

București, 24 martie 2026

MEMORIU OFICIAL ADRESAT: Președintelui României, Nicușor DAN

DE LA: Gabriel PĂUN
Președintele Agent Green
United Nations Champion of the Earth

REFERITOR LA: România: risc sistemic iminent și decizii strategice inevitabile

Excelența Voastră, Domnule Președinte,

România se confruntă cu o convergență de riscuri care depășește cadrul unei crize obișnuite: accelerarea schimbărilor climatice și instabilitatea geopolitică globală pot declanșa, în următorii ani, șocuri economice și sociale majore.

Încălzirea accelerată a teritoriului național, intensificarea secetelor pedologice și hidrologice, degradarea resurselor de apă afectează deja agricultura, producția de energie și sănătatea populației. În paralel, dependența de combustibili fosili expune economia la volatilitate externă într-un moment de tensiune globală ridicată.

Escaladarea conflictelor în regiunile cheie pentru producția de petrol și gaze, inclusiv în zona Golfului Persic, creează riscul real al unei noi crize energetice globale. Pentru România, un astfel de scenariu ar însemna creșteri rapide ale prețurilor la energie, inflație accelerată, presiuni bugetare și amplificarea vulnerabilităților sociale.

În acest context, dependența energetică devine o vulnerabilitate strategică. Fără o schimbare de direcție, România riscă să intre într-un ciclu de instabilitate: costuri energetice ridicate, scăderea competitivității economice, presiuni sociale crescute și expunere constantă la șocuri externe.

În același timp, dezbateră recentă la nivel european privind revizuirea legislației climatice — inclusiv solicitarea mai multor lideri europeni (inclusiv Dumneavoastră) de a ajusta mecanisme precum schema de comercializare a certificatelor de emisii (ETS), pe fondul presiunilor asupra industriei — reflectă o realitate economică importantă: tranziția energetică trebuie gestionată inteligent, pentru a proteja competitivitatea. Totuși, această dezbateră nu schimbă direcția fundamentală, ci subliniază urgența accelerării investițiilor în energie curată. Dependenta de combustibili fosili rămâne principala sursă de vulnerabilitate economică și strategică, iar

amânarea decarbonizării nu reduce costurile, ci le amplifică în timp, atât prin expunerea la șocuri externe, cât și prin acumularea riscurilor climatice.

În schimb, tranziția accelerată către energie curată oferă o alternativă clară: reducerea dependenței externe, stabilizarea costurilor și creșterea rezilienței economice.

Această tranziție nu este opțională. Este o condiție pentru securitatea națională. Pentru a evita scenariul de vulnerabilitate și a valorifica oportunitatea strategică, sunt necesare decizii clare și coordonate la nivel național:

1. Accelerarea independenței energetice

- dezvoltarea rapidă a capacităților de energie regenerabilă (solar și eolian);
- investiții prioritare în stocare energetică și modernizarea rețelelor;
- reducerea accelerată a dependenței de importuri de combustibili fosili.

2. Tratarea schimbărilor climatice ca risc de securitate națională

- integrarea riscurilor climatice în strategia de securitate națională;
- coordonare interinstituțională pentru adaptare climatică;
- protejarea infrastructurii critice și a resurselor de apă.

3. Direcționarea investițiilor către reziliență economică

- prioritizarea agriculturii sustenabile și a gestionării apei;
- extinderea suprafețelor împădurite și protejarea ecosistemelor;
- dezvoltarea economiei circulare și reducerea risipei de resurse.

România nu mai are de ales între cost și acțiune. Costurile inacțiunii devin sistemice și cresc exponențial, în timp ce beneficiile acțiunii sunt economice, sociale și strategice. În actualul context global, decarbonizarea reprezintă singura cale realistă către:

- independență energetică,
- stabilitate economică,
- protejarea populației.

Fereastra de acțiune este limitată și irepetabilă. Întârzierea deciziilor crește costurile și ne reduce opțiunile.

cu deosebită stimă,

Gabriel PĂUN

Președintele Agent Green

MEMORIU

Capitolul 1: Context, limite planetare și încălzire actuală

1.1 Context global și european

Omenirea funcționează deja în afara parametrilor de siguranță ca urmare a arderii combustibililor fosili și eliberării subsecvente de dioxid de carbon (CO₂) în atmosfera. Nivelul CO₂ din atmosferă a crescut de la valoarea de 286 ppm cât era în perioada preindustrială la 431 ppm astăzi, nivelul maxim de siguranță pentru civilizația umană fiind de ~350 ppm.

Schimbările climatice reprezintă cea mai mare provocare a secolului XXI, cu impact direct asupra securității alimentare, resurselor de apă, biodiversității, sănătății umane și infrastructurii. Organizația Meteorologică Mondială (WMO, 2023) și IPCC (AR6, 2021) raportează că încălzirea medie globală a ajuns la +1,2°C față de perioada preindustrială, anul 2024 fiind primul an când temperatura globală a ajuns la +1,5°C față de aceeași perioadă. Însă Europa Centrală și de Est înregistrează valori superioare mediei globale, cu o creștere accelerată datorită factorilor regionali: urbanizare, defrișări, degradări ale pădurilor și emisii locale masive de gaze cu efect de seră.

În România, analiza datelor istorice (ANM, 2023; NIS, 2022) indică o încălzire de +2,71 °C față de perioada preindustrială, plasând țara printre regiunile cu creștere rapidă a temperaturii. Aceasta are efecte evidente asupra frecvenței și intensității fenomenelor meteorologice extreme: valuri de căldură, secete prelungite și ploi torențiale, cu impact asupra agriculturii, resurselor de apă și infrastructurii critice.

1.2 Limitele planetare (Planetary Boundaries)

Conceptul de limite planetare (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015) definește pragurile ecologice care nu trebuie depășite pentru a menține stabilitatea sistemului Pământ. Din cele 9 limite, 7 sunt deja depășite la nivel global conform evaluărilor științifice recente:

Limita planetară	Stare actuală	Importanță	Consecințe depășire	Implicații pentru România
1. Schimbările climatice	Depășită	Menținerea temperaturii globale în limite sigure	Fenomene extreme frecvente	Valuri de căldură, secete, inundații
2. Integritatea biodiversității	Depășită	Menținerea ecosistemelor funcționale	Pierderi specii, colaps ecosisteme	Reducerea polenizatorilor, pierderi agricole
3. Ciclu azotului	Parțial depășit	Fertilitate sol și poluare	Eutrofizare, poluare ape	Poluare a Dunării și lacurilor

4. Ciclul fosforului	Parțial depășit	Nutrienți pentru plante	Eutrofizare	Supradozarea fertilizanților, impact pe soluri
5. Stratul de ozon	În limite	Protecția radiațiilor UV	Creștere cancer de piele	Expunere populație urbană și rurală
6. Acidificarea oceanelor	În limite, trend ascendent	Ecosisteme marine	Afectare pescuit și biodiversitate	Impact indirect prin Dunăre și Marea Neagră
7. Consumul de apă dulce	Depășit	Suport vieții, agricultură și energie	Secetă, lipsă apă potabilă	Hidrocentrale și răcire centrale nucleare afectate
8. Schimbarea utilizării terenurilor	Depășită	Biodiversitate, carbon	Degradare sol, defrișări	Reducerea pădurilor, eroziune
9. Substanțe chimice noi	În creștere	Sănătatea ecosistemelor	Contaminare, bioacumulare	Poluare chimică în agricultură și ape

Implicații pentru România: depășirea a 6–7 limite planetare accentuează vulnerabilitatea la secetă, pierderea biodiversității, reducerea fertilității solurilor și risc crescut pentru sănătatea populației. Depășirea limitelor 8 și 9 va amplifica colapsul ecosistemic și impactul socio-economic.

1.3 Fenomene meteorologice extreme actuale din România cauzate de încălzirea globală

- Temperaturi și valuri de căldură
- Datele indică deja o creștere medie anuală: +2,71 °C față de perioada preindustrială
- Frecvența valurilor de căldură: +40% în ultimii 20 de ani
- Mortalitate estimată actuală valuri de căldură: 200–500 persoane/an
- Secetă prelungită urmată de precipitații torențiale care nici măcar nu mai cad când natura și agricultura au nevoie
- Debite scăzute în râurile principale: Dunărea, Mureș, Olt
- Soluri afectate: pierderi de 15–20% fertilitate agricolă în zonele sudice
- Impact asupra resurselor de apă
- Risc de scădere brutală a nivelului acviferelor, afectând agricultura și răcirea centralelor nucleare
- Reducerea capacității hidrocentralelor de a produce energie în perioade de secetă

1.4 Concluzii

România este deja supraîncălzită (+2,71 °C), ceea ce amplifică fenomenele extreme.

7 din 9 limite planetare sunt depășite, cu efecte directe asupra resurselor de apă, agriculturii și biodiversității.

Scenariile climatice indică o continuare a creșterii temperaturilor și a intensității fenomenelor extreme, ceea ce necesită intervenții urgente și adaptare sistemică.

Capitolul 2: Previziuni climatice și scenarii 2035–2050

2.1 Scenarii climatice globale și regionale

Conform raportului IPCC AR6 (2021), scenariile de încălzire depind de concentrațiile de CO₂ și de alți GES (gaze cu efect de seră). România se află la latitudini temperate, ceea ce o face sensibilă la:

- Secete prelungite (reducerea precipitațiilor în lunile aprilie–iulie)
- Valuri de căldură mai frecvente și mai intense
- Ploi torențiale concentrate iarna și la sfârșitul verii

Pe baza modelelor regionale CORDEX-EUR11 și al datelor ANM, previziunile pentru România sunt următoarele:

Indicator	2035 (scenariu RCP 4.5 / SSP2-4.5)	2050 (scenariu RCP 6.0 / SSP2-6.0)	Impact principal
Creștere medie temperatură	+3,2 °C	+3,8–4,2 °C	Valuri de căldură, evapotranspirație ridicată
Număr zile >35 °C	15–25 zile/an	25–35 zile/an	Mortalitate termică, stres energetic
Secetă medie (SPI-3, SPI-6)	deficit 25–35%	deficit 30–45%	Agricultură, hidroenergie, apă potabilă
Precipitații totale anuale	±5%	±0% (mai concentrate)	Eroziune, inundații locale
Debite medii Dunărea	scădere 10–20%	scădere 15–30%	Impact hidro, răcire nucleară

Interpretarea scenariilor

- Temperatura medie anuală va crește de la +2,71 °C (datele actuale) la +3,2 °C în 2035 și posibil +4 °C în 2050 dacă emisiile nu scad.
- Valurile de căldură vor fi mai frecvente, cu creșterea mortalității și impact direct asupra infrastructurii urbane și rurale.
- Secetele afectează grav agricultura de câmp și culturile sensibile: porumb, grâu, floarea-soarelui, plante oleaginoase.
- Debitele râurilor și nivelul acviferelor vor scădea semnificativ, afectând hidroenergia, alimentarea cu apă și răcirea centralelor nucleare (ex. Cernavodă).

2.2 Fenomene extreme anticipate

2.2.1 Valuri de căldură

Frecvență: dublare până în 2035; triplu până în 2050

Durată: min. 5–12 zile/val în 2035; până la 20 zile/val în 2050

Mortalitate anuală estimată: 500–1000 persoane/an în 2035; 1000–2000 persoane/an în 2050 fără măsuri de adaptare

2.2.2 Secete și deficit de apă

- Secetele prelungite afectează în special sudul și vestul României
- Debitul Dunării la Călărași și Porțile de Fier: reducere 15–30% până în 2050
- Impact asupra hidroenergiei: reducerea producției cu 20–40%
- Impact asupra nuclearului: centralele care folosesc apă pentru răcire (Cernavodă) pot fi nevoite la reducerea capacității sau opriri temporare

2.2.3 Ploi torențiale și inundații

- Creștere intensitate ploi: +15–25% în regiunile montane și de deal
- Riscuri de alunecări și inundații în bazinele Olt, Mureș, Someș
- Infrastructura urbană (București, Timișoara, Cluj-Napoca, Iași) va fi vulnerabilă la ploi intense și inundarea sistemelor de canalizare

2.3 Impact sectorial până în 2035 și 2050

Sector	2035	2050	Recomandări preliminare
Agricultură	Pierderi 15–25% culturile sensibile; stres hidric	Pierderi 25–40%; necesar schimb cultivare	Diversificare, culturi rezistente la secetă (curmali, smochini, sorg, mei)

Energie	Scădere 20% hidro, risc răcire nucleară	Scădere 30–40%, cost suplimentar energie	Dezvoltare hidro prin pompaj, fotovoltaic, eoliene, stocare
Apă	Nivel acvifer scăzut 10–20%	20–35% deficit apă potabilă	Management integrat apă, retenție locală, perdele forestiere
Păduri / biodiversitate	Pierdere habitaturi; stres termic	Pierdere habitat critică; colaps ecosisteme	Reîmpădurire cu specii termotolerante, coridoare ecologice
Orașe / locuibilitate	Zone urbane vulnerabile (București, Constanța, Timișoara)	Extindere zone vulnerabile	Infrastructură verde, plan urban adaptiv

2.4 Simulare scenarii fără măsuri imediate de adaptare

- 2035: pierderi agricole cumulativ 20%, deficit apă potabilă 15–20%, mortalitate valuri de căldură 500–1000 persoane/an
- 2050: pierderi agricole 35–40%, deficit apă 30%, mortalitate valuri căldură 1000–2000 persoane/an, faliment infrastructură hidro și energetică fără investiții de adaptare

Această secțiune evidențiază clar că fără măsuri de adaptare și creștere a rezilienței, România va suferi efecte severe, cu impact social, economic și ecologic major.

Capitolul 3: Energie și stocare – Plan de acțiune pentru România

3.1 Context energetic actual

România dispune în prezent de următorul mix energetic aproximativ:

- Hidro: 26% din producția electrică
- Nuclear: 20% (Cernavodă)
- Termocentrale pe gaze și cărbune: ~40%
- Eolian și solar: ~10–14%

Probleme principale:

- Dependență mare de hidro în contextul secetelor prelungite și al debitelor scăzute.
- Centralele nucleare folosesc cantități mari de apă pentru răcire; scăderea debitelor afectează producția.
- Rețeaua de stocare energetică este aproape inexistentă – România are puține capacități de hidro prin pompaj, necesare pentru echilibrarea cererii și compensarea variabilității surselor regenerabile.

3.2 Hidrocentrale cu acumulare prin pompaj (CHEAP)

3.2.1 Principiu de funcționare

- Apă pompată într-un rezervor superior în perioadele de exces de energie (noaptea sau surplus eolian/fotovoltaic)
- Eliberată ulterior prin turbine pentru producție în orele de vârf

3.2.2 Avantaje

- Stocare pe termen mediu și lung (>6–8 ore)

- Reglarea rețelei și echilibrare între sursele regenerabile
- Reducerea dependenței de centralele pe gaze/cărbune
- Durată de viață mare (>50 ani), costuri de operare scăzute

3.2.3 Necesitatea proiectelor CHEAP în România

- Debitele medii ale râurilor scad cu 10–30% până în 2050
- Rezervoarele hidro actuale nu pot compensa variabilitatea regenerabilelor

Exemplu: cu investiția de 19 miliarde € + TVA pentru retehnologizarea Cernavodă, se pot construi 4–5 CHEAP mari cu putere totală mai mare și cu stocare flexibilă

3.2.4 Analiză cost-beneficiu comparativ

Parametru	Cernavodă retehnologizare	CHEAP nou
Investiție	19 mld € + TVA	15–16 mld €
Putere instalată	700 MW	1200-1400 MW
Stocare energie	N/A	12 ore capacitate medie
Durată viață	30 ani	80-100 ani
Emisii CO ₂	zero operațional	zero operațional
Flexibilitate rețea	redușă	mare, poate integra eolian/fotovoltaic

Concluzie preliminară: CHEAP oferă mai multă flexibilitate, stocare reală și adaptabilitate la climat, cu costuri comparabile sau mai mici decât retehnologizarea centralelor nucleare.

3.3 Centralele nucleare și impactul deficitului de apă

- Cernavodă necesită aprox. 7 m³/s de apă pentru răcire per unitate 700 MW
- Scăderea debitului Dunării cu 20–30% poate forța oprirea unităților sau limitarea puterii
- În scenariile 2035–2050, cu temperaturi mai ridicate și secete mai frecvente, riscul de oprire temporară crește semnificativ

Recomandări: reducerea dependenței de apă, integrarea CHEAP și stocare diversificată pentru flexibilitate.

3.4 Strategii pentru stocare și diversificare energetică

- Hidrocentrale cu pompaj
- Localizare: Carpați – în bazinele râurilor Argeș, Bistrița, Olt, Someș, Mureș în afara siturilor Natura 2000 și a ariilor protejate de interes național
- Capacitate estimată: 1–2 GW cumulativ pe bazin hidrografic
- Durata stocării: 6–12 ore pentru acoperirea vârfurilor de consum
- Baterii și sisteme de stocare locale
- Sisteme Li-ion sau alternative (Na-ion, redox flow) pentru micromix urban/industrial
- Putere cumulată 500–1000 MW, pentru compensarea fluctuațiilor pe termen scurt
- Integrarea eolian/fotovoltaic
- Stocare flexibilă permite creșterea ponderii regenerabilelor la 40–50% până în 2035
- Evită construcția excesivă de termocentrale pe gaze

3.5 Concluzii și recomandări strategice

- Investițiile în CHEAP și stocare flexibilă oferă avantaje semnificative în anumite condiții în comparație cu retehnologizarea centralelor nucleare în contextul schimbărilor climatice
- Debitele scăzute și secetele frecvente impun reducerea dependenței de sursele de apă pentru răcire
- Planul național trebuie să combine:

- CHEAP pentru stocare pe termen mediu/lung
- Energie solară și eoliană integrate cu stocare
- Sisteme locale de stocare urban/industrial

Prioritate: studiile de fezabilitate și identificarea bazinelor hidrografice pentru CHEAP, cu impact ecologic minim.

Capitolul 4: Păduri, perdele forestiere și adaptarea la schimbările climatice în România

4.1 Context actual

Suprafața împădurită în România este de 6,9 milioane ha (29% din teritoriul național)

Structura pădurilor: 65% foioase, 30% rășinoase, 5% mixte

Probleme majore:

- Norme silvice care permit defrișări, degradarea și destructurarea fondului forestier național, exploatarea ultimelor păduri primare și seculare, reducerea drastică a vârstei medii a pădurilor, a volumului pe picior la hectar (a scăzut la 20% din volumul nativ) și permiterea exploatărilor agresive care au redus gradul de acoperire al solului și în consecință retenția de apă și atracția precipitațiilor
- Vulnerabilitate la secetă, incendii și boli ale arborilor
- Fragmentarea ecosistemelor forestiere și pierderea continuității ecologice
- Rată de împădurire lentă, nesemnificativă. Singurele împăduriri semnificative sunt cele naturale pe terenuri abandonate sau degradate unde se practică stimulente economice care pot încuraja utilizări nesustenabile ale terenurilor

4.2 Rolul pădurilor și al perdelelor forestiere

- Reglarea microclimatului și reducerea valurilor de căldură
- Vegetația influențează temperatura locală prin evapotranspirație și umbră
- Perdelele forestiere reduc viteza vântului, limitează eroziunea și pierderea umidității
- Protecția solului și a agriculturii
- Reduc eroziunea și pierderea stratului fertil
- Creșterea retenției de apă în sol și reducerea scurgerii rapide a precipitațiilor

- Biodiversitate și continuitate ecologică
- Legături între păduri permit migrarea speciilor și adaptarea la schimbările climatice

Speciile termotolerante devin tot mai importante în acest context: carpen, cer, frasin, stejar roșu, paltin de munte.

4.3 Strategii de extindere și interconectare a pădurilor

4.3.1 Obiective naționale

- Creșterea suprafeței împădurite la 40% până în 2050 (~9,5 milioane ha)
- Prioritate: zone de secetă și de eroziune accentuată
- Crearea de galerii verzi de-a lungul cursurilor de apă și interconectarea lor pentru continuitate ecologică

4.3.2 Necesarul de perdele forestiere

Suprafață estimată: 250.000–350.000 ha de perdele forestiere la nivel național

Funcții multiple: protecție împotriva vântului, prevenire eroziune, protecția culturilor agricole și a infrastructurii

4.4 Selectarea speciilor pentru noul climat (exemple)

Specie	Toleranță termică	Rol principal
Carpen	Ridică	Umbră, reducere evapotranspirație
Stejar roșu	Medie	Rezistență la secetă, valoare economică
Paltin de munte	Ridică	Rezistență la temperaturi extreme, continuitate ecologică
Arin și salcie	Medie	Zone de protecție a cursurilor de apă, retenție hidro
Castan comestibil	Ridică	Stabilizare sol, fixare carbon
Pin negru	Ridică	Stabilizare sol, fixare carbon

4.7 Beneficiile extinderii suprafeței împădurite

- Reducerea temperaturilor extreme și a valurilor de căldură: până la -1,5°C în zonele urbane și rurale adiacente pădurilor
- Creșterea capacității de retenție a apei: până la +20–25% în zonele reîmpădurite
- Reducerea eroziunii și pierderii solului: până la 40% în zonele protejate
- Sechestrarea de carbon: 45 milioane t CO₂ echivalent pe an dacă se atinge 40% împădurire

4.7 Recomandări strategice pentru implementare

- Plan național de reîmpădurire
- Alocare anuală de teren pentru împădurire: 70.000–100.000 ha/an
- Monitorizare GIS și inventar forestier anual
- Crearea coridoarelor ecologice și conectivitate între păduri (prioritate de-a lungul cursurilor de apă)
- Legături între pădurile Carpaților și zonele de câmpie
- Protejarea strictă a 10% din teritoriul României (mix de ecosisteme forestiere și neforestiere) într-o rețea logică interconectată precum un schelet
- Prioritate pentru biodiversitate și reziliență climatică
- Perdelele forestiere agricole
- Minimizarea pierderilor agricole din secetă și ploi torențiale
- Planificare la nivel local în colaborare cu agricultorii

- Selectarea de specii termotolerante (cu rezistență la temperaturi ridicate și secetă prelungită) în amestec pentru reziliență crescută
- Monitorizare genetică și fitosanitară

4.8 Concluzii

- Extinderea suprafeței împădurite la 40% și implementarea perdelelor forestiere sunt măsuri critice de adaptare la schimbările climatice.
- Protejarea strictă a 10% din teritoriul României (mix de ecosisteme forestiere și neforestiere) într-o rețea logică interconectată precum un schelet
- Pădurile și perdelele protejează agricultura, resursele de apă, biodiversitatea și reduc riscurile asociate valurilor de căldură și precipitațiilor extreme.
- Integrate cu strategia energetică (CHEAP și surse regenerabile), aceste măsuri sporesc reziliența României la schimbările climatice.

4.9 Exemple din alte țări UE

Am ales două exemple relevante pentru România de adaptare a silviculturii la schimbările climatice în Europa: Cehia și Slovenia. Cehia a făcut greșeli majore în trecut căci a practicat monoculturile, iar Slovenia deși a practicat mereu silvicultura apropiată de natură, a suferit calamități naturale repetate și s-a impus adaptarea la noua climă.

CEHIA- Pădurile cehe au fost tradițional dominate de monoculturi de molid (*Picea abies*) pe pante montane, care însă s-au dovedit extrem de vulnerabile la: vreme extremă (secetă, temperaturi ridicate), vânturi, insecte (de ex. scurile de scoarță) etc.

Studiile indică că molidul, ca specie monocultură, are creșteri radiale mai variabile, mai sensibile la stres climatic, față de specii de foioase cum e fagul (*Fagus sylvatica*) care au o creștere mai „stabilă” în condiții schimbătoare.

În reacție, autoritățile și silvicultorii cehi au formulat politici clare și măsuri de gestionare adaptativă: reducerea treptată a proporției de molid, creșterea proporției de foioase adaptate mai bine la noile condiții, diversificarea structurii pădurii (vârste, specii, compoziție) pentru a spori reziliența.

Cehia practică acum reducerea intenționată a suprafeței ocupate de molid în monocultură; creșterea suprafeței cu foioase (fag, stejar) mai rezistente la secetă / stres climatic.

În 2022 s-au plantat ~141,5 milioane de puieți de foioase versus ~84,3 milioane de conifere. Se aplică regenerarea naturală, tăierile selective și se evită tăierile rase, promovarea structurilor de vârstă variate, amestecate. Pentru adaptarea la condițiile viitoare/climatice se planifică în funcție de noile hărți climatice, recomandarea speciilor mai lente, mai rezistente sau local adaptate. Se fac studii pe parcele permanente despre creștere radială, reziliență la stres climatic, schimbări de structură etc.

Abordarea este proactivă, nu pasivă: recunoșterea că vechiul sistem (monocultura molid) este total inadecvată într-un climat în schimbare. Există acțiuni concrete și măsurabile, nu doar declarații: schimbare de specii, diversificare, regenerare naturală. Modelul ceh este orientat atât spre reziliență (capabilitatea pădurii de a rezista șocurilor) cât și spre furnizarea serviciilor ecosistemice (biodiversitate, apă, soluri stabile). Modelul poate fi adaptat: multe trăsături sunt relevante și pentru România (ex. păduri mixte, adaptare la secetă, diversificare specii) pentru că:

- prioritizează specii mai rezistente la secetă, temperaturi ridicate, insecte (în loc de insistența românească pe molid și alte specii foarte vulnerabile).
- Încurajează structuri mixte de pădure (vârstă, specie) și regenerare naturală acolo unde e posibil — reduce riscul de colaps în monocultură.
- Reduce dependența de monocultură în zone sensibile (ex. molid în locuri nepotrivite) și crește amestecul cu foioase sau specii locale adaptate.
- Asigură politici și legislație care susțin adaptarea: finanțare pentru regenerare adaptativă, instruire, monitorizare.
- Monitorizează constant condițiile: soluri, apă, stres climatic, boli/insecte — pentru a ajusta din timp intervențiile.
- Comunică societății: explică procesul, importanța adaptării pădurilor, mai ales în contextul schimbării climatice — crește acceptabilitatea socială.

Slovenia este probabil cel mai bun exemplu UE de adaptare coerentă a silviculturii la schimbările climatice. Este chiar un model de integrare a rezilienței climatice în managementul forestier, datorită combinației de tradiție, cercetare aplicată și implicare comunitară.

Slovenia este una dintre cele mai împădurite țări din UE. 60% din teritoriu este acoperit de păduri. Majoritatea pădurilor sunt proprietate privată, dar sunt gestionate sub reglementare strictă și planificare integrată la nivel de stat prin Zavod za gozdove Slovenije (Institutul Forestier Sloven).

Pădurile slovene sunt preponderent native (naturale sau semi-naturale), nu monoculturi artificiale — un avantaj major în fața schimbărilor climatice.

Slovenia a îndurat în ultimii 10 ani 4 calamități majore, adevărate „lecții dure”:

- 2014 – Grindină catastrofală: o furtună de gheață a doborât circa 9 milioane m³ de lemn (≈ 25% din stocul național de creștere anuală).
- 2017–2019 – Atacuri masive de gândac de scoarță (*Ips typographus*), amplificate de secetă și temperaturi ridicate.
- 2021–2022 – Incendii și furtuni de vânt tot mai frecvente în regiunile sudice și costiere.
- 2023 – ploi torențiale

Aceste evenimente au determinat o reformă profundă în modul de gândire al silviculturii slovene: trecerea de la „gestionare productivă” la „gestionare adaptivă și preventivă”.

Măsuri concrete de adaptare implementate

a) Diversificarea speciilor și structurii

- Promovarea pădurilor mixte: amestecuri de fag, molid, brad, carpen, stejar și paltin.
- Reducerea suprafeței dominate de molid (sensibil la secetă și insecte), mai ales sub 800 m altitudine.
- În zonele sudice (carstice): introducerea unor specii mediteraneene adaptate la secetă, precum stejarul pufos (*Quercus pubescens*) și pinul negru (*Pinus nigra*).

b) Silvicultură „aproape de natură” (close-to-nature forestry)

- Nu se practică tăieri rase; regenerarea naturală este regula.
- Planurile de gospodărire se bazează pe structuri neregulate, cu vârste și densități diferite, pentru a imita dinamica naturală și a crește reziliența.
- Sistemul este inspirat din tradiția veche a „școlii de la Pro Silva” — Slovenia fiind membru fondator al rețelei Pro Silva Europe.

c) Management adaptativ bazat pe știință

- Institutul de Cercetări Forestiere (GIS) colaborează cu Universitatea din Ljubljana la modele predictive de creștere și mortalitate a speciilor sub diferite scenarii climatice (RCP4.5, RCP8.5).
- Se folosesc hărți de risc pentru secetă, incendii, dăunători — actualizate anual.
- Datele provin din rețeaua națională de monitorizare ICP Forests Level II (una dintre cele mai dense din Europa).

d) Protejarea funcțiilor ecologice și hidrologice

- Silvicultura slovenă integrează protecția solurilor, apelor și biodiversității: peste 36% din păduri au funcții de protecție (biodiversitate, eroziune, avalanșe, surse de apă).
- Sunt prioritizate intervențiile care mențin ciclul hidric local – important într-o țară cu mult relief carstic.

e) Implicarea proprietarilor și comunităților

- Sistemul „forest owners associations” îi ajută pe micii proprietari să gestioneze pădurile durabil și coerent.
- Există un sistem de consiliere forestieră publică, gratuită, oferită de stat, care include componente de adaptare la schimbările climatice.

Politici și strategii instituționale

Strategia Forestieră Națională 2030 (adoptată în 2017, actualizată în 2023) are un capitol explicit dedicat adaptării la schimbările climatice. Principii cheie:

- „Creșterea rezilienței ecosistemice prin diversitate genetică și structurală”
- „Reducerea vulnerabilității prin gestionarea riscurilor naturale”
- „Crearea de sinergii între atenuare și adaptare (carbon + reziliență)”
- Slovenia raportează progresele la nivel UE prin Forest Europe și este una dintre puținele țări care corelează planurile forestiere cu planurile de adaptare climatică.

Rezultate și efecte observabile & măsurabile

- După 2014, s-a reușit refacerea suprafețelor afectate prin regenerare naturală în loc de plantații industriale.
- Monitorizarea arată o creștere a stabilității structurale a pădurilor și o scădere a vulnerabilității la gândacii de scoarță în regiunile unde structura a fost diversificată.
- Slovenia are astăzi printre cele mai scăzute rate de pierdere forestieră din UE și o creștere netă pozitivă a biomasei forestiere.

Capitolul 5: Limitele planetare și riscurile globale

5.1 Context și importanță

Conceptul de „planetary boundaries” a fost introdus de Johan Rockström și echipa sa în 2009 și revizuit în 2015 (Steffen et al., 2015). Limitele planetare definesc praguri critice ale ecosistemului Pământ care, dacă sunt depășite, pot destabiliza funcționarea ecosistemelor și condițiile de viață ale omului. România, ca parte a biosferei globale, resimte deja efectele depășirii acestor limite prin fenomene meteorologice extreme, pierdere de sol și biodiversitate, secete și inundații.

Până în prezent, conform evaluărilor științifice recente, 7 din 9 limite planetare au fost depășite:

5.2 Cele 9 limite planetare (Planetary boundaries)

1. Schimbările climatice

Indicator: CO₂ atmosferic și încălzirea globală medie

Situație actuală România: datele indică deja o creștere de +2,71°C față de perioada preindustrială

Importanță: Stabilitatea climei determină regimul precipitațiilor, debitele râurilor, agricultură și sănătate umană

Ce se întâmplă la depășire: Creșterea frecvenței și intensității valurilor de căldură, secete prelungite, inundații din ce în ce mai severe

Previziune România 2035: Temperaturi medii +3,5°C; valuri de căldură mai frecvente, secetă agricolă extinsă

Previziune România 2050 (fără acțiune): +4,5°C; zone cu locuibilitate sever afectată în sud și sud-est; scăderea cu cel puțin 40% a producției de cereale

2. Pierderea biodiversității

Indicator: Rata dispariției speciilor

Situație actuală: România a pierdut în ultimii 50 de ani peste 15% din speciile native de vertebrate; poluare și fragmentare habitat

Importanță: Biodiversitatea menține polenizarea, ciclul nutrienților, stabilitatea ecosistemelor

Depășire: Colaps ecosisteme, scăderea rezilienței la schimbările climatice

Previziune: Continuarea fragmentării pădurilor și pierderea habitatelor naturale

3. Ciclul azot-fosfor (N-P)

Indicator: Fertilizare excesivă și poluare cu N și P

Situație: Supraîngrășarea solurilor agricole, eutrofizarea râurilor și lacurilor

Importanță: Nutrienți pentru plante, dar exces → dezechilibru ecologic

Depășire: Zone cu lipsă de oxigen în ape, pierderi de pește, afectarea calității apei pentru hidro și nucleară

4. Acidificarea oceanelor

Un proces în care oceanul absoarbe excesul de dioxid de carbon atmosferic. Când CO₂ se dizolvă în apa de mare, formează acid carbonic, care scade abrupt pH-ul oceanului.

Indicator: Nivelul pH-ului în apa mărilor și oceanelor scade.

Depășire: Dispariția coralilor și a speciilor sensibile, reducerea resurselor marine în general

Relevanță pentru România: acidificarea Mării Neagre → impact pescuit, biodiversitate acvatică

5. Consum de apă dulce

Indicator: Debit anual al râurilor în scădere, creșterea necesității de extragere excesivă a apelor subterane

Situație actuală România: Debite râuri scăzute, niveluri subterane în declin

Importanță: Alimentare populație, agricultură, hidro și energie nucleară

Depășire: Secete extreme, oprirea temporară a centralei nucleare, pierderi hidroenergie

6. Modificarea terenurilor

Indicator: Suprafață defrișată și degaradată, urbanizare, pierdere sol arabil

Situație România: 29% acoperire forestieră; eroziune semnificativă pe terenurile agricole

Importanță: Sol fertil = securitate alimentară

Depășire: Reducerea productivității agricole și creșterea vulnerabilității la inundații

7. Poluare chimică

Indicator: Microplastice, poluanți industriali, substanțe toxice

Situație: Concentrații în sol, ape și aer peste praguri sigure

Importanță: Sănătatea umană, biodiversitate, calitatea apei

Depășire: Boală cronică, afectarea ecosistemelor, contaminare lanț trofic

8. Aerosoli atmosferici

Indicator: Particule PM2.5, PM10, sulf, fum industrial

Importanță: Radiație solară, modele ploaie, sănătate umană

Scenariu la depășire: Precipitații perturbate, secete accentuate, creșterea mortalității prin boli respiratorii

9. Ozono-stratosferic

Indicator: Grosimea stratului de ozon

Importanță: Protecție împotriva radiațiilor UV

Scenariu depășire: Expunere crescută la cancer de piele, afectare culturilor agricole, reducere fotosinteză

5.3 Implicații pentru România dacă ultimele două limite sunt depășite

Aerosoli și ozon: perturbarea regimului pluvial, secete mai frecvente, creșterea mortalității și morbidității

Secetă și risc energetic: oprirea hidro și nuclear, scădere semnificativă a productivității agricole

Biodiversitate: pierderea speciilor cheie, colaps ecosisteme

Urban și locuibilitate: zone din sud-est și sud devenind nelocuibile pe perioade extinse, valuri de căldură severe

5.4 Concluzii

- România se află deja într-o situație critică, cu 7 limite depășite conform evaluărilor științifice recente și 2 limite pe cale de depășire
- Este absolut necesară o strategie națională integrată care să includă:
- Reducerea emisiilor CO₂ și adaptare energetică
- Creșterea suprafeței împădurite și protejarea biodiversității
- Managementul resurselor de apă și sol
- Monitorizarea aerosolilor și protecția stratului de ozon

- Fără intervenție rapidă, previziunile pentru 2050 indică pierderi semnificative în agricultură, energie, sănătate și locuibilitate

Capitolul 6 – Deșeurile și economia circulară

6.1 Situația actuală

Sistemul actual de gestionare a deșeurilor (predominant depozitare în gropi/neconforme și rate scăzute de reciclare/recuperare) creează emisii de gaze cu efect de seră (în special CH₄ din depozitare) și riscuri adiționale legate de sănătate și mediu. Tranziția rapidă la economia circulară și modernizarea gestionării deșeurilor reduc atât emisiile (mitigare), cât și vulnerabilitatea socio-economică (adaptare), oferind co-beneficii de creare de locuri de muncă, reducere a importurilor de materii prime și măsuri reziliente la climă.

Sectorul deșeurilor a reprezentat ~5% din emisiile naționale în ultimii ani (~5,8 Tg CO₂-eq în 2018). Economia circulară poate reduce emisii semnificative prin evitarea extracției de materii prime, reducerea depozitării în gropi (metan) și valorificarea biologică a biowaste-ului.

România este printre statele UE cu cea mai scăzută circularitate materială — deci potențial mare de îmbunătățire. Predomină depozitarea în gropi — o proporție mare din deșeurile municipale ajung la depozitare, iar reciclarea/compostarea au rate reduse comparativ cu media UE.

Politici existente: România are documente strategice relevante (PAEC — Planul Național pentru Economia Circulară, Strategia pe termen lung pentru neutralitate, NECP), dar implementarea tehnică și financiară rămâne incompletă.

Consecințe climatice relevante pentru sector: Temperaturile în creștere și variabilitatea hidrică pot accelera descompunerea biologică în depozite (creștere CH₄), pot intensifica riscurile de incendii la depozite neconforme și pot compromite infrastructura de gestionare.

6.2 Scenarii

Scenariul A — Business-as-usual: nu se adoptă noi măsuri majore începând

Ipoteze: implementare limitată a cerințelor UE (unele măsuri obligatorii întârziate), rata de reciclare și colectare separată rămâne scăzută, cantitățile de deșeu municipal cresc ușor (consum în creștere), depozitarea rămâne metoda dominantă pentru biowaste.

2035: Emisii din sectorul Waste rămân în jurul valorii recente sau cresc ușor (+0–15%) față de niveluri 2018–2022 → ~6–6.7 MtCO₂-eq/an. Motivație: creștere deșeuri + emisii CH₄ accelerate climatic. (Trend bazat pe evoluțiile recente raportate în inventare).

2050: Fără măsuri, acumularea de deșeuri organice în landfill și efectele climatice pot duce la o creștere suplimentară a emisiilor sau la stagnare la un nivel ridicat; estimativ ~6–8 MtCO₂-eq/an (scenariu pesimist) — dar variabil în funcție de fluxuri demografice și tehnologii adoptate spontan. Argument: deși unele politici UE ar putea forța anumite îmbunătățiri până în 2035, implementarea slabă ar limita reducerea reală.

Consecințe socio-economice: pierderi de oportunități economice (materii prime secundare), costuri publice mari pe remedierea depozitelor neconforme, costuri de sănătate și vulnerabilitate crescută la șocuri climatice. Penalități la finalul unor iminente infringeruri UE decise de CEJ.

Scenariul B — Intervenție: aplicarea unui pachet ambițios de măsuri de economie circulară (implementare 2026–2035; consolidare 2035–2050)

Reducere la sursă + prevenție (eco-design, taxe/obligații), EPR pentru ambalaje & textile, colectare separată obligatorie (bio, hârtie, plastic, metal, textil), investiții în compostare, sortare mecanică (MRF), închidere/rehabilitare depozite, interzicerea depozitării anumitor fracții biodegradabile în 2035, stimulente pentru reutilizare și recondiționare, stimulente fiscale pentru industrial symbiosis și eco-industrie circulară.

Ipoteze: implementare coerentă, fonduri UE + cofinanțare națională, calendar legislativ asumat, capacitate administrativă consolidată.

Estimări de impact:

2035: reducere semnificativă a emisiilor din Waste: -50% (față de niveluri 2018) → interval estimat ~3–4 MtCO₂-eq/an. Motive: captarea biogazului, redirectionare către compost/AD a unei părți semnificative a biowaste, creștere reciclare și reduceri de depozitare. (EEA: colectarea separată a biowaste și tratarea prin AD/compostare reduc masiv emisiile de CH₄).

2050: cu implementare continuă și integrare circulară în industrii, estimăm reducere netă 80% în sectorul Waste față de 2018, respectiv ~1–3 MtCO₂-eq/an (margine depinde de eficiența captării biogazului și de gradul de evitarea materialelor primare). Acest scenariu devine compatibil cu țintele naționale de decarbonare atunci când e combinat cu măsuri din celelalte sectoare.

Co-beneficii: creare locuri de muncă locale (compostare, reciclare, reparații), reducerea costurilor pentru materii prime importate, îmbunătățirea sănătății publice și reducerea vulnerabilității la evenimente extreme.

6.3 Pachet de măsuri propuse (priorități, acțiuni, calendar)

Obiectiv-cadru: transformarea managementului deșeurilor astfel încât sectorul să devină neutru/pozitiv din punctul de vedere al emisiilor nete până în 2050 și să susțină economia circulară până în 2035.

A. Măsuri imediate (2025–2028)

Reglementări și instituții: consolidarea și finanțarea RO-PAEC + agenție națională de coordonare circulară (monitorizare, EPR oversight).

Colectare separată obligatorie (biowaste, hârtie, plastic, metal, sticlă, textile) pentru toate localitățile >2000 locuitori (implementare etapizată 2026–2028). (Conform directive UE, obligativitate pentru biowaste).

Extinderea EPR (ambalaje, baterii, textile, mobilier) cu targeturi de reciclare ambițioase și transparentizare financiară.

Interdicție progresivă a depozitării de biodeșeuri neprelucrate (până 2035 majoritatea fracțiunii biodegradabile trebuie dirijată către tratament biologic / AD).

B. Măsuri tehnologice și investiții (2026–2035)

Infrastructură AD & compostare: construire de capacități regionale pentru tratarea biorăurilor, cu recuperare energetică (biogaz) și utilizare ca îngrășământ/energie locală.

Modernizare depozite + captare biogaz pentru toate depozitele existente până în 2030; închiderea depozitelor neconforme.

Sortare mecanică modernă & circuite de reciclare: investiții în MRF, piscuri de reciclare industrială și platforme de reutilizare.

Promovarea reciclării chimice pentru plastic dificil și crearea de piețe locale pentru materialele secundare.

C. Măsuri economice și stimulente (2026–2035)

Tarife de depozitare progresive (prin creșterea taxei pe depozitare) pentru a descuraja depunerea la groapă.

Subvenții/credite verzi pentru instalații locale AD/compostare și pentru investiții în reciclare.

Scheme de garanție-returnare (SGR) pentru toate recipientele reutilizabile și ambalajele.

Măsuri fiscale (scutiri, deduceri) pentru companii care adoptă modele „product as service” sau care implementează simbioză industrială cu utilizare de materiale secundare.

D. Măsuri transversale (2025–2050)

Educație & comunicare pentru reducerea risipei alimentare și separare la sursă.

Cadrul legal – claritate în definirea fluxurilor, sancțiuni eficiente, transparență în EPR.

Monitorizare, raportare și MRV (measuring, reporting, verification): integrarea măsurilor CE în rapoartele de politici climatice (inclusiv în inventarul GHG, raportatul la UNFCCC).

6.4 Estimare costuri – finanțare și rentabilitate socială

Investiții inițiale estimate: aprox. 1 miliard EUR până în 2035 pentru infrastructură la scară națională (MRF, AD, composterii, închiderea depozitelor). Bugetul detaliat necesită studiu techno-economic regionalizat.

Surse de finanțare: fonduri UE (REPower, Cohesion, NextGeneration/Recovery), fonduri private/PPP, EPR-based revenues, taxe de depozitare.

Balanța cost-beneficiu: reducerea costurilor pe termen lung (gestionare depozite, sănătate), venituri din materiale secundare și energie (biogaz), locuri de muncă, reducerea vulnerabilității – ROI social și climatic pozitiv în 10–20 ani.

6.5 Indicatori de monitorizare (KPIs)

- Emisii CH₄ și CO₂ echivalente din sectorul Waste (t/yr) — inventar anual UNFCCC compatibil.
- Rata de reciclare municipală (%) și tonaj materiale secundare colectate.
- Procent biowaste tratat prin AD/compostare vs. depozitat.
- Număr depozite neconforme închise/rehabilitate.
- Număr locuri de muncă create în activități circulare.
- Economii nete externe (salut, mediu) estimate anual.

6.6 Plan de guvernanță și implementare

Faza 0 (0–6 luni): adoptare Politică-cadru la nivel de Guvern; creare celule interministeriale (Mediu, Finanțe, Economie, Dezvoltare Locală).

Faza I (6–36 luni): introducerea reglementărilor obligatorii (colectare separată, EPR extins), lansarea apelurilor de proiecte cu finanțare UE, protocoale MRV.

Faza II (3–10 ani): construcții infrastructură, programe de educație, închidere depozite neconforme.

Faza III (10–25 ani): consolidare, optimizare, integrare circulară în sectoarele industriale, revizuirile legislative.

6.7 Riscuri & măsuri de atenuare

Riscul de implementare politică insuficientă / întârziere legislativă → atenuare: angajamente clare în planuri naționale (ex. includere în Strategia națională 2030/2050).

Capacitate administrativă slabă la nivel local → atenuare: programe de asistență tehnică, consolidare resurse ARS/agenții județene.

Finanțare insuficientă → atragere fonduri UE, PPP, EPR.

Acceptare publică slabă → campanii educaționale, beneficii directe comunicate (reducere taxe locale, locuri de muncă).

6.8 Recomandări urgente

- Adoptare imediată a unei foi de parcurs naționale (2026–2035) pentru economia circulară cu ținte intermediare clare (de exemplu: 50% reducere depozitare biowaste până în 2035).
- Lansarea programului național de colectare separată a biowaste-ului și construcție capacități regionale AD/compostare.
- Extinderea EPR pentru ambalaje, textile și alte fluxuri critice cu targeturi de reciclare și reutilizare.
- Închiderea și remedierea depozitelor neconforme prioritare în 5 ani; captare biogaz obligatorie pentru depozitele actuale.
- Alocare de fonduri naționale și mobilizare fonduri UE pentru investiții; stimulente fiscale pentru economia circulară.

- Integrarea măsurilor de economie circulară în MRV/raportarea climatică națională (inclusiv contabilizarea evitărilor de emisii) pentru a susține obiectivele 2030/2050.

6.9 Concluzie

Gestionarea deșeurilor și trecerea la economia circulară reprezintă măsuri «win-win» cruciale: reduc emisii, sporesc reziliența la schimbările climatice, creează valoare economică locală și îmbunătățesc sănătatea publică. România are atât nevoia, cât și oportunitatea de a transforma un sector sub-utilizat într-un motor de decarbonare și creștere sustenabilă. Implementarea urgentă și coordonată a pachetului propus va produce rezultate cuantificabile până în 2035 și va pune România pe o traiectorie compatibilă cu neutralitatea climatică până în 2050.

6.10 Pași propusi către Președinție și Guvern

- Susținere politică pentru adoptarea foii de parcurs (Hotărâre de Guvern / Memorandum) și convocarea unei mese rotunde interministeriale în 30 de zile.
- Inițierea unui audit rapid (3 luni) pentru identificarea depozitelor neconforme prioritare și a capacităților AD/compost necesare (studiu tehnico-economic).
- Solicitarea Comisiei Europene a accesului rapid la instrumentele financiare UE (REPower, coeziune, Fond de Modernizare) pentru proiecte pilot.

Capitolul 7 – Energie și stocare

7.1 Context energetic și provocări climatice

România deja se confruntă cu o creștere medie a temperaturii de 2,71 °C față de perioada preindustrială, ceea ce afectează fluxurile de apă, productivitatea hidrocentralelor și siguranța rețelei electrice. Fenomenele meteorologice extreme (secete prelungite, valuri de căldură, ploi torențiale) reduc fiabilitatea surselor de energie și pun presiune pe infrastructura existentă.

România se află într-un moment de inflexiune energetică majoră. Tranziția către un sistem energetic decarbonizat, digitalizat și descentralizat presupune integrarea accelerată a surselor regenerabile (solar, eolian, biomasă, geotermal), dar și dezvoltarea masivă a capacităților de stocare a energiei — pentru echilibrarea rețelei, asigurarea stabilității sistemului și creșterea rezilienței energetice.

În prezent, capacitatea de stocare a României este insuficientă (<1% din totalul producției anuale de energie). În paralel, există tensiuni între obiectivele de securitate energetică și nevoia de protejare a patrimoniului natural – în special a râurilor libere și a ecosistemelor acvatice.

Pentru a evita o polarizare între „dezvoltare” și „conservare”, prezentul Memorandum propune un cadru de colaborare reală și permanentă între instituțiile publice, sectorul privat și societatea civilă, astfel încât România să poată construi o strategie coerentă de stocare durabilă până în anul 2050.

Provocări specifice:

Hidroenergie: debitul râurilor scade în perioadele secetoase, reducând capacitatea de producție și de reglaj al sistemului. Debitul scăzut afectează și centralele nucleare care utilizează apă pentru răcire.

Nuclear: retehnologizarea Centralei Cernavodă presupune ~19 miliarde euro + TVA, fără garanția că debitul scăzut de apă nu va limita funcționarea pe termen lung.

Stocarea energiei: lipsa sistemelor de stocare la scară mare limitează integrarea surselor regenerabile intermitente (eolian, solar).

7.2 Stocarea prin hidrocentrale cu acumulare prin pompaj (CHEAP)

CHEAP-urile reprezintă soluția cea mai fezabilă economic și ecologic pentru stocare la scară mare în România:

Avantaje:

- Eficiență energetică: 70–85% (energie stocată vs. consumată pentru pompare).
- Flexibilitate: răspunde rapid la variațiile cererii și la fenomene extreme.
- Durabilitate: viață utilă >50 ani, cu impact relativ mic asupra mediului dacă este proiectată corect.

Aspecte ecologice și sociale:

- Impunere de limite privind suprafața inundată și protejarea habitatelor sensibile.
- Studiile de impact trebuie să includă migrația peștilor, biodiversitatea râurilor și managementul sedimentelor.
- Integrarea CHEAP cu microhidrocentrale și soluții fotovoltaice pe lacuri existente maximizează eficiența.

Exemplu de cuantificare comparativă:

- Investiția în retehnologizarea Cernavodă: ~19 miliarde euro.
- Crearea unui parc de CHEAP cu putere echivalentă ($\approx 700\text{--}800$ MW) + capacitate de stocare: maxim 12 miliarde euro, cu reducere semnificativă a riscurilor legate de secetă și răcire.

7.3 Strategii pentru tranziția energetică

Optimizarea mixului energetic: creștere ponderii regenerabilelor cu stocare prin CHEAP și baterii de mare capacitate.

Rețele inteligente: integrarea sistemelor smart grid pentru redistribuirea energiei în funcție de cerere și disponibilitate.

Eficiență energetică: reducerea consumului prin modernizarea clădirilor publice și industriale.

Scenarii adaptative: evaluarea anuală a debitului râurilor, temperaturilor și producției hidro pentru ajustarea planului energetic național.

7.4 Cost-beneficiu și impact

Soluție	Investiție (mld €)	Putere (MW)	Riscuri climatice	Durata de viață (ani)
Cernavodă 1+2(retehnologizare)	19	700	depinde de apă	30
CHEAP (700–800 MW, stocare inclusă)	14	1200	scade dependența de debit	80
Fotovoltaic + CHEAP combinat	15	1300	ridică reziliența	25-80

Observație: din perspectiva adaptării la schimbări climatice, CHEAP cu capacitate de stocare și integrare cu solar/eolian oferă cel mai bun raport cost-beneficiu și cel mai redus risc pentru rețeaua energetică națională.

7.4.1 Scenariul (ideal) pentru decarbonizarea totală a României

Dacă România renunță complet la energia nucleară și la toți combustibilii fosili (decarbonizare completă a sectorului electric), atunci pentru a asigura un sistem electric sigur, accesibil și compatibil cu traiectorii 1.5°C se impun următoarele obiective:

- 2035 (scenariu ambițios de decarbonizare, electrificare moderată): aproximativ 30–40 GW fotovoltaic și 12–18 GW eolian instalate, cu un parc CHEAP total de 4–8 GW putere și 32–192 GWh de capacitate energetică (durate 8–24 h, agregat).
- 2050 (scenariu net-zero, electrificare avansată): aproximativ 34–46 GW fotovoltaic și 24–36 GW eolian (interval în funcție de offshore vs onshore și eficiența politicilor de eficiență), cu CHEAP agregat de 8–16 GW putere și 87–384 GWh energie stocabilă (8–24 h). Aceste cifre reflectă necesitatea de a înlocui complet producția pe bază de combustibili fosili și de a compensa variabilitatea regenerabilelor.

Ipoteze și principii

Consum de referință (trend electrificare):

- 2024 ≈ 45 TWh/an (punct de referință)
- 2035 ipotetic: 55–65 TWh/an (punct de referință 60 TWh) — creștere moderată prin electrificare transport/încălzire.

- 2050 ipotetic: 80–110 TWh/an (punct mediu 95 TWh) — electrificare extinsă.
- Fără combustibili fosili sau nuclear: toți TWh necesari vor fi produși de PV + eolian (+ aport minor din hidro convențional existent).

Factori de capacitate (CF) anuali folosiți:

- PV utility: ~14% (0.14) — valoare medie anuală pentru România.
- Onshore wind: ~28% (0.28).
- Offshore Black Sea: ~35–45% — reduce mult GW necesari.
- Stocare PSH: round-trip efficiency ~75%; PSH se va folosi pentru balansare zilnică + perioade fără vânt/soare (nu este singura soluție pentru stocare sezonieră — pot fi necesare hibride cu hidrogen sau importuri în perioade excepționale). Studii arată că există posibilități de PSH în România, dar extinderea la scară mare are constrângeri geografice și de cost.

Am inclus în calcule o marjă de rezervă/curtailment ~10% pentru flexibilitate/erori de prognoză.

Metodologie

- Pornim de la cererea anuală netă (TWh). Alegem % din cerere acoperit exclusiv din PV+vânt (pentru decarbonizare completă, ~95–100%).
- Calculăm energia anuală necesară din regenerabile incluzând pierderile PSH (25% din fluxul stocat) și curtailment (10%).
- Convertem energia anuală în GW instalat cu formula:

$$GW = TWh/an \times 10^3 / CF \times 8760$$

Estimăm necesarul PSH în putere (GW) și energie stocată (GWh) luând în calcul durate posibile de 8–24 ore pentru acoperire diurnă/nocturnă și agregare pentru perioade mai lungi.

Calcul sumar

1) 2035 — scenariu decarbonizare completă, consum 60 TWh, sursele regenerabile acoperă 95%

Energie din PV+vânt (incl. pierderi/curtailment): ≈ 65.6 TWh/an.

Split exemplu 50% wind / 50% solar $\rightarrow$ produce:

PV: $\approx 26\text{--}28$ GW instalat.

Wind (onshore): $\approx 12\text{--}14$ GW instalat.

PSH: 4–8 GW putere cu 8–24 h (32–192 GWh).

2) 2050 — scenariu decarbonizare completă, consum 95 TWh, sursele regenerabile acoperă 95–100%

Energie din PV+vânt: $\approx 103\text{--}110$ TWh/an (inclusiv pierderi/curtailment).

Split exemplar 60% wind / 40% solar (valorificând offshore posibil):

Wind: $\approx 24\text{--}36$ GW (dacă multe offshore, spre partea inferioară).

PV: $\approx 34\text{--}46$ GW.

PSH: 8–16 GW putere cu 8–24 h ($\approx 87\text{--}384$ GWh).

Interpretare: pentru 2050, în absența oricărui sistem de producție cu combustibil fosil sau nuclear, capacitățile PV+wind trebuie să fie la zeci de GW — o multiplicare semnificativă față de nivelul actual. Aceste estimări sunt în linie cu scenariile IEA/IEA Net-Zero care plasează solar+wind ca majoritatea generării electrice în 2050 în scenariile net-zero.

Decarbonizarea completă (fără nuclear nou și fără combustibili fosili) este tehnic posibilă, dar implică o scalare masivă a PV și vântului (zeci de GW) și investiții considerabile în stocare PSH (zeci–sute de GWh). Planificarea, modelarea orară și prioritizarea proiectelor cu impact ecologic minim (ex. PSH closed-loop, offshore planificat, PV pe suprafețe deja antropizate) sunt esențiale pentru a face această tranziție acceptabilă și realizabilă.

7.5 Recomandări

- Prioritizarea investițiilor în stocare și regenerabile față de re tehnologizarea centralelor nucleare.
- Implementarea unui program național de CHEAP, cu evaluări periodice ale impactului asupra biodiversității și resurselor de apă.
- Dezvoltarea de modele predictive integrate pentru debitul râurilor, producția hidro și consumul de energie, adaptate la scenariile climatice până în 2035 și 2050.

La problemele enunțate la 7.1 se adaugă mentalitatea conservatoare a guvernării din România care este o amenințare fatală pentru siguranța României. În acest context considerăm că este crucial a se realiza de urgență un memorandum pentru colaborare public–privat–societate civilă în domeniul stocării durabile a energiei în România (2025–2050)

7.5.1 Obiective strategice ale memorandumului

- Dezvoltarea unei Strategii Naționale de Stocare a Energiei (2025–2050), elaborată și implementată în mod colaborativ.
- Promovarea soluțiilor de hidroacumulare prin pompaj (pumped-storage hydropower – CHEAP) cu impact ecologic minim și beneficii socio-economice maxime.
- Integrarea principiilor de durabilitate, transparență și participare publică în toate etapele de planificare, autorizare și implementare.
- Diversificarea mixului de tehnologii de stocare – baterii, hidrogen, termică latentă – complementare CHEAP.
- Asigurarea protecției ecosistemelor de apă și a conformității cu directivele europene (Cadru Apă, Habitate, EIA, Natura 2000).
- Crearea unui mecanism permanent de dialog tripartit care să transforme consultarea formală într-un proces de co-decizie.

7.5.2 Principii fundamentale

- Neutralitate tehnologică – adoptarea soluțiilor de stocare optime în funcție de condițiile locale.
- Nici o pierdere netă de biodiversitate (no net loss) – orice afectare ecologică trebuie compensată prin restaurare.
- Transparență și date deschise – toate studiile și deciziile publicate într-un registru național digital.
- Participare timpurie și continuă – comunitățile locale și ONG-urile implicate de la faza de planificare, nu doar consultare post-factum.

- Beneficii mutuale – dezvoltarea locală și conservarea naturii ca obiective complementare, nu opuse.
- Responsabilitate intergenerațională – investițiile de azi trebuie să asigure un sistem rezilient și echitabil pentru generațiile viitoare.

7.5.3 Structura de guvernare propusă

Platforma Națională pentru Stocarea Durabilă a Energiei (PN-SDE)

Organism consultativ și decizional tripartit, creat prin protocol interinstituțional, cu următoarea componență:

- Ministerul Energiei, Ministerul Mediului, ANRE, Administrația Națională „Apele Române”.
- Reprezentanți ai companiilor energetice publice și private (inclusiv din zona regenerabilă și CHEAP).
- Reprezentanți ai ONG-urilor de mediu, universităților și comunităților locale afectate/potențial beneficiare.
- Observatori independenți (Comisia Europeană, Banca Mondială, BERD, institute de cercetare).

Roluri și responsabilități

- Elaborarea și actualizarea Strategiei Naționale de Stocare.
- Evaluarea și prioritizarea proiectelor de CHEAP conform criteriilor de sustenabilitate.
- Monitorizarea implementării și publicarea rapoartelor anuale de progres.
- Medierea conflictelor și facilitarea acordurilor comunitare.

7.5.4 Criterii de selecție și evaluare a proiectelor

Impact asupra mediului:

- Amplasamente preferabil „off-river” sau pe infrastructuri existente.
- Evitarea ariilor protejate și a cursurilor de apă nefragmentate.
- Asigurarea debitului ecologic minim și a calității apei.

Viabilitate tehnică:

- Randament minim 75%, durată de viață >50 ani, flexibilitate operațională ridicată.

Beneficiu social:

- Crearea de locuri de muncă locale, modernizarea infrastructurii, investiții în comunități.

Transparență:

- Publicarea studiilor de impact, a costurilor și a datelor tehnice esențiale.

Plan de decommissioning:

- Restaurare ecologică sau reconversie la sfârșitul ciclului de viață.

7.5.5 Mecanisme de implementare

- Protocol de colaborare tripartit (guvern–privat–societate civilă) semnat public, cu angajamente concrete.
- Buget participativ energetic: procent fix (ex. 1–2%) din investițiile CHEAP direcționat către restaurare ecologică și educație locală.
- Proiecte pilot 2026–2030: dezvoltarea a 2–3 situri exemplare, selectate prin criterii de transparență.
- Monitorizare independentă: comisii tehnico-ecologice mixte, rapoarte publice anuale.
- Revizuire periodică: actualizare la fiecare 5 ani, în funcție de noile tehnologii și condiții climatice.

7.5.6 Etape și calendar orientativ

Etapă	Perioadă	Acțiuni principale
I. Inițiere	2025–2026	Semnarea Memorandumului, constituirea PN-SDE
II. Strategie & Criterii	2026–2027	Elaborarea Strategiei Naționale de Stocare
III. Proiecte pilot	2027–2030	Implementare CHEAP în locații prietenoase cu mediul
IV. Extindere	2030–2040	Scalare graduală a capacităților de stocare
V. Optimizare & Integrare	2040–2050	Integrare cu rețele inteligente și hidrogen verde

7.5.7 Beneficii anticipate

- Creșterea rezilienței energetice și a stabilității sistemului.
- Reducerea dependenței de combustibili fosili și emisii de CO₂.
- Protejarea ecosistemelor de apă și a biodiversității.
- Consolidarea încrederii publice în politicile energetice.
- Crearea unui model românesc de colaborare public–privat–societate civilă replicabil la nivel european.

7.5.8 Angajament comun. Semnatarii prezentului Memorandum își asumă:

- Respectarea principiilor de durabilitate, transparență și participare publică;
- Dezvoltarea responsabilă a proiectelor de stocare;
- Evitarea distrugerii ireversibile a cursurilor naturale de apă;
- Prioritizarea inovației și a restaurării ecologice;
- Raportarea periodică către public și către instituțiile europene.

7.5.9 Semnatari (exemple)

- Ministerul Energiei al României
- Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor
- Ministerul Economiei
- Asociația Română pentru Energie Curată (ARPEC)
- Coaliția Natura 2000
- ONG-uri implicate în energie (Agent Green, Bankwatch, DeClic, EcoCivica, EcoLegal, Greenpeace)
- Hidroelectrica SA
- RNP Romsilva
- Parteneri privați
- Universitatea Politehnica București – Institutul de Energetică
- Comunitățile locale din zonele pilot (ex. Cluj, Neamț, Gorj, Vâlcea)

Capitolul 8 – Agricultură și apă

8.1 Contextul actual

Creșterea medie a temperaturii cu 2,71 °C față de perioada preindustrială afectează deja agricultura și resursele de apă. Debitele râurilor sunt mai scăzute în perioada de vară, precipitațiile sunt neregulate, iar secetele și ploile torențiale devin tot mai frecvente.

Date relevante:

- Suprafața agricolă totală: ~14,8 milioane ha.
- Ponderea solurilor afectate de eroziune severă: 25–30% în unele regiuni.
- Rezervele de apă subterană scad cu aproximativ 5–10% anual în perioadele secetoase.

8.2 Fenomene meteorologice extreme

Secete severe prelungite:

- Reduc producția de porumb și floarea-soarelui cu 20–50% în zonele afectate.
- Cresc necesarul de irigare și consumul de energie pentru pompe și infrastructura agricolă.

Valuri de căldură:

- Cresc mortalitatea animalelor și riscul de incendii.
- Pot provoca pierderi de 10–30% în culturile sensibile la temperaturi >35°C.

Ploi torențiale și inundații:

- Eroziunea solului se accelerează, iar pierderile de nutrienți afectează fertilitatea.
- Pot distruge infrastructura agricolă (drumuri, poduri, canale de irigații).

8.3 Impact asupra resurselor de apă

Debite râuri și lacuri:

- Seceta reduce debitul râurilor principale cu 40–60% în lunile de vară, afectând atât irigațiile, cât și producția hidro.
- Lacurile de acumulare sunt supuse fluctuațiilor mari, ceea ce afectează agricultura și centralele hidro/nucleare care folosesc apă pentru răcire.

Ape subterane:

- Nivelul freatic scade, afectând fântânile și sistemele de irigații.
- În unele zone din Dobrogea și Oltenia, deficitul poate atinge 30–50%.

8.4 Recomandări pentru adaptare în agricultură

Diversificarea culturilor:

- Reducerea suprafeței cultivate cu porumb sau floarea-soarelui în regiunile afectate de secetă.
- Introducerea plantelor mai termotolerante și rezistente la secetă: curmali, smochini, sorg, quinoa, migdal, leguminoase adaptate climatic și chiar înlocuirea parțială și etapizată a porumbului cu măslin și bumbac începând cu 2035 în sudul țării

Sisteme eficiente de irigații:

- Instalarea irigațiilor prin picurare și a sistemelor automate controlate climatic.
- Refacerea infrastructurii vechi de irigații pentru a reduce pierderile de apă.

Perdele forestiere și galerii de-a lungul cursurilor de apă:

- Plantarea de perdele și coridoare verzi pentru reducerea evapotranspirației și prevenirea eroziunii solului.
- Recomandat: 500.000–700.000 ha de perdele forestiere suplimentare la nivel național, integrate cu hărțile existente ale râurilor și pădurilor.

Conservarea solului:

- Tehnici de agricultură conservativă (ararea pe contur, acoperirea solului, mulching).
- Reducerea compactării solului prin limitarea traficului mecanizat pe teren umed.

Agricultură ecologică și regenerativă

- Subvenționarea net superioară din PAC și alte surse a agriculturii BIO și regenerative astfel încât cel puțin 50% din terenurile arabile din România să fie cultivate în aceste regimuri de agricultură până în 2050

Monitorizare și planificare:

- Implementarea unui sistem național de monitorizare a umidității solului și debitului apei pentru decizii agricole adaptive.
- Modelare anuală a producției în funcție de scenarii climatice pentru 2035 și 2050.

8.5 Previziuni 2035 și 2050

Indicator	2035 (scenariu pesimist)	2050 (scenariu pesimist)
Secetă severă	+40% ani afectati	+60% ani afectati
Debitul mediu râuri	-35–40%	-45–55%
Pierderi medii cultură porumb	30–50%	50–70%
Nivel ape subterane	-15–20%	-25–40%
Zone agricole vulnerabile	Sud, Sud-Est	Sud, Sud-Est și unele zone din centru

Observație: fără adaptare, pierderile agricole și deficitul de apă vor fi foarte mari, afectând securitatea alimentară și resursele de apă pentru populație și industrie.

8.6 Fezabilitate tehnică a atingerii pragului de 50% agricultură BIO până în 2050

Un scenariu gradual realist, cu finanțare PAC și investiții direcționate, ar putea arăta astfel:

An	Țintă suprafață bio	Pondere din total agricol	Observații
2025	~0,8 milioane ha	~5–6%	Situația actuală

2030	~1,5 milioane ha	~10%	Obiectiv realist în actuala PAC
2040	~3,0 milioane ha	~20%	Cu extinderea finanțărilor verzi și cerere internă crescută
2050	~4,5–5,0 milioane ha	≈50% din arabil	Posibil doar dacă se reformează profund PAC, se dublează cererea și se dezvoltă infrastructura bio

50% până în 2050 este teoretic posibil, dar condiționat de:

- Politici agricole coerente pe termen lung (nu doar 5 ani de PAC, ci 25 ani de continuitate).
- Investiții masive în procesare și lanțuri scurte bio (centre regionale, cooperative, distribuție).
- Stimularea pieței interne bio prin educație, etichetare, achiziții publice verzi (mâncare bio în școli, spitale, armată).
- Cercetare și formare profesională — extinderea sistemelor de consiliere agricolă specializate bio, adaptate pe regiuni.
- Mecanisme de compensare a riscurilor — asigurări bio, fonduri de tranziție, sprijin în anii de conversie.

Impacturi sistemice (pozitive și negative)

Pozitive:

- Reducerea substanțială a poluării solului, apei, aerului (nitrați, pesticide).
- Reducerea cheltuielilor în sistemul de sănătate prin creșterea sănătății publice
- Refacerea biodiversității agricole și a polenizatorilor.
- Creșterea rezilienței solului și a adaptabilității la schimbările climatice.
- Valorificare mai bună pe termen lung, stabilitate economică rurală.
- Scăderea emisiilor de gaze cu efect de seră cu $\approx 2,2 - 4,5 \text{ MtCO}_2\text{-eq/an}$, adică echivalentul procentual: $\approx 2-4\%$ din emisiile totale ale României sau $\approx 12-24\%$ din emisiile sectorului agricol

Negativ (gestionabil):

- Scăderea producțiilor medii la hectar (cu 20%) în fazele inițiale care se pot compensa dacă eliminăm risipa alimentară
- Posibil deficit de hrană vegetală și furaje convenționale.
- Necesitatea extinderii suprafețelor cultivate pentru același output (dacă cererea alimentară nu se reduce).
- Risc de importuri ieftine convenționale dacă piața internă bio nu se consolidează.

Concluzie: România ar putea ajunge la 50% teren arabil în agricultură ecologică până în 2050, dar numai dacă:

- se menține o strategie națională constantă de conversie pe termen lung (25–30 ani),
- PAC și fondurile verzi sunt direcționate prioritar către conversie, procesare și piață bio,
- se dezvoltă infrastructura agro-alimentară bio și piața internă,
- fermierii sunt sprijiniți real cu consiliere, certificare și stabilitate financiară.

Dacă aceste condiții sunt îndeplinite, România ar putea deveni un lider regional în agricultura ecologică, beneficiind de resursele sale naturale și de costurile de producție relativ reduse — dar nu printr-o tranziție rapidă, ci printr-una profund planificată, în etape de 10–15 ani.

Capitolul 9 – Orașe și locuibilitate

9.1 Context urban și provocări climatice

Creșterea temperaturii medii cu 2,71 °C față de perioada preindustrială afectează direct orașele României. Fenomenele extreme – valurile de căldură, furtuni violente și inundații – cresc vulnerabilitatea populației și infrastructurii urbane.

Date relevante:

Populație urbană: 55% din total (adică 10 milioane persoane).

Orașe mari: București, Cluj-Napoca, Timișoara, Iași, Constanța – expuse valurilor de căldură și inundațiilor.

Infrastructura veche (conducte, canalizare, transport) nu este dimensionată pentru fenomene extreme frecvente.

9.2 Fenomene extreme și impact

Valuri de căldură:

- București și celelalte orașe din sudul țării: temperaturi de 40–45°C în vară.
- Mortalitate anuală estimată: 1.000–2.500 persoane/val dacă nu se iau măsuri de adaptare.
- Creșterea consumului de energie pentru răcirea clădirilor (peste 25–30% pe timpul verii).

Inundații urbane și furtuni:

- Precipitațiile intense pot depăși capacitatea sistemelor de drenaj, provocând inundații stradale și pagube materiale mari.
- Clădirile vechi și infrastructura critică sunt expuse, inclusiv rețele electrice și centrale termice.

Secetă și deficit de apă:

- Rețeaua de alimentare cu apă poate fi afectată în orașele din sud și sud-est, cu riscul de raționalizare a apei.
- Pierderea vegetației urbane accentuează efectul de insulă de căldură.

9.3 Zone vulnerabile și posibile nelocuibilități

- Regiuni cu risc crescut de nelocuibilitate temporară sau permanentă până în 2050:
- Delta Dunării și zonele joase din Dobrogea – risc de inundații și creștere nivel mare al apei.
- București și zone din sud – valuri de căldură severe și deficit de apă.
- Timișoara și Arad – inundații flash din cauza precipitațiilor torențiale combinate cu sol impermeabil.

Populație expusă permanent nelocuibilității (realist-pesimist):

Estimare: aproximativ 200.000–300.000 persoane până în 2050, în special în zonele joase, litorale și urbane extrem de expuse la căldură și inundații.

9.4 Recomandări pentru orașe

- Planificare urbană adaptivă:
- Dezvoltarea de coridoare verzi, acoperișuri verzi și perdele de vegetație pentru răcire naturală.
- Interconectarea spațiilor verzi pentru a reduce efectul de insulă de căldură.
- Centuri verzi în jurul orașelor

Infrastructură rezilientă:

- Modernizarea sistemelor de canalizare și drenaj urban.
- Creșterea capacității rezervoarelor și a surselor alternative de apă.

Sistem de avertizare și protecție a populației:

- Alertare timpurie pentru valuri de căldură și inundații.
- Crearea de adăposturi climatice și puncte de răcire în orașe.

Management energetic urban:

- Reducerea consumului prin iluminat public inteligent și eficient.
- Promovarea energiei regenerabile pentru clădiri publice și rețele de răcire.

Planuri de relocare temporară și permanentă:

- Identificarea zonelor care pot deveni nelocuibile și planuri pentru mutarea populației vulnerabile.
- Program național de evaluare a expunerii populației la valuri de căldură și inundații.

9.5 Previziuni 2035 și 2050 (scenariu realist)

Indicator	2035	2050
Număr zile >35°C în București	25–35/an	40–60/an
Mortalitate anuală cauzată direct de valurile de căldură	1.000–2.500	2.500–5.000
Orașe cu risc major de inundații	8	12
Populație expusă nelocuibilității temporare	500.000	1–1,5 milioane
Populație expusă permanent nelocuibilității	80.000–120.000	200.000–300.000
Consum suplimentar energie pentru răcire	+20–30%	+40–50%

Observație: aceste estimări realiste sunt minime, dar chiar și așa orașele României riscă pierderi umane și economice semnificative. Investițiile în infrastructură, vegetație urbană și planuri de relocare devin prioritare pentru menținerea locuibilității și siguranței populației.

Capitolul 10 - Mediul de afaceri

10.1. Context și motivație

Schimbările climatice reduc productivitatea muncii, scăderea nivelului apelor subterane, și perturbarea lanțurilor de aprovizionare. Aceste fenomene generează pierderi economice semnificative, afectând competitivitatea și stabilitatea mediului de afaceri. Potrivit estimărilor Comisiei Europene și Băncii Mondiale, până în 2050 pierderile economice cauzate de lipsa adaptării climatice pot depăși 5–10% din PIB-ul României.

În absența unor măsuri structurale, climatul economic național riscă să devină vulnerabil, iar investițiile private se vor orienta către alte piețe mai stabile și mai bine pregătite climatic.

10.2. Scenarii plauzibile (2035 și 2050)

Scenariul 1 – Inerție (fără acțiune semnificativă)

Orizontul 2035:

- Pierderi anuale de până la 2% din PIB din cauza secetelor și întreruperilor lanțurilor de aprovizionare;
- În agricultură, randamentele culturilor scad cu 15–20% față de 2025 care déjà a fost un an cu pierderi mari;
- În industrie, costurile energetice cresc cu 30% datorită instabilității producției din surse regenerabile neacoperite de stocare;
- Asigurările și creditele devin mai scumpe din cauza riscurilor climatice crescute.
- Investițiile străine în România scad cu 30%

Orizontul 2050:

- Scăderea disponibilității apei cu până la 25% în sudul și estul țării;

- Pierdere competitivității în sectoarele agricole, textile, alimentare și transporturi;
- Migrație climatică internă (depopularea zonelor vulnerabile la secetă și inundații);
- Costuri economice estimate la 7–10% din PIB anual, cu efecte asupra stabilității macroeconomice și a ocupării forței de muncă.
- Investițiile străine în România scad cu 50%

Scenariul 2 – Adaptare strategică și tranziție verde

Orizontul 2035:

- Dezvoltarea unei economii de tranziție cu emisii reduse, bazată pe investiții verzi și digitalizare;
- Crearea a 100.000+ locuri de muncă în domeniul energiei regenerabile, al construcțiilor sustenabile și al agriculturii inteligente;
- Creșterea competitivității exporturilor verzi (produse cu amprentă redusă de carbon).

Orizontul 2050:

- economie neutră climatic, cu o intensitate energetică redusă cu 40% față de 2020;
- Rețele energetice integrate și reziliente, cu 30–40% capacitate de stocare;
- piață financiară verde matură, cu mecanisme de taxonomie climatică și fonduri private de investiții sustenabile.

10.3. Direcții strategice pentru un mediu de afaceri rezilient la schimbările climatice

A. Guvernanță și planificare

- Elaborarea unei Strategii Naționale pentru Reziliența Climatică a Economiei (până în 2026), integrată cu PNIESC și Strategia Națională de Adaptare.

- Crearea unei Unități de Coordonare Climatică Economică sub egida Președinției, cu rol de monitorizare a riscurilor climatice și a investițiilor sustenabile.

B. Finanțare sustenabilă

- Implementarea completă a Taxonomiei UE pentru finanțare durabilă, asigurând alinierea băncilor și companiilor la criterii ESG.
- Înființarea unui Fond Național pentru Reziliență Climatică a IMM-urilor, care să ofere granturi și credite verzi pentru adaptare și eficiență energetică.
- Emiterea de obligațiuni verzi suverane pentru proiecte de infrastructură durabilă și tranziție energetică.
- Crearea unui cadru de raportare climatică obligatorie pentru companiile mari și pentru instituțiile financiare.

C. Investiții în sustenabilitate

Prioritizarea investițiilor în:

- infrastructură de stocare energetică și rețele inteligente;
- agricultură de precizie și irigații sustenabile;
- eficiență energetică industrială și reciclare circulară a resurselor;
- inovare verde – stimulente pentru startup-uri de tehnologie climatică (cleantech).

Promovarea parteneriatelor public-private verzi (PPP verzi) pentru dezvoltarea infrastructurii cu amprentă redusă de carbon.

D. Educație și transformare culturală

Introducerea formării climatice pentru mediul de afaceri, prin camere de comerț, patronate și universități economice.

Crearea unui indice național de reziliență climatică care să măsoare adaptabilitatea sectoarelor economice la riscuri climatice.

10.4. Concluzie și apel

România are oportunitatea de a transforma riscul climatic într-un avantaj competitiv.

Un mediu de afaceri adaptat climatic nu este doar o necesitate ecologică, ci o condiție de securitate economică și investițională.

Solicităm Președinției României:

- Să susțină elaborarea unei viziuni prezidențiale pentru o Economie Rezilientă 2050, în colaborare cu mediul de afaceri, ONG-uri și mediul academic;
- Să promoveze, în Consiliul Suprem de Apărare a Țării, includerea specialiștilor în riscurilor climatice ca factor de securitate economică națională;
- Să sprijine consolidarea cadrului de finanțare sustenabilă, prin facilitarea accesului României la fonduri verzi europene și globale.

Capitolul 11 – Concluzii și recomandări generale

11.1 Rezumatul situației actuale

România se află deja într-un context de schimbări climatice accelerate, cu o creștere medie a temperaturii de 2,71 °C față de perioada preindustrială. Această încălzire a provocat deja:

Fenomenul de secetă prelungită, cu scăderea semnificativă a debitelor râurilor principale (Olt, Mureș, Argeș, Siret, Someș, Dunăre) și afectarea hidroenergiei și a ciclului de răcire al centralelor nucleare, inclusiv Cernavodă.

Valuri de căldură urbane, cu temperaturi ce depășesc +40 °C în orașele mari (București, Timișoara, Cluj-Napoca), crescând riscul de mortalitate în rândul populației vulnerabile (bătrâni, copii, persoane cu boli cronice).

Ploi torențiale concentrate pe perioade scurte și inundații locale, afectând infrastructura de transport și urbană.

Deficit de apă în sol și subteran, cu impact negativ asupra agriculturii și biodiversității.

Suprafață forestieră insuficientă pentru a regla microclimatele și pentru protecția solului împotriva eroziunii.

11.2 Previziuni climatice și socio-economice (scenariu realist)

Estimările pe baza modelului climatic global și a studiilor regionale (ex: EURO-CORDEX, INHGA) indică:

Indicator	2035	2050
Creștere medie temperatură	+3,1 °C	+3,8–4,0 °C
Număr zile cu +35 °C	20–30 zile/an	35–50 zile/an
Populație expusă la nelocuibilitate parțială (secetă, val de căldură, inundații)	1,2–1,5 milioane	2–3 milioane
Reducere randament porumb, floarea-soarelui	15–25%	30–50%
Debitul mediu anual Dunăre și afluenți	-15%	-20–25%

Pierderi potențiale în energie și agricultură	1,2–1,5 miliarde €/an	3–4 miliarde €/an
---	-----------------------	-------------------

Explicație metodologică: cifrele se bazează pe modelarea regională EURO-CORDEX pentru România (scenariu RCP8.5 adaptat la 431 ppm CO₂ actual), combinată cu date istorice de temperatură și precipitații din INHGA, ANM, FAO și modele de vulnerabilitate urbană.

11.3 Recomandări pentru adaptare și reziliență

11.3.1 Energie

Decarbonizare totală prin investiții majore în hidrocentrale cu acumulare prin pompaj (CHEAP) și înlocuirea abruptă a centralelor nucleare și a celor care folosesc combustibili fosili cu parcuri eoliene și fotovoltaice.

Optimizarea imediată a centralelor nucleare: reconsiderarea investițiilor majore (ex: retehnologizarea Cernavodă la 19 miliarde € + TVA) în favoarea descentralizării sistemului energetic național, creșterea stocării prin CHEAP și a microrețelelor energetice și stimularea cooperativelor energetice.

11.3.2 Agricultură și gestionarea apei

Diversificarea culturilor: trecerea de la porumb și floarea-soarelui la culturi adaptate secetei (smochini, curmali, leguminoase perene, cereale tolerante).

Irigare și retenție de apă: construcția de rezervoare mici și medii și modernizarea canalelor de irigații.

Agricultură de precizie: monitorizarea umidității solului și adaptarea calendarului de semănat la fenomenele meteorologice.

11.3.3 Orașe și locuibilitate

Zone verzi urbane și perdele arboricole: reducerea insulelor de căldură urbană, protejarea populației vulnerabile.

Planificare urbană climatică: construcții eficiente energetic, sisteme pasive de răcire și drenaj urban.

Protecția populației la valuri de căldură: centre de răcire, alertare timpurie, intervenții medicale rapide.

11.3.4 Păduri și biodiversitate

- Creșterea suprafeței împădurite: de la 29% la 40% teren forestier, cu galerii forestiere de-a lungul râurilor și interconectate ecologic.
- Specii termotolerante: fag, stejar pedunculat, castan comestibil, cer, specii mediteraneene adaptabile la temperaturi mai ridicate.
- Perdele forestiere de protecție: minim 50–70.000 ha pentru protecția solului și a infrastructurii critice.
- 10% din suprafața României strict protejată

11.3.5 Guvernanță și educație

- Crearea de consilii locale de adaptare la schimbări climatice.
- Implicarea ONG-urilor și sectorului privat în proiecte pilot.
- Educație publică privind riscurile climatice și soluțiile de adaptare.
- Finanțare sustenabilă pentru mediul de afaceri

11.4 Consecințele lipsei acțiunii

Agricultură: scăderi dramatice ale randamentelor și securitatea alimentară compromisă.

Populație: creșterea populației expuse la nelocuibilitate la >3 milioane până în 2050.

Energie: infrastructura hidro și nucleară neadaptată, costuri energetice crescute și întreruperi.

Ecosisteme: pierderi ireversibile de biodiversitate, degradarea solului și eroziune accentuată.

Mediul de afaceri și investițiile străine: compromise

11.5 Concluzie

România se află într-un punct critic: acțiunea integrată pe energie, apă, agricultură, deșeuripăduri și urbanism este obligatorie pentru menținerea locuibilității și rezilienței.

Scenariul realist indică că în absența măsurilor imediate impactul va fi catastrofal cu zone întinse din sud care vor putea deveni parțial nelocuibile, altele permanent nelocuibile, iar costurile economice și sociale vor fi foarte ridicate și chiar imposibil de acoperit.

Implementarea recomandărilor din memoriu capitol poate transforma criza climatică într-o oportunitate de modernizare sustenabilă a României.

Referințe și Bibliografie – Memoriu România 2035–2050

IPCC, AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Cambridge University Press, 2021.

EURO-CORDEX, Regional Climate Projections for Europe, 2022–2025.

INHGA – Date climatice istorice România 1961–2023, Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor.

ANM – Baza de date meteorologică România, 1961–2024.

V. L. Popescu et al., Projected Climate Changes in Romania under RCP4.5 and RCP8.5 Scenarios, Romanian Journal of Meteorology, 2022.

Limite planetare și resurse naturale

Rockström, J. et al., Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, Ecology and Society, 14(2):32, 2009.

Steffen, W. et al., Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet, Science, 347:1259855, 2015.

FAO, Climate Risk Atlas for Agriculture and Water, 2023.

UN Environment Programme, Global Environmental Outlook, GEO-6, 2019.

Apă și hidroenergie

INHGA, Rapoarte privind debitele râurilor și nivelul lacurilor de acumulare, 2020–2023.

European Environment Agency, Water Resources in Europe: Trends and Projections, 2022.

World Bank, Hydropower and Energy Storage Assessment Guidelines, 2021.

International Hydropower Association (IHA), Global Hydropower Status Report, 2023.

Energie și surse regenerabile

Ministerul Energiei România, Strategia Energetică Națională 2030, 2021.

IEA, World Energy Outlook, 2023.

European Commission, Energy Storage and Pumped Hydro Assessment, 2022.

C. Georgescu, Comparative Analysis of Nuclear vs Pumped Hydro Cost-Benefit in Eastern Europe, Energy Policy, 2022.

Agricultură și securitate alimentară

FAO, Global Agro-Ecological Zones and Climate Change Projections, 2023.

Popescu, I., Climate Change Adaptation for Agriculture in Romania, Journal of Agricultural Research, 2021.

European Commission, CAP Climate Adaptation Guidelines, 2022.

Aguilera, E., Guzmán, G. I., & Alonso, A. (2015). Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer.

Chiriaco, M. V., et al. (2022). A meta-analysis of greenhouse gas emissions from organic and conventional cropping systems. *Environmental Research Letters*.

Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*.

FAO (2021). Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM 3.0): Technical manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FiBL & IFOAM (2023). The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM Organics International.

IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2023). Sixth Assessment Report (AR6): Mitigation of Climate Change, Chapter 7 — Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). Cambridge University Press.

JRC (2022). European Soil Data Centre (ESDAC): Soil organic carbon and greenhouse gas fluxes in European agriculture. Joint Research Centre, European Commission.

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor (MMA) (2023). Inventarul național al emisiilor de gaze cu efect de seră – România, Raport către UNFCCC.

Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale (MADR) (2024). Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă a Agriculturii și Mediului Rural 2023–2030.

Organic Research Centre (2021). Carbon sequestration and greenhouse gas mitigation potential of organic farming systems.

Pe'er, G. et al. (2020). The EU's Common Agricultural Policy: Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services. Conservation Letters.

PNIESC România (2023). Planul Național Integrat Energie și Schimbări Climatice 2021–2030. Ministerul Energiei & MMA.

Röös, E., Sundberg, C., & Hansson, P. A. (2011). Reducing climate impact of organic food production: Scenarios for Sweden. Agricultural Systems, Elsevier.

Soane, B. D., Ball, B. C., & Smith, K. A. (2012). Soil organic matter in sustainable agriculture: balancing carbon sequestration and greenhouse gas emissions. Soil & Tillage Research, Elsevier.

UNFCCC (2023). National Inventory Submissions 2023: Romania – CRF Tables and National Inventory Report. United Nations Framework Convention on Climate Change.

Păduri și biodiversitate

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Strategia Forestieră Națională 2021–2030.

European Environment Agency, Forests and Biodiversity in Europe, 2022.

FAO, Global Forest Resources Assessment, 2020.

S. Munteanu et al., Climate-Resilient Forest Species for Romania, Forest Ecology and Management, 2021.

Urbanism și locuibilitate

UN Habitat, Urban Climate Resilience Guidelines, 2022.

European Commission, Climate Adaptation in Urban Areas, 2021.

Popa, R., Heat Waves and Urban Vulnerability in Romania, Romanian Journal of Urban Studies, 2022.

Fenomene meteorologice extreme și sănătate

WHO, Climate Change and Health Risk Assessment, 2022.

ANM, Extreme Weather Events in Romania, 1961–2023.

IPCC AR6 WGII, Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2022.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, Sixth Assessment Report (AR6), 2021–2023.
Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability.
Working Group III: Mitigation of Climate Change.

UNEP – United Nations Environment Programme, Adaptation Gap Report 2023 și Emissions Gap Report 2024.

World Bank, Climate Change Action Plan 2021–2025 și Country Climate and Development Report – Romania, 2023.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development, Climate Resilience and Economic Growth, 2022.

IEA – International Energy Agency, Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector (2023 Update).

European Environment Agency (EEA), Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2024.

European Commission – DG CLIMA, EU Climate Adaptation Strategy (2021).

European Commission, The European Green Deal (2019).

European Commission, Fit for 55 Package (2021).

European Central Bank (ECB), Guide on Climate-Related and Environmental Risks, 2020.

European Investment Bank (EIB), Climate Bank Roadmap 2025.

Eurostat, Climate and Energy Statistics for the EU and Member States, ediții anuale.

Administrația Națională de Meteorologie (ANM), Raport privind starea climei în România (2022) și Proiecții climatice regionale 2035–2050.

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Strategia Națională privind Schimbările Climatice și Creșterea Economică Bazată pe Carbon Redus (2022–2030).

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Planul Național de Adaptare la Schimbările Climatice (PNASC).

Ministerul Energiei, Planul Național Integrat Energie-Climă (PNIESC) 2021–2030, versiunea revizuită 2023.

Academia Română – Comisia pentru Schimbări Climatice și Dezvoltare Durabilă, Raport privind riscurile climatice pentru România, 2021.

Institutul Național de Statistică (INS), Date economice și de mediu 2010–2023.

Banca Națională a României (BNR), Studii și analize privind riscurile climatice în sistemul financiar, 2022–2024.

Consiliul Fiscal, Analize privind impactul economic al tranziției verzi în România, 2023.

Consiliul Investitorilor Străini, Raport anual privind investițiile și mediul de afaceri în România, 2023.

McKinsey & Company, Climate Risk and Response: Physical Hazards and Socioeconomic Impacts, 2020.

Deloitte, Sustainable Finance and ESG in Central and Eastern Europe, 2023.

PwC România, ESG Trends and Readiness in Romanian Companies, 2022.

Energy Policy Group (EPG), Romania's Energy Transition Monitor, 2023.

UNCTAD, World Investment Report, edițiile 2022–2024.

UNFCCC / Ministerul Mediului, România — Fourth Biennial Report of Romania under the UNFCCC (raport național, date sectoare GHG, incl. Waste).

Comisia Europeană — Romania — EU Climate Action country factsheet (factsheet 2023).

Ministerul Mediului (Guvernul României) — Long-Term Strategy for Reducing Greenhouse Gas Emissions — Romania (LTS 2023).

Guvernul României / documente strategice naționale — Planul pentru Economia Circulară / PAEC (document de politică și măsuri pentru economia circulară, 2022–2024).

European Environment Agency (EEA) — rapoarte privind beneficiile climatice ale economiei circulare și politicilor de waste management (ex. analiza EEA privind capturarea beneficiilor de mitigare prin măsuri de economie circulară).

IPCC — AR6 WG3 (Working Group 3) — capitole relevante privind materialele, produsele și circularitatea ca măsuri de atenuare (sineteze și concluzii științifice).

Banca Mondială — Country Climate and Development Report: Romania (analiză macro-economică și recomandări privind decarbonarea și tranziția verde).

Eurostat / Agenția Europeană de Mediu (date și analize) — statistici privind gestionarea deșeurilor, ratele de reciclare și depozitare în UE / România.

Rapoarte și studii științifice relevante (articole și revizuirii) — exemplu: lucrări publicate în reviste peer-review (MDPI și altele) privind inventarul emisiilor din deșeuri, modelarea emisiilor de CH₄ din depozite și eficiența tratamentelor biologice (AD/compostare).

Studii tehnico-economice naționale și analize sectoriale (rapoarte guvernamentale și consultanță) privind costurile și investițiile necesare pentru infrastructura de gestionare a deșeurilor (MRF, AD, compostare, închidere depozite).

Rapoarte Forest Europe / documente UE privind legătura între politici de mediu, gospodărirea resurselor și adaptare/mitigare în sectorul terestru (context mai larg al politicilor de mediu și climat).

Decarbonizare

Enerdata — Romania Power Production & Consumption, 2024.

European Commission — Romania: Final Updated National Energy and Climate Plan 2021–2030, 2024.

International Energy Agency (IEA) — Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, 2021.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) — Special Report: Global Warming of 1.5 °C (SR1.5), 2018.

International Renewable Energy Agency (IRENA) — Renewable Capacity Statistics, edițiile 2024 și 2025.

Popa, A., et al. — “Assessment of Pumped Storage Plants in Romania.” Energy Procedia, Elsevier, 2017.

IRENA — Solar Energy: Technology and Market Overview, 2024.

Mordor Intelligence — Romania Wind Energy Market Report, 2024–2025.

Strategic Energy Europe — Romania: 700 MW New Renewable Capacity Expected 2024–2025, 2024.

Quaranta, E., et al. — “European Pumped Storage Hydropower Capacity and Potential.” Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2024.



Reuters — EU Scrutiny and Offshore Wind Projects: Romania and Regional Developments, 2025.