2.1. Re-Surse neconvenționale regenerabile de energie

4.2.1.1. Sursa solară

4.2.1.2. Sursa eoliană

4.2.1.2. Sursa hidro

4.2.1.4. Sursa geotermică

4.2.2. Mecanisme de valorificare a resurselor energetice neconvenționale și alternative

4.2.2.1. Re-Surse neconvenționale recuperabile de energie

4.2.2.2. Re-Surse neconvenționale de energie epuizabile

4.3. Re-Surse alternative de energie

4.3.1. Re-Surse alternative regenerabile de energie

4.3.2. Re-Surse alternative recuperabile de energie

4.3.2.1. Bioetanol

4.3.2.2. Biodisel

4.3.2.3. Hidrogenul

4.4. Bilanțul energetic global: resurse și energie finală

4.5. Promovarea resurselor regenerabile de energie și economisirea / conservarea resurselor de energie fosile

4.6. Coordonatori ai politicilor în domeniul energiilor curate

4.7. Analize economice ale sistemelor de valorificare a energiilor regenerabile

4.8. “Dosarul negru al energiilor verzi” barometru al politicilor energetice inspirate

4.9. Tendințe actuale în dezvoltarea tehnologiilor solare

Capitolul II: DATE CLIMATICE

Capitolul III: VALORIFICAREA ENERGIEI SOLARE

1. Tendințe actuale în dezvoltarea tehnologiilor solare

2. Principiile conversiei energiei solare

3. Sisteme de conversie a energiei solare în alte forme de energie

4. Sisteme solare de generare a energiei termice. Structură

5. Sisteme de conversie a energiei solare în energie termică

5.1. Colectoare solar-termice. Clasificare. Descriere generală. Curbe de randament.
Testarea sistemelor colectoare solare

5.2. Sisteme solare de preparare a agenților termici

5.3. Sisteme solare de preparare a agenților de răcire

5.4. Sisteme de stocaj a energiei termice.

6. Sisteme solare de generare a energiei electrice.

6.1. Clasificare

6.2. Sisteme solare de generare directă a energiei electrice.

6.2.1. Principiul de conversie fotovoltaică/PV.

6.2.2. Caracteristici tehnice

6.2.3. Sisteme fotovoltaice cu concentrare/CPV

- 6.2.4. Module fotovoltaice
- 6.2.5. Tipuri de celule și module fotovoltaice
- 6.2.7. Integrarea modulelor fotovoltaice în clădiri
- 6.2.8. Sisteme fotovoltaice
- 6.2.9. Perforanțe energetice celule/module fotovoltaice
- 6.2.10. Elemente de proiectare
- 6.2. Sisteme solare de generare indirectă a energiei electrice.
- 6.3. Sisteme de cogenerare a energiei termice și electrice CST
 - 6.3.1. Tehnologii
 - 6.3.2. Sisteme
 - 6.3.3. Caracteristici energetice ale sistemelor CST
- 6.4. Sticle, oglinzi, lentile
- 6.5. Socaj energie electrică

Capitolul III: VALORIFICAREA ENERGIEI EOLIENE

1. *Principii ale conversiei energiei eoliene în energie electrică*
2. *Potențialul eolian*
3. *Tehnologii de conversie a energiei eoliene în energie electrică*
3. *Sisteme de conversie a energiei eoliene în energie electrică. Structură*
4. *Tipuri de turbine eoliene*
 - 4.1. Turbine clasice
 - 4.1.1. Turbine cu ax vertical (Darrieus, Savonius)
 - 4.1.2. Turbine cu ax orizontal (cu una, două, mai multe pale)
 - 4.1.3. Cuplaj axă-butuc
 - 4.1.4. Sisteme de control
 - 4.1.4. Elemente de proiectare
 - 4.3. Microturbine
 - 4.3. Nano-aero-generatoare

Capitolul V. VALORIFICAREA ENERGIEI MARINE

Capitolul VI. VALORIFICAREA ENERGIEI HIDRO

Capitolul VII. VALORIFICAREA ENERGIEI GEOTERMALE

Capitolul VII. RECUPERAREA ENERGIEI TIP DEȘEU

Capitolul VIII. HIDROGENUL, VECTOR ENERGETIC UNIVERSAL

Capitolul XIX. ALTE SURSE DE ENERGIE REGENERABILĂ

Capitolul VX. SISTEME DE COGENERARE/POLIGENERARE DE ÎNALTĂ EFICIENȚĂ

Capitolul XI. CONCLUZII

REFERINȚE.

Capitolul I. NOȚIUNI GENERALE

1.Introducere

Contextul climatic actual și cel energetic mondial au determinat acțiuni fără precedent din partea factorilor responsabili în domeniul energiei și mediului.

După promovarea principiilor dezvoltării durabile specialiștii în climatologie au afirmat aproape unanim că principala cauză de modificare a climei ar consta în acumulările de CO₂ rezultat din arderea combustibililor clasici, cu impact major asupra stratului de ozon¹. Pentru corectarea dezechilibrului ecologic produs s-au promovat politici în domeniul mediului și energiei care vizau măsuri de reducere a degajărilor de noxe cu efect de seră pe două căi distincte, respectiv prin reducerea consumurilor și prin promovarea surselor de energie regenerabile și recuperabile.

Foarte recent, în 2013, odată cu creșterea performanțelor instrumentelor de măsură/monitorizare a parametrilor mediului și cu extinderea parametrilor monitorizați, s-a identificat o altă cauză majoră a acumulării de CO₂ în atmosferă și respectiv de creștere a efectului de seră și accentuării schimbărilor climatice în sensul manifestării unei alternanțe a ciclurilor de încălzire-răcire. Cauza unor acumulări extrem de importante (de mai mult de două ori în raport cu acumulările de CO₂ provenit din arderea combustibililor fosili este legată de impactul negativ al radiațiilor electromagnetice solare asupra capacității de absorbție a CO₂ în apa mărilor și oceanelor). Ciclul apei în natură s-a modificat, este perturbat și necesită măsuri de intervenție pentru readucerea acestuia la condițiile de echilibru ecologic.

Ca urmare a acestor constatări, foarte recent (8 mai), cu ocazia zilei mondiale a energiei, s-a desfășurat la Bonn, sub egida ONU, o acțiune menită stabilirii posibilelor măsuri de aducere, în termen cât mai scurt (măsuri ”chirurgicale”) a ciclului apei în natură la condițiile de echilibru ecologic, și s-a căzut de acord asupra necesității de trecere rapidă la sisteme de generare a energiei numai din resurse regenerabile.

În aceeași zi, tot la Bonn, s-a înființat **platforma 100% energii regenerabile**.

Aceste acțiuni vor fi urmate în scurt timp și de adaptarea politicilor energetice în scopul susținerii acestor obiective.

În consecință, obiectivele generale ale acestui proiect concordă cu obiectivele recenteii **platforme 100% energii regenerabile** dar echipa va trebui să identifice cele mai potrivite/mature, eficiente/economice sisteme și tehnologii pentru implementarea în termen mult mai scurt a surselor de energie regenerabile și recuperabile.

În cadrul raportului sunt identificate astfel de sisteme.

1.Noțiuni generale referitoare la conceptul de energie

1.1.Definirea principalelor categorii energetice

În domeniul sistemelor de generare și valorificare a energiilor regenerabile se operează cu următoarele categorii energetice:

- **Energie primară** este energia disponibilă în mediu, exploatabilă în mod direct, fără transformări (drumul energiei de la resursa primară la utilizarea finală se realizează cu pierderi de energie în fiecare dintre fazele specifice -transformare, stocaj, transport) [Chaisson, 2010]. Există dispute științifice asupra definiției, legate în special de necesitatea unui limbaj standard, universal acceptat, care să permită raportări statistice similare. Definiții curente:

- ”Energie primară...desemnează acele surse care implică numai extracția sau captarea, cu sau fără separare din materiale învecinate, de curățare sau de triere [processe prealabile utilizării în procesele de transformare în alte forme de energie (căldură, lucru mecanic)]”, [Duffie, 1980].

¹ cu rol de protecție al atmosferei terestre împotriva componentelor radiației solare cu impact negativ asupra climei

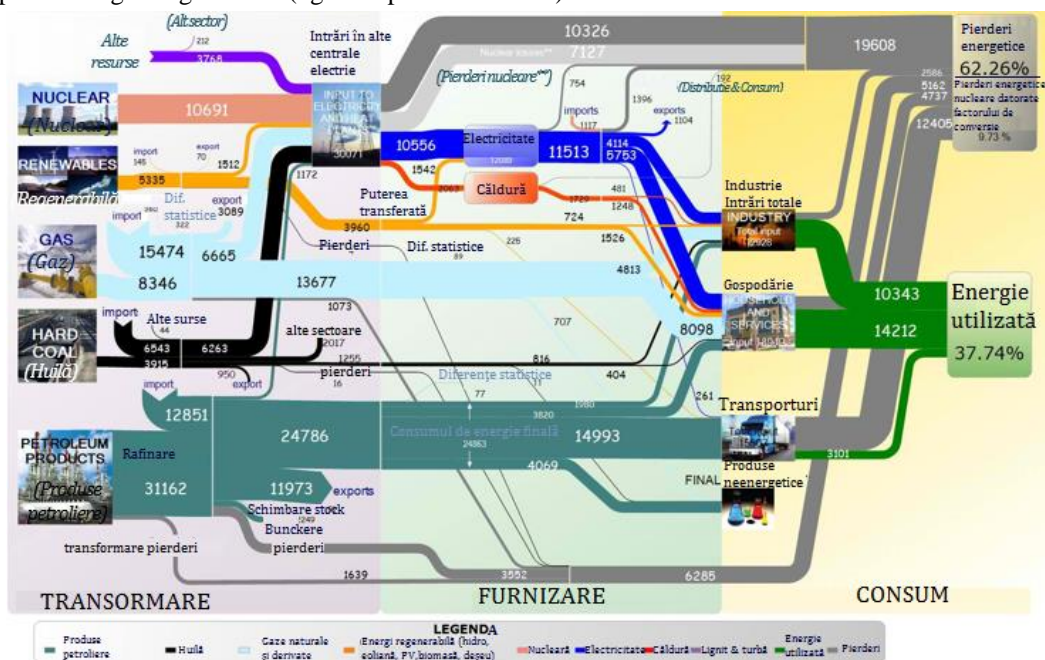
- "Produse energetice extrase sau captate direct din **resurse naturale (denumite primare)**, cum ar fi ștei, cărbune greu, gaze naturale, sau sunt obținute din produse de bază", [Gueymard, 2002].
- "Extragerea sau captarea combustibilului primar sau a căldurii și electricității, în scopul vânzării sau utilizării. Cantitățile raportate exclud cantitățile de materie inertă sau impuritățile eliminate înainte de vânzare sau utilizare și orice sume restituite rezervei naturale. Cu toate acestea, sunt incluse valorile de combustibil/energie consumată în timpul procesului de producție [Incropera, 2006].
- Formă de energie brută, nesupusă încă niciunui fel de conversie, transformare sau transport (Exemple: petrolul brut, gazul, uraniul sau cărbunele subteran, cherestea, radiații solare, energia potențială a apei, energia eoliană).

• **Energia secundară** este definită de asemeni în mai multe variante în literatura de specialitate:

- "toate sursele de energie care rezultă din transformarea resurselor primare", [Plank, 1959].
- "Energie secundară... provine din transformarea de energie primară sau secundară".
- Generarea sau fabricarea de energie sau combustibili prin utilizarea altor surse (de obicei, primare) de combustibili/energie.

Note:

1. O observație specială trebuie făcută asupra energiei electrice care, datorită menținerii unei terminologii restrânse, referitoare numai la lanțul sistemic de producere-transport-distribuție, definește diferit, în raport cu documentele de raportare, noțiunile de energie primară și secundară:
 - UNSD și clasificarea din manualul OECD/IEA/Eurostat a energiei electrice, primare și secundare, nu este în concordanță cu definițiile sale de energie primară și secundară.
 - O diferență majoră între energia electrică considerată în Eurostat și formatul Bilanțului de energie propus de Agenția Internațională de Energie constă în prezentarea producției de energie primară și secundară: Eurostat nu include energia electrică în rândul energiei primare, ci în rândul energiei obținută prin transformarea energiei primare.
 - În manualul OECD/IEA/Eurostat se argumentează faptul că "energia (electrică?) obținută de la dispozitive acționate mecanic cu aer sau apă, generează doar electricitate ca ieșire și nu este posibilă măsurarea energiei luate de la sursă, motiv pentru care „energia obținută este etichetată ca energie primară”.
2. Bilanțul energetic global, la nivel de guvern, poate oferi o imagine utilă asupra măsurilor de intervenție utile în utilizarea eficientă a resurselor primare. Explicăm această afirmație prin diagrama globală a fluxului energetic pentru Europa², și diagrama fluxului energetic pentru energiile regenerabile (figura 2- pentru anul 2006).

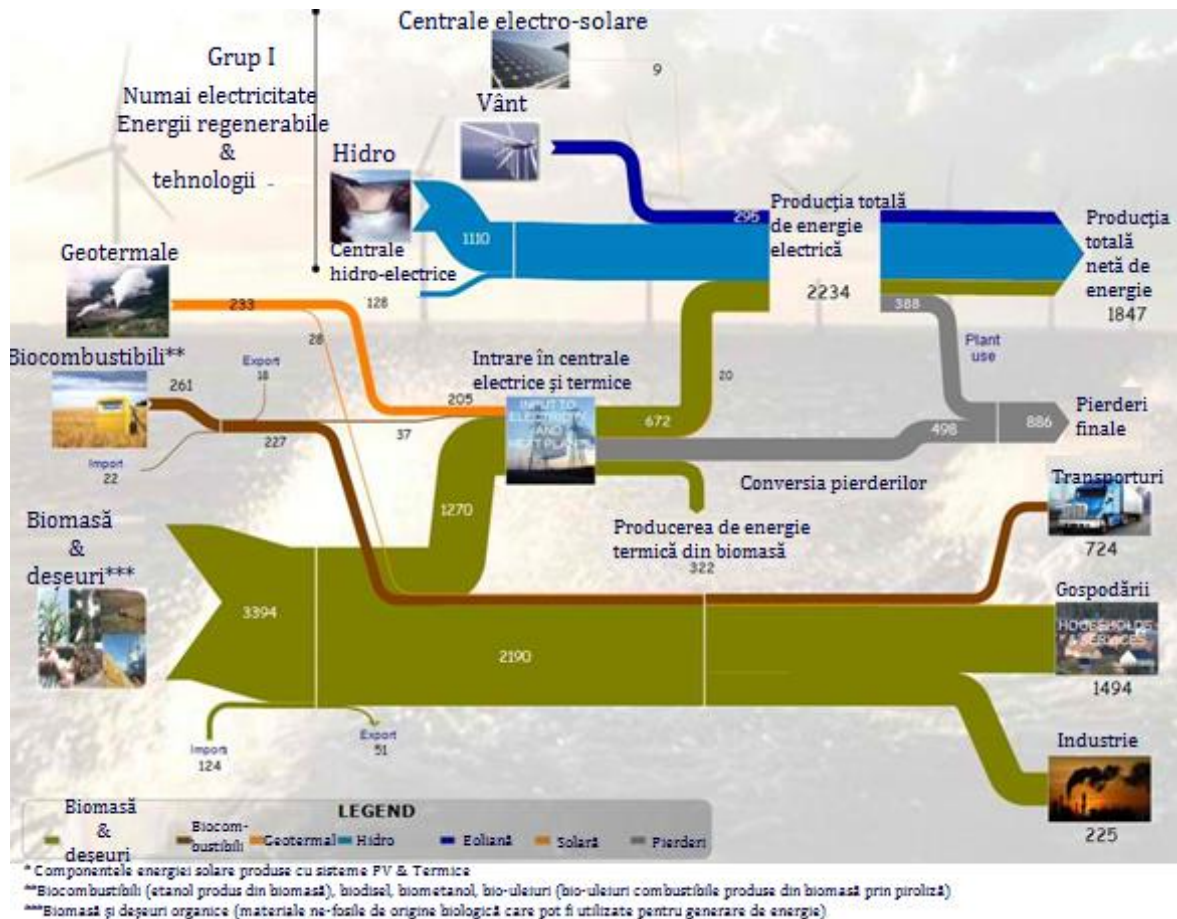


EU-27 TENDINȚE REZONABILE ALE FLUXULUI DE ENERGIE-2006 FURNIZARE, TRANSFORMARE, CONSUM (PJ)

*Se referă la producția de energie electrică din resurse hidro, eoliene, fotovoltaice.
 ** Pierderi datorate factorului de conversie nuclear (acestea nu sunt pierderi efective)
 Fig. 1. Diagrama Sankey (Producție-Utilizare energie) în Europa, 2006 (sursa: Andrew D. <http://www.sankey-diagrams.com>).

² Am expus diagrama originală, în limba engleză. Diagramele pot fi realizate, în orice limbă, cu softul **S.Draw**.

- **Energia utilă:** energia termică la dispoziția consumatorului (de ex. căldura din cameră, căldura scoasă din cameră (răcire) sau căldura din apa caldă la punctul de debitare).
- **Energia finală:** energia la dispoziția consumatorului. Aceasta include suma tuturor energiilor utilizate la un obiectiv final (clădire, ...), furnizate acestuia sau generate la nivelul acestuia.
- **Energia auxiliară:** energia electrică utilizată de instalațiile tehnice pentru transformarea și transportul energiei furnizate în energie utilă.
- **Energia furnizată:** energia furnizată clădirii prin contracte de furnizare/vânzare, ultime.
- **Energia exportată:** energia furnizată pieței, de către clădire, prin contracte de furnizare, sub formă de agent energetic.
- **Energia netă furnizată:** energia furnizată minus energia exportată.



EU-27 Energii regenerabile, Tendințe rezonabile pentru fluxurile energetice: Furnizare, transformare, consum (PJ)
 Fig. 2. Diagrama Sankey (Producție-Utilizare energie) din resurse regenerabile în Europa, 2006
 (sursa: Andrew D., <http://www.sankey-diagrams.com>).

În domeniul producerii energiei și al utilizării eficiente a energiei, Comisia Europeană și Parlamentul European au emis recent *Directiva 2012 /27 / EC* din 25 oct. 2012 (*EED*), care are drept obiectiv general, **eficiența energetică**. În articolul 3 al directivei se precizează: ”Fiecare stat membru stabilește obiectivul național printr-un indicativ în materie de eficiență energetică, bazat fie pe **consumul de energie primară** sau **consumul final de energie**, fie pe **economii de energie primară** sau **finală**, fie pe **intensitatea energetică**. Cu ocazia acestei notificări, statele membre exprimă aceste obiective ca **nivel absolut al consumului de energie primară** și **al consumului final de energie în anul 2020** și explică în ce fel și pe baza căror date a fost calculat acest plan”. Prin Declarația MAE nr. din 27 aprilie 2012, poziția României a fost stabilită astfel: ”Romania este de acord cu privire la utilizarea consumului de **energie primară** ca indicativ pentru stabilirea obiectivului național de eficiență energetică.”

1.2. Forme de energie. Mecanisme de conversie/tran6.7. Analize economice ale sistemelor de valorificare a energiilor regenerabile formare a energiei dintr-o formă în alta

Energia este prezentă în Univers sub diferite forme, unele dintre acestea fiind cunoscute omului și fundamentate din punct de vedere științific în timp ce altele abia sunt intuite/descoperite (întâmplător sau sistematic). Acestea sunt denumite diferit în funcție de:

- după origine: naturale; artificiale;
- după durata de exploatare: epuizabile; regenerative (în timp scurt: biomasa; perpetui (energia solară, energia maselor de aer, ...));
- după vechimea utilizării: convenționale (combustibilii); neconvenționale (
- sursa de unde provin (energia apei – hidroelectrică, energia vântului – eoliană, energia pământului – geotermică, energia soarelui – solară);
- modul de manifestare (energie mecanică, energie termică, energie luminoasă, energie magnetică, energie electrică, energia punctului zero, etc).

În figura 3 este prezentată o diagramă a proceselor de transformare a energiei, dintr-o formă în alta precum și elementele de caracterizare a celor mai cunoscute forme de energie. Diagrama poate fi completată cu ultimile descoperiri și respectiv cunoștințe din mecanica cuantică, energia punctului zero, energia universală, energia neagră.

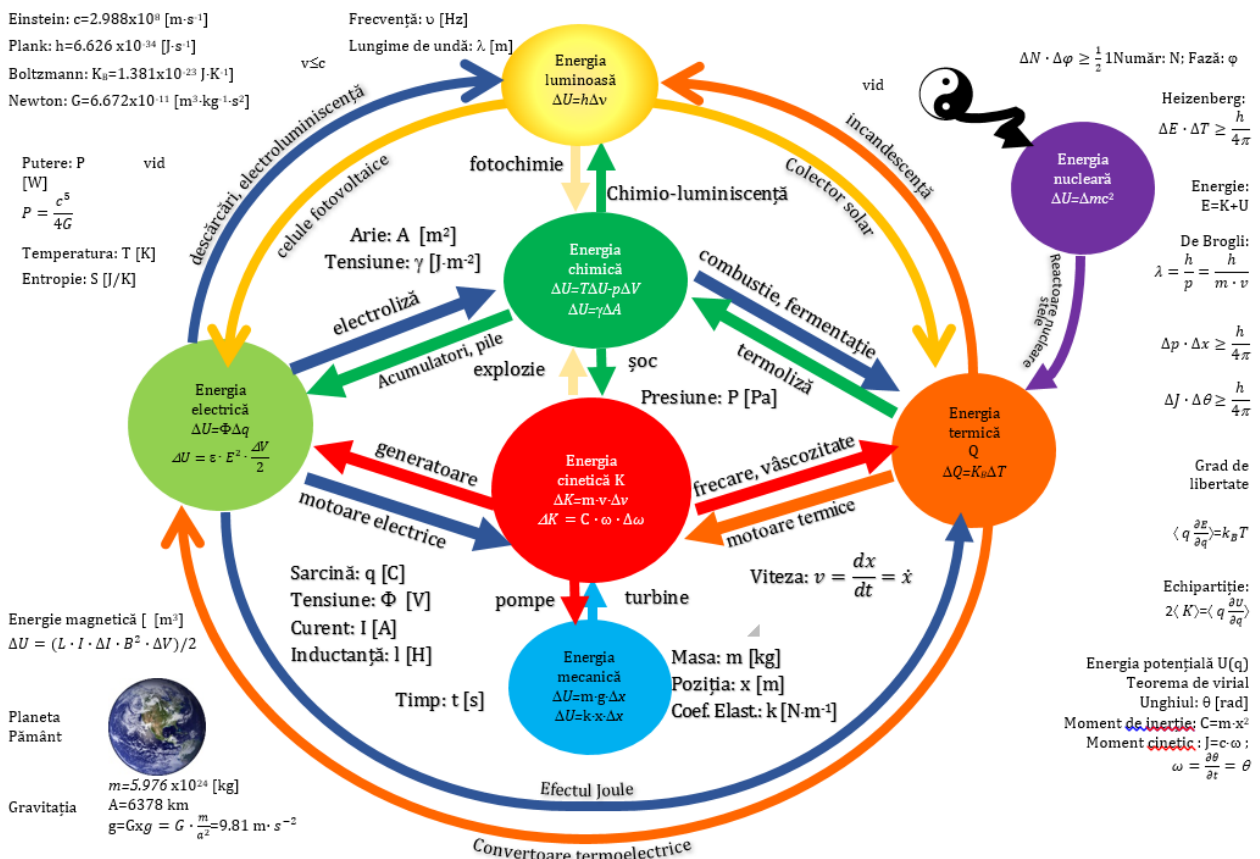


Fig. 3. Diagrama globală a proceselor de transformare dintr-o formă energetică în alta. Elementele caracteristice ale formelor de energie

2. Argumente pentru schimbări majore în sistemele de generare a energiei

2.1. Contextul energetic

a) **Explozia consumului de energie.** Omenirea a evoluat, de-a lungul istoriei sale, în diferite direcții, cu diferite ritmuri și cu diferite consumuri de resurse naturale, mai mult sau mai puțin necesare și mai mult sau

mai puțin controlate. Consumul mondial de energie a fost mult timp³ foarte stabil și rezonabil dar ca urmare a revoluției industriale respectiv creșterea accentuată a nevoilor de energie, s-au identificat resurse de energie facil de exploatat și s-au pus bazele unei întregi industrii energetice, axată în special pe valorificarea resurselor fosile. Consumul de energie a crescut exponențial ca urmare a două efecte simultane: creșterea populației și creșterea consumului de bunuri și echipamente. Astăzi se estimează că cererea mondială pentru toate formele de energie ar trebui să crească cu 54% în următorii 20 de ani (în țările industrializate numai 33%⁴) [Chaisson, 2010].

b) **Resursele de combustibili fosili sunt limitate și distribuite inegal**

Omenirea se află în prezent în fața unor importante constrângeri energetice. Dacă se menține actualul ritm de creștere a cererii de consum, atunci orizontul de epuizare a resurselor energetice fosile este foarte apropiat (fig. 4.)



Fig. 4: Previzionarea evoluției consumului de energie (sursa: Jean-Marc Jancovici, Conferința PREBAT, Franța, 2006)

Estimarea orizontului de epuizare a resurselor clasice a fost făcută de organisme abilitate în realizarea de prognoze, pe baza a diferite scenarii de consum și de dezvoltare. Prin utilizarea unui scenariu de creștere a consumului în următorii 100 de ani, cu un procent de numai 2%, previzionat pe baze științifice, estimarea rezervelor mondiale de combustibili fosili identificate și evaluate până în prezent, a condus la rezultate îngrijorătoare: acestea se pot epuiza în circa 100 ani – figura 4. Prognoza, pe tipuri de resurse fosile disponibile, este și mai îngrijorătoare, în sensul că rezervele fosile cât de cât curate au un orizont de epuizare și mai apropiat (figura 5).

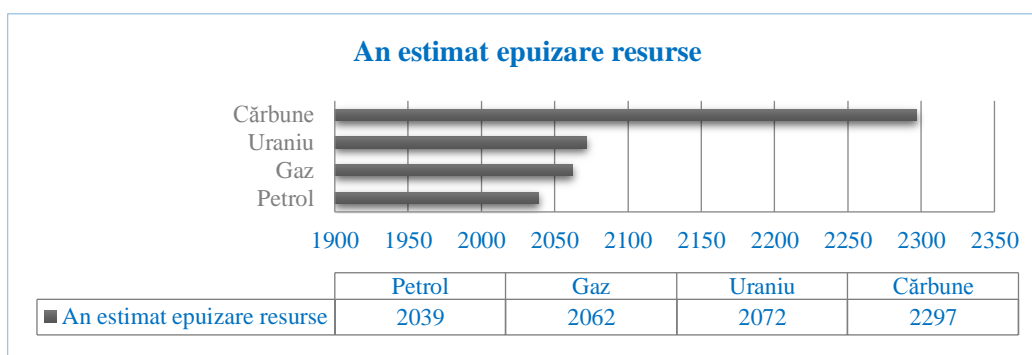


Fig. 5. Rezerva de combustibili fosili (Sursă: BP statistical review, 1997)

Pe de altă parte, *rezervele de uraniu sunt și ele limitate – la mai puțin de 70 ani*. Pe lângă caracterul limitat al resurselor, la stabilirea politicilor și strategiilor energetice trebuie să se țină seama de distribuția geografică neuniformă a acestora (tabelul 2.).

³ Până la declanșarea revoluției industriale

⁴ Cererea tinde să încetinească în țările industrializate, dar continuă să crească în țările în curs de dezvoltare

Tab. 2. Orizont epuizare și areal geografic resurse energetice fosile (în raport cu anul 2006)

Resursă	Orizont epuizare [ani]		Areal geografic resurse
	România	Global	
Petrol		45	63,6% din rezerva mondială se află în Orientul Mijlociu
Gaze	15	63	38,7 – Rusia; 33,9 – Orientul Mijlociu
Cărbune		218	22,5 – Rusia; 25,4 – America de Nord; 21,8 – China

c) **Performanța energetică a sistemelor centralizate de generare și alimentare cu energie din surse convenționale este redusă**

În epoca industrializării, majoritatea clădirilor din marile aglomerări urbane și nu numai au fost/sunt alimentate cu energie în sistem centralizat, la nivel de localitate/zonă/quartal.

Sistemele centralizate produc/produceau energia prin arderea combustibililor.

Drumul energiei, de la resursele primare naturale/combustibili, până la procesul final de utilizare este un drum lung care necesită o seamă întreagă de procese de: extragere din mediu/captare, corectare caracteristici, eventual stocaj; transport, până la sursa de generare; generarea energiei/transformarea prin ardere în energie termică → energie mecanică → energie electrică, plus corectarea parametrilor în vederea transportului, plus un eventual stocaj; transportul energiei generate până în arealul consumatorului; eventual stocaj plus transformarea parametrilor în vederea distribuției, plus distribuția; eventual stocaj plus corectarea parametrilor în vederea utilizării, plus utilizarea; și se realizează cu pierderi mai mari sau mai mici, dar oricum importante.

În acțiunile de identificare a măsurilor de reducere a degajărilor de noxe în atmosferă, respectiv de reducere a consumurilor energetice trebuie identificate foarte corect, porțiunile de pe traseul vectorului energetic cu pierderi relativ mari.

Pentru un tablou cât mai relevant al eficienței energetice al ”consumatorilor finali”, aceasta trebuie exprimată în raport cu energia primară utilizată.

Referitor la performanța energetică a clădirilor acest mod de exprimare poate pune în evidență mult mai ușor și măsurile de intervenție în vederea creșterii performanței. Structura consumurilor de energie primară înglobată într-o clădire este reprezentată sintetic în figura 6.

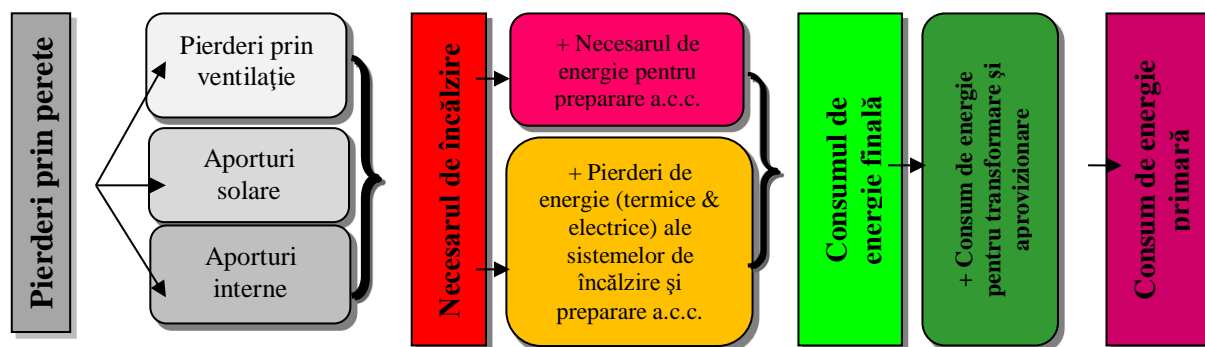


Fig. 6. Compoziția consumului de energie primară aferent unei clădiri

O analiză a randamentelor componentelor vectorului energetic care deservește o clădire într-un sistem centralizat pune în evidență faptul că energia finală este obținută cu o eficiență destul de scăzută. Rezultă, deci că o măsură eficientă de creștere a performanțelor ar putea fi utilizarea surselor locale de generare a energiei și evident cele regenerabile și curate.

Acest ultim aspect a fost luat în considerație de UE, care dorește să devină lider mondial în eforturile de reducere a degajărilor de noxe și care, în strategia de dezvoltare pe termen lung a sectorului clădiri și-a fixat un țel foarte ambițios: depășirea factorului 9 (reducerea cu peste 95% a

degajărilor de CO₂) până în 2050⁵. Exemplul Norvegiei, care nu depinde energetic de alte state și care își asigură majoritatea energiei din surse regenerabile demonstrează posibilitatea acestui lucru.

Consecințele măsurilor de reducere a degajărilor de noxe / consumului de energie / consumului de combustibili convenționali luate prin politicile energetice ale UE sunt vizibile și importante în ultimii ani, concretizându-se prin evoluția continuă a ponderii energiilor regenerabile în mixul energetic global.

Pentru a identifica cele mai bune strategii energetice s-au propus și realizat diferite analize ale unor posibile evoluții, pe termen lung (în general până în 2050), utilizând diferite scenarii.

Printre cele mai utilizate se află scenariile:

- ETP / Energy Technology Perspective / Opțiuni tehnologice energetice pentru viitor – scenariu prin care se analizează diferite opțiuni pentru strategiile energetice. De exemplu, ETP 2010 analizează și compară diverse scenarii în scopul de a demonstra multiplele oportunități disponibile în momentul analizei (anul 2010), de creare a unui viitor energetic mai sigur și durabil. Scenariul de bază ETP 2010 urmează scenariul de referință pentru anul 2030, subliniat în World Energy Outlook 2009 și apoi se extinde până în anul 2050. Prin acest scenariu nu se impune introducerea unor noi politici energetice;
- Scenariul *Blue Map* este un scenariu de evoluție cu mai multe variante și orientări spre țintă: se stabilesc obiectivele (de exemplu reducerea la jumătate a emisiilor globale de CO₂ până în 2050 în raport cu nivelurile din 2005) și se examinează mijloacele de realizare a acestor obiective prin dezvoltarea de noi tehnologii cu emisii reduse de carbon și cu cel mai mic cost. Analiza pe baza scenariului *Blue Map* poate conduce la sporirea securității energetice (de exemplu, prin reducerea dependenței de combustibilii fosili) și poate prezenta și alte beneficii care contribuie la dezvoltarea economică (exemplu: îmbunătățirea sănătății în urma diminuării nivelului de poluare a aerului).

O comparație a rezultatelor obținute prin aplicarea scenariului ETP 2010 poate demonstra faptul că tehnologiile cu emisii reduse de carbon pot oferi un viitor total modificat (figura 7). Deci, pentru reducerea emisiilor de CO₂ este necesară introducerea unei game largi de noi tehnologii.

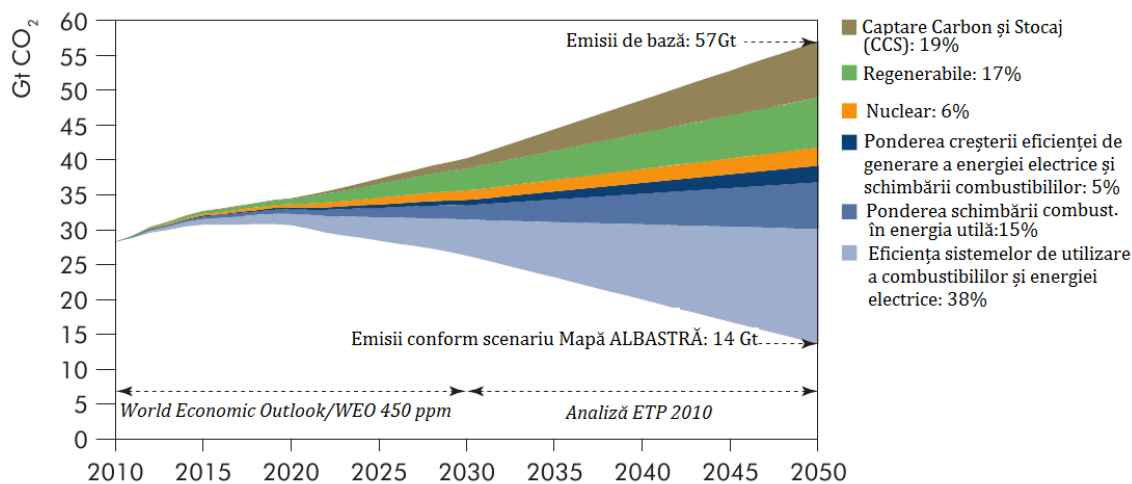


Fig. 7. Tehnologii cheie pentru reducerea emisiilor de CO₂ conform scenariului "Blue Map"

d) **Necesitatea unei dezvoltări durabile.** Anul 1986 este anul în care s-a definit conceptul de dezvoltare durabilă după cum urmează: "satisfacerea necesităților prezentului fără a ipoteca capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile necesități". Acest concept implică interesul dezvoltării a noi surse de energie și minimizarea reziduurilor care afectează mediul. Combustibilii fosili se prezintă ca o resursă finită, economic limitată, care prin utilizare (ardere) generează emisii ce afectează mediul și contribuie la schimbarea climatului. Un sistem energetic durabil trebuie să integreze surse de energie regenerabile și lanțuri de ardere cu emisii reduse, accesibile la costuri acceptabile. Din fericire, faptul că stabilizarea noilor infrastructuri energetice durează decenii, un număr din ce în ce mai mare de mari companii se implică în

⁵ La samitul European de la Bruxell, din octombrie 2009 s-a citit proiectul inițiativei viitoarei Directive EU în acest sens

dezvoltarea și comercializarea acestor noi tehnologii. Dezvoltarea durabilă necesită generarea echilibrului între dezvoltarea economică, echitatea socială și protecția mediului, în toate regiunile planetei. Acest concept nu poate deci să se concretizeze fără o reală voință politică a unui număr mare de țări.

e) **Uniunea Europeană și dezvoltarea energetică durabilă.** La începutul anilor 2000, Comisia Europeană a făcut din dezvoltarea energiilor regenerabile o prioritate politică scrisă în Cartea Albă: "Energie pentru viitor: sursele de energie regenerabilă" și Cartea Verde: "Spre o strategie europeană de securitate a aprovizionării energetice". Comisia și-a fixat obiective ambițioase⁶ și a stabilit directivele necesare pentru atingerea lor.

f) **Piața de electricitate și oportunitățile pentru dezvoltarea sistemelor de valorificare a energiilor regenerabile.** Încă de la începutul anilor 2000, sectorul de electricitate cunoaște o profundă restructurare, determinată de directiva europeană CE 96-92 care impune gestionarea independentă a activităților de transport de cele de producție a energiei electrice, cu mutarea accentului de pe ansamblul sistemului numai pe rețeaua de transport⁷. Una din consecințele deschiderii pieței de electricitate este *dezvoltarea unei producții descentralizate*, pe baza unităților de cogenerare, surse de energie regenerabilă sau producție tradițională întâlnită la producătorii independenți. Integrarea în rețelele electrice a surselor regenerabile de energie, în particular a celor dependente de climat, cum ar fi energiile eoliene și solare, și de o manieră mai generală, producția descentralizată, necesită importante amenajări ale acestor rețele, precum și punerea în practică a noi echipamente și noi metode de gestiune. Obiectivul este menținerea fiabilității și calității alimentării cu energie electrică a persoanelor fizice și întreprinderilor în contextul liberalizării pieței de electricitate și utilizarea din ce în ce mai intensă a surselor de energii regenerabile. În noul context energetic, o atenție deosebită trebuie acordată sistemelor de stocaj.

g) **Măsuri ce se impun pentru ieșirea din criza energetică și pentru promovarea unei dezvoltări durabile în domeniu.** În actualul context energetic, singura alternativă durabilă la "*a produce cât mai mult*" constă în "*a reduce la minimum consumul / a economisi*"⁸.

Acest demers se bazează pe trei piloni:

- ✓ **Sobrietate energetică** constă în a suprima pierderile de energie, nejustificate și costisitoare, la toate nivelurile de organizare ale societății noastre și în comportamentul nostru individual. Sobrietatea nu înseamnă nici austeritate, nici raționalizare: dar înseamnă necesitatea de a fundamenta viitorul pe nevoi energetice mai puțin bulimice, mai bine controlate, mai echitabile, se bazează pe responsabilizarea tuturor actorilor, producători și consumatori.
- ✓ **Eficacitatea energetică** constă în a minimiza pierderile în ceea ce privește utilizarea resurselor și în creșterea eficienței transformărilor energetice.

Potențialul de ameliorare a clădirilor și a echipamentelor folosite în acestea este considerabil: în prezent este posibilă reducerea consumului de energie și de materii prime, cu un factor de 2 – 5, doar prin utilizarea unor tehnici noi, deja accesibile pe scară largă (preparare apă caldă de consum solar, o bună termoizolare...). Soluția care ilustrează foarte bine conceptul de utilizare eficientă a energiei este «*Casa pasivă*», deoarece aceasta se bazează pe o tehnologie controlată și eficientă și pe utilizarea exclusivă a unor soluții existente.

În acest context, alegerea adecvată a sistemelor de încălzire este importantă, deoarece eficiența energetică a sistemelor este diferită funcție de soluția utilizată:

⁶ La început, obiectivul vizat a fost dublarea ponderii energiilor regenerabile în consumul global de energie de la 6% în 1997 la 12% în 2010. Acest obiectiv a fost inserat într-o strategie de securitate a aprovizionării și de dezvoltare durabilă. Un efort semnificativ s-a impus în domeniul electric. În cadrul Uniunii Europene, partea de electricitate produsă pe baza surselor de energie regenerabilă trebuia să ajungă la 22,1% în 2010 față de 14,2% în 1999. Acest obiectiv definit pentru Europa celor 15 - în acel moment, a fost revăzut sensibil, pentru Europa celor 25, ponderea electricității produse pe baza surselor de energie regenerabilă trebuind să atingă 21%. Obiectivele au devenit și mai ambițioase pentru Europa celor 27, simultan cu creșterea eficienței energetice

⁷ Care trebuia gestionată în fiecare stat de un gestionar unic desemnat de guvern.

⁸ "Programele de economisire a energiei electrice sunt de 5 - 6 ori mai puțin costisitoare decât construirea de noi centrale electrice" [un grup de cadre universitare din SUA]

- În cazul unui *sistem de încălzire cu energie electrică*⁹, pentru **1 kWh** final de energie consumată într-o casă, cantitatea de energie primară¹⁰, necesară pentru a produce și transporta energia electrică până la casa este de aproximativ **3 kWh** (**2 kWh** sunt de fapt pierderi). Rezultă că, în acest caz, se produce o mare risipă de energie (**67%**). Prin urmare, *utilizarea de energie electrică ar trebui rezervată numai pentru utilizările pentru care nu există alte alternative* (alimentare aparate electro-casnice, etc.), dar *în nici un caz pentru încălzire*.
- În cazul sistemelor de încălzire care produc energie termică prin arderea combustibililor fosili, pierderile sunt mai mici. La utilizarea gazelor combustibile acestea sunt cele mai mici (15 ÷ 20%). Utilizarea peleților în instalațiile de generare a energiei termice se realizează cu un factor energetic de 0,712. Rezultă că utilizarea biomasei pare a fi cea mai bună soluție de generare a energiei termice.
- ✓ *Energiile regenerabile*. Acțiunile de sobrietate și eficiență conduc la reducerea necesarului de energie la sursă, dar tot mai rămâne de acoperit un necesar de energie. Pentru a diminua la minim degajările de noxe, acest necesar de energie poate fi asigurat cu energii regenerabile¹¹, inepuizabile și curate (. În această categorie intră energia solară, eoliană, hidrolică, energia mareelor, a valurilor, energia geotermală, bio-masa. Acestea mai prezintă și un alt avantaj major și anume, sunt singurele care, pe termen lung, asigură un echilibru între nevoile noastre și resursele planetei, menținând echilibrul ecologic. În domeniul abordării resurselor energetice, principiul a condus la formularea unor noi concepte, mai mult sau mai puțin generale, mai mult sau mai puțin inspirate. Ex: ”*negawatt*”¹².

2.2. Contextul climatic. Performanțele înregistrate în tehnicile de monitorizare a evoluției cliimei au relevat faptul că în ultimii ani, s-au înregistrat schimbări climatice globale cu o rată de evoluție alarmantă. Un motiv al acestor schimbări, invocat de o mare parte dintre specialiștii în climatologie, este intensificarea efectului de seră. Concentrația de bioxid de carbon (CO₂), gazul de seră cu ponderea cea mai ridicată, produs prin arderea tuturor combustibililor fosili (petrol, gaz și cărbune¹³) a crescut cu 30% încă din era preindustrială. Efectele combinate ale tuturor gazelor cu efect de seră (CO₂, metan, ozon, ...) sunt echivalente cu o creștere a concentrației de CO₂ cu 50% față de perioada preindustrială. Printre consecințele complementare efectului de seră se numără și *creșterea temperaturii globale a planetei*, cu implicații nefavorabile¹⁴ pentru dezvoltarea durabilă a omenirii. Față de anul 1860, temperatura medie a scoarței terestre a crescut cu 0,6°C (tabelul 3 și figurile 8 și 9).

Tab. 3. *Creșterea temperaturii medii anuale față de media perioadei 1951÷1980 (sursa: GHCN)¹⁵*

Anul	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Creșterea de temperatură (°C)	0,35	0,12	0,14	0,24	0,38	0,30	0,40	0,57	0,33	0,33
Anul	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Creșterea de temperatură (°C)	0,48	0,56	0,55	0,49	0,62	0,54	0,57			

În România, creșterea înregistrată în ultimul secol este semnificativă: 0,5°C¹⁶. În ultimii 20 de ani, anomaliile înregistrate în acest domeniu sunt semnificative și îngrijorătoare¹⁷.

⁹ Am considerat util acest exemplu deoarece există tendința de a se promova sistemul electric de încălzire cu energie generată în centralele atomice

¹⁰ gaz, petrol sau uraniu

¹¹ Care, chiar dacă este consumată ”fără limite”/la discreție, nu are ca efect epuizarea resursei și prin urmare nu afectează resursele generațiilor viitoare, nici societatea și nici mediul

¹² Promovat de Amory Lovins, fondator al ”Rocky Mountain Institute” și autorul faimosului ”Factor 4”

¹³ Prin arderea cărbunelui se degajează de două ori mai mult CO₂ în raport cu arderea gazului natural. Degajările de CO₂ provenite din arderea petrolului se situează între cele două.

¹⁴ Creșterea temperaturii scoarței terestre cu valoarea estimată poate avea o seamă întreagă de consecințe negative: reducerea resursei de apă potabilă, creșterea nivelului mărilor și oceanelor cu 0,2÷1 m, modificări spectaculoase în eco-sisteme, deșertificări, ...

¹⁵ Global Historical Climate Network (*Rețeaua pentru urmărirea climatului global*)

¹⁶ Sursa: Conferința „Măsuri de adaptare și reducere a impactului schimbărilor climatice”.

¹⁷ În anul 2007 s-au înregistrat temperaturi maxime record, atât iarna cât și vara: iarna 2006 – 2007 a fost cea mai caldă din ultimii 100 de ani (de când există observații meteorologice în România). În luna iulie s-a înregistrat un număr record de 148

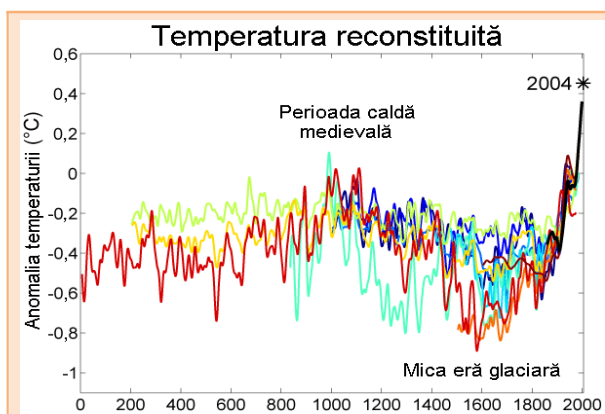


Fig. 8. Evoluția temperaturii în ultimii 2000 de ani (reconstituire pe baza analizei inelelor de creștere ale arborilor și grosimii ghețarilor).

(Sursa: IPCC Special Report on Emissions Scenarios)

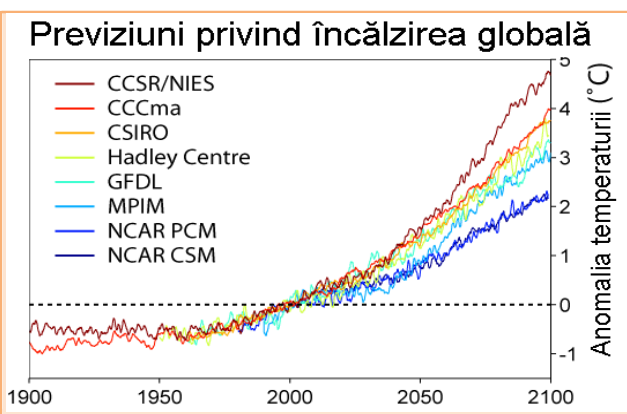


Fig. 9. Previziuni privind încălzirea globală făcute înainte de 2001 cu diverse modele climatice

(Sursa: IPCC Special Report on Emissions Scenarios)

Comitetul Interguvernamental pentru Schimbări Climatice – IPCC, care are drept scop identificarea schimbărilor climatice și fundamentarea și propunerea strategiilor de lungă durată pentru o dezvoltare durabilă, a identificat (în raportul emis în 2008), faptul că, clădirile sunt responsabile de:

- $\frac{1}{3}$ din emisiile de CO₂ ca urmare a consumurilor de energie și
- $\frac{2}{3}$ din emisiile de "halo" - carbon.

Dacă **modificarea climatului se dovedește ireversibilă, reducerea acestei evoluții este însă posibilă**, prin diminuarea semnificativă a emisiilor de gaze cu efect de seră. Deoarece absorbanții naturali de CO₂¹⁸ nu pot absorbi decât puțin mai mult de jumătate din cantitatea produsă de activitatea umană (nivelul din 2000), iar pe de altă parte durata de viață a bioxidului de carbon în atmosferă este de ordinul secolelor, pentru stabilizarea concentrației de CO₂ la nivelul actual, ar trebui redusă urgent emisia de gaz cu 50 % până la 70 %.

Deși această reducere este imposibil de realizat brusc¹⁹, la nivelul factorilor de decizie în domeniul politicilor energetice, s-a căzut de acord, că trebuie, totuși, să se acționeze urgent²⁰, prin promovarea unor măsuri eficiente de stabilizare.

Astfel de măsuri au fost deja promovate:

- 1) directiva europeană privind performanța energetică a clădirilor, respectiv promovarea clădirilor "Net Zero Buildings Energy" / "cu bilanț energetic nul";
- 2) creșterea eficienței energetice a utilizatorilor finali, echipamentelor și sistemelor de generare – transport și utilizare a energiei;
- 3) captarea CO₂, stocarea și valorificarea acestuia.

Notă: În ultimii 10 ani, după impunerea unor măsuri de reducere a degajărilor de CO₂, specialiștii au monitorizat stratul de ozon de la poli și recent (iunie 2016) au afirmat că gaura se închide treptat, iar dacă vor fi menținute măsurile și nu vor apare evenimente neprevăzute, atunci stratul de ozon va fi "vindecat" până în 2050 (Sarah Knapton, 2016).

de cazuri cu temperaturi maxime zilnice egale sau mai mari de 40 °C. La Calafat, în luna iulie s-a atins temperatura de 44 °C. Temperatura maximă absolută a verii s-a înregistrat în toate cele trei luni (la 53 stații în iunie, 94 stații în iulie și la 17 stații în august). A fost atins numărul maxim lunar de zile consecutive caniculare, în care s-au înregistrat temperaturi de peste 35 °C și de nopți consecutive tropicale, cu temperaturi mai mari de 20 °C. Astfel, anul 2007 este considerat un an al fenomenelor meteorologice extreme.

¹⁸ solurile, arborii și oceanele

¹⁹ sunt necesare mai multe generații pentru obținerea stabilizării concentrațiilor de CO₂ la un nivel acceptabil

²⁰ deoarece ne găsim în fața unei probleme cumulative

2.3. Contextul tehnologic

Evoluția spectaculoasă a tehnologiilor din ultimele două decenii a creat premisele unui salt calitativ în mai toate sectoarele economice, inclusiv în domeniul echipamentelor de valorificare a energiei regenerabile. Astfel, au cunoscut o evoluție remarcabilă atât echipamentele, sistemele de valorificare cât și soluțiile de integrare în clădiri. Printre cele mai noi echipamente dezvoltate am reținut:

- echipamente de conversie a energiei solare:
 - *pentru conversie termică*: s-au dezvoltat colectoarele cu tuburi vidate și cu tuburi termice, care au randamente net superioare colectoarelor plane din generația anterioară;
 - *pentru conversie fotovoltaică*: s-au dezvoltat sisteme cu randamente superioare, în soluții constructive care permit integrarea în fațade și acoperișuri;
 - *pentru conversie hibridă*: s-au dezvoltat sisteme care reunesc, într-un spațiu redus, caracteristicile ambelor tipuri de sisteme de conversie (termică, electrică);
- pompe de căldură cu o largă gamă de puteri, cu valori ale coeficientului de performanță (COP) ridicate (în prezent sunt disponibile pompe de căldură cu COP=9 și sunt pe cale de perfecționare pompele de căldură electrostatice, cu COP≅14);
- turbine eoliene:
 - cu o largă gamă de puteri și randamente ridicate (apropiate de limita teoretică), stabile, cu geometrii adaptabile pentru diferite amplasamente;
 - turbine eoliene de mică putere și cu randamente ridicate (apropiate de limita teoretică), stabile, cu geometrii adaptabile pentru diferite amplasamente;
 - microcentrale de cogenerare a energiei;
 - centrale atomice de mică putere;
 - centrale de valorificare a biomasei;
 - sisteme de producere și valorificare a hidrogenului.

Este dificilă identificarea tehnologiilor care vor juca un rol determinant în viitor în lupta împotriva efectului de seră. Un posibil viitorul sistem energetic, cu slabe emisii de gaz cu efect de seră, va avea la bază probabil o combinație de resurse energetice primare, de conversie de energie, care se vor regăsi sub forme diferite în diverse regiuni ale lumii.

S-au conturat totuși câteva tendințe de evoluție în viitor a sectorului nostru energetic:

- O creștere a părții de energii regenerabile este previzibilă, dar importanța sa va depinde de reducerea costurilor și de progresele realizate în stocarea masivă de electricitate, care va permite integrarea în rețelele electrice a unor cantități mari de energie produsă discontinuu și distribuită. Pe termen lung, este puțin probabil ca fiecare din sursele de energie regenerabile să depășească 10% din necesarul mondial de energie, dar după previziunile cele mai optimiste combinația lor le-ar putea permite atingerea ponderii de 30 până la 50% din piață, către jumătatea secolului (la începutul anilor 2000, ansamblul energiilor regenerabile reprezenta 10% din producția energetică). Utilizarea vectorului energetic "hidrogen" în lanțurile energetice de valorificare a energiilor regenerabile va contribui la creșterea eficienței sistemelor și la eliminarea problemelor legate de intermitența celor mai multe surse de energie regenerabilă (hidrogenul poate fi folosit ca mediu de stocare a energiei);
- Energiile pe bază de combustibili fosili vor fi utilizate încă pe perioada mai multor zeci de ani, fiind favorizate resursele cu conținut redus de carbon (cum ar fi gazul natural). Captarea și stocarea bioxidului de carbon în condiții acceptabile din punct de vedere economic constituie singura opțiune tehnologică susceptibilă să autorizeze utilizarea resurselor fosile, limitând totodată concentrația de CO₂ în atmosferă, în așteptarea unor evoluții tehnologice importante;
- Energia nucleară nu generează CO₂, cu excepția CO₂ emis în timpul construcției centralelor și în procesul îmbogățirii uraniului consumat în aceste centrale. Acest tip de energie va continua să fie dezvoltat într-un anumit număr de țări, printre care și Franța, prin intermediul unui tratament satisfăcător al deșeurilor, dezvoltării unor noi generații de reactoare mai sigure, apoi pe termen

- lung prin dezvoltarea fuziunii nucleare, ale cărei perspective se conturează tocmai spre anul 2050;
- Dezvoltarea reactoarelor cu combustie ar putea permite dezvoltarea unei "economii de hidrogen". Producerea de hidrogen nu generează CO₂, dacă hidrogenul este produs plecând de la energii regenerabile, nucleare sau fosile cu reținerea CO₂. Statele Unite ale Americii, care nu au ratificat tratatul de la Kyoto deoarece l-au considerat un factor de constrângere pentru economia lor, au lansat în 2003 un ambițios program de cercetare menit a reduce costurile producției de hidrogen, controlul emisiilor de gaz cu efect de seră, coordonarea stocării acestora și reducerea costului reactoarelor cu combustie;
 - În concluzie controlarea emisiilor de gaz cu efect de seră nu se poate concretiza fără programe importante de eficientizare energetică în sectoarele de construcții, industrie și transporturi. Scopul este de a utiliza mai puțină energie pentru satisfacerea aceluiași necesități.

2.4. Contextul economic

Din punct de vedere economic, ne aflăm într-un moment caracterizat prin: circulația liberă a mărfurilor; supraproducție de echipamente și materiale; mână de lucru disponibilă; costuri relative accesibile ale produselor și manoperei; prețuri mari ale energiei produse prin arderea combustibililor, datorită politicilor energetice. Strategic, în cadrul politicilor pentru viitor se prevede o creștere exponențială a acestor prețuri. În raport cu aceste caracteristici rezultă că, în prezent, este mult mai rentabil a investi pentru realizarea clădirilor cu tehnologii și echipamente performante și consumuri energetice minime asigurate din surse regenerabile.

2.5. Contextul social

Ca o consecință a crizei energetice și financiare, omenirea trece în prezent și printr-o criză socială. Trecerea la o nouă generație de clădiri, respectiv dezvoltarea sectorului construcțiilor, corelat cu acțiuni de promovare a unor sisteme energetice de valorificare a resurselor energetice regenerabile ar putea genera și locuri de muncă. Și dacă la aceste măsuri se mai adaugă promovarea unor politici adecvate de stabilire a prețurilor energiei curate și măsuri de creștere a autonomiei energetice și securizării alimentării se creează premisele reale de diminuare a crizelor sociale.

2.6. Contextul politic

Energia a fost, este și poate rămâne, încă pentru mult timp o "armă", care poate fi manevrată foarte abil la nivel mondial, iar politicile zonale se fac și desfac și funcție de resursele energetice. Este de dorit deci, pe cât posibil, ca în cadrul unor politici responsabile în domeniul energetic să existe soluții de reducere la minim a dependențelor energetice, prin reducerea consumurilor de energie și orientarea spre energiile regenerabile.

2.7. Contextul geografic

Din punct de vedere geografic, România, se caracterizează printr-un relief și o climă variată, cu particularități diferite de la o zonă la alta, precum și față de celelalte țări europene. De aceea, identificarea și promovarea celor mai adecvate sisteme de generare a energiei, în corelație cu disponibilul de resurse locale și realizarea unor sisteme energetice integrate, corelat cu realizarea unor clădiri performante din punct de vedere energetic impune o mare responsabilitate specialiștilor din domeniu, deoarece, adoptarea unor modele/soluții inadecvate ar putea conduce la rezultate contrarii.

3. Politici energetice privind conservarea energiei și utilizarea formelor regenerabile de energie

Scopul general al oricărei politici energetice constă în *realizarea unui ECHILIBRU între CEREREA și OFERTA de ENERGIE în condiții suportabile din punct de vedere social și ecologic.*

În acest sens se poate acționa la cei doi poli (inițial și final) ai vectorului energetic respectiv asupra cererii și a ofertei.

Oferta de energie. Acțiunile în această direcție trebuie să conducă spre tehnologii de valorificare intensivă și eficientă a resurselor disponibile, extinderea utilizării formelor regenerabile de energie și identificarea unor noi surse, alternative, capabile să compenseze efectul reducerii inevitabile a rezervelor actuale.

Cererea de energie. Politică orientată spre cererea de energie trebuie să promoveze acțiuni stimulativă pentru raționalizarea/diminuarea consumurilor și pentru conservarea/economisirea energiei.

Politica de eficiență energetică poate lua diferite forme, în corelație cu structura societății și a tipului de economie în care se aplică și are ca principale obiective: *siguranța surselor de aprovizionare cu energie; protecția mediului și, competitivitatea.*

În contextul **economiei de piață**, politica de eficiență energetică se bazează pe **elemente promoționale și motivaționale**²¹.

3.1. Politici energetice în Europa

Uniunea Europeană (UE) și majoritatea țărilor din componența ei, datorită particularităților nefavorabile referitoare la resursele energetice clasice, au avut, încă de la constituire, o politică constantă de creștere a eficienței energetice²². Încă de la începutul anilor 1990, UE s-a amplasat în poziția de lider mondial în administrarea mediului. Consiliul UE consideră că peste 70 % din reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră (GES) provenite din arderea combustibililor poate fi obținută pe seama sporirii eficienței energetice, valorificării SER și trecerii la combustibilii alternativi.

Directivile promovate au vizat aspecte diferite, legate strict de clădire, de materiale, de echipamente, de sistemele care le deservește precum și de mediul înconjurător. Amintim în acest sens Directivile europene adoptate cronologic în ultimii ani de către Consiliul UE care vizează, într-o măsură mai mare sau mai mică, clădirile și sistemele de instalații aferente acestora și care au fost/sunt operabile/vor fi în curs de aplicare:

- *Directiva 2001/77/EC* referitoare la promovarea electricității produse din resurse energetice regenerabile;
- *Directiva 2002/91/EC* cu privire la performanțele energetice ale clădirilor;
- *Directiva 2003/30/EC* cu privire la promovarea biocombustibilului în transport;
- *Directiva 2004/8/EC* cu privire la promovarea cogenerării;
- *Directiva 2006/32/EC* cu privire la eficacitatea consumului final de energie și serviciile energetice ș.a.;
- *Directiva 2008/EC*, referitoare la utilizarea surselor regenerabile de energie care include prevederile directivelor anterioare referitoare la promovarea electricității produse din surse regenerabile de energie, a biocombustibililor în transport și în plus măsuri de promovare a utilizării energiilor regenerabile în sector termic, pentru încălzire și răcire, care vizează în special domeniul clădirilor;
- Propunerea de revizuire și comasare a directivelor privind cogenerarea de energie termică și electrică (*Directiva 2006/32/CE PCCE, Directiva 2004/8/CE*) din iunie 2011;
- *Directiva 2010/31/UE* privind performanța energetică a clădirilor;
- *Directiva* privind promovarea surselor de energie regenerabilă;
- *Directiva 2009/125/CE* privind proiectarea ecologică;
- *Directiva 2010/30/UE* privind etichetarea energetică;
- *Directiva europeană* privind stocajul geologic al CO₂;
- *Regulamentul (CE) nr. 2009/888* privind etichetarea ecologică.
- *Directiva 2012 /27 / EC* din 25 oct. 2012 (*EED*), referitoare la *eficiența energetică*.

²¹ *Motivația principală* este oferită de dorința consumatorilor de energie de a rezista în condițiile concurențiale prin *reducerea costurilor*, în general, și a celor *energetice* în special. Atât *elementele promoționale cât și cele motivaționale* trebuie să aibă în vedere, printre altele și capacitatea de plată determinată de puterea de cumpărare, pentru consumatorii casnici. În acest context, se recomandă o politică promoțională alături de una motivațională, care să ofere *măsuri colaterale capabile să determine adaptarea consumatorilor într-o perioadă de timp*. Într-o astfel de abordare, statul trebuie implicat ca și **PARTENER al consumatorilor**, acesta trebuind să-și asume responsabilitatea finanțării mecanismelor de adaptare.

²² intensitatea energetică era, în 2006 cca. 10 MJ/Euro, sau cca. 7,75 MJ/US\$

În martie 2007, Consiliul UE și-a luat angajamentul de a reduce până în anul 2020 emisiile de gaze cu efect de seră (GES) cu 20 % în raport cu anul 1990. În aceste condiții, potențialul de economisire a energiei până în anul 2020, pe sectoare, este apreciat de CE a fi: clădiri (rezidențiale, comerciale etc.) – 28 %; transport – 26 %; industrie – 25 %.

În 2008 s-au stabilit o serie de exigențe obiective menite să amelioreze impactul asupra mediului și respectiv să reducă consumul de energie. Tripla țintă fixată atunci pentru anul 2020—20/20/20²³ a fost reanalizată în 2010 și revizuită prin creșterea exigențelor și reformularea problemelor legate de emisiile de CO₂. În urma analizei au fost identificate posibilitățile de creștere a eficienței energetice și faptul că cel mai mare potențial de reducere a consumurilor de energie pe baza creșterii eficienței energetice/[EE], cca. 16%, se află la nivelul clădirilor.

Măsurile de economisire a energiei se bazează pe un șir de măsuri prioritare, dintre care o parte vizează în special domeniul clădirilor:

- **Reducerea consumului final de energie în clădiri.** În acest sens s-a prevăzut:
 - *extinderea Directivei 2002/91/EC asupra clădirilor mici;*
 - *crearea standardelor minimale de eficacitate pentru clădirile nou-construite și cele reconstruite;*
 - *promovarea așa numitor „NZEB”/”case cu degajări de noxe/bilanț energetic nul”.*
- **Perfecționarea echipamentelor și a aparatelor care utilizează energie** în două direcții:
 - modul de standardizare a aparatelor, care să includă și indicatori de performanță energetică;
 - sistemul de evaluare a indicatorilor / indicilor energetici și de marcaj a acestora.
- **Aprobarea limitelor minime ale eficienței energetice** pentru instalațiile ergo-generatoare, instalațiile de încălzire și răcire, cu puterea mai mică de 20 MW și, chiar și pentru cele cu puteri și mai mari.
- **Aplicarea măsurilor care ar atrage investiții de sporire a eficienței energetice**, în companiile de prestare a serviciilor energetice (ESCO).
- **Introducerea unei convenții - cadru internaționale cu privire la eficiența energetică.**
- Utilizarea fondurilor structurale și a fondurilor de consolidare pentru ajutorarea regiunilor mai sărace, mai ales a țărilor nou intrate în UE.
- Implementarea unui șir de măsuri în scopul sporirii informării societății referitor la importanța eficienței energetice și introducerea programelor de studii în domeniile energiei și a schimbărilor climatice.

Planul de dezvoltare a energiei regenerabile, publicat de CE în ianuarie 2007, determină o perspectivă de lungă durată a surselor regenerabile de energie în UE. Prin acest plan s-a propus fixarea, pentru fiecare stat membru al UE, a unor niveluri obligatorii ale ponderii energiilor regenerabile în balanța energetică globală a acestora pentru anul 2020, astfel încât să se atingă obiectivul global al UE de 20 % energie produsă în 2020²⁴ din energiile regenerabile. Relativ recent, UE și-a propus să-și întărească rolul de lider mondial în politicile de mediu pe baza reducerii degajărilor de noxe în anul 2050 cu 95% față de anul 2000. Foarte recent, în cadrul platformei 100% energie regenerabilă s-a propus realizarea acestui obiectiv până în 2050.

3.2. Politici energetice în România

În România, țară membră a UE din 2007, politicile adoptate la nivelul UE au fost preluate și în politicile naționale. La nivelul anului 2005:

- structura consumului de energie era: cărbune → 23 %, gaze naturale → 36,4 %, țiței și produse petroliere → 24,2 %, hidro și altele → 16,4 %. Iar structura de producere a energiei electrice a fost: CNE → 9,3 %, CTE pe cărbune → 36,9 %, CTE pe hidrocarburi → 19,0 %, CHE și alte RER → 34,5 %. Această structură relevă necesitatea introducerii accelerate a măsurilor din politicile energetice europene.

²³ Sub 20%, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră ale UE sub nivelul din 1990; 20% din consumul de energie al UE să provină din resurse regenerabile; o reducere cu cel puțin 20% din consumul de energie primară comparativ cu nivelurile planificate pe baza creșterii eficienței energetice.

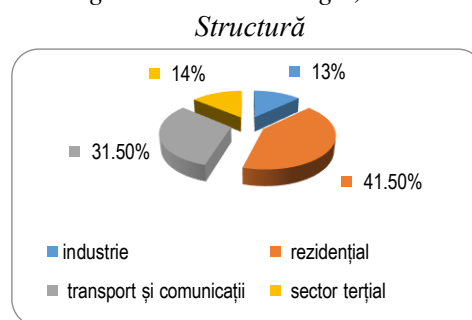
²⁴ Pentru obținerea acestui obiectiv global vor fi necesare mijloace financiare suplimentare de 10-18 miliarde Euro pe an

- intensitatea energetică reprezenta 0,492 tep/mia de Euro (15,5 MJ/USD) - de peste 3 ori mai mult decât media pe UE \Rightarrow existența unui potențial mare de reducere a consumului de resurse primare. Potențialul de economisire a energiei²⁵ este apreciat la 28,6 PJ/an (6823 ktep/an) (Tab.4). Structura acestui potențial relevă faptul că în sectorul rezidențial consumul de energie este important, fiind necesare schimbări majore.

Tab. 4. Potențialul de economisire a energiei conform strategiei naționale în domeniul EE

Potențial de economisire a energiei		
Sector	Mediu în (%) din consum	Maxim (ktep/an)
Industrie	13 (10 – 17)	1590
Rezidențial	41,5 (35 – 50)	3600
Transport și comunicații	31,5 (30 – 35)	1390
Sector terțiar	14 (13 – 19)	243
TOTAL	100	6823

Fig. 10. Consum energie, 2006.



România are un potențial energetic relativ ridicat de valorificare a biomasei, energiei hidraulice, eoliene, solar-termice (tabelul 5). În structura acestui potențial, biomasa (constituită din reziduuri din exploatarea forestieră, deșeuri de lemn – rumeguș și alte resturi de lemn, deșeuri agricole, biogaz, deșeuri și reziduuri menajere urbane ocupă o pondere ridicată) se detașează net ca potențial.

Tab. 5. Potențialul energetic al surselor regenerabile de energie din România

Sursa	PJ/an	Sursa	PJ/an
Solară: termo ²⁶	60,00	Hidraulică ²⁷	129,60
Solară: electro ²⁸	4,32	Bio ²⁹	318,00
Eoliană ³⁰	82,80	Geotermală ³¹	7,00

Obiectivele generale ale *Strategiei naționale de valorificare a surselor regenerabile de energie pe termen mediu și lung* au în vedere următoarele acțiuni:

- integrarea surselor regenerabile de energie în structura sistemului energetic național;
- elaborarea și implementarea cadrului legislativ, instituțional și organizatoric adecvat;
- elaborarea de programe de cercetare-dezvoltare orientate în direcția accelerării procesului de integrare a surselor regenerabile de energie în sistemul energetic național;
- transferul de tehnologii neconvenționale, cu norme de aplicare, atestare și certificare conform standardelor internaționale în vigoare;
- diminuarea barierelor tehnico-funcționale și psiho-sociale în procesul de valorificare a surselor regenerabile de energie, simultan cu identificarea elementelor de cost și de eficiență economică;
- identificarea de surse de finanțare pentru susținerea și dezvoltarea aplicațiilor de valorificare a surselor regenerabile de energie, cu facilitarea accesului pentru capitalul străin;
- asigurarea, după caz, a alimentării cu energie a comunităților izolate prin valorificarea potențialului surselor regenerabile locale.

Prin O.U.G. nr. 25/2008 în România, în avans față de alte țări europene, s-au introdus la

²⁵ Eficient din punct de vedere al costurilor

²⁶ Există un potențial ridicat pentru zonele de SV, S și SE din afara lanțului carpatic, iar domeniul de utilizare recomandat este prepararea apei calde de consum și a agentului termic

²⁷ La finele anului 2006, puterea instalată în centrale hidraulice era de 6.346 MW, energia de proiect pentru anul hidrologic mediu fiind evaluată la 17.340 GWh/an. Astfel, gradul de valorificare al potențialului tehnic amenajabil este în prezent de 48%, iar al potențialului economic amenajabil este de 57,8%

²⁸ Există un potențial ridicat pentru zonele de SV, S și SE din afara lanțului carpatic

²⁹ În consumul curent de biomasă din România. În regim de exploatare energetică, se află peste 550 cazane industriale, zeci de cazane de apă caldă pentru încălzirea urbană, cca. 24 milioane de sobe sau cuptoare pentru încălzirea locuințelor individuale sau prepararea hranei ș.a.

³⁰ Există un potențial ridicat pentru zona SE (Tulcea, Dobrogea...)

³¹ Există un potențial ridicat pentru zonele Bihor și Banat.

finanțare, din fondul pentru mediu, persoanele fizice și asociațiile de locatari³².

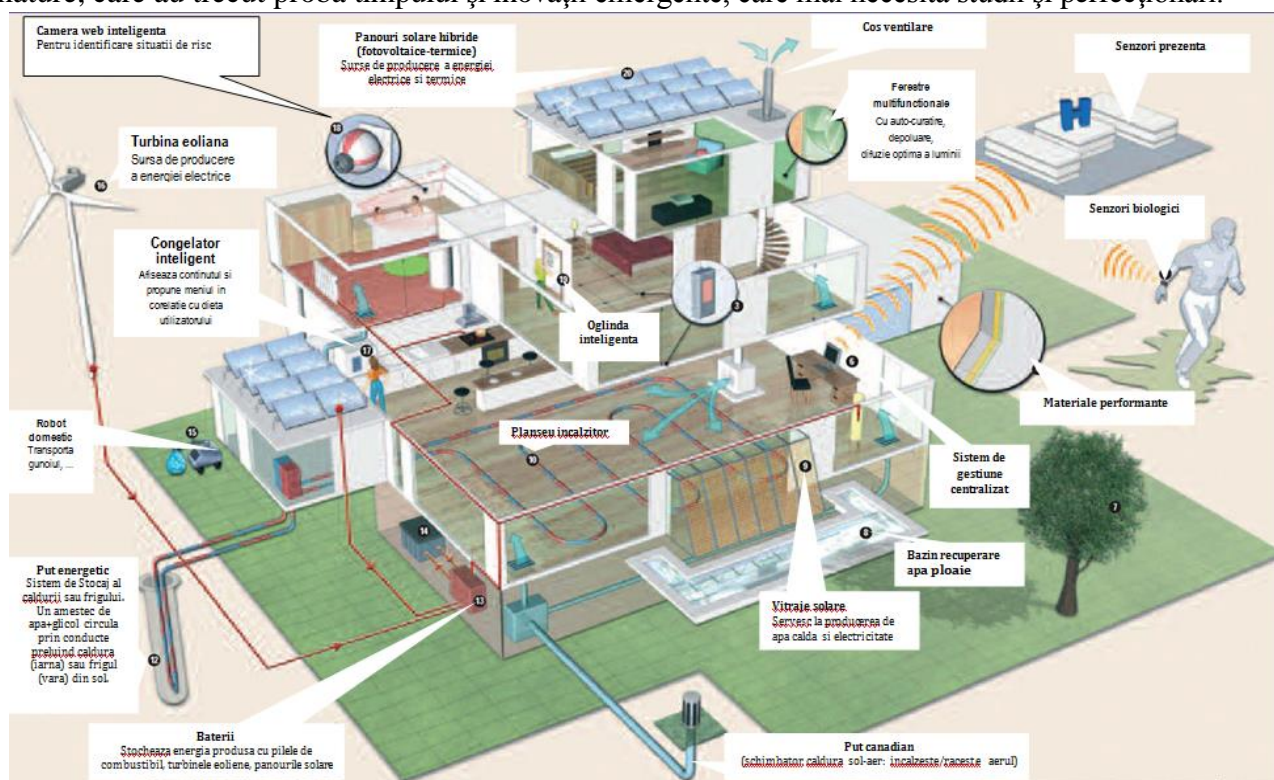
În raport cu aceste realități, pentru evitarea efectelor negative majore care ar putea să apară ca urmare a reducerii drastice a resurselor de energie, se impun, în mod corelat, măsuri capabile să asigure:

- creșterea performanțelor energetice ale clădirilor și instalațiilor aferente³³;
- dezvoltarea tehnologiilor de valorificare a surselor de energie regenerabile, în sisteme active și pasive;
- prospectarea unor noi materiale și soluții tehnologice capabile să diminueze consumurile energetice

3.3. Clădirile și energia. Tendință de evoluție.

În cadrul strategiilor de dezvoltare durabilă, a programelor cadru de cercetare europeană și a platformei europene de cercetare în domeniul construcțiilor s-au fixat direcțiile de dezvoltare și cercetare, direcții care au în centrul lor preocupările pentru creșterea performanței energetice.

O imagine sugestivă a stadiului cercetărilor și direcțiilor de dezvoltare în domeniul clădirilor este prezentată în figura 11. Se poate observa faptul că cercetările recente în domeniul clădirilor ne pun în fața unei adevărate revoluții conceptuale și tehnologice. Totuși, putem afirma că există inovații mature, care au trecut proba timpului și inovații emergente, care mai necesită studii și perfecționări.



– Fig. 11. Direcțiile de cercetare în domeniul clădirilor

– (Conferința PREBAT a platformei tehnologice europene în domeniul construcțiilor, 2006)

– Referitor la sistemele de generare a energiei: s-au promovat sisteme integrate de generare și utilizare a energiei din surse regenerabile (solară, geo-termală, biomasă, eoliană...), pentru una (energie electrică) sau mai multe funcțiuni (energie termică + apă caldă de consum, energie electrică + apă caldă de consum); s-au dezvoltat soluții de integrare a panourilor/celulelor fotovoltaice în fațadă (acoperișuri, pereți, ferestre); s-au dezvoltat: kituri / sisteme solare combinate (preparare a.c.c. + planșeu încălzitor), panouri solare hibride (termic + fotovoltaic); s-au studiat diferite soluții de stocaj a energiei electrice și termice, în special pentru cea generată prin valorificarea energiei solare: stocajul diurn, săptămânal, sezonier; s-au promovat unități de micro-co-generare a energiei.

³² Aceste categorii de beneficiari au putut accesa finanțări în cuantum de 90% pentru înlocuirea sau completarea sistemelor clasice de încălzire cu sisteme care utilizează energia solară, energia eoliană și energia geotermală.

³³ Promovarea directivei europene privind eficacitatea energetică a clădirilor și a normelor europene care să pună în practică prevederile directivei europene, precum și a normelor naționale care să includă particularitățile statelor respective.

- **Referitor la echipamente:** au crescut performanțele globale ale acestora, inclusiv cele energetice prin asocierea cu sisteme de adaptare la cereri de consum variabile (pompe / ventilatoare cu turație variabilă).
- **Referitor la sisteme de gestiune performantă:** au fost concepute sisteme automatizate de control și conducere a tuturor categoriilor de instalații, în regim dinamic, corelat cu variația parametrilor climatici și de confort interior, prin care să se poată reduce consumurile de energie.
- **Referitor la metodele de proiectare:** s-au dezvoltat softuri pentru modelarea și optimizarea soluțiilor prin simulare numerică.

În figura 11 se prezintă o organigramă a energiilor curate: se observă rolul energiilor regenerabile

4. Re-surse energetice cu potențial de valorificare pe teritoriul româniei

4.1. Resurse energetice primare

Resursele energetice pot avea diferite proveniențe, diferite grade de reproductivitate și prin utilizarea acestora la generarea energiei pot contribui mai mult sau mai puțin la afectarea mediului înconjurător.

În raport cu proveniența și capacitatea de reproductibilitate, resursele energetice primare se pot clasifica conform tabelului 6.

Tab. 6. Resurse energetice primare

Categorია de clasificare	Natura sursei de energie		
	Epuizabilă	Regenerabilă	Recuperabilă
☞ Convenționale	– Combustibili fosili	– Hidraulică	– Gaze petroliere lichefiate
☞ Neconvenționale	– Combustibili nucleari	– Solară – Eoliană – Geotermală – Mareelor	– Biogaz – Deșeuri solide – Deșeuri termice
☞ Alternative		– Biomasă	– Hidrogen – Bioetanol – Biodisel

În raport cu efectele utilizării resursele primare de energie asupra mediului, acestea se pot caracteriza și prin atributul de ”energii curate”/”verzi”. În literatura de specialitate, prin noțiunea de “**energii curate**” se înțelege ceva mai mult și anume: *ansamblul produselor, proceselor și serviciilor care sunt concepute pentru a permite utilizarea durabilă a energiei*. Elementele cheie includ producerea curată de energie electrică, transport curat, produse care folosesc eficient energia, procesele care reduc cererea de energie.

Resursele de energie regenerabile sunt resursele energetice care se regenerează de la sine în scurt timp, sau cele care, la scara timpului unei generații sunt practic inepuizabile. Din această categorie fac parte: soarele, vântul, oceanele și plante.

Formele de energie primară regenerabilă sunt generate în mod direct sau indirect de interacțiunea radiației solare cu Pământul (atmosfera și scoarța terestră), sau de energia internă a Pământului (fig. 12).

Diferitele forme de energie regenerabilă își au originea în cele trei surse principale:

- *helio -radiații/radiația solară;*
 - convertită în *mod direct*³⁴ în;
 - ✓ *energie termică*, prin conversia termică;
 - ✓ *energie electrică*, prin conversia foto-voltaică;
 - convertită în *mod indirect*³⁵, în:
 - ✓ *energie hidro*: cca. 1/3 din energia solară terestră este consumată de ciclul hidrologic de evaporare și precipitații, care alimentează râurile, iar energia cinetică și potențială a acestora poate contribui la acționarea turbinelor și generarea energiei electrice;

³⁴ Cea mai mare parte a potențialului de energie regenerabilă provine de la radiația solară.

³⁵ Prin determinarea de diferențe de temperatură/presiune în zone între care se inițiază deplasări de mase de aer/apă și procese de evaporare-condensare a apei (vapori, ape de suprafață) aflată în contact cu atmosfera terestră

- ✓ *energia maselor de aer și apă*: care se deplasează de la zonele cu presiune mai mare (temperatură mai mică) spre zonele cu presiune mai mică (temperatură mai mare), formând vânturile/valurile a căror energie cinetică poate fi utilizată pentru antrenarea turbinelor eoliene/hidraulice și generarea energiei electrice;
- ✓ *energie "bio"*: prin conversia radiației solare în carbohidrați; prin procesul de fotosinteză, la nivelul plantelor, se pot genera "bio" – combustibilii (*biodiesel, bioetanol, biogaz*);
- ✓ *energie potențială osmotică*;
- *căldura din interiorul Pământului*:
- *căldura provenită din reacțiile termonucleare din interiorul Pământului/geotermală*, valorificabilă:
 - a) în energie termică, când este disponibilă natural, la suprafața solului;
 - b) prin centrale geo-termale în energie electrică, când aceasta este extrasă de la adâncime;
- *forțele gravitaționale între Pământ, Soare, Lună și alte stele*, care generează fluxul/refluxul maselor de apă, fenomen ce poate fi valorificat din punct de vedere energetic, prin diferite dispozitive de conversie a energiei cinetice în energie electrică.

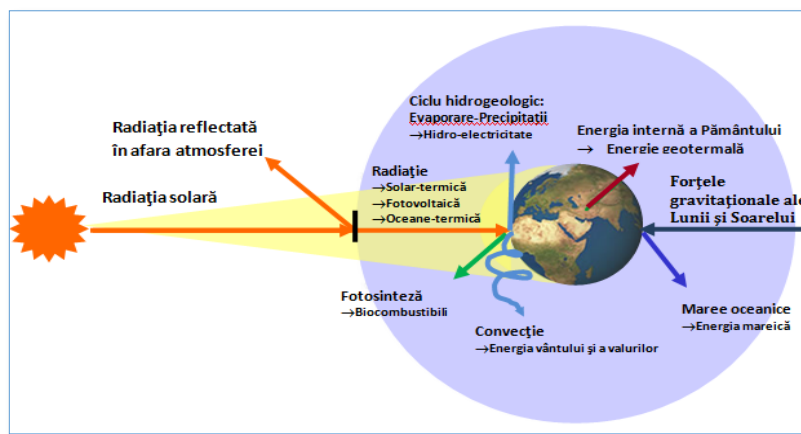


Fig. 12. Organigrama "formelor de energie regenerabile"

Într-un bilanț energetic global, radiația solară care nu se consumă în utilizările indirecte, este disponibilă pentru conversie în energie prin încălzirea maselor de apă ale oceanelor sau prin captatoarele termice sau fotovoltaice. Pentru a se extrage energia din resursele de energie regenerabile se utilizează diferite tehnologii de conversie a energiei primare în forme de energie care se pot valorifica și respectiv utiliza ușor. În general aceste forme sunt energia termică și energia electrică.

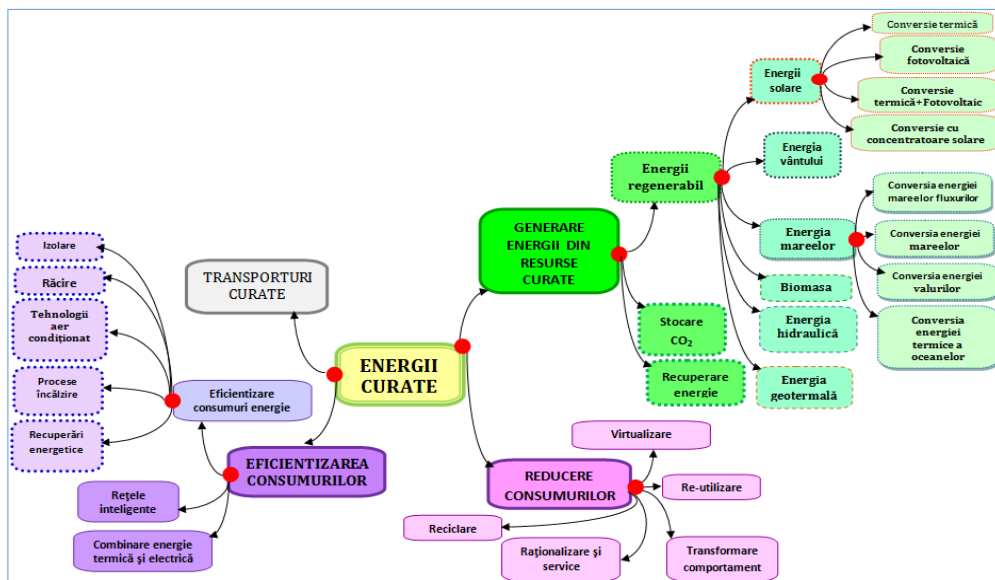


Fig. 13. Organigrama "energiilor curate"

Până în prezent, s-a acordat o mare atenție conversiei resurselor de energie regenerabilă în energie electrică (forma de energie consumabilă cea mai versatilă în utilizare). Totuși, energia electrică produsă, din oricare sursă de energie regenerabilă nu poate fi stocată și trebuie consumată instantaneu. Resursele de energie regenerabilă au în general un caracter intermitent ceea ce impune fie stocarea energiei produsă în perioadele cu disponibilitate a resurselor, fie dirijarea acesteia către alți consumatori, cu regim de funcționare flexibil în timp (pomparea apei până la lacuri de munte sau reîncărcare baterii). În ultimul timp se investește tot mai mult în tehnologiile de generare a hidrogenului, care s-a demonstrat a fi un vector energetic universal: se poate produce din oricare resursă primară; se poate stoca; se poate utiliza la generarea de energie termică și electrică. Hidrogenul este practic un combustibil fabricat de om. Actualmente **resursele de energie regenerabile** sunt în mod inegal valorificate, dar există o tendință certă și concretă care arată că se investește insistent în această, relativ nouă, ramură energetică și în special la nivel european. Eficacitatea valorificării unei anumite forme de energie depinde de circumstanțe – cum ar fi localizarea geografică, spațiul disponibil, costurile de capital, costurile operaționale – și de preocupările legate de mediu. Pentru comparații brute ale avantajelor și respectiv recomandărilor de utilizare a acestor forme de energie se prezintă tabelul 7. În figura 14 se prezintă lanțul de valorificare a ”formelor primare” de energie regenerabile. *Eficiența anuală a resurselor primare de energie regenerabilă* este prezentată sintetic în figura 15.

Tab. 7. Criterii de selectare a resurselor de energie regenerabilă (după: www.energy.eu)

Criterii selecție/analiza	Energia									
	Solară-fotovoltaică	Solară-termică	Bio-carburanți	Energie eoliară	Energia valurilor	Energia marcelor	Energia fluxului/refluxului apelor curgătoare	Energia Hidraulică	Geotermală	
Sursă	Soarele			Vântul		Forțele gravitaționale		Râuri	Căldură interioară	
Procesul/echipamentul de conversie	Fotovoltaice	Termică	Fotosinteza	Turbină	Dispozitiv de val	Turbine / Baraje	Turbină	Turbină	Sonde/Schimbătoare	
Unde?	Oriunde	Oriunde	Oriunde	În larg sau în apropierea coastelor	Oceanele	Câteva locații în lume	Lângă țărni, câteva locuri	Cele mai multe râuri	Câteva locuri (Oradea)	
Putere instalată	20GW			200GW	n/a		10MW			
Costul de capital [\$ / kW]	3.000 (PV) 5.000 (CPV)									
Costul maxim de energie [\$ / kWh]	0.28 (CPV)									
Factor de capacitate	25%			25 - 40%	25%		35-50%			
Factori de influență ai puterii	~ Radiația anuală			Viteza vântului (~V ³)	Înălțimea valurilor (H ²) - perioada undei	Înălțime (H ²)	Viteza de curgere (v ³)	Înălțime (H ²)	Temperatură	
Utilizarea terenurilor: (Consum specific anual de energie) (kWh / m ²)	~ 128		~ 30	~ 200				n/a		
Densitatea de putere a sursei (W / m ²)	1000			300 (la v=9m/s)			62500 (la v=5m/s)			

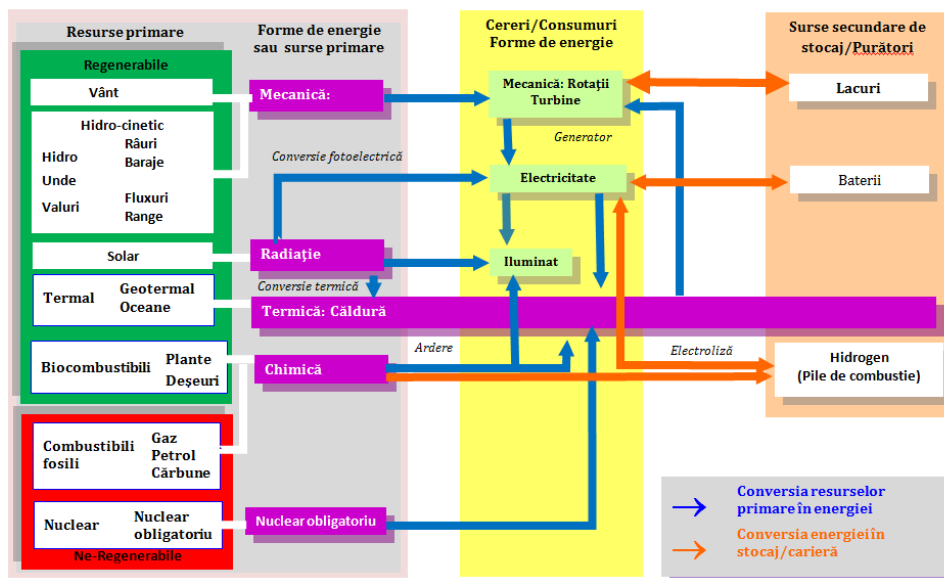


Fig. 14. Lanțul de valorificare a ”formelor primare” de energie regenerabile

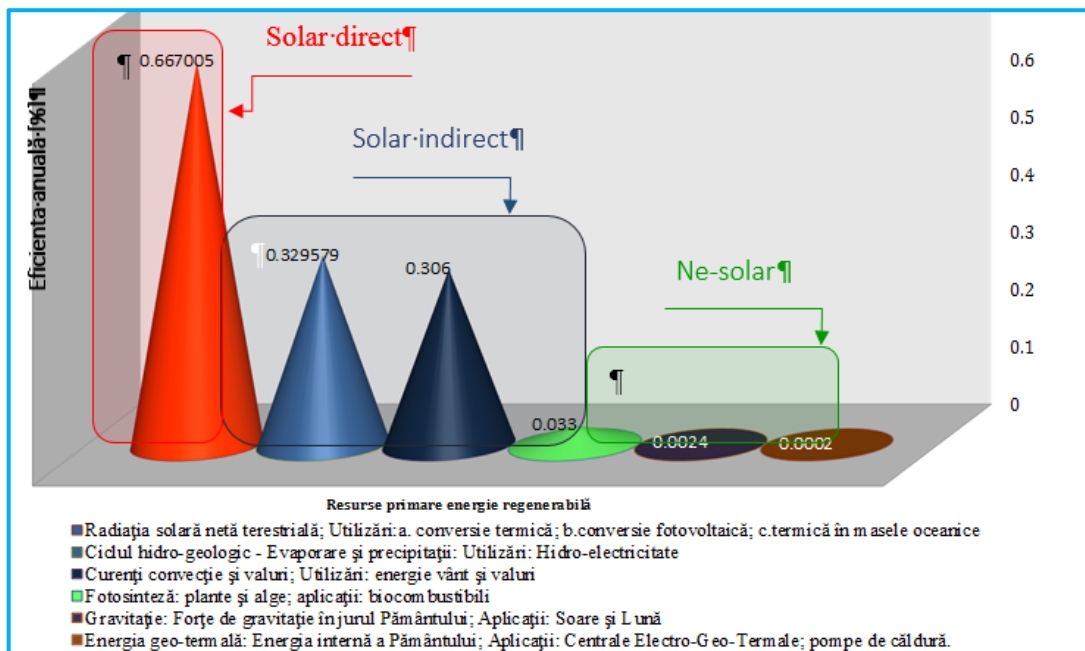


Fig. 15. Eficiența anuală a resurselor primare de energie regenerabilă

4.2. Re-Surse neconvenționale de energie

4.2.1. Re-Surse neconvenționale regenerabile de energie

4.2.1.1. Sursa solară

Durata de viață a astrului solar este de 5 miliarde de ani, ceea ce conduce la concluzia că, pe scara noastră a timpului, el reprezintă o energie inepuizabilă și deci regenerabilă. Energia totală captată de scoarța terestră este de $720 \cdot 10^6$ TWh pe an. Dar disponibilitatea acestei energii depinde de ciclul zi-noapte, de latitudinea locului unde este captată, de anotimpuri și de pătura noroasă.

Energia solară poate fi valorificată prin sisteme pasive sau active. Sistemele active convertesc energia solară receptată de echipamente specializate în acest sens în energie termică sau electrică.

- **Energia termică** obținută prin conversia termică poate fi transferată la diferite medii receptoare (sol; apă, mări, oceane, lacuri; elemente ale anvelopei clădirii; diferiți agenți purtători: apă, aer, apă cu agenți împotriva înghețului, ș.a.).

Mediul receptor își poate modifica nivelul de temperatură (în cazul captatoarelor solare termice temperatura agentului calo-portalor poate fi cuprinsă între $30^{\circ}\text{C} \div 200^{\circ}\text{C}$; în cazul apei de mare, în zonele tropicale, temperatura apei la suprafață poate atinge valori de cca. 25 până la 30°C) precum și starea fizică (a. materiale cu schimbare de fază pot vaporiza sau condensa dacă temperatura variază într-un domeniu caracteristic materialului; b. apa, din focarele captatoarelor cu concentrare vaporizează).

Extracția energiei din mediile receptoare sau agenții purtători se poate realiza cu ajutorul instalațiilor cu structură și componente adecvate mediului receptor, caracteristicilor acestuia și domeniului de utilizare

Energia termică obținută prin captarea energiei solare se poate utiliza

→ în mod direct, la producerea de apă caldă de consum, încălzire aer, preparare hrană, uscarea cerealelor ...

→ în mod indirect:

- la producerea de apă caldă, agent de încălzire, agent de răcire, sau o combinație între acești agenți, prin integrarea captatoarelor în scheme cu două sau mai multe circuite, prevăzute cu schimbătoare de căldură, rezervoare de stocaj, surse de aport, aparatură de comandă-control-reglaj; randamentele de valorificare sunt relativ bune, peste 50%;

- la producerea de energie electrică, prin integrarea captatoarelor cu concentrare în scheme clasice de generare a energiei electrice cu turbine cu abur (centrale electro-termice: CET);
- cazuri particulare de instalații de extracție a energiei solare din mediile receptoare sunt cele prin care se extrage energia solară acumulată în sol sau energia solară acumulată în apele de suprafață. Acestea au în general randamente de valorificare relativ reduse

• **Energia solară fotovoltaică** se bazează pe producerea directă de electricitate prin exploatarea fenomenului fotovoltaic în celulele fotovoltaice. Atunci când strălucește și când condițiile climatice sunt favorabile, soarele poate furniza o putere de 1 kW/m^2 . Panourile fotovoltaice permit convertirea directă în electricitate a energiei solare cu randamente diferite, în raport cu tipul panoului ($\eta=6-43 \%$). Producția de energie a unui astfel de panou variază odată cu creșterea sau scăderea intensității solare³⁶. Un acoperiș fotovoltaic de 5x4 metri are o putere de 3kW și produce 2-6 MWh/an³⁷. Principalele obstacole în utilizarea pe scară largă a energiei electrice produse prin valorificarea fotovoltaică sau termică a energiei solare le reprezintă, pe de o parte disponibilitatea de putere furnizată, care constrânge la stocarea electricității pentru o funcționare autonomă sau la utilizarea de soluții energetice complementare, iar pe de altă parte competitivitatea economică.

4.2.1.2. Sursa eoliană

Sursa *eoliană* disponibilă este evaluată pe scară mondială la 57.000 TWh pe an. Contribuția energiei eoliene off shore (în larg) este estimată la 25.000 - 30.000 TWh pe an, fiind limitată la locații care să nu depășească adâncimea de 50 m. Producerea mondială de electricitate în 2000, a fost de 15.000 TWh (ceea ce corespunde unei energii primare consumate de 40.000 TWh), rezultând un randament al ciclurilor termo-mecanice de 30-40%. Teoretic, energia de origine eoliană poate acoperi necesarul de electricitate pe plan mondial. În același timp, principalul inconvenient al acestei surse de energie, o reprezintă instabilitatea vântului. În perioadele de îngheț, ca și în cazul caniculei, cazuri în care cererea de energie este crescută, efectul produs de vânt este practic inexistent, fapt care a condus, în dezvoltarea instalațiilor eoliene, la cuplarea cu alte instalații de valorificare electrică a energiilor regenerabile caracterizate de un mai bun echilibru în funcționare, sau de sisteme de stocare a energiei electrice. Trebuie luat însă în calcul, în cazul sistemelor de stocare a energiei electrice de mare capacitate, prețul de cost ridicat al acestor sisteme, care sunt astăzi, în curs de dezvoltare.

Europa nu are decât 9% din potențialul eolian disponibil în lume, dar are 72% din puterea instalată în 2002. Ea a produs 50 TWh electricitate de origine eoliană în 2002, producția mondială fiind de 70 TWh. Potențialul eolian tehnic disponibil în Europa este de 5.000 TWh pe an.

4.2.1.3. Sursa hidro

Sursa hidro poate fi considerată prima sursă regenerabilă de electricitate valorificată. Potențialul mondial reprezintă un avantaj care trebuie exploatat. Producția de energie hidro la începutul anilor 2000 a fost de 2.700 TWh pe an, cu o putere instalată de 740 GW. Ea poate ajunge la 8.100 TWh în anul 2050 prin dublarea puterii instalate. Potențialul teoretic este de 36.000 TWh.

Sursa hidro de mare putere (cu o putere mai mare de 10 MW) este exploatată în proporție de 100% din potențialul său maxim în țările industrializate. Barajele permit stocarea de energie, furnizând-o în momentele de maximă necesitate a cererii. În diferite cazuri, bazinele de stocare a energiei în amonte sau în aval, permit o adevărată stocare de energie utilizând instalații de tip turbo-alternatoare reversibile care realizează pompajul în perioada ne-critică. Această formă de stocare a

³⁶ Exemplu: a. în Europa de Nord poate ajunge la cca. $100 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$, în timp ce în zona mediteraneană este de două ori mai mare.

³⁷ Un studiu de evaluare a potențialului de generare a energiei electrice din resurse neconvenționale de energie, realizat de către specialiștii francezi a condus la concluzia că: "Dacă cei 10.000 km^2 de acoperiș existenți în Franța ar fi utilizați ca generator solar, producția ar fi de $1.000 \text{ TWh}/\text{an}$, aproape dublul consumului final de electricitate în Franța la începutul anilor 2000 (450 TWh)".

energiei este foarte utilizată în lume³⁸. În România, înainte de 1989 s-a investit mult în valorificarea electrică a energiei hidro, construindu-se acumulări artificiale de mare capacitate și centrale hidro-electrice aservite. Cea mai mare hidrocentrală este amplasată pe Dunăre, la Porțile de Fier și are o putere instalată de 1080 MW.

Sursa hidro de mică putere (cu o putere inferioară 10 MW) este constituită în parte de centralele pe firul apei, funcționarea lor depinzând în mare măsură de debitul apei. Aceste mici centrale sunt utilizate entru o producție descentralizată. Producția mondială este estimată la 85 TWh³⁹.

Energia mareelor poate fi utilizată pentru a produce electricitate⁴⁰.

Valurile reprezintă imense zăcăminte de energie. Puterea medie anuală pe coasta Oceanului Atlantic este cuprinsă între 15 și 80 kW/m de coastă. Energia valurilor nu se poate folosi însă pe scară largă. Prototipuri de centrale de acest gen sunt astăzi în fază de analiză și testare.

4.2.1.4. Sursa geotermică

Temperatura planetei crește considerabil odată cu apropierea de centrul său. În anumite zone de pe planetă, la adâncime, se găsește apă la temperaturi foarte ridicate. *Geotermia de temperatură ridicată* (150 până la 300°C) presupune pomparea acestei ape la suprafață, unde, prin intermediul unor schimbătoare de căldură, se formează vapori, care sunt utilizați ulterior în turbine, ca și în cazul centralelor electro-termice clasice și astfel se produce electricitate.

Resursele *geotermice cu o temperatură scăzută* (mai mică de 100°C) sunt extrase cu ajutorul unor pompe termice, în scopul valorificării unei cantități de căldură pentru diferite necesități.

Potențialul geotermic natural este, în continuare, considerat limitat, deoarece există numeroase locații unde se întâlnește o temperatură foarte ridicată (mai mare de 200°C), dar nu există apă. Această resursă termică poate fi exploatată prin intermediul tehnologiei "*rocilor calde și uscate*", în curs de dezvoltare. Principiul constă în pomparea de apă prin intermediul primului puț către zonele de mare adâncime (mai mari de 3000m) corespunzătoare fisurilor din rocă. Această apă reîncălzită urcă prin intermediul unui al doilea puț și permite producerea de electricitate ca și în cazul centralelor termice clasice. Totuși, potențialul acestui tip de energie nu este precizat

4.2.2. Mecanisme de valorificare a resurselor energetice neconvenționale și alternative

Mecanismele de extragere a energiei din resursele energetice regenerabile primare sunt diferențiate în raport cu tipul resursei primare și forma de energie utilă la consumator și se realizează cu eficiențe diferite și cu impact diferit asupra mediului (deșeurii: solide, lichide, gazoase; reziduuri).

4.2.2.1. Re-Surse neconvenționale recuperabile de energie

Deșeurile termice și deșeurile solide se pot constitui în re-surse neconvenționale de energie.

Extragerea energiei din deșeurile termice se realizează în marea majoritate a cazurilor prin intermediul pompelor de căldură.

Extragerea energiei din deșeurile solide se poate realiza prin procesele de tratare a acestora, respectiv prin procese de ardere, sau procese de metanizare, urmate de procese de ardere.

Prin recuperarea sistematică a tuturor deșeurilor organice: *deșeurii menajere și industriale nereciclabile*, tratarea prin metanizare a *filtrelor de epurare și a deșeurilor agricole* se poate genera *biogaz* care, poate fi utilizat la generarea energiei termice prin ardere. Potențialul energetic al

³⁸ În Franța, 4.200 MW sunt instalați în acest scop.

³⁹ În Franța, centralele hidro de mare putere au atins practic pragul de saturație. Rămâne de exploatat potențialul hidro de mică capacitate, care se estimează a fi de 4 TWh/an. O treime din acesta ar putea fi obținut prin ameliorarea instalațiilor existente, celelalte două treimi, prin instalarea unor echipamente noi.

⁴⁰ În Franța, uzina de profil de la Rance (240 MW) a pus în practică această tehnică de producere a electricității. Alte proiecte importante sunt studiate în Canada sau Anglia. Dar, realizarea acestor proiecte nu este sigură, deoarece se modifică considerabil ecosistemul local.

deșeurilor este relativ ridicat. Estimările realizate de specialiști din diverse țări europene au relevat posibilitatea acoperirii a 10% până la 60 % din consumul final de electricitate la nivelul țărilor respective numai din valorificarea deșeurilor.

Biogazul este gazul produs prin descompunerea materiei organice (reziduuri animale și vegetale, deșeuri menajere etc.) în absența oxigenului. Componentele principale ale biogaz-ului sunt metanul și dioxidul de carbon. Metanul din biogaz permite utilizarea acestuia pe post de combustibil, fiind una din sursele de energie regenerabile. În țările în curs de dezvoltare, biogaz-ul se folosește pentru gătit și încălzire. În țările dezvoltate, în centrele de procesare a deșeurilor, biogaz-ul este transformat în electricitate.

Biogaz-ul se produce și în mod natural, în zonele unde se acumulează reziduuri animale, vegetale și deșeuri menajere (ferme, gropi de gunoi, mlaștini) și este deosebit de periculos dacă nu este colectat sau dispersat în aer, putând exploda în concentrații de 5-15%. De asemenea, metan-ul din biogaz contribuie semnificativ la crearea efectului de seră (efectul metan-ului este de aproximativ 20 de ori mai puternic decât cel al dioxidului de carbon). În funcție de compușii din descompunerea cărora a fost obținut biogaz-ul, concentrația de metan variază între 50 și 75%. Metanul din biogaz poate fi comprimat în același mod ca și gazul natural, caz în care se numește biometan.

4.2.2.2. Re-Surse neconvenționale de energie epuizabile

În această categorie de resurse intră combustibilii nucleari utilizați în procesul de fuziune nucleară pentru eliberarea energiei nucleare care se utilizează în final la generarea energiei electrice.

În prezent se încearcă renunțarea la aceste resurse și respectiv la instalațiile de generare a energiei electrice prin utilizarea acestor resurse datorită unor multiple motive: caracterul epuizabil al resursei; riscul ridicat de dezastre în timpul exploatării (a se vedea cazurile Cernobîl, Fukușima, ...); problema spinoasă a depozitării deșeurilor radioactive.

În prezent, lumea științifică se îndreaptă către punerea la punct a tehnologiilor de fuziune nucleară, în condiții economice convenabile și de siguranță adecvate. În cazul acestora combustibilii pot fi considerați nepuizabili (apa poate fi un astfel de combustibil, iar potențialul energetic este extrem de mare, ceea ce face ca resursa să fie considerată nepuizabilă la scara timpului Pământului).

4.3. Re-Surse alternative de energie

4.3.1. Re-Surse alternative regenerabile de energie

Din această categorie de resurse face parte biomasa.

Biomasa este, sub rezerva unei exploatări durabile a acesteia, o energie regenerabilă, care furnizează biocombustibili, în general sub formă solidă și bio-carburanți, în general sub formă lichidă.

Lemnul acoperă mai mult de 10% din cererea de energie primară în multe țări din Asia, Africa și America Latină și în câteva țări din Europa (Suedia, Finlanda, Austria). Utilizarea lemnului ca sursă de energie a crescut foarte mult în ultimele decenii în țările în curs de dezvoltare, dar această resursă nu a fost exploatată durabil, determinând despăduriri masive. Emisiile datorate arderii lemnului într-o instalație industrială de încălzire sunt mai reduse decât în cazul arderii combustibililor fosili. Dacă pădurile din care provine lemnul sunt gestionate într-o manieră durabilă, emisiile de CO₂ cauzate de această filieră de producție, nu ar fi decât cele cauzate de benzina consumată în cadrul operațiilor de plantare, recoltare și comercializare. Aceasta ar reprezenta aproximativ 5% din combustibilul vândut. Trebuie subliniat faptul că o energie **regenerabilă** nu este neapărat și o energie **total nepoluantă**. Consumul de biomasă, ca energie primară, este în principal sub formă lemnoasă.

Biomasa este frecvent utilizată în sistemele de cogenerare care produc electricitate ca și în centralele electrotermice clasice, prin valorificarea căldurii, altfel pierdută, din diverse aplicații: încăl-

zirea încăperilor, nevoi industriale, agricultură,... Această tehnologie permite creșterea randamentului conversiei energetice.

4.3.2. Re-Surse alternative recuperabile de energie

Din această categorie fac parte biocombustibilii, care sunt de fapt o ramură a biomasei și provin din plante tehnice.

Biocombustibilii înlocuiesc produsele petroliere (benzina, motorina) și gazele naturale utilizate la autovehicule. Biocombustibilii pot înlocui combustibilii clasici, după cum urmează:

- **Bio-dieselul** : înlocuiește motorina și este produs din plante oleaginoase (rapița, soia, floarea-soarelui);
- **Bio-etanolul**: înlocuiește benzina și este obținut din fermentarea materialelor organice (porumb, sfeclă de zahăr);
- **Bio-gazul**: reprezintă rezultatul descompunerii anaerobe a materiei organice.

La nivel european, odată cu promovarea directivei europene privind biocombustibilii s-au promovat diferite proiecte/programe menite să încurajeze statele membre UE în inițierea de programe de producere și utilizare a biocombustibililor. Printre acestea merită amintite următoarele preocupări naționale sau trans-naționale:

➤ Marea Britanie: unde s-a promovat proiectul “Grassohol” care are ca obiectiv transformarea plantei *ray-grass*, o plantă furajeră răspândită⁴¹, în biocarburant. Planta este cultivată odată cu trifoiul alb, care fixează azotul în sol, fertilizând solul. Se diminuează costurile de producție și emisiile de gaze cu efect de seră. “Acest soi de iarbă – bogată în hidrați de carbon extractibili – este o plantă interesantă pentru producerea de bioetanol, cu un potențial superior altor plante.”⁴²

➤ Norvegia, Oslo: din vara anului 2010, autobuzele (noi) sunt propulsate de un combustibil extras din dejecțiile din canalizarea orașului: biometan. Carburantul (metan generat prin fermentarea noroiului provenit din stația de epurare Bekkelaget) prezintă mai multe avantaje față de motorină: este neutru din punct de vedere al emisiilor de carbon, permite reducerea cu 78% a emisiilor de oxid de azot și cu 98% a particulelor fine⁴³ (doi factori de risc pentru boli ale aparatului respirator); are prețuri competitive⁴⁴; este produs dintr-o resursă care poate fi considerată inepuizabilă. Dezavantajele sunt legate de prețul și costurile de întreținere ale noilor autobuze care sunt mai mari;

➤ Germania: de la mijlocul anului 2008 au funcționat în regim normal de lucru 14 camioane și autocare Mercedes-Benz alimentate exclusiv cu bio-combustibil diesel, denumit generic NExBTL. Combustibilul este obținut prin cultivarea durabilă de palmieri pentru ulei și procesarea acestuia pentru obținerea de carburanți pentru mașini. Biocombustibilul obținut⁴⁵ emană cu 60% mai puțin bioxid de carbon decât prin arderea de carburanți fosili;

➤ În România: prima asociație, care are ca scop cultivarea și valorificarea plantelor bioenergetice, a luat ființă oficial în județul Covasna, sub numele "Green Energy" (Energia Verde). Pentru început vor cultiva „salix”, un soi de răchită ce poate fi folosită cu succes pe post de combustibil, în locul lemnului, rumegușului sau gazului metan⁴⁶. Plantele se culeg asemenea porumbului, se toacă și se transformă în pelete (firimituri de lemn), care au o emisie foarte scăzută de dioxid de carbon. Printr-o estimare teoretică specialiștii apreciază că o suprafață de 20.000 de hectare cultivată cu salix poate asigura energie termică pentru două orașe mari.

⁴¹ în Țara Galilor și în Marea Britanie

⁴² Afirmație făcută de Joe Gallagher, cercetător la BERS (Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences).

⁴³ Oxidul de azot și particulele fine sunt factori de risc pentru boli ale aparatului respirator;

⁴⁴ Prețul este de 0,72 euro/1 litru echivalent diesel; în Norvegia, 1 litru de motorină la pompă depășește prețul de 1 euro;

⁴⁵ Cu participarea comună a Daimler AG, Deutsche Post DHL, grupul OMV, Stuttgarter Straßenbahnen AG – compania de transport public și compania petrolieră finlandeză Neste Oil. Primele rezultate ale unui proiect dezvoltat în comun pentru producția de combustibil din sursă durabilă au fost comunicate în timpul evenimentului “Diesel din surse regenerabile – un pas spre transportul cu emisii zero de carbon?” desfășurat la Berlin pe 9 iunie, 2015.

⁴⁶ Energia rezultată din plante bioenergetice este la jumătate din prețul gazului metan.

4.3.2.1. Bioetanol

În raport cu benzina, bio-etanolul are:

- formulă chimică identică cu formula alcoolului etilic;
- o cifră octanică mai mare decât benzina \Rightarrow procesul de ardere este mai eficientă;
- emisii de CO₂ mai reduse comparativ cu cazul motoarelor care funcționează doar cu benzină;
- lipsa sulfurilor și hidrocarburilor din emisiile rezultate în urma arderii bio-etanolului;
- puterea energetică/litru mai mică (34%) în raport cu benzina;
- se produc pe baza unor culturi energetice (stuf, trestie de zahăr, floarea soarelui, grâu, porumb,...); au costuri de producție mai mari

Bio – carburanții lichizi sunt cel mai bine puși în valoare în aplicațiile din domeniul transportului. Ei sunt utilizați în prezent, mai ales pentru alimentarea motoarelor termice, fiind amestecați cu mici cantități de carburanți tradiționali, pentru a le ameliora caracteristicile. Dar pentru utilizarea numai a bio-etanolului sunt necesare motoare special proiectate pentru utilizarea acestui combustibil (cu rată de compresie mai mare: 20/1)⁴⁷

4.3.2.2. Biodisel

Biodiselul⁴⁸ este un combustibil asemănător cu diesel-ul, derivat din uleiuri vegetale și grăsimi animale.

Specialiștii prezintă o seamă de avantaje ale bio-dieselului în raport cu dieselul produs din petrol:

- este mai eficient din punct de vedere al emisiilor de CO₂ decât diesel-ul pe bază de petrol
- are proprietăți de dizolvare diferite față de cele ale combustibililor diesel pe bază de petrol.
- are proprietăți mai bune de lubrifiere: \Rightarrow crește durata de viață a injectoarelor.

Se folosește pentru generarea prin ardere a energiei mecanice necesară funcționării autovehiculelor⁴⁹, trenurilor și avioanelor.

Poate fi folosit în amestec cu diesel-uri pe bază de petrol în diferite procente, inclusiv în procent de 100% (numai bio-diesel)

Utilizarea acestuia trebuie corelată cu caracteristicile componentelor cu care intră în contact⁵⁰.

4.3.2.3. Hidrogenul

Este un combustibil de sine stătător. Poate fi obținut prin multiple metode, inclusiv prin tratarea adecvată a biogazului obținut prin fermentarea maselor vegetale.

Studiile și cercetările realizate asupra hidrogenului ca și resursă energetică a relevat faptul că acesta se poate obține prin valorificarea oricăror resurse naturale, poate fi stocat, poate fi transportat prin rețele de conducte sau în recipiente, iar cu ajutorul pilelor de combustie poate fi transformat în energie termică și electrică.

Se estimează că începând cu orizontul anilor 2035, hidrogenul, acest vector energetic universal poate deveni combustibilul universal, făcând tranziția de la “era carbonului” la “era hidrogenului”.

4.4. Bilanțul energetic global: resurse și energie finală

Bilanțul global al resurselor energetice primare utilizate în prezent pentru generarea de energie este prezentat în figura 16: a.combustibili fosili: 79 %; b. surse regenerabile: 18%, din care: b1. biomasă: 78 % este sursa cea mai utilizată, în special pentru generarea căldurii; b2. hidro energie: 18 %; b3. alte surse regenerabile, numite și "noi", inclusiv eoliană și solară: sunt utilizate pentru producerea de energie numai pentru aproximativ 1 % din consumul mondial de energie din surse regenerabile; c. energia nucleară: 3%.

⁴⁷ În prezent, s-au proiectat asemenea motoare pentru autobuze și camioane.

⁴⁸ Rudolf Diesel a fost primul care a rulat un vehicul pe baza bio-dieselului.

⁴⁹ Motoarele actuale diesel pot folosi combustibili biodiesel fără a fi necesare modificări structurale.

⁵⁰ Furtunurile, garniturile de cauciuc trebuie realizate din materiale rezistente la efectele biodieselului (în general FKM).

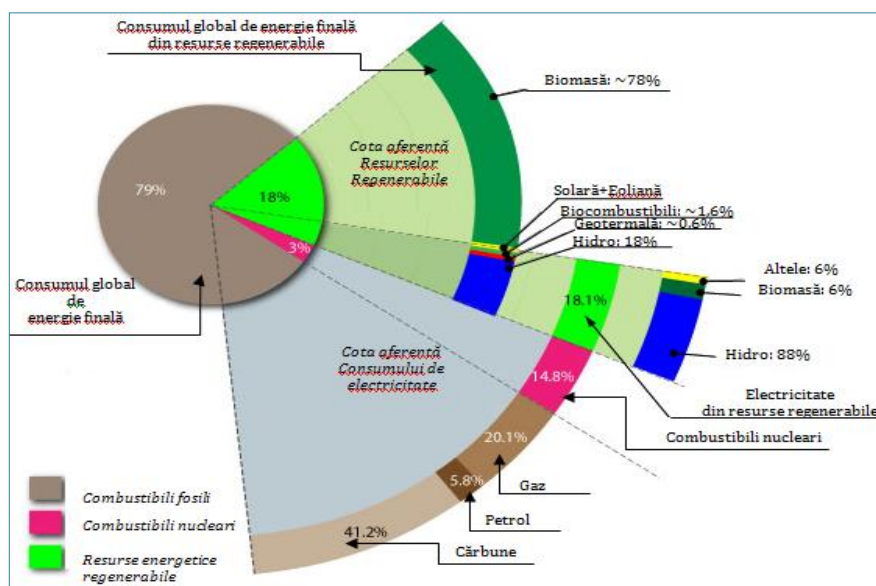


Fig. 16. Bilanțul global al resurselor energetice primare utilizate la generarea de energie (Conform cu informațiile prezentate în <http://www.greenrhinoenergy.com>, pentru anul 2010)

Dacă se urmărește **bilanțul global al resurselor energetice primare** utilizate în prezent **pentru generarea de energie electrică**,⁵¹ acesta este:

- combustibili fosili: 69,9 %;
- surse regenerabile: 18,1%, din care: biomasă: 78 %; este sursa cea mai utilizată, în special pentru generarea căldurii; hidro energie (hidro - fluvii și baraje): 18 %; solară: 1%; biocombustibili: 1.6 %; geotermală: 0.6%; alte surse regenerabile, 0.8 %;
- energia nucleară: 3%.

În prezent, contribuția energiilor regenerabile este relativ redusă în bilanțul general al resurselor utilizate la generarea energiei, dar noile tehnologii vor trebui să joace un rol important. Acest lucru se datorează faptului că cererea de electricitate crește mai puternic decât cererea globală de energie. Energia electrică generată cu hidrocentrale, prin utilizarea energiei cinetice și potențiale a apelor de suprafață curgătoare sau a barajelor de acumulare artificial create, este în prezent principala sursă regenerabilă de energie electrică. În viitor, aceasta nu va putea să se dezvolte la infinit, datorită disponibilității naturale limitate, motiv pentru care tehnologiile actuale se orientează către resursele eoliene, sursele solare⁵² (valorificate prin conversie foto-voltaică cu captatoare termice cu concentrare sau mixte), sursele valurilor și a mareelor.

4.5. Promovarea resurselor regenerabile de energie și economisirea / conservarea resurselor de energie fosile

Deși, în prezent, prețul de cost al energiei obținute prin valorificarea energiilor regenerabile este în general superior prețului de cost obținut prin valorificarea resurselor epuizabile de energie (combustibili fosili și nucleari), tendința actuală, inclusă și în directivele europene, este de creștere treptată a sistemelor de valorificare a energiilor regenerabile, concomitent cu evoluția tehnologiilor.⁵³

La nivelul clădirilor, consumul de energie se înregistrează în special sub formă energie termică, și de electricitate (care poate fi convertită ulterior). Prin conversia energiei primare în forme de energie consumabile, cele mai multe procese de conversie actuale folosesc surse epuizabile.

⁵¹ Aproximativ o cincime din energia din lume este consumată sub formă de electricitate.

⁵² Centralele helio-termice, amplasate la sol sau în spațiu

⁵³ Această tendință este justificată de necesitatea reducerii gazelor cu efect de seră și respectiv de economisire a resurselor de combustibili fosili și nu în ultimul rând de creșterea independenței energetice a diferitelor comunități / state.

Tehnologiilor energetice curate fac economii de energie fosilă: bilanțul de energie fosilă consumată – energie produsă din resurse energetice regenerabile este în favoarea energiei produsă.

Generarea de energie electrică este dominată de centralele electrice pe bază de cărbune, care au nevoie de 2,9kWh de energie fosilă primară pentru fiecare 1 kWh de energie electrică generată. Adică, acestea oferă o pierdere netă de 1.9kWh de energie fosilă pentru fiecare 1 kWh de energie electrică produsă. Sistemele de valorificare a energiile regenerabile oferă o economie netă de energie fosilă. Sistemele de generare a energiei electrice prin valorificare resurselor hidro folosesc doar 0.01 kWh de energie fosilă pentru 1 kWh de electricitate.

Energia electrică finală produsă în sistemul de generare a energiei electrice *resurse fosile* → *energie termică* → *energie electrică* se realizează cu pierderi de resurse relativ importante, motiv pentru care se încearcă înlocuirea treptată a acestor sisteme.

În ceea ce privește generarea energiei electrice prin valorificarea energiei solare, între cele două mari tipuri de sisteme de conversie energie solară → *energie termică* → *energie electrică*, sau conversie energie solară → *energie electrică* ultimul se realizează cu consum de energie fosilă mai mare în cazul în care se utilizează panouri solare pe baza de siliciu, care înglobează multă energie fosilă la producție. Ultimele generații de panouri fotovoltaice au o rată relativ mai mică de energie fosilă înglobată dar încă nu conduc balanța în favoarea sistemelor fotovoltaice.

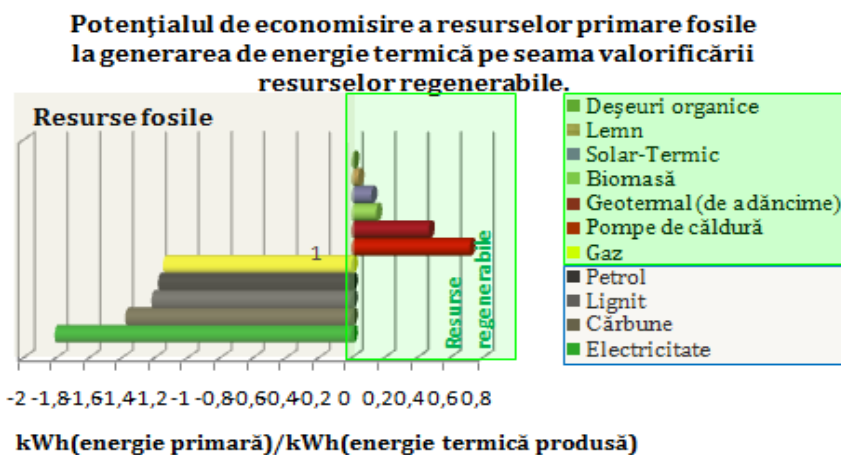
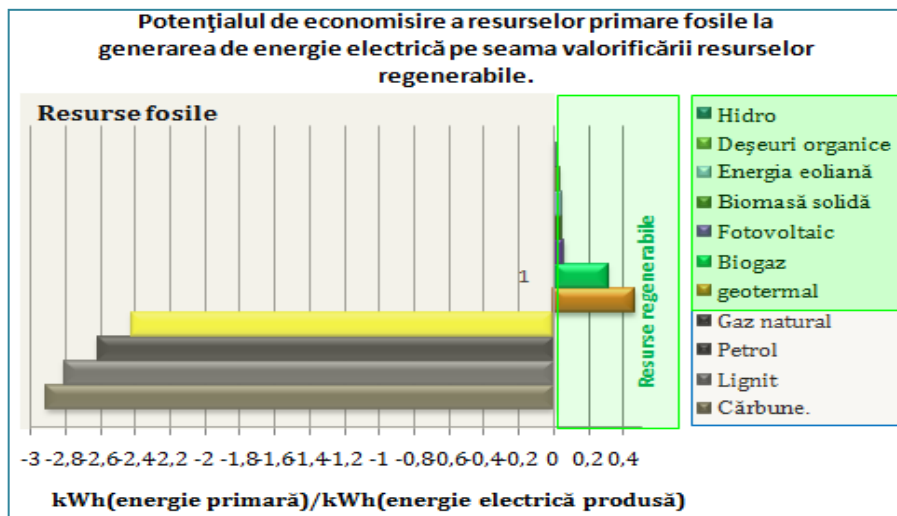


Fig. 17. Potențialul de economisire a resurselor primare fosile la generarea de energie electrică și termică pe seama valorificării resurselor regenerabile

În sinteză, tehnologiile energetice curate pot ajuta la reducerea resurselor energetice fosile utilizate la generarea energiei (figura 17), cu efecte în reducerea poluării, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră a

clădirilor verzi și economia de combustibili fosili, în vederea utilizării acestora în aplicații în care sunt indispensabili (exemplu: utilizarea petrolului în petrochimie).

4.6. Coordonatori ai politicilor în domeniul energiilor curate

Rolul de coordonator al politicilor în domeniul energiilor curate sunt preluate de guvernele țărilor membre ale CE. Acest lucru trebuie corelat cu rolul guvernelor în politicile de mediu (inclusiv riscurile schimbărilor climatice) și obligațiile acestora de furnizare neîntreruptă de energie la prețuri accesibile (figura 18). Un rol important este jucat și de opinia publică și angajamentele internaționale. Coordonatorii trebuie să echilibreze balanța între constrângerile bugetare și pragmatismul politic. În acest scop pot fi utilizate o serie de stimulente politice sub formă de subvenții, taxe și reglementări. Cele mai multe politici publice, respectiv stimulente financiare sunt îndreptate spre cerere, dar sunt utilizate și pentru cercetare și dezvoltare în companii de tehnologie curată și universități sau pentru investiții directe în active regenerabile de energie, cum ar fi parcurile eoliene.

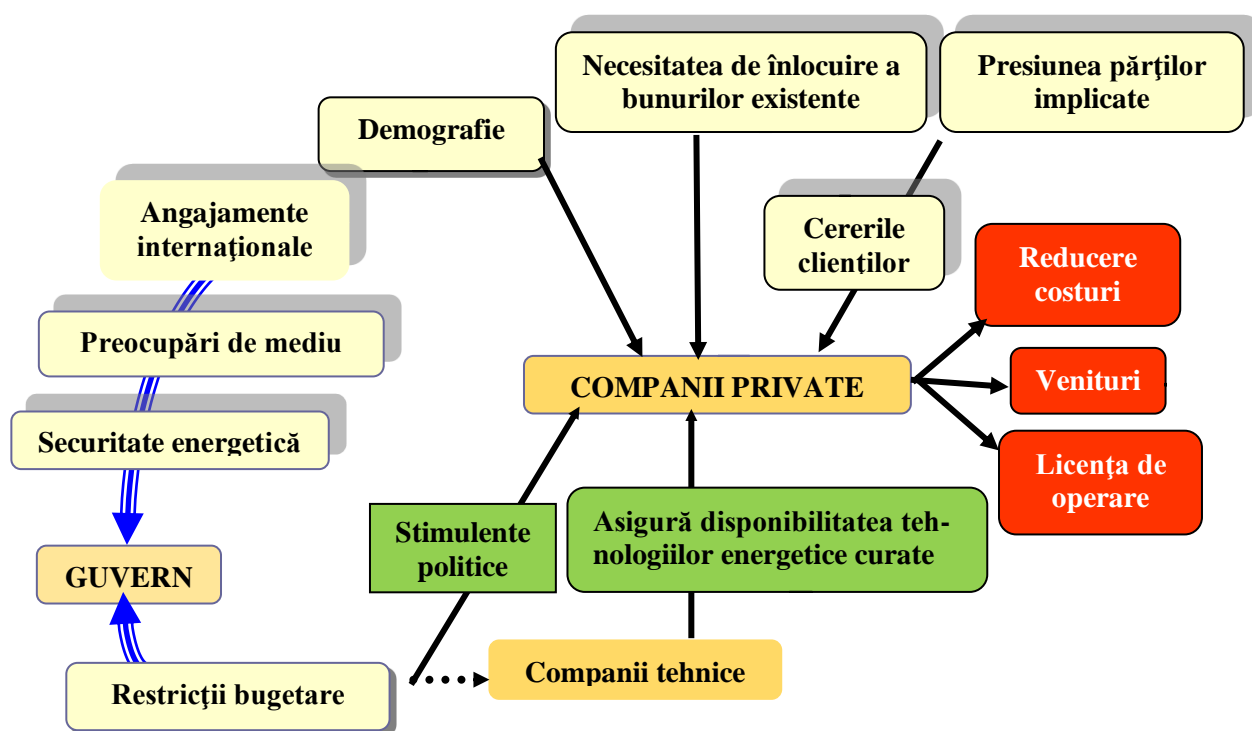


Fig. 18. Relația dintre coordonatorii politicilor în domeniul energiilor curate
(Informații prelucrate după: <http://www.greenrhinoenergy.com>)

Pentru companii private, în cazul de afaceri cu tehnologii energetice curate, este destul de diferit. În cele mai multe cazuri, acestea nu includ referiri la schimbările climatice și securitatea energetică (care au fost traduse de către guverne în politică) dar, deciziile de afaceri sunt luate în principal pe baza analizelor economice, luând în considerare reglementările legislative și tehnice, schimbările demografice sau nevoia de înlocuire a infrastructurii existente.

4.7. Analize economice ale sistemelor de valorificare a energiilor regenerabile

La evaluarea sistemelor de generare a energiei electrice din resurse energetice regenerabile, sau a proiectelor noi de valorificare a energiilor regenerabile, sau la compararea diferitelor tehnologii este necesară utilizarea unor metode economice de analiză globală. O astfel de metodă este cea a costului global actualizat pe întreaga durată de viață a sistemului. În cadrul evaluării se operează cu centrale electrice din surse regenerabile sau cu noi proiecte de energie regenerabilă pe o bază economică sau cu compararea economică dintre tehnologii diferite, iar următoarele măsuri pot oferi perspective viabile:

- Costurile de capital (U.M. / kW);
- Costuri de operare (U.M. / kW pe an);
- Factorul de capacitate (%);
- Costul capitalului (%);
- Costul nivelat al energiei (U.M./ kWh).

➔ **Costurile de capital** – sunt costurile în avans pentru construirea și întreținerea sistemelor care trebuie efectuate pe durata de viață a sistemului, altele decât cheltuielile operatorii tipice. Pentru a compara diferite tehnologii se operează în general cu costuri specifice, obținute prin raportate la puterea maximă a sistemului. Deoarece costul pentru majoritatea componentelor sistemului, în special cele electrice, crește cu puterea necesară, costul de capital specific este util pentru a compara costurile inițiale ale diferitelor tehnologii. Printre sistemele care valorifică energiile regenerabile, sistemul de generare a energiei electrice din surse regenerabile are costurile specifice de capital cele mai ridicate.

➔ **Costurile de operare** includ costurile de exploatare, de întreținere și, după caz, costurile pentru combustibili. Aceste costuri sunt relativ mici în raport cu costurile similare la sistemele de generare a energie din surse regenerabile.

Factorul de capacitate al unei centrale de generare a energiei electrice este reprezentat de raportul dintre valoare puterii de ieșire medie și a puterii de vârf pe care stația ar putea să o furnizeze. Din cauza fluctuațiilor resurselor de energie primară și întreruperilor cauzate de lucrări de întreținere a echipamentelor, factorul de capacitate nu este de 100%. Pentru sistemele care valorifică sursele regenerabile de energie, acesta este mai mic de 50%, iar pentru sistemele care valorifică energia solară este extrem de scăzut.

Dimensionarea componentelor electrice se realizează astfel încât să poată asigura cererea de energie de vârf; eficiența de funcționare este ridicată când instalația funcționează la capacitate mare.

Factorii de capacitate mai mare implică o fluctuație mai mică.

➔ **Costul capitalului** reprezintă costul mediu ponderat al capitalului și este dependent de cheltuielile de capital, care trebuie returnate băncilor sau investitorilor.

Pe de altă parte, rentabilitatea estimată reflectă riscul asociat afacerii, sau în acest caz, tehnologiei. Potrivit cifrelor publicate în literatura de specialitate, celulele solare fotovoltaice sunt considerate a avea un risc mai mic în raport cu turbinele cu gaz lichefiat sau cu sistemele eoliene de generare a energiei.

Valoarea costului mediu ponderat al capitalului este afectată de nivelul de maturitate al tehnologiei, de predictibilitatea randamentului energetic, de riscul de alimentare cu combustibil și de riscurile legate de politicile în domeniu și conexe. Creșterea preconizată cu emisiile de bioxid de carbon ar putea conduce la creșterea costului de capital în viitor, pentru centrale electrice pe bază de cărbune. Riscul sistemelor de generare a energiei electrice cu panouri fotovoltaice este relativ scăzut, grație unei mai bune predictibilități a randamentului energetic.

➔ **Costul global actualizat al sistemului de generare a energiei**, (LCOE) este prețul pentru energia electrică produsă (pentru 1 kWh), care face ca valoarea netă actualizată a instalării să fie zero. Cu alte cuvinte, dacă prețul de vânzare este mai mic decât costul global, atunci sistemul nu poate returna rata necesară. Este o măsură a **costului de proprietate** al sistemului.

$$LCOE = \frac{\sum_{i=0}^N \left[\frac{I_i + O_i + F_i - ITC_i - PTC_i}{(1+r)^i} \right]}{\sum_{i=0}^N \left[\frac{E_i}{(1+r)^i} \right]}$$

I_i	– Costul de investiție în anul i
O_i	– Costurile de Operare și Mentenanță în anul i
F_i	– Costurile combustibilului în anul i
ITC_i	– Taxele creditelor de investiție, în anul i
PTC_i	– Taxele creditelor pentru producție, în anul i
E_i	– Energia generată în anul i
r	– Costul mediu ponderat al capitalului
N	– Durata de viață a proiectului, în ani

Cu această formulă se pot deduce creditele fiscale deoarece acestea sunt beneficii independente de nivelul prețurilor de vânzare. Este deosebit de important să se ia în considerare orice alocații de capital (credite fiscale pentru investiții), și disponibilitatea acestora, limitată în general la anumite tehnologii. În

absența disponibilității creditelor fiscale, și presupunând că toată investiția se realizează în primul an, cu costuri de operare și randament anual de energie constante, formula devine:

$$LCOE = \frac{1}{E_0} \frac{rI_0}{(1+r)^N} + O_0$$

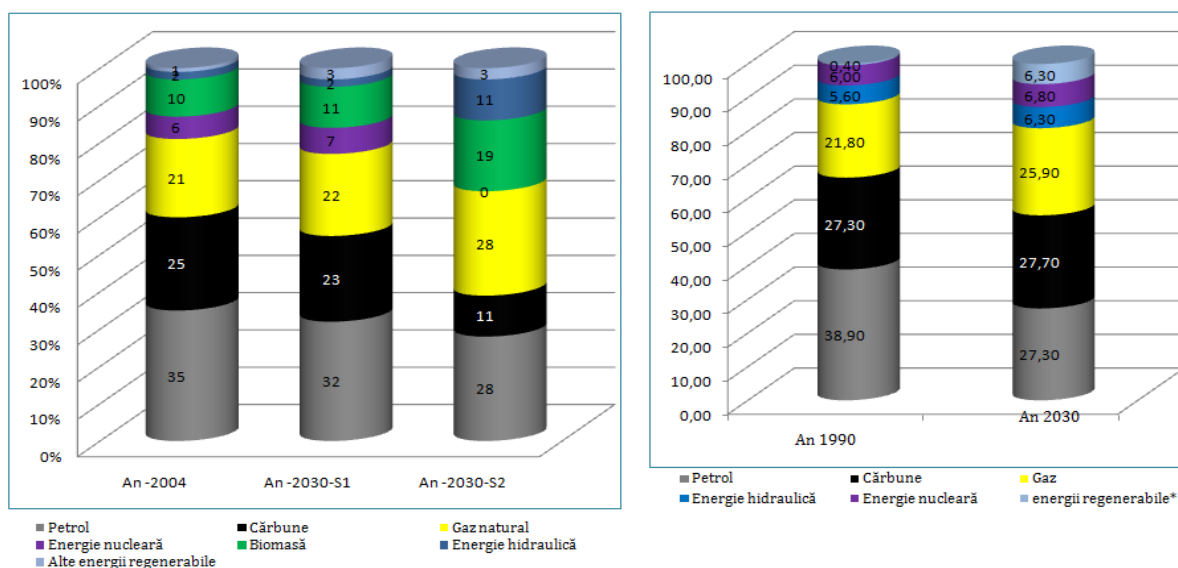
4.8. “Dosarul negru al energiilor verzi” barometru al politicilor energetice inspirate

Alcătuirea “Dosarului negru al energiilor verzi”, și inclusiv al energiilor regenerabile, respectiv prezentarea echilibrată a avantajelor și problemelor negative legate de lanțul energetic integral, de la extracția energiei până la valorificarea acesteia și asta pe toată durata de viață a componentelor lanțului, poate furniza informații extrem de prețioase referitoare la ceea ce tehnic este benefic, la ceea ce poate fi apreciat ca o bună politică și ceea ce poate fi considerat ca o politică neinspirată.

De exemplu, studiile specialiștilor francezi Jen Pierre Legalland, Jean-Lois Lemarchand, asupra biocarburanților [5], au relevat faptul că estimările realizate asupra beneficiilor pe care le-ar avea asupra mediului utilizarea bio-combustibililor au fost extrem de generoase, incomplete și nerealiste.

Deși bio-combustibilii au fost promovați ca și resurse regenerabile curate, declarându-se că ar putea fi “arma supremă împotriva emisiei de gaze cu efect de seră” astăzi, din ce în ce mai mulți specialiști, pe baza a multiple și diverse studii și analize de cost global actualizat, la scara macrosistemelor implicate, atrag atenția asupra organelor competente că, la nivel global și pe termen lung, bio-carburanții, așa cum au fost promovați, nu reprezintă decât “o enormă înșelătorie tehnică, de mediu și umană”.

Estimările realizate de specialiștii de la *Agenția Internațională de Energie* și cei de la GREENPEACE (figura 19.), arată că, pe termen scurt, respectiv până în 2030, ponderea energiilor regenerabile și a celor curate în bilanțul energetic global rămâne relativ redusă, dar pe termen lung, până la orizontul anilor 2050, la nivelul Europei se estimează ca ponderea energiilor provenite din resurse energetice regenerabile și recuperabile utilizate în domeniul clădirilor să fie mai mare de 90% din total de energie primară utilizat.



S1-Scenariul AIE-, energie verde: 640000 PJ/an”; S2-Scenariul GREENPEACE (cel mai optimist): 400000 PJ/an”
 a. Estimări ale bilanțurilor energetice globale la nivelul anului 2030.
 (Conform: Jen Pierre Legalland, Jean-Lois Lemarchand, Biocarburants, 5 question qui derange, edition technip, Paris, 2008)

* inclusiv biomasă
 b. Prevederile strategiei energetice la nivel european pentru anul 2030.
 (Sursa: Revue Oeil Ouvert n° 48 du 28 janvier 2012, Energy outlook 2030)

Fig. 19. Acoperirea necesarului de energie la nivelul anului 2030 din diferite resurse. Estimare

4.9. Tendințe actuale în dezvoltarea tehnologiilor solare

Contextul tehnologic, energetic, ecologic și economic actual impune o reevaluare a măsurilor de dezvoltare.

Până în prezent și pe termen scurt s-au dovedit ca fiind eficiente tehnologiile de valorificare termică a energiei solare. Dar pe termen mediu și lung pot deveni eficiente alte tehnologii de valorificare a energiei

solare (sisteme hibride de valorificare termică+electrică; conversie fotovoltaică, fotocatalitică, valorificare la limita atmosferei terestre, ...). Din această cauză, strategiile de dezvoltare trebuie construite astfel încât acestea să fie flexibile și să permită: a) multiple interconectări de surse și sisteme, b) multiple integrări de echipamente și tehnologii de generații diferite, în sisteme diferite (anvelope, sisteme centralizate de încălzire-răcire, distribuție energie electrică, sau, generare hidrogen, ...).

Tendențele de dezvoltare a sistemelor de valorificare a energiei solare prezentate în literatura de specialitate sunt multiple dar, dintre acestea, se identifică ca dominante în domeniu, următoarele:

- **Sisteme de stocare a energiei termice** cu *grad de compactitate / densitate de stocare* ridicat/ă
 - Interesul pentru sistemele compacte de stocare a energiei termice produsă solar crește ca urmare a faptului că eficiența sistemelor de conversie termodinamică, respectiv termică → electrică este determinată în mare parte și de continuitatea disponibilului de energie termică. Acestea urmează să joace un rol major în flexibilizarea rețelelor de distribuție a energiei electrice;
 - Realizarea, în UE, a unui număr de prototipuri de stocare, finanțarea de proiecte de cercetare și dezvoltare la nivel european și la nivelul țărilor membre;
 - Realizarea unei baze de date cu materiale adecvate pentru un depozit termic compact
- **Proceduri de evaluare și certificare:**
 - Extinderea utilizării normei europene pentru testarea colectoarelor solare EN ISO 9806 la nivel mondial. Se vizează creșterea posibilităților de asimilare a celor mai performante sau adecvate astfel de echipamente;
 - Armonizarea schemelor de certificare a colectoarelor.
- **Extinderea pe scară largă a sistemelor solare de încălzire și răcire:**
 - Extinderea sistemelor de termoficare solară în Danemarca;
 - Înțelegerea modului în care interacțiunea dintre sistemele/rețelele de încălzire și cele electrice, care utilizează ca resurse energia solară, pot determina integrarea la scară largă a sistemelor termice și electrice de valorificare a energiei solare;
 - Dezvoltarea sistemelor solare mari de generare a hidrogenului în zonele miniere, unde cavitățile rezultate în urma mineritului pot fi utilizate ca și sisteme de stocare pentru hidrogen prezintă potențialul unui progres substanțial în domeniul valorificării energiei solare. Soluția va prezenta, în foarte scurt timp, un real interes.
- **Soluții avansate de iluminat pentru clădirile reabilitate:**
 - *Sisteme de iluminat și SSL (Solid State Lighting)*
 - Creșterea eficienței de iluminat în stare solidă (SSL);
 - Reducerea în continuare a costurilor de (de investiții)
 - Creșterea calității și acceptarea / adoptarea sistemelor de gestionare a luminii
 - *Soluții:*
 - Referitoare la standarde, reglementări și certificare: metode și abordări noi și îmbunătățite; creșterea relevanței sistemelor de certificare;
 - Referitoare la reabilitarea / modernizarea sistemelor de iluminat cu: importanță crescută în țările cu costuri de energie electrică ridicate; interes crescut în toate acțiunile de reabilitare / modernizare.
- **Evaluarea cât mai corectă a resurselor solare și prognoză:**
 - Furnizarea de informații de înaltă calitate, fiabile și pentru termen lung referitoare la resursele solare: date obținute pe baza imaginilor din satelit; facilitarea accesibilității la modele numerice de predicție a vremii on-line; extinderea tipurilor de date furnizate pentru aplicațiile din domeniul resurselor energetice regenerabile; creșterea ponderii întreprinderilor corporatiste în raport micile companii, în scopul valorificării optime a potențialului informațional în domeniu.

→ Continuarea sprijinului guvernelor pentru activitățile de cercetare și dezvoltare a modelelor pentru resursele solare⁵⁴: În continuare, guvernele se vor concentra pe teme de cercetare cum ar fi îmbunătățirea calității datelor prin utilizarea caracteristicilor mai detaliate referitoare la influența nebulozității atmosferice asupra mărimii radiației solare, posibile a fi receptată de diferite echipamente precum și asupra instrumentelor de cartografiere solară.

→ Colectarea datelor bancabile *low-cost* cu focusarea pe stații de măsurare teritoriale de foarte înaltă calitate și metodologii de procesare automată a acestora, în scopul facilitării accesibilității unor utilizatori multipli; crearea de noi centre naționale de monitorizare a datelor referitoare la radiația solară;

→ Apariția în continuare a atlasului IRENA Global Atlas în regim “free” pentru a permite practicienilor, planificatorilor și cercetătorilor un acces la date de calitate din resurse de încredere; alte activități multilaterale similare, cum ar fi extinderea / completarea / actualizarea mapelor solare ESMAP finanțate de Banca Mondială sau a programului de cartografiere a resurselor eoliene, în special pentru țările în curs de dezvoltare și economiile emergente.

→ Creșterea implicării în acțiunile de cercetare și dezvoltare în domeniul dezvoltării prognozei de resurse solare a parteneriatelor public – private în scopul optimizării gestiunii operatorii a sistemelor de generare și utilizare a energiei din resurse regenerabile. Acest lucru vizează creșterea calității serviciilor de livrare a energiei și extinderea duratei de viață a acestora.

- **Sisteme de valorificare a energiei solare cu pompe de căldură:** extinderea și rafinarea schemelor hibride de valorificare a energiei solare, cu pompe de căldură și panouri solare+termice; extinderea soluțiilor de stocare în gheață.

Notă de final:

Prezentarea integrală a conținutului Capitolelor II – XI și referințele fac parte din raportul extins depus la documentele suport ale proiectului „PRODUSE ȘI TEHNOLOGII ECOINOVATOARE PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ÎNCONSTRUCȚII «EFECON»”, ID P_40_295, Apel: POC/71/1/4/Parteneriate pentru transfer de cunoștințe (Knowledge Transfer Partnership), Cod MySMIS: 105524.

Notă: Prezentele informații sunt extrase din cartea ”Sisteme de valorificare a resurselor de energie regenerabilă și recuperabilă”, Autori: V.COTOROBAI, ș.a., Editura MATRIXROM, București, 2017 (în curs de apariție).

Orice detaliu suplimentar va fi solicitat la Doamna dr. ing. Victoria COTOROBAI –e-mail: cotorobai.victoria@gmail.com

⁵⁴ Ponderea susținerii financiare este totuși în scădere în raport cu ultimii 10 ani.