

Dezvoltare Sustenabilă în Contextul Dezvoltării Tehnologice

Curs destinat studenților de la profilul tehnic al UNSTPB

Autor: dr. ing. Marin CONSTANTIN

Structura cursului

Modul 1: Introducere în Dezvoltarea Sustenabilă

- Definirea dezvoltării sustenabile și importanța sa în societatea contemporană.
- Principiile dezvoltării sustenabile: echitate, mediul înconjurător, prosperitate economică.
- Legătura dintre dezvoltare economică, mediu și societate.

Modul 2: Aspecte Tehnice ale Dezvoltării Sustenabile

- Evaluarea impactului tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului.
- Eficiența energetică și utilizarea resurselor: tehnologii și strategii.
- Inovații tehnologice pentru reducerea emisiilor și poluării.

Modul 3: Gestionarea Durabilă a Resurselor

- Conceptul limitelor planetare
- Gestionarea durabilă a apei
- Gestionarea resurselor naturale și a deșeurilor în industrie.
- Economia circulară.

Modul 4: Dezvoltarea Tehnologică Responsabilă

- Dezvoltarea tehnologiilor disruptive
- Etica tehnologică și impactul social al inovațiilor.
- Considerații asupra siguranței și sănătății umane în dezvoltarea tehnologică.
- Evaluarea ciclului de viață al produselor și tehnologiilor.

Modul 5: Tehnologii Verzi și Regenerabile

- Tehnologii de energie regenerabilă
- Avantajele și provocările tehnologiilor verzi.
- Integrarea surselor de energie regenerabilă în infrastructura existentă.

Modul 6: Schimbările Climatice și Adaptarea Tehnică

- Înțelegerea schimbărilor climatice și a impactului lor asupra tehnologiei și industriei.
- Strategii de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice în context tehnic.
- Exemple de bune practici în reducerea amprentei de carbon.

Modul 7: Colaborare Globală și Viitorul Sustenabilității Tehnice

- Rolul cooperării internaționale în promovarea dezvoltării sustenabile.
- Implicarea industriei și a tehnologiei în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD).
- Viitorul colaborării globale în contextul tehnologiei.

Modul 8: Proiecte Practice de Dezvoltare Sustenabilă

- Studii de caz și proiecte practice în care studenții aplică conceptele de dezvoltare sustenabilă într-un context tehnic.
- Dezvoltarea unor soluții tehnice inovatoare pentru provocări specifice legate de sustenabilitate.

Nota: Această structură poate fi adaptată în funcție de durata cursului, nivelul de cunoștințe prealabile ale studenților și obiectivele specifice ale programului. Este important să încurajați participarea activă a studenților, discuțiile și proiectele practice pentru a le permite să aplice conceptele în situații reale și să dezvolte abilități practice legate de dezvoltarea sustenabilă în domeniul tehnic.



“Earth provides enough to satisfy every man’s needs, but not every man’s greed”

Pământul oferă suficient pentru a satisface nevoile fiecărui om, dar nu și lăcomia fiecărui om.

Mahatma Gandhi

1. Introducere

Într-o lume din ce în ce mai afectată de schimbările climatice, de epuizarea resurselor și de provocările economice și sociale, dezvoltarea sustenabilă reprezintă un imperativ global. Acest curs este conceput pentru a oferi o înțelegere profundă și practică a modului în care principiile sustenabilității pot fi integrate în procesele tehnologice, economice și sociale, cu scopul de a construi un viitor echilibrat și prosper.

Pe parcursul acestui curs, vom explora concepte fundamentale și soluții inovatoare care abordează provocările sustenabilității în era modernă. Vom analiza impactul activităților industriale și al tehnologiilor asupra mediului, vom discuta despre gestionarea durabilă a resurselor și vom înțelege rolul tehnologiilor verzi și regenerabile în tranziția către o economie circulară.

Cursul se va concentra pe aspectele tehnice, etice și strategice ale dezvoltării sustenabile, având ca scop pregătirea participanților pentru a contribui activ și responsabil la schimbarea globală. Fiecare modul este structurat pentru a combina teoria cu aplicațiile practice, oferind studenților oportunitatea de a dezvolta soluții inovatoare și de a înțelege impactul deciziilor lor asupra mediului și societății.

Indiferent dacă sunteți un profesionist în domeniul tehnologic, un student sau un antreprenor interesat de sustenabilitate, acest curs vă va oferi cunoștințele și competențele necesare pentru a deveni un agent al schimbării într-o lume în continuă evoluție. Împreună, vom descoperi cum tehnologia poate fi un aliat al sustenabilității, contribuind la un viitor mai verde și mai echitabil.

De-a lungul celor opt module, cursul va explora diverse dimensiuni ale sustenabilității, punând accent pe interdependența dintre dezvoltarea economică, protecția mediului și echitatea socială. Vom începe prin a defini dezvoltarea sustenabilă, analizând importanța și principiile sale esențiale – echitate, protecția mediului și prosperitatea economică. Vom trece apoi la aspecte tehnice, cum ar fi evaluarea impactului tehnologic asupra mediului, eficiența energetică și rolul inovațiilor în reducerea emisiilor și poluării.

Un alt aspect cheie abordat este gestionarea durabilă a resurselor, incluzând apa, materiale naturale și deșeurile, precum și implementarea economiei circulare. În același timp, cursul analizează dezvoltarea tehnologică responsabilă, subliniind etica, siguranța și impactul social al noilor tehnologii. Tehnologiile verzi și regenerabile vor fi discutate în detaliu, cu accent pe integrarea lor în infrastructura existentă și pe depășirea provocărilor asociate.

Nu în ultimul rând, vom analiza schimbările climatice și strategiile de adaptare tehnică, explorând exemple de bune practici și soluții inovatoare pentru reducerea amprentei de carbon. Cursul se încheie cu o privire asupra colaborării globale și a viitorului sustenabilității tehnice, alături de proiecte practice care permit participanților să aplice cunoștințele dobândite în situații reale.

Această experiență de învățare este mai mult decât un simplu curs; este o invitație de a deveni un catalizator al schimbării. Prin conectarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile practice, participanții vor dobândi abilități valoroase pentru a contribui la transformarea tehnologiei într-un instrument esențial al sustenabilității.

Bine ați venit în călătoria spre un viitor sustenabil!

M. Constantin, septembrie 2024

Modul 1: Introducere în Dezvoltarea Sustenabilă

- Definirea dezvoltării sustenabile și importanța sa în societatea contemporană.
- Principiile dezvoltării sustenabile: echitate, mediul înconjurător, prosperitate economică.
- Legătura dintre dezvoltare economică, mediu și societate.



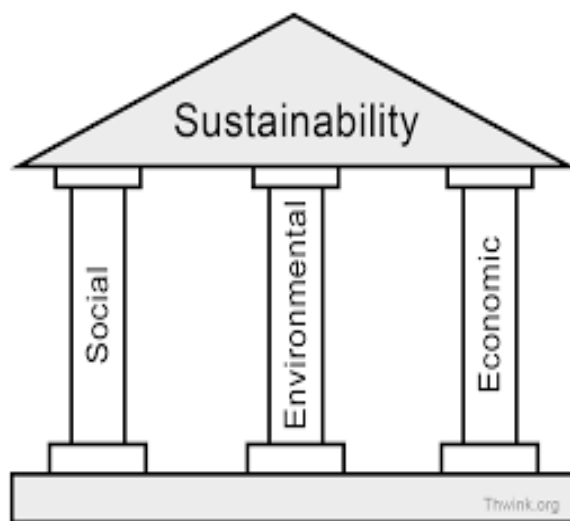
1.1 Definirea dezvoltării sustenabile și importanța sa în societatea contemporană

Dezvoltarea sustenabilă (sau **dezvoltarea durabilă**) este un concept fundamental al societății contemporane, definit prin *satisfacerea nevoilor actuale fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi*.

Conceptul a fost introdus în cadrul lucrărilor Comisiei Brundtland „Our common Future” (comisie a fost convocată de către SUA în 1987 pentru a examina degradarea mediului global). La acel moment sustenabilitatea a fost definită ca „satisfacerea nevoilor de azi fără a sacrifica abilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi”. Definiția Comisiei Brundtland a tras un semnal de alarmă în special în ceea ce privește conservarea resurselor non-regenerabile și a cerut o înțelegere mai realistă a modelului economic ce determină utilizarea resurselor în lume.

Din perspectiva istorică dezvoltarea sustenabilă și sustenabilitatea au rădăcini mai adânci. În 1713 termenul de sustenabilitate este utilizat pentru prima dată în cadrul practicilor forestiere din Germania, așa cum este menționat în *Sylvicultura Oeconomica*. În 1798 Thomas Malthus a publicat un eseu despre pericolul creșterii populației globale. În 1848 John Stuart Mill a introdus termenul de „stare staționară a capitalului și populației în lucrarea *Principiile Economiei Politice*. În 1898 Alfred Russel Wallace a scris despre „vătămări aduse posterității” în lucrarea *Minutul Nostru Secol*. Și mai adânc, sustenabilitatea are origini în scrierile antice din China, Grecia și Imperiul Roman, prin incorporarea principiului de a trăi în armonie cu natura și vecinii. Încă din acele vremuri oamenii s-au confruntat cu dificultățile generate de despăduriri, inundații, pierderea fertilității solurilor.

Dezvoltarea sustenabilă se bazează pe trei piloni interconecțați: **mediul înconjurător, economia și societatea**.



Conceptul vizează menținerea echilibrului între acești piloni pentru a asigura bunăstarea pe termen lung a oamenilor și a planetei. Realizarea acestui echilibru este simbolizată în Fig. 1.1.1 prin zona de intersecție a celor trei domenii/piloni, adică prin satisfacerea simultană a cerințelor sociale, de mediu și economice.

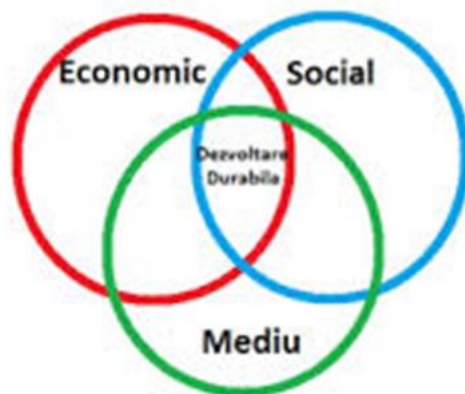


Fig. 1.1.1 Reprezentarea dezvoltării durabile

Importanța dezvoltării durabile în societatea contemporană include următoarele aspecte:

1. Protejarea mediului înconjurător:

Există mai multe îngrijorări majore care determină cerința de protecție a mediului în lumea de azi. Acestea includ, dar nu se limitează la: schimbările climatice, poluarea aerului, poluarea apei, deșeurile plastice, defrișările și pierderea biodiversității, consumul excesiv de resurse naturale, probleme legate de gestionarea deșeurilor, agricultura intensivă. Aceste îngrijorări nu sunt independente una de cealaltă și, adesea, au efecte sinergice. Combaterea acestor probleme necesită eforturi la nivel global, prin implementarea practicilor sustenabile, inovații tehnologice și politici de mediu eficiente.

2. Utilizarea sustenabilă a resurselor:

În mod clar, resursele se găsesc în cantități finite, iar consumarea în exces a acestora va crea dificultăți majore generațiilor viitoare. Puteți citi mai multe despre conceptul limitelor planetare (Planetary boundary) aici: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>. Dezvoltarea sustenabilă promovează utilizarea resurselor în mod eficient și durabil. Aceasta implică reducerea consumului excesiv și utilizarea resurselor regenerabile atunci când este posibil, pentru a ne asigura că acestea rămân disponibile pentru generațiile viitoare.

3. Promovarea echității sociale:

Dezvoltarea durabilă ia în considerare echitatea socială, având ca obiectiv asigurarea accesului tuturor oamenilor la resurse și oportunități, precum și crearea unui mecanism de decizie care să nu adâncească inegalitățile sociale. Principalele surse ale inechității sociale sunt: acces limitat la resursele de bază (cum ar fi apă potabilă, alimente și energie), educație inegală, oportunități economice inegale, discriminare de gen și discriminare etnică, lipsa infrastructurii în comunitățile marginalizate, schimbările climatice și vulnerabilitatea comunităților, lipsa participării politice și a drepturilor civice. Acestea sunt adesea interconectate și pot fi abordate prin strategii de dezvoltare sustenabilă.

4. Creșterea economică sustenabilă:

Dezvoltarea sustenabilă nu se opune creșterii economice, ci o subordonează obiectivelor de protecție a mediului și de echitate socială. Aceasta implică adoptarea unor modele de afaceri și a unor practici

economice care au un impact redus asupra mediului. Creșterea economică sustenabilă înseamnă, în esență, să creștem într-un mod care să ofere beneficii pe termen lung pentru oameni, societate și planetă, în loc să urmărim doar creșterea rapidă a economiei fără să ținem cont de consecințe pe termen lung. Este un echilibru între prosperitatea economică, echitatea socială și respectul față de mediu.

5. Reducerea riscurilor și amenințărilor:

Dezvoltarea sustenabilă ajută la reducerea riscurilor asociate schimbărilor climatice, poluării, epuizării resurselor naturale și altor amenințări la adresa societății. Ea promovează reziliența și capacitatea de a face față acestor provocări. Reziliența se referă la capacitatea unui sistem sau a unei entități de a se adapta, de a se recupera și de a-și menține funcționarea normală în fața perturbărilor, stresului sau șocurilor.

6. Promovarea inovației și educației:

Pentru a atinge dezvoltarea sustenabilă, este necesar să promovăm inovația, cercetarea științifică și educația pentru a găsi soluții la problemele de mediu, dezvoltare economică și socială. Acest proces încurajează crearea de tehnologii mai curate și de practici mai responsabile.

7. Responsabilitate globală:

Problemele legate de mediu și dezvoltare nu cunosc granițe naționale. Dezvoltarea sustenabilă necesită colaborarea la nivel global pentru a aborda problemele la scară mondială, cum ar fi schimbările climatice.

În concluzie, dezvoltarea sustenabilă este esențială în societatea contemporană, deoarece ne ajută să ne asigurăm că satisfacem nevoile noastre actuale fără a compromite capacitatea viitoare a oamenilor de a-și satisface nevoile. Este un concept care are un impact pozitiv asupra mediului, economiei și societății și care ne îndeamnă să fim responsabili și să ne gândim la binele pe termen lung al planetei și al oamenilor.

1.2 Principiile dezvoltării sustenabile: echitate, mediul înconjurător, prosperitate economică

Principiile dezvoltării sustenabile sunt orientări fundamentale care ghidează abordarea și implementarea acestui concept complex și interconectat. Cele trei principii (echitate, mediul înconjurător și prosperitate economică) sunt piloni-cheie în dezvoltarea sustenabilă și sunt esențiali pentru a atinge un echilibru între nevoile actuale și viitoare.

Principiul echității:

Echitatea în dezvoltarea sustenabilă implică asigurarea că toți oamenii au acces la resurse, oportunități și beneficii și că nu există discriminare sau inegalități semnificative în distribuția acestora.

Echitatea pune accentul pe reducerea inegalităților sociale și economice și pe promovarea drepturilor omului. Ea vizează asigurarea că niciun grup sau individ nu este lăsat în urmă în procesul dezvoltării durabile. Prin garantarea accesului la servicii de bază, educație, sănătate și oportunități economice, echitatea contribuie la asigurarea bunăstării pentru toți membrii societății.

Principiul protejării mediului înconjurător:

Protejarea mediului înconjurător este un pilon central al dezvoltării sustenabile și implică conservarea resurselor naturale, reducerea poluării și prevenirea deteriorării ecosistemelor.

Protejarea mediului înconjurător înseamnă gestionarea resurselor naturale în mod durabil, astfel încât să rămână disponibile pentru generațiile viitoare. De asemenea, aceasta implică minimizarea impactului negativ asupra ecosistemelor și menținerea biodiversității. Abordarea sustenabilă a mediului înconjurător contribuie la evitarea schimbărilor climatice, la conservarea habitatelor naturale și la asigurarea resurselor pentru viitor.

Principiul prosperității economice

Prosperitatea economică în cadrul dezvoltării sustenabile presupune promovarea creșterii economice, dar în mod durabil și echilibrat, care să nu compromită resursele naturale sau calitatea vieții viitoare.

Dezvoltarea sustenabilă recunoaște importanța unei economii puternice pentru susținerea bunăstării umane. Cu toate acestea, nu se recomandă o creștere economică ne-sustenabilă, care ar putea epuiza resursele naturale sau ar putea conduce la degradarea mediului înconjurător. În schimb, prosperitatea economică în cadrul dezvoltării durabile implică promovarea unor modele de afaceri și a unor practici economice care sunt responsabile din punct de vedere social și ecologic.

Aceste trei principii acționează împreună pentru a crea un cadru pentru dezvoltarea sustenabilă care să asigure protejarea mediului, să promoveze echitatea socială și să ofere prosperitate economică fără a sacrifica nevoile viitoare. Acest echilibru este esențial pentru a atinge obiectivele dezvoltării durabile într-o lume în continuă schimbare.

Examinați Fig. 1.2.1 și discutați elementele: viabil, echitabil, trăibil și durabil.

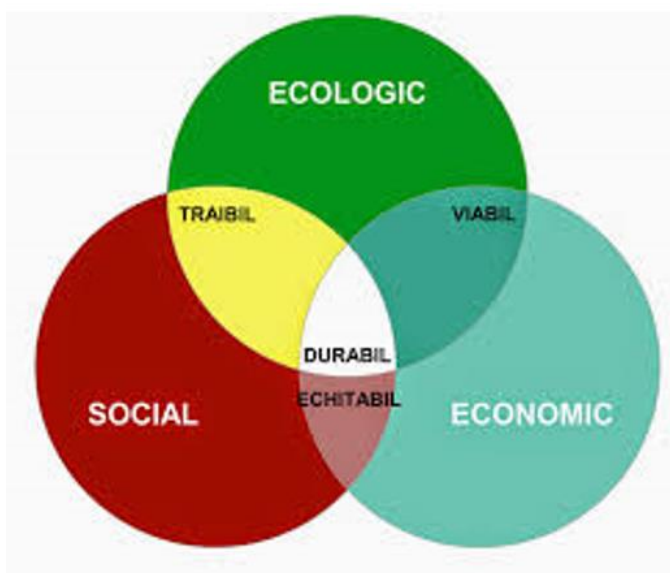


Fig. 1.2.1 Reprezentarea dezvoltării durabile

1.3 Legătura dintre dezvoltarea economică, mediu și societate.

Legătura dintre dezvoltarea economică, protejarea mediului și societate este complexă și interconectată, iar modul în care acești trei factori acționează și se influențează reciproc este esențial pentru înțelegerea dezvoltării sustenabile.

Interconectarea acestor trei factori este discutată în cele ce urmează.

Dezvoltarea economică și protejarea mediului:

Dezvoltarea economică este adesea legată de creșterea producției și a consumului, de utilizarea intensivă a resurselor naturale, ceea ce poate avea un impact semnificativ asupra mediului. De exemplu, exploatarea intensivă a resurselor naturale, cum ar fi combustibilii fosili, poate duce la poluare, la emisii de gaze cu efect de seră și la epuizarea acestor resurse.

Pe de altă parte, un mediu sănătos și folosirea justă a resurselor sunt esențiale pentru susținerea creșterii economice pe termen lung. Resursele naturale oferă materii prime pentru producție, iar activitățile ecosistemelor, cum ar fi polenizarea plantelor sau purificarea apei, sunt vitale pentru agricultură și industrie.

Dezvoltarea economică și societatea:

Creșterea economică poate aduce beneficii semnificative pentru societate, în special prin crearea locurilor de muncă, îmbunătățirea nivelului de trai și furnizarea de servicii publice, cum ar fi asistența medicală și educația.

Cu toate acestea, relația dintre dezvoltarea economică și societate nu este întotdeauna simplă. Uneori, creșterea economică poate duce la inegalități sociale, cu o distribuție inechitabilă a beneficiilor, ceea ce poate alimenta tensiuni și disfuncții sociale.

Protejarea mediului și societatea:

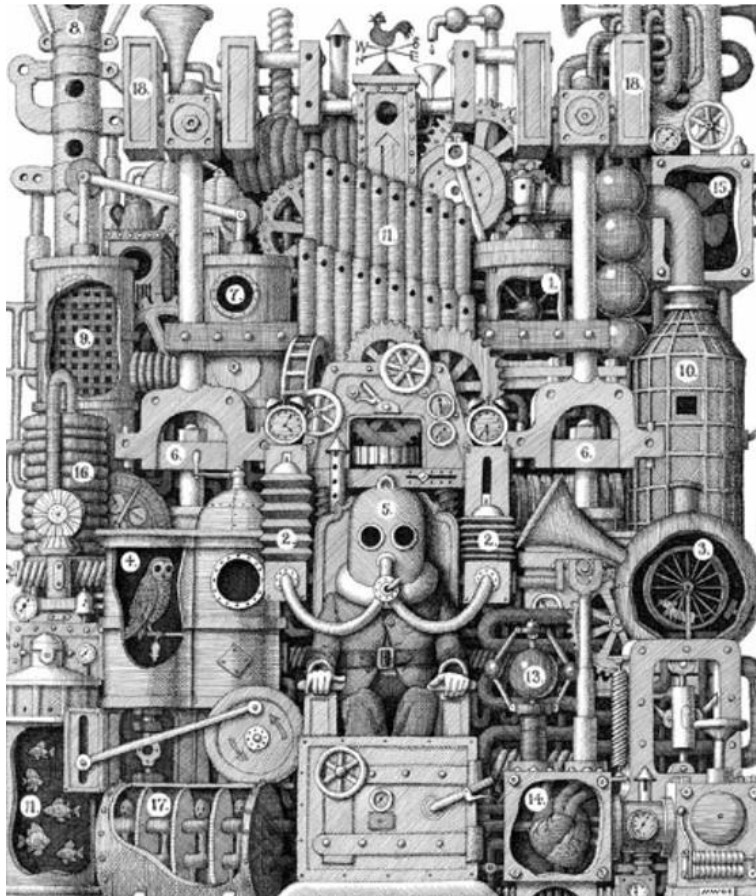
Mediul sănătos are un impact direct asupra bunăstării umane. Calitatea aerului, apei și a solului, precum și accesul la resurse naturale, influențează sănătatea oamenilor și calitatea vieții.

În plus, societatea joacă un rol semnificativ în modul în care se gestionează și se protejează mediul. Comportamentul, valorile și politicile sociale pot influența modul în care resursele naturale sunt utilizate și conservate.

Dezvoltarea sustenabilă vizează gestionarea echilibrată a acestor interacțiuni complexe. Ea se concentrează pe promovarea unei dezvoltări economice care să țină cont de protecția mediului și de echitatea socială. Prin implementarea dezvoltării durabile, se urmărește asigurarea că dezvoltarea economică nu depășește limitele resurselor naturale și nu generează inegalități sociale semnificative. Acest lucru presupune adoptarea unor politici și practici care să echilibreze creșterea economică cu conservarea mediului și cu asigurarea bunăstării pentru toți membrii societății.

Modul 2: Aspecte Tehnice ale Dezvoltării Sustenabile

- Evaluarea impactului tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului.
- Eficiența energetică și utilizarea resurselor: tehnologii și strategii.
- Inovații tehnologice pentru reducerea emisiilor și poluării.



2.1 Evaluarea impactului tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului

Ingineria

Ingineria este o disciplină tehnico-științifică care se ocupă cu proiectarea, construirea, testarea și menținerea structurilor, dispozitivelor, sistemelor și mediilor pentru a îndeplini scopuri practice.

Ingineria acoperă o gamă largă de domenii și specializări, inclusiv inginerie civilă, inginerie electrică, inginerie mecanică, inginerie chimică, inginerie software, inginerie aero-spațială, inginerie biomedicală și multe altele. Fiecare specializare în inginerie are propriile sale principii, tehnologii și metode specifice, adaptate pentru a rezolva problemele specifice din domeniul respectiv.

Ingineria este adesea implicată în rezolvarea problemelor complexe, utilizând cunoștințe științifice și tehnologice pentru a inova și a dezvolta soluții practice pentru diverse industrii și domenii de aplicare. Inginerii joacă un rol crucial în progresul tehnologic și în îmbunătățirea vieții cotidiene prin aplicarea cunoștințelor lor în diverse proiecte și inițiative.

Ingineria și principiile dezvoltării sustenabile

Principiile dezvoltării sustenabile vizează asigurarea unui echilibru între nevoile prezentului și capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi. Acestea au fost sintetizate în cadrul conceptului cunoscut sub numele de "Trilogia Dezvoltării Durabile" și includ trei componente interconectate (Tabelul 2.1.1).

Tabelul 2.1.1 Componentele dezvoltării sustenabile

Economică:	Socială:	Ecologică:
Promovarea unei creșteri economice echitabile și incluzive.	Asigurarea drepturilor omului și promovarea justiției sociale.	Conservarea și protejarea biodiversității.
Asigurarea eficienței în utilizarea resurselor și sprijinirea inovației sustenabile.	Crearea unor condiții de viață echitabile și accesibile pentru toți.	Utilizarea durabilă a resurselor naturale și reducerea impactului asupra mediului.
Dezvoltarea unor modele de afaceri responsabile social și ecologic.	Promovarea diversității culturale și sociale.	Considerarea schimbărilor climatice și adoptarea unor practici care să sprijine reziliența mediului în fața acestora.

Aceste principii subliniază importanța integrării sustenabilității în toate aspectele dezvoltării, fie că este vorba de planificarea urbană, producție industrială, luarea deciziilor sau comportamentul individual.

Ingineria abordează principiile dezvoltării sustenabile printr-o serie de practici și strategii care vizează reducerea impactului asupra mediului, utilizarea eficientă a resurselor și promovarea durabilității pe termen lung. În Tabelul 2.1.2 sunt prezentate principalele moduri în care ingineria se implică în dezvoltarea sustenabilă. Prin aplicarea acestor principii și strategii, inginerii contribuie la construirea

unei lumi mai sustenabile și rezistente, abordând provocările actuale și viitoare legate de mediu și resurse.

Tabelul 2.1.2 Principalele moduri prin care ingineria se implică în dezvoltarea sustenabilă

Proiectare durabilă:	Analiză ciclului de viață: Inginerii evaluează impactul ecologic al produselor și proceselor pe întregul lor ciclu de viață, de la materii prime până la eliminarea finală.
	Eficiența energetică: Dezvoltarea de tehnologii și sisteme care reduc consumul de energie și optimizează eficiența resurselor.
Utilizarea resurselor sustenabile:	Materiale durabile: Alegerea materialelor care sunt reciclabile, biodegradabile sau care au un impact redus asupra mediului în timpul extracției și prelucrării.
	Managementul eficient al resurselor: Utilizarea judicioasă a resurselor precum apă, energie și materii prime în procesele de producție.
Energii regenerabile și tehnologii curate:	Energii regenerabile: Dezvoltarea și implementarea surselor de energie regenerabile, cum ar fi energia solară, eoliană și hidroenergia.
	Tehnologii curate: Inginerii lucrează la dezvoltarea tehnologiilor care reduc emisiile de gaze cu efect de seră și alte poluante.
Infrastructură verde:	Dezvoltare urbană durabilă: Proiectarea și construcția orașelor în mod sustenabil, luând în considerare aspecte precum transportul public, gestionarea deșeurilor și spațiile verzi.
	Infrastructură rezistentă la schimbările climatice: Crearea de infrastructură care poate face față schimbărilor climatice, cum ar fi inundații sau cutremure.
Managementul deșeurilor:	Reciclare și reutilizare: Implementarea sistemelor eficiente de reciclare și reutilizare a deșeurilor pentru a reduce impactul asupra mediului.
Inovație și cercetare:	Dezvoltare tehnologică: Inginerii sunt implicați în cercetare și dezvoltare pentru a crea tehnologii noi și îmbunătățite care să contribuie la dezvoltarea sustenabilă.

Impactul tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului înconjurător

Impactul tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului poate fi semnificativ și poate include multiple aspecte negative, cu toate că, mai ales în ultimii ani, există eforturi semnificative pentru a dezvolta și implementa tehnologii mai sustenabile.

Iată câteva moduri în care tehnologiile și procesele industriale pot influența mediul:

Emisiile de gaze cu efect de seră:

Procesele industriale, în special cele care implică arderea combustibililor fosili, contribuie la emisiile de gaze cu efect de seră, precum dioxidul de carbon (CO₂) și metanul (CH₄), accentuând schimbările climatice și încălzirea globală.

Poluarea aerului:

Activitățile industriale pot emite diverse substanțe poluante în atmosferă, inclusiv particule fine, monoxid de carbon, oxizi de azot și compuși organici volatili, care pot afecta calitatea aerului și sănătatea umană.

Poluarea apei:

Deversările industriale pot introduce substanțe chimice periculoase, metale grele și alte poluanți în sursele de apă, afectând astfel ecosistemele acvatice și sursele de apă potabilă.

Generarea deșeurilor:

Producția industrială generează cantități mari de deșeuri, inclusiv deșeuri periculoase. Eliminarea necorespunzătoare a acestora poate avea un impact semnificativ asupra solului și a apei.

Consumul excesiv de resurse:

Procesele industriale necesită resurse naturale, cum ar fi combustibilii fosili, metalele și mineralele. Exploatarea intensivă a acestor resurse poate duce la epuizarea lor și la degradarea ecosistemelor.

Defrișările și distrugerea habitatelor:

Industria forestieră și expansiunea industrială pot conduce la defrișarea pădurilor și distrugerea habitatelor naturale, afectând biodiversitatea și contribuind la pierderea unor specii.

Utilizarea substanțelor chimice periculoase:

Procesele industriale pot implica utilizarea și eliberarea în mediu a substanțelor chimice periculoase, cu impact asupra sănătății umane și a mediului.

Consumul energetic ridicat:

Multe procese industriale necesită cantități mari de energie, în special atunci când se bazează pe surse de energie ne-sustenabile, cum ar fi combustibilii fosili.

Pentru a minimiza aceste influențe negative, companiile și guvernele lucrează la implementarea tehnologiilor mai curate și la adoptarea unor practici industriale mai sustenabile. Inovațiile în energie regenerabilă, eficiența energetică și gestionarea durabilă a resurselor sunt exemple de abordări care pot contribui la reducerea impactului negativ al tehnologiilor și proceselor industriale asupra mediului.

2.2 Eficiența energetică și utilizarea resurselor: tehnologii și strategii

Eficiența energetică este definită ca *utilizarea optimă a energiei pentru a obține un anumit rezultat sau performanță într-un sistem sau proces.*

Este măsura în care un sistem, dispozitiv sau tehnologie convertește energia disponibilă într-o formă utilă, minimizând pierderile și reducând consumul total de energie.

Eficiența energetică înseamnă pur și simplu **folosirea unei cantități mai mici de energie pentru a îndeplini aceeași sarcină** – adică eliminarea risipei de energie.

Eficiența energetică produce beneficii precum:

- diminuarea impactului asupra mediului prin reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră,
- reducerea costurilor la nivel casnic și la nivel de economie,
- reducerea dependenței de sursele de energie ne-sustenabile inclusiv reducerea cererii de importuri de energie.

În timp ce tehnologiile de energie regenerabilă ajută la îndeplinirea acestor obiective, îmbunătățirea eficienței energetice este cea mai ieftină – și adesea cea mai imediată – modalitate de a reduce utilizarea combustibililor fosili.

Există oportunități enorme de îmbunătățire a eficienței în fiecare sector al economiei, fie că este vorba de clădiri, transport, industrie sau generare de energie.

Măsurile specifice pentru îmbunătățirea eficienței energetice pot include:

- utilizarea tehnologiilor mai avansate,
- izolarea eficientă a clădirilor,
- adoptarea unor practici mai eficiente în industrie și transport,
- promovarea surselor de energie regenerabilă.

Global, promovarea eficienței energetice joacă un rol crucial în eforturile de combatere a schimbărilor climatice și de construire a unui viitor mai sustenabil din punct de vedere energetic.

Eficiența energetică este o componentă esențială în fiecare etapă a lanțului de **producere, transport și consum de energie**.

2.2.1 Eficienta generării

În producerea energiei, eficiența joacă un rol crucial în optimizarea resurselor disponibile. Utilizarea tehnologiilor de generare cu randament înalt, cum ar fi centralele electrice cu cogenerare contribuie la maximizarea producției de energie în raport cu resursele investite. Investițiile în cercetare și dezvoltare pentru a îmbunătăți tehnologiile existente și a descoperi noi modalități de generare a energiei sunt esențiale pentru a spori eficiența în această fază.

Randamentul generării de energie se referă la eficiența cu care o tehnologie convertește resursele energetice disponibile în energie utilă.

La modul general randamentul este raportul dintre util și consumat (energia utilă raportată la energia consumată).

$$\eta = \frac{E_{utila}}{E_{consumata}}$$

Adesea acesta este exprimat sub formă procentuală și indică ce fracțiune din energia de intrare este transformată în energie utilă, în timp ce restul poate fi pierdut sub formă de căldură sau alte forme de energie nefolositoare.

În Tabelul 2.2.1.1 sunt prezentate valorile estimative pentru randamentul de generare pentru diverse tehnologii energetice.

Tabelul 2.2.1.1 Randamentul estimativ pentru diverse tehnologii de generare a energiei electrice

	Tehnologia	Randament	Observații
1	Centrale termice cu cărbune	30-40%	O mare parte din energie este pierdută sub formă de căldură cedată sistemului de răcire în cadrul ciclului termodinamic
2	Centrale nucleare	30-40%	Energia nucleară este convertită în căldură cu un randament ridicat, însă transformarea în electricitate este bazată tot pe un ciclu termodinamic având, de regulă, ca agent de lucru aburul; căldura cedată sursei de răcire reprezintă majoritatea pierderilor
3	Centrale hidroelectrice	80-90%	Energia cinetică a apei este transformată în energie mecanică și, în cele din urmă, în energie electrică prin intermediul unor turbine și generatoare electrice. Pierderile principale sunt prin frecare în turbina și generator.
4	Energie eoliană	Peste 20% ajungând până la maximum 50-60%, dependent de tipul turbinei eoliene și condițiile de amplasare,	Energia cinetică a vântului este convertită în energie mecanică și apoi în energie electrică. Pierderile sunt în principal prin frecare.
5	Energie solară	Maximum 20-25% (noile tehnologii)	Transformă direct lumina solară în energie electrică. Pierderile sunt determinate de conversia luminii în electricitate la nivelul cristalului semiconductor.
6	Centrale pe gaz natural	40-60%	Sunt mai eficiente decât cele cu cărbune datorită procesului de ardere mai curat al gazului natural. Pierderi au loc prin căldura de răcire în ciclul termodinamic aferent.
7	Biomasa și biogaz	Maximum 40-60% (pentru tehnologii avansate)	Acestea utilizează materiale organice pentru a produce energie sub formă de căldură sau electricitate. Pierderile au loc prin căldura de răcire în ciclul termodinamic aferent.

Analizând comparativ diverse tehnologii de generare, putem evidenția diferențele în randamentul lor. Este important să ținem cont că randamentul poate varia în funcție de condițiile specifice de operare și de tehnologie, iar progresul tehnologic poate influența performanța acestora în timp.

În cazul **folosirii unui combustibil**, cum ar fi cărbunile, petrolul, gazele naturale, biogazul sau biomasa pierderile de energie încep din faza de ardere. O parte semnificativă a energiei este pierdută sub formă de căldură, aceasta nefiind preluată de către sistemul care realizează conversia sau transferul acesteia.

Căldura generată în procesul de ardere trebuie transferată la un fluid termic (de exemplu, apă sau abur) pentru a pune în mișcare turbinele și generatoarele. În timpul acestui transfer, există întotdeauna pierderi de căldură către mediu, în special dacă izolarea termică a echipamentelor nu este eficientă. Pe de altă parte, există pierderi inerente datorită ciclului termodinamic utilizat pentru conversia căldurii în energia de rotație a turbinei.

În timpul transformării energiei termice în energie mecanică și apoi în energie electrică, există pierderi inevitabile în turbine și generatoare. Aceste pierderi pot apărea din cauza frecării și a rezistenței aerului, ceea ce duce la conversii mai puțin eficiente. În timpul transportului de apă sau abur între diferite sisteme ale centralei termice, pot apărea pierderi semnificative de energie din cauza conductivității termice a materialelor din conducte și echipamente. Funcționarea sistemelor auxiliare, cum ar fi pompele, ventilatoarele și alte echipamente necesare pentru operarea centralei, implică consum de energie și poate genera, de asemenea, pierderi în procesul de conversie a energiei.

Reducerea acestor pierderi de energie este esențială pentru îmbunătățirea eficienței generale a centralelor termice și pentru reducerea impactului asupra mediului. Tehnologii și practici cum ar fi cogenerarea, utilizarea eficientă a căldurii reziduale și implementarea unor sisteme avansate de control și monitorizare pot contribui la minimizarea acestor pierderi.

Cogenerarea reprezintă procesul simultan de producere a energiei electrice și a energiei termice (căldură) din aceeași sursă de combustibil, într-un mod eficient și integrat. Aceasta este utilizată pentru a maximiza utilizarea energiei disponibile din combustibil și a reduce pierderile energetice.

Spre deosebire de centralele convenționale, unde o mare parte din energia produsă este pierdută sub formă de căldură reziduală, cogenerarea recuperează această căldură pentru a o utiliza în procese industriale, încălzirea clădirilor sau alte scopuri.

Cogenerarea poate utiliza o gamă largă de combustibili, inclusiv gaze naturale, biomasă, deșeuri sau alte resurse regenerabile. Reduce emisiile de gaze cu efect de seră prin utilizarea mai eficientă a combustibililor și prin evitarea arderii suplimentare în sisteme separate. Este utilizată în industrie (fabrici, rafinării), pentru încălzirea urbană (rețele de termoficare) sau în clădiri mari, cum ar fi spitale, universități și complexe rezidențiale.

În cazul **sistemelor fotovoltaice** există mai multe surse potențiale de pierderi de energie, care pot afecta randamentul general al sistemului. Iată câteva dintre principalele pierderi de energie în sistemele fotovoltaice:

- pierderi în conversia fonică - în procesul de conversie fonică, celulele solare transformă lumina solară în energie electrică. Unele din aceste pierderi pot apărea din cauza reflexiei, absorbției ineficiente sau transmiterii incomplete a luminii solare în celulele solare

- pierderi în straturile anti-reflex - straturile aplicate pe suprafața panourilor solare sunt concepute pentru a minimiza reflexia luminii solare. Cu toate acestea, chiar și aceste straturi pot suferi pierderi, în special în cazul unor unghiuri neoptime de incidență a luminii solare
- pierderi din cauza temperaturii ridicate - panourile solare pot deveni mai puțin eficiente pe măsură ce temperatura lor crește. Procesul de conversie poate suferi pierderi semnificative la temperaturi ridicate, iar acest fenomen este cunoscut sub numele de "degradare termică".
- pierderi în cabluri și conectori - în timpul transportului curentului electric generat de panouri solare către sistemul de conversie și distribuție, există pierderi de energie în cabluri și conectori din cauza rezistenței acestora. Cu cât distanța dintre panouri și echipamentele de conversie este mai mare, cu atât aceste pierderi pot fi mai semnificative.
- pierderi în invertoare - invertoarele transformă curentul continuu generat de panouri în curent alternativ utilizabil în rețeaua electrică. În acest proces, există pierderi de energie în formă de căldură, cunoscute sub numele de pierderi ohmice.
- pierderi de încărcare și descărcare în baterii (dacă sunt utilizate) - în sistemele fotovoltaice cu stocare de energie, pierderile pot apărea în procesul de încărcare și descărcare a bateriilor. Aceste pierderi sunt rezultatul proceselor chimice din baterii și pot varia în funcție de tipul de baterie și condițiile de operare.
- pierderi din cauza urmării imperfecte a Soarelui - în sistemele care utilizează sisteme de urmărire a soarelui, pot apărea pierderi dacă acestea nu urmăresc precis mișcarea soarelui. Unghiurile incorecte de incidență a luminii solare pot duce la pierderi de randament.
- pierderi de inclinare și orientare - dacă panourile solare nu sunt plasate în direcția și unghiul optim pentru a captura cât mai multă lumină solară, randamentul poate fi afectat negativ.
- pierderi în condiții de umbră - umbra generată de copaci, clădiri sau alte obiecte poate duce la pierderi semnificative de energie, deoarece panourile solare pot fi parțial sau complet umbrite, afectând producția totală.

În Fig. 2.2.1.1 este reprezentată schematic structura funcțională a unui sistem fotovoltaic, iar în Fig. 2.2.1.2 sunt schematizate pierderile posibile.

Randamentul poate fi exprimat ca:

$$\eta = \frac{E_{\text{transmisă în rețea}}}{E_{\text{incidentă pe panoul fotovoltaic}}} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3$$

unde ε_i sunt randamente parțiale pentru fiecare proces.

Reducerea acestor pierderi și optimizarea întregului sistem sunt esențiale pentru îmbunătățirea randamentului și pentru maximizarea producției de energie electrică în sistemele fotovoltaice.

În **sistemele eoliene** pe parcursul întregului proces de conversie a energiei eoliene în energie electrică există mai multe cai de pierdere a energiei:

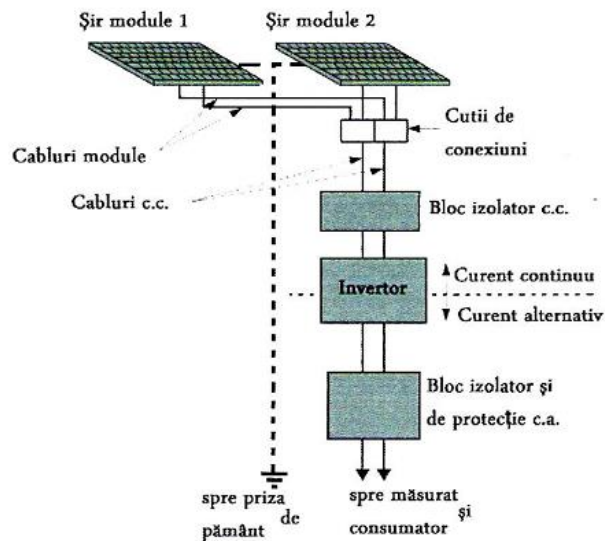


Fig. 2.2.1.1 Reprezentare schematica a unui sistem fotovoltaic

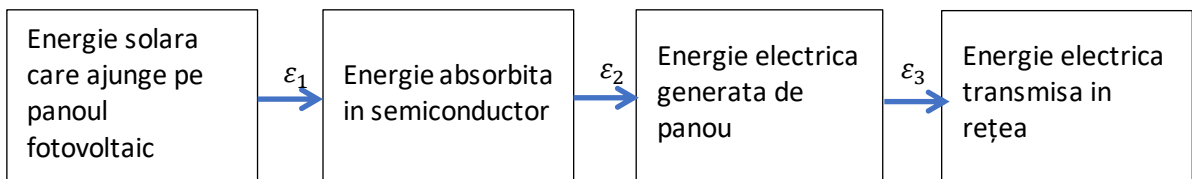


Fig. 2.2.1.2 Reprezentare schematica a pierderilor intr-un sistem fotovoltaic

- pierderi de rotor - fricțiunea și rezistența aerului pe paletel rotorului conduc la pierderi mecanice de energie. Aceste pierderi sunt mai mari în condiții de vânt redus sau când viteza vântului nu este optimă pentru producția de energie.
- pierderi în generator - în procesul de transformare a energiei mecanice a rotorului în energie electrică, există pierderi în generator. Aceste pierderi pot proveni din rezistența electrică a bobinelor, pierderile în miezul magnetic și pierderile mecanice în rulmenți.
- pierderi în sistemul de transmisie și generatoarele de curent continuu - curentul electric produs de generator trebuie convertit în curent alternativ pentru a fi utilizat în rețeaua electrică. Procesul de conversie, inclusiv invertorele și alte componente ale sistemului de transmisie, implică pierderi de energie.
- pierderi în sistemul de control și urmărire a vântului – acesta este utilizat pentru a orienta corect paletel rotorului în direcția vântului pentru a maximiza producția de energie. Orice ineficiență sau erori în aceste sisteme pot duce la pierderi de energie.
- pierderi de conversie în baterii (dacă sunt utilizate) - în cazul sistemelor cu stocare de energie, pot apărea pierderi în procesul de încărcare și descărcare a bateriilor. Aceste pierderi sunt asociate cu conversia energiei în starea de încărcare și înapoi în energie electrică.

- pierderi de conversie în dispozitivele de urmărire și în sistemele de control - sistemele de urmărire și control ale turbinelor eoliene pot implica și ele pierderi în procesul de conversie și gestionare a energiei.
- pierderi în convertizoarele de frecvență variabilă - multe turbine eoliene utilizează convertizoare de frecvență variabilă pentru a adapta viteza de rotație a generatorului la condițiile de vânt. Aceste dispozitive pot avea pierderi semnificative în procesul de conversie a energiei.
- pierderi de încălzire a aerului în turbină - turbina eoliană poate încălzi aerul din jurul sau în timpul funcționării, ceea ce poate duce la pierderi de energie.
- pierderi în procesele de pornire și oprire - procesele de pornire și oprire ale turbinei pot implica pierderi semnificative, în special dacă nu sunt gestionate eficient.

Optimizarea și îmbunătățirea eficienței în toate aceste aspecte ale sistemelor eoliene sunt esențiale pentru maximizarea randamentului și pentru asigurarea unei producții constante de energie electrică.

Procesul de conversie a **energiei nucleare** în energie electrică are loc în centralele nucleare și implică mai multe etape. Iată principalele pierderi de energie care pot apărea pe parcursul acestui proces complex:

- pierderi în reactorul nuclear - energia este generată prin fisiunea nucleelor atomilor de combustibil nuclear (de obicei, Uraniu-235). Doar o parte a energiei rezultate din fisiune este utilizată pentru a produce căldură, o altă parte este pierdută sub formă de neutroni neutrilizați și radiații.
- pierderi în conversia căldurii în abur - căldura generată în reactor este utilizată pentru a încălzi un fluid (de regula apa) și a produce abur. În acest proces, există inevitabile pierderi de energie sub formă de căldură în conducte și schimbătoare de căldură.
- pierderi în turbină - aburul produs este direcționat către turbinele de abur, unde presiunea și temperatura acestuia sunt transformate în energie mecanică. În acest proces, există pierderi din cauza frecării și a rezistenței aerului în turbine.
- pierderi în generatorul electric - energia mecanică produsă de turbinele de abur este transformată în energie electrică în generatorul electric. În acest proces, există pierderi de energie datorită rezistenței electrice în bobinele generatorului, precum și pierderi mecanice în rulmenți.
- pierderi în procesele de transmitere și distribuție - după ce energia electrică este generată, trebuie transmisă și distribuită către utilizatori. În acest proces, există pierderi în linii de transmisie și distribuție, cauzate de rezistența electrică a conductorilor.
- pierderi prin consumul intern al centralei – pentru a funcționa centrala are nevoie de energie electrică, spre exemplu pentru acționarea pompelor care generează mișcarea fluidelor, pentru realizarea ventilației și răcirii, pentru acționarea sistemelor de control-comanda, pentru activitățile de monitorizare, pentru manevrarea combustibilului și a deșeurilor, etc.

Este important să se menționeze că centralele nucleare sunt proiectate și operate pentru a minimiza pierderile de energie, iar cercetarea continuă și inovațiile tehnologice au ca scop îmbunătățirea eficienței și a siguranței acestor sisteme.

2.2.2 Eficienta în transportul energiei

Transportul electricității de la sursă la consumator implică o serie de pierderi de energie care apar în diferite etape ale procesului. Aceste pierderi sunt rezultatul unor fenomene fizice și tehnice și sunt inevitabile în orice sistem electric. Iată câteva dintre principalele surse de pierdere de energie în transportul electricității:

- pierderi ohmice în conductoare – din cauza rezistenței electrice a conductoarelor acestea se încălzesc (efect Joule). Cu cât distanța de transport este mai mare și cu cât secțiunea conductoarelor este mai mică, cu atât vor fi mai mari pierderile ohmice.
- pierderi în transformatoarele electrice - transformatoarele sunt utilizate pentru schimbarea valorii tensiunii de lucru în diferite etape ale rețelei de transport. În acest proces, apar pierderi de energie datorită efectului magnetic, a rezistenței înfășurărilor și altor efecte parazitare.
- pierderi în linii de transmisie: rezistența electrică și capacitățile parazite pot duce la pierderi de energie. De asemenea, linia de transmisie poate suferi pierderi datorită fenomenului de coroziune și a altor factori atmosferici.
- pierderi în echipamentele auxiliare – aceste echipamente, spre exemplu întrerupătoarele și dispozitivele de control, pot genera pierderi de energie, în special în timpul comutării.
- pierderi în relee și dispozitive de protecție - echipamentele de protecție, cum ar fi releele și dispozitivele de protecție, pot genera pierderi de energie în timpul funcționării lor.
- pierderi în procesul de conversie a energiei - dacă există conversii multiple ale formei de energie pe parcursul rețelei (de exemplu, conversia de la curent alternativ la curent continuu și invers), aceste procese pot genera pierderi de energie.
- pierderi de energie în reglarea tensiunii și frecvenței - sistemele de control ale rețelei trebuie să mențină tensiunea și frecvența în limitele specifice. Procesele de reglare pot implica consum de energie suplimentar.

Este important să se țină cont că, în ciuda acestor pierderi, inginerii de rețele încearcă să minimizeze aceste efecte negative prin adoptarea unor tehnologii avansate, îmbunătățiri în proiectarea echipamentelor și optimizarea sistemelor de operare.

2.2.3 Eficienta la nivelul consumatorului

În ceea ce privește consumul de energie la nivel individual și industrial, este esențială adoptarea practicilor și a tehnologiilor eficiente. Utilizarea echipamentelor cu consum redus de energie, implementarea unor practici de construcție durabile și optimizarea proceselor industriale sunt doar câteva exemple de măsuri care pot contribui la eficiența energetică în această etapă. Educația și conștientizarea publică joacă, de asemenea, un rol important în promovarea unui consum responsabil și eficient de energie.

La nivelul consumatorului, pierderile de energie pot apărea în diverse moduri, și acestea pot fi împărțite în mai multe categorii:

- conversia și utilizarea echipamentelor - dispozitivele electrocasnice și echipamentele electronice folosesc energie electrică pentru a realiza diverse funcții. În procesul de conversie a energiei electrice în alte forme de energie (lumină, căldură, mișcare), există întotdeauna pierderi. De exemplu, o lampă incandescentă convertește doar o mică parte din energia electrică în lumină, restul devenind căldură.
- pierderi în procesul de transmitere internă - unele echipamente, cum ar fi cablurile de alimentare și sistemele de distribuire, pot genera pierderi în timpul transmiterii energiei la dispozitivele consumatoare. Aceste pierderi pot fi rezultatul rezistenței interne a acestor componente.
- comportamentul ineficient al consumatorului - modul în care consumatorii utilizează energia poate contribui, de asemenea, la pierderile globale. De exemplu, lăsarea dispozitivelor în modul stand-by sau utilizarea unor aparate vechi și ineficiente energetic poate duce la risipă de energie.
- pierderi în procesul de încălzire și răcire - sistemele de încălzire, ventilație și aer condiționat pot implica pierderi semnificative de energie, în special în clădirile slab izolate. Sistemele ineficiente sau utilizarea necorespunzătoare a acestora pot duce la consum excesiv de energie.
- pierderi în aplicațiile industriale - consumatorii industriali pot suferi pierderi semnificative de energie în procesele lor de producție. De exemplu, motoarele și utilajele industriale pot avea eficiență redusă, iar procesele de producție pot implica pierderi termice și mecanice.
- pierderi în sistemele de distribuție internă - în clădiri, sistemele de distribuție internă a energiei, cum ar fi rețelele electrice interioare și sistemul de iluminat, pot genera pierderi din cauza rezistenței interne și a ineficienței aparatelor de iluminat.

În general, eficiența energetică și reducerea pierderilor la nivelul consumatorului pot fi îmbunătățite prin adoptarea unor practici mai responsabile în ceea ce privește utilizarea energiei, investiții în tehnologii eficiente energetic și îmbunătățiri în proiectarea și construcția clădirilor și a echipamentelor.

2.2.4 Tehnologii pentru îmbunătățirea eficienței energetice

Există o varietate de **tehnologii care contribuie la îmbunătățirea eficienței energetice** în diferite sectoare. Iată câteva exemple de tehnologii utilizate pentru a spori eficiența energetică:

Iluminare bazată pe LED-uri - iluminatul reprezintă o parte semnificativă a consumului de energie în clădiri. LED-urile sunt mult mai eficiente din punct de vedere energetic decât becurile tradiționale, consumând mai puțină energie și având o durată de viață mai lungă.

Sisteme de cogenerare - aceste sisteme permit generarea simultană de căldură și energie electrică într-un singur proces. Utilizează căldura reziduală rezultată din producția de electricitate pentru a încălzi spații sau a alimenta procese industriale, ceea ce maximizează utilizarea energiei și reduce pierderile.

Izolarea clădirilor și sisteme automate de gestionare a energiei - sistemele inteligente de gestionare a clădirilor controlează și monitorizează automat sistemele de încălzire, răcire, iluminare și alte aspecte pentru a optimiza eficiența energetică în clădiri comerciale și rezidențiale.

Vehicule electrice și tehnologii de mobilitate durabilă - vehiculele electrice sunt o alternativă mai eficientă din punct de vedere energetic la vehiculele cu motoare cu combustie internă. De asemenea,

tehnologiile de mobilitate durabilă, cum ar fi ride-sharing-ul și transportul public eficient, contribuie la reducerea consumului de energie în transport.

Eficiența energetică în industrie - în sectorul industrial, tehnologii precum motoarele cu eficiență înaltă, procesele de cogenerare, iluminatul eficient, tehnologiile de reciclare și sistemele de monitorizare a consumului de energie ajută la reducerea consumului total de energie.

Tehnologii de stocare a energiei - bateriile avansate și alte tehnologii de stocare a energiei permit acumularea surplusului de energie produs în perioadele de vârf și eliberarea acesteia atunci când cererea este mare. Aceasta ajută la echilibrarea rețelelor electrice și la utilizarea mai eficientă a energiei.

Aceste tehnologii sunt doar câteva exemple, iar cercetarea continuă și inovația sunt esențiale pentru dezvoltarea și implementarea unor soluții și tehnologii noi care să contribuie la îmbunătățirea eficienței energetice în diverse domenii.

2.3 Inovații tehnologice pentru reducerea emisiilor și poluării

În ultimele decenii evoluția societății a fost caracterizată de o dezvoltare extensivă (sporul populației, creșterea consumului pe cap de locuitor, accentuarea impactului negativ al tehnologiilor de producere a bunurilor pentru consum).

Creșterea populației și industrializarea excesivă au fost principalii factori care au condus la o rată rapidă de creștere a emisiilor și poluării.

Anii 1970: La începutul decadelor 1970, populația mondială se apropia de 4 miliarde de oameni. În această perioadă, creșterea populației a fost rapidă, iar fenomenul cunoscut sub numele de "explozia demografică" a fost o preocupare globală. Guvernele și organizațiile internaționale au început să abordeze această problemă și să implementeze politici de planificare familială.

Anii 1980 și 1990: În decadele următoare, creșterea populației a continuat, ajungând la aproximativ 5.3 miliarde de oameni la sfârșitul anilor 1980 și la aproximativ 6 miliarde la sfârșitul anilor 1990. Totuși, în această perioadă, s-au observat semne de încetinire a ritmului de creștere datorită implementării unor programe de sănătate și educație, care au dus la scăderea ratei de fertilitate în multe țări.

Anii 2000: La începutul mileniului, populația mondială a depășit 6 miliarde de oameni. În această perioadă, tendința încetirii creșterii populației a continuat, iar creșterea s-a stabilizat la niveluri mai moderate. Avansul în domeniul tehnologiei medicale și al accesului la informații a contribuit la îmbunătățirea calității vieții și la scăderea ratei de mortalitate în multe părți ale lumii.

Anii 2010: La începutul decadelor 2010, populația globală a depășit 7 miliarde de oameni. În această perioadă, observăm o continuare a tendinței de încetinire a ratei de creștere a populației. Factori precum urbanizarea, îmbunătățirea accesului la educație și servicii de

sănătate, precum și creșterea independenței economice a femeilor au influențat în mod pozitiv această tendință.

Anii 2020: Până în 2020, populația mondială se apropia de 7.9 miliarde de oameni. În această perioadă, se estimează că creșterea populației globale continuă să încetinească, iar proiecțiile indică o creștere moderată în decadele următoare.

Se poate observa o ușoară încetinire a creșterii populației globale. Cu toate acestea, există numeroase provocări legate de gestionarea sustenabilă a resurselor și de asigurarea bunăstării pentru toți locuitorii planetei. De aceea, dezvoltarea durabilă și gestionarea eficientă a resurselor rămân priorități importante pentru comunitatea globală.

Industrializarea, în special prin ritmul accelerat de după 1950, a adus cu ea efecte devastatoare ale eliberării deșeurilor industriale în natură, poluând apa, solul și aerul și punând în pericol sănătatea populației. Diverse incidente au crescut conștientizarea publicului cu privire la această problemă.

Un exemplu a fost eliberarea de mercur timp de aproape un deceniu de către o companie din Minamata, Japonia, care a dus la otrăvirea localnicilor și la consecințe degenerative pe termen lung pentru populație. Cu toate acestea, a durat până în 2013 până când sa fie convenit un acord de protecție a sănătății umane și a mediului împotriva emisiilor de mercur și compuși ai mercurului (Minamata Convention, 2013).

Pe o alta direcție, la sfârșitul anilor 50 au fost adoptate diverse convenții și tratate ale ONU pentru a evita aruncarea de petrol și deșeuri radioactive în mare, pentru a asigura utilizarea pașnică a Antarcticii și pentru a proteja resursele marine vii.

În acest context, poluarea reprezintă una dintre cele mai mari provocări, afectând mediul înconjurător, sănătatea umană și biodiversitatea.

Poluarea aerului: Evacuarea substanțelor poluante în atmosferă de la sursele industriale, vehicule și alte activități umane duce la o înrăutățire a calității aerului. Aceasta poate provoca boli respiratorii, afecțiuni cardiace, efecte adverse asupra calității solului și apei, precum și deteriorarea clădirilor și a ecosistemelor.

În Tabelul 2.3.1 sunt prezentate principalele substanțe poluante pentru atmosferă.

Controlul și reducerea acestor substanțe poluante sunt esențiale pentru protejarea calității aerului și a sănătății umane. Normele de mediu, tehnologiile curate și schimbările în comportamentul uman joacă un rol crucial în abordarea acestei probleme.

Tabelul 2.3.1 Principalele substanțe poluante pentru atmosferă

Substanța	Sursa	Efecte
Dioxid de sulf (SO ₂)	Este emis în principal prin arderea combustibililor fosili care conțin sulf, precum cărbunele și petrolul.	Dioxidul de sulf poate contribui la formarea ploilor acide și poate afecta calitatea aerului.

Oxizi de azot (NO _x). Includ monoxidul de azot (NO) și dioxidul de azot (NO ₂).	Sunt emiși în principal din motoarele vehiculelor și din procesele industriale.	Oxizii de azot pot contribui la formarea ozonului la nivelul solului și la formarea aerosolilor.
Monoxid de carbon (CO)	Este un produs al arderii incomplete a combustibililor, precum gazul natural sau benzina.	Este toxic și poate afecta capacitatea sângelui de a transporta oxigenul către celule.
Particule în suspensie (PM)	Include particule fine și aerosoli care pot fi eliberate în aer în timpul proceselor industriale, a traficului rutier și a altor activități.	Aceste particule pot avea efecte adverse asupra sănătății respiratorii și pot afecta vizibilitatea.
Compuși organici volatili (COV):	Sunt substanțe chimice organice care pot vaporiza în mod ușor în aer. Acestea sunt emise de diferite surse, inclusiv produse chimice industriale, produse de uz casnic, vopsele și solvenți.	Acestea pot contribui la formarea ozonului la nivelul solului și pot avea efecte asupra sănătății umane.
Ozon (O ₃)	Ozonul la nivelul solului este un poluant atmosferic secundar format prin reacția oxizilor de azot (NO _x) și a compușilor organici volatili (COV) în prezența razelor solare.	Deși ozonul stratosferic protejează viața pe Pământ, ozonul la nivelul solului poate provoca probleme respiratorii și poate afecta culturile agricole.
Metale grele	Includ substanțe precum plumbul, mercurul și cadmiul, care pot fi eliberate în atmosferă prin diverse procese industriale.	Aceste metale pot avea efecte toxice asupra organismelor și pot persista în mediu.
Hidrocarburi aromatice policiclice (HAP)	Sunt compuși organici care conțin mai multe nuclee de benzen.	Sunt emiși în principal prin arderea incompletă a combustibililor fosili și pot avea efecte cancerigene și mutagene.

Poluarea apei: Reziduurile industriale, deșeurile agricole și deșeurile urbane pot contamina sursele de apă, afectând calitatea apei potabile și având un impact negativ asupra vieții acvatice. Substanțe precum metalele grele, substanțele chimice toxice și nutrienții în exces pot provoca probleme serioase pentru ecosistemele acvatice și pentru sănătatea umană.

În Tabelul 2.3.2 sunt prezentate principalele substanțe poluante pentru apă.

Tabelul 2.3.1 Principalele substanțe poluante pentru apă

Substanța	Sursa	Efecte
Substanțe chimice industriale	Produse chimice toxice, cum ar fi metalele grele (plumb, mercur, cadmiu), solvenți organici, substanțe chimice organice persistente (POP) și substanțe chimice industriale, pot contamina apele prin scurgeri accidentale sau emisii continue.	Creează pericole asupra mediului și sănătății umane.
Nutrienți	Apele pot fi poluate cu substanțe nutritive, cum ar fi azotul și fosforul, care provin în principal din deșeuri agricole, apele uzate urbane și industriale.	Acești nutrienți pot duce la eutrofizarea apei, favorizând creșterea algelor și formarea de zone cu deficit de oxigen.
Deșeuri urbane și de construcții	Apele pot fi contaminate de deșeurile solide și lichide provenite din activități urbane, precum gunoiul menajer, ambalajele, produsele farmaceutice, uleiurile uzate și alte deșeuri industriale.	Creează pericole asupra mediului și sănătății umane.
Microorganisme patogene	Apele pot fi contaminate cu bacterii, virusuri, paraziți și alți agenți patogeni proveniți din apele uzate, precum și din fecalele animalelor	Aceste microorganisme pot provoca boli în cazul ingestiei sau expunerii la apă contaminată.
Pesticide și erbicide	Utilizarea intensivă a pesticidelor și erbicidelor în agricultură poate duce la scurgerea acestora în apele de suprafață și subterane	Acestea au efecte negative asupra ecosistemelor acvatice și asupra sănătății umane
Substanțe radioactive	Deversările accidentale sau scurgerile provenite din sursele industriale sau din instalații nucleare pot introduce substanțe radioactive în apele de suprafață și subterane.	Creează pericole asupra mediului și sănătății umane.
Hidrocarburi	Produsele petroliere, cum ar fi uleiurile crude sau derivatele lor, pot polua apele în urma scurgerilor accidentale sau a descărcărilor deliberate	Au un impact negativ asupra ecosistemelor acvatice și a faunei sălbatice
Metale neferoase	Emisiile industriale și scurgerile de la mine pot conține metale non-feroase, precum cuprul, zincul și nichelul, care pot ajunge în apele de suprafață și subterane.	Creează pericole asupra mediului și sănătății umane.

Controlul și prevenirea poluării apei implică implementarea unor măsuri eficiente de gestionare a deșeurilor, reglementări stricte privind emisiile, practici agricole sustenabile și utilizarea adecvată a

resurselor de apă. Educația și conștientizarea publicului joacă, de asemenea, un rol crucial în protejarea resurselor de apă.

Poluarea solului: Activitățile industriale, depozitarea necorespunzătoare a deșeurilor și utilizarea intensivă a pesticidelor și a fertilizatorilor pot duce la poluarea solului. Substanțe chimice toxice pot ajunge în lanțurile alimentare, afectând plantele, animalele și, în cele din urmă, oamenii.

În Tabelul 2.3.3 sunt prezentate principalele substanțe poluante pentru sol.

Tabelul 2.3.3 Principalele substanțe poluante pentru sol

Substanța	Sursa	Efecte
Metale grele	Metalele grele, cum ar fi plumbul, mercurul, cadmiul și cromul, pot ajunge în sol prin scurgeri de la depozite industriale, deșeuri municipale, și prin utilizarea anumitor pesticide și îngrășăminte.	Poluarea solului, înrăutățirea calității acestuia, potențial impact asupra sănătății umane, impact asupra faunei și florei
Hidrocarburi	Substanțele petroliere, inclusiv uleiurile crude și produsele derivate ale acestora, pot ajunge în sol prin scurgeri accidentale sau prin utilizarea necontrolată a acestora	
Produse farmaceutice	Substanțele active din medicamentele umane și veterinare pot ajunge în sol prin excreția animalelor sau prin descărcarea apelor uzate	Efecte potențiale asupra solului și a organismelor din acesta
Substanțe plastice	Deșeurile de plastic, inclusiv particulele de microplastic, pot ajunge în sol prin depozitarea necorespunzătoare a deșeurilor,	Potențiale consecințe asupra sănătății umane, afectarea biodiversității solului
Substanțe chimice organice	Pesticidele și erbicidele, precum și substanțele chimice industriale, cum ar fi solvenții organici și derivații acestora	
Deșeuri urbane și industriale	Depozitarea necorespunzătoare a deșeurilor urbane și industriale poate duce la contaminarea solului cu substanțe precum metalele grele, substanțe chimice toxice și compuși organici poluanți	
Nutrienți în exces	Utilizarea excesivă a îngrășămintelor agricole poate duce la scurgerea de nutrienți, cum ar fi azotul și fosforul, în sol	Eutrofizarea solului și afectarea calității apei subterane
Substanțe radioactive	Accidente nucleare sau activități minerale pot introduce substanțe radioactive în sol, afectând calitatea acestuia	Impact asupra sănătății umane și a mediului

Controlul și prevenirea poluării solului implică adoptarea unor practici agricole sustenabile, gestionarea adecvată a deșeurilor, reglementări stricte privind eliminarea substanțelor poluante și adoptarea practicilor industriale mai curate. Protejarea solului este esențială pentru menținerea fertilității acestuia și pentru asigurarea siguranței alimentare și a sănătății ecosistemelor terestre.

Poluarea sonoră: Creșterea urbanizării și intensificarea activităților umane au condus la poluarea sonoră, care poate avea efecte negative asupra sănătății umane, inclusiv stres, tulburări de somn și probleme cognitive. De asemenea, poate afecta comportamentul animalelor sălbatice și poate perturba ecosistemele naturale.

Poluarea cu lumina excesiva: Este rezultatul iluminării excesive sau inadecvate în zonele urbane și poate afecta observarea cerului nocturn, având un impact asupra astronomiei și biodiversității. De asemenea, poate perturba ritmurile circadiene ale animalelor și oamenilor.

Inovațiile tehnologice joacă un rol crucial în eforturile de reducere a emisiilor și poluării, contribuind la crearea unui mediu mai curat și sustenabil.

În Tabelul 2.3.4 sunt prezentate, pe scurt, principalele inovații tehnologice care au o contribuție majoră la reducerea emisiilor și a poluării.

Tabelul 2.3.4 Principalele inovații tehnologice care reduc în mod major emisiile și poluarea

Vehicule electrice	Dezvoltarea și adoptarea vehiculelor electrice (EV) și hibride au avut un impact semnificativ în reducerea emisiilor provenite din transportul rutier. Aceste vehicule utilizează surse de energie mai curate, contribuind la scăderea emisiilor de gaze cu efect de seră și la îmbunătățirea calității aerului.
Transport public electric	Implementarea flotelor de autobuze și trenuri electrice contribuie la reducerea emisiilor de noxe și particule în aer, oferind alternative durabile și curate pentru transportul public.
Energie regenerabilă	Progresele realizate în tehnologiile de energie regenerabilă, cum ar fi energia solară și cea eoliană, au redus dependența de sursele de energie fosile, contribuind la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră asociate cu producția de energie.
Stocarea avansată a energiei	Inovațiile în tehnologia de stocare a energiei facilitează integrarea mai eficientă a surselor regenerabile în rețelele electrice, depășind provocările de fluctuații ale producției de energie solară și eoliană
Eficiența energetică în clădiri	Sistemele avansate de control al climei, iluminatul eficient, materialele de construcție durabile și designul ecologic contribuie la reducerea consumului de energie și al emisiilor în clădiri.
Agricultură inteligentă	Utilizarea tehnologiilor digitale în agricultură, cum ar fi senzorii, dronele și sistemele de monitorizare a culturilor, poate contribui la o gestionare mai eficientă a resurselor, reducând astfel impactul poluant al practicilor agricole.
Reciclarea	Inovațiile în procesele de reciclare și gestionarea deșeurilor au crescut eficiența recuperării și au redus cantitățile de deșeuri care ajung în depozitele de gunoi.
Tehnologii de captare și stocare a carbonului (CCS)	CCS implică captarea dioxidului de carbon provenit din surse industriale și energetice și stocarea acestuia în mod sigur sub pământ, reducând astfel emisiile de gaze cu efect de seră.
Tehnologii de epurare a aerului și apei	Sistemele inovatoare de epurare a aerului și apei contribuie la reducerea poluanților atmosferici și a substanțelor chimice nocive din surse industriale și municipale.

Blockchain pentru gestionarea resurselor	Tehnologia blockchain poate sprijini transparența și urmărirea surselor de poluare, facilitând astfel gestionarea și reglementarea mai eficientă a activităților cu potențial poluant.
--	--

Aceste inovații tehnologice reprezintă doar câteva exemple dintr-un peisaj în continuă evoluție, iar eforturile continue în cercetare și dezvoltare sunt esențiale pentru a aborda provocările poluării și schimbărilor climatice.

Revoluțiile industriale

În momentul de față industria se îndreaptă către o transformare importantă denumită **Industria 4.0**. Istoria industriei a evoluat în patru etape majore, fiecare marcată de inovații tehnologice și schimbări fundamentale în modul de producție. Aceste etape sunt cunoscute sub denumirea de **revoluții industriale** și au avut un impact semnificativ asupra economiilor și societăților lumii. Iată un rezumat al fiecărei etape:

Industria 1.0 (Revoluția industrială clasică) – Secolul XVIII și începutul secolului XIX

Revoluția Industrială 1.0 a început în Anglia în jurul anului 1760 și s-a extins rapid în restul lumii. Aceasta a marcat tranziția de la producția manuală la producția mecanizată. **Folosirea aburului** pentru a alimenta mașinile a dus la crearea unor fabrici și la dezvoltarea transportului prin calea ferată și nave cu aburi. Muncitorii au fost înlocuiți parțial de mașini, iar producția a devenit mult mai eficientă.

A condus la o urbanizare rapidă și la apariția unor noi clase sociale, **proletariatul industrial**, care a avut un rol central în dezvoltarea urbanizării și în schimbările economice din acea perioadă.

Industria 2.0 (Revoluția industrială secundă) – Secolul XIX

A doua revoluție industrială, care a început în jurul anului 1870, a fost marcată de dezvoltarea și utilizarea pe scară largă a **curentului electric și a motorului electric**. De asemenea, au apărut tehnici de producție de masă, cum ar fi linia de asamblare introdusă de Henry Ford, care a permis fabricarea rapidă și eficientă a produselor, în special automobile.

A avut un impact semnificativ asupra economiilor, cu o **producție de masă** care a redus costurile și a permis accesul larg la produse industriale. De asemenea, au apărut mari companii industriale și au fost consolidate economiile de scară.

Industria 3.0 (Revoluția digitală) – Secolul XX

Începând cu anii 1970, a treia revoluție industrială a fost determinată de introducerea tehnologiei informatice și a sistemelor automate în procesele de fabricație. **Calculatoarele și software-ul** au început să controleze și să monitorizeze producția, iar **roboții industriali** au înlocuit treptat lucrătorii umani în multe domenii, îmbunătățind eficiența și reducând costurile de producție.

Această etapă a fost caracterizată de **globalizarea piețelor** și de automatizarea majorității proceselor industriale. Tehnologiile informatice au permis dezvoltarea internetului și a unui schimb rapid de informații, iar industriile au devenit mai flexibile și mai rapide.

Industria 4.0 (Revoluția tehnologică actuală) – Secolul XXI

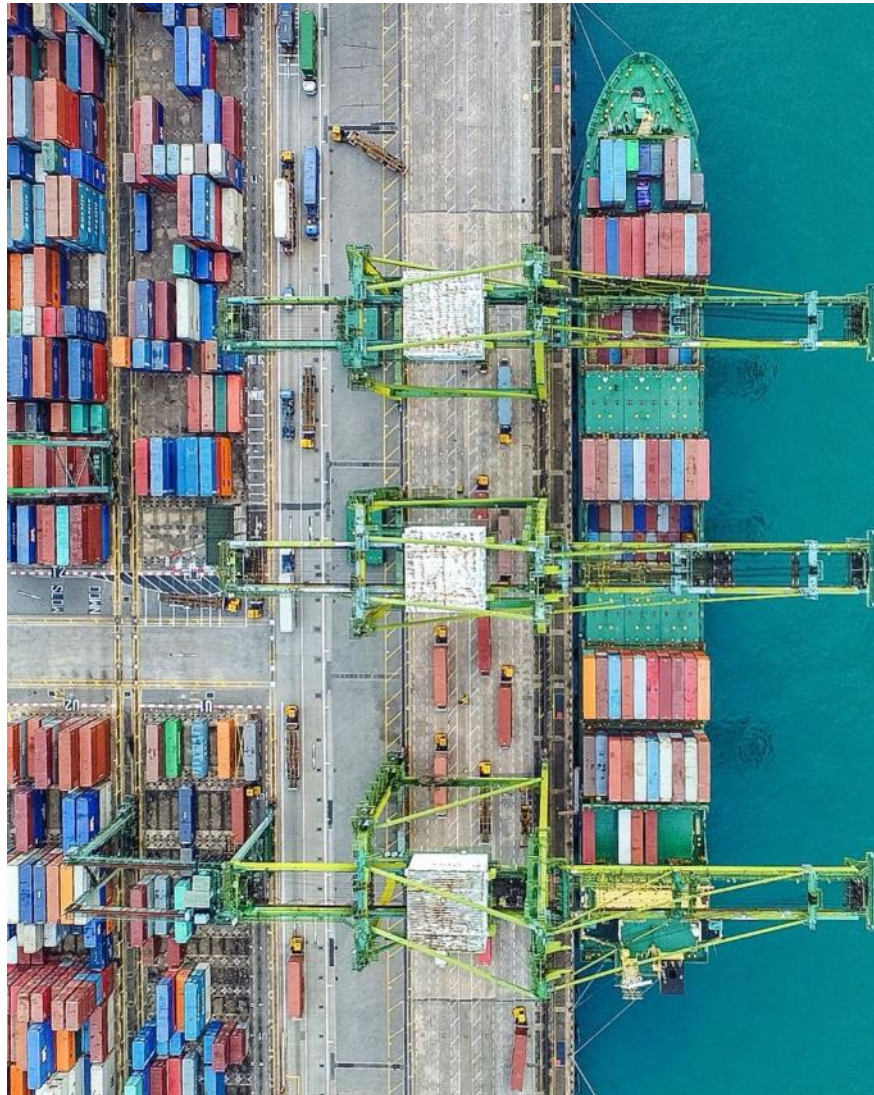
Industria 4.0 este marcată de digitalizarea și interconectarea tuturor proceselor industriale. Tehnologiile emergente, cum ar fi Internetul Lucrurilor (IoT), inteligența artificială (AI), roboții avansați, analiza datelor și mașinile autonome, sunt folosite pentru a crea „**fabrica inteligentă**”. Producția devine din ce în ce mai flexibilă, personalizată și mai eficientă, iar fabricile sunt capabile să ia decizii în timp real bazate pe analiza datelor.

Această etapă promite să revoluționeze complet industria prin **integrarea tehnologiilor digitale**, permițând un nivel de personalizare și eficiență fără precedent. Aceasta schimbă nu doar modul de producție, ci și structura forței de muncă și procesul de luare a deciziilor, iar provocările și oportunitățile economice sunt tot mai interconectate.

Industria 4.0 reprezintă o revoluție tehnologică semnificativă care transformă modul în care sunt concepute și realizate produsele, având un impact profund asupra proceselor de producție, management și fluxurile de muncă. Industria 4.0 facilitează o mai bună comunicare între mașini, oameni și sisteme, permițând producătorilor să răspundă mai rapid la cerințele pieței și să reducă costurile operaționale. Aceasta aduce cu sine nu doar îmbunătățiri ale performanței economice, dar și schimbări semnificative în structura forței de muncă și în modul în care sunt concepute procesele de fabricație.

Modul 3: Gestionarea Durabilă a Resurselor

- Conceptul limitelor planetare
- Gestionarea durabilă a apei: conservare, utilizare eficientă, tratare.
- Gestionarea resurselor naturale și a deșeurilor în industrie.
- Economia circulară.



3.1 Conceptul limitelor planetare

Consumul enorm de resurse din al doilea război mondial a accelerat înțelegerea faptului că epuizarea resurselor se poate produce într-un orizont de timp îngrijorător. În 1949 ONU a convocat Conferința științifică privind conservarea și utilizarea resurselor (UNCCUR) constatând o utilizare intensiva a resurselor ca urmare a creșterii standardelor de viață și a creșterii populației. Au fost discutate șase tipuri de resurse: sol, apă, păduri, combustibili și energie, minerale și animale sălbatice. Accentul Conferinței a fost pe explorarea rezervelor de resurse suplimentare, înțelegerea presiunilor și interconexiunile asupra resurselor, precum și asigurarea disponibilității continue, inclusiv prin inovare și progres tehnic.

În anii 1960 preocupările pentru mediu au crescut în special în țările industrializate, influențate, în principal, de cercetările privind efectele negative ale pesticidelor și reziduurilor chimice din alimente asupra sănătății și mediului. Cartea „A Silent Spring” (Rachael Carson, 1962) este considerată un declanșator cheie pentru mișcarea ecologistă din SUA conducând la noi politici privind mai multe substanțe chimice toxice, care au fost interzise ca urmare a cercetărilor sale. Ca rezultat indirect al cărții, utilizarea DDT-ului în agricultura SUA a fost interzisă. În anii 70, conceptul de „eco-dezvoltare”, urmărind atingerea unei distribuții echitabile a resurselor și satisfacerea nevoilor de bază, căpăta o amploare deosebită.

În aprilie 1968, un grup internațional de oameni de știință și de decizie din diverse domenii a înființat Clubul de la Roma. Patru ani mai târziu, în 1972, Clubul de la Roma a publicat raportul „The Limits to Growth”, bazat pe cercetările Institutului de Tehnologie din Massachusetts. Concluziile raportului se bazează pe o abordare sistemică și au influențat foarte mult cercetările ulterioare. Raportul a susținut că un model de „business as usual” nu ar fi durabil și că lumea ar trebui să se străduiască să a justeze tendințele de creștere în așa fel încât să poată fi atinsă o sustenabilitate ecologică și economică. În mod gradat apare o conștientizare din ce în ce mai mare că sistemele ecologice ale Pământului nu vor susține la infinit traiectoriile proiectate de modelele clasice ale activității umane.

În 1972 Conferința ONU de la Stockholm, dedicată interacțiunilor umane cu mediul, a cristalizat o viziune asupra sustenabilității și dezvoltării sustenabile. Conferința a oferit recomandări pentru națiunile care se confruntă cu probleme de mediu și a conectat puternic noțiunile de dezvoltare și mediu, însă rezultatele sale au fost întâmpinate cu scepticism cu privire la limitările capacității economice din țările în curs de dezvoltare de a gestiona eforturile de conservare cerute.

În 1974, o reuniune a experților în eco-dezvoltare, a produs Declarația Cocoyoc în cadrul căreia a fost introdusă noțiunea de „limite interioare” de satisfacere a nevoilor umane fundamentale și de „limite exterioare” ale integrității fizice a planetei. A fost subliniată problema distribuției economice și sociale defectuoase și a utilizării abuzive și a fost denunțat un sistem economic risipitor bazat pe generarea cererii artificiale. Noțiunea de „conservare pentru dezvoltare” a căpătat amploare, căutând să stimuleze eforturi de conservare în serviciul nevoilor umane.

Pe baza discursului politic din deceniul precedent, în 1983, Comisia Mondială pentru Mediu și Dezvoltare a fost înființată de către Națiunile Unite și a fost însărcinată să pregătească un raport care să includă strategii pentru dezvoltare durabilă. În 1987, raportul a fost publicat sub numele de „Viitorul nostru comun”, care este cunoscut sub numele de Raportul Brundtland și care introduce în mod explicit conceptul de dezvoltare sustenabilă (durabilă).

Bazându-se pe ideea limitelor interioare și exterioare ale declarației Cocoyoc și a ideii de limite generale sau limite ale creșterii conform raportului Clubului de la Roma, Johan Rockström de la Centrul de Reziliență din Stockholm și Will Steffen de la Universitatea Națională din Australia au propus în 2009 **conceptul de „limite planetare”**.

Conceptul urmărește identificarea „**un spațiu de operare sigur pentru umanitate**” ca o condiție prealabilă pentru dezvoltarea durabilă. Cadrul se bazează pe dovezi științifice conform cărora acțiunile umane de la Revoluția Industrială și până în prezent au devenit principalul motor al schimbării globale de mediu. Ideea unui „spațiu sigur și just pentru umanitate” a fost preluată recent și în discuțiile privind modelele socio-economice regenerative și distributive de dezvoltare.

Conceptul definește nouă limite (praguri specifice) care, atunci când sunt depășite, ar putea duce la schimbări bruște și posibil catastrofale la nivelul sistemului pământesc:

1. **Schimbările climatice** - menținerea concentrației de dioxid de carbon în atmosferă la un nivel care să nu genereze schimbări climatice semnificative.

Doi indicatori sunt definiți pentru a descrie granița schimbărilor climatice. Primul se referă la **concentrația de dioxid de carbon în atmosferă**. Aceasta valoare este **de 350 ppm**. Concentrația reală de CO₂ în atmosferă a depășit această valoare în ultimele decenii și a continuat să crească. În timpul Revoluției Industriale, concentrația de CO₂ era de aproximativ 280 ppm, iar în mai 2019, a atins aproximativ 415 ppm. Este important să menționăm că există dezbateri în comunitatea științifică cu privire la posibilitatea ca limita de 350 ppm să fie încă realizabilă și suficientă pentru a evita efecte semnificative ale schimbărilor climatice.

Al doilea este **forțarea radiativă antropogenă totală la vârful atmosferei**. Acesta se referă la schimbările în echilibrul energetic al Pământului ca rezultat al activităților umane care conduc la modificări în cantitatea de radiație energetică absorbită și emisă în atmosferă. Această forțare radiativă este măsurată în unități de putere pe unitate de suprafață (W/m²). Cauza principală a forțării radiative antropogene este creșterea concentrației de gaze cu efect de seră în atmosferă, cum ar fi dioxidul de carbon (CO₂), metanul (CH₄), și dioxidul de azot (NO₂). Aceste gaze împiedică o parte din radiația termică emisă de suprafața Pământului să fie transferate în spațiul cosmic, creând astfel o acumulare de căldură în atmosferă. Acest fenomen este cunoscut sub numele de efect de seră. Forțarea radiativă antropogenă la vârful atmosferei este o măsură a acestei perturbări în echilibrul energetic. Cu cât concentrația de gaze cu efect de seră este mai mare, cu atât forțarea radiativă antropogenă este mai mare, ceea ce contribuie la creșterea temperaturilor globale și la schimbările climatice asociate.

2. **Integritatea ozonului stratosferic** - evitarea deteriorării stratului de ozon stratosferic. Această limită are ca indicator concentrația substanțelor care contribuie la degradarea stratului de ozon, în special cloro-fluor-carburile (CFC-uri). Pragul este stabilit pentru a preveni subțierea excesivă a stratului de ozon.
3. **Acidificarea oceanelor** - menținerea echilibrului chimic al oceanelor pentru a preveni acidificarea excesivă. Această limită planetară se referă la schimbările în concentrația de ioni de hidrogen în oceane, ceea ce afectează echilibrul chimic al apei de mare. Pragul se stabilește pentru a preveni acidificarea excesivă a oceanelor.

4. **Consumul global de apă dulce** - asigurarea utilizării durabile a resurselor de apă dulce. Indicatorul de consum uman de apă dulce are la bază cantitatea totală de apă dulce disponibilă în anumite bazine hidrografice sau în întreaga planetă și nivelul de utilizare al acestei resurse de către oameni. El poate fi exprimat în procente sau în cantități absolute, precum metri cubi pe an.
5. **Schimbarea utilizării solului** - limitarea defrișărilor și menținerea biodiversității. Această limită se referă la modificările extinse ale utilizării terenurilor, cum ar fi defrișarea pădurilor sau conversiile masive ale ecosistemelor. Valorile de prag vizează menținerea unei utilizări durabile a terenurilor.
6. **Eliberări de azot și fosfor** - controlul utilizării excesive a azotului și fosforului în agricultură pentru a preveni poluarea. Valorile de prag în ceea ce privește deversarea de azot în apele continentale au scopul de a menține un echilibru în ciclul azotului și de a preveni eutrofizarea excesivă a apelor. Eutrofizarea apare atunci când un ecosistem acvatic, precum un lac, râu sau estuar, acumulează în exces nutrienți, în special azot și fosfor. Acest surplus de nutrienți stimulează creșterea accelerată a algelor și a altor plante acvatice, ceea ce poate avea efecte negative asupra mediului.
7. **Integritatea biodiversității** - menținerea biodiversității și a ecosistemelor sănătoase. Aici, este stabilit un prag pentru rata de extincție a speciilor, având ca obiectiv menținerea biodiversității la niveluri suficiente pentru a asigura funcționarea tuturor ecosistemelor.
8. **Aerosolii atmosferici** - controlul emisiilor de particule fine în atmosferă pentru a evita efecte nedorite. Aici, valorile de prag vizează concentrațiile de particule fine și alți poluanți atmosferici, menținând calitatea aerului la niveluri care să nu afecteze negativ sănătatea umană și a ecosistemelor.
9. **Poluanții chimici sintetici** - limitarea introducerii substanțelor chimice sintetice în mediul înconjurător. Această limită planetară se referă la nivelurile de metale grele în mediu, cu scopul de a preveni acumularea acestora la nivele toxice pentru viață.

Valorile de prag în fiecare dintre aceste domenii sunt stabilite în funcție de cunoștințele științifice actuale și reprezintă limitele peste care riscurile pentru sistemul planetar devin semnificative. Scopul este de a menține activitățile umane într-un cadru sustenabil și de a proteja resursele planetare pe termen lung.

În Tabelul 3.1.1 sunt prezentate limitele planetare stabilite conform cunoașterii existente la nivelul anului 2023.

Tabelul 3.1.1 Limitele planetare (valori 2023)

Limite (granite)	Indicatori	Valori limita	Valoarea curenta	Valoare de baza (pre-industrializare)	Starea granitei
Schimbări climatice	Concentrația vomică de dioxid de carbon [ppm]	350	417	280	
	Forțarea radiativă antropogenă totală la vârful atmosferei de la	1.0	2.91	0	

	începutul revoluției industriale (~1750) [W/m ²]				
Integritatea ozonului stratosferic	Concentrația stratosferică de ozon [unități Dobson]	276	284.6	290	
Acidificarea oceanelor	Starea medie globală de saturație a carbonatului de calciu din apa de mare de suprafață [unități omega]	2.75	2.8	3.44	
Consumul global de apă dulce	Surse de apă de suprafață: perturbarea indusă de om a fluxului de apă albastră [%]	Limita superioară (per centila 95) a suprafeței terestre globale cu abateri mai mari decât în perioada preindustrială, apă albastră: 10,2%	18.2%	9.4%	
	Apă disponibilă plantelor ca umiditate în sol: perturbare indusă de om a apei disponibile plantelor (% suprafață de teren cu abateri de la variabilitatea preindustrială) [%]	11.1%	18.2%	9.4%	
Schimbarea utilizării solului	Fracțiunea de pădure păstrată intact [%]	75% (total) incluzând 85% (păduri boreale) 50% (păduri temperate) 85% (păduri tropicale)	Global 60%	100	
Eliberări de azot și fosfor	Fosfat global: transfer din sistemele de apă dulce în ocean; regional: fluxul de P de	Global: 11 Tg/an Regional: 6.2 Tg/an	Global: 22 Tg/an	0	

	la îngreșăminte la soluri erodabile [Tg/an]	Extras și aplicat pe soluri erodabile.	Regional: 17.5 Tg/an		
	Azot global: utilizare industrială cu intenția de fixare în sol [Tg/an]	62	190	0	
Integritatea biodiversității	Diversitate genetică: rata de extincție măsurată ca număr de extincții per milioane ani pentru realizarea extincției [E/MSY]	<10 E/MSY, dar cu un obiectiv țintă de cca. 1 E/MSY	>100 E/MSY	1 E/MSY	
Aerosolii atmosferici	Diferența interemisferică [AOD]	0.1 (diferența interemisferică anuală)	0.076	0.03	
Poluanții chimici sintetici	Procentul de substanțe chimice sintetice eliberate în mediu fără teste de siguranță adecvate [%]	0	nenula	0	

În urma analizării celor nouă limite, la nivelul Pământului, în 2023 (Tabelul 3.1.1), se poate constata că șase dintre ele au fost depășite din cauza poluării cauzate de oameni. Alte două granițe sunt aproape de a fi rupte, poluarea aerului și acidifierea oceanelor. Singura graniță care nu este deloc amenințată este cea a ozonului atmosferic. Datorită măsurilor luate în ultimele decenii, gaura din stratul de ozon s-a micșorat.

Modelul limitelor planetare oferă un instrument conceptual important în dezbaterile privind dezvoltarea durabilă și gestionarea resurselor planetei într-un mod responsabil, precum și unul practic de a aprecia situația curentă cu scopul de a menține presiunea umană asupra Pământului în cadrul acestor limite pentru a evita deteriorarea ireversibilă a sistemului terestru.

Oamenii de știință explică totuși că aceste granițe nu reprezintă puncte dincolo de care schimbările devin ireversibile, ci marchează creșterea riscului ca acest lucru să se întâmple.

Odată cu discuția despre impactul uman asupra sistemelor terestre, termenul „Antropocen” a fost propus din ce în ce mai mult ca termen pentru a descrie epoca actuală, subliniind ideea că oamenii sunt acum forța motrice care modifică evoluția sistemelor terestre.

Termenul Antropocen nu este recunoscut oficial și începutul său datează adesea de la revoluția industrială. Se sugerează înlocuirea termenului Holocen, care descrie perioada interglaciară actuală, care a început acum 10.000 de ani și este caracterizată de condiții relativ stabile, care au permis oamenilor să dezvolte agricultura și au oferit baza unor societăți umane complexe.

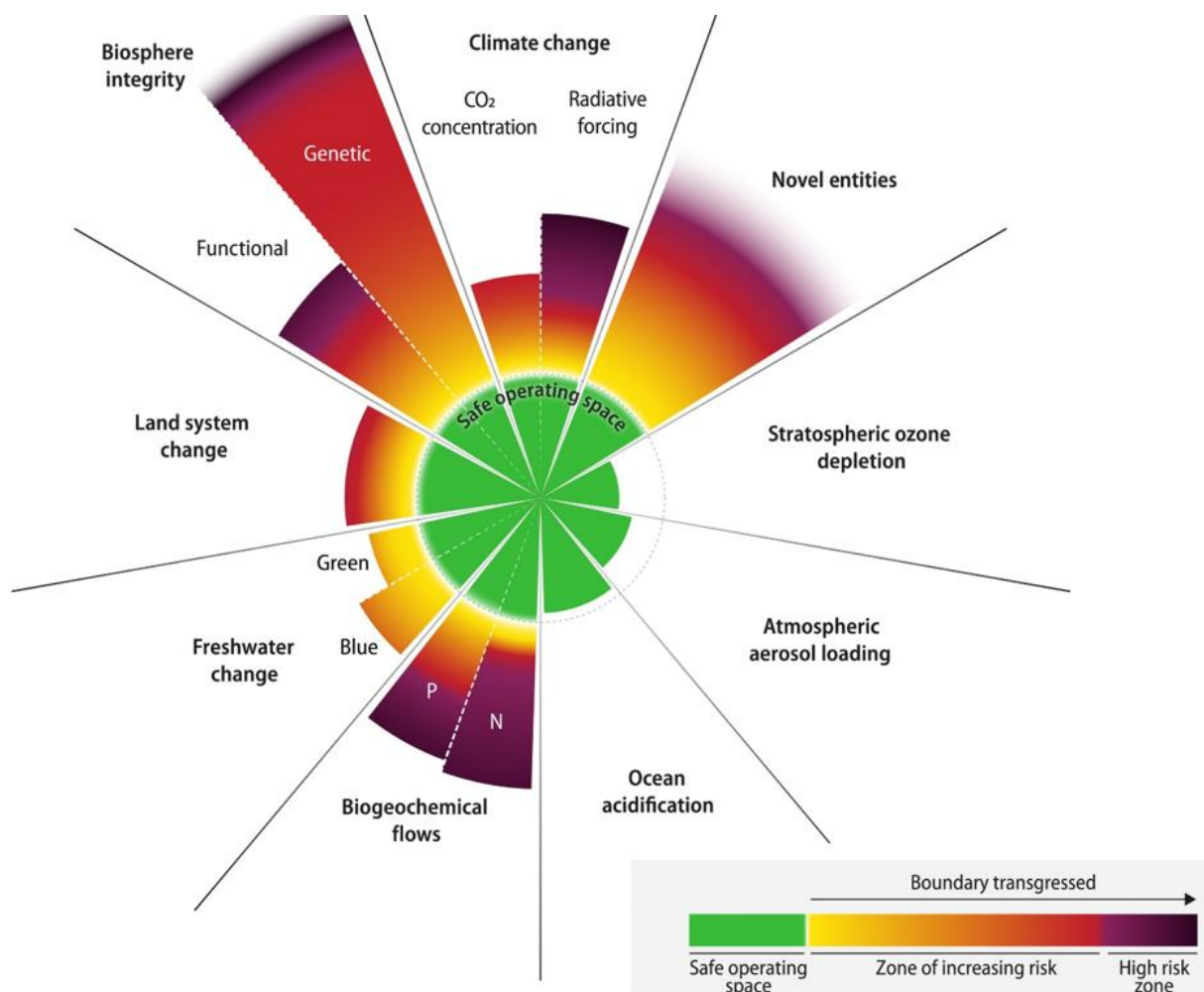


Fig. 3.1.1 Reprezentarea situației actuale în modelul limitelor planetare (sursa: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>)

3.2 Gestionarea durabilă a apei: conservare, utilizare eficientă, tratare

Apa reprezintă un element esențial pentru toate formele de viață. În ultimele decenii se constată că resursa de apă dulce devine tot mai vulnerabilă în fața schimbărilor climatice, a creșterii populației globale și a presiunilor exercitate de activitățile umane. O abordare sustenabilă în gestionarea resurselor de apă este imperativă, întrucât ne confruntăm cu provocări semnificative în asigurarea disponibilității continue a acesteia pentru generațiile actuale și viitoare.

Aproximativ 71% din suprafața Pământului este acoperită cu apă, aproximativ 97,5% din ea fiind apa sărată din oceane și mări, iar restul de **2,5% reprezentând apa dulce**.

Cantitatea totală de apă dulce de pe Terra este limitată, și doar o mică parte din aceasta este disponibilă pentru consum uman. Apa dulce se găsește în diverse forme, inclusiv în râuri, lacuri, bălți, ghețari, ape subterane și ca vapori în atmosferă.

Aproximativ 70% este blocată în ghețari și calote glaciare. Restul de 30% este constituită din ape de suprafață și ape subterane. Accesul la apa din ghețari și calote glaciare este limitat deoarece majoritatea ghețarilor se află în regiuni polare sau în zone îndepărtate, ceea ce înseamnă că nu sunt ușor accesibili pentru consum uman direct.

Din întreaga cantitate de apă dulce, doar o mică fracțiune (cunoscută sub numele de "apă proaspătă disponibilă" sau "apă utilizabilă") este la îndemâna noastră.

Aproximativ 0,3% din apa dulce de pe Pământ este sub formă de ape de suprafață, cum ar fi râurile, lacurile și bălțile, și aceasta este cea mai accesibilă sursă pentru consum uman direct. Cu toate acestea, este important de menționat că nivelurile de accesibilitate variază în funcție de regiune și de calitatea apei. Unele regiuni au resurse mai bogate de apă de suprafață decât altele.

Cantitatea de apă subterană accesibilă și potabilă variază și ea în funcție de locație, dar se estimează că aproximativ 30,1% din resursele de apă dulce ale planetei se află sub formă de apă subterană. În multe regiuni, apa subterană este o sursă importantă de apă potabilă.

O gestionare durabilă a apei implică nu doar conservarea resurselor existente, ci și adoptarea unor practici responsabile în utilizarea și distribuirea apei, având în vedere echilibrul delicat dintre nevoile umane, industriale și ecosistemul în ansamblu. În contextul unei lumi în continuă schimbare, această abordare devine un pilon esențial al dezvoltării durabile și al menținerii echilibrului ecologic.

Unul dintre principalele motive pentru care gestionarea durabilă a apei este imperativă este legat de creșterea presiunii asupra resurselor de apă. Cu o populație globală în creștere și o urbanizare accelerată, cererea pentru apă dulce a atins cote alarmante. Agricultură, industria și consumul casnic au contribuit la epuizarea surselor de apă, punând în pericol atât calitatea, cât și cantitatea disponibilă. Gestionarea ineficientă a acestui lichid vital duce la secete, poluare și distrugerea ecosistemelor acvatice, având consecințe devastatoare asupra biodiversității și a sustenabilității ecosistemelor.

O altă motivație importantă pentru adoptarea unei gestionări durabile a apei este legată de schimbările climatice. Fenomene precum creșterea temperaturilor, schimbările de modele de ploi și topirea accelerată a ghețarilor afectează distribuția și disponibilitatea apei în întreaga lume. Aceste schimbări aduc cu ele riscuri majore, cum ar fi inundațiile și secetele, care pot compromite securitatea alimentară, sănătatea umană și stabilitatea economică. Iată câteva elemente de profunzia variabilitate ilustrate de concluziile raportului WMO (Water Meteorological Organization) din 2022:

WMO, Status of Global Water Resources 2022 Report, 2022, WMO-1333:

„Pe tot parcursul anului 2022, umiditatea solului și evapo-transpirația au reflectat anomalii în condițiile de descărcare și evenimente extreme semnificative ale anului. Mai multe regiuni în întreaga lume au continuat să îndure secete severe, în special în Statele Unite, zona Cornul

Africii și a bazinului La Plata. În plus, secete severe au lovit mari părți din Africa de Nord, Europa, Orientul Mijlociu și China. Europa, în special, a suferit un val de căldură extremă și o secetă record, care duce la niveluri extrem de scăzute în mai multe râuri, cum ar fi Po, Dunărea, Rinul și Loara și afectând grav navigația pe Dunăre și Rin. În Franța, temperaturile crescute cuplate cu nivelurile scăzute ale apei au dus la o scădere a energiei electrice produse în centralele nucleare din cauza apei de răcire insuficiente. De asemenea, navigația pe fluviul Mississippi a fost afectată de nivelurile extrem de scăzute ale apei, ca urmare a unei secete prelungite. Aceste zone au înregistrat, de asemenea, fluxuri epuizate în rezervoare și scăderea umidității solului și a nivelului de evapotranspirație. În America de Sud, bazinul râului La Plata a suferit o continuare a condițiilor de secetă din 2020, după cum o demonstrează reducerea deversării și scăderea umidității solului și a evapotranspirației.

Anul 2022 a adus un amestec de condiții meteorologice extreme în Asia și Oceania. Seceta severă în bazinul râului Yangtze din China a dus la debite ale râului mult mai mici decât media, schimbând aflusul către rezervoarele și umiditatea solului. În schimb, o inundație majoră a avut loc în bazinul fluviului Indus din Pakistan în timpul perioadei musonice, ducând la inundarea a aproximativ 9% din teritoriul țării și pierderi uriașe, atât ca victime umane cât și prejudicii economice. O parte din țară a rămas inundată timp de câteva săptămâni după încheierea evenimentului major. Bazine hidrografice din India și Pakistan au înregistrat un aflus peste medie din cauza condițiilor de debit ridicat și a inundațiilor din amonte. În estul Australiei, bazinul râului Murray-Darling a suferit mai multe inundații pe parcursul anului 2022.

Africa a fost martoră la situații contrastante. Cornul Africii a continuat să sufere de lungă secetă amenințând securitatea alimentară a 21 de milioane de oameni, și afectând cu mult sub medie nivelurile de disponibilitate a apei. În schimb, bazinul Nigerului și o mare parte a Africii de Sud au înregistrat valori de debite peste medie, legate de inundațiile majore din 2022.

În 2022, stratul de zăpadă din Alpi, crucial pentru alimentarea râurilor importante precum Rinul, Dunărea, Ronul și Po, au rămas semnificativ sub medie pe 30 de ani, în ciuda zăpezilor târzii din luna mai. În plus, în 2022, Alpii europeni au fost martorii unor niveluri fără precedent de pierdere de masă din ghețari. Reducerea a depășit semnificativ fluctuațiile istorice. Creșterea topirii a ghețarilor și schimbarea modelelor de precipitații, asociate cu schimbările climatice, poate duce la schimbarea fluxului de apă, în special în bazinul fluviului Rin.”

Conservarea apei dulci este esențială pentru menținerea echilibrului ecologic și asigurarea accesului la resursele de apă potabilă. Conservarea și utilizarea eficientă a apei sunt realizate, în principal, prin următoarele direcții de acțiune:

- (1) reducerea consumului de apă,
- (2) gestionarea durabilă a agriculturii,
- (3) protecția zonelor umede și a bazinelor hidrografice,
- (4) promovarea practicilor responsabile în industrie,
- (5) conștientizarea și educația publicului,
- (6) legislație și reglementări,
- (7) investiții în infrastructură.

Reducerea consumului de apă poate fi realizată prin:

- (1) creșterea eficienței în utilizarea apei prin folosirea tehnologiilor și practicilor care reduc consumul de apă în gospodării, industrie și agricultură,
- (2) eliminarea pierderilor (scurgerilor) prin activități de întreținere și îmbunătățire a infrastructurii.

Reducerea consumului de apă este esențială pentru conservarea resurselor de apă dulce și pentru a face față provocărilor legate de schimbările climatice și creșterea cererii de apă. Există mai multe modalități prin care se poate realiza o gestionare mai eficientă a apei în diferite sectoare, cum ar fi gospodăriile, industria și agricultura. Câteva modalități de reducere a consumului de apă sunt prezentate în Tabelul 3.2.1

Tabelul 3.2.1 Căi de reducere a consumului de apă

1	În gospodării	Instalarea dispozitivelor de economisire a apei <ul style="list-style-type: none"> - montarea robinetelor și dușurilor cu economie de apă - utilizarea vaselor de toaletă cu descărcare redusă de apă
		Repararea scurgerilor <ul style="list-style-type: none"> - identificarea și repararea imediată a scurgerilor în sistemul de conducte sau la nivelul aparatelor sanitare
		Colectarea apei de ploaie <ul style="list-style-type: none"> - utilizarea sistemelor de colectare a apei de ploaie pentru irigații sau alte scopuri non-potabile.
		Programarea corespunzătoare a irigațiilor <ul style="list-style-type: none"> - irigarea grădinii sau a plantelor în perioadele mai răcoroase ale zilei pentru a minimiza evaporarea apei.
		Spălarea responsabilă a vehiculelor <ul style="list-style-type: none"> - utilizarea unor metode eficiente de spălare a mașinilor și evitarea risipei de apă.
		Educarea publicului <ul style="list-style-type: none"> - campanii de conștientizare pentru a încuraja practici de utilizare responsabilă a apei în gospodării.
2	În industrie	Reciclarea și reutilizarea apei <ul style="list-style-type: none"> - implementarea sistemelor de reciclare și reutilizare a apei în procesele industriale.
		Eficiența energetică <ul style="list-style-type: none"> - adoptarea tehnologiilor care optimizează procesele industriale pentru a reduce necesarul de apă.
		Monitorizarea consumului de apă <ul style="list-style-type: none"> - implementarea sistemelor de monitorizare pentru identificarea și corectarea pierderilor de apă.
		Managementul durabil al resurselor <ul style="list-style-type: none"> - adoptarea unor politici și practici care promovează gestionarea responsabilă a resurselor de apă în cadrul industriei.
3	În agricultură	Irigații eficiente

		- utilizarea sistemelor de irigații care distribuie apa în mod eficient, cum ar fi irigarea prin picurare sau sistemele de irigații inteligente.
		Practici agricole durabile - implementarea practicilor agricole care reduc pierderile de apă și optimizează utilizarea acestei resurse.
		Monitorizarea consumului de apă în agricultură - utilizarea tehnologiilor pentru a monitoriza și gestiona consumul de apă în timp real.
		Utilizarea culturilor rezistente la secetă: - promovarea cultivării plantelor rezistente la secetă pentru a reduce necesarul de apă în agricultură.
4	În societate	Educație și conștientizare - program de educație pentru a crește conștientizarea privind importanța economisirii apei.
		Legislație și stimulente - implementarea reglementărilor și oferirea de stimulente pentru promovarea practicilor de economisire a apei.
		Cercetare și inovare - investiții în cercetare și dezvoltare pentru identificarea și implementarea de tehnologii inovatoare în domeniul gestionării apei.

În ceea ce privește gestionarea durabilă a agriculturii, măsurile cele mai importante constau în introducerea de **metode de irigație eficientă** (pentru reducerea risipei de apă), precum și de utilizarea pe scară largă a practicilor de agricultură durabilă (cum ar fi **agricultura organică** sau agricultura de conservare).

Irigațiile eficiente reprezintă o componentă crucială a gestionării durabile a resurselor de apă în agricultură. Acest concept implică adoptarea și implementarea tehnologiilor și practicilor care au ca scop reducerea cantității de apă necesară irigației, optimizând în același timp randamentul culturilor. Irigațiile eficiente sunt esențiale pentru a face față provocărilor legate de schimbările climatice, scăderea disponibilității apei, precum și creșterea presiunii asupra resurselor de apă. În Tabelul 3.2.2 sunt prezentate principalele tehnologii și practici pentru realizarea irigațiilor eficiente.

Tabelul 3.2.2 Tehnologii și practici pentru irigații eficiente

1	Irigația prin picurare	Un sistem care livrează apa direct la rădăcinile plantelor prin intermediul unor tuburi sau conducte care au orificii mici. Reduce pierderile prin evaporare și scurgeri, deoarece apa ajunge direct la locul unde este necesar.
2	Irigația prin aspersie cu reglarea presiunii	Sisteme care distribuie apa sub formă de picături fine, similar ploii. Reglarea presiunii pentru a asigura o distribuție uniformă a apei pe întreaga suprafață irigată.
3	Irigația programată și optimizată	Planificarea și programarea irigației în funcție de cerințele specifice ale fiecărei culturi.

		Optimizarea calendarului de irigare pentru a evita pierderile inutile de apă.
4	Sisteme de monitorizare și control automat	Utilizarea tehnologiilor de senzori pentru a evalua umiditatea solului, temperatura și alte parametri relevanți. Sisteme automate de control al irigației în funcție de nevoile specifice ale culturilor și condițiile meteorologice.
5	Utilizarea culturilor rezistente la secetă	Dezvoltarea și cultivarea plantelor care sunt mai rezistente la secetă. Aceste culturi necesită mai puțină apă pentru a produce randamente similare altor specii.
6	Managementul solului	Utilizarea practicilor de conservare a solului pentru a îmbunătăți capacitatea acestuia de a reține apa. Evitarea practicilor care pot duce la compactarea solului și reducerea capacității acestuia de a absorbi și reține apa.
7	Educație și consultare	Instruirea fermierilor în privința tehnicilor de irigare eficiente și a avantajelor acestora. Consultarea periodică cu experți în agricultură și irigații pentru a îmbunătăți practicile existente.

Prin adoptarea irigațiilor eficiente, agricultorii pot contribui la asigurarea durabilității activităților agricole pe termen lung, protejând resursele de apă și mediul înconjurător, precum și la creșterea eficienței economice, fermierii pot reduce costurile asociate cu utilizarea apei și pot îmbunătăți profitabilitatea, iar reducerea dependenței de resursele de apă poate face exploatațiile agricole mai reziliante în fața fluctuațiilor în disponibilitatea apei

Implementarea unor astfel de tehnologii și practici în domeniul irigațiilor reprezintă un pas semnificativ către o gestionare durabilă a resurselor de apă și o agricultură mai eficientă și mai rezistentă. Educația continuă și sprijinul instituțional sunt esențiale pentru a încuraja fermierii să adopte aceste tehnologii și să contribuie la conservarea resurselor de apă.

Agricultura organică exclue utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor sintetice, a organismelor modificate genetic (OMG) și a altor tehnologii moderne care nu sunt considerate naturale în cadrul sistemului agricol. În schimb, agricultura organică se bazează pe practici agricole sustenabile, cum ar fi rotația culturilor, utilizarea îngrășămintelor organice și gestionarea integrată a dăunătorilor.

Importanța agriculturii organice pentru sustenabilitate este subliniată de mai multe aspecte: (1) conservarea resurselor naturale, (2) protejarea biodiversității, (3) reducerea impactului asupra climei, (4) protejarea sănătății umane, (5) adaptabilitate la schimbările climatice.

Din punctul de vedere al conservării resurselor naturale trei aspecte sunt mai importante:

(1) păstrarea unui sol sănătos (prin utilizarea îngrășămintelor organice, care îmbunătățesc structura solului și conținutul său de substanțe nutritive). Prin îmbunătățirea sănătății solului și creșterea cantității de materie organică, agricultura organică poate contribui la sechestrarea carbonului din atmosferă.

(2) păstrarea calității apei (prin evitarea utilizării pesticidelor și a îngrășămintelor chimice sintetice, se reduce riscul de poluare a apelor subterane și de suprafață),

(3) protejarea biodiversității prin utilizarea rotației culturilor (prin rotația culturilor, agricultura organică promovează diversitatea plantelor și contribuie la menținerea echilibrului în ecosistemele agricole), precum și prin crearea de habitate naturale (practicile organice pot crea habitate naturale pentru insecte, păsări și alte organisme benefice, contribuind la controlul natural al dăunătorilor).

Agricultura organică tinde să aibă un impact mai mic asupra mediului în ceea ce privește consumul de energie, comparativ cu agricultura convențională care, adesea se bazează pe consumuri intensive. Prin evitarea pesticidelor și a altor substanțe chimice sintetice, produsele organice pot oferi alimente mai sănătoase și mai sigure pentru consumatori. În creșterea animalelor în sistem organic, se evită în general utilizarea antibioticelor și hormonilor de creștere, contribuind la prevenirea rezistenței la antibiotice și la reducerea riscurilor asociate cu aceste substanțe. Agricultura organică poate stimula economia locală prin promovarea producției și consumului local. Adesea, agricultura organică este practică în principal de fermieri mici și familii agricole, sprijinind astfel sustenabilitatea comunităților rurale.

Protejarea zonelor umede este esențială pentru menținerea echilibrului ecologic și a sustenabilității ecosistemelor. Zonele umede, cum ar fi mlaștinile, turbăriile, lacurile și delta fluviilor, oferă o gamă largă de servicii ecosistemice, inclusiv reglarea calității apei, habitat pentru specii diverse, reducerea inundațiilor și captarea carbonului. Protecția zonelor umede se bazează pe:

- (1) stabilirea ariilor protejate (de desemnarea și gestionarea zonelor umede ca rezervații naturale, parcuri naționale sau alte arii protejate),
- (2) legislație și reglementări (controlul activităților umane, cum ar fi construcțiile, extracțiile și schimbările de utilizare a terenurilor),
- (3) educație și conștientizare (informarea comunităților locale și a publicului în general despre importanța zonelor umede și despre impactul activităților umane asupra acestora, ceea ce poate contribui la schimbarea atitudinilor și comportamentelor),
- (4) restaurarea ecosistemelor (programe de restaurare a zonelor umede afectate poate ajuta la restabilirea funcțiilor ecologice și la refacerea habitatelor),
- (5) monitorizare și cercetare (supravegherea continuă a sănătății zonelor umede, precum și realizarea de cercetări științifice).

Planificarea și gestionarea bazinelor hidrografice contribuie semnificativ la creșterea sustenabilității într-o regiune. Un bazin hidrografic este o zonă geografică delimitată de către cursurile de apă care converg către un singur punct de scurgere, de obicei, un râu principal sau un lac. Activitățile cheie în sprijinul creșterii sustenabilității bazinelor hidrografice sunt următoarele:

- evaluarea resurselor de apă - realizarea unei evaluări detaliate a resurselor de apă din bazin, inclusiv a cantității și calității apei, pentru a înțelege nevoile și presiunile asupra sistemului hidrografic.
- implicarea comunităților locale - includerea comunităților locale în procesul de planificare pentru a asigura luarea în considerare a nevoilor și perspectivei acestora în ceea ce privește gestionarea resurselor de apă

- analiza amenințărilor și vulnerabilităților - identificarea amenințărilor la adresa resurselor de apă, cum ar fi poluarea, degradarea solului, schimbările climatice și activitățile umane, și evaluarea vulnerabilităților sistemului hidrografic la aceste amenințări
- elaborarea unui plan strategic - dezvoltarea unui plan strategic bazat pe datele colectate și consultările cu comunitățile locale, care să includă obiective specifice, măsuri de conservare a apei și acțiuni pentru gestionarea sustenabilă a bazinului hidrografic
- implementarea măsurilor de conservare a apei - adoptarea și punerea în aplicare a măsurilor de conservare a apei, cum ar fi practicile agricole durabile, tehnologii eficiente din punct de vedere al consumului de apă și gestionarea durabilă a pădurilor
- monitorizarea calității apei - instituirea unui sistem eficient de monitorizare a calității apei pentru a identifica poluarea și a lua măsuri de corectare rapidă
- gestionarea inundațiilor și secetei - elaborarea unor planuri de gestionare a inundațiilor și secetei pentru a gestiona efectele extreme ale condițiilor meteorologice și climatice asupra bazinului hidrografic
- protejarea habitatelor naturale - conservarea și restaurarea ecosistemelor naturale din bazin, cum ar fi zonele umede, pădurile și malurile râurilor, pentru a menține biodiversitatea și pentru a contribui la reglarea ciclului hidrologic
- cooperare și guvernare integrată - promovarea cooperării între autorități locale, organizații neguvernamentale, sectorul privat și comunități pentru a asigura o guvernare integrată și o abordare coordonată a gestionării bazinului hidrografic
- educație și conștientizare - implementarea programelor de educație și conștientizare pentru a informa și implica comunitățile locale și alte părți interesate în procesul de gestionare a bazinului hidrografic.

Planificarea și gestionarea bazinelor hidrografice într-un mod sustenabil reprezintă un pilon esențial pentru asigurarea utilizării durabile a resurselor de apă, menținerea echilibrului ecologic și adaptarea la schimbările climatice.

Promovarea practicilor responsabile în industrie este realizată prin: (1) reciclarea și reutilizarea apei în procesele industriale, (2) adoptarea tehnologiilor curate (care reduc impactul asupra calității apei și care minimizează consumul de apă).

Reciclarea și reutilizarea apei în procesele industriale sunt practici esențiale pentru gestionarea durabilă a resurselor de apă și pentru reducerea impactului negativ asupra mediului. Aceste metode contribuie la conservarea resurselor de apă dulce și la minimizarea poluării.

Reciclarea apei se realizează prin colectarea eficientă a apelor uzate provenite din procesele industriale, tratarea acestora pentru a îndepărta substanțele poluante și a le face apte pentru utilizarea ulterioară, urmata de introducerea apei reciclate în procesele industriale similare cu cele pentru care a fost inițial utilizată, de regula acolo unde nu este necesară o calitate excepțională a apei. Un exemplu larg răspândit este cel al reciclării apei de răcire folosită în procesele de răcire a echipamentelor și mașinilor industriale pentru a reduce consumul total de apă. Un altul consta în utilizarea apei reciclate pentru irigații în agricultură sau pentru întreținerea spațiilor verzi, contribuind astfel la conservarea resurselor de apă potabilă.

În procesul de reciclare este foarte importanta implementarea măsurilor de gestionare a calității apei pentru a asigura că apa reciclată corespunde standardelor de calitate cerute pentru anumite procese industriale.

Reciclarea și reutilizarea apei în procesele industriale sunt esențiale nu doar pentru conservarea resurselor de apă, ci și pentru reducerea costurilor operaționale și pentru îmbunătățirea sustenabilității globale a întreprinderilor industriale. Implementarea acestor practici necesită investiții în tehnologii avansate și schimbări în mentalitatea corporativă pentru a promova utilizarea responsabilă a resurselor de apă.

Adoptarea tehnologiilor curate în industrie, care vizează atât reducerea impactului asupra calității apei, cât și minimizarea consumului de apă, este esențială pentru atingerea obiectivelor de sustenabilitate. Aceste tehnologii oferă soluții inovatoare pentru a gestiona eficient și responsabil resursele de apă, contribuind la conservarea apei și la prevenirea poluării.

De un mare interes sunt tehnologiile de producție cu consum redus de apă precum:

- utilizarea tehnologiilor de filtrare avansate - sistemele de filtrare avansate permit îndepărtarea contaminanților și impurităților din apa folosită în procesele industriale, facilitând astfel recircularea și reutilizarea acesteia.
- sisteme de recirculare a apei de răcire - implementarea sistemelor de recirculare a apei permite reutilizarea apei pentru a răci echipamentele. Acest lucru reduce semnificativ necesitatea de apă proaspătă în sistemele de răcire.
- tehnologii de curățare cu jet de apă de înaltă presiune - utilizarea jeturilor de apă de înaltă presiune pentru curățarea echipamentelor industriale poate fi o alternativă eficientă în ceea ce privește consumul de apă în comparație cu metodele tradiționale care folosesc cantități mari de apă.
- sisteme de tratare a apelor uzate - implementarea sistemelor avansate de tratare a apelor uzate în industrie reduce impactul asupra resurselor de apă locale și permite utilizarea apei tratate în procesele industriale sau pentru alte scopuri, cum ar fi irigarea.
- procese de producție cu reciclarea apei - în unele industrii, procesele de producție au fost adaptate pentru a recicla și reutiliza apa în ciclurile de producție. Aceasta poate implica, de exemplu, reciclarea apei utilizate în procesele de spălare sau răcire pentru a fi folosită din nou în aceleași procese.
- metode eficiente de stingere a incendiilor - utilizarea sistemelor de stingere a incendiilor care utilizează cantități mai mici de apă, cum ar fi sistemele cu gaz sau spumă, poate reduce semnificativ consumul de apă în cazul unor situații de urgență.

Tehnologii de monitorizare a calității apei:

- (1) utilizarea senzorilor și a sistemelor de monitorizare pentru a urmări continuu calitatea apei în timp real și pentru a detecta rapid eventualele probleme sau poluări,
- (2) tehnologii de remediere a poluării, precum cele bazate pe microorganisme care pot elimina poluanții din apa uzată,
- (3) sisteme de captare a poluanților,
- (4) tehnologii de prevenire a scurgerilor în rețelele de apă, cu identificarea și repararea rapidă, prevenind astfel pierderile inutile.

Adoptarea acestor tehnologii în industrie nu doar contribuie la conservarea apei, ci poate aduce și beneficii economice prin reducerea costurilor asociate cu captarea, tratarea și gestionarea apei.

Conștientizarea și educația publicului joacă un rol important în reducerea risipei și în promovarea unor practici responsabile în utilizarea acestei resurse. Educația despre gestionarea durabilă a apei se adresează tuturor nivelurilor școlare, precum și adulților încurajând o atitudine responsabilă față de resursele de apă în rândul populației.

Aspectele **de legislație și reglementare** sprijină implementarea politicilor de conservare a apei. La nivelul Uniunii Europene, există o serie de directive și regulamente care vizează gestionarea durabilă a resurselor de apă și conservarea apei. Aceste politici și legislații au fost adoptate pentru a promova utilizarea eficientă a apei, prevenirea poluării și asigurarea unei gestionări durabile a resurselor de apă:

- **Directiva Cadru privind Apa (2000/60/CE)** - stabilește un cadru pentru protejarea apelor europene și promovează utilizarea durabilă. Obiectivele includ prevenirea degradării calității apei, promovarea utilizării durabile a resurselor de apă, asigurarea protecției ecosistemelor acvatice și promovarea participării publice în procesul deciziei.
- **Directiva privind Calitatea Apelor pentru Consumul Uman (98/83/CE)** - stabilește standarde pentru calitatea apei potabile și introduce măsuri pentru protejarea sănătății umane împotriva poluării apei potabile.
- **Directiva privind Epurarea Apelor Uzate (91/271/CE)** - stabilește standarde privind colectarea, epurarea și descărcarea apelor uzate în mediul înconjurător. Scopul principal este protecția apei împotriva poluării și asigurarea unei gestionări eficiente a apelor uzate.
- **Directiva privind Utilizarea Durabilă a Pesticidelor (2009/128/CE)** - are ca scop reducerea impactului pesticidelor asupra apei și altor medii, promovând utilizarea durabilă a acestora.
- **Strategia pentru Apele Subterane (2006/118/CE)** - stabilește o abordare integrată pentru protecția și gestionarea apei subterane, având în vedere legăturile dintre apele de suprafață și cele subterane.
- **Directiva privind Protecția Solului (2004/23/CE)** - deși nu se referă direct la apă, această directivă are impact asupra calității apei prin protejarea solului, care joacă un rol crucial în filtrarea și purificarea apei.

Aceste directive și regulamente reflectă angajamentul UE pentru conservarea și gestionarea durabilă a resurselor de apă. Statele membre ale UE sunt obligate să transpună aceste reglementări în legislația națională și să pună în aplicare măsurile corespunzătoare pentru a atinge obiectivele stabilite. Prin intermediul acestor politici, UE își propune să protejeze resursele de apă, să prevină poluarea și să asigure o gestionare sustenabilă a apei în întreaga comunitate.

Investițiile în infrastructură pot accelera implementarea politicilor privind sustenabilitatea resurselor de apă. În acest sens sunt stimulate investițiile în tehnologii și infrastructură pentru gestionarea eficientă a resurselor de apă, inclusiv în sisteme moderne de stocare și distribuție a apei. În principal este vizată reducerea consumului de apă, minimizând pierderile și prevenind poluarea.

Iată câteva exemple de investiții specifice în infrastructura de apă pentru a sprijini sustenabilitatea:

- (1) modernizarea rețelelor de distribuție a apei,

- (2) sisteme de management inteligent al rețelelor bazate pe tehnologia IoT (Internet of Things),
- (3) sisteme avansate de tratare a apelor uzate,
- (4) captarea și stocarea apei de ploaie,
- (5) instalarea toaletelor cu consum redus de apă,
- (6) parcuri verzi și infrastructură permeabilă.

Prin astfel de investiții, comunitățile pot atinge obiectivele de conservare a apei, asigurând o utilizare eficientă a resurselor și reducând impactul asupra mediului înconjurător.

3.3 Gestionarea resurselor naturale și a deșeurilor în industrie

Principalele sectoare industriale variază în funcție de țară și în funcție de schimbările economice. O structura generică a acestora include:

- (1) **industria prelucrătoare** (transformarea materiilor prime în produse finite; include sub-sectoare precum producția de mașini, produse chimice, produse alimentare și băuturi, electronice, textile și îmbrăcăminte etc.),
- (2) **industria extractivă** (extragerea resurselor naturale, cum ar fi petrolul, gazul natural, minereurile și alte materii prime; sub-sectoarele pot include industria minieră, industria petrolului și gazelor naturale),
- (3) **industria construcțiilor și a materialelor de construcție** (construcția de clădiri și infrastructură; include producția de ciment, sticlă, metal, lemn și alte materiale de construcție),
- (4) **industria energetică** (producția și distribuția de energie, inclusiv electricitate, gaz și petrol; sub-sectoarele pot include producția de energie electrică, rafinarea petrolului și producția de gaze naturale),
- (5) **industria transporturilor** (producția de vehicule - auto, avioane, nave - precum și serviciile de transport și logistica asociate),
- (6) **industria chimică** (producția de substanțe chimice, inclusiv produse chimice de bază, îngrășăminte, pesticide și produse farmaceutice),
- (7) **industria tehnologiei informației și comunicațiilor (ITC)** (dezvoltarea și producția de tehnologii informatice, hardware, software, telecomunicații și alte servicii conexe),
- (8) **industria alimentară** (producția de alimente și băuturi; include procesarea alimentelor, fabricarea băuturilor, producția de produse lactate și altele).

Industria utilizează o varietate de resurse naturale în procesele sale de producție, iar acestea pot varia în funcție de sectorul industrial. Principalele resurse naturale utilizate de industrie sunt:

- **apa** este esențială în multe procese industriale, inclusiv producția, răcirea, transportul și curățarea.
- **combustibili fosili** precum petrolul, gazele naturale și cărbunele ca materie primă sau pentru transport și producția de energie,
- **minerale și metale:** resurse precum minereu de fier, aluminiu, cupru, plumb, zinc etc. pentru producția de metale, aliaje sau alte materiale,
- **nisip, piatră și materiale de construcții,**
- **lemn și celuloză,**

- **materii prime agricole** precum cerealele, fructele, legumele, animale, peste, plante textile precum bumbacul, inul, cânepa, etc.
- **energie regenerabilă** precum energia solară, eoliană, hidroenergia și biomasa
- **aer.**

Este important să se recunoască impactul asupra resurselor naturale și să se promoveze practici industriale sustenabile pentru a gestiona eficient aceste resurse și a minimiza impactul negativ asupra mediului.

Mineralele rare sunt o categorie de elemente chimice cu proprietăți unice care sunt esențiale în producția multor tehnologii moderne. Acestea sunt folosite în diverse industrii, inclusiv în tehnologia informației, energie regenerabilă, industria de apărare și electronice. În Tabelul 3.3.1 sunt prezentate principalele elemente chimice rare folosite de către industria modernă.

Tabelul 3.3.1 Minerale rare utilizate de industria modernă

1	Neodim (Nd)	Utilizat în producția de magneți puternici, în special în electronică, motoare electrice, dispozitive de stocare a datelor.
2	Disprosiu (Dy)	Producția de magneți puternice, în special pentru turbinele eoliene și vehiculele electrice.
3	Litiu (Li)	Folosit în bateriile reîncărcabile din telefoane mobile, laptopuri și vehicule electrice.
4	Tantal (Ta)	Utilizat în fabricarea condensatoarelor în electronice, dispozitive medicale și în producția de echipamente pentru apărare.
5	Hafniu (Hf)	Folosit în industria aero-spațială pentru fabricarea aliajelor rezistente la căldură și în producția de echipamente pentru detectarea radiațiilor.
6	Ytriu (Y):	Utilizat în industria electronică, în special în fabricarea ecranelor de afișare cu cristale lichide (LCD) și a LED-urilor.
7	Scandiu (Sc)	Utilizat în industria aeronautică pentru a produce aliaje ușoare și rezistente utilizate în construcția avioanelor, precum și a bicicletelor.
8	Terbiu (Tb)	Folosite în industria iluminatului, în special în producția de becuri fluorescente compacte și LED-uri.
8	Europiu (Eu)	
10	Galiu (Ga)	Utilizat în industria electronică pentru producția de semiconductori și în fabricarea ecranelor cu cristale lichide.
11	Ceriu (Ce)	Utilizat în catalizatoarele auto, acumulatori și în industria de prelucrare a sticlei.

Aceste minerale rare sunt esențiale pentru tehnologiile moderne și pentru dezvoltarea durabilă a societății. Cu toate acestea, există îngrijorări cu privire la dependența crescută de resurse limitate și la impactul asupra mediului asociat cu exploatarea acestor minerale rare. Prin urmare, există eforturi continue pentru a găsi alternative, a recicla materiale și a dezvolta tehnologii care să reducă dependența de aceste resurse.

Pentru a înțelege grija pentru utilizarea acestor resurse limitate vom arunca o privire asupra rezervelor mondiale de minerale.

Fierul este unul dintre elementele cel mai utilizate de către om, în general sub forma de oțel. Rezervele de minereu de fier sunt enorme. Australia este țara cu cele mai mari resurse. În 2022 rezervele sale erau estimate la 51 miliarde de tone de minereu, având un conținut de **27 miliarde tone de fier**. **Producția anuală globală de oțel** este în prezent de aproximativ **2.000 de milioane de tone**, conform cifrelor World Steel Association. Fierul este o resursa larg răspândită, însă creează dificultăți în ceea ce privește emisiile, producția de oțel fiind responsabilă pentru aproximativ 7% din emisiile de gaze cu efect de seră la nivel mondial.

Un alt metal important este **cuprul**, utilizat pe scară largă la nivel global datorită proprietăților de conductivitate și maleabilitate. În 2022, rezervele totale de cupru la nivel mondial au fost estimate la **890 de milioane de tone**. (sursa: <https://www.statista.com/statistics>)

Aurul un metal extrem de căutat este estimat a se găsi într-o cantitate de circa **244.000 de tone** (187.000 de tone produse în trecut plus rezervele subterane actuale de 57.000 de tone). Cea mai mare parte a aurului provine din doar trei țări: China, Australia și Africa de Sud. (sursa: <https://www.statista.com/statistics>)

În privința **mineralelor rare**, rezervele totale (considerând toate elementele din Tabelul 3.3.1) la nivel mondial se ridică la aproximativ **130 de milioane de tone**. Majoritatea acestor rezerve sunt situate în China, estimate la aproximativ 44 de milioane de tone. După China, principalele țări cu pământuri rare bazate pe volumul rezervelor sunt Vietnam, Brazilia și Rusia. Statele Unite au, de asemenea, rezerve semnificative, estimate la 2,3 milioane de tone. (sursa: <https://www.statista.com/statistics>)

Pentru o mai clară înțelegere vom introduce câteva informații despre disponibilitatea **Disprosiului** un element absolut necesar în sistemele eoliene. Aproximativ **100 de tone** de disprosiu sunt produse în întreaga lume în fiecare an, din care 99% în China. În ultimi ani s-a adăugat o producție importantă în Australia (circa 50 tone pe an). Potrivit Departamentului de Energie (DoE) al Statelor Unite ale Americii, gama largă de utilizări actuale și proiectate, împreună cu lipsa oricărui înlocuitor imediat adecvat, face ca disprosiul să fie elementul cel mai critic pentru tehnologiile emergente ale energiei curate. (sursa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dysprosium>)

Din punct de vedere al energiei, sectoarele și sub-sectoarele industriale considerate **mari consumatoare de energie** includ:

- (1) **industria prelucrătoare** (prin utilizarea de echipamente și mașini care necesită o cantitate semnificativă de energie; producția de oțel, aluminiu, ciment și produse chimice sunt exemple de sub-sectoare cu consum energetic ridicat),
- (2) **industria extractivă** (activitățile de extracție a resurselor naturale, cum ar fi mineritul și producția de petrol și gaze naturale, necesită, de asemenea, cantități semnificative de energie),

- (3) **industria chimică** (procesele chimice necesită adesea temperaturi ridicate și presiuni, ceea ce implică utilizarea unor cantități însemnate de energie),
- (4) **industria siderurgică** (topirea minereurilor de fier la temperaturi extrem de ridicate),
- (5) **industria de prelucrare a metalelor** (producția și prelucrarea metalelor, cum ar fi aluminiul, cuprul și zincul, necesită procese energetice intensive, cum ar fi topirea și rafinarea),
- (6) **industria sticlei** (încălzirea materiilor prime la temperaturi foarte ridicate),
- (7) **industria de rafinare a petrolului** (rafinări și distilări care consumă o cantitate semnificativă de energie).

În condițiile actuale, multe dintre aceste sectoare caută modalități de a îmbunătăți eficiența energetică și de a adopta practici mai durabile pentru a reduce amprenta lor de carbon. Utilizarea surselor de energie regenerabilă și tehnologiilor eficiente energetic devine tot mai importantă în aceste sectoare pentru a îmbunătăți sustenabilitatea și pentru a reduce dependența de sursele de energie neregenerabile.

Exemplu: schimbări tehnologice în industria oțelului

Reducerea emisiilor de carbon în producția de oțel poate fi făcută prin schimbări tehnologice. Procesul tradițional de producere a oțelului, numit reducerea directă a minereurilor de fier, implică utilizarea cărbunelui și a gazelor naturale pentru a elimina oxigenul din minereuri. Însă această metodă generează emisii semnificative de dioxid de carbon.

Utilizarea hidrogenului în locul cărbunelui sau gazelor naturale în procesele siderurgice poate avea mai multe beneficii. Producția de oțel cu ajutorul hidrogenului poate fi mai eficientă energetic decât metodele tradiționale. Hidrogenul poate fi produs din surse regenerabile de energie, cum ar fi energia eoliană sau solară, prin procese de electroliză. Procesele care utilizează hidrogen în locul cărbunelui pot duce la o producție de oțel cu emisii zero sau cu emisii reduse de carbon, contribuind astfel la eforturile de combatere a schimbărilor climatice.

Utilizarea hidrogenului în industria oțelului necesită inovații semnificative în tehnologie și procese, inclusiv dezvoltarea de cuptoare speciale și alte echipamente adaptate la acest agent de producție. Pe de altă parte, producerea de hidrogen trebuie să devină mai eficientă și mai sustenabilă, iar infrastructura pentru producția, stocarea și transportul hidrogenului trebuie să fie extinsă.

Aplicarea unor **principii de utilizare durabilă a resurselor** de către industrie este fundamentală pentru promovarea unei abordări responsabile și eficiente a resurselor naturale. Aceste principii vizează minimizarea impactului asupra mediului, reducerea deșeurilor, gestionarea eficientă a energiei și promovarea practicilor durabile.

Principiul eficienței resurselor: industria ar trebui să adopte tehnologii și procese care să maximizeze utilizarea eficientă a resurselor, minimizând pierderile și deșeurile.

Principiul economiei circulare: regenerarea, reutilizarea și reciclarea materialelor pentru a reduce dependența de materii prime noi și pentru a minimiza deșeurile.

Principiul energiei durabile: adoptarea surselor de energie regenerabilă și eficiența energetică sunt cruciale pentru a reduce amprenta de carbon a industriei.

Principiul eficienței în gestionarea resurselor de apă: implementarea de practici pentru reducerea consumului de apă și pentru tratarea apei uzate.

Principiul proiectării ecologice: reducerea materialelor toxice, proiectarea produselor ușor de reciclat și crearea produselor cu o durată de viață extinsă.

Principiul responsabilității sociale: grija acordată comunităților locale și încurajarea practicilor etice de afaceri precum protecția drepturilor muncitorilor, implicarea comunității și gestionarea responsabilă a impactului social.

Principiul transparenței: adoptarea transparenței în privința practicilor de utilizare a resurselor și a impactului asupra mediului.

Adoptarea acestor principii contribuie la tranziția către o industrie mai durabilă și la conservarea resurselor naturale pentru generațiile viitoare. Este important ca aceste principii să fie integrate în strategiile de afaceri și să devină parte integrantă a culturii organizaționale.

3.4 Economia circulară

Economia circulară este un concept economic și de dezvoltare durabilă care se axează pe optimizarea utilizării resurselor, minimizarea producției de deșeuri și reducerea impactului asupra mediului.

Prin contrast cu abordarea tradițională, cunoscută sub denumirea de **economie liniară** (în care resursele sunt extrase, utilizate și apoi eliminate ca deșeuri), în economia circulară, resursele sunt menținute într-un circuit închis pentru cât mai mult timp posibil, contribuind astfel la sustenabilitate și reducerea impactului asupra mediului.

Principiile economiei circulare sunt următoarele:

- **proiectare durabilă** - produsele sunt concepute pentru a fi durabile, reparabile și reciclabile; se pune accent pe prelungirea duratei de viață a produselor și minimizarea generării de deșeuri.
- **reciclarea și re folosirea** - resursele și materialele sunt recuperate și reintroduse în ciclul de producție; procesele de reciclare, re folosire și regenerare sunt promovate pentru a reduce dependența de resursele noi.
- **extinderea duratei de viață** - se încurajează repararea și întreținerea produselor pentru a extinde durata lor de utilizare; acest lucru contravine obiceiului de a arunca și înlocui, specific economiei liniare.
- **modelul de afaceri orientat către servicii** - în loc să fie centrat pe vânzarea de produse, economia circulară promovează modelele de afaceri bazate pe servicii; de exemplu, leasingul de produse sau oferirea de servicii de mentenanță și reparații.
- **colaborarea și schimbul de resurse** - întreprinderile, comunitățile și guvernele sunt încurajate să colaboreze și să dezvolte rețele care facilitează schimbul eficient de resurse și materiale.

- **conștientizarea și educația** - în economia circulară, conștientizarea și educația sunt esențiale pentru a schimba mentalitatea și comportamentul consumatorilor și pentru a promova practici sustenabile.

Prin implementarea acestor principii, economia circulară își propune să creeze un sistem economic mai echitabil, mai eficient și mai puțin dăunător mediului înconjurător. Este o abordare holistică care vizează transformarea modului în care societatea produce, consumă și gestionează resursele.

Economia circulară redefinește în mod fundamental relația dintre economie, societate și natură. Acesta oferă un model care decuplează creșterea economică de epuizarea resurselor naturale și supraîncărcarea ecologică, contracarează dezechilibrele acumulate în sistemul liniar și reconciliază prosperitatea economică cu protejarea mediului. Se bazează pe ipoteza fundamentală că resursele sunt limitate și trebuie gestionate pentru generațiile viitoare.

Cantitatea de deșeuri generata la nivel mondial este enorma. Ca exemplu, **la nivelul Uniunii Europene** anual sunt produse peste **2,2 miliarde de tone** de deșeur.

Economia circulară creează un model de producție și consum, de folosire în comun, de închiriere, reutilizare, reparare, renovare și reciclare pentru materialele și produsele existente, în vederea prelungirii, cât mai mult posibil, a ciclului de viață al produselor.

Din punct de vedere practic, economia circulară se bazează pe reducerea la minimum a deșeurilor. La sfârșitul ciclului de viață al unui produs, materialele din care este fabricat sunt păstrate în economie prin reciclare. În acest mod, valoarea intrinsecă a resurselor poate fi păstrată cât mai mult posibil. În acest fel, modelul economic tradițional, „folosim-producem-consumăm-aruncăm”, bazat pe conceptul de resurse inepuizabile, este înlocuit cu modelul circularității, în care este recunoscută importanța critică a resurselor.

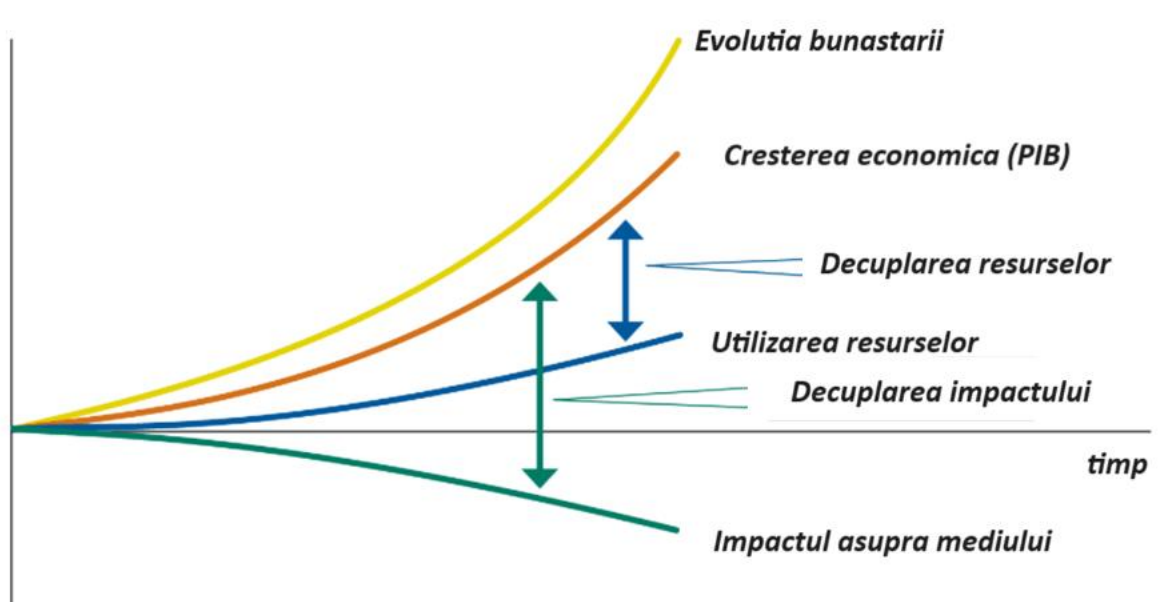


Fig. 3.4.1 Decuplarea creșterii economice de utilizarea resurselor și de impactul asupra mediului (Sursa: Decoupling Report, UNEP, 2011)

În viziunea europeană, o acțiune cheie constă în schimbarea practicilor de proiectare a produselor bazate pe conceptul de „uzura morală programată”. Această limitare a duratei de viață accelerează consumul de produse, stimulând creșterea economică, dar secătând-o implicit de resurse. În economia circulară produsele trebuie să aibă o viață lungă, să fie ușor reparabile și să poată satisface cerințele reciclării. În acest sens produsele trebuie să nu conțină substanțe nocive pentru mediu.

Economia circulară contribuie la decuplarea creșterii economice de evoluția nivelului emisiilor. În Fig. 3.4.1 este reprezentată această decuplare. Mai mult, se poate observa că este posibilă o creștere a bunăstării societății fără să fie însoțită de o utilizare extensivă a resurselor.

În Fig. 3.4.2 este prezentat schematic modelul economiei circulare în viziunea Parlamentului European.



Fig. 3.4.2 Modelul economiei circulare în viziunea Parlamentului European (Sursa: <https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circulara-definitie-importanta-si-beneficii>).

Modelul presupune o utilizare circulară a resurselor, **în cicluri multiple**. În mod natural, există pierderi în acest ciclu, ilustrate prin deșeurile de ieșire, însă nivelul acestora este redus. Aceste pierderi sunt compensate prin intrări limitate de materii prime.

Puteți observa principiile de bază ale circularității începând cu proiectarea durabilă (eliminarea conceptului de uzura morala programată), repararea și reutilizarea produselor, gestionarea deșeurilor cu recuperarea tuturor materiilor prime utile, etc.

Din punct de vedere al gestionării resurselor, economia circulară oferă o reducere a dependenței de extragerea de noi materii prime, oferind mai multă stabilitate și independență în activitatea economică și în realizarea bunăstării sociale.

Creșterea cererii de materii prime este alimentată de creșterea demografică, îmbunătățirea nivelului de trai, dar, mai ales, de consumerism. Dependența de importul de materii prime este un element sensibil din punct de vedere geopolitic, iar pe de altă parte importul produce emisii cauzate de transport la distanțe mari. Conform Eurostat, în prezent UE importă mai mult de jumătate din necesarul de materii prime.

Exemplu: Reciclarea în industria auto

Acesta implică colectarea, demontarea și re folosirea componentelor și materialelor provenite din vehiculele uzate.

Colectarea vehiculelor uzate: Procesul începe prin colectarea vehiculelor uzate, fie că sunt scoase din uz din cauza vârstei, avariei sau a altor motive. Aceasta poate fi realizată de către centre specializate în reciclare auto sau prin programe guvernamentale.

Demontarea vehiculelor: După colectare, vehiculele uzate sunt demontate pentru a separa componentele și materialele. Această etapă poate fi realizată manual sau cu ajutorul echipamentelor specializate.

Recuperarea componentelor: Multe componente ale vehiculelor pot fi recondiționate și re folosite. De exemplu, anumite părți ale motorului, sisteme de transmisie, șasiu sau componente electronice pot fi reparate și vândute ca piese de schimb.

Reciclarea materialelor: Materialele precum metalul, plasticul, sticla și cauciucul sunt reciclate pentru a reduce consumul de resurse naturale și energia necesară pentru producerea de materiale noi. De exemplu, oțelul din șasiu poate fi topit și re folosit pentru producția de oțel nou.

Gestionarea substanțelor periculoase: Vehiculele uzate pot conține substanțe periculoase cum ar fi uleiurile uzate, lichidele de frână, antigetul și alte substanțe chimice. Acestea trebuie eliminate în mod corespunzător pentru a preveni poluarea mediului înconjurător.

Exemplu: Reciclarea în industria produselor electronice de uz casnic

Această industrie gestionează o gamă largă de produse, cum ar fi televizoare, telefoane mobile, computere, electrocasnice, dispozitive audio și multe altele. Iată cum funcționează reciclarea în această industrie:

Colectarea deșeurilor electronice: Colectarea este primul pas important în procesul de reciclare. Agențiile guvernamentale, organizații non-guvernamentale și companiile specializate în reciclare pot furniza containere speciale sau organizează campanii de colectare pentru a aduna deșeurile electronice (e-waste) de la consumatori.

Demontarea și sortarea: După colectare, dispozitivele electronice sunt demontate în componente mai mici. Componentele sunt apoi sortate în funcție de material, deoarece această etapă facilitează procesul ulterior de reciclare. Materialele reciclabile includ metale (cum ar fi aluminiul și cuprul), plastic, sticlă și alte componente valoroase.

Recuperarea metalelor: Una dintre cele mai valoroase componente ale produselor electronice este metalul. Metalele precum aurul, argintul, cuprul și aluminiul sunt recuperate și refolosite. Aceasta nu numai că reduce dependența de extracția de metale din resurse naturale, dar și reduce costurile de producție.

Reciclarea plasticului: Produsele electronice conțin adesea componente din plastic. Plasticele reciclate pot fi utilizate pentru producerea altor produse sau pentru a fabrica noi carcase pentru echipamente electronice.

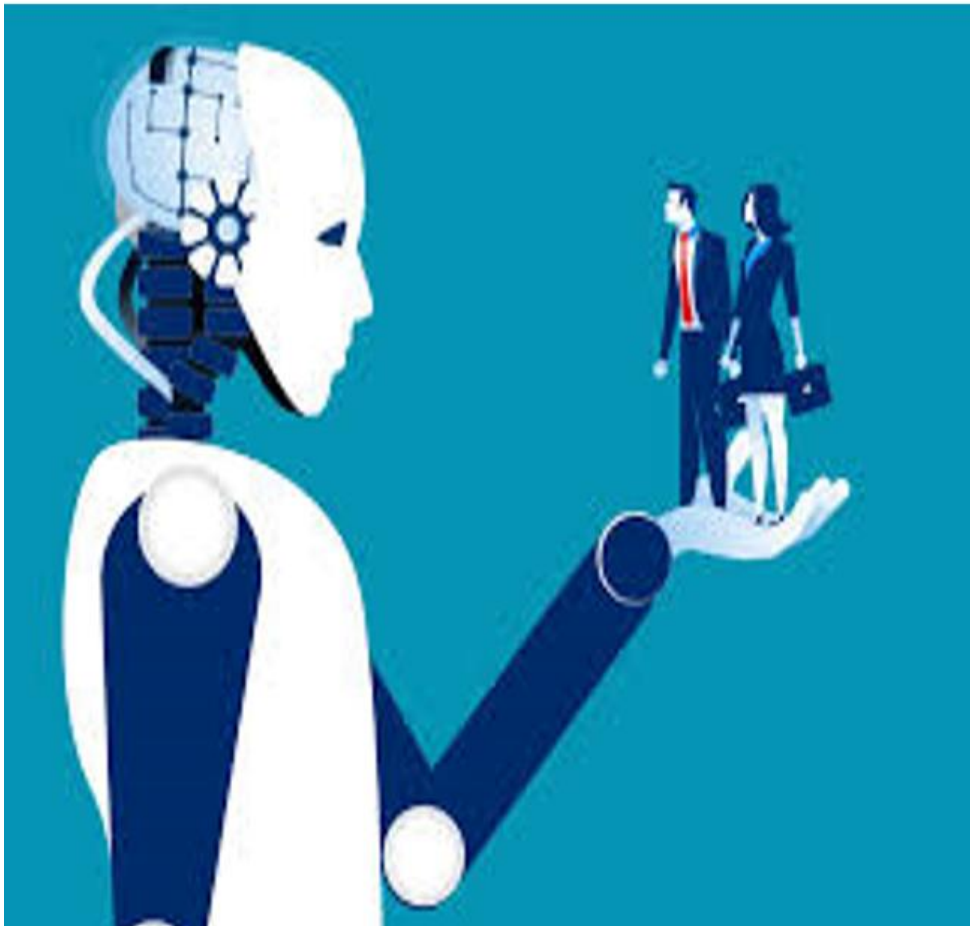
Gestionarea substanțelor periculoase: Multe dispozitive electronice conțin substanțe periculoase, cum ar fi mercurul, plumbul și substanțele chimice inflamabile. În timpul procesului de reciclare, aceste substanțe trebuie tratate și eliminate într-un mod sigur, pentru a preveni poluarea mediului.

Reciclarea bateriilor: Bateriile din dispozitivele electronice reprezintă un alt aspect important al reciclării în această industrie. Materialele recuperate din baterii, cum ar fi litiul, nichelul și cobaltul, pot fi utilizate pentru producția de baterii noi sau alte aplicații.

Responsabilitatea producătorilor: Multe țări și regiuni impun producătorilor de electronice să își asume responsabilitatea pentru gestionarea deșeurilor rezultate din produsele lor. Aceștia pot fi obligați să implementeze programe de reciclare și să contribuie financiar la sistemele de colectare și reciclare.

Modul 4: Dezvoltarea Tehnologică Responsabilă

- Dezvoltarea tehnologiilor disruptive
- Etica tehnologică și impactul social al inovațiilor.
- Considerații asupra siguranței și sănătății umane în dezvoltarea tehnologică.
- Evaluarea ciclului de viață al produselor și tehnologiilor.



4.1 Dezvoltarea tehnologiilor disruptive

Tehnologiile disruptive sunt inovații sau progrese tehnologice care aduc schimbări semnificative într-un domeniu sau într-o industrie, perturbând modelele tradiționale de afaceri și adesea înlocuind tehnologii sau practici existente.

Aceste tehnologii schimbă fundamental modul de proiectare, producție și utilizare, impactul lor putând fi atât pozitiv, generând noi oportunități, cât și negativ, afectând companiile sau industriile tradiționale.

Principalele caracteristicile ale tehnologiilor disruptive sunt următoarele:

- (1) **Schimbări fundamentale** - tehnologiile disruptive nu reprezintă simple îmbunătățiri sau optimizări ale tehnologiilor existente; ele introduc schimbări fundamentale în conceptul industrial sau al activităților.
- (2) **Accesibilitate** - tehnologiile disruptive transformă produse sau tehnologii de nișă și le fac accesibile unui număr mai mare de oameni. Ele pot aduce soluții mai ieftine, mai ușor de utilizat și mai accesibile pentru consumatori sau companii.
- (3) **Inovare radicală** - tehnologiile disruptive aduc adesea inovații radicale, depășind ceea ce există deja pe piață și oferind soluții care nu au fost anterior considerate posibile sau viabile.
- (4) **Model de afaceri nou** - aceste tehnologii aduc, de obicei, un nou model de afaceri sau schimbă modalitatea în care valorile sunt create și livrate într-o industrie. Ele pot să transforme modul de producție, distribuție și consum.
- (5) **Impact social și economic** - tehnologiile disruptive pot avea un impact semnificativ asupra societății și economiei. Ele pot schimba locurile de muncă, modul în care oamenii trăiesc și interacționează, precum și echilibrul de putere în cadrul industriei.

Aceste tehnologii schimbă în fundamental modul în care oamenii lucrează, comunică, produc și consumă bunuri și servicii, având un impact semnificativ asupra multor industrii și aspecte ale vieții de zi cu zi.

Principalele tehnologii considerate disruptive la nivelul anului 2023 sunt:

- **Inteligența artificială (AI) și Big data**- utilizarea algoritmilor avansați și a modelelor de învățare automată pentru a analiza datele, a face predicții și a automatiza procese.
- **Robotica avansată** – crearea de sisteme avansate de producție automată, inclusiv replicarea oricăror activități umane repetitive și programabile.
- **Fabricarea aditivă (imprimarea 3D)** - permite crearea de obiecte tridimensionale prin depunerea succesivă a straturilor de material, având aplicații în producție, medicină, construcții și altele.
- **Internet of Things (IoT)** – prin conectarea dispozitivelor la internet și între ele, permite schimbul de date și controlul la distanță. IoT are aplicații în case inteligente, industrie, sănătate și transport.
- **Vehicule autonome** - dezvoltarea vehiculelor fără șofer poate revoluționa transportul și logistica, inclusiv conceptul de proprietate asupra automobilelor.

- **Energii regenerabile** - dezvoltarea surselor de energie curată, cum ar fi energia solară și eoliană, care pot înlocui treptat sursele de energie tradiționale și poluante.
- **Tehnologii de stocare a energiei** - dezvoltarea de soluții de stocare mai eficiente pentru energie electrică, inclusiv baterii mai avansate și tehnologii de stocare de mare capacitate.
- **Biotehnologii** - manipularea genetică pentru tratarea bolilor genetice, crearea de organisme modificate genetic și alte aplicații în domeniul sănătății și agriculturii.
- **Nanotehnologii și știința materialelor** - manipularea și controlul materiei la nivelul nanometric, adică la scară atomică sau moleculară.
- **Block-Chain** - tehnologia care creează un sistem descentralizat de înregistrare a tranzacțiilor care utilizează criptografia pentru a securiza și valida aceste tranzacții; stă la baza cripto-monedelor, cum ar fi Bitcoin, dar cu potențial de a revoluționa domeniul precum finanțele, lanțul de aprovizionare, sănătatea și altele prin furnizarea de registre distribuite și securizate.
- **Realitatea virtuală (VR) și augmentată (AR)** - oferă experiențe interactive și imersive, fie prin crearea unui mediu virtual complet nou (VR), fie prin adăugarea de elemente virtuale în mediul real (AR).
- **Rețele 5G** - implementarea rețelelor de comunicații mobile de generație următoare, cu o capacitate mai mare și viteze de transfer a datelor semnificativ îmbunătățite.
- **Geo-ingineria** – realizează controlul mediului înconjurător al Pământului pentru a contracara sau atenua schimbările climatice sau pentru a gestiona anumite aspecte ale sistemelor naturale, spre exemplu prin introducerea de particule în atmosferă pentru a reflecta radiația solară și a reduce încălzirea globală, crearea de nori artificiali, modificarea reflexivității suprafeței Pământului, absorbția de CO₂.

Acestea sunt doar câteva exemple, lista nefiind exhaustivă. Tehnologiile disruptive continuă să apară, să se dezvolte și să schimbe fundamental modul în care trăim și lucrăm.

Tehnologiile disruptive au un **impact semnificativ în fluxul de materiale și materii prime**, aducând schimbări fundamentale în modul în care acestea sunt extrase, prelucrate, utilizate și reciclate:

- (1) **Eficiență în extracția și exploatarea resurselor** - tehnologiile disruptive, precum tehnologiile de analiză avansată, senzori inteligenți, roboți și automatizare, permit o exploatare mai eficientă a resurselor naturale. Aceste tehnologii pot oferi date mai precise despre calitatea și cantitatea resurselor, contribuind la o gestionare mai eficientă a proceselor de extracție.
- (2) **Inovare în materiale avansate** - tehnologiile disruptive contribuie la dezvoltarea de materiale avansate, cum ar fi materialele compozite, materialele inteligente și materialele biodegradabile. Aceste materiale pot avea proprietăți superioare în ceea ce privește rezistența, durabilitatea, greutatea și alte caracteristici, aducând îmbunătățiri semnificative în diverse industrii.
- (3) **Economie circulară și reciclare** - tehnologiile disruptive au un rol esențial în promovarea economiei circulare și reciclării materialelor. Progresele în roboți și automatizare facilitează demontarea și reciclarea eficientă a produselor, iar tehnologiile de reciclare avansate contribuie la valorificarea materialelor și reducerea deșeurilor.
- (4) **Moduri de fabricație optimă** - tehnologia imprimării 3D aduce o revoluție în modul în care produsele și componente sunt fabricate. Aceasta permite producția personalizată, reduce

pierderile de materiale și optimizează procesele de producție, influențând astfel fluxul de materiale.

- (5) **Senzori și IoT** - tehnologiile senzoriale și IoT permit monitorizarea în timp real a stadiului și condițiilor materialelor în timpul transportului și stocării. Aceasta optimizează gestionarea stocurilor, reduce risipa și minimizează deteriorarea materialelor.
- (6) **Block-Chain în lanțul de aprovizionare** - utilizarea tehnologiei blockchain în lanțul de aprovizionare, conferă transparență și securitate înregistrărilor, facilitând urmărirea materiilor prime și a materialelor pe tot parcursul lanțului de producție. Aceasta contribuie la eliminarea fraudelor și la asigurarea sustenabilității în lanțul de aprovizionare.

Prin aceste moduri, tehnologiile disruptive influențează în mod semnificativ modul în care materialele și materiile prime sunt gestionate, contribuind la o utilizare mai sustenabilă, eficientă și inovatoare a resurselor.

Pe de altă parte, tehnologiile disruptive aduc contribuții semnificative la protecția mediului prin introducerea de inovații și soluții care vizează reducerea impactului asupra ecosistemelor și promovarea sustenabilității.

Câteva moduri în care aceste tehnologii contribuie la protecția mediului sunt prezentate în cele ce urmează:

- (1) **Eficiența energetică** - inovațiile în domeniul tehnologiilor energetice și al eficienței energetice au dus la dezvoltarea dispozitivelor și a sistemelor care consumă mai puțină energie și optimizează utilizarea acesteia, reducând amprenta ecologică și contribuind la conservarea resurselor naturale.
- (2) **Transport durabil** - transformarea industriei transporturilor prin introducerea de vehicule electrice, vehicule autonome și sisteme de ride-sharing. Acestea contribuie la reducerea poluării atmosferice și a emisiilor de dioxid de carbon, îmbunătățind calitatea aerului și diminuând impactul transportului asupra mediului.
- (3) **Gestionarea deșeurilor** - tehnologiile avansate sunt folosite pentru a gestiona deșeurile într-un mod mai eficient. Roboții și automatizarea pot facilita sortarea și reciclarea materialelor, reducând cantitatea de deșeuri care ajung în depozitele de gunoi și contribuind la economia circulară.
- (4) **Energie regenerabilă** – accelerarea dezvoltării și implementării surselor de energie regenerabilă. Aceste surse de energie curată contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la diminuarea dependenței de sursele tradiționale de energie, cum ar fi combustibilii fosili.
- (5) **Monitorizarea mediului** - tehnologiile avansate de monitorizare, precum senzorii IoT, permit colectarea de date în timp real privind calitatea aerului, calitatea apei și alte aspecte ale mediului. Aceste informații ajută la identificarea problemelor de mediu și la intervenții rapide.
- (6) **Agricultura avansată** - utilizarea tehnologiilor precum senzori, drone și analitica avansată în agricultură permite o gestionare mai precisă a resurselor, inclusiv a apei și a substanțelor chimice. Acest lucru poate reduce impactul negativ al practicilor agricole asupra solului și a resurselor de apă.

- (7) **Tehnologii pentru conservarea biodiversității** - sistemele avansate de monitorizare și tehnologiile de cartografiere contribuie la conservarea biodiversității prin identificarea zonelor critice și implementarea unor strategii mai eficiente de protecție a habitatelor naturale.
- (8) **Blockchain în lanțul de aprovizionare** - utilizarea tehnologiei blockchain în lanțul de aprovizionare sporește transparența și urmărirea resurselor, facilitând identificarea și abordarea practicilor nesustenabile în diverse industrii.

Implementarea pe scara largă a tehnologiilor disruptive poate schimba în mod major modul de producție, dar și societatea și modul de gândire. Tehnologiile noi aduc cu ele o serie de avantaje în creșterea productivității, dar și o serie de provocări, în special legate de schimbarea rolului oamenilor într-o societate viitoare.

Pe de altă parte, acțiunile acestor tehnologii nu sunt întotdeauna convergente sau complet integrate într-un concept de dezvoltare. Spre exemplu producția de energie regenerabilă are ca intenție reducerea emisiilor, ceea ce se și realizează în cadrul producției de energie, însă la nivelul întregului ciclu de viață aceste tehnologii au o componentă extensivă puternică necesitând cantități enorme de materiale pentru captarea unei energii răspândite pe o suprafață mare.

O simplă contradicție în aceasta dezvoltare poate fi exemplificată prin faptul că biotehnologiile dezvoltate sunt deja capabile să extindă condițiile de utilizare tehnologică a rezervelor de petrol și gaze. Zonele de exploatare petrolieră considerate sărace în resurse din punctul de vedere al vechilor tehnologii (prin extracție s-a ajuns la 50-60% din valorile inițiale ale zăcămintului) pot fi utilizate în continuare prin injectarea de microorganisme care sunt capabile să readucă presiunea la valorile tehnologice de exploatare.

Pe de altă parte, inteligența artificială bazată pe algoritmi de învățare automată poate ajuta enorm în ceea ce privește predicția variabilității consumului și producției de energie electrică, însă, cel puțin în fazele de învățare, manipularea unor baze de date enorme conduce la consumuri energetice uriașe. Din aceste motive, dezvoltarea tehnologiilor disruptive poate ajuta îmbunătățirea performanțelor de sustenabilitate, însă nu în mod obligatoriu. Este necesară aplicarea principiilor de sustenabilitate și o privire holistică care să ghideze dezvoltarea și utilizarea acestor tehnologii.

Exemplu: Impactul inteligenței artificiale asupra sustenabilității

Influente pozitive:

Eficiența energetică - sistemele IA pot optimiza și automatiza procese în diverse domenii, reducând consumul inutil de energie

Agricultura inteligentă - utilizarea IA în agricultură permite o gestionare mai eficientă a resurselor, precum apă, îngrășăminte și pesticide, conducând la o producție mai durabilă și la reducerea impactului negativ asupra mediului.

Sisteme de reciclare - IA poate contribui la îmbunătățirea proceselor de reciclare și gestionare a deșeurilor, identificând materialele reciclabile și reducând poluarea.

Monitorizarea și prevenirea dezastrelor naturale - IA poate fi utilizată pentru a monitoriza și preveni dezastre naturale, precum incendiile forestiere sau inundațiile, oferind alerte timpurii și ajutând la intervenția rapidă.

Transport inteligent - sistemele inteligente de transport pot reduce congestiunea traficului și emisiile de carbon prin optimizarea rutelor și gestionarea eficientă a resurselor de transport.

Influente negative:

Consumul energetic ridicat - unele aplicații IA, cum ar fi antrenarea modelelor complexe, necesită resurse enorme de calcul, ceea ce poate duce la un consum crescut de energie și la emisii de carbon asociate consumului.

Efecte socioeconomice - IA poate duce la pierderea unor locuri de muncă în anumite sectoare, ceea ce poate afecta negativ comunitățile și poate crea disfuncționalități sociale.

Riscuri de securitate - creșterea utilizării IA poate duce la riscuri de securitate cibernetică, iar încălcările pot avea impacturi semnificative asupra securității și confidențialității datelor.

Dependența de tehnologie - o utilizare excesivă a IA poate influența negativ dezvoltarea inteligenței umane și a abilităților critice.

Probleme etice - algoritmi de învățare automată pot prezenta elemente bazate pe prejudecăți, ceea ce poate conduce la decizii inechitabile sau discriminatorii.

Vom discuta în secțiunea următoare, mai pe larg, impactul social al inovațiilor, abordând atât aspectele pozitive cât și provocările generate de o dezvoltare tehnologică accelerată.

4.2 Etica tehnologică și impactul social al inovațiilor

Etica tehnologică este o ramură a eticii care se ocupă cu studiul și evaluarea impactului tehnologiei asupra societății, indivizilor și mediului înconjurător.

Aceasta se concentrează pe investigarea aspectelor etice legate de dezvoltarea, implementarea și utilizarea tehnologiilor în diverse domenii, precum informatică, inginerie, biotehnologie și alte discipline tehnologice.

În Tabelul 4.2.1 sunt prezentate principalele preocupări ale eticii tehnologice.

Tabelul 4.2.1 Principalele preocupări ale eticii tehnologice

Inteligența artificială și automatizarea	Dezvoltarea tehnologiilor inteligente, cum ar fi algoritmi de învățare automată și roboții, ridică întrebări despre responsabilitatea deciziilor automate și impactul asupra locurilor de muncă.
--	--

Bio-etica	În domeniul biotehnologiei, etica tehnologică abordează aspecte precum modificarea genetică, clonarea și manipularea genelor.
Etica cercetării	În procesul de dezvoltare a tehnologiilor noi, este nevoie de o concentrare pe respectarea drepturilor participanților la procesul de cercetare.
Confidențialitatea și securitatea datelor	În era digitală, colectarea și stocarea masivă a datelor au crescut preocupările privind confidențialitatea și securitatea informațiilor personale.
Accesul la tehnologie	Se examinează aspectele de justiție și egalitate în privința accesului la tehnologie și a beneficiilor aduse de inovații.
Impactul asupra mediului	Producția și utilizarea tehnologiilor pot avea un impact semnificativ asupra mediului, iar etica tehnologică se preocupă de aspectele legate de sustenabilitate și protejarea resurselor naturale.
Responsabilitate socială a întreprinderilor	Întreprinderile sunt adesea evaluate în funcție de modul în care se angajează etic în dezvoltarea și implementarea tehnologiilor.
Siguranța tehnologică	Analizează riscurile și responsabilitățile asociate cu tehnologiile care pot avea consecințe negative, cum ar fi amenințările cibernetice și securitatea rețelelor.

Etica tehnologică își propune să ghideze dezvoltatorii, utilizatorii și alte părți interesate în luarea deciziilor etice într-un mediu tehnologic în continuă schimbare, contribuind astfel la asigurarea unei dezvoltări și utilizări responsabile a tehnologiei în societate.

Influența IA, automatizării și robotizării asupra pieței muncii și pregătirii competențelor

Pierderea locurilor de muncă din cauza IA, automatizării și robotizării este o preocupare semnificativă și suscită o serie de îngrijorări în rândul societății. Aceste preocupări se datorează în principal eficientizării acțiunilor și proceselor repetitive prin înlocuirea personalului uman cu mașini, roboți și algoritmi de învățare și construcție a deciziilor.

Muncile care implică sarcini repetitive și rutiniere sunt cele mai susceptibile a fi automatizate. Acest lucru poate afecta categorii întregi de lucrători din producție, asamblare, precum și din alte activități care presupun o serie de sarcini predeterminate. Nu doar domeniile tradiționale, cum ar fi producția, sunt afectate. Automatizarea și IA pot influența și sectoare precum serviciile, managementul, finanțele și sănătatea, având astfel un impact extins asupra economiei. Chiar și locurile de muncă care presupun creativitate, empatie și interacțiune umană pot fi afectate. De exemplu, roboții de asistență medicală sau algoritmi de creație artistică pot schimba modul în care anumite activități sunt realizate.

Este clar ca muncile care necesită niveluri mai scăzute de calificare sau care sunt ușor de standardizat sunt mai expuse la automatizare. Acest lucru poate crea dificultăți pentru lucrătorii cu competențe mai limitate să găsească noi oportunități de angajare. În cartea „21 de lecții pentru secolul XXI”, Y.N. Harari avansează apariția la nivel social a unui segment extrem de larg de persoane care nu pot avea nici un fel de job din cauza lipsei de competențe pentru orice job care rămâne pe piață după înlocuirea activităților repetitive de IA, roboți, mașini și algoritmi. Aceasta noua clasă, numita **clasa**

irelevanților, va crește ajungând majoritară. Pentru a preveni revoltele este avansată ideea introducerii unui **venit minim universal** (VMU).

Prin urmare procesul de automatizare poate să conducă la o **creștere a inegalității sociale, precum și a celei economice**. Cei care dețin competențe specializate în dezvoltarea și gestionarea tehnologiei pot beneficia, în timp ce alții pot suferi din cauza lipsei de pregătire sau acces la oportunități noi. Este posibil ca **societatea să aibă o nouă structură** reprezentată de clasele de deținători de roboți, fabricanți de roboți, lucrători în serviciile pentru roboți și o clasă largă a irelevanților.

În acest context, oamenii se pot simți amenințați și nevoiți să se adapteze rapid la schimbări majore induse de folosirea tot mai largă a IA, roboților și automatizării. Procesul de reconversie profesională și învățarea unor noi competențe poate fi dificil sau chiar imposibil pentru unii lucrători.

Pe de altă parte, societatea se poate confrunta cu o **dependență excesivă de tehnologie**, ceea ce ar putea duce la vulnerabilități în fața unor evenimente neprevăzute, cum ar fi defectarea sistemelor, problemele de securitate cibernetică sau pierderea de abilități umane esențiale.

Din punct de vedere al pregătirii pentru o societate dominată de IA, educația și pregătirea sunt probabil în situația celor mai mari provocări. Adaptarea la o societate bazată pe IA, roboți, automatizare și algoritmi implică dezvoltarea unui set divers de competențe pentru a face față schimbărilor tehnologice rapide și pentru a beneficia de oportunitățile pe care acestea le aduc:

- **gândire critică și rezolvare de probleme** (abilitatea de a analiza informațiile și de a evalua critic situațiile complexe, capacitatea de a rezolva probleme în mod creativ și de a adapta soluții la noile contexte tehnologice),
- **abilități de învățare continuă** (disponibilitatea și dorința de a învăța în mod constant și de a se adapta la schimbările tehnologice; capacitatea de a se autoeduca și de a căuta resurse pentru dezvoltare personală).
- **colaborare și comunicare** (abilitatea de a lucra eficient în echipe interdisciplinare; comunicarea eficientă a ideilor și a informațiilor tehnice către persoane cu diverse nivele de cunoștințe tehnologice).
- **alfabetizare digitală și tehnologică** (cunoașterea de bază a tehnologiilor emergente, cum ar fi IA, automatizarea și algoritmi; abilitatea de a utiliza și a interacționa eficient cu dispozitivele și platformele digitale).
- **spirit antreprenorial** (abilitatea de a identifica oportunități și de a inova într-un mediu tehnologic în schimbare constantă; atitudinea de a fi pro-activ și de a lua inițiativa în dezvoltarea de noi idei și soluții).
- **autonomie** (abilitatea de a folosi resursele personale pentru depășirea unor situații, pentru rezolvarea problemelor curente, în condițiile pierderii accesului la instrumente și tehnologii avansate).
- **adaptabilitate și rezistență la stres** (capacitatea de a se adapta rapid la schimbările tehnologice și la noile cerințe de pe piața muncii; dezvoltarea unei atitudini pozitive și a unei rezistențe la stres în fața incertitudinilor).
- **etică și responsabilitate** (înțelegerea implicărilor etice ale tehnologiilor emergente; capacitatea de a lua decizii responsabile și etice în utilizarea tehnologiei).

- **abilități sociale și emoționale** (dezvoltarea unei inteligențe emoționale pentru a gestiona relațiile interpersonale și pentru a colabora eficient cu alți oameni și cu tehnologia).
- **gestionarea datelor și securitatea informațiilor** (cunoștințe despre modul în care datele sunt colectate, stocate și utilizate într-un context digital; conștientizarea riscurilor privind securitatea informațiilor și abilități de protejare a datelor personale.)
- **abilități de programare de bază** (cunoașterea conceptelor de bază ale programării pentru a înțelege funcționarea algoritmilor și a sistemelor informatice).

Aceste competențe oferă un punct de plecare pentru adaptarea la o societate dominată de tehnologie și pentru a contribui la dezvoltarea și aplicarea sustenabilă a inovațiilor tehnologice.

Pe de altă parte, schimbările introduse de tehnologiile disruptive și în special de către IA sunt greu de prevăzut. Din aceste motive, sistemul educațional se găsește în fața unei incertitudini mari în privința competențelor necesare pentru viitor. Practic nu știm care sunt aceste competențe. Putem bănuși doar aceste elemente de baza. Probabil, cel mai important element este cel descris de abilitatea de învățare continuă, ceea ce înseamnă că procesul educațional de bază trebuie să-i pregătească pe tineri cum să învețe continuu.

Dezvoltarea tehnologică, etica cercetării și dezvoltării, bio-etica

Etica cercetării și dezvoltării joacă un rol crucial în asigurarea dezvoltării sustenabile, asigurând că cercetarea este efectuată într-un mod responsabil, transparent și cu impact pozitiv asupra societății și mediului.

Principiile de baza ale eticii cercetării și dezvoltării presupun:

- (1) respectul pentru drepturile umane (consimțământ informat și voluntar al participanților la cercetare),
- (2) echitate și justiție (distribuirea echitabilă a beneficiilor și riscurilor; evitarea discriminării),
- (3) responsabilitate socială (anticiparea și gestionarea potențialelor impacte negative; orientarea către soluționarea problemelor sociale și îmbunătățirea calității vieții prin intermediul cercetării),
- (4) transparență și integritate (comunicarea deschisă și transparentă a rezultatelor cercetării; evitarea falsificării, fabricării sau plagiatului în raportarea rezultatelor cercetării),
- (5) protecția mediului (promovarea practicilor de cercetare durabile și responsabile),
- (6) colaborare și implicare a comunității (implicarea comunităților afectate de cercetare în procesul de luare a deciziilor),
- (7) calitatea cercetării (respectarea standardelor științifice și etice; promovarea rigurozității științifice),
- (8) gestionarea datelor și confidențialitate,
- (9) diversitate și incluziune (abordarea cu sensibilitate a diferențelor culturale și sociale în desfășurarea cercetării),
- (10) etica în utilizarea tehnologiei (evaluarea și gestionarea impactului etic al tehnologiilor utilizate în cercetare).

Bioetica este o ramură a eticii care se ocupă de aspectele morale și filosofice ale vieții și ale științelor biologice și medicale.

Elementele de bioetică pot avea o influență semnificativă asupra dezvoltării durabile, în special în ceea ce privește domeniile biologiei, medicinei și tehnologiei asociate. Principiile bioeticii oferă un cadru important pentru evaluarea și ghidarea dezvoltării tehnologice în domeniul biologiei și medicinei, asigurând că noile tehnologii sunt implementate într-un mod etic și responsabil.

Abordările bioetice pot impune cercetătorilor și instituțiilor să adopte practici care minimizează impactul asupra mediului, de exemplu, prin utilizarea responsabilă a substanțelor chimice și a resurselor naturale în cercetare, în medicina sau în tehnologie.

Bioetica promovează tratarea umană a animalelor în cercetare și teste, contribuind la dezvoltarea și adoptarea metodelor alternative care să reducă utilizarea animalelor și să minimizeze suferința acestora. Bioetica se preocupă de utilizarea responsabilă a manipulării genetice pentru a preveni discriminarea bazată pe informații genetice, asigurându-se că aceasta este orientată către beneficiile individului și societății.

Principiile bioetice încurajează distribuirea echitabilă a beneficiilor tehnologice (spre exemplu a celor medicale), asigurând că noile tratamente și tehnologii sunt accesibile pentru toți, indiferent de statutul social sau geografic. Bioetica încurajează utilizarea rațională a resurselor medicale pentru a evita risipa și pentru a asigura condițiile necesare pentru ca tratamentele și intervențiile medicale să fie sustenabile din punct de vedere economic.

În dezvoltarea tehnologiilor medicale și genetice, bioetica impune respectarea strictă a drepturilor individuale, precum dreptul la confidențialitate și consimțământul informat pentru utilizarea datelor personale.

Bioetica în domeniul inteligenței artificiale din medicină impune transparență și responsabilitate în dezvoltarea și implementarea algoritmilor, evitând discriminarea și asigurând calitatea actului medical. B

Bioetica promovează cercetarea etică și responsabilă, reducând riscurile pentru participanți și minimizând impactul asupra comunităților locale. Aceasta include și conștientizarea privind impactul social și economic al cercetării.

4.3 Considerații asupra siguranței și sănătății umane în dezvoltarea tehnologică

Siguranța și sănătatea umană sunt aspecte critice care trebuie luate în considerare în dezvoltarea tehnologică pentru a minimiza riscurile și pentru a asigura un mediu de lucru și de utilizare sigur pentru oameni.

În cadrul dezvoltării unei tehnologii, a unui produs sau a unui serviciu este obligatorie **analiza și evaluarea riscurilor**. Prin aceasta se realizează identificarea și evaluarea potențialelor riscuri asociate cu tehnologiile dezvoltate, urmată de implementarea măsurilor de gestionare a riscurilor pentru a minimiza impactul negativ asupra sănătății umane.

Minimizarea riscurilor unei tehnologii este realizată printr-o serie de măsuri, începând **cu respectarea strictă a standardelor de siguranță** relevante pentru domeniul tehnologic în care se lucrează. La nivelul societății sau, în societatea modernă, la nivel global este importantă actualizarea

regulamentelor și standardelor pentru a ține pasul cu schimbările tehnologice și cu noile descoperiri în materie de siguranță.

Există mai multe standarde și norme internaționale care vizează siguranța și sănătatea umană în dezvoltarea tehnologiilor sau produselor. Aceste standarde sunt adesea elaborate pentru a asigura că produsele și tehnologiile noi sunt conforme cu regulamentele și cerințele privind siguranța. Câteva dintre aceste standarde sunt prezentate în Tabelul 4.3.1.

Tabelul 3.4.1 Standarde pentru dezvoltarea tehnologica (a unui produs sau serviciu)

1	ISO 26262 - Sisteme funcționale de siguranță pentru vehicule rutiere	Dezvoltat pentru industria auto, acest standard stabilește cerințele pentru asigurarea siguranței funcționale a sistemelor electronice și electrice în vehicule rutiere.
2	IEC 61508 - Securitatea funcțională a sistemelor electrice/electronice /programabile	Oferă un cadru pentru dezvoltarea sistemelor cu funcționalitate de siguranță. Este relevant în domenii precum industria chimică, petrochimică și a energiei, precum și în alte sectoare în care se utilizează sisteme complexe.
3	ANSI/UL 4600 - Standard pentru Sisteme Autonome	Dezvoltat pentru a aborda siguranța sistemelor autonome, acest standard oferă principii și practici recomandate pentru dezvoltarea, validarea și verificarea acestor sisteme, cu accent pe vehiculele autonome.
4	ISO 13485 - Sisteme de Management al Calității pentru Dispozitive Medicale	Stabilește cerințele pentru sistemele de management al calității în cadrul industriei dispozitivelor medicale. Pune un accent special pe siguranța și eficacitatea dispozitivelor medicale.
5	IEEE 1473 - Standard pentru siguranța umană în designul unui sistem de control de trafic aerian	Acest standard este relevant în domeniul aviației și stabilește cerințe pentru siguranța umană în proiectarea sistemelor de control al traficului aerian.
6	ISO 9001 - Sisteme de Management al Calității	Deși nu este specific pentru siguranța produselor, ISO 9001 stabilește cerințe generale pentru un sistem de management al calității. O implementare eficientă a acestui standard poate contribui la îmbunătățirea proceselor și a siguranței produselor.

Este important să menționăm că standardele pot varia în funcție de industrie și specificul produselor sau tehnologiilor dezvoltate. Organizațiile și dezvoltatorii ar trebui să fie familiarizați cu standardele relevante pentru domeniul lor specific și să le aplice în procesul de dezvoltare pentru a asigura siguranța și sănătatea umană.

Un alt element important este reprezentat de **protecția împotriva expunerii la substanțe sau medii periculoase**. În acest sens, este recomandabilă reducerea la minimum posibil a acestor substanțe, împreună cu prevenirea sau minimizarea expunerii lucrătorilor și utilizatorilor. În procesul de producție este obligatorie utilizarea echipamentelor de protecție personală și a tehnologiilor de

control al poluării. În cadrul acestor măsuri de protecție este inclusă și protecția împotriva radiațiilor și a câmpurilor electromagnetice, pentru care sunt introduse măsuri de prevenție, protecție și monitorizarea regulată a nivelurilor de radiații și a altor riscuri asociate.

Gestionarea deșeurilor tehnologice este necesară pentru asigurarea siguranței și sănătății personalului de producție, însă are o importanță crucială pentru sustenabilitate (utilizarea rezonabilă a resurselor, prevenția poluării, etc). Pentru aceasta sunt necesare măsuri de implementare a practicilor responsabile pentru reciclarea și eliminarea deșeurilor tehnologice, precum și gestionarea adecvată a substanțelor periculoase și a componentelor electronice în conformitate cu reglementările de mediu.

Prin abordarea atentă și responsabilă a acestor aspecte, dezvoltarea tehnologică poate contribui la inovație și progres, fără a compromite siguranța și sănătatea umană. Este esențial să se implementeze măsuri adecvate de prevenire și gestionare a riscurilor pe tot parcursul ciclului de viață al tehnologiilor dezvoltate.

4.4 Evaluarea ciclului de viață al produselor și tehnologiilor

Ciclul de viață al unui produs reprezintă evoluția sa de la momentul lansării pe piață până la retragerea completă. Similar, pentru o tehnologie, ciclul de viață cuprinde toate etapele începând de la dezvoltarea tehnologiei și până la retragerea acesteia.

Acest concept este utilizat, în special, în domeniul managementului de produs și al marketingului pentru a înțelege și gestiona stadiile prin care trece un produs pe piață. Ciclul de viață al unui produs poate fi împărțit în mai multe etape distincte:

- (1) **Introducerea (Lansarea)** - în această fază, produsul este introdus pe piață. Este perioada în care compania investește semnificativ în marketing pentru a crește gradul de conștientizare vizând produsul și pentru a atrage primii clienți.
- (2) **Creșterea** - în această etapă, produsul câștigă popularitate rapidă. Vânzările cresc rapid, iar profiturile încep să se adune. Concurența poate deveni mai intensă în această fază, cu apariția de noi concurenți pe piață.
- (3) **Maturitatea** - produsul atinge nivelul maxim de popularitate în această fază. Vânzările ating vârful, dar ritmul de creștere începe să încetinească. Concurența este adesea foarte intensă, și companiile pot încerca să își extindă piața țintă sau să îmbunătățească produsul pentru a menține interesul clienților.
- (4) **Declinul** - în această fază, vânzările încep să scadă. Motivele pot include apariția unor produse concurente mai inovatoare, schimbări în preferințele consumatorilor sau saturarea pieței. Companiile pot decide să reducă costurile, să actualizeze produsul sau să se retragă de pe piață.
- (5) **Retragerea** - dacă vânzările continuă să scadă și nu există perspective de redresare, compania poate decide să retragă produsul de pe piață. Aceasta poate implica întreruperea producției, retragerea de pe rafturile magazinelor și încetarea susținerii de marketing pentru produs.

Este important să se evalueze și să se gestioneze corespunzător fiecare etapă a ciclului de viață al unui produs pentru a maximiza profitabilitatea și succesul pe termen lung al produsului și al companiei, cat și pentru a evalua în mod corect și complet performanțele de sustenabilitate ale produsului.

Exemplu: Elemente de evaluare a ciclului de viață al bateriilor folosite pentru vehicule electrice sau stocarea energiei

Deși bateriile electrice sunt recunoscute pentru rolul important pe care îl pot juca în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, în tranziția către vehicule electrice și surse de energie regenerabilă, există și anumite aspecte care nu urmează principiilor sustenabilității.

Extracția materiilor prime: Producția bateriilor implică extracția unor materii prime precum litiu, cobalt, nichel. Extracția poate duce la defrișări, degradarea solului și impact asupra ecosistemelor. Producția necontrolată a acestor minerale poate duce, de asemenea, la conflicte legate de drepturile omului și la exploatarea muncii în condiții precare.

Procesul de fabricație: Producția bateriilor necesită energie și poate implica procese chimice și termice intensive, contribuind la emisiile de carbon. Fabricarea bateriilor necesită tehnologii sofisticate și consum de resurse, ceea ce poate genera deșeuri industriale și impact asupra mediului.

Probleme legate de cobalt: Cobaltul este un element critic în bateriile litiu-ion, iar producția sa este asociată cu condiții precare de muncă și probleme legate de drepturile omului în unele țări producătoare, cum ar fi Republica Democratică Congo.

Durata de viață și reciclare: Bateriile au o durată de viață limitată și necesită înlocuire periodică. Acest aspect poate genera cantități semnificative de deșeuri și ridică întrebări despre gestionarea acestora. Procesul de reciclare a bateriilor, în special a celor cu tehnologii complexe, poate fi costisitor și necesită tehnologii avansate.

Transportul și logistica: Transportul și distribuția bateriilor produc emisii importante, în special dacă acestea trebuie transportate pe distanțe mari sau fac parte din lanțuri logistice complicate.

Riscuri pentru siguranță și mediu: Anumite tehnologii de baterii, în special cele bazate pe litiu-ion, pot prezenta riscuri pentru mediu, precum și riscuri de siguranță în cazul unor evenimente (cum ar fi incendiile sau scurgerile de substanțe chimice).

Dependența de resurse limitate: Creșterea cererii de vehicule electrice și de medii de stocare a energiei poate duce la o presiune sporită asupra resurselor limitate, cum ar fi litiul, creând probleme de aprovizionare și posibile conflicte geopolitice.

Pentru a aborda aceste provocări, cercetarea și inovarea continuă sunt esențiale pentru dezvoltarea de tehnologii mai sustenabile, iar eforturile pentru reciclare și gestionarea responsabilă a materialelor trebuie să fie accentuate. În plus, o atenție sporită asupra standardelor etice și a responsabilității sociale în lanțul de aprovizionare este esențială pentru a minimiza impactul negativ al industriei de baterii asupra oamenilor și mediului.

În cazul unei tehnologii, ciclul de viață este o abordare conceptuală utilizată pentru a descrie evoluția și dezvoltarea unei tehnologii de-a lungul timpului. Acest ciclu include mai multe etape distincte, fiecare având caracteristici și provocări specifice:

- (1) **Faza de cercetare și dezvoltare (R&D)** - o idee sau o nevoie conduce la inițierea proiectului, iar cercetătorii și inginerii lucrează la dezvoltarea conceptului și prototipurilor.
- (2) **Lansare și introducere pe piață** - odată ce tehnologia a atins un nivel acceptabil de maturitate, ea este lansată pe piață. Companiile încep să comercializeze produsele sau serviciile bazate pe această tehnologie. Perioada inițială de introducere poate implica o adoptare treptată și educarea pieței.
- (3) **Creștere** - pe măsură ce acceptarea crește, tehnologia intră într-o fază de creștere rapidă, vânzările cresc, iar mai mulți concurenți pot intra pe piață. Îmbunătățirile și inovațiile aduse tehnologiei pot continua să apară.
- (4) **Maturitate** - tehnologia atinge un punct în care ritmul de creștere încetinește, iar piața atinge o saturare relativă. Caracteristicile și funcționalitățile devin stabile, iar prețurile pot să scadă pe măsură ce competiția se intensifică.
- (5) **Declin** - în această fază, tehnologia începe să fie înlocuită de inovații noi și mai avansate. Vânzările scad, iar companiile pot începe să se retragă din piață sau să se concentreze pe alte segmente.
- (6) **Înlocuire sau Extindere** - uneori, o tehnologie nu dispare complet, ci este înlocuită sau extinsă de versiuni sau variante noi. O extindere a ciclului de viață poate avea loc atunci când apar inovații sau actualizări semnificative care revitalizează interesul pentru tehnologie.

Fiecare etapă a ciclului de viață al unei tehnologii implică provocări specifice, precum și oportunități de dezvoltare și evoluție. Companiile care gestionează cu succes aceste etape pot asigura succesul și durabilitatea tehnologiei lor pe piață.

Din perspectiva dezvoltării sustenabile este important să considerăm întreg ciclul de viață al unui produs, serviciu sau tehnologii. Vom exemplifica în cele ce urmează cazul producției de electricitate, unul dintre elementele cruciale pentru funcționarea societății moderne. Putem face distincție între discutarea ciclului de viață al unei tehnologii de producere a electricității și producția de electricitate propriu-zisă. În primul caz în analiza vor fi introduse elementele care țin de dezvoltarea tehnologiei, spre exemplu etapa de cercetare-dezvoltare.

Există diverse tehnologii de producere a electricității, fiecare având propriile sale avantaje și dezavantaje în funcție de resursele disponibile, impactul asupra mediului și necesitățile specifice ale regiunii.

Principalele tehnologii utilizate în zilele noastre sunt reprezentate de:

- (1) termocentralele pe cărbune,
- (2) termocentralele pe gaze naturale,
- (3) centralele nucleare,
- (4) hidrocentralele,
- (5) centralele eoliene,
- (6) sistemele fotovoltaice sau sistemele termice folosind energia solară,
- (7) centralele pe baza de biomasa,
- (8) centralele geotermale.

Aceste tehnologii pot fi utilizate singure sau, de regula, combinate pentru a forma combinații (mix-uri) diverse de producere a electricității, în funcție de cerințele și condițiile specifice ale unei regiuni

sau țări. Tendința globală se îndreaptă tot mai mult către tehnologii mai curate și regenerabile, cu scopul de a reduce impactul asupra mediului și de a promova sustenabilitatea.

Există abordări ale performanțelor de sustenabilitate ale acestor tehnologii care se limitează doar la procesul de producție a electricității, fiind inspirate de **conceptul de ciclu combustibil**.

Spre exemplu în cazul combustibililor fosili se considera extracția, prelucrarea combustibilului, utilizarea acestuia în centrală și, eventual, considerarea aspectelor de mediu rezultate din deșeurile generate. Un astfel de model este favorabil energiilor regenerabile, în special energiei solare și eoliene, unde absența combustibilului limitează analiza strict la procesul de producție de electricitate, conducând la concluzii extrem de bune pentru sustenabilitatea acestor tehnologii.

Într-o accepțiune modernă, analiza de sustenabilitate trebuie să considere întreg ciclul tehnologic, adică toate elementele care concură la producerea electricității. În această situație trecerea de la ciclul de combustibil la considerarea tuturor materialelor necesare, a fabricării componentelor și echipamentelor, precum și a tratării deșeurilor produse, inclusiv a dezafectării și ecologizării amplasamentelor utilizate reprezintă abordarea corectă care poate să producă o analiză comparativă realistă a performanțelor în sustenabilitate pentru diverse tehnologii de producere a electricității.

În Tabelul 4.4.1 sunt comparate emisiile de dioxid de carbon, calculate prin considerarea întregului ciclu de viață al fiecărei tehnologii, pe baza datelor disponibile pentru anul 2020 (United Nations, Geneva, 2021). Pentru analiza comparativă a fost folosit indicatorul emisii de CO₂ pentru 1 kWh de energie electrică produsă de tehnologie. De notat că datele sunt prezentate fără a lua în considerare carbonul produs pentru echilibrarea sistemului energetic (de exemplu, nevoia de a folosi unități de putere pentru a obține echilibrul generare-consum în perioadele cu consum ridicat, de obicei astfel de unități sunt pe bază de gaz sau cărbune). Din cauza incertitudinilor existente, valorile sunt prezentate prin limitele (valori minime, valori maxime) rezultate pe baza diferitelor evaluări existente în literatură, la nivelul anului 2020.

Tabelul 4.4.1 Emisii de dioxid de carbon pentru diverse tehnologii de producere a electricității

		Emisii [g CO ₂ eq./kWh]	
		Min	Max
1	Cărbune	751	1095
2	Gaz	403	513
3	Hidro	6	147
4	Solar (concentrat)	27	122
5	Solar (fotovoltaic)	8	83
6	Eolian, onshore	7.8	16
7	Eolian, offshore	12	23
8	Nuclear	5.1	6.4

Se poate observa o valoare maximă mare și pentru centralele hidroelectrice rezultată din cantitățile mari de materiale de construcție necesare, precum și de consumurile de combustibili fosili folosite intensiv în procesul de realizare a barajelor și lacurilor de acumulare. De asemenea, pot fi surprinzătoare valorile mai mari rezultate pentru tehnologiile bazate pe energie solară și eoliană în comparație cu energia nucleară, însă aceste valori provin din caracterul extensiv al acestora, adică din producția de componente/sisteme care acoperă suprafețe mari pentru a produce energia electrică echivalentă.

O metodă consacrată de analiza a sustenabilității considerând întreg ciclul de viață este LCA (Life Cycle Assessment, **Evaluarea Ciclului de Viață**). Metoda a fost dezvoltată în anii 1960 în legătură cu preocupările privind impactul asupra mediului, având ca scop să ofere o comparație între produsele alternative. Scopul principal al LCA este de a evalua potențialele impacturi asupra mediului, ale unei activități sau ale unui produs, luând în considerare toate fazele de producție și utilizare de-a lungul întregului ciclu de viață. LCA poate ajuta factorii de decizie să compare diferite produse (sau procese/acțiuni) și să aleagă pe cel adecvat din punctul de vedere al impactului asupra mediului și al sănătății umane.

În standardul ISO 14040:2006 (Managementul de mediu - Evaluarea ciclului de viață - Principii și cadru) abordarea este caracterizată de 4 pași/etape obligatorii (Fig. 4.4.1).

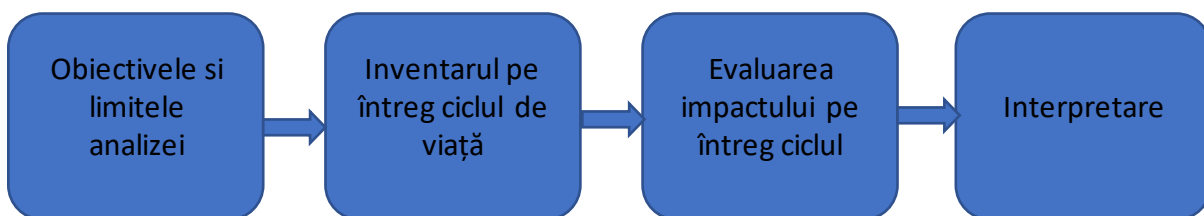


Fig. 4.4.1 Etape obligatorii în LCA

În prima etapă a LCA, sunt stabilite obiectivele și limitele studiului. Se precizează care aspecte ale ciclului de viață vor fi luate în considerare, cum ar fi extracția materiilor prime, producția, distribuția, utilizarea și eliminarea.

În etapa următoare se realizează analiza inventarului (Life Cycle Inventory - LCI). Se colectează și cuantifică datele referitoare la intrările de materiale, energie și emisiile asociate cu fiecare etapă a ciclului de viață. La sfârșitul acestei etape este produs un inventar cuprinzător pentru a evidenția resursele consumate, precum și emisiile generate în timpul fiecărei etape.

A treia etapă realizează evaluarea impactului (Life Cycle Impact Assessment - LCIA) pe baza datelor colectate în faza de inventar. Se cuantifică efectele asupra resurselor naturale, a calității aerului, a apei și a solului, precum și asupra sănătății umane. Se atribuie indicatori de impact pentru a evalua efectele diverse asupra mediului. În ISO 14040:2006, pasul este formalizat în patru sub-pași (dintre care doar primii doi sunt obligatorii):

- (1) selectarea și clasificarea impacturilor relevante în funcție de categoriile de impact,
- (2) caracterizarea impactului potențial folosind factori de conversie,
- (3) normalizarea impacturilor potențiale într-o manieră care să permită analiza comparativă,
- (4) ponderarea și/sau ierarhizarea diferitelor categorii de impact asupra mediului reflectând importanța relativă a impacturilor luate în considerare în studiu.

Etapa următoare este dedicată interpretării evaluării. Se analizează și se interpretează rezultatele evaluării impactului, luând în considerare limitele și incertitudinile datelor. Se evaluează consecințele și se oferă recomandări pentru îmbunătățiri potențiale ale produsului sau serviciului.

Etapa finală constă în raportarea rezultatele analizei LCA, realizată într-un mod transparent, iar metodologia și datele utilizate sunt descrise în detaliu. Raportul include un set de concluzii și

recomandări. Analiza va include, de asemenea, ipotezele și datele (inclusiv estimări de inginerie), analiză de sensibilitate, verificarea coerenței, limitările și constrângerile analizei.

În cazul în care este posibil, analizele LCA pot fi supuse procesului de verificare externă pentru a asigura acuratețea și fiabilitatea rezultatelor.

Metoda LCA poate oferi o viziune holistică asupra întregii durate de viață a unui produs sau a unui proces și poate permite identificarea problemelor cheie care influențează impactul asupra mediului și asupra sănătății. Este adesea folosită în industrie, cercetare și politici de mediu pentru a evalua și compara alternativele în ceea ce privește impactul asupra mediului.

Pentru a aprofunda și a detalia cunoștințele despre impact la pasul 2, se poate folosi LCIA (Evaluarea impactului ciclului de viață). Aici impacturile sunt împărțite în categorii de impact, cel mai frecvent fiind următorul set: schimbările climatice, epuizarea stratului de ozon, formarea fotochimică a ozonului, substanțe anorganice respiratorii, radiații ionizante, acidificare, eutrofizare, toxicitate umană, ecotoxicitate, utilizarea terenurilor, utilizarea apei, și epuizarea resurselor. Aceste categorii permit gruparea inventarului în câteva categorii (Tabelul 4.4.2).

Table 4.4.2 Gruparea inventarelor în categorii comune de impact (JRC, 2021)

Categoria de impact	Exemple de inventare
Schimbări climatice	Dioxid de carbon (CO ₂) Dioxid de azot (NO ₂) Metan (CH ₄) Clorofluorocarbonati (CFCs)
Epuizarea stratului de ozon	Clorofluorocarbonati (CFCs) Hidroclorofluorocarbonati (HCFCs) Halon Bromura de metil (CH ₃ Br)
Smog fotochimic	Hidrocarburi nemetanice (NMHC)
Pulberi în suspensie/ Anorganice, respiratorii	Dioxid de sulf (SO ₂) Oxizi de azot (NO _x) Particule solide și lichide Compuși organici volatili nemetanici (NMVOC)
Radiații ionizante (afectând sănătatea umană)	Eliberări atmosferice și lichide de rutină în ciclul combustibilului nuclear
Radiații ionizante (ecosisteme)	Evacuări radioactive în apa dulce și în sedimentele acestora
Acidificare	Oxizi de sulf (SO _x) Oxizi de azot (NO _x) Acid clorhidric (HCl) Acid fluorhidric (HF) Amoniac (NH ₄)

Eutrofizare	Fosfat (PO4) Oxid de azot (NO) Dioxid de azot (NO2) Amoniac (NH4)
Toxicitate pentru oameni	Total eliberări în aer, apă și sol
Toxicitate terestră	Produse chimice toxice cu o concentrație letală raportată pentru rozătoare
Toxicitate acvatică	Produse chimice toxice cu o concentrație letală raportată pentru pești
Utilizarea terenurilor	Cantitatea eliminată într-un depozit de deșeuri sau alte modificări ale solului
Utilizarea apei	Apă utilizată sau consumată
Epuizarea resurselor	Cantitatea de minerale utilizate Cantitatea de combustibili fosili utilizată

Inventarele sunt estimate pe baza modelelor cantitative, utilizând instrumente de calcul și date de intrare. Pentru a efectua evaluarea, fiecare inventar trebuie convertit în indicatori reprezentativi care determină scorurile de impact. Sunt utilizate două tipuri de indicatori de impact:

1. Indicatori intermediari (caracterizează contribuțiile inventarului la diferitele efecte asupra mediului într-un anumit punct intermediar al lanțului cauză-efect),
2. Indicatori finali (evaluează daunele reale care rezultă din aceste contribuții).

Ultima sub-etapă din cadrul evaluării impactului, ponderarea, constă în atribuirea de ponderi relative fiecărei categorii de impact, producând astfel o clasificare în funcție de relevanța sau importanța percepută a fiecărei categorii. Deși este identificată ca opțională, sub-etapa de ponderare este foarte utilă în cazul comparării diferitelor alternative. Ponderarea oferă posibilitatea de a colecta și discuta motivațiile fiecărui participant în procesul de evaluare.

Modul 5: Tehnologii Verzi și Regenerabile

- Tehnologii de energie regenerabilă
- Integrarea surselor de energie regenerabilă în infrastructura existentă
- Avantajele și provocările tehnologiilor verzi



5.1 Tehnologii de energie regenerabilă

Energia regenerabilă este energia obținută din surse naturale care sunt inepuizabile sau se reînnoiesc rapid pe o scară de timp umană.

Această formă de energie este considerată ecologică și durabilă, deoarece nu contribuie semnificativ la emisiile de gaze cu efect de seră și nu epuizează resursele finite într-un mod ne-sustenabil.

Principalele surse de energie regenerabilă sunt:

1. **Energia solară** - obținută din radiația solară, fie direct, prin intermediul panourilor solare fotovoltaice (care transformă lumina solară în electricitate), fie indirect, prin colectoare solare pentru producerea de căldură.
2. **Energia eoliană** – preia energia vântului, este captată cu ajutorul turbinei eoliene care transformă mișcarea aerului în energie electrică.
3. **Energia apei** - obținută din mișcarea apei, fie de la râuri sau cascade, folosind turbine.
4. **Biomasa** – utilizează materiale organice, cum ar fi lemnul, deșeurile agricole și de la animale, și poate fi folosită pentru producerea de căldură sau electricitate.
5. **Energia geotermală** - se bazează pe căldura provenită din interiorul Pământului. Aceasta poate fi utilizată pentru a produce electricitate sau pentru a furniza căldură.
6. **Energia valurilor și a mareelor** – utilizează valurile sau mișcarea periodică a nivelului apei cauzată de influența gravitațională a Lunii și a Soarelui. Aceasta poate fi utilizată pentru a genera electricitate prin intermediul turbinelor.

Aceste tehnologii reprezintă alternative durabile la sursele tradiționale de energie care implică arderea combustibililor fosili și care au un impact semnificativ asupra mediului și climei. Utilizarea energiei regenerabile contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la tranziția către un sistem energetic mai curat și mai durabil.

Principalele caracteristici ale energiilor regenerabile includ:

- sustenabilitate: energia regenerabilă este durabilă și poate fi obținută pe termen nelimitat fără epuizarea resurselor naturale asociate.
- emisii reduse de gaze cu efect de seră: utilizarea energiilor regenerabile contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, care sunt asociate cu schimbările climatice. De exemplu, energia solară și eoliană nu generează emisii semnificative în timpul producției de energie.
- independența energetică: energia regenerabilă poate contribui la independența energetică a unei regiuni sau a unei țări, reducând dependența de importurile de combustibili fosili și fluctuațiile de preț asociate cu acestea.
- reducerea poluării locale: față de sursele tradiționale de energie, precum cele bazate pe combustibili fosili, energia regenerabilă generează mai puține poluante locale, contribuind la îmbunătățirea calității aerului și la protejarea sănătății umane.

- diversificarea mixului energetic: integrarea energiilor regenerabile în mixul energetic ajută la diversificarea sursele de energie, reducând vulnerabilitatea la riscuri asociate cu fluctuațiile prețurilor combustibililor fosili și la perturbări ale furnizării de energie.

Din punct de vedere al încadrării în categoria de energii regenerabile, este necesară introducerea următoarei clarificări. Conform Directivei 2009/28/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, **hidroenergia poate fi considerată o sursă de energie regenerabilă în anumite condiții:**

- (1) eficiența energetică și durabilitatea - energia produsă trebuie să fie produsă în mod eficient din punct de vedere energetic, și trebuie să respecte criteriile de durabilitate stabilite în directivă,
- (2) protecția mediului - producția de energie hidroelectrică trebuie să respecte standardele de protecție a mediului stabilite de legislația europeană,
- (3) criteriile sociale - producția de energie hidroelectrică trebuie să respecte, de asemenea, criteriile sociale stabilite în directivă, cum ar fi respectarea drepturilor omului,
- (4) certificare - statele membre ale Uniunii Europene sunt încurajate să creeze sisteme de certificare pentru a confirma că energia produsă din surse regenerabile îndeplinește standardele stabilite.

Hidrocentralele pot avea impacturi semnificative asupra mediului, iar acestea pot varia în funcție de tipul hidrocentralei, mărimea, amplasarea și modul în care sunt gestionate. Iată câteva dintre impacturile comune ale hidrocentralelor asupra mediului:

- (1) modificări ale regimului hidrologic - construirea barajelor și crearea lacurilor de acumulare poate afecta fluxul natural al râurilor, modificând regimul hidrologic al zonei. Acest lucru poate influența ecosistemele acvatice și terestre de aval.
- (2) perturbarea habitatelor acvatice - hidrocentralele pot afecta ecosistemele acvatice prin modificarea habitatelor naturale, schimbând temperatura apei, nivelul apei și transportul sedimentelor. Aceste schimbări pot afecta speciile de pești și alte organisme acvatice.
- (3) blocajul migrației piscicole - barajele pot bloca traseele de migrație a peștilor, afectând negativ populațiile de pești care depind de migrație pentru reproducere.
- (4) eroziunea malurilor și modificarea sedimentelor - construcția barajelor poate modifica transportul de sedimente în râuri, ceea ce poate duce la eroziunea malurilor în aval. Acest fenomen poate afecta ecosistemele terestre și calitatea apei.
- (5) emisii de gaze cu efect de seră - în timpul descompunerii materiei organice submersate în lacurile de acumulare, hidrocentralele pot elibera gaze cu efect de seră, cum ar fi metanul. Un lac de acumulare de mare dimensiune poate fi un generator de gaze cu efect de seră. Cu toate acestea, în general, impactul prin emisiile de gaze cu efect de seră al hidrocentralelor este considerat mai redus în comparație cu centralele termice pe bază de combustibili fosili.
- (6) relocarea comunităților și modificarea peisajului - construcția hidrocentralelor poate implica mutarea comunităților umane și modificarea peisajului natural, ceea ce poate afecta biodiversitatea și modul de viață al locuitorilor.

Din aceste motive, de regulă, hidrocentralele mari construite în urmă cu zeci de ani nu pot intra în categoria regenerabilelor. Cu toate acestea, este important să remarcăm că nu toate hidrocentralele au impacturi negative semnificative, și pot exista metode și tehnologii pentru a minimiza impactul asupra mediului. Hidrocentralele cu acumulare pot fi proiectate pentru a gestiona mai bine impactul

asupra regimului hidrologic. De asemenea, există tehnologii în dezvoltare pentru a facilita migrația piscicolă și pentru a reduce impactul asupra habitatelor acvatice. Un management responsabil și abordări sustenabile pot contribui la minimizarea impactului hidrocentralelor asupra mediului.

Energia solară este o sursă de energie regenerabilă care este privită ca având un potențial enorm pentru decarbonizarea economiei. Atât în varianta de folosire a conversiei directe cu ajutorul panourilor fotovoltaice, cât și în cea indirectă (panouri termice sau în sisteme cu concentrare, CSP) energia solară este considerată ca nepoluantă și fără emisii de gaze cu efect de seră. Cu toate acestea, există și o serie de provocări care trebuie rezolvate pentru a maximiza potențialul energiei fotovoltaice.

O provocare majoră este legată de dependența de condițiile meteorologice. Panourile fotovoltaice produc energie solară, iar cantitatea de energie produsă depinde de cantitatea de lumină solară disponibilă. În zilele înnorate sau pe timp de noapte, producția de energie fotovoltaică este redusă sau nulă.

O altă provocare este generată de costul inițial ridicat al instalării sistemelor fotovoltaice. Costurile de instalare a sistemelor fotovoltaice au scăzut semnificativ în ultimii ani, dar încă reprezintă o barieră semnificativă pentru mulți oameni.

În faza finală a ciclului de viață, gestionarea deșeurilor generate de panourile fotovoltaice creează o altă dificultate. Panourile fotovoltaice au o durată de viață de aproximativ 25 de ani, după care trebuie înlocuite. Deșeurile din panourile fotovoltaice conțin materiale toxice, cum ar fi plumbul și arsenicul. Aceste deșuri trebuie gestionate în mod corespunzător pentru a evita poluarea mediului.

Integrarea energiei fotovoltaice în rețeaua electrică este o provocare tehnică. Panourile fotovoltaice produc energie în mod neregulat, în funcție de condițiile meteorologice. Acest lucru poate crea probleme pentru rețeaua electrică, care trebuie să fie capabilă să facă față unui flux variabil de energie. Aspectele de integrare sunt discutate în secțiunea următoare.

5.2 Integrarea surselor de energie regenerabilă în infrastructura existentă

Structura producției de energie este variabilă de la o țară la alta și are o dinamică care reflectă politicile energetice, disponibilitatea resurselor, precum și evoluția tehnologică.

În cazul României, structura de producție a electricității, pentru anul 2022 este prezentată în Fig. 5.2.1. Se poate observa că electricitatea din regenerabile (vânt, solare, biomasa, hidro) reprezintă o fracție de 42.2% din totalul electricității produse. Adăugând și energia nucleară se obține o fracție de 62.24% electricitate cu emisii scăzute de dioxid de carbon.

Creșterea fracției de energie regenerabilă în mixul de energie prezintă o serie de provocări, deși beneficiile pe termen lung sunt semnificative. Iată câteva dintre provocările asociate cu extinderea utilizării energiilor regenerabile:

- (1) **intermitența și variabilitatea:** o parte din sursele regenerabile, cum ar fi energia solară și cea eoliană, sunt intermitente și variabile în funcție de condițiile meteorologice. Aceasta poate duce la fluctuații în producția de energie, ceea ce poate fi dificil de gestionat într-un sistem energetic dependent de stabilitatea ofertei și cererii.
- (2) **stocarea energiei:** pentru a face față intermitenței, este necesară dezvoltarea tehnologiilor eficiente de stocare a energiei. Aceasta este o provocare tehnică și economică, deoarece

tehnologiile de stocare avansate încă sunt în curs de dezvoltare și pot implica costuri semnificative.

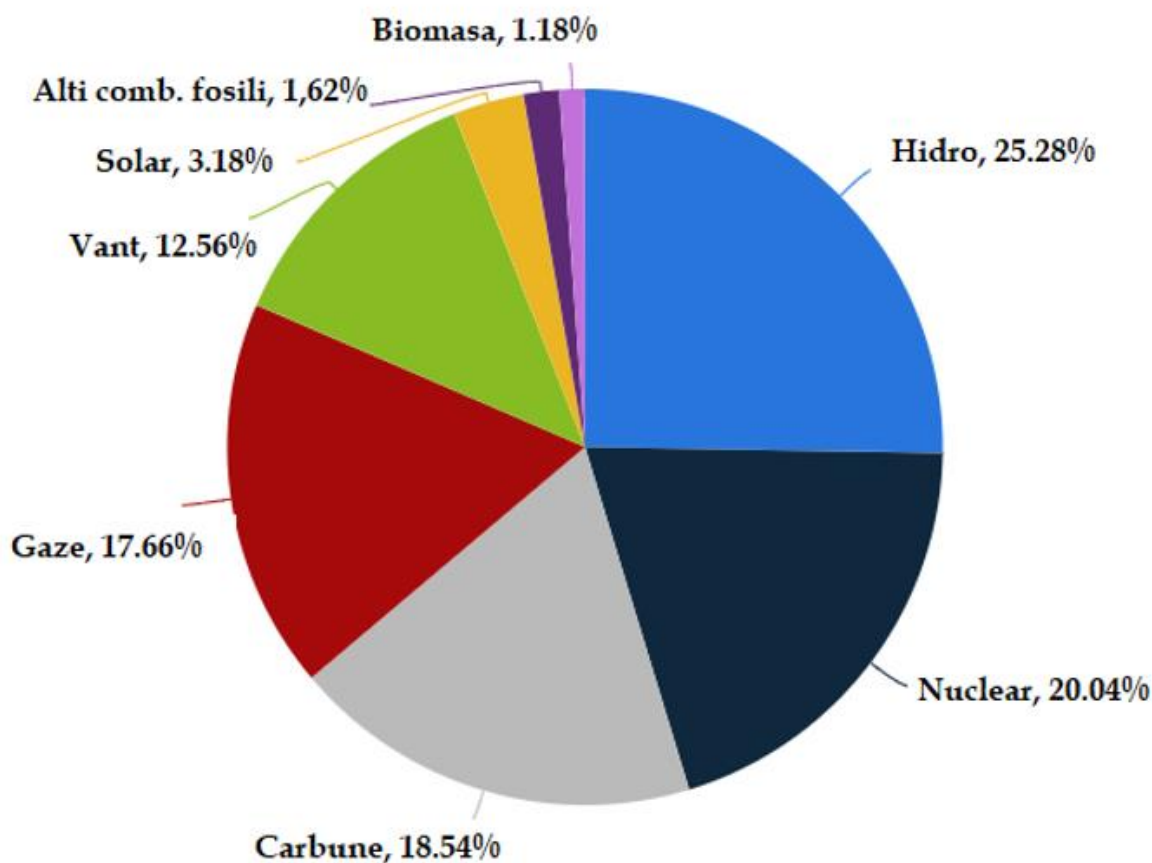


Fig. 5.2.1 Structura de producție a electricității pe surse de producție, Romania, 2022. (sursa: Statista 2024)

- (3) **infrastructură și integrare:** extinderea energiilor regenerabile necesită investiții semnificative în infrastructură pentru a facilita producția și distribuția lor eficientă. Integrarea acestor surse în rețelele existente poate necesita actualizări și modificări semnificative ale infrastructurii existente.
- (4) **costuri inițiale ridicate:** investițiile inițiale în infrastructura și tehnologiile regenerabile pot fi semnificative. Chiar dacă costurile operaționale pot fi mai mici pe termen lung, acest aspect poate reprezenta o barieră inițială pentru unele țări sau companii.
- (5) **dependența de resurse critice:** producția de tehnologii regenerabile, cum ar fi panourile solare și turbinele eoliene, depinde de resurse critice, precum metalele rare. Aceasta poate duce la o altă formă de dependență și poate ridica probleme legate de disponibilitatea și exploatarea durabilă a acestor resurse.
- (6) **impactul asupra ocupării forței de muncă:** trecerea la energii regenerabile poate avea un impact asupra ocupării forței de muncă în sectoarele tradiționale, precum industria combustibililor fosili. Este important să se ofere o tranziție justă și să se dezvolte noi oportunități de ocupare a forței de muncă în sectoarele regenerabile.

- (7) **capacitatea rețelelor:** unele regiuni sau rețele pot avea capacități limitate de a absorbi cantități mari de energie regenerabilă, ceea ce poate necesita modernizarea și extinderea rețelelor de distribuție.
- (8) **legislație și politici:** un cadru legislativ și politic stabil și coerent este esențial pentru promovarea energiilor regenerabile. Instabilitatea politică sau schimbările frecvente ale reglementărilor pot afecta investițiile și dezvoltarea pe termen lung a industriei.

O bună parte dintre experți consideră că aceste provocări pot fi abordate cu succes printr-o combinație de inovație tehnologică, investiții adecvate și politici eficiente. Pe măsură ce tehnologiile progresează și economiile de scară sunt realizate, energiile regenerabile pot deveni din ce în ce mai competitive și mai integrate în sistemele energetice globale.

Rețeaua electrică națională/regională

Rețeaua electrică națională este formată dintr-un sistem complex de componente interconectate care lucrează împreună pentru a asigura producția, transportul și distribuția eficientă a energiei electrice către consumatori (Fig. 5.2.2).

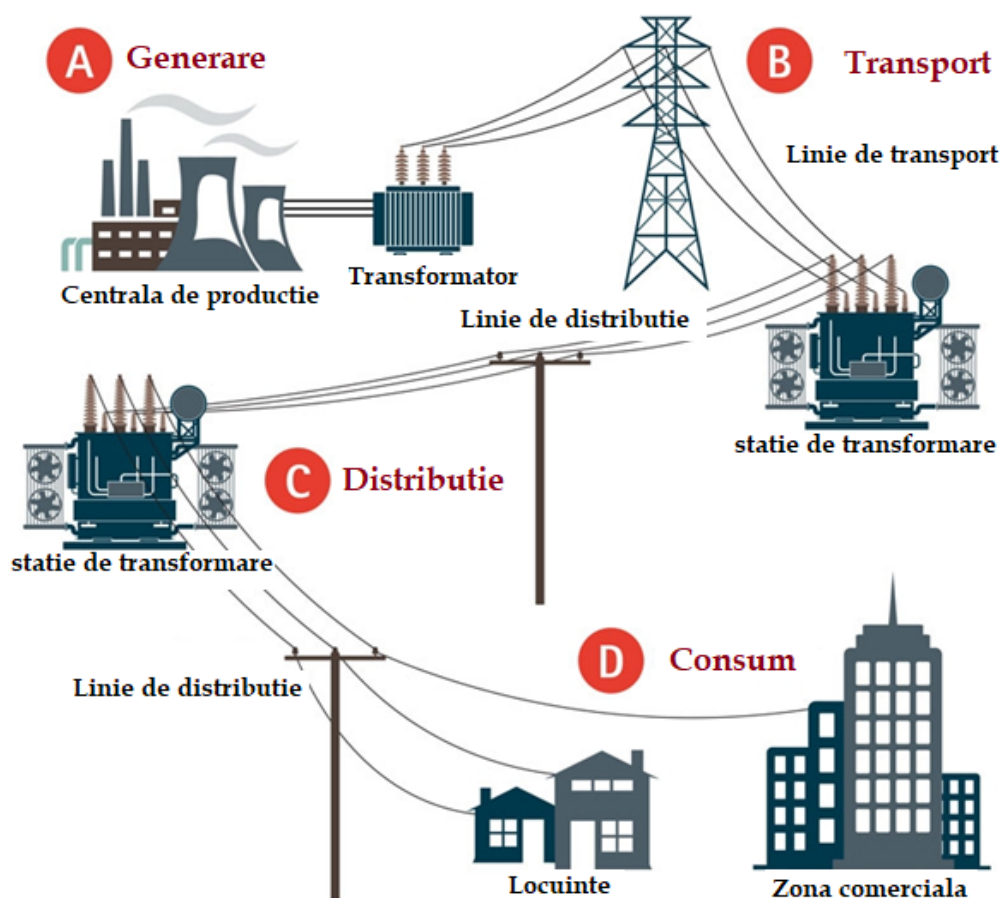


Fig. 5.2.2 Reprezentare simplificată a principalelor componente ale rețelei naționale de electricitate

Principalele componente ale unei rețele electrice naționale sunt:

Centrale de producție de energie: acestea includ centrale termice pe bază de combustibili fosili (cum ar fi centralele pe cărbune, gaz sau petrol), centrale nucleare, hidrocentrale, parcuri eoliene, parcuri solare, etc. Aceste centrale produc energie electrică care este introdusă în rețea.

Rețele de transmisie - după producție, energia este transportată pe distanțe mari prin intermediul rețelelor de transmisie. Acestea sunt de obicei compuse din linii de înaltă tensiune care operează la tensiuni ridicate, în curent alternativ, pentru a minimiza pierderile de energie în timpul transportului.

Stații de transformare - acestea sunt puncte în care tensiunea electrică poate fi modificată pentru a se adapta la cerințele specifice ale rețelelor de transmisie. Stațiile pot transforma tensiunea de la nivelul de producție la nivelul de transmisie sau de la nivelul de transmisie la nivelul de distribuție.

Rețele de distribuție - după ce energia ajunge într-o zonă specifică, ea este distribuită către consumatori prin intermediul rețelelor de distribuție. Acestea includ linii de joasă și medie tensiune, de regula în curent alternativ, posturi de transformare și echipamente de distribuție care aduc energia în casele, întreprinderile și instituțiile consumatoare.

Posturi de transformare - acestea sunt amplasate în diverse locații din rețea și au rolul de a modifica nivelul de tensiune pentru a se potrivi cerințelor locației respective.

Sisteme de control și monitorizare - rețelele electrice naționale sunt gestionate de sisteme avansate de control și monitorizare. Aceste sisteme permit operatorilor de rețea să monitorizeze în timp real starea și performanța rețelei, să facă prognoze și să gestioneze încărcările pentru a evita suprasolicitățile și a menține stabilitatea.

Sisteme de protecție - componentele rețelei sunt echipate cu sisteme de protecție pentru a preveni și limita impactul evenimentelor nedorite, cum ar fi scurtcircuitul sau alte anomalii în rețea. Aceste sisteme contribuie la asigurarea siguranței echipamentelor și a personalului.

Consumatori - utilizatorii finali, inclusiv gospodăriile, industriile, întreprinderile și instituțiile, reprezintă componenta finală a rețelei electrice, unde are loc consumul efectiv de energie electrică.

Rețeaua electrică națională a României funcționează cu următoarele constrângeri tehnice:

- limitele normate de variație a frecvenței în funcționare sunt:
 - a) 47,00-52,00 Hz pe durata a 100% din an,
 - b) 49,50-50,50 Hz pe durata a 99,5% din an.
- tensiunea nominală în punctele de delimitare respectă valorile prevăzute în standardul SR EN 60038:2012 și are următoarele valori:
 - a) la joasa tensiune: 230/400 V,
 - b) la medie tensiune: 6 kV, 10 kV sau 20 kV,
 - c) la înaltă tensiune: 110 kV.
- tensiunea la consumatorul final: 230V±10%,

- producția instantanee trebuie să fie egală cu consumul instantaneu, în condițiile în care capacitățile de stocare sunt, la nivelul anului 2024, neglijabile.

Integrarea în sistem

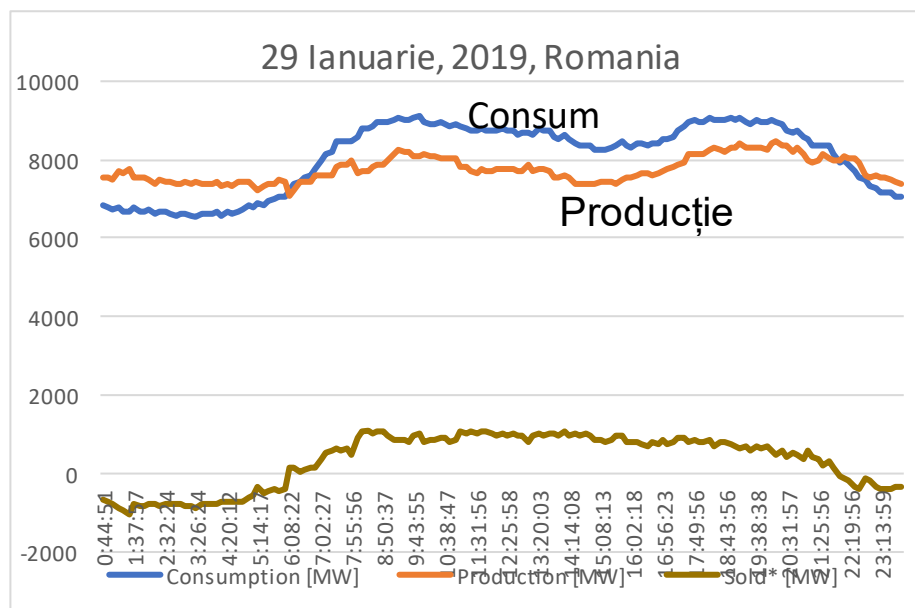
Respectarea echilibrului între producție și consum este fundamentală. În absența unor capacități semnificative de stocare a energiei, echilibrul este o condiție critică. Funcționarea sistemului este reglementată astfel încât unitățile de producție să nu genereze energie electrică în exces.

În acest sens, sistemul se bazează pe **unități dispecerizabile**, adică pe surse de producție (centrale bazate pe combustibili fosili, hidro, nucleare) și capacități de consum de energie care pot fi controlate și monitorizate de către un **sistem de dispecerizare energetică** la nivel de rețea națională sau regională.

Această comandă un anumit nivel de producție sau consum astfel încât la nivelul rețelei naționale/regionale să se obțină echilibrul. Dispecerizarea unităților de producție de energie constă în măsuri obligatorii de urmărire a nivelului de putere cerut, cu alte cuvinte unitățile dispecerizate au un plan de funcționare bine stabilit. Dispecerizarea este realizată și pentru consum, în special pentru unitățile economice cu consum mare de energie.

O extindere a dispecerizării constă în utilizarea importului și exportului, adică interconectarea cu rețelele electrice ale altor țări. În acest caz echilibrul se realizează cu ajutorul unor resurse de producție sau consum externe rețelei naționale.

În Fig. 5.2.3 este prezentată, exemplificativ, evoluția producției și consumului, pentru rețeaua națională a României, pentru o zi de iarnă (29 ianuarie 2019). Se poate observa că pe timpul zilei consumul a fost mai mare decât producția, ceea ce a necesitat pentru echilibrare importul de electricitate din rețelele țărilor vecine.



5.2.3 Evoluția producției și consumului în rețeaua națională a României (29 ianuarie 2019)

Energia solară și cea eoliană sunt intermitente și nedispecerizabile. Nu-i poți spune soarelui "să strălucească mai târziu sau în timpul nopții" și vântului "să sufle seara când ai mai multa nevoie de electricitate". Un alt element important este faptul ca în sistemele fotovoltaice producția este în curent continuu, în timp ce majoritatea generării din alte surse și liniile de transmisie sunt realizate pentru curent alternativ.

Producția de energie electrică are o variabilitate zilnică, precum și sezonieră, generată, în principal, de evoluția consumului total. Consumul este cel care dictează producția, iar consumul este variabil conform cerințelor momentane ale consumatorilor finali (gospodării, unități economice, etc).

Echilibrul între cererea și producția de energie electrică se stabilește pe baze comerciale, în timp real, pe **Piața de Echilibrare (PE)**. Disponibilitatea unei cantități suficiente de energie este realizată prin **metoda contractării de rezerve (servicii tehnologice de sistem)** pe perioade de maxim un an (contracte reglementate sau încheiate pe piața de servicii tehnologice de sistem). Fiecare contract de rezerve stabilește obligația vânzătorului de a pune în mod orar la dispoziția OTS (Operatorii de transport și sistem) o anumită cantitate de rezerve, de un anumit tip, energia corespunzătoare puterii rezervate trebuind să fie disponibilă pe PE.

PE începe în ziua anterioară, după ce notificările fizice au fost acceptate de OTS și se termină la sfârșitul zilei de livrare. PE este o piață obligatorie, ceea ce înseamnă că participanții care exploatează unități dispecerizabile au obligația să oferteze pe aceasta piață toată energia electrică disponibilă. Pe PE se tranzacționează energie de echilibrare corespunzătoare reglajului secundar, reglajului terțiar rapid și reglajului terțiar lent.

Energia de echilibrare se asigură prin:

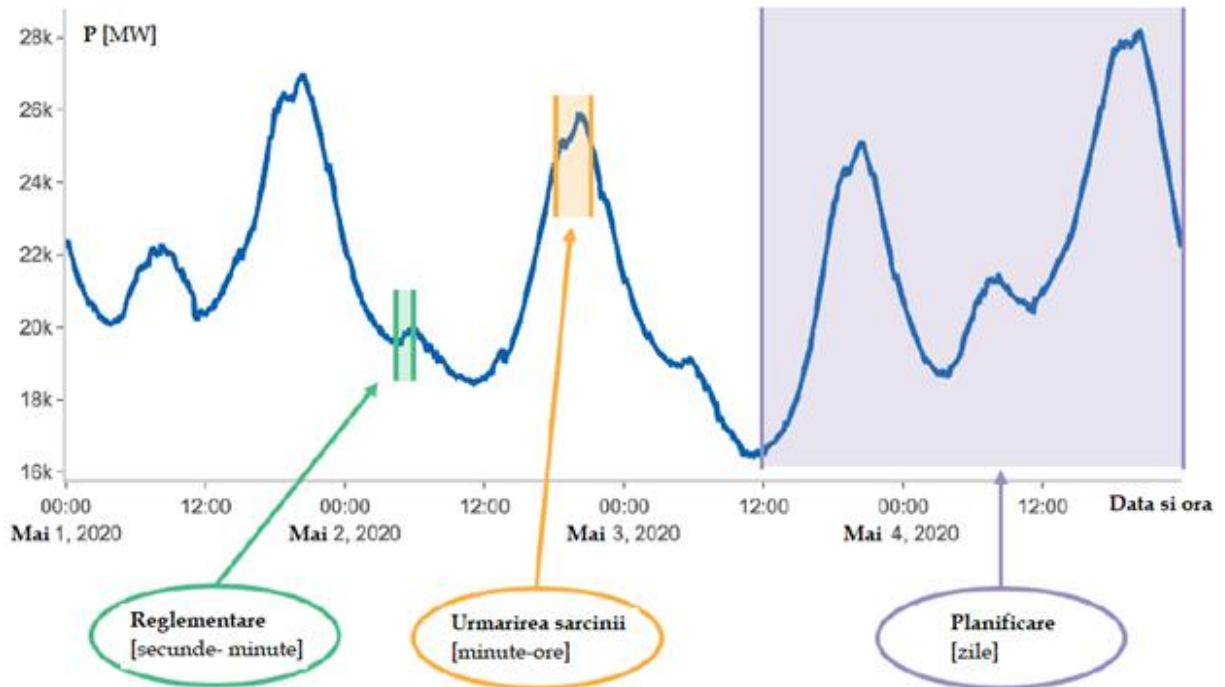
- (1) creșterea de putere (creșterea producției unei unități dispecerizabile sau prin reducerea consumului unui consumator dispecerizabil),
- (2) reducerea de putere (reducerea producției unei unități dispecerizabile sau creșterea consumului unui consumator dispecerizabil).

În Fig. 5.2.4 sunt prezentate variațiile tipice ale consumului de electricitate. Variațiile care respectă un anumit tipar pentru o anumită perioadă de ordinul zilelor sunt cel mai simplu de tratat fiind planificabile la nivelul sistemului de dispecerizare. Dispecerul național stabilește nivelul de putere al fiecărei unități de generare conform consumului așteptat.

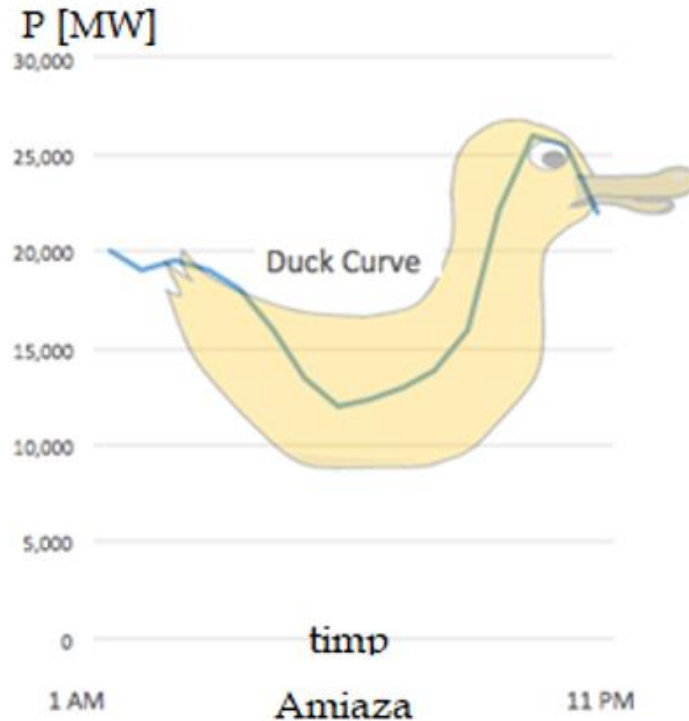
Variațiile de durată scurtă (de la minute la ore) sunt abordate prin urmărirea sarcinii de către o parte din unitățile de producție. Urmărirea sarcinii este denumită în terminologia anglo-saxona ca „load-following”.

Pentru tranziții scurte (de ordinul secundelor-minutelor) există reglementări bine stabilite pentru urmărirea acestora.

Producția de energie solară are o predictibilitate relativ bună. Știm cu certitudine că noaptea nu avem energie, iar în timpul zilei există un profil quasi-parabolic al producției, cu un maxim în perioada amiezii. Energia solară nu este dispecerizabilă, cu alte cuvinte în condițiile curente este obligatoriu să fie consumată de către sistem. Din acest motiv este uzual să definim curba de sarcină pentru celelalte surse de energie, cu excepția celei solare, prin scăderea din curba de consum tipică a profilului de producție solară tipică. Curba obținută are profilul unei rațe, motiv pentru care este denumită „duck curve”. În Fig. 5.2.5 este prezentată sugestiv această curbă.



5.2.4 Variații tipice ale cererii de energie (Sursa: NREL 2020)



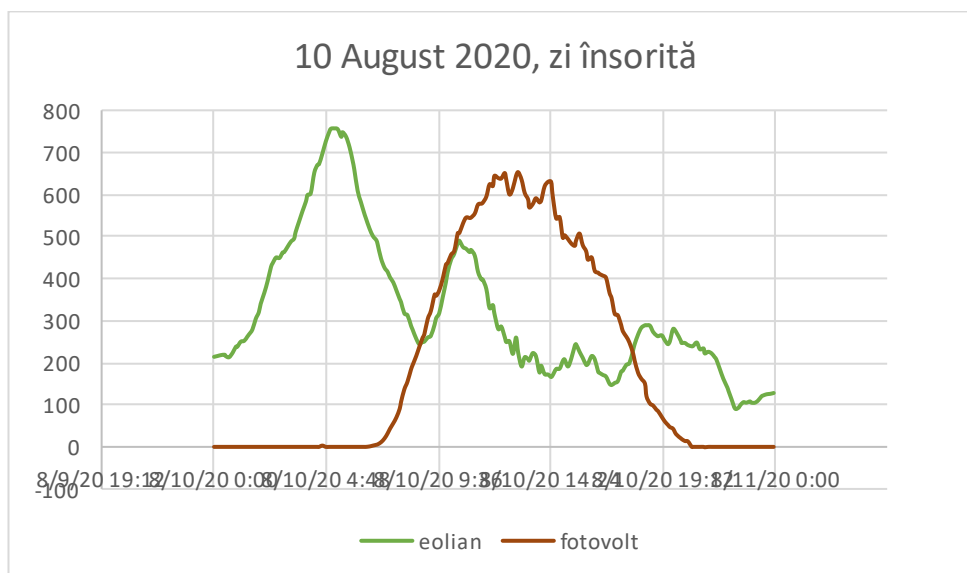
5.2.5 Profilul de „rață” al consumului rămas după scăderea producției solare („duck’ curve)

Profilul "duck" este adesea asociat cu creșterea capacității de energie solară, deoarece energia solară generează cel mai mult în timpul zilei, când consumul este scăzut. Această disproporție între

producție și consum poate crea provocări pentru gestionarea rețelelor electrice, necesitând soluții de stocare a energiei sau alte strategii pentru a echilibra oferta și cererea în mod eficient.

În Fig. 5.2.6 este prezentat profilul de producție al electricității din fotovoltaic, în România, într-o zi însorită.

În mod clar, integrarea energiei solare în rețelele existente generează dificultăți cu atât mai mari cu cât procentul de energie solară în totalul producției este mai mare deoarece introduce obligația funcționării multor unități de producție clasică doar în anumite perioade ale zilei, când consumul este mare. În Fig. 5.2.7 este prezentată evoluția profilului „duck curve” pe măsura adăugării de noi capacități fotovoltaice.



5.2.6 Producția de electricitate din regenerabile intermitente (România, 10 august 2020)

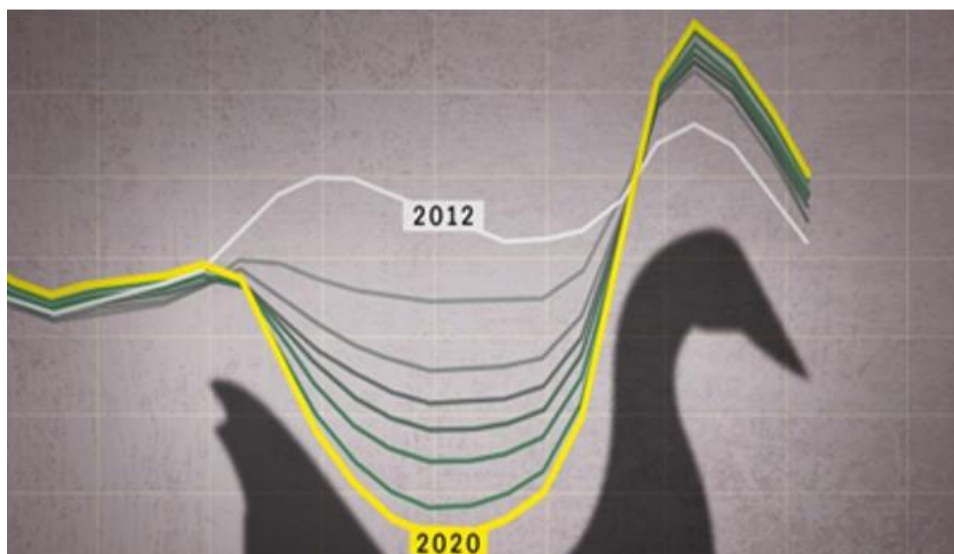


Fig. 5.2.7 Accentuarea „profilului de rață” pe măsura adăugării de noi capacități solare în sistem

Daca energia solară este relativ predictibilă, prognozele meteo pe termen de 2-3 zile având în zilele noastre o probabilitate de succes mare, producția de electricitate pe bază de energie eoliană este dificil de anticipat. Variabilitatea este mare de la o zona geografica la alta, în interiorul aceleiași țări, și de la un moment al zilei la altul. În Fig. 5.2.6 este prezentat profilul de generare a electricității din solar și eolian într-o zi însorită din Romania. Chiar și în aceasta situație meteorologică destul de calmă se poate observa ca producția eoliana este destul de variabila.

În Fig. 5.2.8 este prezentată producția de electricitate din surse eoliene în 3 zile de iarnă consecutive (1, 2, 3, februarie). Nu putem spune că avem prea multe șanse de a stabili un profil tipic al producției pe care sa-l folosim în datele pentru dispecerizare. Pe de altă parte, actualele prognoze meteorologice, cu toate progresele obținute în ultima decadă, sunt insuficient de precise. Există speranțe în folosirea inteligenței artificiale prin utilizarea de baze de date enorme și tehnica de învățare automată (machine learning) pentru a crește precizia predicției.

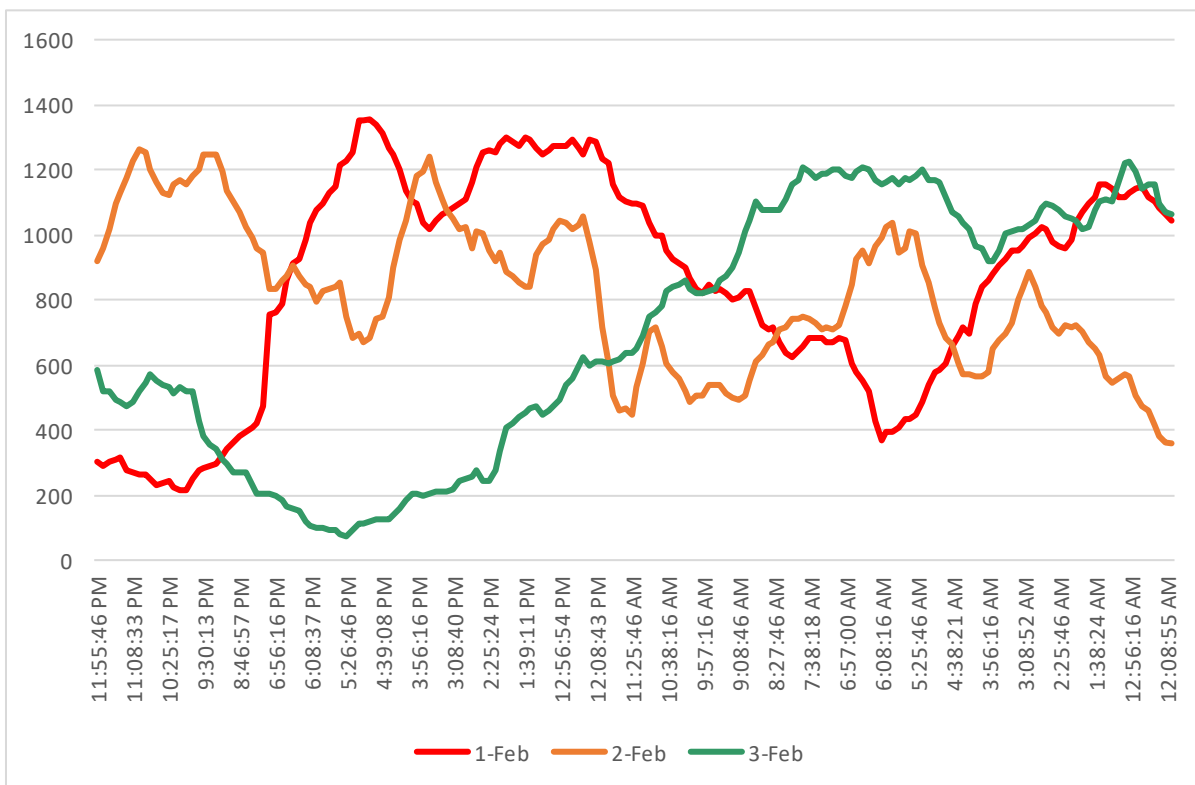


Fig. 5.2.8 Variabilitatea producției eoliene

Cu alte cuvinte, pe măsură ce producția eoliana crește, incertitudinea în predicție crește și necesarul de unități în rezerva este tot mai mare. Aceste unități vor funcționa doar în perioade reduse de timp ceea ce va conduce la costuri mari în comparație cu costurile uzuale ale pieței de electricitate. Fără nici un fel de dubii, regenerabilele intermitente generează aceasta dificultate. Pe măsură ce fracția de regenerabile intermitente crește este nevoie de tot mai multa flexibilitate, iar flexibilitatea în condițiile curente este costisitoare.

Integrarea surselor de energie regenerabilă într-un sistem energetic necesită o abordare detaliată și coordonată. Câteva dintre elemente esențiale pentru a realiza o integrare eficientă a energiilor regenerabile într-un sistem energetic sunt prezentate în cele ce urmează:

- 1) **modernizarea infrastructurii** - sistemele energetice existente trebuie să fie actualizate pentru a gestiona eficient variațiile în producția de energie regenerabilă, precum cele provenite de la sursele solare și eoliene. Modernizarea rețelelor de transmisie și distribuție este esențială pentru a permite un flux de energie stabil și echilibrat.
- 2) **interconectarea rețelelor** - integrarea surselor de energie regenerabilă poate fi facilitată prin interconectarea rețelelor la nivel național și regional. Aceasta permite transferul de energie între regiuni cu producție sporadică de energie regenerabilă și regiuni cu cerere crescută.
- 3) **stocarea energiei** - dezvoltarea tehnologiilor de stocare a energiei este crucială pentru gestionarea fluctuațiilor în producția de energie regenerabilă. Sistemele de stocare, cum ar fi bateriile și stocarea termică, pot juca un rol important în menținerea echilibrului între cererea și oferta.
- 4) **stabilirea politicilor și a cadrului legislativ** - guvernele trebuie să implementeze politici și reglementări care să încurajeze dezvoltarea și integrarea surselor de energie regenerabilă. Stimulentele financiare, tarifele reglementate și obiectivele clare de energie regenerabilă pot contribui la crearea unui mediu favorabil.
- 5) **eficiența energetică** - promovarea eficienței energetice în toate sectoarele, inclusiv în clădiri, transport și industrie, poate reduce cererea totală de energie și face mai ușor echilibrul dintre ofertă și cerere.
- 6) **diversificarea surselor de energie regenerabilă** - o combinație mai diversă de surse regenerabile, precum solară, eoliană, hidro, geotermală și biomasă, poate asigura o producție de energie stabilă și sustenabilă.
- 7) **inovare și cercetare** - investițiile în cercetare și dezvoltare pentru tehnologii mai eficiente și durabile sunt esențiale pentru evoluția sistemelor energetice.

Prin abordarea coordonată a acestor elemente, se poate realiza o integrare eficientă a energiilor regenerabile în sistemul energetic, contribuind la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la sustenabilitatea aprovizionării cu energie.

Integrarea unităților de energie regenerabile în sistemele existente are costuri asociate procesului. Principalele categorii de costuri de integrare sunt:

- (1) **costuri de flexibilitate** - sistemele energetice trebuie să fie flexibile pentru a gestiona variabilitatea surselor regenerabile. Aceasta poate implica costuri suplimentare pentru a asigura o capacitate flexibilă de producție, cum ar fi centralele electrice cu ciclu combinat sau alte tehnologii care pot răspunde rapid la fluctuațiile cererii și ofertei.
- (2) **costuri de interconectare** - extinderea și modernizarea rețelelor pentru a permite o interconectare mai mare între regiuni sau țări pot implica costuri semnificative, dar poate facilita și echilibrarea producției și consumului de energie.
- (3) **costuri de stocare a energiei** - variabilitatea și intermitența surselor regenerabile, cum ar fi energia solară și cea eoliană, pot crea nevoi semnificative de stocare a energiei pentru a gestiona eficient cererea și oferta. Implementarea soluțiilor de stocare, cum ar fi bateriile, implică costuri semnificative.
- (4) **costuri de modernizare a infrastructurii** - integrarea surselor regenerabile poate necesita modernizarea și extinderea infrastructurii existente pentru a permite fluxul bidirecțional al

energiei, gestionarea inteligentă a rețelelor și adaptarea la cerințele unei producții descentralizate.

- (5) **costuri de gestionare a sistemului** - gestionarea eficientă a unui sistem energetic cu o proporție crescută de energie regenerabilă necesită investiții în tehnologii avansate de control și monitorizare, astfel încât să se asigure echilibrul dintre producție și consum.
- (6) **costuri de gestionare a fluxului de date** - cu creșterea complexității sistemelor energetice, este necesară o gestionare avansată a datelor pentru monitorizarea în timp real a producției și consumului, precum și pentru a lua decizii informate privind gestionarea rețelelor.
- (7) **costuri de reglementare și politici** - implementarea unor politici și reglementări adecvate pentru a sprijini tranziția către surse regenerabile poate avea costuri asociate, inclusiv costurile de conformitate și administrare.

Este important ca aceste costuri să fie evaluate în contextul beneficiilor pe termen lung ale tranziției către o economie fără emisii de carbon. Este de așteptat ca progresele tehnologice și eficiența operațională să contribuie la reducerea costurilor de integrare a energiei regenerabile.

Costurile de integrare a surselor regenerabile variază în funcție de mai mulți factori, inclusiv tipul de tehnologie regenerabilă, locația geografică, gradul de maturitate al pieței, și alți factori specifici proiectului. De asemenea, costurile se schimbă în timp, odată cu evoluția tehnologiei și cu creșterea eficienței. În ultimii ani, costurile de integrare a energiei regenerabile au continuat să scadă, cu o tendință generală de reducere a costurilor pentru tehnologiile regenerabile, precum energia solară și cea eoliană.

5.3 Avantajele și provocările tehnologiilor verzi

***Tehnologia verde** se referă la un tip de tehnologie care este considerată ecologică pe baza procesului său de producție sau a lanțului său de aprovizionare.*

Tehnologiile verzi cuprind o arie largă de tehnologii inclusiv pentru producția de energie, combustibili alternativi, agricultura ecologică, știința materialelor, construcții, transport, etc.

Aceste tehnologii sunt concepute pentru a contribui la combaterea schimbărilor climatice, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și îmbunătățirea calității mediului. În general, tehnologiile verzi acoperă o gamă largă de domenii și includ inovații în producția de energie, transport, construcții, agricultură și multe altele.

Principalele categorii de tehnologii verzi sunt prezentate în cele ce urmează:

- (1) **energii regenerabile** - panourile fotovoltaice, turbinele eoliene, hidroenergia și energia geotermală sunt considerate surse de energie regenerabilă, deoarece utilizează resurse naturale durabile pentru a produce energie electrică.
- (2) **transport verde** - tehnologiile verzi în domeniul transportului includ vehiculele electrice, vehiculele cu emisii reduse, transportul public ecologic, baterii și infrastructura de încărcare pentru vehiculele electrice.

- (3) **stocarea energiei** – tehnologii concepute pentru a acumula și păstra energie într-un anumit moment, permițând eliberarea acesteia ulterior, pentru a satisface cerințele de consum sau pentru a îmbunătăți gestionarea fluxului de energie în rețelele electrice.
- (4) **arhitectura și construcții verzi** - acestea includ materiale de construcție durabile, designul eficient energetic, sistemele de izolație termică și tehnologii care optimizează eficiența clădirilor.
- (5) **agricultură sustenabilă** - utilizarea tehnologiilor verzi în agricultură implică metode mai eficiente de utilizare a resurselor, gestionarea durabilă a solului, utilizarea rațională a apei și tehnici agricole care minimizează impactul asupra mediului.
- (6) **eficiență energetică** - aceste tehnologii vizează reducerea consumului de energie în diverse domenii, cum ar fi clădirile, transportul și industriile. Exemple includ iluminatul cu LED-uri, sistemele de izolație eficientă, aparate electrice eficiente energetic și sisteme de gestionare a energiei.
- (7) **gestionarea deșeurilor** - tehnologiile pentru gestionarea eficientă a deșeurilor includ reciclarea, compostarea, tratarea și valorificarea deșeurilor pentru a reduce cantitatea de deșeuri trimise la depozitul de gunoi.
- (8) **captarea carbonului** - un grup de tehnologii experimentale care urmăresc să elimine și să sechestreze gazele cu efect de seră rezultate din ardere sau existente în atmosferă. Această tehnologie a fost puternic promovată de industria combustibililor fosili, deși încă nu a îndeplinit aceste așteptări. Cea mai mare instalație de captare existentă în prezent poate absorbi 4.000 de tone de dioxid de carbon pe an, o cantitate minusculă în comparație cu emisiile anuale.
- (9) **tehnologii ale apei** - aceste tehnologii vizează conservarea și gestionarea eficientă a resurselor de apă, inclusiv sistemele de reciclare a apei, tehnologii de tratare a apei și dispozitive care reduc consumul de apă.

Tehnologiile verzi joacă un rol crucial în eforturile globale de a face tranziția către un model de dezvoltare durabilă și în reducerea impactului negativ asupra mediului înconjurător.

Avantajele tehnologiilor verzi includ:

- reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a impactului asupra mediului,
- utilizarea eficientă a resurselor,
- promovarea sustenabilității și a resurselor regenerabile,
- îmbunătățirea eficienței energetice,
- crearea de locuri de muncă în industrii inovatoare,
- diversificarea surselor de energie,
- reducerea dependenței de combustibili fosili,
- reducerea costurilor pe termen lung,
- stimularea inovației tehnologice pentru a aborda provocările schimbărilor climatice.

Conceptul de „tehnologie verde” este orientat către satisfacerea unui set de obiective: sustenabilitate, ciclu complet (proiectarea ține cont de întregul proces de viață al produsului creat), diminuarea (reducerea consumului de resurse, a deșeurilor și a poluării), inovație, viabilitate,

respectarea principiilor economiei circulare (reciclare, reutilizare, reducere), conservarea și recuperarea mediului și a resurselor sale.

Toate aceste obiective sunt extrem de importante pentru o dezvoltare sustenabilă a societății umane. Pe de altă parte, orice dezvoltare tehnologica aduce cu ea nu numai avantaje, ci și o serie de provocări și dezavantaje a căror acțiune trebuie redusă pe cât posibil. Este de menționat și faptul că o tehnologie, chiar dacă este dezvoltată pe principii acceptate de societate ca fiind valoroase și utile dezvoltării sustenabile, implementarea acesteia într-un anumit context să producă dezavantaje sau chiar efecte contrare sustenabilității.

În cele ce urmează vom discuta **dezavantajele și provocările tehnologiilor verzi** dintr-o perspectivă generală, fără a intra în elementele contextuale ale implementării într-o situație dată. Dezavantajele și provocările includ, în principal, următoarele elemente:

- costuri inițiale ridicate - investițiile inițiale în tehnologii verzi, deși aceste costuri au tendința de a scădea pe măsură ce tehnologiile devin mai mature și se generalizează.
- dependența de metale și materiale rare - unele tehnologii verzi, cum ar fi bateriile pentru stocarea energiei, necesită materiale rare sau prețioase, ceea ce poate ridica probleme de durabilitate și etică în extracția acestor resurse.
- probleme sociale și economice - tranziția către tehnologii verzi poate implica schimbări în industrie și poate afecta anumite sectoare sau comunități, fiind necesare politici și programe adecvate pentru a gestiona aceste aspecte sociale și economice.
- efecte perturbatoare ale implementării accelerate – extinderea pe scara largă poate genera conflicte privind utilizarea resurselor, spre exemplu introducerea energiilor regenerabile creează probleme legate de utilizarea terenurilor, mai ales în zonele cu populație densă sau cu ecosisteme vulnerabile.
- impactul asupra biodiversității - anumite tehnologii, cum ar fi parcurile eoliene sau hidrocentralele, pot avea impacte asupra biodiversității și pot afecta habitatele unor specii.
- managementul deșeurilor - anumite tehnologii verzi pot genera noi tipuri de deșeuri sau subproduse poluante, iar gestionarea acestora poate ridica provocări ecologice și sociale, spre exemplu în cazul dezvoltării extensive a bateriilor electrice (vehicule electrice, stocare energie).
- regim dinamic complex – intermitența regenerabilelor (soare, eolian) poate crea provocări în gestionarea stabilității rețelelor electrice. Acest aspect necesită dezvoltarea de soluții de stocare eficiente și îmbunătățirea sistemelor de gestionare a energiei; dependența eficienței de condiții meteorologice introduce dificultăți majore de predicție.

Este clar ca implementarea aduce cu ea nu numai avantajele așteptate prin conceptul dezvoltat și prin proiectarea tehnologică realizată, oricât de multe elemente inovative și inteligente ar fi incorporate. Din acest motiv este esențial să se abordeze și să se gestioneze aceste dezavantaje și provocări pentru a asigura o tranziție durabilă și echitabilă, cu alte cuvinte activitățile de management sunt elemente critice pentru obținerea performanțelor de sustenabilitate.

Vom introduce în cele ce urmează câteva cazuri exemplificative pentru o discuție justă a tehnologiilor verzi, cu scopul de a înțelege faptul ca simpla adoptare a unei tehnologii nu este o condiție suficientă pentru succesul sustenabilității.

Exemplu, Vehicule electrice (EV)

Vehiculele electrice sunt o inovație remarcabilă în transport. Folosind electricitatea ca sursă principală de energie în loc de benzina sau motorină, **vehiculele electrice nu generează emisii**. Odată cu progresele în tehnologia bateriilor, vehiculele electrice devin din ce în ce mai accesibile și mai practice pentru utilizarea de zi cu zi. Costurile de producție devin suportabile pentru o largă categorie de utilizatori, iar guvernele tind să sprijine înlocuirea transportului clasic cu transport electric. Multe dintre companiile producătoare de autovehicule oferă produse cu caracteristici superioare celor clasice oferind o experiență de condus mai bună și mai plăcută.

O discuție completă asupra vehiculelor electrice, cel puțin pentru aceasta etapă de implementare nu ar trebui să ocolească următoarele aspecte:

- (1) nu putem vorbi la modul serios de emisii zero; în mod clar funcționarea EV nu produce emisii în zona de utilizare, însă electricitatea utilizată provine din rețeaua electrică, utilizând un mix de resurse, inclusiv resurse poluante; se obține, în acest fel, o depoluare a aglomerărilor urbane, dar însoțită de o creștere a emisiilor în zonele de generare a electricității.
- (2) chiar și în cazul în care electricitatea ar fi produsă de surse cu emisii zero, rămâne în discuție nivelul de emisii pentru generarea materialelor necesare atât industriei auto cât și celei energetice
- (3) bateriile electrice au avut o evoluție semnificativă în ultimii ani, dar o serie de dezavantaje asociate cu această tehnologie sunt încă prezente. Iată câteva dintre acestea:

- **autonomie limitată**: deși tehnologia a avansat, autonomia bateriilor electrice rămâne o preocupare pentru mulți consumatori, în special pentru cei care călătoresc pe distanțe lungi.

- **timp de încărcare**: încărcarea bateriilor electrice durează mai mult decât umplerea unui rezervor de combustibil, chiar și în cazul tehnologiilor de încărcare rapidă.

- **cost inițial ridicat**: vehiculele electrice au încă un preț inițial mai mare decât echivalentele cu motoare cu combustie internă, reprezentând un obstacol pentru mulți cumpărători potențiali.

- **durata de viață insuficientă**: bateriile au o durată de viață limitată și, pe măsură ce îmbătrânesc, capacitatea lor de stocare a energiei poate scădea. Înlocuirea bateriei poate fi o operațiune costisitoare și complicată.

- **infrastructură limitată de încărcare**: în multe locuri, infrastructura de încărcare pentru vehiculele electrice este încă în dezvoltare. Acest lucru poate face dificilă găsirea unei stații de încărcare în anumite zone geografice, ceea ce reprezintă o provocare pentru utilizatori.

- **impactul negativ asupra mediului:** producția și eliminarea bateriilor pot avea un impact semnificativ asupra mediului. Extracția materialelor necesare pentru baterii și procesele de fabricație pot implica emisii de carbon și alte probleme ecologice. Spre exemplu Litiul (necesar pentru bateriile Li-ion) este adesea extras din două surse principale: spodumena (un mineral) și saramură (apa sărată subterană). Procesele de extracție și prelucrare a litiului implica consum mare de energie și emisii de gaze cu efect de seră. În plus, exploatarea poate avea un impact asupra ecosistemelor locale și asupra disponibilității apei în regiunile unde se găsește saramura.

- **folosirea de resurse rare:** fabricarea bateriilor, în special a celor avansate necesită utilizarea unor resurse rare și materii prime specifice, cum ar fi Litiu, Cobalt, Terbiu, Europiu.

- **probleme sociale:** unele surse (spre exemplu cele de litiu) se găsesc în țări în curs de dezvoltare, iar exploatarea poate ridica probleme sociale. De exemplu, comunitățile locale pot suferi din cauza relocărilor, a poluării și a condițiilor de muncă precare.

- **dependență de anumite regiuni:** o mare parte a rezervelor de resurse rare se găsește într-un număr limitat de țări, ceea ce duce la o dependență crescută de aceste regiuni și la riscuri legate de securitatea aprovizionării.

(4) reciclarea bateriilor comporta o serie de dificultăți care nu pot fi evitate în discuția despre sustenabilitatea vehiculelor electrice:

- **substanțe toxice:** bateriile conțin adesea substanțe chimice periculoase, cum ar fi mercur, cadmiu și plumb. Atunci când bateriile sunt eliminate în mod necorespunzător, aceste substanțe pot pătrunde în sol și apă, având un impact negativ asupra mediului și sănătății umane.

- **dificultăți în reciclare:** procesul de reciclare a bateriilor poate fi complicat și costisitor. Anumite tipuri de baterii, cum ar fi cele alcaline, sunt mai ușor de reciclat, în timp ce altele, cum ar fi bateriile litiu-ion, pot necesita tehnologii mai avansate. Reciclarea acestor baterii poate implica și riscuri asociate cu manipularea substanțelor toxice din compoziția lor.

- **eficiență redusă în reciclare:** în prezent, rata de reciclare a bateriilor este relativ scăzută. O parte din baterii sunt aruncate în depozitele de deșeurii, iar altele nu sunt reciclate eficient. Îmbunătățirea proceselor de reciclare și conștientizarea publicului pot contribui la creșterea eficienței în gestionarea deșeurilor de baterii.

- **înlocuirea frecventă:** unele baterii au un ciclu de viață relativ scurt, ceea ce înseamnă că trebuie înlocuite frecvent. Aceasta poate duce la o cantitate mare de deșeurii de baterii și la o presiune crescută asupra sistemelor de gestionare a deșeurilor.

- **emisii în timpul reciclării:** în timpul procesului de reciclare, anumite metode pot genera emisii de dioxid de carbon și alte substanțe în atmosferă. De exemplu, topirea materialelor din baterii poate necesita cantități semnificative de energie, cu impact asupra amprentei de carbon.

Exemplu, Captarea și stocarea carbonului (CCS)

Captarea și stocarea carbonului (CCS) reprezintă un proces complex care implică colectarea emisiilor de dioxid de carbon (CO₂) provenite din surse industriale și energetice, transportul acestuia către locuri de stocare și depozitarea securizată a CO₂ pentru a preveni eliberarea acestuia în atmosferă.

Captarea și stocarea carbonului joacă un rol crucial în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și în combaterea schimbărilor climatice.

Cu toate acestea, există și critici legate de aceasta tehnologie. Principalele aspecte sunt prezentate în cele ce urmează:

- (1) **costuri ridicate:** CCS implică costuri semnificative în toate etapele sale, de la captarea CO₂-ului la transport și stocare. Implementarea și menținerea infrastructurii necesare, precum conductele și instalațiile de stocare, poate fi prohibitivă din punct de vedere economic.
- (2) **consum mare de energie:** procesul de captare a CO₂-ului necesită adesea cantități semnificative de energie, reducând eficiența energetică a instalațiilor la care este aplicat. Acest consum suplimentar de energie poate anula parțial sau total beneficiile reduse ale emisiilor de CO₂.
- (3) **riscuri legate de transport și stocare:** transportul CO₂-ului și stocarea subterană a acestuia implică riscuri, inclusiv scurgeri accidentale care pot avea impact asupra mediului. Există preocupări legate de siguranța pe termen lung a depozitelor subterane și a potențialelor riscuri pentru sănătate și mediu.
- (4) **durata limitată de stocare subterană:** se ridică întrebări cu privire la durata pe termen lung a stocării subterane a CO₂-ului și la capacitatea formațiunilor geologice de a menține CO₂-ul. Scurgerile sau eliberările ulterioare de CO₂ pot să apară în timp și să pună în pericol eficacitatea tehnologiei.
- (5) **dependența de surse de energie fosilă:** CCS este adesea asociat cu producția de energie din surse fosile. Criticii susțin că acest lucru poate perpetua dependența de combustibilii fosili și ar putea descuraja tranziția către surse de energie regenerabilă și curată.
- (6) **competiția cu sursele regenerabile:** investițiile masive în CCS ar putea reduce resursele disponibile pentru dezvoltarea și implementarea altor tehnologii, cum ar fi sursele de energie regenerabilă și eficiența energetică, care ar putea oferi soluții mai durabile pe termen lung.
- (7) **legătura cu industria extractivă:** CCS este adesea asociat cu industria extracției și prelucrării de combustibili fosili. Aceasta poate crea o relație simbiotică între CCS și industria a cărei activitate principală este „cosmetizarea” emisiilor de carbon, în loc să se concentreze pe soluții de reducere a dependenței de combustibili fosili.

Dezvoltarea continuă a tehnologiilor și reglementările adecvate este esențială pentru a face ca tehnologia CCS să fie o opțiune viabilă și sustenabilă în eforturile globale de

combatere a schimbărilor climatice. Deși CCS poate juca un rol în reducerea emisiilor de CO₂, este important să se abordeze aceste critici și să se ia în considerare alternativele pentru a dezvolta o abordare sustenabilă și eficientă din punct de vedere al costurilor pentru combaterea schimbărilor climatice.

Cele două exemple ilustrează complexitatea necesară în abordarea tehnologiilor verzi. Chiar dacă acestea sunt gândite să sprijine o economie și o societate fără emisii, ele nu sunt intrinsec lipsite de emisii sau de alte dezavantaje. Rolul uman rămâne extrem de important în a face ca aceste tehnologii să fie motoare pentru un viitor sustenabil.

Modul 6: Schimbările Climatice și Adaptarea Tehnică

- Înțelegerea schimbărilor climatice și a impactului lor asupra tehnologiei și industriei.
- Strategii de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice în context tehnic.
- Exemple de bune practici în reducerea amprentei de carbon.



6.1 Înțelegerea schimbărilor climatice și a impactului lor asupra tehnologiei și industriei

Schimbările climatice reprezintă modificări semnificative și pe termen lung în tiparele climatice ale Pământului, incluzând schimbări în temperatura medie a atmosferei, a apei și a suprafeței terestre. Aceste schimbări pot implica variabilități în condițiile meteorologice, cum ar fi temperaturi extreme, precipitații sporadice sau intensificarea evenimentelor meteorologice extreme.

Principala cauză a schimbărilor climatice contemporane este considerată a fi activitatea umană, în special emisiile de gaze cu efect de seră provenite din arderea combustibililor fosili și defrișarea. Aceste gaze, cum ar fi dioxidul de carbon (CO₂) și metanul (CH₄), contribuie la creșterea efectului de seră, menținând căldura în atmosferă și determinând creșterea temperaturilor globale.

Principalele efecte ale schimbărilor climatice asupra mediului și societății sunt prezentate în cele ce urmează:

- (1) **creșterea temperaturilor medii:** temperaturile medii ale atmosferei și ale apei au crescut în ultimele decenii.

Conform raportului IPCC (Grupul interguvernamental de experți privind schimbările climatice) din 2021, temperatura medie globală la suprafața Pământului a crescut cu aproximativ 1,1°C în comparație cu perioada preindustrială (1850-1900). Acest raport avertizează că în lipsa acțiunilor adecvate, creșterea temperaturilor ar putea depăși 1,5°C în următoarele două decenii. Raportul IPCC estimează că, dacă nu vor fi luate măsuri semnificative de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, temperatura medie globală va continua să crească în următoarele decenii. În scenariul de emisii ridicate, temperatura medie globală ar putea ajunge la 3,2°C până în 2100.

În România, temperatura medie globală a crescut cu aproximativ 1,3°C față de perioada pre-industrială. Această creștere este mai mare decât media globală, deoarece România se află într-o regiune cu climă temperată.

Limitarea creșterii temperaturii medii globale la 1,5°C este un obiectiv ambițios, dar este încă posibil de atins prin implementarea unor politici de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră.

- (2) **topirea ghețarilor și a calotelor glaciare:** ghețarii și calotele glaciare din întreaga lume se topesc, contribuind la creșterea nivelului mării.

Topirea ghețarilor și calotelor glaciare este un proces complex care implică schimbări în bilanțul de energie al zonei respective. Acest fenomen poate fi cuantificat prin măsurarea cantităților de gheață pierdute într-un anumit interval de timp spre exemplu prin foraje, sondări și tehnologii de observație, care permit monitorizarea grosimii gheții și a schimbărilor în timp. Imaginile din satelit furnizează date utile pentru a evalua schimbările în suprafața și grosimea ghețarilor. Tehnologii precum interferometria cu radar sau altimetria cu laser sunt utilizate pentru a monitoriza modificările în înălțimea suprafeței ghețarilor, oferind informații despre topirea și compactarea gheții. De asemenea, sunt utilizate măsurători ale debitelor de apă eliberată prin topirea gheții, inclusiv ale scurgerilor de apă sub gheață pentru a achiziționa date extrem de utile.

- (3) **creșterea nivelului mării:** este un proces complex care are două cauze principale: expansiunea termică (dilatarea) a oceanelor; topirea ghețarilor și a calotei glaciare din Antarctica.

Creșterea nivelului mării amenință zonele de coastă și insulele. Conform IPCC, nivelul mării a crescut cu aproximativ 20 cm în perioada 1901-2018. Rata de creștere a nivelului mării s-a accelerat în ultimele decenii, ajungând la aproximativ 3,6 mm/an în perioada 2006-2018.

IPCC estimează că, dacă nu vor fi luate măsuri semnificative de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, nivelul mării ar putea crește cu până la 1,1 metri până în 2100. În scenariul de emisii ridicate, nivelul mării ar putea crește cu până la 2,1 metri cu consecințe negative prin: inundații costiere, eroziune costieră, salinizarea apei subterane.

- (4) **modificări ale modelelor de precipitații:** se înregistrează schimbări în modelele de precipitații, inclusiv creșterea sau scăderea cantităților de precipitații în anumite regiuni.

În general, se preconizează că precipitațiile vor crește la nivel global, dar cu variații regionale semnificative. În emisfera nordică, se preconizează o creștere a precipitațiilor în regiunile polare și subpolare și o scădere a precipitațiilor în regiunile temperate și subtropicale. În emisfera sudică, se preconizează o creștere generală a precipitațiilor. Conform IPCC, precipitațiile totale la nivel global ar putea crește cu până la 14% până în 2100. În scenariul de emisii ridicate, precipitațiile ar putea crește cu până la 27%.

Încălzirea globală va duce, de asemenea, la o schimbare a distribuției precipitațiilor, cu o tendință de creștere a precipitațiilor extreme și a secetelor. Precipitațiile extreme, cum ar fi uraganele, furtunile și inundațiile, sunt deja mai frecvente și mai severe din cauza încălzirii globale.

Se preconizează că aceste evenimente vor deveni și mai frecvente și mai severe în viitor. Secetele sunt, de asemenea, o problemă tot mai mare, din cauza încălzirii globale. Se preconizează că seceta va deveni mai frecventă și mai severă în multe regiuni ale lumii, inclusiv în Europa.

- (5) **fenomene meteorologice extreme:** creșterea frecvenței și intensității fenomenelor meteorologice extreme, cum ar fi uraganele, inundațiile, incendiile de pădure și valurile de căldură.

Valurile de căldură sunt evenimente meteorologice extreme caracterizate prin temperaturi ridicate, persistente și neobișnuite pentru o anumită regiune. Încălzirea globală face ca valurile de căldură să fie mai frecvente, mai intense și mai lungi. Conform IPCC, probabilitatea de apariție a valurilor de căldură a crescut cu până la 100% în ultimele decenii. În scenariul de emisii ridicate, probabilitatea de apariție a valurilor de căldură va crește cu până la 300% până în 2100.

Încălzirea globală face ca inundațiile să fie mai frecvente, mai intense și mai severe. Conform IPCC, probabilitatea de apariție a inundațiilor a crescut cu până la 10% în ultimele decenii. În scenariul de emisii ridicate, probabilitatea de apariție a inundațiilor va crește cu până la 20% până în 2100.

Seceta este un eveniment meteorologic extrem, caracterizat de lipsa de precipitații într-o anumită regiune. Încălzirea globală face ca seceta să fie mai frecventă, mai intensă și mai severă. Conform IPCC, probabilitatea de apariție a secetei a crescut cu până la 20% în ultimele decenii. În scenariul de emisii ridicate, probabilitatea de apariție a secetei va crește cu până la 50% până în 2100.

Uraganele sunt evenimente meteorologice extreme caracterizate de vânturi puternice, ploi abundente și valuri mari. Conform IPCC, intensitatea uraganelor a crescut cu aproximativ 10% în ultimele decenii. În scenariul de emisii ridicate, intensitatea uraganelor va crește cu până la 20% până în 2100.

- (6) **impact asupra biodiversității:** schimbările climatice au efecte semnificative asupra ecosistemelor și biodiversității, influențând distribuția speciilor și provocând schimbări în ciclurile de viață ale acestora.

Schimbările climatice au contribuit deja la extincția a mii de specii de plante și animale. Se estimează că, dacă nu vor fi luate măsuri pentru a reduce schimbările climatice, alte 1 milion de specii ar putea fi amenințate cu extincția până în 2050. Pe măsură ce clima se schimbă, speciile sunt nevoite să se deplaseze în căutarea condițiilor potrivite. Acest lucru poate duce la suprapopulare în unele zone și la dispariția speciilor în altele.

Schimbările climatice pot duce la reducerea diversității genetice a speciilor, ceea ce le face mai vulnerabile la boli și alte amenințări. Schimbările climatice pot deschide noi oportunități pentru speciile străine să invadeze noi regiuni. Aceste invazii pot duce la dispariția speciilor native.

Impactul schimbărilor climatice asupra biodiversității este de natură regională, fiind mai sever în unele regiuni decât în altele. De exemplu, se estimează că schimbările climatice vor afecta în mod deosebit regiunile polare și subtropicale.

- (7) **impact asupra agriculturii și securității alimentare:** modificări ale condițiilor climatice pot afecta producția agricolă și disponibilitatea resurselor alimentare.

Schimbările climatice pot duce la o reducere a randamentelor agricole, deoarece culturile sunt mai sensibile la temperaturi extreme, secetă, inundații și alte evenimente meteorologice extreme. Pot să apară, totodată, modificări ale distribuției culturilor, deoarece culturile vor trebui să fie cultivate în regiuni cu condiții climatice mai potrivite. Este destul de posibilă creșterea costurilor agricole, deoarece fermierii vor avea nevoie de noi practici agricole pentru a se adapta la condițiile climatice în schimbare.

Schimbările climatice pot duce la reducerea siguranței alimentare, deoarece mai mulți oameni ar putea fi expuși foametei și malnutriției.

Combaterea schimbărilor climatice implică eforturi considerabile la nivel global pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, adaptare la schimbările deja în desfășurare și dezvoltarea de tehnologii și politici sustenabile pentru a gestiona impacturile climatice viitoare. Acțiunile individuale, comunitare și guvernamentale sunt esențiale pentru a aborda această problemă globală.

Impactul schimbărilor climatice asupra industriei

Schimbările climatice au un impact semnificativ asupra industriei, afectând resursele, modurile operaționale, lanțurile de aprovizionare și costurile. Principalele aspecte ale impactului schimbărilor climatice asupra industriei sunt discutate pe scurt în cele ce urmează:

- **resursele naturale și materiile prime:** schimbările climatice pot afecta disponibilitatea și calitatea resurselor naturale și materiilor prime esențiale pentru industrie.

Evenimente extreme, cum ar fi secetele sau inundațiile, pot perturba aprovizionarea cu apă, energie sau materiale necesare pentru producție. Un exemplu relevant este reprezentat de impactul secetei asupra generării de electricitate. Producția hidro este puternic diminuată, iar funcționarea termocentralelor și a centralelor nucleare este afectată prin:

(1) diminuarea disponibilității apei de răcire cauzată de scăderea debitelor râurilor,

(2) creșterea temperaturii apei, ambele conducând la scăderea eficienței globale a centralei.

Pe de alta parte, o cantitate mai mică de apă disponibilă conduce la o concentrare a substanțelor chimice și a mineralelor prezente în apă. Aceasta poate duce la depunerea de reziduuri sau sedimente în sistemele de răcire ale centralelor, ceea ce reduce eficiența acestora și necesită mai multe operațiuni de întreținere.

Nu în ultimul rând, în perioadele de secetă severă, autoritățile pot impune restricții de apă sau chiar raționalizări. Aceste măsuri pot limita drastic cantitatea de apă pe care centralele electrice o pot utiliza pentru răcire, ceea ce poate duce la o reducere a capacității de producție a acestora.

Aceste situații evidențiază vulnerabilitatea centralelor electrice la schimbările climatice și la variabilitatea resurselor de apă, subliniind importanța gestionării sustenabile a resurselor de apă în contextul unei secete prelungite.

În mod indubitabil, orice industrie care folosește apa sau alte resurse naturale care sunt influențate negativ de schimbările climatice va avea perturbări în nivelul și calitatea producției.

- **energie:** schimbările climatice pot afecta disponibilitatea și costul energiei, în special în cazul surselor de energie care depind de resurse naturale, cum ar fi hidroenergia sau energia termală. În plus, extremele climatice pot perturba producția de energie, inclusiv nivelul de producție în termocentrale, centrale nucleare sau eoliene.

O producție de energie diminuată sau având un nivel puternic perturbat de fenomene extreme va influența performanțele unităților industriale.

- **infrastructura:** fenomene meteorologice extreme, cum ar fi furtunile, inundațiile și valurile de căldură, pot afecta infrastructura industrială, inclusiv fabrici, conducte, stații energetice și terminale portuare. Aceste evenimente pot duce la întreruperi în producție și distribuție, putând perturba operațiunile, fiabilitatea și rentabilitatea unităților industriale.

Creșterea temperaturilor poate afecta performanța echipamentelor industriale care au specificații stricte legate de temperatură. În unele cazuri, este posibil să fie necesare investiții semnificative pentru îmbunătățirea sistemelor de răcire sau pentru adaptarea la temperaturi crescute.

Infrastructura industrială situată în zone costiere poate fi afectată de creșterea nivelului mărilor și oceanelor. Inundațiile periodice și intensificarea furtunilor pot cauza deteriorarea instalațiilor, coroziunea echipamentelor și afectarea rezervelor de materii prime.

Evenimentele meteorologice extreme, cum ar fi furtunile, inundațiile și căderile masive de zăpadă pot provoca daune semnificative la infrastructurile industriale, inclusiv distrugerea clădirilor, a rețelelor de transport și a liniilor electrice.

Scăderea nivelurilor de apă, seceta și modificările în regimul ploilor pot crea probleme semnificative pentru industriile care depind de apă pentru procese de producție și răcire.

În anumite regiuni, creșterea temperaturilor și schimbările în regimul precipitațiilor pot duce la condiții mai propice pentru incendii forestiere. Infrastructura industrială situată în apropierea acestor zone poate fi afectată de incendii, punând în pericol atât oamenii cât și bunurile materiale.

- **lanțurile de aprovizionare:** evenimentele climatice extreme și schimbările în modelele meteorologice pot afecta lanțurile de aprovizionare, întrerupând transportul, producția și distribuția de bunuri. Evenimente climatice extreme într-o regiune pot perturba lanțurile de aprovizionare la nivel global. Aceasta poate duce la întâzieri în livrare și la creșteri ale costurilor logistice.

- **riscuri pentru asigurări și investiții:** impactul schimbărilor climatice asupra activelor fizice ale companiilor, precum și riscurile asociate cu evenimentele climatice extreme, pot afecta evaluările financiare, asigurările și investițiile în industrii diverse.
- **cererea pentru tehnologii verzi:** schimbările climatice generează o cerere crescută pentru tehnologii sustenabile și soluții cu emisii reduse de carbon. Acest lucru poate deschide noi oportunități de afaceri pentru industrie, în special în domeniile energiei regenerabile, eficienței energetice și tehnologiilor verzi.
- **reglementări și conformitate:** guvernele și organizațiile își intensifică eforturile pentru a aborda schimbările climatice prin reglementări și cerințe de conformitate. Aceste reglementări pot impune standarde mai ridicate pentru emisiile de gaze cu efect de seră și pot influența practicile de producție și afaceri ale industriei.

Pentru a face față acestor provocări și pentru a profita de oportunitățile asociate cu tranziția către o economie mai durabilă, companiile din diverse industrii trebuie să adopte strategii durabile, să își diversifice lanțurile de aprovizionare și să investească în tehnologii verzi și inovație sustenabilă.

Impactul schimbărilor climatice asupra dezvoltărilor tehnologice

Schimbările climatice acționează ca un **catalizator pentru inovații tehnologice** care vizează soluții sustenabile și adaptare la noile condiții climatice. Această tendință către tehnologii mai curate și eficiente este esențială pentru a reduce impactul negativ asupra mediului și pentru a asigura o dezvoltare durabilă.

Tehnologiile moderne de **monitorizare și colectarea datelor** oferă o înțelegere mai detaliată a schimbărilor climatice. Utilizarea senzorilor, a tehnologiilor de imagistică satelitară și a analizelor de date ajută la monitorizarea evoluției climei și la anticiparea impactului asupra mediului și comunităților.

Schimbările climatice și creșterea preocupărilor legate de impactul negativ al emisiilor de gaze cu efect de seră stimulează dezvoltarea de tehnologii pentru **producerea și stocarea energiei regenerabile**. Panourile solare, turbinele eoliene, tehnologiile de stocare a energiei și soluțiile de gestionare a rețelelor devin prioritare în contextul tranziției către surse de energie mai curate. Dezvoltarea **tehnologiilor care reduc emisiile în diverse sectoare**, cum ar fi transportul (vehicule electrice, biocombustibili), industria (procese de producție mai curate) și gestionarea deșeurilor, devine crucială.

Conștientizarea impactului schimbărilor climatice conduce la un interes crescut pentru **tehnologiile care îmbunătățesc eficiența energetică** în diverse sectoare, inclusiv industrie, transport și clădiri. Inovațiile în materiale, procese de producție mai eficiente și sisteme de monitorizare a consumului de energie sunt tot mai căutate.

Schimbările climatice și accentul pe durabilitate influențează dezvoltarea de **materiale inovatoare și tehnologii de construcție mai sustenabile**. Acestea includ materiale reciclabile, tehnologii de construcție eficiente din punct de vedere energetic și soluții pentru reducerea amprentei de carbon în construcții.

Schimbările climatice au un impact semnificativ asupra sectorului de transport, stimulând dezvoltarea **vehiculelor electrice**, rețelelor de transport public mai eficiente și soluțiilor de **mobilitate durabilă**.

Tehnologiile care ajută la **adaptarea la schimbările climatice** sunt din ce în ce mai importante. Acestea includ sisteme de avertizare timpurie pentru fenomene meteorologice extreme, tehnologii agricole rezistente la condiții climatice extreme, sisteme de gestionare a resurselor de apă și soluții pentru infrastructura rezistentă la climă. O discuție a acestora va fi făcută în secțiunea următoare.

Tehnologiile influențate puternic de schimbările climatice pot fi grupate în mai multe categorii principale (Tabelul 6.1.1), având în vedere direcțiile în care aceste tehnologii contribuie la atenuarea schimbărilor climatice și adaptarea la noile condiții climatice.

Tabelul 6.1.1 Tehnologiile stimulate de schimbările climatice

	Categoria	Tehnologii
1	Energie regenerabilă și stocare de energie	Panouri fotovoltaice și colectoare solare termice
		Turbine eoliene și tehnologii eoliene offshore
		Baterii și soluții de stocare a energiei
		Centrale hidroelectrice inovative
		Tehnologii de energie geotermală
2	Eficiență energetică și tehnologii de construcție sustenabilă	Materiale de construcție durabile și reciclabile
		Tehnologii de construcție eficiente din punct de vedere energetic
		Sisteme de izolare termică și termo-reglare
		Sisteme inteligente pentru gestionarea energiei în clădiri
3	Transport durabil	Vehicule electrice și hibride
		Sisteme de transport public eficiente
		Infrastructură pentru vehicule cu emisii reduse
		Soluții pentru mobilitate urbană durabilă
4	Agricultură și tehnologii alimentare sustenabile	Tehnologii de agricultură de precizie
		Culturi rezistente la schimbările climatice
		Sisteme de irigație eficiente din punct de vedere al apei
		Metode de producție alimentară cu emisii reduse de carbon
5	Gestionarea resurselor de apă	Tehnologii de desalinizare și tratare a apei
		Sisteme avansate de monitorizare a resurselor de apă
		Tehnologii pentru utilizarea eficientă a apei în agricultură și industrie
6	Monitorizare și analiză a datelor climatice	Sisteme de senzori pentru monitorizarea calității aerului și a apei
		Tehnologii de imagistică satelitară pentru observarea schimbărilor climatice
		Platforme de analiză a datelor pentru interpretarea și predicția schimbărilor climatice
7	Tehnologii pentru reducerea emisiilor de carbon	Tehnologii de captare și stocare a carbonului
		Inovații în producția și utilizarea biocombustibililor
		Procese industriale mai curate și eficiente energetic

6.2 Strategii de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice în context tehnic

Strategiile de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice în context tehnic vizează abordarea impacturilor schimbărilor climatice și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Adaptarea la schimbările climatice implică dezvoltarea și implementarea măsurilor pentru a face față impactului deja manifestat sau anticipat al schimbărilor climatice.

Aceste măsuri vizează protejarea comunităților, a infrastructurii și a ecosistemelor împotriva riscurilor crescute cauzate de schimbările climatice.

Modalitățile de adaptare pot varia în funcție de domeniul de aplicare și de specificitățile fiecărui loc. În Tabelul 6.2.1 sunt prezentate principalele modalități de adaptare.

Tabelul 6.2.1 Principalele modalități de adaptare

	Categoria	Modalități de adaptare
1	Infrastructură rezistentă la schimbările climatice	Dezvoltarea și consolidarea infrastructurii pentru a face față fenomenelor meteorologice extreme, cum ar fi inundații, furtuni sau căderi masive de zăpadă
		Implementarea tehnologiilor inovatoare de construcție pentru a rezista la condiții climatice extreme (spre exemplu crearea de materiale rezistente la temperaturi ridicate sau scăzute)
2	Sisteme de alertă timpurie și planificare a situațiilor de urgență	Implementarea și îmbunătățirea sistemelor de avertizare timpurie pentru evenimente extreme, inclusiv inundații, furtuni și incendii de vegetație
		Dezvoltarea și actualizarea planurilor de urgență pentru comunități și organizații pentru a minimiza riscurile și a reduce impactul evenimentelor extreme
3	Gestionarea sustenabilă a resurselor de apă	Adoptarea tehnologiilor eficiente de utilizare a apei în agricultură și industrie
		Implementarea soluțiilor pentru reciclarea și tratarea apei pentru a face față schimbărilor în disponibilitatea și calitatea resurselor de apă
4	Promovarea agriculturii rezistente la schimbările climatice	Dezvoltarea și utilizarea de culturi agricole rezistente la condiții climatice extreme, cum ar fi seceta sau creșterea temperaturilor
		Implementarea practicilor agricole durabile care să reducă impactul schimbărilor climatice asupra productivității și siguranței alimentare
5	Protecția ecosistemelor naturale	Conservarea și restaurarea ecosistemelor, cum ar fi pădurile, mlaștinile și recifurile de corali, pentru a menține biodiversitatea și pentru a reduce impactul evenimentelor climatice extreme
		Crearea de coridoare ecologice care să faciliteze migrația speciilor în căutare de habitate mai potrivite climatic
6	Infrastructură urbană și planificare urbană adaptată la climă	Dezvoltarea orașelor rezistente la schimbările climatice prin proiectarea clădirilor și a infrastructurii urbane în conformitate cu noile condiții climatice

		Implementarea de soluții de „infrastructură verde”, cum ar fi parcurile urbane și acoperișurile verzi, pentru a reduce încălzirea urbană și a îmbunătăți calitatea aerului
7	Promovarea tehnologiilor inovatoare de adaptare	Cercetarea și implementarea tehnologiilor avansate de adaptare, cum ar fi sistemele de desalinizare alimentate de energie solară, tehnologiile de protecție a coastelor și metodele inovatoare de stocare a apei.

Atenuarea schimbărilor climatice constă în eforturile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră și de împiedicare a accentuării schimbărilor climatice.

Aceste eforturi pot viza reducerea emisiilor din sursele existente, promovarea energiei regenerabile și implementarea de tehnologii și practici care contribuie la absorbția carbonului atmosferic.

Din punct de vedere al modalităților de atenuare a schimbărilor climatice, abordările pot varia în funcție de sectorul sau domeniul luat în considerare. Între principalele modalități de atenuare a schimbărilor climatice menționăm:

- energii regenerabile: trecerea la surse de energie regenerabilă, cum ar fi energia solară, eoliană, hidroenergia și biomasa, pentru a reduce dependența de combustibilii fosili și emisiile de gaze cu efect de seră asociate acestora.
- eficiența energetică: implementarea tehnologiilor și practicilor care reduc consumul de energie în clădiri, transport și industrii, contribuind astfel la scăderea emisiilor de gaze cu efect de seră.
- transport durabil: promovarea transportului public, vehiculelor electrice și altor mijloace de transport cu emisii reduse pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră din sectorul transporturilor.
- captarea și stocarea carbonului (CCS): tehnologii care capturează emisiile de dioxid de carbon provenind din procesele industriale și producția de energie, pentru a le stoca sau utiliza în alte scopuri, împiedicând astfel să ajungă în atmosferă.
- agricultură durabilă: implementarea practicilor agricole durabile, precum agricultura de conservare a solului, reducerea utilizării pesticidelor și a îngrășămintelor chimice, pentru a minimiza emisiile de gaze cu efect de seră din sectorul agricol.
- silvicultură și gestionarea pădurilor: protejarea și gestionarea durabilă a pădurilor pentru a absorbi dioxidul de carbon și a contribui la conservarea biodiversității.
- promovarea tehnologiilor curate: dezvoltarea și implementarea tehnologiilor curate și inovatoare care să înlocuiască practicile și tehnologiile poluante sau cu emisii mari de gaze cu efect de seră.

- politici și reglementări climatice: adoptarea și implementarea politici și reglementări la nivel național și internațional care să promoveze reducerea emisiilor și să sprijine tranziția către economii cu emisii scăzute de carbon.
- conștientizarea și educația: creșterea conștientizării și educația publicului în privința schimbărilor climatice și a modului în care fiecare individ poate contribui la atenuarea acestora.

Aceste abordări pot fi implementate individual sau în combinație, și implică adesea eforturi la nivel global, național, local și individual pentru a avea un impact semnificativ asupra schimbărilor climatice.

De multe ori, **strategiile de adaptare și atenuare pot interacționa într-un mod sinergic**, aducând reciproc beneficii. De exemplu, împădurirea poate servi atât ca o strategie de atenuare, prin absorbția de carbon, cât și ca o strategie de adaptare, prin reducerea riscului de inundații și îmbunătățirea calității apei.

Strategiile tehnice pentru adaptare și atenuare sunt esențiale în contextul luptei împotriva schimbărilor climatice și în crearea unui viitor sustenabil. Implementarea acestor strategii necesită inovații tehnologice, investiții semnificative și colaborare la nivel global pentru a aborda provocările complexe legate de climă.

În ultimul timp este folosit tot mai des termenul de reziliență.

Reziliența se referă la capacitatea unui individ, a unei comunități sau a unui sistem de a se adapta, recupera și depăși stresurile, șocurile sau perturbările cu care se confruntă.

Termenul provine din domeniul științelor materialelor și face referire la proprietatea unui material de a reveni la forma inițială după ce a fost supus la o deformare sau stres.

Reziliența la schimbările climatice se referă la capacitatea unei comunități, ecosisteme sau sisteme socio-economice de a se adapta, recupera și a rezista la impacturile schimbărilor climatice. Această abordare pune accentul pe construirea capacității de a face față amenințărilor și perturbărilor climatice, astfel încât să se minimizeze pierderile și să se maximizeze capacitatea de adaptare.

Elementele cheie ale rezilienței sunt:

- (1) adaptabilitatea (capacitatea de a se adapta la schimbările climatice prin ajustarea practicilor, tehnologiilor și infrastructurii)
- (2) recuperare rapidă (după un eveniment climatic extrem cu restabilirea funcționării normale a comunității sau a sistemului afectat),
- (3) abilitatea de a se recupera rapid (reconstrucție și restaurare, cu un accent deosebit pe tehnologii și practici care reduc vulnerabilitatea la evenimentele ulterioare),
- (4) gestionarea riscurilor,
- (5) sustenabilitate și protecția ecosistemelor,
- (6) colaborare și angajament comunitar.

Reziliența la schimbările climatice este o abordare holistică și dinamică care recunoaște complexitatea impactului climatic și necesită acțiuni coordonate pentru a construi comunități și sisteme durabile și capabile să facă față provocărilor viitoare.

Vom discuta, în cele ce urmează, câteva exemple tehnice de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice.

Exemplu:

Utilizarea de materiale și tehnologii de construcție rezistente la temperaturi și evenimente extreme

Eforturile de dezvoltare a materialelor și tehnologiilor de construcție rezistente la temperaturi extreme și evenimente extreme sunt esențiale în contextul fenomenelor meteorologice extreme.

Materiale rezistente la temperaturi extreme: cercetările se concentrează pe dezvoltarea materialelor cu proprietăți termice superioare, capabile să reziste la temperaturi ridicate sau scăzute fără degradare semnificativă, cum ar fi materialele ceramice, materialele compozite și metalele speciale având proprietăți îmbunătățite de rezistență termică și stabilitate structurală.

Materiale izolante termice inovatoare: dezvoltarea materialelor izolante cu conductivitate termică redusă pentru a proteja structurile împotriva pierderilor de căldură în condiții de temperaturi extreme, precum materialele izolante din aerogel și materialele nanostructurate.

Materiale ignifuge: îmbunătățirea materialelor ignifuge pentru a face față riscului de incendii în condiții de temperaturi ridicate, spre exemplu materialele cu aditivi ignifugi și compuși inovatori pentru a oferi rezistență la foc.

Structuri modulare și flexibile: dezvoltarea structurilor modulare și flexibile care pot rezista la solicitări crescute cauzate de furtuni, cutremure sau alte evenimente extreme, precum și implementarea de tehnologii precum structurile prefabricate și conexiuni structurale inovatoare.

Utilizarea de materiale avansate de construcție: adoptarea materialelor avansate de construcție, cum ar fi betoanele cu adaosuri speciale pentru a spori rezistența la impact și la variații de temperatură, spre exemplu prin integrarea fibrelor și materialelor compozite pentru a îmbunătăți rezistența structurală.

Tehnologii anti-seismice: implementarea tehnologiilor anti-seismice pentru a reduce riscul de daune structurale în urma cutremurelor precum sistemele de izolare seismică și dispozitivele de control al vibrațiilor utilizate pentru a absorbi și dispersa forțele în timpul seismelor.

Sisteme de protecție împotriva inundațiilor și eroziunii: construcția de baraje, diguri și bariere rezistente la inundații pentru a proteja zonele vulnerabile, dezvoltarea de tehnologii pentru gestionarea apei și prevenirea eroziunii în zonele costiere.

Energie eficientă și sisteme de alimentare autonomă: integrarea de tehnologii pentru eficiență energetică și sisteme autonome de alimentare cu energie pentru a asigura funcționarea continuă a clădirilor și a infrastructurii în condiții extreme, extinderea utilizării surselor de energie regenerabilă și a sistemelor de stocare a energiei.

Tehnologii de reciclare și sustenabilitate: promovarea materialelor de construcție reciclabile și durabile pentru a reduce amprenta de carbon și deșeurile de construcție, utilizarea de tehnologii pentru reciclarea și re folosirea materialelor în procesele de construcție.

Exemplu:

Proiectarea și construirea infrastructurii rezistente la schimbările climatice, cum ar fi baraje și diguri pentru a face față inundațiilor crescute.

Baraje rezistente la inundații: proiectarea barajelor cu capacități îmbunătățite pentru a gestiona și a reduce riscul de inundații, în special prin dimensionare pentru a face față unor niveluri mai ridicate ale apei.

Sisteme de control al debitului: gestionarea fluxurilor de apă în funcție de condițiile meteorologice și hidrologice ajutând la prevenirea inundațiilor sau la minimizarea impactului acestora.

Monitorizarea în timp real: utilizarea tehnologiilor moderne pentru monitorizarea în timp real a nivelului apei, precum senzori, stații meteorologice și sisteme de avertizare timpurie pentru a preveni inundațiile.

Construcții cu caracteristici antiseismice: proiectarea barajelor pentru a rezista la cutremure, având în vedere posibilitatea apariției inundațiilor după un cutremur.

Durabilitate și ecologie: utilizarea principiilor de proiectare ecologică și durabilă pentru a minimiza impactul asupra mediului și pentru a încuraja utilizarea responsabilă a resurselor.

Diguri rezistente la eroziune: construirea digurilor utilizând materiale rezistente la eroziune pentru a preveni degradarea acestora sub influența apelor agitate sau a precipitațiilor abundente.

Sisteme de drenaj eficiente: integrarea de sisteme de drenaj și canale pentru a gestiona surplusul de apă și pentru a preveni acumularea acesteia în spatele digului.

Înălțare și consolidare: înălțarea și consolidarea digurilor existente pentru a le face mai rezistente la niveluri mai ridicate ale apei și la forțele dinamice ale acestora.

Sisteme de alertare și evacuare: implementarea sistemelor de alertare pentru a avertiza comunitățile din zona digurilor în cazul în care există un risc crescut de inundații, permițând evacuarea în timp util.

Restaurarea ecosistemelor costiere: restaurarea și conservarea ecosistemelor costiere, precum mlaștinile și zonele umede, care acționează ca bariere naturale împotriva inundațiilor și eroziunii.

Planificare urbană rezilientă la climă: integrarea infrastructurii rezistente în planificarea urbană pentru a minimiza riscurile de inundații și pentru a asigura că noile construcții sunt conforme cu standardele rezilienței la climă.

Exemplu:

Dezvoltarea și implementarea sistemelor de alertă timpurie pentru fenomene meteorologice extreme

Sisteme avansate de monitorizare: implementarea rețelelor extinse de stații meteorologice, radare, sateliți și alte tehnologii pentru a monitoriza constant condițiile meteorologice, utilizarea senzorilor avansați și a tehnologiilor de colectare a datelor pentru a detecta schimbările în timp real și pentru a evalua evoluția evenimentelor extreme.

Analiza și prognoza meteorologică avansată: dezvoltarea modelelor meteorologice avansate pentru a anticipa cu precizie evoluția condițiilor meteorologice, integrarea datelor de monitorizare în modelele de prognoză pentru a furniza avertizări timpurii cu privire la posibile fenomene meteorologice extreme.

Sisteme de avertizare rapidă și eficientă: implementarea infrastructurii pentru transmiterea rapidă și eficientă a avertismentelor către populație; utilizarea multiplelor mijloace de comunicare, cum ar fi alerte prin mesaje text, notificări pe smartphone-uri, semnale acustice sau altele, pentru a ajunge la un public larg.

Avertizări localizate și personalizate: dezvoltarea capacității de a emite avertizări personalizate bazate pe locație, pentru a furniza informații precise și relevante pentru comunitățile afectate; utilizarea tehnologiei GIS (Geographic Information System) pentru a adapta avertizările la specificul geografic și demografic al unei zone.

Testări regulate și actualizări tehnologice: desfășurarea de exerciții regulate de testare a sistemelor de alertă pentru a asigura funcționarea corespunzătoare în situații de urgență reale; actualizarea și modernizarea continuă a tehnologiei și a infrastructurii pentru a ține pasul cu noile dezvoltări și pentru a asigura eficiența maximă a sistemului.

Educație și conștientizare publică: desfășurarea de campanii educaționale pentru a crește nivelul de conștientizare al populației cu privire la riscurile meteorologice extreme și la modul în care să răspundă la avertismente; furnizarea de informații clare și ușor de înțeles pentru a îmbunătăți înțelegerea publicului cu privire la amenințările potențiale.

Colaborare și coordonare între autorități: îmbunătățirea colaborării și coordonării între agențiile meteorologice, autoritățile guvernamentale, organizații neguvernamentale și alte părți interesate; dezvoltarea procedurilor și a structurilor de gestionare a situațiilor de urgență pentru a asigura răspunsuri rapide și coordonate.

Exemplu:

Adoptarea de soluții pentru transport durabil, precum vehiculele electrice și sistemele de transport public eficiente

Adoptarea masivă a vehiculelor electrice (VE): încurajarea adoptării masive a vehiculelor electrice ca o alternativă la autovehiculele cu motoare cu combustie internă prin stimulente fiscale, subvenții sau facilități pentru utilizatorii de VE; dezvoltarea unei infrastructuri eficiente de încărcare (stații de încărcare publice și private) pentru a susține creșterea numărului de vehicule electrice.

Sisteme eficiente de transport public: modernizarea și extinderea rețelelor de transport public; îmbunătățirea eficienței și managementului transportului public, cum ar fi sistemele de gestionare a flotelor și programarea inteligentă a traseelor.

Promovarea transportului activ: infrastructură prietenoasă pentru biciclete și pietoni (piste de biciclete, trotuare și alte infrastructuri prietenoase pentru a promova transportul activ; implementarea de programe de promovare a mersului pe jos și a mersului cu bicicleta, inclusiv stimulente financiare sau facilități pentru cei care aleg aceste moduri de transport.

Eficiență energetică în transport: adoptarea de tehnologii pentru a îmbunătăți eficiența consumului de combustibil în vehiculele cu motoare cu combustie internă, precum și pentru a reduce emisiile; utilizarea tehnologiilor de gestionare a traficului și optimizarea traseelor pentru a reduce timpul de călătorie și emisiile.

Transport inteligent și conectat: implementarea de sisteme de transport inteligente pentru a monitoriza și gestiona fluxurile de trafic în timp real și pentru a optimiza utilizarea infrastructurii de transport; crearea unor sisteme integrate care permit trecerea facilă între diferite moduri de transport, cum ar fi conexiuni eficiente între autobuze, trenuri și alte mijloace de transport.

Educație și conștientizare: campanii de educație și conștientizare pentru a încuraja publicul să adopte opțiuni de transport durabil.

Exemplu:

Promovarea practicilor agricole sustenabile și a tehnologiilor de sechestrarea carbonului în sol.

Practici agricole sustenabile:

Rotirea culturilor: implementarea unui sistem de rotație a culturilor pentru a îmbunătăți fertilitatea solului și pentru a preveni epuizarea resurselor naturale. Culturile diferite au nevoi diferite de nutrienți, contribuind la menținerea echilibrului în sol.

Agricultura de conservare: utilizarea tehnicilor de agricultură de conservare, cum ar fi prelucrarea minimală a solului (spre exemplu plantele sunt semănate direct în sol neîngrășat, fără lucrări mecanice prealabile, ceea ce ajută la menținerea structurii solului și a nivelului de umiditate), acoperirea solului cu resturi de culturi sau mulci.

Utilizarea îngrășămintelor organice: încurajarea utilizării îngrășămintelor organice și a compostului pentru a îmbunătăți calitatea solului și pentru a reduce dependența de îngrășăminte chimice.

Irigarea eficientă: adoptarea de tehnologii de irigare eficiente (bazate pe senzori și prognoze meteorologice) pentru a economisi apă și a preveni risipa de resurse hidrologice

Agricultura agro-forestieră: integrarea de arbori și plante perene în peisajul agricol pentru a promova biodiversitatea și a spori sechestrarea carbonului în sol.

Tehnologii de sechestrare a carbonului în sol:

Agricultura de conservare a carbonului: implementarea practicilor care cresc capacitatea de stocare a carbonului în sol, cum ar fi utilizarea culturilor de acoperire.

Utilizarea culturilor de acoperire: introducerea culturilor de acoperire (plante cultivate intenționat între perioadele de culturi principale într-un teren agricol) în rotația culturilor pentru a îmbunătăți structura solului, a preveni eroziunea și a încorpora materie organică în sol.

Agricultura de conținut ridicat de carbon: promovarea sistemelor agricole care cresc conținutul de carbon în sol, cum ar fi pășunatul rotativ și utilizarea compostului sau aplicarea gunoiului de grajd.

Utilizarea de tehnologii inovatoare: adoptarea tehnologiilor inovatoare, cum ar fi sistemele de monitorizare a solului și a culturilor pentru a optimiza aportul de nutrienți și a îmbunătăți gestionarea solului.

Sisteme agroecologice integrate: promovarea sistemelor agroecologice care integrează practici agricole, silvicole și zootehnice pentru a crea un mediu sustenabil și a îmbunătăți sechestrarea carbonului în sol.

Managementul adaptativ al terenurilor agricole: implementarea practicilor de management adaptativ care pot fi ajustate în funcție de schimbările climatice și de evoluțiile condițiilor solului.

6.3 Exemple de bune practici în reducerea amprentei de carbon.

Amprenta de carbon reprezintă totalul emisiilor de gaze cu efect de seră asociate cu o activitate, o entitate sau un produs pe o anumită perioadă de timp.

Acest indicator cuantifică în bună măsură impactul asupra schimbărilor climatice și este măsurată în cantitatea de **emisii de dioxid de carbon echivalent (CO₂e)**. CO₂e este o unitate de măsură utilizată pentru a compara emisiile diferitelor gaze cu efect de seră, pe baza potențialul lor de încălzire globală. Acest lucru se realizează prin transformarea cantităților de gaze în cantitatea echivalentă de CO₂, adică, cantitatea de CO₂ care ar rezulta în același nivel de încălzire. Spre exemplu, metanul captează de 28 de ori mai multă căldură decât dioxidul de carbon, pe aceeași perioada de timp. Prin urmare o tona de metan este echivalată cu 28 t CO₂e.

Amprenta de carbon include emisiile directe și indirecte generate de o activitate sau produs.

Emisiile directe se referă la emisiile de gaze cu efect de seră produse de sursa principală responsabilă pentru activitatea sau produsul în cauză. De exemplu, emisiile provenite din arderea combustibililor într-o instalație industrială sau din consumul de combustibili fosili în autovehicule.

Emisiile indirecte sunt grupate în emisii indirecte **legate de energie** și emisii indirecte legate de **lanțul de aprovizionare**. Emisiile indirecte legate de energie cuprind emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu producția de energie utilizată pentru a alimenta activitatea sau produsul. De exemplu, emisiile generate de producerea electricității folosite în procesele industriale sau în locuințe. Emisiile indirecte legate de lanțul de aprovizionare se referă la emisiile indirecte care apar în lanțul de aprovizionare al unei activități sau produsului, inclusiv producția materiilor prime, transportul, fabricația și eliminarea produselor. Aceste emisii pot fi asociate cu diverse aspecte, cum ar fi materiile prime, transportul și gestionarea deșeurilor.

Amprenta de carbon poate fi privita la nivel individual, al unei companii, comunități, etc. De asemenea amprenta de carbon poate fi definită pentru un produs, serviciu, eveniment, etc.

Amprenta de carbon personală include emisiile de gaze cu efect de seră generate de un individ în urma activităților zilnice, cum ar fi călătoriile, alimentația, consumul de energie în locuință etc.

Amprenta de carbon a unei companii/organizații/instituții reflectă emisiile totale ale unei companii, incluzând producția, operațiunile și lanțul de aprovizionare. Companiile își pot calcula și monitoriza amprenta de carbon pentru a dezvolta strategii de reducere a emisiilor.

Amprenta de carbon a unui produs include emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu fabricarea, transportul, utilizarea și eliminarea unui produs. Această măsură poate fi utilizată pentru a ghida consumatorii spre opțiuni mai sustenabile.

Amprenta de carbon a unui eveniment include emisiile generate de un eveniment, cum ar fi conferințe, concerte sau expoziții, acoperind aspecte precum transportul participanților, energie, gestionarea deșeurilor etc.

Calcularea și conștientizarea amprentei de carbon sunt importante în eforturile de combatere a schimbărilor climatice, oferind informații utile pentru luarea deciziilor sustenabile și pentru reducerea impactului asupra mediului înconjurător.

La nivelul **Uniunii Europene**, o estimare generală a amprentei de carbon personale medii este în jur de **6-8 tone CO₂e pe an** pentru un individ, în timp ce pentru **SUA** estimările furnizează o amprenta individuală de **16-20 de tone**. SUA are una dintre cele mai mari amprente de carbon per capita la nivel global, din cauza dependenței mari de combustibili fosili pentru producerea de energie, mobilitatea crescută bazată pe autovehicule individuale și unele practici agricole și industriale intensive.

Aceste cifre sunt aproximative și că amprenta de carbon personală poate varia semnificativ în funcție de stilul de viață al fiecărui individ. Mai mult, tendințele în amprenta de carbon pot suferi modificări în timp, pe măsură ce tehnologiile evoluează și se dezvoltă opțiuni mai sustenabile. Pentru a-ți evalua propriul impact asupra mediului, poți utiliza instrumente online sau calculatoare de carbon disponibile pe diverse site-uri web sau aplicații.

Amprenta personală include emisiile provenite din activitățile individuale precum:

- (1) transportul (utilizarea mașinii personale, călătoriile cu avionul, transportul public etc.),
- (2) consumul de energie (electricitate și încălzirea locuinței),
- (3) alimentație (producția și transportul alimentelor consumate),
- (4) achiziții de bunuri și servicii (producția, transportul și eliminarea bunurilor și serviciilor consumate).

Calculul amprentei de carbon

Amprenta de carbon a unei companii este reprezentată de cantitatea totală a emisiilor de gaze cu efect de seră produse de acea companie, de-a lungul lanțului valoric. Aceasta este calculată cu ajutorul factorilor de emisie și este exprimată în kg CO₂e.

Un factor de emisie sau de conversie este un coeficient utilizat pentru a converti date de activitate în emisii de GES, exprimate în kilograme de CO₂e. Factorul de emisie se exprimă în kg CO₂e per unitate de activitate. De exemplu, pentru benzină, factorul de conversie 2.27 kg CO₂e/L înseamnă că pentru fiecare litru de benzină produs și consumat au fost emise 2.27 de kilograme CO₂e.

În cazul producției de energie factorii de conversie sunt stabiliți pe unitatea de energie produsă (KWh). Pentru energia obținută prin arderea unor combustibili factorii sunt prezentați în Tabelul 6.3.1.

Tabelul 6.3.1 Factori de conversie pentru energia primară obținută pe baza de combustibil (Sursa: Ordin 2057/2020, Ordin 1548/2021)

Combustibil/Sursa de energie	Factor de conversie f _{CO₂} [kg CO ₂ /kWh]
Lignit*	0,334
Huică*	0,341
Păcură*	0,279
Gaz natural*	0,205
GNL (gaz natural lichefiat)*	0,205
GPL*	0,230

Energie electrică din SEN (utilizată de clădire) sau exportată în SEN	0,265
Termoficare (cogenerare la distanță***)	0,220
Lemne de foc (fără certificare de biomasă)	0,390
Biomasă - lemne de foc**	0,019

*Se consideră puterea calorifică inferioară a combustibilului.

** Deșeuri/Biomasă ca produse certificate.

*** Pentru unitățile individuale de cogenerare (on-site sau în apropiere) se ține cont de factorii de alocare a energiei primare consumate pentru generarea de căldură și, respectiv, pentru generarea de energie electrică și de randamentele de generare căldură și, respectiv, energie electrică; în final se utilizează factorii de conversie (f_{Pnren} și f_{Pren}) corespunzători combustibilului utilizat de către unitatea/unitățile de cogenerare.

Pentru emisiile directe și cele indirecte legate de energie factorii de emisie se regăsesc pe site-urile instituțiilor de specialitate (spre exemplu IEA – Agenția Internațională de Energie, EEA – Agenția Europeană de Mediu).

În cazul emisiilor indirecte legate de lanțul de aprovizionare, furnizorii unei companii ar trebui să realizeze o analiză a impactului unui produs/ serviciu pentru întreg ciclul de viață al acestuia (Life Cycle Assessment). Numărul companiilor care fac acest lucru este destul de mic, motiv pentru care estimarea amprentei de carbon este, de regula, realizată prin folosirea unor baze de date private internaționale sau publice naționale, care pun la dispoziție factori de emisie stabiliți pe baza unor medii naționale.

Exemplu: Calculul amprentei de carbon un pentru autoturism

Date de intrare:

Total km parcurși în anul anterior, 30000 km

Emisii CO₂e: 106 g/km (din datele tehnice ale autoturismului)

Amprenta de carbon pentru anul anterior=30000km*106 g=3180 kg=3.18 tone CO₂e/an

Exemplu: Calculul amprentei de carbon pentru încălzirea unei case

Date de intrare:

- Consumul anual de gaz pentru încălzire: 1600 m³
- Factorul de emisie pentru gazele naturale: 2,8 kgCO₂e/m³.

Amprenta de carbon pentru anul anterior=4.48 tone CO₂e

Exemplu: 1 kg CO₂e este generat din fiecare din următoarele activități individuale

-călătorie cu autobuzul clasic pentru o distanță de 10-12 km

-zbor cu avionul pentru o distanță de 2.2 km

-folosirea unui calculator timp de 32 ore

O valoare medie globală a amprentei de carbon pentru o persoană este de circa 4 t CO₂e pe an.

Puteți calcula **amprenta de carbon personala** folosind o aplicație dedicată, spre exemplu accesând:

<https://www.economicirculara.eu/calculator-amprenta-co2/>

În cele ce urmează vom discuta elemente de bună practică în reducerea amprentei de carbon.

Reducerea amprentei de carbon la nivel individual implică adoptarea unor practici mai sustenabile în diferite aspecte ale vieții cotidiene:

- 1. Transport:** utilizarea transportului public, bicicletei sau mersul pe jos în locul mașinii personale, atunci când este posibil; dacă este necesar să folosești mașina, alege un vehicul electric sau hibrid sau măcar unul cu un consum de combustibil mai mic.
- 2. Energie:** instalarea unor surse de energie regenerabilă, precum panouri solare sau turbine eoliene; folosirea unor tehnologii eficiente din punct de vedere energetic, cum ar fi becurile LED, electrocasnicele cu eficiență energetică și termostatele inteligente.
- 3. Alimentație:** reducerea consumului de carne și adoptarea unei diete bogate în plante poate reduce semnificativ amprenta de carbon asociată cu producția de alimente; cumpărarea alimentelor produse local și în sezon contribuie la reducerea emisiilor generate de transportul și producția alimentelor.
- 4. Deșeurii:** utilizarea reciclării reduce necesitatea producției de noi materiale și minimizează eliminarea deșeurilor în depozitele de gunoii; reducerea consumului de ambalaje de unică folosință și optarea pentru produse cu ambalaje reciclabile sau reutilizabile.
- 5. Achiziții responsabile:** discernământ la cumpărături (alegerea unor produse durabile, cu o durată de viață lungă și fabricate în mod etic, produsele cu certificări ecologice, dacă este posibil); reducerea consumului (evită achiziționarea de bunuri de care nu ai nevoie cu adevărat și alege alternativele care generează mai puțină poluare).
- 6. Conservarea apei:** utilizarea eficientă a apei (repararea scurgerilor, instalarea de dispozitive de economisire a apei, evitarea risipei de apă în activități zilnice)
- 7. Conștientizare și educație:** informează-te asupra impactului diferitelor activități asupra mediului și explorează modalități de a reduce acest impact. Implică-te în proiecte de mediu și campanii pentru protejarea ecosistemului.

Adoptarea acestor practici poate contribui semnificativ la reducerea amprentei de carbon personală și la promovarea unui stil de viață mai sustenabil. Fiecare mică acțiune contează în eforturile noastre colective de protejare a mediului înconjurător și de combatere a schimbărilor climatice.

Reducerea amprentei de carbon la nivelul unei companii implică implementarea unor practici sustenabile și responsabile din punct de vedere ecologic.

- 1. Audit și monitorizare:** realizarea unui audit pentru a evalua amprenta de carbon actuală a companiei, identificând sursele principale de emisii; utilizarea unor sisteme de monitorizare pentru a urmări evoluția emisiilor și pentru a identifica oportunitățile de îmbunătățire.
- 2. Eficiență energetică:** implementarea unor soluții de eficiență energetică în clădiri, inclusiv izolare termică, sisteme de iluminat eficiente și tehnologii de gestionare a climatizării;

introducerea de surse de energie regenerabilă, cum ar fi panouri solare sau turbine eoliene, pentru a reduce dependența de combustibili fosili.

3. **Transport și logistică:** încurajarea angajaților să utilizeze mijloace de transport durabile; introducerea de facilități pentru biciclete sau vehicule electrice; reducerea emisiilor asociate cu transportul și logistica prin optimizarea lanțului de aprovizionare și alegerea furnizorilor cu o amprentă de carbon mai mică.

4. **Gestionarea deșeurilor:** implementarea unor programe de reciclare eficiente și reducerea generării de deșeurii prin reconsiderarea ambalajelor și a proceselor de producție; încurajarea reutilizării și reciclării în întregul lanț de producție, încurajând principiile economiei circulare.

5. **Tehnologie și inovare:** investiții în tehnologii care reduc consumul de energie și optimizează procesele de producție; susținerea lucrului la distanță pentru a reduce necesitatea deplasărilor și a facilita echilibrul dintre viața profesională și cea personală.

6. **Achiziții responsabile:** colaborarea cu furnizori care adoptă practici responsabile din punct de vedere ecologic și au politici de sustenabilitate; evaluarea impactului asupra mediului al produselor pe tot parcursul ciclului lor de viață.

7. **Educația angajaților:** creșterea gradului de conștientizare și implicare a angajaților în proiecte de sustenabilitate; programe de formare pentru angajați privind practicile sustenabile și reducerea amprentei de carbon.

8. **Raportare și transparență:** emitere de rapoarte periodice de sustenabilitate pentru a comunica angajamentul companiei față de practici responsabile din punct de vedere ecologic; implicarea în inițiative globale de reducere a emisiilor.

9. **Colaborare cu comunitatea și autoritățile locale:** colaborarea cu comunitatea locală pentru a dezvolta proiecte sustenabile și pentru a împărtăși resurse și cunoștințe; implicarea în proiecte și inițiative locale de reducere a emisiilor și de protejare a mediului.

Implementarea acestor practici poate ajuta companiile să-și reducă amprenta de carbon, să-și îmbunătățească imaginea de brand și să contribuie la eforturile globale de combatere a schimbărilor climatice.

Reducerea amprentei de carbon la nivelul unui produs sau serviciu implică implementarea unor practici sustenabile pe întregul său ciclu de viață.

1. **Evaluarea ciclului de viață:** analiză detaliată a ciclului de viață al produsului sau serviciului pentru a identifica sursele principale de emisii de gaze cu efect de seră.

2. **Design sustenabil:** alegerea de materiale sustenabile cu o amprentă de carbon mai mică și care pot fi reciclate sau refolosite; proiectarea produselor având ca obiectiv o durată de viață lungă și pentru a minimiza necesitatea de înlocuire frecventă.

3. **Producție responsabilă:** implementarea de tehnologii de producție eficiente din punct de vedere energetic și utilizarea unor surse de energie regenerabilă, dacă este posibil; minimizarea producției de deșeurii și maximizarea reciclării și refolosirii.

4. **Transport și distribuție eficientă:** optimizarea logistică prin reducerea distanțelor de transport și optimizarea rutelor pentru a diminua impactul asupra mediului; folosirea unor ambalaje eficiente din punct de vedere al greutateii și al spațiului, precum și al materiale reciclabile sau biodegradabile.

5. **Utilizare eficientă:** proiectarea produsului sau serviciului pentru a fi eficient în utilizare, reducând consumul de energie și resurse; furnizarea de informații consumatorilor despre modul de utilizare responsabilă a produsului sau serviciului.

6. **Reparabilitate și upgradabilitate:** proiectarea produselor pentru a fi ușor de reparat și de întreținut, prelungind astfel durata de viață; introducerea unor opțiuni de upgrade pentru produse, evitând astfel necesitatea de a cumpăra produse noi.

7. **Reciclare și eliminare responsabilă:** proiectarea produsului pentru a facilita demontarea și reciclarea componentelor sale; implementarea de programe de reciclare sau de eliminare responsabilă pentru produsele uzate.

8. **Certificări și etichetare ecologică:** alegerea certificării ecologice recunoscute confirmând angajamentul față de practici responsabile din punct de vedere ecologic; furnizarea de informații clare și transparente privind amprenta de carbon a produsului sau serviciului.

9. **Inovare continuă:** folosirea tendințelor tehnologice pentru a identifica și implementa soluții inovatoare care reduc amprenta de carbon; colectarea de feedback de la consumatori și utilizarea lui pentru a îmbunătăți continuu produsul sau serviciul.

10. **Implicarea consumatorilor:** informarea consumatorilor despre opțiunile ecologice și impactul asupra mediului al produsului sau serviciului; implementarea de programe de recompensare pentru clienții care aleg opțiuni sustenabile.

Adoptarea acestor practici în procesul de dezvoltare și livrare a produselor sau serviciilor poate contribui semnificativ la reducerea amprentei de carbon și la promovarea sustenabilității la nivel de afaceri. Este important ca aceste inițiative să fie integrate în strategiile de management al sustenabilității și să fie susținute de angajamentul tuturor nivelurilor organizaționale.

Reducerea amprentei de carbon la nivelul unui eveniment necesită planificare atentă și implementarea unor practici sustenabile.

1. **Evaluare a amprentei de carbon inițiale:** realizarea unei evaluări a amprentei de carbon inițiale pentru a identifica sursele majore de emisii de gaze cu efect de seră generate de eveniment.

2. **Selectarea locației și infrastructurii:** alegerea unei locații accesibile, astfel încât participanții să poată ajunge ușor cu mijloacele de transport durabile sau prin intermediul unor rute de transport eficiente; este de preferat o locație cu infrastructură eficientă din punct de vedere energetic și care utilizează surse de energie regenerabilă.

3. **Transport și mobilitate durabilă:** încurajarea participanților să utilizeze mijloace de transport durabile, cum ar fi transportul public, bicicletele sau călătoriile în comun; planificarea și optimizarea rutelor pentru a reduce distanțele de transport și pentru a minimiza emisiile asociate.

4. **Energia și iluminatul:** utilizarea de surse de energie regenerabilă, precum panouri solare sau generatoare eoliene temporare; alegerea unei opțiuni de iluminat eficient din punct de vedere energetic și evitarea utilizării intensive a iluminatului exterior în timpul zilei.

5. **Gestionarea deșeurilor:** implementarea de sisteme de reciclare și compostare la eveniment pentru a minimiza eliminarea deșeurilor în depozitele de gunoier; evitarea utilizării de materiale de unică folosință, promovarea alternativele re folosibile.

6. Alimentație responsabilă: alegerea unor opțiuni sustenabile pentru catering, cum ar fi produse locale și de sezon, precum și alimente vegetariene sau vegane; gestionarea surplusului alimentar prin colaborarea cu organizații locale pentru a dona surplusul de alimente și pentru a minimiza risipa alimentară.

7. Comunicare și sensibilizare: informarea participanților cu privire la eforturile de reducere a amprente de carbon și încurajarea practicilor sustenabile; comunicare digitală pentru a reduce utilizarea materialelor tipărite.

8. Tehnologie și inovație: în cazul în care este posibil, se poate opta pentru participarea virtuală la eveniment pentru a reduce necesitatea călătoriilor; utilizarea de tehnologii eficiente din punct de vedere energetic și de tehnologii digitale pentru a minimiza impactul asupra mediului.

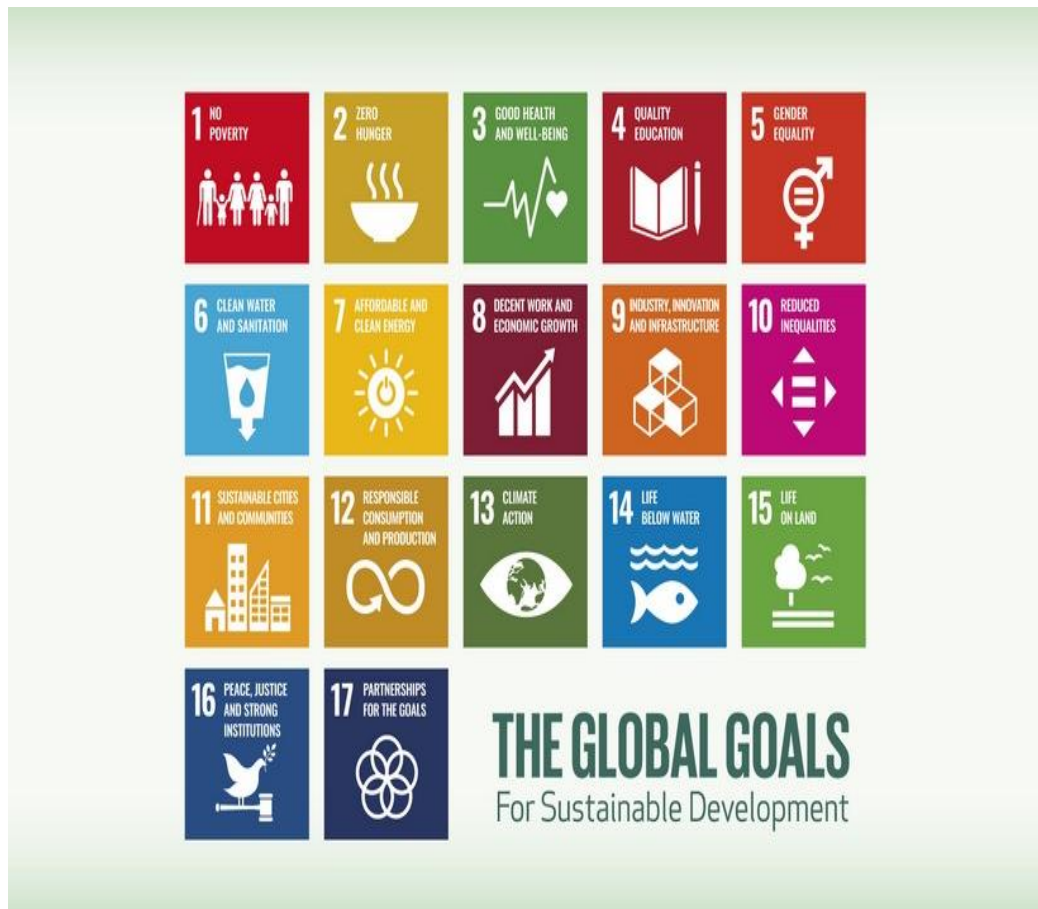
9. Certificări de sustenabilitate: certificare verde prin înregistrarea evenimentului pentru a obține certificări de sustenabilitate recunoscute, cum ar fi ISO 20121 sau alte standarde de evenimente verzi.

10. Evaluare post-eveniment și îmbunătățiri: evaluarea impactul real al evenimentului și identificarea oportunităților de îmbunătățire; colectarea de feedback de la participanți privind aspectele sustenabile și identificarea posibilele îmbunătățiri pentru viitoarele evenimente.

Adoptarea acestor practici poate contribui semnificativ la reducerea amprente de carbon a unui eveniment și la promovarea unui comportament responsabil din punct de vedere ecologic în rândul organizatorilor, participanților și furnizorilor implicați.

Modul 7: Colaborare Globală și Viitorul Dezvoltării Sustenabile

- Rolul cooperării internaționale în promovarea dezvoltării sustenabile.
- Implicarea industriei și a tehnologiei în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD).
- Viitorul colaborării globale în contextul tehnologiei.



7.1 Rolul cooperării internaționale în promovarea dezvoltării sustenabile

Cooperarea internațională este esențială pentru realizarea dezvoltării durabile. Acest lucru se datorează faptului că dezvoltarea durabilă este o problemă globală, care necesită o abordare comună din partea tuturor țărilor lumii.

Iată câteva dintre argumentele care susțin rolul cooperării internaționale pentru realizarea dezvoltării durabile:

- Cooperarea internațională poate ajuta la promovarea unei creșteri economice durabile. Aceasta se poate face prin promovarea investițiilor în infrastructura sustenabilă, dezvoltarea de noi tehnologii și crearea de noi piețe pentru produsele și serviciile sustenabile.
- Cooperarea internațională poate ajuta la reducerea sărăciei și inegalității. Acest lucru se poate face prin furnizarea de asistență financiară și tehnică țărilor în curs de dezvoltare, precum și prin promovarea unor politici economice care să aducă beneficii întregii societăți.
- Cooperarea internațională poate ajuta la protejarea mediului. Acest lucru se poate face prin coordonarea eforturilor de combatere a schimbărilor climatice, reducerea poluării și conservarea biodiversității.
- Există multe exemple de cooperare internațională care au contribuit la dezvoltarea durabilă. De exemplu, ONU a jucat un rol important în promovarea dezvoltării durabile prin intermediul unor programe precum Agenda 2030 [Agenda 2030] pentru dezvoltare durabilă și Acordul de la Paris privind schimbările climatice.
- De asemenea, există multe organizații non-guvernamentale (ONG) care lucrează la nivel internațional pentru a promova dezvoltarea durabilă. Aceste ONG-uri pot oferi asistență tehnică, financiară și educațională țărilor în curs de dezvoltare.

7.2 Obiectivele de dezvoltare durabila

Obiectivele de dezvoltare durabilă (ODD) sunt stabilite la nivel global și sunt cuprinse în Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă adoptată de către 193 de state membre ale Națiunilor Unite în septembrie 2015.

În cele ce urmează sunt prezentate cele 17 obiective de dezvoltare durabilă:

1. **Fără sărăcie (No Poverty):** eliminarea sărăciei extreme și a foametei.
2. **Fără foame (Zero Hunger):** asigurarea securității alimentare, îmbunătățirea nutriției și promovarea agriculturii durabile.
3. **Sănătate și bunăstare (Good Health and Well-being):** asigurarea unei vieți sănătoase și promovarea bunăstării pentru toți la toate vârstele.
4. **Educație de calitate (Quality Education):** asigurarea accesului la o educație de calitate și promovarea oportunităților de învățare pe tot parcursul vieții.
5. **Egalitate între genuri (Gender Equality):** realizarea egalității de gen și îmbunătățirea statutului femeilor și fetelor.

6. **Apă curată și igienă (Clean Water and Sanitation)**: asigurarea accesului la apă potabilă și servicii igienice pentru toți.
7. **Energie curată și accesibilă (Affordable and Clean Energy)**: asigurarea accesului la energie durabilă, ieftină și modernă.
8. **Muncă decentă și creștere economică (Decent Work and Economic Growth)**: promovarea creșterii economice durabile și asigurarea muncii decente pentru toți.
9. **Industrie, inovare și infrastructură (Industry, Innovation, and Infrastructure)**: construirea infrastructurii reziliente, promovarea industrializării durabile și stimularea inovației.
10. **Reducerea inegalităților (Reduced Inequality)**: reducerea inegalităților în cadrul unei țări și între țări.
11. **Orașe și comunități durabile (Sustainable Cities and Communities)**: facilitarea dezvoltării urbane durabile și a comunităților reziliente.
12. **Consum și producție responsabile (Responsible Consumption and Production)**: asigurarea unui consum și unei producții responsabile.
13. **Acțiune climatică (Climate Action)**: combaterea schimbărilor climatice și a efectelor acestora.
14. **Viața sub apă (Life Below Water)**: protejarea vieții marine și a ecosistemelor acvatice.
15. **Viața pe uscat (Life on Land)**: protejarea ecosistemelor terestre, combaterea degradării solurilor și stoparea pierderii biodiversității.
16. **Pace, justiție și instituții solide (Peace, Justice, and Strong Institutions)**: promovarea societăților pașnice și inclusiv, asigurarea accesului la justiție și construirea instituțiilor eficiente.
17. **Parteneriate pentru obiectivele globale (Partnerships for the Goals)**: consolidarea mijloacelor de implementare a Agendei 2030 și consolidarea parteneriatelor globale pentru dezvoltare durabilă.

Aceste obiective reprezintă un cadru global pentru acțiuni la nivel național și internațional, orientate către o dezvoltare durabilă care să acopere dimensiunile economice, sociale și de mediu. Atingerea acestor obiective este esențială pentru a crea o lume mai echitabilă, sustenabilă și prosperă. Prin implementarea ODD-urilor, comunitățile și țările colaborează pentru a promova pacea, stabilitatea și dezvoltarea durabilă, contribuind la un viitor în care nevoile generațiilor prezente sunt satisfăcute fără a compromite posibilitățile generațiilor viitoare.

Conform Raportului privind Obiectivele de Dezvoltare Durabilă 2024 [ODD Implem 2024], publicat de Națiunile Unite, progresul global către atingerea ODD-urilor este insuficient pentru a îndeplini Agenda 2030 [Agenda 2030]. Impactul prelungit al pandemiei COVID-19, intensificarea conflictelor și criza climatică au încetinit semnificativ avansul. Deși s-au înregistrat progrese în reducerea mortalității infantile, prevenirea infecțiilor cu HIV și accesul la energie și internet mobil, multe domenii esențiale necesită acțiuni accelerate pentru a atinge obiectivele stabilite.

Raportul recomandă investiții masive și acțiuni la scară largă pentru a realiza ODD-urile, subliniind necesitatea unei cooperări globale consolidate și a unor politici eficiente care să abordeze provocările actuale. Fără aceste eforturi, atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă până în 2030 rămâne improbabilă.

De asemenea, Raportul de Dezvoltare Durabilă 2024 evidențiază necesitatea reformării arhitecturii financiare globale pentru a sprijini mai eficient implementarea ODD-urilor. Acesta propune cinci strategii complementare menite să îmbunătățească cooperarea internațională și să faciliteze mobilizarea resurselor necesare pentru dezvoltarea durabilă:

1. **Reformarea arhitecturii financiare globale:** această strategie vizează restructurarea sistemului financiar internațional pentru a sprijini mai eficient implementarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă prin crearea unui mediu financiar care să faciliteze accesul țărilor la resursele necesare pentru proiecte durabile.
2. **Mobilizarea resurselor interne:** pune accent pe îmbunătățirea capacității țărilor de a genera venituri proprii prin politici fiscale eficiente și combaterea evaziunii fiscale, permitând finanțarea proiectelor de dezvoltare durabilă din resurse interne, reducând astfel dependența de finanțarea externă.
3. **Creșterea eficienței asistenței oficiale pentru dezvoltare (AOD):** optimizarea utilizării fondurilor de asistență internațională prin alinierea acestora la prioritățile naționale și asigurarea unei distribuții echitabile și eficiente, pentru a maximiza impactul asupra dezvoltării durabile.
4. **Stimularea investițiilor private în dezvoltarea durabilă:** incurajarea sectorului privat să investească în proiecte durabile prin crearea unui cadru de reglementare favorabil și oferirea de stimulente, contribuind astfel la atingerea ODD-urilor.
5. **Îmbunătățirea coordonării și coerenței politicilor internaționale:** asigurarea unei mai bune armonizări între politicile naționale și internaționale pentru a evita contradicțiile și a promova sinergiile în implementarea ODD-urilor, facilitând cooperarea globală și regională.

Aceste strategii sunt esențiale pentru a accelera progresul către atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă până în 2030, necesitând un efort concertat din partea tuturor actorilor implicați, inclusiv guverne, organizații internaționale, sectorul privat și societatea civilă.

În raport se menționează ca, deși au fost realizate unele progrese, ritmul actual al implementării ODD-urilor este insuficient. Este imperativă intensificarea eforturilor la nivel global pentru a aborda provocările persistente și a asigura un viitor durabil pentru toți.

7.3 Implicarea industriei și a tehnologiei în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă

Industria și tehnologia joacă un rol esențial în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă, având potențialul de a transforma societățile și economiile prin inovare și creștere sustenabilă. Ele joacă un rol esențial în atingerea mai multor ODD, contribuind în mod direct la următoarele:

ODD 9: Industrie, inovație și infrastructură: promovarea industrializării sustenabile, dezvoltarea infrastructurilor reziliente și investițiile în cercetare și dezvoltare pentru inovații tehnologice.

ODD 8: Muncă decentă și creștere economică: tehnologia și automatizarea îmbunătățesc productivitatea, creând noi locuri de muncă și oportunități economice în sectoare inovatoare, cum ar fi inteligența artificială și energia verde.

ODD 7: Energie curată și accesibilă: dezvoltarea și implementarea tehnologiilor pentru energie regenerabilă, eficiență energetică și infrastructuri inteligente (smart grids) pentru acces universal la energie durabilă.

ODD 11: Orașe și comunități durabile: dezvoltarea soluțiilor tehnologice pentru orașe inteligente, transport durabil și gestionarea eficientă a deșeurilor și resurselor naturale.

ODD 12: Consum și producție responsabile: promovarea tehnologiilor care sprijină economia circulară, reducerea deșeurilor industriale și crearea de soluții sustenabile pentru producție și consum.

ODD 13: Acțiune pentru climă: dezvoltarea tehnologiilor de reducere a emisiilor de carbon, precum captarea și stocarea carbonului (CCS), precum și utilizarea datelor pentru monitorizarea schimbărilor climatice.

ODD 14: Viața sub apă și ODD 15: Viața pe uscat: utilizarea tehnologiei pentru monitorizarea ecosistemelor, prevenirea poluării și protejarea biodiversității marine și terestre.

ODD 17: Parteneriate pentru realizarea obiectivelor: crearea de parteneriate între industrii, guverne și organizații pentru schimb de cunoștințe, transfer tehnologic și investiții comune în inovație.

Industria și tehnologia, prin progresele lor, sunt motorul schimbării necesare pentru o dezvoltare durabilă, oferind soluții inovatoare care contribuie la transformarea economiilor și societăților în mod sustenabil.

Astfel pentru atingerea ODD8 se poate menționa că industria este un motor principal al creșterii economice și al creării de locuri de muncă. În Uniunea Europeană industria reprezintă aproximativ 20% din PIB, cu variații semnificative între statele membre. Germania, Italia și Franța sunt printre cele mai industrializate țări, având o contribuție semnificativă la PIB-ul european. În cazul României, industria contribuie cu aproximativ 24-25% la PIB.

Sectorul industrial angajează milioane de persoane în UE. În 2021, aproximativ 30 de milioane de oameni lucrau în industria manufacturieră. În România, sectorul industrial angajează un număr semnificativ de persoane, reprezentând aproximativ 30% din forța de muncă totală. Industriile auto și IT au cunoscut o creștere semnificativă în ultimii ani, generând numeroase locuri de muncă.

Promovarea creșterii economice sustenabile în UE implică o serie de politici și strategii menite să stimuleze dezvoltarea economică, reducând în același timp impactul negativ asupra mediului și asigurând beneficii sociale pe termen lung. Aceasta se concentrează pe tranziția către o economie verde și digitală, protejarea resurselor naturale, și promovarea echității sociale și economice. UE a adoptat politici ambițioase pentru a deveni neutră din punct de vedere al emisiilor de carbon până în 2050. Industria joacă un rol central în această tranziție, prin reducerea emisiilor, îmbunătățirea eficienței energetice și adoptarea de tehnologii verzi.

Pactul Verde European (Green Deal) reprezintă strategia centrală a Uniunii Europene pentru tranziția către o economie sustenabilă, neutră din punct de vedere climatic până în 2050. Acesta joacă un rol crucial în atingerea Obiectivelor Dezvoltării Durabile (ODD) prin promovarea unor politici integrate care abordează schimbările climatice, protecția biodiversității, economia circulară și tranziția energetică. Pactul sprijină implementarea ODD-urilor prin măsuri care vizează reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, investiții în tehnologii verzi, utilizarea eficientă a resurselor naturale și crearea de locuri de muncă sustenabile, consolidând astfel angajamentul Europei pentru o dezvoltare echitabilă și responsabilă.

La nivel global, Pactul Verde European (Green Deal) poate avea un rol semnificativ prin multiple aspecte, devenind un exemplu de coordonare a acțiunii mai multor țări în tranziția către sustenabilitate:

Model pentru politici sustenabile: poate servi drept model pentru alte regiuni și state, demonstrând cum economiile pot realiza tranziția către neutralitatea climatică fără a compromite creșterea economică.

Promovarea standardelor ecologice internaționale: prin implementarea unor standarde stricte privind emisiile de carbon, utilizarea resurselor și energia regenerabilă, UE poate influența normele globale și poate încuraja adoptarea unor practici similare în alte părți ale lumii.

Leadership în inovare și tehnologii verzi: investițiile UE în cercetare, dezvoltare și implementare de tehnologii verzi pot stimula transferul de cunoștințe și tehnologii către țările în curs de dezvoltare, sprijinindu-le în atingerea propriilor obiective de dezvoltare durabilă.

Sprijin financiar și tehnic pentru statele vulnerabile: prin instrumente precum Fondul pentru o Tranziție Justă sau parteneriate internaționale, UE poate ajuta țările mai puțin dezvoltate să facă față provocărilor tranziției către o economie sustenabilă.

Rol diplomatic în combaterea schimbărilor climatice: UE poate utiliza Pactul Verde ca platformă de cooperare internațională, consolidând angajamentele globale în cadrul Acordului de la Paris și promovând inițiative comune pentru reducerea emisiilor de carbon.

Reducerea inegalităților globale: prin promovarea unei economii verzi, UE poate contribui la diminuarea decalajelor economice și sociale, facilitând accesul global la energie curată, infrastructuri sustenabile și oportunități economice echitabile.

În esență, Pactul Verde European nu doar că accelerează tranziția UE către sustenabilitate, ci își extinde influența globală, mobilizând resurse, inovații și alianțe pentru a sprijini o dezvoltare durabilă la scară planetară.

Masurile cheie ale Pactul Verde European pot fi grupate în diverse categorii, fiecare contribuind în mod esențial la atingerea ODD-urile prezentate anterior:

(1) Reducerea emisiilor

Reducerea emisiilor de carbon: UE și-a propus să reducă emisiile de gaze cu efect de seră cu cel puțin 55% până în 2030, comparativ cu nivelurile din 1990.

Energie curată: tranziția către surse de energie regenerabilă, cum ar fi energia solară, eoliană și hidroenergie.

Renovarea clădirilor: programul „Renovation Wave” vizează îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor, reducând consumul de energie și emisiile de carbon.

(2) Economia Circulară

Promovarea economiei circulare este esențială pentru creșterea sustenabilă. Aceasta presupune utilizarea eficientă a resurselor, reducerea deșeurilor și reciclarea materialelor.

Planul de acțiune pentru economia circulară: adoptat în martie 2020, planul include măsuri pentru întreg ciclul de viață al produselor, de la proiectare și producție până la consum, reparare, reutilizare și reciclare.

Reducerea plasticului: inițiative pentru reducerea utilizării plasticului de unică folosință și promovarea reciclării acestuia.

(3) Inovare și Digitalizare

Tranziția digitală este un alt pilon important al creșterii sustenabile. Inovarea tehnologică poate conduce la soluții mai eficiente și mai ecologice în diverse sectoare economice.

Agenda digitală a Europei: promovarea infrastructurii digitale, a competențelor digitale și a aplicării tehnologiilor avansate în industrie și servicii.

Industria 4.0: încurajarea adoptării tehnologiilor avansate, precum Internetul Lucrurilor (IoT), inteligența artificială (AI) și big data (BD) în sectorul industrial pentru a crește eficiența și a reduce impactul asupra mediului.

(4) Politici Sociale și de Ocupare a Forței de Muncă

Creșterea economică sustenabilă include și aspectele sociale, asigurând condiții de muncă decente și promovând incluziunea socială.

Pilonul european al drepturilor sociale: acesta include principii și drepturi esențiale pentru piețe ale muncii și sisteme de protecție socială echitabile și funcționale.

Educație și formare profesională: investiții în educație și formare pentru a dota lucrătorii cu competențele necesare în economia verde și digitală.

(5) Finanțare și Investiții Sustenabile

Finanțarea este crucială pentru implementarea strategiilor de creștere sustenabilă.

Planul de Investiții pentru o Europă Sustenabilă: cunoscut și sub numele de Planul Juncker, acesta include inițiative pentru mobilizarea investițiilor private și publice în proiecte sustenabile.

Fondul pentru o tranziție justă: acesta sprijină regiunile și sectoarele cele mai afectate de tranziția către o economie verde, asigurând că nicio comunitate nu este lăsată în urmă.

(6) Cadrul de Reglementare și Supraveghere

UE dezvoltă un cadru de reglementare care să sprijine creșterea sustenabilă, asigurând conformitatea și promovând bunele practici.

Reglementări privind emisiile de CO₂: norme stricte pentru emisiile de CO₂ ale vehiculelor și industriei.

Taxonomie pentru finanțare sustenabilă: un sistem de clasificare pentru a direcționa investițiile către activități economice sustenabile.

În concluzie, promovarea creșterii economice sustenabile în UE implică o abordare holistică, integrând politici economice, sociale și de mediu. Strategiile și măsurile implementate vizează nu doar dezvoltarea economică, ci și protejarea mediului și promovarea echității sociale, asigurând astfel un viitor sustenabil pentru toate statele membre.

Prin adoptarea de practici sustenabile, companiile pot contribui la dezvoltarea economică fără a compromite resursele viitoare.

Tehnologia joacă un rol crucial în acest proces, permițând automatizarea, eficientizarea proceselor și reducerea costurilor. De exemplu, utilizarea de tehnologii avansate în manufactură, cum ar fi inteligența artificială și robotica, poate spori productivitatea și reduce impactul asupra mediului.

În România implementarea ODD-urilor este coordonată de **Departamentul pentru Dezvoltare Durabilă**, aflat în directă subordine a Guvernului României. Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă 2030, adoptată în 2018, aliniază prioritățile naționale cu cele 17 ODD-uri ale Agendei 2030. Aceasta cuprinde un set de măsuri și inițiative menite să promoveze o dezvoltare economică sustenabilă, să îmbunătățească bunăstarea populației și să protejeze mediul.

Principalele priorități cuprinse în strategie se referă la:

ODD 4 - Educație de calitate: creșterea accesului la educație incluzivă și de calitate. Programele naționale, precum „România Educată”, încearcă să reformeze sistemul educațional, dar provocările legate de abandonul școlar ridicat și inegalitățile din mediul rural persistă.

ODD 8 - Muncă decentă și creștere economică: România a înregistrat o creștere economică constantă, dar inegalitățile regionale și migrația forței de muncă calificate rămân principalele obstacole majore.

ODD 9 - Industrie, inovație și infrastructură: investițiile în infrastructura națională (transport, energie) au crescut, susținute de fonduri europene. Totuși, modernizarea infrastructurii rămâne o provocare semnificativă.

ODD 7 - Energie curată și accesibilă: România are un potențial ridicat pentru energia regenerabilă (hidro, eolian, solar), dar tranziția energetică către surse complet curate este lentă, necesitând investiții mai mari.

ODD 13 - Acțiune pentru climă: programele de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră și de conservare a biodiversității sunt în derulare, dar România încă se confruntă cu probleme de poluare și gestionare deficitară a deșeurilor.

ODD 12 - Consum și producție responsabile: adoptarea economiei circulare începe să prindă contur, dar gestionarea deșeurilor rămâne o provocare majoră.

Principalele provocări constau în:

- **Inegalitățile sociale:** persoanele din mediul rural au acces limitat la servicii de bază (sănătate, educație, infrastructură).
- **Lipsa unei finanțări suficiente:** proiectele dedicate dezvoltării durabile depind în mare măsură de fondurile europene.
- **Coordonare și implementare slabă:** lipsa unei integrări clare a ODD-urilor în politicile sectoriale și capacitatea administrativă limitată încetinesc progresul.

Recent au fost lansate câteva inițiative care pot avea impact asupra implementării ODD-urilor:

- crearea unui set de **indicatori naționali** pentru monitorizarea progresului ODD-urilor.
- implicarea sectorului privat și a societății civile în promovarea sustenabilității.
- campanii pentru conștientizarea publicului privind Agenda 2030.

În concluzie, deși România face progrese semnificative în implementarea ODD-urilor, sunt necesare eforturi suplimentare pentru a depăși provocările legate de inegalități, capacitate administrativă și integrarea dezvoltării durabile în toate domeniile de politici publice.

7.4 Viitorul colaborării globale în contextul tehnologiei

Progresele tehnologice rapide din ultimele decenii au transformat semnificativ modul în care statele, organizațiile și indivizii colaborează la nivel internațional. De la digitalizarea proceselor economice până la utilizarea inteligenței artificiale (IA) în deciziile globale, inovațiile tehnologice au devenit un pilon central în redefinirea schimbului de resurse și cunoștințe. Această transformare promite să reducă barierele geografice, să eficientizeze fluxurile economice și să faciliteze o cooperare internațională mai eficientă, contribuind astfel la atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD).

Tehnologia digitală și conectivitatea globală

Una dintre cele mai evidente contribuții ale inovațiilor tehnologice la colaborarea internațională este creșterea conectivității globale. Tehnologii precum internetul de mare viteză, 5G și platformele de comunicare digitală permit partajarea instantanee a informațiilor și colaborarea în timp real. Organizațiile internaționale, precum ONU sau Organizația Mondială a Sănătății (OMS), utilizează aceste tehnologii pentru a coordona acțiuni globale, de exemplu, în timpul pandemiilor sau al crizelor umanitare.

Tehnologia cloud și instrumentele de colaborare digitală au devenit indispensabile pentru proiectele internaționale care implică echipe distribuite. Aceste instrumente permit gestionarea eficientă a proiectelor complexe, indiferent de fusul orar sau locația participanților. Mai mult, blockchain-ul a deschis noi posibilități în schimbul sigur de date și resurse financiare, reducând riscurile de fraudă și sporind transparența tranzacțiilor internaționale.

Partajarea cunoștințelor prin inteligență artificială

Inteligența artificială (IA) joacă un rol din ce în ce mai important în facilitarea schimbului de cunoștințe și resurse. Sistemele bazate pe IA pot analiza volume mari de date pentru a identifica tendințe, soluții și oportunități, accelerând procesul decizional. De exemplu, platformele alimentate de IA sunt utilizate pentru a prezice crizele alimentare, a monitoriza schimbările climatice sau a optimiza lanțurile globale de aprovizionare.

În domeniul educației, IA a permis dezvoltarea platformelor de învățare adaptativă, care oferă conținut personalizat utilizatorilor, încurajând colaborarea internațională prin schimbul de cunoștințe. De exemplu, platforme dedicate permit accesul la resurse educaționale pentru milioane de oameni din diverse colțuri ale lumii, contribuind la reducerea decalajelor educaționale și la promovarea obiectivelor de dezvoltare durabilă.

Blockchain și democratizarea resurselor

Blockchain-ul, cunoscut inițial ca tehnologia din spatele criptomonedelor, are aplicații extinse în colaborarea internațională. Prin capacitatea sa de a asigura trasabilitatea tranzacțiilor, blockchain-ul este folosit pentru gestionarea resurselor, cum ar fi donațiile umanitare sau fondurile de mediu. Acesta permite urmărirea fondurilor și asigură că acestea ajung la destinatarii potriviți, reducând riscul de corupție.

De asemenea, blockchain-ul sprijină inițiativele globale de certificare a sustenabilității. De exemplu, poate fi utilizat pentru a monitoriza lanțurile de aprovizionare ale produselor ecologice, garantând consumatorilor că produsele pe care le achiziționează respectă standardele internaționale de mediu.

Tehnologii emergente pentru schimburi de resurse

Tehnologii precum imprimarea 3D și Internetul lucrurilor (IoT) revoluționează schimbul de resurse. Imprimarea 3D permite producerea de componente esențiale direct la destinație, reducând costurile de transport și emisiile de carbon. Acest lucru este deosebit de util în regiunile afectate de dezastre naturale sau conflicte, unde infrastructura este compromisă.

IoT facilitează monitorizarea și gestionarea resurselor naturale în timp real. De exemplu, senzori IoT pot fi folosiți pentru a monitoriza consumul de apă și energie, optimizând alocarea acestor resurse în funcție de nevoi. Prin conectarea comunităților locale la rețele internaționale, IoT contribuie la o mai bună cooperare în gestionarea resurselor globale.

Provocări și considerații etice

Cu toate acestea, utilizarea tehnologiei în colaborarea internațională nu este lipsită de provocări. Inegalitățile digitale persistente între țările dezvoltate și cele în curs de dezvoltare limitează accesul egal la beneficiile acestor inovații. De asemenea, protecția datelor și securitatea cibernetică sunt preocupări majore, având în vedere că un volum uriaș de informații sensibile este transferat și procesat la nivel global.

Este esențial ca statele și organizațiile internaționale să stabilească cadre de reglementare care să asigure utilizarea etică și responsabilă a tehnologiei. De asemenea, cooperarea pentru reducerea decalajului digital și crearea unor parteneriate incluzive sunt cruciale pentru a maximiza impactul pozitiv al inovațiilor tehnologice.

Inovațiile tehnologice oferă oportunități imense pentru redefinirea colaborării internaționale. Prin conectivitate sporită, schimb de cunoștințe și optimizarea utilizării resurselor, tehnologiile emergente contribuie la construirea unei lumi mai interconectate și mai sustenabile. Totuși, pentru a valorifica pe deplin acest potențial, este nevoie de un efort comun în reducerea inegalităților digitale și în promovarea utilizării responsabile și etice a tehnologiei. Numai printr-o colaborare internațională autentică putem asigura că progresele tehnologice contribuie la binele comun și la atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă.

Modul 8: Proiecte Practice de Dezvoltare Sustenabilă

- Studii de caz și proiecte practice în care studenții aplică conceptele de dezvoltare sustenabilă într-un context tehnic.
- Dezvoltarea unor soluții tehnice inovatoare pentru provocări specifice legate de sustenabilitate.



8.1 Studii de caz și proiecte practice în care studenții aplică conceptele de dezvoltare sustenabilă într-un context tehnic

În secțiunea de față sunt prezentate un set de idei de proiecte practice pentru cursul „Dezvoltare sustenabilă în contextul dezvoltării tehnologice”. Studenții pot opta pentru realizarea unui astfel de proiect în cadrul activităților asociate cursului sau se pot inspira în propunerea unei teme de proiect.

	Titlul proiectului	Recomandări de conținut
Proiecte vizând comunitatea urbana sau campusul universitar		
1	Platformă digitală pentru monitorizarea consumului de resurse într-o comunitate	<ul style="list-style-type: none"> Dezvoltarea unei aplicații web sau mobile care să monitorizeze consumul de apă, energie și alte resurse într-o comunitate sau într-un campus universitar. Funcționalități: notificări privind depășirea unor praguri de consum, sugestii pentru economisire și raportarea impactului asupra sustenabilității.
2	Proiect de economie circulară pentru deșeurile electronice	<ul style="list-style-type: none"> Crearea unei platforme care să faciliteze reciclarea și reutilizarea deșeurilor electronice, cum ar fi telefoanele sau computerele vechi. Dezvoltarea unei componente de inteligență artificială pentru clasificarea și repararea produselor.
3	Case inteligente pentru eficiență energetică	<ul style="list-style-type: none"> Proiectarea unei soluții IoT pentru monitorizarea și reducerea consumului de energie într-o casă inteligentă. Funcționalități: gestionarea automată a luminilor, termostatelor, aparatelor electrocasnice și analiza în timp real a economiilor de energie.
4	Proiectare de infrastructură pentru energie regenerabilă locală	<ul style="list-style-type: none"> Crearea unui model pentru integrarea panourilor solare sau a turbinelor eoliene într-o comunitate mică. Utilizarea software-urilor de simulare pentru a analiza eficiența energetică, costurile inițiale și beneficiile pe termen lung.
5	Evaluarea sustenabilității campusului universitar	<ul style="list-style-type: none"> Realizarea unui audit al consumului de resurse din campus și propunerea de soluții pentru reducerea amprentei ecologice.

		<ul style="list-style-type: none"> Instrumente tehnologice: dronă pentru cartografierea acoperișurilor disponibile pentru panouri solare, senzori pentru monitorizarea iluminatului inutilizat.
6	Digitalizarea sistemelor de transport sustenabile	<ul style="list-style-type: none"> Proiectarea unei aplicații care să optimizeze rutele de transport public sau să încurajeze utilizarea mijloacelor alternative (biciclete, car-sharing). Integrarea unui calculator pentru amprenta de carbon asociată diferitelor opțiuni de transport.
7	Soluție educațională pentru conștientizarea sustenabilității	<ul style="list-style-type: none"> Crearea unui joc sau unei aplicații interactive care să educe utilizatorii despre dezvoltarea durabilă și impactul tehnologiei. Tematici: reciclare, utilizarea energiei verzi, reducerea amprentei de carbon.
Proiecte aplicabile în industria de autoturisme		
8	Sistem IoT pentru monitorizarea și optimizarea consumului de energie în fabrică	<ul style="list-style-type: none"> Implementarea unor senzori IoT pentru a colecta date în timp real despre consumul de energie al echipamentelor industriale. Dezvoltarea unui dashboard care să analizeze aceste date și să ofere sugestii automate pentru reducerea consumului (de exemplu, oprirea mașinilor în standby, utilizarea optimă a iluminatului și a sistemelor HVAC).
9	Managementul sustenabil al deșeurilor industriale	<ul style="list-style-type: none"> Proiectarea unei soluții digitale pentru monitorizarea fluxului de deșeurii în fabrică (de exemplu, metale, lichide toxice, ambalaje). Integrarea unei componente de inteligență artificială care să sugereze soluții pentru reciclarea sau reutilizarea deșeurilor generate în procesele de producție.
10	Reducerea emisiilor de CO2 prin optimizarea proceselor logistice	<ul style="list-style-type: none"> Dezvoltarea unui model digital bazat pe analiza datelor (digital twin) pentru a simula și optimiza transportul intern și extern al materialelor. Propunerea de soluții pentru reducerea distanțelor parcurse de vehicule și utilizarea camioanelor electrice sau hibride pentru livrare.

11	Proiect de fabricare sustenabilă prin imprimare 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Integrarea tehnologiei de imprimare 3D pentru a produce anumite componente auto, reducând astfel pierderile de materiale și energia consumată. • Crearea unui model care să compare impactul ecologic al imprimării 3D față de metodele tradiționale de producție.
12	Sistem de gestionare a apei pentru procesele de vopsire	<ul style="list-style-type: none"> • Implementarea unui sistem digital care monitorizează consumul de apă în procesele de vopsire a autoturismelor și identifică oportunități de reciclare sau reutilizare a apei tratate. • Dezvoltarea unui prototip care să reducă pierderile printr-un sistem închis de recuperare a apei uzate.
Proiecte aplicabile unei companii de dezvoltări imobiliare		
13	Dezvoltarea unui sistem de case inteligente pentru eficiență energetică	<ul style="list-style-type: none"> • Proiectarea unui model de casă „smart” echipată cu tehnologii IoT pentru gestionarea automată a energiei: termostate inteligente, iluminat automatizat și panouri solare conectate la o rețea de management al energiei. • Integrarea unui sistem care monitorizează și optimizează consumul în timp real, oferind recomandări personalizate proprietarilor pentru economisirea energiei.
14	Utilizarea materialelor sustenabile în construcții	<ul style="list-style-type: none"> • Crearea unui catalog digital de materiale de construcție sustenabile, cu informații despre impactul lor ecologic, costuri și disponibilitate. • Dezvoltarea unui proiect pentru construirea unei case folosind exclusiv materiale reciclate sau cu amprentă redusă de carbon (de exemplu, lemn certificat, beton ecologic, izolație din materiale naturale).
15	Imprimare 3D pentru reducerea deșeurilor din construcții	<ul style="list-style-type: none"> • Implementarea tehnologiei de imprimare 3D pentru fabricarea componentelor structurale, cum ar fi pereți, fundații sau ornamente, reducând astfel pierderile de materiale și timpul de construcție. • Dezvoltarea unui raport de sustenabilitate care să compare eficiența metodei tradiționale versus imprimarea 3D.

16	Sistem de gestionare a apei pluviale și reciclarea apei gri	<ul style="list-style-type: none"> • Crearea unui sistem integrat pentru captarea, stocarea și utilizarea apei pluviale în scopuri casnice (irigații, curățenie etc.). • Dezvoltarea unui prototip pentru reciclarea apei gri (de la dușuri sau chiuvete) și reutilizarea acesteia pentru toalete sau alte procese non-potabile.
17	Digital Twin pentru proiectarea și optimizarea proceselor de construcție	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea unui model digital al unei case sau al unui șantier folosind tehnologia „digital twin” pentru a simula procesele de construcție înainte de implementare. • Modelul poate analiza eficiența energetică, durabilitatea materialelor și optimizarea costurilor, reducând astfel riscurile și erorile de execuție.
Proiecte aplicabile sectorului comercial (hypermarketuri)		
18	Implementarea unui sistem inteligent de gestionare a energiei	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea unui sistem bazat pe IoT care monitorizează consumul de energie în timp real pentru iluminat, răcire, încălzire și echipamente electrice. • Funcționalități: optimizarea automată a consumului pe baza fluxului de clienți, oprirea sistemelor în afara orelor de funcționare și analiza datelor pentru identificarea zonelor cu risipă.
19	Reducerea risipei alimentare prin tehnologie AI	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea unui algoritm de inteligență artificială care analizează stocurile și predictibilitatea vânzărilor pentru a reduce risipa alimentară. • Integrarea unei platforme care să redistribuie alimentele aproape de expirare către organizații caritabile sau inițiative locale.
20	Stații de încărcare pentru vehicule electrice	<ul style="list-style-type: none"> • Proiectarea și instalarea unui sistem de stații de încărcare pentru vehicule electrice în parcurile hypermarketurilor, alimentate cu energie regenerabilă (de exemplu, panouri solare). • Dezvoltarea unei aplicații pentru clienți care să monitorizeze disponibilitatea stațiilor și să recompenseze utilizarea lor cu reduceri la cumpărături.
21	Optimizarea lanțului logistic cu tehnologii sustenabile	<ul style="list-style-type: none"> • Crearea unui sistem de urmărire digitală pentru transporturi, care monitorizează

		<p>emisiile de carbon ale fiecărei livrări și sugerează soluții mai ecologice, cum ar fi vehicule electrice sau optimizarea rutelor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proiectarea unei soluții pentru utilizarea vehiculelor autonome sau hibride în distribuția pe distanțe scurte.
22	Sisteme inteligente de gestionare a apei	<ul style="list-style-type: none"> • Implementarea unui sistem pentru reutilizarea apei provenite din procesele de curățare sau instalațiile de răcire. • Dezvoltarea unui proiect de captare a apei pluviale pentru utilizare în irigarea spațiilor verzi sau în alte procese non-potabile.
23	Automate pentru reciclare în magazin	<ul style="list-style-type: none"> • Instalarea unor automate care recompensează clienții pentru reciclarea ambalajelor (PET-uri, aluminiu, sticlă). • Dezvoltarea unui sistem digital pentru clienți, care să colecteze puncte de loialitate în funcție de cantitatea de materiale reciclate.
24	Iluminat eficient energetic și panouri solare	<ul style="list-style-type: none"> • Înlocuirea iluminatului clasic cu sisteme LED eficiente energetic și implementarea unui sistem de iluminat adaptiv care se ajustează în funcție de prezența clienților. • Instalarea panourilor solare pe acoperișuri pentru a alimenta o parte din necesarul energetic al supermarketului.
25	Monitorizarea calității aerului și eficiența sistemelor HVAC	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea unui sistem care monitorizează calitatea aerului din interiorul magazinului și eficiența sistemelor de ventilație și răcire. • Integrarea unei funcții de ajustare automată a fluxului de aer în funcție de densitatea clienților.
26	Promovarea produselor sustenabile prin tehnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea unei aplicații mobile care să educe clienții despre produsele sustenabile disponibile în magazin (originea lor, impactul ecologic, certificări). • Introducerea unei secțiuni speciale în magazin cu produse cu amprentă redusă de carbon și utilizarea unui sistem de etichetare digitală interactivă.
27	Soluții pentru ambalaje reutilizabile	<ul style="list-style-type: none"> • Proiectarea unui sistem de returnare a ambalajelor reutilizabile pentru anumite categorii de produse (de exemplu, lactate, băuturi).

		<ul style="list-style-type: none">• Dezvoltarea unei platforme care să urmărească și să recompenseze clienții pentru utilizarea acestui sistem.
--	--	---

Proiectele pot fi realizate individual sau în echipe, iar pentru susținerea acestora, studenții pot utiliza software-uri open-source și baze de date publice.

8.2 Dezvoltarea unor soluții tehnice inovatoare pentru provocări specifice legate de sustenabilitate

Provocările legate de atingerea sustenabilității la nivel global sunt complexe și interconectate, rezultând din combinația dintre creșterea populației, presiunile economice și sociale și limitările de mediu. Vom reaminti, în cele ce urmează, aceste provocări, cu scopul creării unui cadru de discuție asupra unor posibile soluții pe care tehnologiile îl pot oferi, în contextul actual sau în viitorul apropiat.

1. **Schimbările climatice și impactul asupra mediului:** creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră (GES) contribuie la încălzirea globală, cauzând fenomene meteorologice extreme, topirea calotelor glaciare și creșterea nivelului mării. Combaterea schimbărilor climatice necesită o tranziție rapidă de la combustibilii fosili la surse cu emisii scăzute, dar acest proces este costisitor și întâmpină rezistență din partea industriilor tradiționale.
2. **Degradarea biodiversității:** distrugerea habitatelor naturale prin defrișări, urbanizare și agricultură intensivă amenință speciile de plante și animale. Conservarea biodiversității este esențială pentru menținerea ecosistemelor sănătoase, dar politicile actuale de dezvoltare economică adesea intră în conflict cu acest obiectiv.
3. **Gestionarea deșeurilor și a poluării:** creșterea cantității de deșeuri (în special plastic) și poluarea aerului, apei și solului afectează sănătatea umană și ecosistemele. Soluțiile implică reducerea utilizării materialelor neregenerabile și promovarea reciclării, dar adoptarea acestora este lentă.
4. **Resursele naturale limitate:** supraexploatarea resurselor, cum ar fi apa dulce, solul fertil și mineralele rare, duce la epuizarea acestora. Gestionarea durabilă a resurselor necesită inovații tehnologice și politici de conservare, dar distribuția inegală între țări creează tensiuni geopolitice.
5. **Schimbările demografice:** creșterea populației globale, combinată cu îmbătrânirea populației în multe regiuni, modifică cerințele de resurse și servicii. Gestionarea acestor schimbări implică adaptarea politicilor economice și sociale pentru a răspunde noilor nevoi.
6. **Urbanizarea rapidă:** creșterea rapidă a populației urbane pune presiune pe infrastructură, generând probleme de trafic, poluare și gestionare a deșeurilor. Orașele sustenabile necesită planificare avansată, utilizarea eficientă a resurselor și adoptarea tehnologiilor inteligente.
7. **Tehnologia și inovația insuficient utilizate:** deși există soluții tehnologice pentru multe probleme, acestea nu sunt adoptate pe scară largă din cauza costurilor ridicate sau a reticenței la schimbare. Promovarea cercetării și a inovației este crucială pentru dezvoltarea soluțiilor sustenabile, însă finanțarea și distribuția echitabilă rămân obstacole majore.
8. **Inegalități economice și sociale:** dezvoltarea economică neuniformă accentuează decalajele dintre țările bogate și cele sărace, afectând capacitatea unor națiuni de a adopta

măsurile sustenabile. Combaterea inegalităților presupune investiții în educație, sănătate și infrastructură verde, dar aceste măsuri sunt adesea subfinanțate.

9. Rezistența politică și lipsa consensului internațional: diferențele de priorități între țări și lipsa unui cadru internațional robust îngreunează cooperarea globală. Atingerea sustenabilității necesită acorduri internaționale clare, cum ar fi implementarea Acordului de la Paris, dar interesele naționale pot submina aceste eforturi.

10. Educația și conștientizarea insuficiente: lipsa cunoștințelor despre sustenabilitate limitează participarea cetățenilor la schimbările necesare. Crearea unei culturi a sustenabilității presupune eforturi de educare la nivel global, dar acest proces necesită timp și resurse.

Atingerea sustenabilității la nivel global necesită o abordare integrată care să combine inovația tehnologică, politici coerente și colaborare internațională, cu accent pe educație și echitate socială.

În Tabelul 8.2.1 sunt prezentate câteva idei de discuție privind identificarea unor soluții tehnologice la provocările menționate anterior.

Tabelul 8.2.1 Posibile contribuții ale dezvoltării tehnologice la provocările în atingerea sustenabilității

	Provocarea	Posibile contribuții ale dezvoltării tehnologice	Soluții
1	Schimbările climatice	<ul style="list-style-type: none"> Dezvoltarea surselor de energie regenerabilă, Captarea și stocarea carbonului, IA pentru optimizarea consumului energetic. 	<ul style="list-style-type: none"> Energie solară, eoliană și geotermală Energie nucleară, SMR-uri și sisteme de generație IV CCS pentru captarea CO₂ Optimizarea consumului energetic în clădiri prin tehnologii inteligente.
2	Degradarea biodiversității	<ul style="list-style-type: none"> Monitorizarea ecosistemelor prin sateliți, Drone pentru reîmpădurire, Baze de date IA pentru conservarea speciilor. 	<ul style="list-style-type: none"> Crearea unor hărți ecologice detaliate, Plantarea automată a copacilor, Predicția extincției speciilor și măsuri preventive.
3	Resursele naturale limitate	<ul style="list-style-type: none"> Tehnologii de reciclare avansată, Extragerea sustenabilă a resurselor, Economia circulară asistată tehnologic. 	<ul style="list-style-type: none"> Reciclarea chimică a plasticului, Mineritul urban pentru recuperarea metalelor rare, Crearea de materiale durabile și regenerabile.
4	Inegalități economice și sociale	<ul style="list-style-type: none"> Tehnologii educaționale accesibile, Platforme pentru partajarea resurselor, 	<ul style="list-style-type: none"> Acces la educație online, Aplicații pentru gestionarea resurselor comune, Conectarea zonelor defavorizate la internet.

		<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructură digitală inclusivă. 	
5	Urbanizarea rapidă	<ul style="list-style-type: none"> • Sisteme inteligente pentru gestionarea traficului, • Tehnologii pentru orașe inteligente, • Soluții de transport ecologice. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport public bazat pe energie electrică, • Clădiri cu consum redus de energie, • Infrastructură urbană planificată digital.
6	Schimbările demografice	<ul style="list-style-type: none"> • Sisteme de sănătate digitală, • Tehnologii de automatizare a serviciilor pentru populațiile îmbătrânite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemedicină, • Roboți pentru îngrijire personală, • Orașe prietenoase pentru vârstnici proiectate cu ajutorul simulărilor 3D.
7	Rezistența politică	<ul style="list-style-type: none"> • Platforme pentru monitorizarea transparenței, • Instrumente de colaborare digitală internațională. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sisteme blockchain pentru urmărirea progresului politicilor climatice, • Instrumente pentru consultări publice online.
8	Tehnologia insuficient utilizată	<ul style="list-style-type: none"> • Investiții în cercetare și dezvoltare, • Diseminarea tehnologiilor în țările în curs de dezvoltare. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonduri dedicate inovării tehnologice, • Acces extins la soluții precum energia solară în comunități izolate.
9	Educația insuficientă	<ul style="list-style-type: none"> • Platforme educaționale interactive, • Simulări virtuale pentru conștientizare. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jocuri și aplicații educative despre sustenabilitate, • Cursuri online accesibile pentru toate vârstele.
10	Gestionarea deșeurilor	<ul style="list-style-type: none"> • Tehnologii avansate de reciclare, • Sisteme inteligente pentru colectarea deșeurilor, • Soluții de biodegradare asistată. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclarea robotică, • Sisteme automate de sortare, • Utilizarea bacteriilor pentru degradarea plasticului.

Se recomandă discutarea în grupuri mici (4-6 studenți) a soluțiilor prezentate în Tabelul 8.2.1. Este important să reflectăm asupra următoarelor **aspecte esențiale**, care pot ghida analiza și dezbateră:

1. Stadiul actual al dezvoltării tehnologice

- Maturitatea soluției: Este în faza de cercetare, prototip sau implementare pe scară largă?
- Exemple de succes: Unde și cum au fost deja implementate aceste soluții?

2. Beneficii pe termen scurt și lung

- Impactul pozitiv asupra mediului și societății (ex. reducerea emisiilor, crearea de locuri de muncă).

- Economii de costuri sau eficiența energetică pe care le oferă.

3. Dezavantaje și riscuri

- Costurile inițiale ridicate de implementare sau întreținere.
- Problemele de scalabilitate sau adaptabilitate la diferite medii (ex. geografii, culturi, niveluri de dezvoltare economică).
- Posibile efecte negative neprevăzute (ex. poluarea din producția bateriilor).

4. Bariere în implementare

- Obstacole tehnologice (ex. lipsa infrastructurii).
- Rezistența socială sau culturală la schimbare.
- Politici și reglementări insuficiente sau contradictorii.
- Accesul inegal la finanțare și resurse tehnologice.

5. Costuri și viabilitate economică

- Costurile de cercetare, dezvoltare și implementare pe scară largă.
- Rentabilitatea pe termen lung și modul în care soluția poate fi finanțată (subvenții, parteneriate public-private, taxe ecologice).

6. Impact social și acceptabilitate

- Modul în care soluția afectează diferite grupuri sociale (ex. crearea de locuri de muncă, dispariția unor industrii).
- Gradul de acceptare din partea publicului și potențialele conflicte.

7. Potențialul de inovație și scalabilitate

- Capacitatea soluției de a fi replicată în alte contexte și la scară globală.
- Compatibilitatea cu alte tehnologii emergente.

8. Sinergii și interdependențe

- Cum poate soluția interacționa cu alte tehnologii sau politici.
- Beneficiile unei abordări integrate (ex. combinarea energiilor regenerabile cu tehnologiile de stocare a energiei).

9. Politici de sprijin și reglementări necesare

- Cadrul legal necesar pentru implementare.
- Politici și stimulente care pot accelera adoptarea (ex. subvenții pentru energie regenerabilă).

10. Monitorizare și măsurare a succesului

- Indicatorii cheie de performanță (KPI) pentru a evalua eficiența soluției.
- Mecanismele de monitorizare a progresului.

Aceste aspecte oferă un cadru cuprinzător pentru explorarea detaliată a soluțiilor tehnologice avansate, facilitând luarea unor decizii bine informate.

Bibliografie orientativă

Stockholm University (2015). *Stockholm Resilience Centre*. Obtenido de The nine planetary boundaries: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>

Grayson, D., Coulter, C., & Lee, M. (2022). *The Sustainable Business Handbook* (1st ed.), Kogan Page.

European Commission.(2019). *Priorities 2019-2024*. Obtenido de A European Green Deal: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

World Commission on Environment and Development. (1987). *Sustainable Development*. Obtenido de Our Common Future: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

WMO (2022). Status of Global Water Resources 2022 Report, WMO-1333

Harrary Y.N (2019). 21 Lessons for XXI Century, Jonathan Cape, London

UNECE (2021). Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options, United Nations Geneva

EC, JRC Petten (2021). “Technical assessment of nuclear energy with respect to the ‘do no significant harm’ criteria of Regulation (EU) 2020/852 (‘Taxonomy Regulation’)”, 2021

M.Constantin et al (2023). Construction of the assumptions, models, and methodology, for the short-term development of nuclear energy in Europe, ECOSSENS project, D2.1, September 2023, <https://ecosens-project.eu/deliverable-2-1-assumptions-models-and-methodology-for-the-development-of-nuclear-energy-in-eu-on-the-next-two-decades/>

B.Gates (2021). Cum sa evitam dezastrul climatic, solutii la indemana și inovatiile necesare, Ed. Litera, Bucuresti

Directiva europeană 2009/28/CE, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ro:PDF>

NREL (2020). “Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systems, Technical Report”, NREL/TP-6A50-77088, September 2020.

IPCC (2023). AR6 Sixth Assessment Report, <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

UN (2024). The Sustainable Development Goals Report 2024, <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>

UN (2024), Agenda 2030, <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Zbigniew Makieła et al. (2021). *Sustainability, Technology and Innovation 4.0* (1st ed.). Taylor and Francis.

C.A. Brebbia (editor) (2010). *The Sustainable World*, Wessex Institute of Technology, UK

N.P. Hariram, K.B. Mekha, Vipinraj Suganthan, K. Sudhakar (2024). Decoding the epics of sustainable world: Sustainalism, Social Sciences & Humanities Open, Volume 10