Dunărea și schimbările climatice: Hidrologia Dunării și refacerea ecologică a zonelor umede

AUTORI

→ Mihai Adamescu
→ Vlad Amihăesei

INFO Află mai multe despre autori la sfârșitul acestui document.


©Unsplash

Cinci numere cheie despre Dunăre, lunci și biodiversitate

circa 20%
din producția de energie electrică a României a fost pusă în pericol în august 2026, când ambele reactoare de la Cernavodă au fost oprite din lipsă de apă de răcire.

47,3 mld. €
este câștigul suplimentar al restaurării accelerate a luncilor Dunării până în 2075, prin pagube evitate în agricultură, navigație și asigurări, azot reținut și carbon stocat.

169 de zile
ar putea ține, la sfârșitul secolului, cel mai lung episod neîntrerupt de ape mici pe Dunăre, față de 100 de zile în 2003 și 30 de zile cât ține în mod obișnuit.

2 luni
este perioada cu care ar putea fi devansat vârful anual de debit al Dunării sub RCP8.5 până în 2100, decuplând inundarea luncii de fereastra de reproducere a peștilor, amfibienilor și plantelor de luncă.

1%
din populația istorică de sturioni mai trăiește în Dunăre, deși au fost eliberați aproape 10 milioane de pui în ultimul deceniu.

Trei lucruri centrale din acest capitol

Vara lui 2026 a arătat limitele Dunării	Seceta a oprit ambele reactoare de la Cernavodă, iar modelele arată că episoadele de ape foarte mici vor fi tot mai dese: de la 18,1 la 47,2 zile pe an la Brăila până la sfârșitul secolului, în scenariul cu emisii ridicate.
Restaurarea luncilor merge de zece ori prea încet	Pe Dunăre se restaurează circa 2.500-3.000 de hectare pe an, față de peste 30.000 necesare, iar la 1 septembrie 2026 România nu depusese Planul Național de Restaurare a Naturii.
Lunca Dunării este infrastructură de securitate, nu doar conservare	În scenariul transformator, restaurarea ar aduce până în 2075 un beneficiu suplimentar de 47,3 mld. €, prin pagube evitate în agricultură, navigație și asigurări, reținerea azotului și stocarea carbonului.



Vulnerabilitatea hidrologică și capacitatea instituțională de adaptare

În vara lui 2026, debitele mici ale Dunării au determinat oprirea succesivă a reactoarelor de la Cernavodă. Unitatea 1 a fost oprită la 28 iulie, iar oprirea controlată a Unității 2 a început la 13 august, deoarece nu mai putea fi asigurat debitul necesar răcirii. Centrala furnizează, în mod obișnuit, aproximativ o cincime din electricitatea României. Episodul a arătat cât de direct depinde securitatea energetică de debitul Dunării (Nuclearelectrica, 27 iul. 2026; Nuclearelectrica, 13 aug. 2026; AP, 2026). În plan instituțional, la 1 septembrie 2026 a expirat termenul pentru transmiterea proiectelor planurilor naționale de restaurare a naturii către Comisia Europeană, iar România s-a numărat printre cele 22 de state membre care nu l-au respectat. Doar cinci dintre cele 27 de țări au transmis planul la timp. Ministerul Mediului a precizat că acesta era încă în elaborare (G4Media, 2026). Planul trebuie să identifice ecosistemele care necesită refacere, să specifice măsurile, să estimeze resursele necesare și să stabilească monitorizarea rezultatelor (Reg. (UE) 2024/1991). Cele două episoade sunt fața hidrologică și fața instituțională ale aceleiași probleme. Primul privește expunerea infrastructurii la fenomene extreme (în acest caz, seceta), în timp ce al doilea privește capacitatea instituțională de a pregăti măsuri durabile. Agricultura, navigația, alimentarea cu apă și ecosistemele folosesc același fluviu. Adaptarea lor trebuie planificată împreună, ținând seama de limitele resursei.

În timpul secetei au fost scufundate barje încărcate cu piatră pe brațul Bala, prin care o parte din apă este deviată spre brațul Borcea, ocolind Cernavodă. Intervenția urmărea dirijarea unei proporții mai mari din debit spre sectorul de la Cernavodă (Radio România Constanța, 2026). Redistribuirea apei între brațe poate răspunde unei nevoi imediate, dar nu mărește debitul total al Dunării și nu înlocuiește măsurile de adaptare la nivelul bazinului. Amenajările trebuie evaluate și prin efectele asupra habitatelor și conectivității fluviale. La nivelul zonelor umede, vulnerabilitatea la debite mici se manifestă prin reducerea alimentării din fluviu și restrângerea habitatelor acvatice. Apa se încălzește, concentrația oxigenului poate scădea, iar suprafețele necesare diferitelor specii pentru reproducere și hrănire se reduc. Presiunea climatică se suprapune astfel peste efectele îndiguirilor, desecărilor și regularizării albiei (Adamescu et al., în pregătire (a); Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003).

Obiectivele capitolului și studiile de referință

Capitolul folosește două studii realizate cu parteneri europeni în cadrul proiectelor Restore4Life și CROSSEU, finanțate prin programul european Horizon Europe. Primul studiu analizează modificarea debitelor Dunării la Brăila până la sfârșitul secolului folosind mai multe scenarii climatice și hidrologice. (Adamescu et al., în pregătire (a)) Al doilea evaluează o serie de traiectorii de refacere ecologică a zonelor umede din luncile bazinului Dunării, pentru perioada 2025–2075, precum și rezultatele lor ecologice și economice. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Ambele studii sunt manuscrise în curs de publicare, elaborate de echipe din care fac parte autorii; cifrele preluate din ele pot fi ajustate în urma evaluării de către alți specialiști. Împreună, ele permit discutarea presiunilor la care trebuie să ne adaptăm și a condițiilor în care restaurarea poate reduce vulnerabilitatea. În acest capitol, termenul „zone umede” desemnează ecosistemele a căror funcționare depinde de prezența permanentă sau sezonieră a apei. Sunt incluse bălțile, mlaștinile, canalele, suprafețele temporar inundate și pădurile umede. Lunca este unitatea geomorfologică în care se găsesc multe dintre aceste ecosisteme. Ea poate cuprinde și terenuri agricole ori suprafețe care au pierdut regimul de zonă umedă. Distincția permite separarea suprafeței potențial inundabile de habitatele care păstrează efectiv apă și funcții ecologice. Refacerea unei legături cu fluviul trebuie evaluată prin efectul asupra acestora (Convenția Ramsar, 1971; Tockner & Stanford, 2002).

Definiții

Zonă umedă — ecosistem a cărui funcționare depinde de prezența apei, permanent sau doar o parte din an: bălți, mlaștini, canale, terenuri inundate temporar, păduri inundabile.

Luncă — fâșia de teren joasă de-a lungul unui râu, formată din depunerile acestuia și inundată natural la ape mari. Poate cuprinde zone umede, dar și terenuri agricole sau păduri care nu mai sunt inundate.

Incintă îndiguită — suprafață din luncă sau din Deltă înconjurată de diguri, pentru a fi ferită de inundații și folosită pentru agricultură, piscicultură sau silvicultură.

Desecare — eliminarea apei dintr-o zonă umedă prin canale de drenaj și pompare, de obicei pentru a o transforma în teren agricol.

Conectivitate hidrologică — posibilitatea ca apa – și, odată cu ea, nutrienții, sedimentele și organismele – să circule între fluviu și luncă sau de-a lungul fluviului.

Reconectare — refacerea legăturii dintre fluviu și o zonă umedă izolată, prin breșe în dig, canale noi sau decolmatarea celor existente.

Restaurare ecologică (reconstrucție ecologică, renaturare) — ansamblul intervențiilor prin care un ecosistem degradat este ajutat să-și recapete structura și funcțiile. În acest capitol, termenii sunt folosiți aproape ca sinonime; „reconstrucție ecologică" este termenul consacrat în Delta Dunării.

Biocenoză — totalitatea organismelor (plante, animale, microorganisme) care trăiesc împreună într-un anumit loc și depind unele de altele.

Proiecții ale regimului hidrologic al Dunării la Brăila

Brăila este una dintre stațiile hidrometrice de referință ale Dunării Inferioare, situată înainte de intrarea fluviului în Deltă, astfel încât debitul de aici reflectă apa venită din cea mai mare parte a bazinului. Analiza realizată pentru această stație compară perioada de referință 1971–2000 cu intervalul 2070–2099. Șase combinații de modele climatice globale și regionale au alimentat același model hidrologic, E-HYPEgrid. Au fost evaluate două scenarii de emisii, RCP4.5 (intermediar) și RCP8.5 (emisii ridicate). Atât valorile pentru perioada de referință, cât și proiecțiile provin din simulări realizate cu aceleași modele, nu din măsurători, ceea ce face comparația coerentă, iar în RCP8.5 cele șase simulări indică aceeași direcție a schimbării, cu amplitudini diferite. (Adamescu et al., în pregătire (a)) Folosirea mai multor modele climatice arată cât de mult diferă rezultatele între ele. Pentru că toate trec prin același model hidrologic, incertitudinea legată de acesta nu este surprinsă de ansamblu. Debitul mediu anual spune prea puțin din aceste schimbări. Pentru captări, navigație și habitate contează de câte ori sunt depășite pragurile critice și cât durează episoadele (Milly et al., 2008).

Termeni hidrologici și climatici

Debit — volumul de apă care trece printr-o secțiune a râului într-o secundă, exprimat în metri cubi pe secundă (m^3/s). La Brăila, sub 3.000 m^3/s înseamnă ape foarte mici, iar peste 15.000 m^3/s, ape extreme.

Prag de debit — valoare sub sau peste care apar consecințe practice: navigația devine dificilă, captările nu mai pot prelua apă, digurile sunt puternic solicitate.

Secetă hidrologică — perioadă în care debitele și nivelurile râurilor scad mult sub normal. Nu coincide neapărat cu seceta meteorologică (lipsa ploilor), pe care o poate urma sau prelungi.

Viitură — creștere rapidă și temporară a debitului și a nivelului apei, provocată de ploi abundente sau de topirea zăpezii.

Scenariile RCP4.5 și RCP8.5 — traiectorii standard de evoluție a gazelor cu efect de seră, folosite în rapoartele IPCC. RCP4.5 corespunde unor emisii intermediare, cu politici climatice moderate; RCP8.5, unor emisii ridicate, fără reduceri semnificative.

Model climatic global / regional — program de calcul care simulează clima întregii planete (global) sau a unei regiuni, la rezoluție mai fină (regional). Ploile și temperaturile simulate alimentează apoi modelul hidrologic.

Model hidrologic (E-HYPEgrid) — model care transformă datele climatice în debite ale râurilor, ținând seama de sol, vegetație, zăpadă și relief. E-HYPEgrid este un model pan-european dezvoltat de Institutul Suedez de Meteorologie și Hidrologie (SMHI).

Termeni hidrologici și climatici

Ansamblu de simulări — set de rulări cu modele diferite pentru aceeași perioadă; dacă toate indică aceeași direcție de schimbare, încrederea în rezultat crește.

Evapotranspirație — apa care trece în atmosferă prin evaporare de la suprafața solului și a apei și prin transpirația plantelor.

Acvifer — strat subteran de roci sau sedimente care înmagazinează apă și o poate ceda izvoarelor, râurilor sau fântânilor.

Colmatare / decolmatare — umplerea treptată a unui canal sau lac cu sedimente, care îi reduce adâncimea și capacitatea de a transporta apă; decolmatarea este operațiunea inversă.



Frecvența și durata extremelor hidrologicet

În RCP8.5, numărul mediu anual de zile cu debit sub 3.000 m³/s crește de la 18,1 la 47,2. Numărul zilelor în care debitul depășește 15.000 m³/s crește de la 1,2 la 10,4. Pragul de 3.000 m³/s este relevant și pentru navigație. Schimbarea apare și la pragurile mai puțin severe. Zilele cu debit sub 4.800 m³/s cresc de la 89,9 la 127,7, iar cele cu debit peste 10.000 m³/s de la 40,6 la 72,1. RCP4.5 indică aceeași tendință, cu modificări mai reduse (Tabelul 1, Figura 1). (Adamescu et al., în pregătire (a)) Pragurile utilizate descriu condiții relevante pentru anumite funcții ecologice și folosințe ale apei. Consecințele depășirii acestor praguri diferă între sectoarele Dunării, iar nivelul corespunzător unui debit depinde de geometria albiei și de condițiile hidraulice locale. O captare poate deveni vulnerabilă înainte ca o zonă umedă învecinată să piardă legătura cu fluviul. Rezultatele de la Brăila trebuie transpuse în niveluri și durate specifice fiecărei zone, înainte de stabilirea măsurilor de intervenție. (Adamescu et al., în pregătire (a))

Categoria de debit	1971–2000	2070–2099 RCP4.5	2070–2099 RCP8.5
Debite foarte mici sub 3.000 m³/s	18,1	27,3	47,2
Debite mici sub 4.800 m³/s	89,9	97,7	127,7
Debite mari peste 10.000 m³/s	40,6	66,4	72,1
Debite extreme peste 15.000 m³/s	1,2	5,5	10,4

Tabel 1. Frecvența anuală medie a pragurilor de debit la Brăila
Sursa: Adamescu et al., în pregătire (a). Medii ale celor șase simulări, în zile pe an. Categoriile se suprapun, deoarece zilele sub 3.000 m³/s fac parte din cele sub 4.800 m³/s, iar zilele peste 15.000 m³/s din cele peste 10.000 m³/s. Valorile nu se însumează.

Cât de mult sunt solicitate digurile depinde de nivelul apei și de cât timp rămâne acesta ridicat: cu cât apele mari durează mai mult, cu atât apa se infiltrează mai adânc în corpul digului și îl îmbibă. Eroziunea poate agrava vulnerabilitățile existente. Creșterea numărului de zile peste 10.000 m³/s justifică evaluarea acestor solicitări pe fiecare sector. Efectele depind de starea lucrărilor, de succesiunea viiturilor și de posibilitatea evacuării apei din incintele îndiguite. Un prag de debit la Brăila nu descrie, singur, riscul de cedare al unui dig. (Adamescu et al., în pregătire (a)) Studiul estimează și o modificare a frecvenței anilor cu debite extreme. În RCP8.5, pragul de 15.000 m³/s este depășit la sfârșitul secolului în aproximativ patru ani din zece, față de mai puțin de unul din zece în perioada de referință. Acest indicator descrie frecvența anilor afectați, în timp ce Tabelul 1 descrie numărul mediu de zile.

Luncile conectate pot primi și stoca temporar o parte din apa viiturilor. Volumul disponibil pentru stocarea temporară a apei și poziția suprafețelor inundabile influențează propagarea undei de viitură. Reconectarea poate reduce expunerea unor zone și poate reface habitatele. La debite mici, scăderea nivelului Dunării poate întrerupe alimentarea bălților și canalelor. Captările, irigațiile și navigația sunt afectate la praguri specifice fiecărei zone. (Adamescu et al., în pregătire (a))

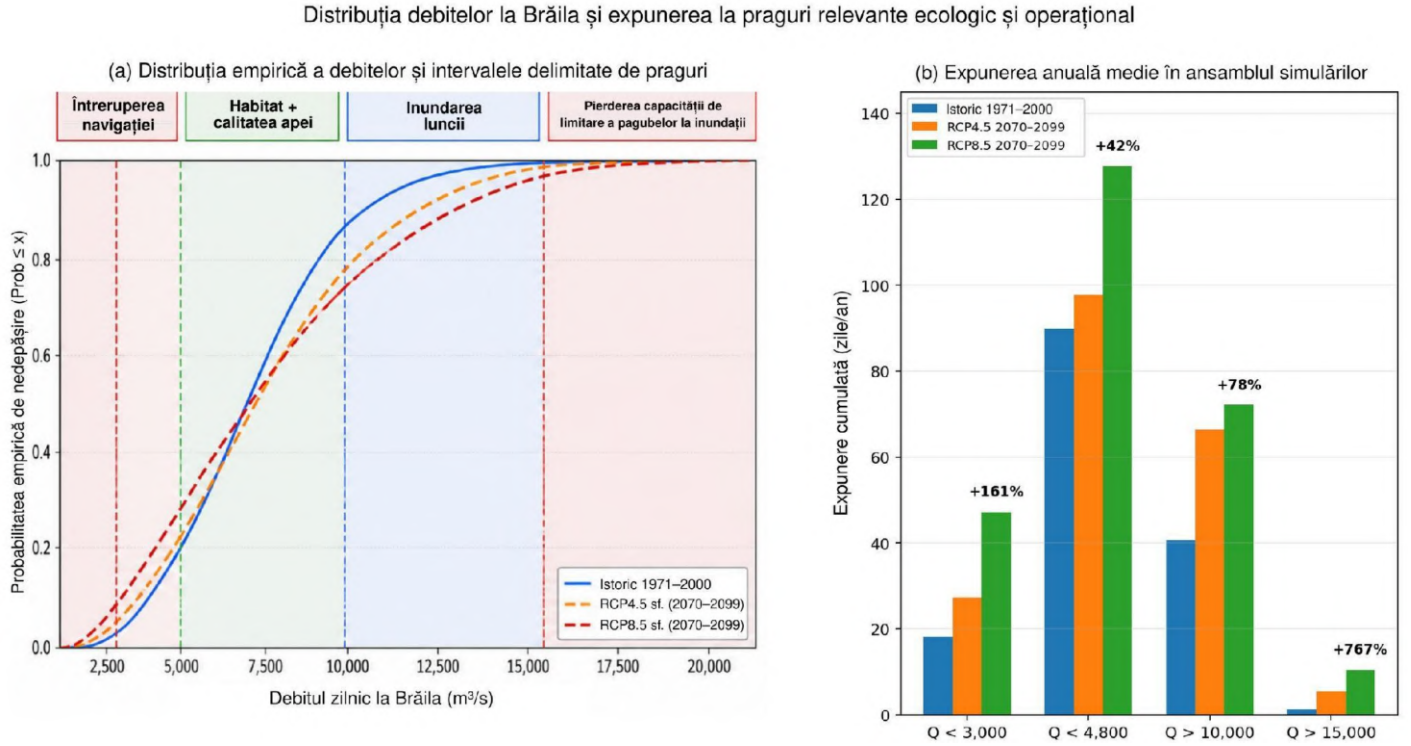


Figura 1. Distribuția debitelor și frecvența anuală a pragurilor hidrologice la Brăila. Comparație între 1971–2000 și 2070–2099. Procentele arată modificarea în RCP8.5 față de perioada de referință. Clasele sunt debite foarte mici, debite mici, debite mari și debite extreme, conform Tabelului 1. Sursa: Adamescu et al., în pregătire (a).

Durata secetei hidrologice influențează disponibilitatea apei și, implicit, funcționarea habitatelor din zonele umede. Proiecțiile pentru scenariul RCP8.5 indică o prelungire a episoadelor cu debite sub 3.000 m³/s. Durata medie crește de la 30 de zile în perioada de referință 1971–2000 la 43 de zile, iar durata maximă simulată crește de la 100 la 169 de zile (Figura 2). (Adamescu et al., în pregătire (a))

După întreruperea legăturii cu Dunărea, bilanțul de apă al zonelor umede depinde de aportul din precipitații, de schimburile cu apele subterane și de pierderile prin evapotranspirație. Alimentarea din fluviu se reia atunci când nivelul apei depășește cotele de intrare în canalele de legătură, însă colmatarea acestora și obstacolele hidrotehnice pot întârzia realimentarea. De multe ori, seceta hidrologică se suprapune peste o perioadă cu precipitații reduse și cu o cerere ridicată de apă pentru agricultură, iar pierderile prin evapotranspirație pot accentua diminuarea rezervelor de apă din sol și din zonele umede. În aceste condiții, o creștere de scurtă durată a debitului între două episoade de secetă poate fi insuficientă pentru refacerea rezervelor, astfel încât deficitul de apă să se mențină aproape continuu. Evaluarea vulnerabilității trebuie, prin urmare, să țină seama de durata și succesiunea acestor episoade. Pentru captări contează cât timp poate fi asigurată alimentarea, iar pentru zonele umede contează dacă intervalele de realimentare permit refacerea volumelor de apă și menținerea condițiilor necesare supraviețuirii organismelor (Adamescu et al., în pregătire (a); Magoulick & Kobza, 2003; Seneviratne et al., 2010).

a) Debite mici (debitul < 4.800 m³/s) b) Debite foarte mici (debitul < 3.000 m³/s)

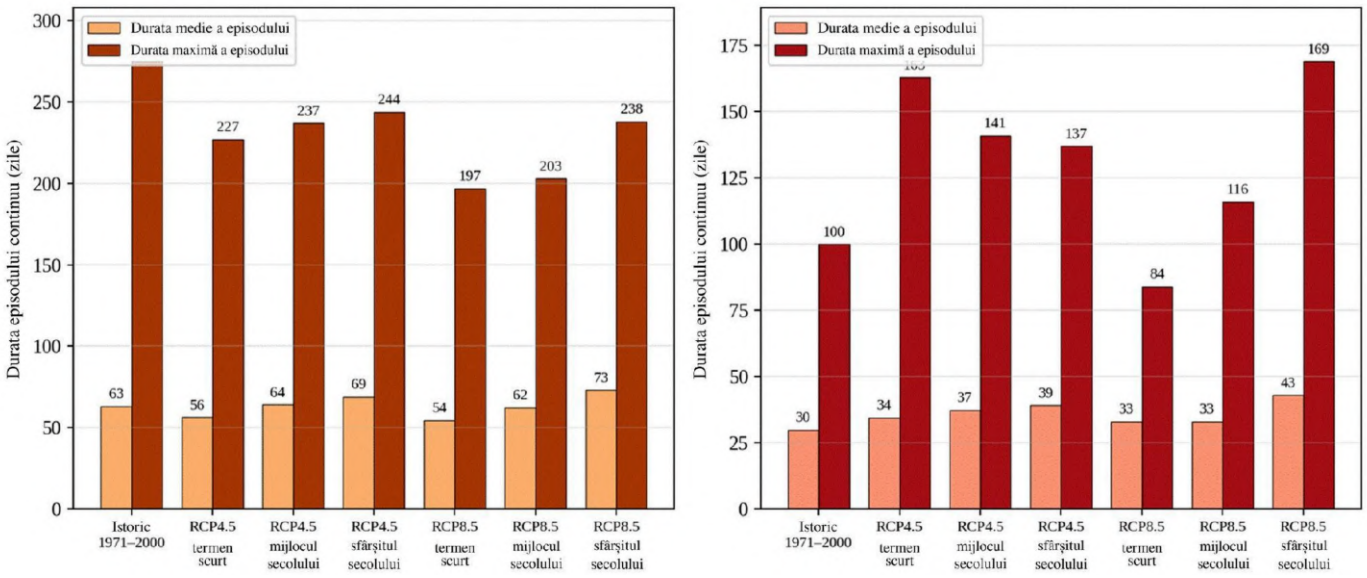


Figura 2. Durata episoadelor neîntrerupte cu debite mici și foarte mici la Brăila. Panoul a arată episoadele cu debit sub 4.800 m³/s, iar panoul b pe cele cu debit sub 3.000 m³/s. Sunt comparate 1971–2000, 2021–2050, 2041–2070 și 2070–2099. Barele reprezintă duratele medii și maxime simulate. Sursa: Adamescu et al., în pregătire (a).

Redistribuirea sezonieră a debitelor

Simulările pentru perioada de referință 1971–2000 plasează maximul debitului mediu lunar al Dunării la Brăila în luna mai, în timp ce proiecțiile pentru intervalul 2070–2099 indică deplasarea acestuia către aprilie în scenariul RCP4.5 și către martie în RCP8.5. În scenariul cu emisii ridicate, debitul mediu lunar din septembrie și octombrie scade sub 4.800 m³/s. (Adamescu et al., în pregătire (a)) Această redistribuire sezonieră poate modifica momentul și durata alimentării zonelor umede, cu efecte asupra funcționării ecosistemelor și a dinamicii sezoniere a biocenozelor. Evaluarea acestor efecte la nivelul fiecărui amplasament necesită corelarea debitelor de la Brăila cu nivelurile locale ale apei și cu cotele canalelor de legătură, precum și analiza regimului de inundare în raport cu temperatura apei și cu cerințele ecologice ale comunităților biologice. Inundarea unei suprafețe întinse poate avea un beneficiu ecologic limitat dacă momentul sau durata alimentării nu asigură condițiile necesare dezvoltării și persistenței biocenozelor. Același debit maxim lunar poate corespunde unor regimuri locale de inundare diferite, de aceea contează succesiunea inundării și a retragerii apei, durata condițiilor favorabile și conectivitatea dintre habitatele temporare și cele permanente (Adamescu et al., în pregătire (a); Tockner & Stanford, 2002).

Dinamica hidrologică și funcționarea ecologică a zonelor umede

Schimburile de apă dintre albie, bălți și suprafețele inundabile contribuie la funcționarea ecosistemelor de zonă umedă prin transportul nutrienților și menținerea legăturilor dintre habitate. Alternanța dintre inundare și retragerea apei creează condiții pentru dezvoltarea biocenozelor acvatice și pentru instalarea vegetației pe suprafețele expuse după retragerea apei. Frecvența și durata inundării, împreună cu gradul de conectivitate, diferențiază condițiile ecologice dintre amplasamente, astfel încât funcționarea unui complex de zone umede depinde de menținerea unui mozaic de habitate permanente și temporare (Tockner & Stanford, 2002).

Alegerea măsurilor de restaurare trebuie să pornească de la identificarea cauzelor degradării și a proceselor ecologice afectate. În funcție de configurația amplasamentului, restabilirea schimburilor de apă poate necesita deschiderea unei breșe în dig, amenajarea unei legături care să ocolească un obstacol, decolmatarea unui canal sau modificarea regimului de exploatare a unei amenajări existente. Intervenția trebuie raportată la un obiectiv ecologic explicit, precum refacerea inundării sezoniere, menținerea habitatelor acvatice în perioadele cu debite mici sau regenerarea vegetației autohtone. Evaluarea rezultatului presupune verificarea modului în care modificarea regimului hidrologic contribuie la refacerea funcțiilor ecologice urmărite și influențează structura și dinamica biocenozelor. Finalizarea lucrării hidrotehnice trebuie, prin urmare, urmată de monitorizarea acestor procese, pentru a stabili dacă obiectivul restaurării a fost atins (Adamescu et al., în pregătire (b); Tockner & Stanford, 2002).

Conectivitatea hidrologică și retenția apei în zonele umede

Îndiguirea și desecarea au redus suprafețele inundabile și au modificat schimburile de apă dintre râuri, soluri și acvifere. Inventarul din 1999, citat de Comisia Internațională pentru Protecția Fluviului Dunărea (ICPDR), indică o reducere a suprafeței luncilor conectate hidrologic din bazinul Dunării de la aproximativ 41.605 la 7.845 km², echivalentă cu pierderea conectivității pe circa 81% din suprafața istorică (ICPDR, 2021; Interreg Danube, 2021). Schimbările climatice afectează acest sistem deja transformat, în care reducerea umidității solului poate modifica și bilanțul energetic local. Atunci când evapotranspirația este limitată de lipsa apei, o proporție mai mare din energia disponibilă încălzește suprafața și aerul. Altfel spus, un sol uscat nu se mai poate răcori prin evaporarea apei. Temperaturile ridicate sporesc, la rândul lor, cererea evaporativă a atmosferei și pot accentua deficitul de apă și stresul termic. Pentru lunca Dunării, amploarea efectelor desecărilor asupra condițiilor termice trebuie evaluată în raport cu umiditatea solului și cu particularitățile climatice ale amplasamentelor (Seneviratne et al., 2010).

Evaluarea resurselor disponibile în perioadele de secetă presupune o distincție între capacitatea acumulărilor artificiale și retenția naturală a zonelor umede. Însumând volumele raportate în inventarul Global Dam Watch 2024 (calcul propriu), obținem aproximativ 24 km³ pentru 406 acumulări din bazin; pentru alte 210 structuri, volumul nu este precizat (Lehner et al., 2024). Cantitatea de apă care poate fi utilizată efectiv depinde de volumele stocate, de aporturile ulterioare și de regulile de exploatare, astfel încât capacitatea inventariată nu reprezintă integral o rezervă disponibilă pentru secetă. Cele două forme de retenție diferă prin distribuția lor spațială și prin modul de utilizare. Apa din acumulări poate fi gestionată controlat, în limitele tehnice ale amenajărilor, în timp ce apa reținută în sol și în depresiunile zonelor umede susține procesele ecologice locale. Compararea volumelor trebuie, prin urmare, completată cu bilanțuri de apă care să includă alimentarea, evacuarea și pierderile prin evapotranspirație, pentru a evalua cantitatea și durata disponibilității apei în perioadele de secetă (Tockner & Stanford, 2002; Lehner et al., 2024).

Retenția naturală include apa acumulată temporar pe suprafețele inundabile ale luncii în timpul viiturilor. Pentru viitura din 1897, naturalistul Grigore Antipa a estimat un volum de aproximativ 24 km³ în lunca Dunării Inferioare, dintre care 5,5 km³ în Balta Brăilei, estimare reluată de Constantinescu și colaboratorii (Constantinescu et al., 2015). Ca ordin de mărime, volumul este comparabil cu capacitatea însumată a celor 406 acumulări cu volum cunoscut din întregul bazin. Persistența acestui volum depinde de scurgere, infiltrație și evapotranspirație, astfel încât apa reținută în timpul unei viituri nu constituie integral o rezervă pentru lunile secetoase. Pentru compararea ordinelor de mărime, aplicarea unei adâncimi medii ipotetice de 1 m la suprafețele raportate de inventarul citat de ICPDR conduce la un volum de inundare de 41,6 km³ pentru suprafața istorică și de 7,8 km³ pentru cea inventariată în 1999 (Figura 3) (ICPDR, 2021; Interreg Danube, 2021). Calculul privește apa acumulată la suprafața terenului și permite compararea volumelor corespunzătoare celor două suprafețe pentru aceeași adâncime medie presupusă. Evaluarea retenției efective presupune și analiza fluxurilor hidrologice, a stocurilor de apă din sol și din acvifere și a duratei de menținere a apei în zonele umede.

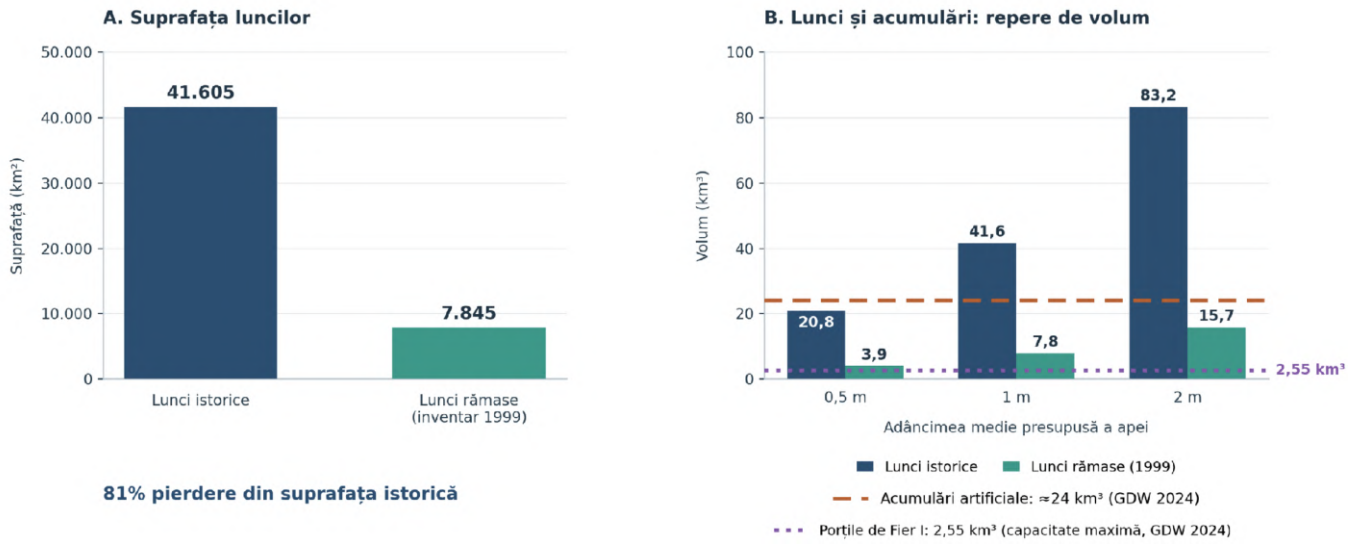


Figura 3. Suprafața luncilor și repere de volum pentru stocarea apei în bazinul Dunării. Panoul A compară suprafața istorică și inventarul din 1999. Panoul B prezintă volume ipotetice la adâncimi medii de 0,5–2 m și capacități inventariate ale acumulărilor. Apa din sol și acvifere este exclusă din calculul pentru lunci. Surse: ICPDR, 2021; Interreg Danube, 2021; Lehner et al., 2024, calcule proprii.

Restaurarea zonelor umede poate contribui la refacerea capacității naturale de retenție a apei în bazinul Dunării, prin restabilirea schimburilor de apă cu rețeaua fluvială și menținerea apei în habitate. Efectele asupra alimentării acviferelor depind de condițiile hidrogeologice ale fiecărui amplasament. Pentru reducerea vulnerabilității la secetă și inundații, măsurile de restaurare trebuie coordonate la nivelul bazinului și corelate cu regimul de exploatare a acumulărilor și cu gestionarea celorlalte folosințe ale apei (Tockner & Stanford, 2002; Climate-ADAPT (AEM)).

Regimul hidrologic și dinamica biocenozelor din zonele umede

Regimul hidrologic influențează structura și dinamica biocenozelor prin modificarea disponibilității habitatelor și a condițiilor necesare dezvoltării organismelor. Mozaicul de habitate permanente și temporare, cu grade diferite de conectivitate, susține comunități biologice cu cerințe ecologice distincte (Tockner & Stanford, 2002). În habitatele acvatice, succesul reproducerii și supraviețuirea noilor generații depind de momentul inundării, de temperatura apei și de durata menținerii condițiilor favorabile. De exemplu, știuca și crapul folosesc zonele umede pentru reproducere, iar habitatele puțin adânci oferă hrană și adăpost puietului (Górski et al., 2011; Chizinski et al., 2016). Retragerea rapidă a apei poate întrerupe accesul la aceste habitate sau le poate izola, iar secarea și deficitul de oxigen pot reduce supraviețuirea juvenililor. Mai mulți ani cu succes reproductiv redus sau cu mortalitate ridicată în stadiile juvenile pot conduce la diminuarea efectivelor populațiilor, chiar dacă adulții continuă să fie prezenți (Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003). Pentru amfibieni, durata menținerii apei trebuie să permită dezvoltarea până la metamorfoză, însă conectarea permanentă a habitatelor temporare poate favoriza instalarea peștilor prădători și modifica relațiile dintre specii. Restaurarea trebuie să păstreze această diversitate hidrologică, în raport cu cerințele biocenozelor de pe fiecare amplasament (Smolinský et al., 2020).

În ecosistemele forestiere ale zonelor umede, regenerarea depinde de succesiunea condițiilor hidrologice pe parcursul germinării și dezvoltării puieților. Salciile și plopii germinează pe suprafețe umede, recent expuse prin retragerea apei, dar supraviețuirea puieților necesită menținerea accesului rădăcinilor la apă. O scădere rapidă a nivelului apei îi poate usca. Arborii maturi pot rezista în timp ce regenerarea se reduce, astfel încât degradarea pădurii devine vizibilă abia după mai mulți ani (Karrenberg et al., 2002).

Acolo unde pădurile naturale coexistă cu plantații clonale de plop, cum este cazul în Balta Mică a Brăilei, refacerea compoziției autohtone a arboretelor trebuie raportată la regimul de inundare și la disponibilitatea locală a apei (OIEau, 2025). Plopii pot utiliza apa subterană (Zhang et al., 1999), astfel încât influența plantațiilor asupra habitatelor învecinate trebuie evaluată prin măsurători locale, în raport cu densitatea și vârsta arborilor, caracteristicile clonelor, realimentarea acviferului și bilanțul de apă al amplasamentului.

Modificările biocenozelor acvatice au consecințe și pentru ecosistemele terestre, prin relațiile trofice care leagă cele două medii. Insectele care își desfășoară o parte a ciclului de viață în apă sunt o resursă alimentară pentru păsări, lilieci și alte animale riverane, astfel încât reducerea habitatelor acvatice poate modifica abundența și disponibilitatea sezonieră a acestei resurse (Baxter et al., 2005). Diminuarea efectivelor populațiilor de pești poate afecta, la rândul ei, resursa piscicolă utilizată de comunitățile locale, amploarea consecințelor depinzând de persistența modificărilor ecologice și de regimul de exploatare (Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003).

În acest context, evaluarea restaurării trebuie să urmărească aceste procese la nivelul întregului ecosistem, prin corelarea observațiilor asupra biocenozelor cu momentul inundării, durata menținerii apei și conectivitatea habitatelor. Supraviețuirea stadiilor juvenile, regenerarea naturală a vegetației și evoluția structurii comunităților biologice permit aprecierea capacității habitatelor restaurate de a susține reînnoirea populațiilor și persistența funcțiilor ecologice refăcute după secete sau alte perturbări hidrologice (Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003; Karrenberg et al., 2002; OIEau, 2025).



Termeni ecologici

Puiet, juvenili — peștii (sau alte organisme) tineri, în primele stadii de viață, înainte de maturitate.

Recrutare — numărul de indivizi tineri care supraviețuiesc și se adaugă populației adulte; arată capacitatea unei populații de a se reînnoi.

Metamorfoză — transformarea larvei în adult la amfibieni (de exemplu, a mormolocului în broască).

Refugiu ecologic — habitat care rămâne favorabil (cu apă, oxigen și temperatură adecvate) în timpul unei perturbări și din care organismele pot recoloniza apoi suprafețele refăcute.

Relații trofice — legăturile de tip „cine pe cine mănâncă” dintr-un ecosistem.

Eutrofizare — îmbogățirea excesivă a apei cu nutrienți (azot, fosfor), care duce la înmulțirea algelor și, după descompunerea acestora, la lipsa oxigenului.

Hipoxie — concentrație foarte scăzută a oxigenului dizolvat în apă, care poate provoca moartea peștilor și a altor organisme.

Denitrificare — proces prin care bacteriile din solurile și sedimentele umede transformă nitrații în azot gazos, care părăsește apa.

Specie invazivă — specie ajunsă, prin intermediul omului, în afara arealului ei natural, care se răspândește rapid și afectează speciile locale (de exemplu, peștele Perccottus glenii sau arbustul Amorpha fruticosa).

Plantație clonală — plantație de arbori identici genetic (de obicei plopi hibrizi), obținuți din butași și cultivați pentru lemn.


©Carmen Nicolae

Calitatea apei și conectivitatea ecologică a zonelor umede

Izolarea sezonieră a unor zone umede face parte din dinamica lor naturală, însă prelungirea acesteia în timpul secetei poate diminua volumul de apă și deteriora condițiile necesare menținerii biocenozelor. Adâncimea, umbrirea și alimentarea subterană influențează atât persistența apei, cât și condițiile fizico-chimice ale habitatului. Creșterea temperaturii reduce solubilitatea oxigenului, în timp ce respirația organismelor și descompunerea materiei organice consumă oxigenul disponibil. Deficitul de oxigen poate afecta peștii și nevertebratele înainte ca zona umedă să sece, iar zonele mai adânci rămân refugii doar dacă păstrează o temperatură și o oxigenare adecvate (Magoulick & Kobza, 2003).

Calitatea apei poate rămâne afectată și după reluarea alimentării, deoarece uscarea și reinundarea modifică procesele biogeochimice din sedimente. Experimentele de laborator cu sedimente din lunca Dunării au arătat că uscarea prelungită poate intensifica eliberarea fosforului după revenirea apei. (Schönbrunner et al., 2012 ↗) Sedimentele și materia organică acumulată pot deveni astfel surse de nutrienți, care pot favoriza dezvoltarea algelor și consumul ulterior de oxigen. Aceste presiuni se pot suprapune peste aporturile de poluanți din exterior; pentru un aport constant de poluanți, reducerea debitului poate crește concentrațiile acestora, în funcție de retenția și transformarea substanțelor în habitat. Evaluarea reconectării trebuie să includă calitatea apei de alimentare, starea sedimentelor și timpul de rezidență al apei, iar intervențiile trebuie corelate cu reducerea surselor de poluare (Tockner & Stanford, 2002; Schönbrunner et al., 2012). Monitorizarea de după realimentare trebuie să urmărească nutrienții și variațiile oxigenului dizolvat pe întregul ciclu zilnic, inclusiv deficitele nocturne, iar interpretarea răspunsului biocenozelor trebuie corelată cu starea anterioară intervenției și cu evoluția condițiilor hidrologice (Magoulick & Kobza, 2003; Schönbrunner et al., 2012).

Zonele umede persistente, inclusiv cele mai adânci, și habitatele alimentate subteran pot constitui refugii ecologice și surse de recolonizare a suprafețelor reinundate, în măsura în care păstrează o calitate a apei compatibilă cu cerințele organismelor. Secetele prelungite pot reduce numărul și suprafața acestor refugii, limitând atât supraviețuirea organismelor, cât și posibilitățile de recolonizare (Magoulick & Kobza, 2003). Unele plante și nevertebrate pot persista prin semințe, ouă sau alte forme de rezistență, însă refacerea biocenozelor depinde de durata condițiilor favorabile după reinundare. Dacă aceste intervale sunt prea scurte pentru dezvoltarea și reproducerea noilor generații, pierderile se pot acumula de la un an la altul (Tockner & Stanford, 2002). Răspunsul comunităților biologice poate diferi între habitatele temporare și cele permanente, de aceea ele trebuie urmărite separat (Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003).

Recolonizarea după realimentare depinde și de posibilitatea organismelor de a se deplasa din refugii către habitatele redevenite favorabile. Conectivitatea trebuie analizată, prin urmare, atât între fluviu și zonele umede, unde digurile pot limita schimburile de apă și deplasarea organismelor, cât și de-a lungul rețelei fluviale, unde barajele pot întrerupe accesul la habitatele necesare parcurgerii ciclului de viață (Tockner & Stanford, 2002; Smederevac-Lalić et al., 2023). De exemplu, barajul de la Porțile de Fier II, situat la kilometrul fluvial 863 (distanța se măsoară de la vărsarea Dunării în mare), limitează migrația sturionilor din Marea Neagră către habitatele din amonte. Istoric, sturionii din Dunărea Inferioară dispuneau de un coridor de migrație de aproximativ 2.000 km, redus astăzi la 863 km, până la acest baraj (Smederevac-Lalić et al., 2023; WWF-România, 14 nov. 2024). Unele estimări arată că în Dunăre mai trăiește doar circa 1% din populația istorică de sturioni, deși, potrivit aceleiași surse, în fluviu au fost eliberați peste 10 milioane de pui, mai ales de morun și nisetru (Luca et al., 2020). În cazul acestor specii, menținerea populațiilor presupune refacerea accesului la habitatele de reproducere și de dezvoltare, împreună cu reducerea mortalității provocate de pescuitul ilegal. Repopularea trebuie integrată în acest ansamblu de măsuri, astfel încât indivizii introduși să poată supraviețui și să contribuie la reînnoirea populațiilor (Smederevac-Lalić et al., 2023).

Zonele umede ca infrastructură critică pentru reziliența sistemelor socio-ecologice

Menținerea conectivității hidrologice și a calității apei susține funcționarea ecosistemelor și bunăstarea comunităților riverane. Procesele care permit persistența biocenozelor contribuie la reglarea circulației apei și la regenerarea resurselor utilizate de populație. Îndiguirea și desecarea au urmărit creșterea producției agricole și forestiere în luncă, dar au redus suprafețele disponibile pentru inundare și, odată cu ele, aceste funcții și capacitatea sistemului fluvial de a atenua extremele hidrologice. Schimbările climatice amplifică presiunile asupra unui sistem deja modificat, în care pierderea capacității naturale de retenție poate crește expunerea așezărilor și a activităților economice. În acest context, restaurarea ecologică nu este o opțiune secundară, ci o necesitate pentru reducerea vulnerabilității comunităților și menținerea condițiilor de care depinde economia locală (Adamescu et al., în pregătire (a); Climate-ADAPT (AEM); Jakubínský et al., 2021).

Din perspectiva acestor funcții, zonele umede trebuie privite ca infrastructură critică pentru creșterea rezilienței sistemelor socio-ecologice. Ele contribuie la menținerea proceselor de care depind protecția populației și utilizarea resurselor de apă, iar degradarea lor poate transmite efecte dinspre ecosisteme către economie și viața comunităților. Reziliența presupune capacitatea acestui sistem de a menține funcțiile necesare și de a se recupera după perturbări, în condițiile unui regim climatic în schimbare. Acest statut cere integrarea lor în planificarea teritorială și în deciziile de investiții, cu resurse pentru administrare și monitorizare pe termen lung. Evaluarea economică trebuie să includă pagubele care pot fi evitate și continuitatea beneficiilor oferite populației. Protejarea zonelor umede încă funcționale are aceeași justificare, deoarece pierderea lor elimină servicii ecosistemice existente, a căror recuperare poate necesita intervenții îndelungate (Climate-ADAPT (AEM); Jakubínský et al., 2021).

Concepte de bază

Sistem socio-ecologic — ansamblul format dintr-un ecosistem și comunitățile umane care îl folosesc și îl transformă; cele două părți se influențează reciproc.

Reziliență — capacitatea unui sistem de a absorbi un șoc (secetă, inundație), de a-și păstra funcțiile esențiale și de a-și reveni după aceea.

Infrastructură critică — sisteme (energie, apă, transport) a căror întrerupere afectează grav siguranța și economia. A trata zonele umede astfel înseamnă a le planifica, finanța și întreține ca pe un dig sau o rețea de alimentare cu apă.

Capital natural — stocul de resurse naturale (sol, apă, păduri, biodiversitate) din care provin serviciile ecosistemice.

Servicii ecosistemice — beneficiile pe care oamenii le obțin din natură: apă curată, reducerea inundațiilor, pește, stocarea carbonului, recreere. Se împart de obicei în servicii de aprovizionare, de reglare și culturale.

Angajamente internaționale și cadrul legal european

Aceeași logică se regăsește în integrarea restaurării în angajamentele internaționale privind Dunărea. În anul 2000, România, Bulgaria, Republica Moldova și Ucraina au adoptat Declarația privind Coridorul Verde al Dunării Inferioare, asumând restaurarea a cel puțin 223.608 ha (WWF, Coridorul Verde). Până în 2020, peste 60.000 ha erau raportate în proces de restaurare, cu intervenții în stadii diferite de implementare (Climate-ADAPT (AEM)). Convenția Ramsar promovează conservarea și utilizarea rațională a zonelor umede, iar Convenția pentru protecția fluviului Dunărea, ratificată de România prin Legea nr. 14/1995, include conservarea și reconstrucția ecosistemelor în obiectivele utilizării durabile a apei (Convenția Ramsar, 1971; Legea 14/1995).

Regulamentul (UE) 2024/1991[1]* stabilește obligații și termene pentru implementarea restaurării. Potrivit articolului 4, până în 2030, statele membre trebuie să instituie măsuri pe cel puțin 30% din suprafața totală a habitatelor din anexa I care nu sunt în stare bună. Aplicarea acestor obligații trebuie să pornească de la recunoașterea faptului că dezvoltarea economică durabilă depinde de menținerea și refacerea capitalului natural. Reconcilierea obiectivelor economice cu protejarea ecosistemelor și a funcțiilor lor este o condiție pentru susținerea acestei dezvoltări pe termen lung, deoarece degradarea capitalului natural afectează resursele și serviciile ecosistemice de care depind activitățile productive și bunăstarea comunităților. Restaurarea trebuie astfel integrată în politicile economice ca investiție în menținerea bazei naturale a dezvoltării (Reg. (UE) 2024/1991; Jakubínský et al., 2021).

Pentru suprafețele care nu sunt în stare bună din fiecare grup de habitate, țintele cresc la 60% în 2040 și la 90% în 2050, conform cuantificării din planul național de restaurare. Articolul 9 prevede identificarea barierelor care trebuie îndepărtate pentru refacerea conectivității, cu prioritate a celor care nu mai sunt necesare folosințelor existente, și măsuri pentru recuperarea și menținerea funcțiilor naturale ale zonelor inundabile. Articolul 14 cere luarea în considerare a schimbărilor climatice și corelarea planificării cu managementul bazinelor hidrografice și al riscului la inundații. Planurile trebuie să includă, potrivit articolului 15, și efectele socio-economice previzibile și beneficiile estimate ale măsurilor (Reg. (UE) 2024/1991).

Pentru sectorul inferior al Dunării, aplicarea acestor obligații presupune alegerea amplasamentelor în raport cu alimentarea viitoare cu apă și cu nevoile comunităților. Fiecare proiect trebuie să precizeze condițiile necesare menținerii funcțiilor ecologice refăcute și responsabilitățile de administrare, iar monitorizarea trebuie să verifice rezultatele în timp. Participarea proprietarilor și a utilizatorilor apei încă din etapa de planificare permite identificarea efectelor asupra folosințelor existente și negocierea condițiilor de implementare. Schimbarea utilizării terenurilor trebuie însoțită de clarificarea drepturilor și a modului în care costurile și beneficiile sunt distribuite. Pentru o comunitate riverană, succesul restaurării se exprimă prin reducerea expunerii la extreme hidrologice și menținerea resurselor de care depind gospodăriile și activitățile locale, împreună cu recuperarea ecosistemelor care susțin aceste beneficii (Reg. (UE) 2024/1991; Adamescu et al., în pregătire (b); Climate-ADAPT (AEM)).

Acronime și cadru legal

Regulamentul (UE) 2024/1991 privind restaurarea naturii — lege europeană aplicabilă direct în toate statele membre, care cere măsuri de refacere pe cel puțin 20% din suprafețele terestre și marine ale UE până în 2030 și pentru toate ecosistemele care au nevoie de refacere până în 2050.

Planul Național de Restaurare a Naturii — documentul prin care fiecare stat arată ce ecosisteme va reface, unde, prin ce măsuri, cu ce bani și în ce calendar. Proiectul trebuia transmis Comisiei Europene până la 1 septembrie 2026.

Habitate din anexa I / „stare bună” — tipurile de habitate enumerate în regulament (printre ele, zone umede și păduri de luncă), pentru care statele trebuie să evalueze starea și să le refacă pe cele degradate.

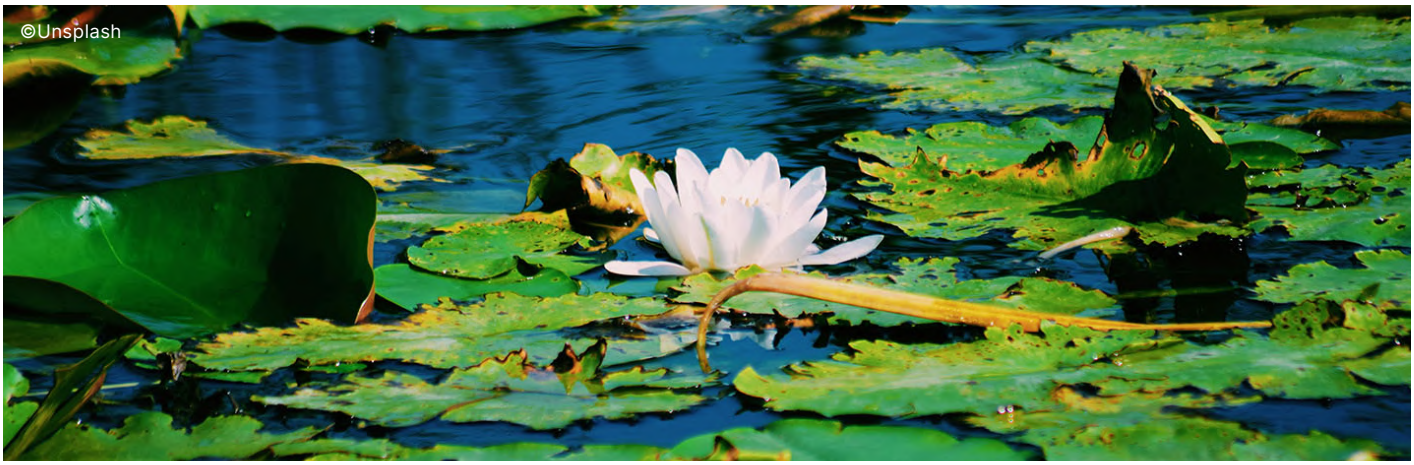
Convenția Ramsar — tratat internațional din 1971 pentru conservarea zonelor umede; „siturile Ramsar” sunt zone umede de importanță internațională desemnate de state.

ICPDR — Comisia Internațională pentru Protecția Fluviului Dunărea, organismul prin care statele din bazin coordonează gestionarea apelor Dunării.

Coridorul Verde al Dunării Inferioare — inițiativă lansată în 2000 de România, Bulgaria, Republica Moldova și Ucraina pentru protejarea și refacerea zonelor umede de-a lungul Dunării Inferioare.

Horizon Europe — programul-cadru al UE pentru cercetare și inovare, prin care au fost finanțate proiectele Restore4Life și CROSSEU.

1*. Regulamentul (UE) 2024/1991 al Parlamentului European și al Consiliului din 24 iunie 2024 privind restaurarea naturii este actul legislativ european care stabilește cadrul obligatoriu pentru refacerea ecosistemelor degradate. Acesta impune statelor membre, inclusiv României, obiective și termene pentru restaurarea habitatelor și recuperarea funcțiilor ecologice ale acestora (Reg. (UE) 2024/1991).



Scenarii de restaurare ecologică și evaluarea serviciilor ecosistemice

Studiul de restaurare pornește de la un potențial tehnic de aproximativ 810.200 ha în bazinul Dunării. Din această suprafață, autorii au ales pentru simulări un obiectiv de 730.000 ha, echivalent cu aproximativ 90% din potențialul identificat. Atingerea acestui obiectiv între 2025 și 2050 ar necesita restaurarea, în medie, a 29.200 ha pe an. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Obiectivul este o ipoteză de lucru a studiului, formulată folosind calendarul european al restaurării ca reper. Regulamentul nu impune restaurarea acestei suprafețe în bazinul Dunării. Prin comparație, cele peste 60.000 ha raportate în proces de restaurare pe Dunărea Inferioară între 2000 și 2020 corespund unui ritm de circa 2.500–3.000 ha pe an, de aproximativ zece ori mai mic decât efortul analizat pentru întregul bazin. (Reg. (UE) 2024/1991; Adamescu et al., în pregătire (b); Climate-ADAPT (AEM))

Pentru a analiza condițiile în care restaurarea ar putea avansa, modelul compară patru scenarii care folosesc aceeași suprafață potențială și aceleași ipoteze climatice. Diferențele dintre ele privesc organizarea intervențiilor, accesul la terenuri și finanțarea. Scenariul de continuare a practicilor actuale (scenariul de referință) presupune proiecte dispersate, acces limitat la terenuri și întreruperi ale finanțării. În scenariul moderat, cooperarea se îmbunătățește, iar finanțarea devine mai predictibilă. Scenariul ambițios presupune o integrare mai puternică a restaurării în politicile agricole și mobilizarea unor resurse suplimentare. Scenariul transformator organizează restaurarea într-un program la nivelul bazinului, susținut de echipe permanente și finanțare pe termen lung, care permite pregătirea simultană a proiectelor. Pentru fiecare scenariu au fost realizate 30.000 de simulări, fiecare cu alte combinații plauzibile ale parametrilor incerți (de exemplu, costuri, durata negocierilor sau disponibilitatea finanțării). (Adamescu et al., în pregătire (b))

Tabelul 2 reunește suprafețele restaurate și beneficiile economice estimate (Adamescu et al., în pregătire (b)).

Scenariu	Suprafață în 2050 ha	Pondere din obiectiv %	Anul atingerii pragurilor de 30% / 60%	Valoare netă actualizată miliarde €
Continuarea practicilor actuale (scenariul de referință)	4.700	0,6	neatinse	9,6
Moderat	248.500	34	2046 / neatins	23,2
Ambițios	450.900	62	2034 / 2049	37,8
Transformator	619.500	85	2030 / 2037	56,9

Tabel 2. Suprafața restaurată și valoarea netă actualizată în cele patru scenarii
Sursa: Adamescu et al., în pregătire (b). Mediane rotunjite ale simulărilor. Suprafața și pragurile se raportează la obiectivul de 730.000 ha din model. Valoarea netă actualizată privește 2025–2075, la o rată de 3% pe an. Pragurile modelului sunt distincte de țintele legale pentru habitate.

Diferențele de capacitate instituțională și de finanțare produc ritmuri diferite de restaurare. În scenariul transformator, suprafața restaurată în 2050 depășește 600.000 ha. Chiar și aici, pragul de 90% din obiectivul modelului este atins abia în 2059. Rezultatul scenariului de referință nu este o extrapolare a ritmului istoric. El presupune acces limitat la teren și implementare slabă, iar o parte dintre suprafețele restaurate se degradează ulterior. De aceea, suprafața de circa 4.700 ha din 2050 este mult sub ce ar rezulta din simpla prelungire a ritmului din 2000–2020. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Capacitatea de implementare produce efecte cumulative. Un amplasament pregătit devreme poate furniza servicii ecosistemice pe o perioadă mai lungă în intervalul analizat, în timp ce întârzierea mută aceste beneficii spre sfârșitul perioadei și poate expune habitatul la degradare. De aceea, alocarea unui buget suplimentar într-un singur an nu compensează automat întârzierile de pregătire. Interpretarea modelului trebuie să urmărească durata negocierii, succesiunea lucrărilor și menținerea suprafețelor funcționale. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Diferențele dintre scenarii în privința suprafeței restaurate devin vizibile încă de la începutul anilor 2030. Simulările arată că întârzierile în asigurarea personalului necesar pregătirii și coordonării proiectelor, precum și în obținerea acordurilor proprietarilor sau administratorilor pentru realizarea intervențiilor pe terenurile vizate, nu sunt compensate integral în perioada analizată. Aceste rezultate trebuie interpretate ținând seama de modul în care a fost construit modelul. O parte dintre parametri provin din literatură și din evaluarea experților, iar parcelele și digurile nu sunt reprezentate individual. Modelul permite compararea efectelor unor combinații de condiții asupra extinderii restaurării, în timp ce alegerea amplasamentelor concrete necesită analize locale. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Diferențele dintre rezultatele simulărilor reflectă ipotezele modelului, valorile posibile ale parametrilor și probabilitățile atribuite acestora. Ele nu acoperă automat toate schimbările instituționale sau climatice care ar putea apărea. Pentru aplicarea rezultatelor într-un anumit sector, trebuie analizat dacă posibilitatea de a utiliza terenurile, costurile lucrărilor și capacitatea de a le realiza corespund condițiilor presupuse în scenariu. Repetarea simulărilor cu valori adaptate situației locale poate arăta ce anume împiedică sau încetinește restaurarea. Într-un sector, fondurile disponibile pot fi insuficiente, iar în altul obținerea acordurilor poate dura prea mult. Măsurile administrative trebuie să răspundă dificultății identificate, prin asigurarea finanțării sau prin clarificarea, împreună cu proprietarii și administratorii terenurilor, a condițiilor în care pot fi realizate intervențiile. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Servicii ecosistemice și evaluarea economică a beneficiilor restaurării

Pentru întreaga perioadă 2025–2075, scenariul transformator generează o valoare netă actualizată cumulată cu 47,3 miliarde € mai mare decât în cazul scenariului de referință. Acest indicator exprimă diferența dintre beneficiile și costurile estimate pentru perioada analizată, după aducerea valorilor anuale la același moment de referință. Calculul însumează valoarea serviciilor ecosistemice și a pagubelor evitate, apoi scade costurile restaurării și pierderile asociate degradării. Actualizarea cu o rată de 3% pe an acordă o pondere mai mică sumelor estimate pentru anii mai îndepărtați, astfel încât beneficiile și costurile care apar în momente diferite să poată fi comparate. Valoarea pozitivă din scenariul de referință se explică prin includerea serviciilor furnizate de zonele umede încă funcționale, alături de cele ale suprafețelor restaurate. (Adamescu et al., în pregătire (b))



Concepte

Scenariu — o descriere coerentă a unui viitor posibil („ce s-ar întâmpla dacă…”), nu o prognoză. Cele patru scenarii diferă prin organizare, acces la teren și finanțare.

Simulări multiple (de tip Monte Carlo) — modelul este rulat de foarte multe ori – aici, de 30.000 de ori pentru fiecare scenariu –, de fiecare dată cu alte valori plauzibile pentru parametrii incerți; rezultatul este un interval de valori posibile, nu o singură cifră.

Mediană; percentilele 25 și 75 — mediana este valoarea din mijloc: jumătate din simulări dau rezultate mai mici, jumătate mai mari. Între percentilele 25 și 75 se află jumătatea „centrală” a rezultatelor.

Pagube evitate — pierderi (recolte compromise, transporturi întrerupte, despăgubiri pentru inundații) care nu mai apar datorită restaurării; sunt un beneficiu pentru societate, chiar dacă nu reprezintă un venit încasat de cineva.

Valoare netă actualizată (VNA) — suma tuturor beneficiilor minus toate costurile pe o perioadă dată (aici, 2025–2075), exprimate în „bani de azi”. Este indicatorul standard pentru a judeca dacă o investiție merită făcută.

Rată de actualizare (3% pe an) — procentul cu care se reduce, an de an, valoarea sumelor din viitor, pentru că un euro primit peste 30 de ani valorează mai puțin decât unul primit azi.

Transfer de beneficii — estimarea valorii unui serviciu ecosistemic într-un loc pe baza valorilor măsurate în alte locuri asemănătoare; metodă practică, dar care adaugă incertitudine.

Indicator indirect (proxy) — mărime ușor de calculat, folosită în locul uneia greu de măsurat direct (de exemplu, azotul reținut, ca indicator al îmbunătățirii calității apei).

Sechestrare brută / netă a carbonului — cantitatea de CO_2 captată de vegetație și sol (brută), respectiv bilanțul rămas după scăderea emisiilor de metan și ale altor gaze cu efect de seră din zona umedă (netă).

Plăți pentru servicii ecosistemice — mecanism prin care cei care beneficiază de un serviciu (de exemplu, operatorii de apă) plătesc proprietarii sau administratorii terenurilor care îl asigură.

Pentru anul 2050, modelul estimează o valoare anuală a serviciilor ecosistemice de aproximativ 2,5 miliarde € în scenariul transformator, față de 339 milioane € în scenariul de referință (Figura 4). În scenariul transformator, pagubele anuale evitate sunt estimate la circa 233 milioane €, dintre care 107,5 milioane € în agricultură, 38 milioane € în navigație și 87,5 milioane € în componenta aferentă asigurărilor pentru inundații. În scenariul de referință, totalul pagubelor evitate rămâne foarte mic, de circa 0,2 milioane € pe an (Figura 5). Aceste sume exprimă valoarea economică a beneficiilor pentru societate și nu sunt echivalente cu venituri garantate pentru proprietari sau bugetele publice. Amploarea lor depinde de suprafața zonelor umede care își îndeplinesc funcțiile ecologice, de expunerea sectoarelor economice și de eficiența reducerii riscului. Beneficiile economice sunt estimate folosind valori monetare stabilite pentru alte amplasamente și ipoteze privind expunerea activităților economice la inundații și secetă. Deoarece aceste valori sunt aplicate unor zone cu condiții diferite, estimările monetare sunt mai incerte decât cele privind suprafețele restaurate. Înaintea unei investiții, beneficiile trebuie evaluate în raport cu condițiile locale și cu activitățile economice care pot fi afectate. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Beneficiile ecologice au fost evaluate și prin indicatori indirecți (proxy), respectiv cantitatea de azot reținută și potențialul de acumulare a carbonului. În 2075, retenția azotului din nitrați ajunge la aproximativ 59.100 t N pe an în scenariul transformator, față de circa 33.500 t N în scenariul de referință. Diferența de aproximativ 25.600 t N pe an înseamnă o reducere a cantității de azot transportate spre aval. O parte din acest azot este reținută în sol, sedimente și vegetație, iar o parte este eliminată prin denitrificare. Potențialul brut de sechestrare a carbonului ajunge, în același an, la circa 3,4 milioane t CO_2 pe an, față de 0,84 milioane t CO_2 în scenariul de referință. (Adamescu et al., în pregătire (b); Tockner & Stanford, 2002) Acest indicator descrie acumularea brută a carbonului. Contribuția climatică netă trebuie stabilită printr-un bilanț care include și emisiile de metan și de alte gaze cu efect de seră, în funcție de sol, vegetație și regimul de inundare. Beneficiul climatic net poate fi, prin urmare, mai mic decât potențialul brut.

Retenția azotului și acumularea carbonului depind de procese ecologice diferite, astfel încât beneficiile fiecărui amplasament trebuie evaluate în raport cu funcționarea sa. Reținerea nutrienților depinde de alimentarea cu apă, de durata în care apa rămâne în zona umedă și de condițiile din sol și sedimente. Acumularea carbonului depinde și de cantitatea de materie organică produsă de vegetație și de ritmul descompunerii acesteia. Prin urmare, o suprafață restaurată mai mare poate produce beneficii totale mai mari, dar cantitățile de azot reținut și de carbon acumulat pe hectar pot diferi între amplasamente. În evaluarea economică, fiecare beneficiu trebuie inclus o singură dată, chiar dacă poate fi descris prin mai mulți indicatori. (Adamescu et al., în pregătire (b); Tockner & Stanford, 2002)

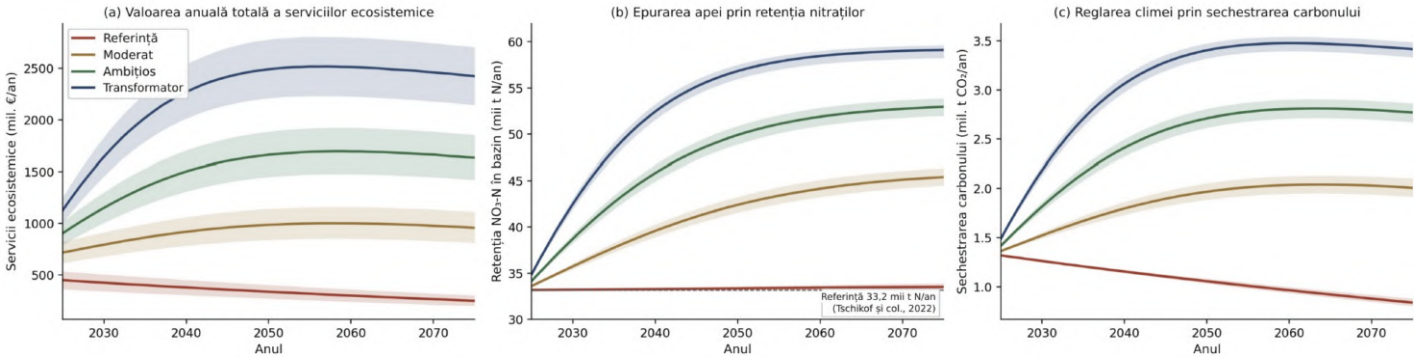


Figura 4. Valoarea anuală a serviciilor ecosistemice, retenția azotului din nitrați și potențialul brut de sechestrare a carbonului în 2025–2075. Liniile reprezintă medianele simulărilor, iar benzile intervalele dintre percentilele 25 și 75. Figura 4 din Adamescu et al., în pregătire (b), cu etichetele traduse.

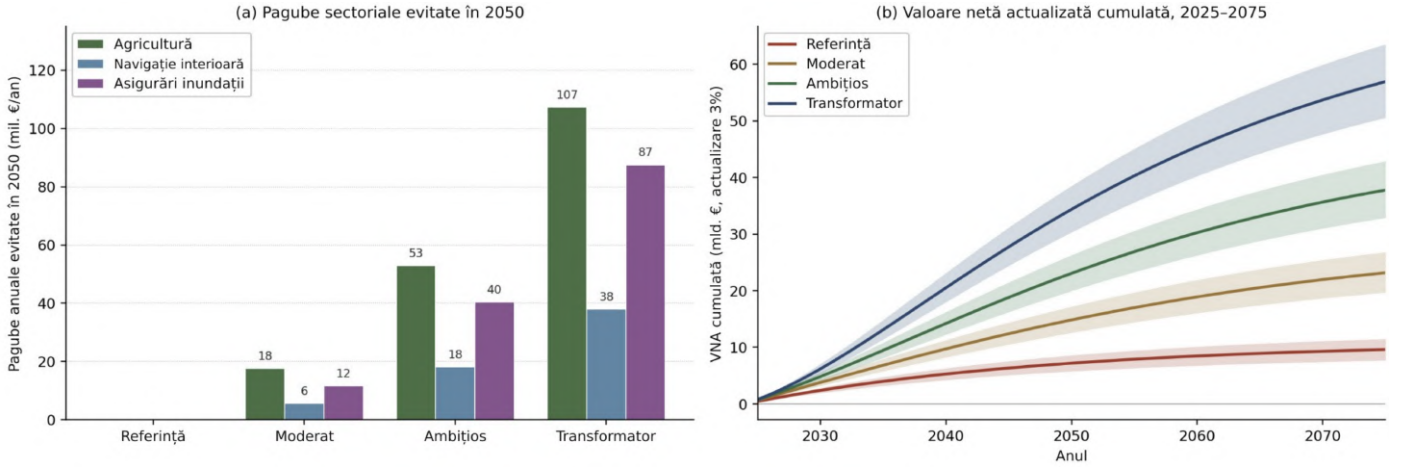


Figura 5. Pagubele anuale evitate în 2050 și valoarea netă actualizată cumulată în 2025–2075. Valorile sunt exprimate în milioane €/an în panoul a și în miliarde € în panoul b, la o rată de actualizare de 3% pe an. Figura 5 din Adamescu et al., în pregătire (b), cu etichetele traduse.

Resurse locale, diversificare economică și utilizări recreative

Restaurarea zonelor umede reface funcții ecologice care susțin siguranța locuirii, accesul la apă și activitățile economice. Beneficiile lor se manifestă la scări diferite, de la gospodăriile care utilizează resursele locale până la sectoarele economice dependente de Dunăre și comunitățile din zona costieră a Mării Negre. Estimările economice prezentate anterior oferă un reper pentru evaluarea acestor beneficii, care trebuie completat cu informații despre utilizarea terenurilor și a apei și despre sursele de venit ale populației. (Adamescu et al., în pregătire (b))

În timpul viiturilor, suprafețele inundabile pot prelua temporar o parte din apă și pot încetini propagarea undei de viitură. Refacerea acestui serviciu de reglare poate reduce expunerea gospodăriilor, terenurilor cultivate și infrastructurii, limitând pierderile materiale și întreruperile de acces la servicii publice. Protecția oferită locuitorilor are și consecințe pentru bugetele publice, prin reducerea cheltuielilor pentru intervenții de urgență și repararea infrastructurii. Eficiența intervenției depinde de poziția amplasamentului și de momentul în care apa pătrunde în zona restaurată, astfel încât planificarea trebuie corelată cu protecția așezărilor din întregul sector riveran. Experiența Coridorului Verde al Dunării Inferioare arată că reconectarea zonelor umede poate contribui la protecția împotriva inundațiilor și la susținerea economiei comunităților riverane. (Climate-ADAPT (AEM))

În perioadele secetoase, relevanța retenției naturale se exprimă prin persistența apei în sol și în habitatele acvatice și prin schimburile cu acviferele. Infiltrarea poate favoriza reîncărcarea acestora acolo unde condițiile hidrogeologice permit, iar apa subterană poate alimenta ulterior cursurile de apă și zonele umede. Pentru agricultură, aceste procese pot contribui la menținerea umidității terenurilor învecinate și la disponibilitatea unor resurse locale pentru irigații. Limitarea deficitului de apă poate reduce pierderile de producție și fluctuațiile veniturilor agricole, cu efecte asupra aprovizionării cu alimente și a activităților de prelucrare și distribuție. Beneficiul depinde de bilanțul de apă al amplasamentului, inclusiv de alimentare, evapotranspirație și volumele extrase. Utilizarea pentru irigații trebuie, prin urmare, corelată cu refacerea rezervelor și cu necesarul ecologic.

Pentru transportul fluvial, beneficiul potențial este limitarea întreruperilor în perioadele cu debite mici. Restaurarea luncilor nu poate crește singură debitul Dunării în timpul unei secete, dar, integrată în gestionarea apei la nivelul bazinului, poate contribui la reducerea pierderilor din acest sector. Modelul estimează pentru 2050, în scenariul transformator, pagube evitate în navigație de circa 38 milioane € pe an. (Adamescu et al., în pregătire (b)) În măsura în care perioadele cu adâncimi navigabile suficiente se prelungesc, barjele pot circula mai mult timp cu încărcături apropiate de capacitatea lor de transport. Aceasta reduce costul pe tonă și numărul curselor necesare pentru deplasarea aceleiași cantități de marfă. Pe termen lung, limitarea întreruperilor permite o planificare mai predictibilă a aprovizionării întreprinderilor și a expedierii produselor agricole, cu avantaje pentru producători, operatori logistici și porturi. Zonele umede rețin apa în perioadele cu debite mari, în bălți, în sol și în acviferul freatic, și o cedează treptat râurilor, ceea ce poate încetini scăderea nivelurilor în perioadele secetoase. (OMS & IWA, 2023) Aplicat pe suprafețe mari, de-a lungul fluviului și al afluenților, el poate contribui la menținerea apei disponibile pentru răcirea centralei de la Cernavodă și pentru producția hidroenergetică.

Protejarea surselor de alimentare cu apă leagă funcționarea zonelor umede de sănătatea publică. Filtrarea apei și reținerea sedimentelor pot diminua presiunile asupra resurselor utilizate de localități, inclusiv de cele situate în aval. Împreună cu tratarea adecvată și controlul calității, protecția surselor contribuie la reducerea expunerii populației la contaminanți. Continuitatea alimentării în perioadele secetoase susține consumul casnic și condițiile de igienă, inclusiv în școli și unități medicale. Abordarea recomandată de Organizația Mondială a Sănătății urmărește gestionarea riscurilor de la bazinul de alimentare până la consumator, ceea ce justifică integrarea protecției ecosistemelor în politicile de siguranță a apei. (OMS & IWA, 2023)

La scara bazinului, retenția nutrienților are efecte care se extind până în zona costieră a Mării Negre. Vegetația, solurile și sedimentele pot reține o parte din azot și fosfor, iar procesele microbiene pot elimina o parte din azot din circuitul acvatic. Reducerea cantităților transportate spre mare contribuie la limitarea eutrofizării, a proliferării algelor și a deficitului de oxigen. Restaurarea zonelor umede completează astfel măsurile de reducere a poluării agricole și de tratare a apelor uzate. Îmbunătățirea calității apelor costiere poate susține habitatele marine și resursele piscicole, precum și activitățile recreative de pe litoral. Pentru economia regiunii, beneficiul se poate exprima prin menținerea atractivității destinațiilor și a veniturilor din turism. Experiența Mării Negre arată ce este în joc. În anii 1970–1980, eutrofizarea a produs hipoxie pe cea mai mare parte a platformei nord-vestice, mortalități masive ale organismelor bentonice aruncate pe plajele României și Ucrainei și prăbușirea capturilor de pește. Scăderea aportului de nutrienți după 1990, odată cu declinul industriei și al agriculturii intensive, a deschis o perspectivă de refacere a ecosistemului. (Mee et al., 2005)

Acumularea și păstrarea carbonului în vegetație, soluri și sedimente pot furniza un serviciu de reglare climatică. Restaurarea poate susține formarea unor noi stocuri de carbon și conservarea celor existente, în funcție de tipul habitatului și de regimul hidrologic. Beneficiul climatic trebuie evaluat prin bilanțul net al gazelor cu efect de seră, care include și emisiile de metan. Contribuția urmărită este atenuarea schimbărilor climatice, cu relevanță pentru societate dincolo de limitele bazinului Dunării. (Adamescu et al., în pregătire (b); Jakubínský et al., 2021)

Ce câștigă oamenii: beneficiile restaurării pentru siguranță, apă și economie

Resursele piscicole sunt un serviciu de aprovizionare de care pot depinde comunități întregi. Habitatele acvatice conectate susțin reproducerea, hrănirea și supraviețuirea populațiilor de pești și pot contribui la disponibilitatea resursei pentru consum și comercializare. Menținerea ei sprijină veniturile pescarilor și activitățile de prelucrare și alimentație publică. Evaluarea acestui beneficiu trebuie să coreleze recrutarea (numărul de pești tineri care ajung să se adauge populației adulte) cu mortalitatea și presiunea pescuitului, deoarece prezența puietului nu indică singură nivelul capturilor viitoare. (Górski et al., 2011; Jakubínský et al., 2021; Schneider et al., 2008) Zonele umede pot susține și recoltarea stufului, utilizarea unor resurse forestiere sau pășunatul adaptat. Alegerea folosințelor trebuie să țină seama de productivitatea habitatelor, acces și sezonalitate, precum și de cererea pentru produsele obținute.
(Climate-ADAPT (AEM); Jakubínský et al., 2021)

Turismul poate completa aceste activități și poate diversifica sursele de venit ale gospodăriilor. La Mahmudia, reconstrucția ecologică a zonei Carasuhat a extins oportunitățile pentru excursii cu barca și observarea păsărilor. WWF-România raportează că numărul pensiunilor din localitate s-a triplat din 2016 până la începutul lui 2025 și descrie dezvoltarea serviciilor de cazare, alimentație și ghidaj oferite de localnici. (WWF-România, Mahmudia; WWF-România, 31 ian. 2025) Pentru ca asemenea oportunități să fie valorificate de comunitate, proiectele pot include pregătirea ghizilor și colaborarea cu furnizorii locali de produse și servicii. Evaluarea economică trebuie să urmărească veniturile care rămân în localitate, împreună cu numărul vizitatorilor. Lucrările de restaurare și administrarea ulterioară pot oferi, la rândul lor, activități remunerate de întreținere și monitorizare, dacă bugetele prevăd participarea locală.



Utilizările recreative și educative oferă beneficii și locuitorilor care nu obțin venituri din turism. Zonele umede restaurate pot pune la dispoziția comunității spații pentru plimbare, observarea naturii și activități desfășurate împreună cu școlile. (Jakubínský et al., 2021; WWF-România, Mahmudia) Traseele accesibile și informarea adecvată facilitează folosirea acestor spații și contactul cu patrimoniul natural și cultural local. Accesul trebuie organizat în raport cu variațiile sezoniere ale nivelului apei și cu cerințele de protecție a habitatelor. Datele hidrologice și ecologice, corelate cu informațiile autorităților despre utilizarea amplasamentului, permit stabilirea traseelor și a perioadelor de vizitare. În acest fel, oportunitățile de recreere pot fi menținute în condiții de siguranță pentru oameni și compatibile cu conservarea ecosistemelor.

Distribuția beneficiilor și compensarea costurilor locale

Beneficiile publice și costurile restaurării nu sunt distribuite uniform. Proprietarii unui teren reconectat pot suporta pierderi de producție, în timp ce alte comunități beneficiază de apă mai curată sau de reducerea riscului la inundații. Analiza trebuie să distingă între proprietari, utilizatorii terenurilor și gospodăriile dependente de resursele naturale, pentru a stabili compensațiile și drepturile de acces. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Consultarea trebuie să înceapă înaintea alegerii soluției, când alternativele pot fi încă discutate, și să clarifice schimbările de folosință, activitățile care pot continua și responsabilitățile de administrare.

Acceptarea intervenției depinde de claritatea obligațiilor și de continuitatea veniturilor convenite. Plățile trebuie raportate la pierderile determinate de schimbarea folosinței, la costurile administrării și la rezultatele urmărite. Acordurile pot preciza condițiile de acces ale comunității și responsabilitatea monitorizării, iar administrarea trebuie să includă o procedură prin care locuitorii pot semnala efecte neprevăzute asupra terenurilor sau resurselor. Participarea lor permite ajustarea intervenției atunci când apar asemenea efecte și susține menținerea funcțiilor ecologice refăcute după încheierea lucrărilor. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Mecanisme de implementare a restaurării ecologice și experiența din România

Implementarea măsurilor de restaurare presupune clarificarea drepturilor de acces la teren și a costurilor suportate de proprietari. Schimbarea regimului apei poate afecta culturile, drumurile și alte amenajări. Hărțile trebuie completate cu proprietatea, folosința și acordurile obținute. Negocierea care precede proiectarea finală presupune echipe cu competențe în ecologie, hidrotehnică și cadastru, precum și în achiziții și relația cu utilizatorii. Stabilitatea lor permite transferul experienței între proiecte. (Adamescu et al., în pregătire (b)) În pregătirea unui amplasament, acordul asupra obiectivului ecologic trebuie urmat de clarificarea efectelor asupra terenurilor învecinate. Evaluarea poate include accesul la drumuri, evacuarea apei și folosințele care rămân posibile după reconectare. Proprietarii au nevoie de un calendar și de condiții contractuale verificabile. Instituțiile responsabile trebuie să precizeze cine gestionează lucrările în situații de secetă sau viitură. Rezolvarea acestor aspecte înainte de execuție permite adaptarea proiectului și reduce probabilitatea unor intervenții ulterioare care ar anula rezultatele restaurării. (Adamescu et al., în pregătire (b); WWF-România, 31 ian. 2025)

Ritmul propus cere proiecte pregătite în paralel. Angajamentele anuale trebuie legate de terenuri disponibile, documentații și bugete. Verificarea progresului poate identifica acorduri nerezolvate, întârzieri de autorizare sau lipsa capacității de execuție. Fiecare amplasament are nevoie de o instituție responsabilă pe durata pregătirii, a lucrărilor și a administrării ulterioare, iar această responsabilitate trebuie să continue după încheierea finanțării

proiectului. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Mecanismul de finanțare propus pentru bazin trebuie să combine resursele europene și naționale cu contribuții ale beneficiarilor, în limitele responsabilităților lor. Continuitatea finanțării permite păstrarea echipelor și pregătirea simultană a proiectelor. Alocările trebuie să acopere și verificarea funcțiilor ecologice după execuție. Dacă monitorizarea identifică o colmatare sau o alimentare insuficientă, administratorul trebuie să poată finanța măsura corectivă. Studiul propune contracte de cel puțin 15–20 de ani, cu bugete separate pentru accesul la teren, lucrări și administrare. Această separare face vizibil costul menținerii rezultatului și permite evaluarea angajamentului financiar pe toată durata contractului. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Plățile pentru servicii ecosistemice pot lega beneficiarii de administratorii terenurilor. Autoritățile și operatorii de apă pot susține măsuri cu efecte măsurabile asupra calității apei. Fondurile agricole pot finanța folosințe compatibile cu funcționarea ecologică a zonelor umede, iar instrumentele pentru reducerea riscului pot susține intervenții relevante pentru inundații. Contractele trebuie să precizeze serviciul ecosistemic finanțat, durata obligațiilor și rezultatele urmărite. Finanțarea aceleiași prestații prin mai multe instrumente cere reguli care să prevină dubla plată. (Adamescu et al., în pregătire (b))

Deschiderea unui canal nu garantează funcționarea lui în deceniile următoare, deoarece colmatarea, modificarea nivelurilor și starea lucrărilor pot reduce alimentarea habitatelor. Monitorizarea trebuie să urmărească legătura cu fluviul, persistența apei în habitate și răspunsul comunităților biologice. Administrarea se ajustează după secete și viituri. Bugetele trebuie să acopere aceste activități de la început. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Pentru evaluarea efectelor restaurării, observațiile de după lucrări trebuie comparate cu starea inițială și, unde este posibil, cu suprafețe de referință. Seria de monitorizare trebuie să includă ani cu regimuri hidrologice diferite, deoarece un an umed poate masca o alimentare insuficientă la debite mici. Indicatorii fizici explică accesul apei, iar indicatorii biologici arată dacă habitatele permit reproducerea și regenerarea. Raportarea comună a acestor informații permite diferențierea între execuția unei lucrări, recuperarea unei funcții ecologice și persistența rezultatului după secetă. (Górski et al., 2011; Adamescu et al., în pregătire (b); Karrenberg et al., 2002)

Cazul Mahmudia-Carasuhat

La Mahmudia–Carasuhat, proiectul derulat în perioada 2012–2016 a reconectat 924 ha din fosta incintă agricolă, pe terenuri din domeniul public al comunei Mahmudia. În 2023, cedarea digului care separa zona restaurată de terenurile agricole învecinate a permis extinderea inundării asupra unor suprafețe concesionate pentru agricultură. Terenurile inundate în acel an aveau, așadar, o destinație agricolă și nu făceau parte din suprafața inclusă în proiectul inițial de restaurare. (WWF-România, Mahmudia; WWF-România, Carasuhat) Concesionarii terenurilor inundate au cerut în instanță obligarea autorităților la refacerea digului, pentru ca terenurile să poată fi din nou cultivate. Sentința Tribunalului Tulcea prevedea și închiderea canalului care traversează amenajarea Carasuhat, până la refacerea digului. (WWF-România, Carasuhat) În noiembrie 2025, Curtea de Apel Constanța a menținut definitiv obligația de reconstruire a acestuia. (WWF-România, 6 nov. 2025) Potrivit WWF-România, lucrările necesare refacerii digului și întreruperea legăturilor hidrologice ar putea expune riscului de desecare inclusiv habitatele refăcute prin proiectul din 2012–2016. Consecințele intervenției ar depăși, astfel, terenurile agricole care au făcut obiectul litigiului. (WWF-România, Carasuhat) Conflictul privește interese economice diferite asupra aceluiași teritoriu. Concesionarii urmăresc reluarea utilizării agricole a terenurilor, în timp ce comunitatea locală susține păstrarea zonei umede, care oferă oportunități pentru pescuit și turism. WWF-România și reprezentanții comunității au cerut autorităților o soluție juridică pentru menținerea regimului natural, prin declararea zonei Carasuhat ca zonă de interes public major și despăgubirea corectă a concesionarilor. (WWF-România, 31 ian. 2025; WWF-România, 6 nov. 2025) Experiența de la Carasuhat arată că menținerea rezultatelor restaurării depinde și de regimul juridic al terenurilor care influențează alimentarea cu apă a habitatelor. Planificarea trebuie să clarifice drepturile de proprietate și de utilizare, obligațiile de administrare a digurilor și canalelor și mecanismele de compensare a pierderilor determinate de schimbarea folosinței. Acordurile trebuie să acopere întreaga perioadă în care terenurile vor funcționa ca zone umede, pentru a asigura continuitatea funcțiilor ecologice refăcute după încheierea lucrărilor.

Rezultatele și limitele restaurării zonelor umede din România

Reconstrucția ecologică din Delta Dunării a început în anii 1990. Reconectarea incintelor Babina (2.100 ha, în 1994) și Cernovca (1.580 ha, în 1996) a readus apa pe terenuri agricole îndiguite. Intervențiile s-au extins la amenajări silvice și piscicole, inclusiv Fortuna, Popina și Holbina–Dunavăț. Obiectivul comun a fost refacerea circulației apei și a condițiilor ecologice necesare habitatelor de zonă umedă. (Schneider et al., 2008) La Babina, monitorizarea ulterioară reconectării a înregistrat 29 de specii de pești și folosirea suprafețelor reconectate pentru reproducere și creșterea puietului. (Schneider et al., 2008)

Studiul din Holbina I, realizat în 2016–2017, a identificat 25 de specii. Printre ele se află specia invazivă *Perccottus glenii*. (Năstase et al., 2018) Reconectarea permite recolonizarea, dar evoluția comunităților depinde de speciile care pătrund și de condițiile menținute ulterior.

În Șontea–Fortuna, proiectul RESTAURARE-DD din 2015–2017 a decolmatat 13,56 km de canale secundare. Proiectul a raportat refacerea conectivității pentru aproximativ 7.000 ha. (INCDDD, RESTAURARE-DD) La Gârla Mare–Vrata, lucrările au reconectat peste 400 ha prin refacerea canalelor și bălților. La Balta Geraiului, intervențiile asupra regimului hidrologic pe circa 1.000 ha au urmărit menținerea condițiilor favorabile păsărilor acvatice. (WWF-România, Gârla Mare–Vrata; WWF-România, reconstrucție ecologică) Experiența românească include astfel reconectarea unor incinte, refacerea circulației apei în complexe de lacuri și intervenții asupra vegetației. Compararea proiectelor trebuie să țină seama de obiectivul inițial și de starea zonei inundabile. În total, WWF-România a contribuit la renaturarea a circa 15.000 ha de zone umede de-a lungul Dunării și în Delta Dunării. (WWF-România, 2026) Aceste proiecte arată că restaurarea funcționează, dar la o scară mult mai mică decât cea necesară.

În Balta Mică a Brăilei, restaurarea a inclus pădurile transformate prin plantații clonale. Proiectul LIFE RESTOREWETLANDS, derulat în 2006–2011 de administrația parcului și Universitatea din București, a plantat specii autohtone pe 449 ha. Arbustul invaziv Amorpha fruticosa a fost îndepărtat de pe 237 ha. Inundațiile prelungite au afectat lucrările hidrologice, iar unele intervenții au rămas incomplete. (OIEau, 2025) Cercetările din zăvoiul Begu au oferit o referință pentru refacerea ecosistemelor forestiere ale parcului, iar alegerea speciilor autohtone a fost raportată la cota terenului și la regimul de inundare. (Moisei, 2012) Referința locală permite compararea plantațiilor și arboretelor naturale înaintea reconstrucției ecologice.

Seceta din 2022 a arătat că persistența apei în habitatele acvatice depinde de alimentarea sezonieră, inclusiv în zonele care au rămas inundabile. Administrația parcului a raportat secarea iezerelor în proporție de 95%, după o primăvară în care nivelurile Dunării au fost insuficiente pentru alimentarea acestora. (Romsilva–PN Balta Mică, 2023) Canalele de legătură pot permite intrarea apei în lacuri atunci când nivelul fluviului este ridicat, dar pot favoriza și evacuarea ei după scăderea acestuia. Durata menținerii apei depinde, astfel, de adâncimea depresiunilor și de nivelurile la care canalele permit alimentarea sau drenarea habitatelor. Reconectarea trebuie proiectată astfel încât să restabilească alimentarea și să favorizeze retenția apei necesare menținerii refugiilor acvatice în perioadele secetoase.

Prioritizarea amplasamentelor și coordonarea intervențiilor la nivelul bazinului

În 2013 au fost desemnate complexele Ramsar transfrontaliere Bistreț–Insula Ibisha, Suhaia–Belene și Călărași–Srebarna. (WWF-România, 20 de ani) Habitatele de pe cele două maluri depind de același regim fluvial. Cooperarea trebuie să includă schimbul de date, obiective de management și resurse pentru intervenții. La scara bazinului, poziția amplasamentelor influențează efectele din aval. Confluențele, terenurile îndiguite slab productive și zonele cu potențial de retenție a nutrienților pot avea beneficii publice ridicate. Alegerea cere evaluări locale și compararea alternativelor. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Portofoliul trebuie să cuprindă proiecte cu terenuri disponibile, soluții hidrologice fundamentate și administrare convenită. Datele comparabile permit folosirea experienței din România și din celelalte state.

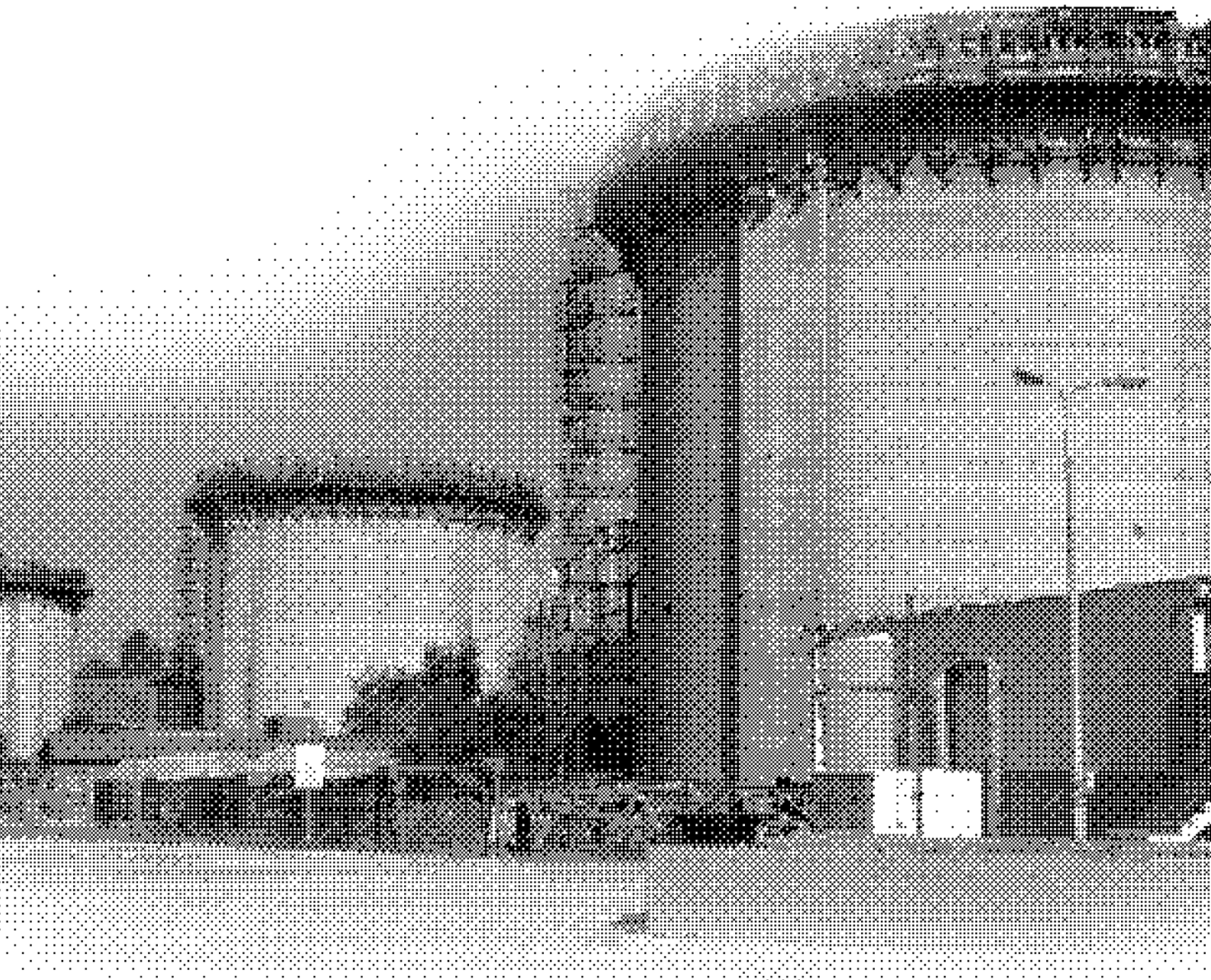


Priorități de restaurare ecologică pentru adaptarea la schimbările climatice

Planul Național de Restaurare a Naturii trebuie să transforme obiectivele în intervenții localizate și finanțate. Selecția amplasamentelor trebuie să combine potențialul ecologic, hidrologia viitoare și accesul la teren. Responsabilitatea administrării trebuie stabilită înaintea lucrărilor. Aceste condiții fac posibilă menținerea funcțiilor ecologice refăcute. (Reg. (UE) 2024/1991; Adamescu et al., în pregătire (b))

Progresul se măsoară prin suprafața restaurată și prin funcționarea ecologică a habitatelor refăcute. Accesul peștilor la habitate de reproducere, dezvoltarea larvelor de amfibieni și regenerarea vegetației trebuie corelate cu temperatura, oxigenul și durata menținerii apei. Observațiile după secete și viituri permit ajustarea intervențiilor și identificarea amplasamentelor unde restaurarea reduce vulnerabilitatea sau unde sunt necesare alte măsuri. (Adamescu et al., în pregătire (a); Górski et al., 2011; Magoulick & Kobza, 2003; Karrenberg et al., 2002)

Pentru România, prioritare sunt proiectele care pot fi executate și administrate în continuare. Finanțarea trebuie să susțină proprietarii, echipele și monitorizarea pe întreaga durată a obligațiilor. Refacerea ecologică a zonelor umede poate contribui la siguranța activităților dependente de Dunăre atunci când menține retenția apei, habitatele funcționale și conectivitatea necesară deplasării organismelor în anii cu extreme hidrologice. (Adamescu et al., în pregătire (b)) Valoarea unei lunci restaurate se vede tocmai în anii cu secetă sau cu ape mari, când continuă să susțină viața și să reducă riscurile pentru oamenii care trăiesc lângă fluviu. Pasul următor este ca luncile Dunării să fie tratate ca infrastructură de securitate energetică, alimentară și hidrologică a țării, nu ca o linie separată de buget pentru biodiversitate.



Autori



Mihai Adamescu

CAPITOLE
→ Cap.7: Vara în care fluviul și-a arătat limitele: de la oprirea centralei de la Cernavodă la decalajul de restaurare a luncilor Dunării

Este cercetător științific principal la Universitatea din București și, din 2017, director al Centrului de Cercetare în Ecologie a Sistemelor și Sustenabilitate, precum și coordonator al Stației de Cercetare Brăila. Interesele sale profesionale vizează în principal ecologia râurilor mari; aplicarea ecologiei sistemice la sustenabilitate; rețele de senzori și monitorizare de înaltă frecvență pentru sisteme complexe; dinamica și productivitatea ecosistemelor acvatice dulcicole; eutrofizarea și impactul acesteia; rolul funcțional al zonelor umede; dinamica populațiilor de fitoplancton; elaborarea planurilor integrate de management și a opțiunilor de conservare a biodiversității; comunicarea științei către publicul larg. Coordonează echipa României în trei proiecte finanțate prin programul Horizon 2020: eLTER, ESMERALDA și Advanced eLTER. A contribuit la elaborarea a 10 planuri de management pentru situri Natura 2000 și pentru Parcul Natural Insula Mică a Brăilei, în cadrul unui proiect LIFE-Natura. Dr. Adamescu este membru al Comitetului Național pentru Combaterea Secetei, Degradării Terenurilor și Deșertificării din România. A publicat peste 40 de articole științifice și a contribuit la redactarea a 6 volume.



Vlad Amihăesei

CAPITOLE
→ Cap.7: Vara în care fluviul și-a arătat limitele: de la oprirea centralei de la Cernavodă la decalajul de restaurare a luncilor Dunării

Este cercetător în domeniul climatologiei, specializat în studiul variabilității și monitorizării climatice, al dinamicii stratului de zăpadă și al cartografierii fenomenelor climatice. Activitatea sa științifică se concentrează asupra variabilității climatice la scară regională, evoluției stratului de zăpadă, monitorizării secetei și analizei fenomenelor meteorologice extreme din România. În cercetările sale, îmbină metode statistice de analiză a tendințelor climatice cu observații in situ, date de teledetecție și simulări realizate cu ajutorul modelelor climatice regionale. Prin această abordare integrată, urmărește să aprofundeze înțelegerea schimbărilor climatice observate și să contribuie la evaluarea riscurilor climatice viitoare.



Bogdan Antonescu

CAPITOLE
→ Cap.3: Furtunile severe din România în contextul schimbărilor climatice
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător în domeniul meteorologiei și al climatologiei, lector la Facultatea de Fizică a Universității din București și cercetător la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu expertiză în studiul furtunilor severe și al fenomenelor meteorologice extreme în contextul schimbărilor climatice. Printre contribuțiile sale se numără dezvoltarea primei climatologii a tornadelor din România și a unei climatologii detaliate a tornadelor din Europa. Bogdan este implicat în proiecte de cercetare și colaborează cu instituții academice și de cercetare pentru a studia impactul schimbărilor climatice asupra fenomenelor meteorologice extreme. De asemenea, este implicat activ în comunicarea științei, promovând înțelegerea publică a schimbărilor climatice și a impactului acestora asupra fenomenelor extreme.



Gabriel Bădescu

CAPITOLE
→ Cap.14: Ce știu și ce cred adolescenții din România despre schimbările climatice?

Profesor universitar de științe politice și director al Centrului de Studiu al Democrației, Universitatea Babeș-Bolyai, cu experiență în tranzițiile democratice și economice, capitalul social, politicile educaționale, socializarea tinerilor, inegalitatea veniturilor și migrația.



Adrian Gheorghe Bășa

CAPITOLE
→ Cap.6: Schimbările climatice și agricultura în România

Conferențiar universitar în cadrul Facultății de Agricultură a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București și director al Departamentului Științele Plantelor. Deține titlul de doctor în domeniul Agronomie, activitatea sa academică și de cercetare fiind orientată spre fitotehnie, consultanță agricolă și managementul riscurilor în agricultură. Domeniile sale principale de expertiză includ tehnologia culturilor de câmp, evaluarea răspunsului plantelor la factorii de mediu, fertilizarea și optimizarea elementelor tehnologice, precum și consultanța și expertiza agricolă. Cercetările sale vizează în special culturile de floarea-soarelui, porumb, rapiță și grâu, cu accent pe productivitate, adaptarea tehnologiilor de cultură la condițiile pedoclimatice și creșterea rezilienței sistemelor agricole.



Mihaela Caian

CAPITOLE
→ Cap.6: Schimbările climatice și agricultura în România

Este cercetător științific senior la Administrația Națională de Meteorologie din România, unde conduce grupul de „Predicții climatice de la nivel lunar la sezonier”. Deține un doctorat în Modelare Numerică a Atmosferei și Oceanului, obținut la Universitatea Paul Sabatier din Toulouse. Este abilitată în cadrul Școlii Doctorale a Facultății de Fizică, Universitatea din București. Domeniile sale principale de expertiză includ modelarea și predicția climatică, procesele fizice și dinamice din atmosferă și predictibilitatea acestora. În prezent, cercetările sale se concentrează pe schimbările climatice, fenomenele extreme și măsurile de reducere a impactului acestora.



Mihnea Cătuți

CAPITOLE
→ Cap.11: Politici climatice în România: între beneficii și reticență cu privire la prețul carbonului

Coordonează strategia de cercetare cât și alte activități la EPGAria sa de expertiză acoperă politicile climatice, industriale și energetice ale Uniunii Europene, precum și tranziția climatică a Europei de Sud-Est. Este de asemenea Asociat Senior al Programului pentru o Economie Curată al E3G, concentrându-se pe tranziția industrială. Dr. Cătuți a fost cercetător asociat la Centrul pentru Studii de Politici Europene (CEPS), unde a condus activitățile privind viitorul hidrogenului în UE. A fost, de asemenea, lector asociat în Politici Publice la Universitatea din York. Mihnea are o diplomă de licență de la Universitatea din Bristol și un master în Politici Publice Europene de la Universitatea din York și Universitatea Central Europeană. A obținut un doctorat de la Universitatea din York cu o teză axată pe guvernanța energetică și climatică în UE.



Sorin Cheval

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Cercetător științific la Administrația Națională de Meteorologie, de formație geograf, specializat în climatologie, cunoscut mai ales pentru studiile sale în domeniul schimbărilor climatice și impactul acestora asupra mediului urban. Activitatea sa de cercetare include analiza riscurilor climatice, variabilitatea și schimbările climatice la nivel regional și local. Dr. Cheval coordonează mai multe proiecte internaționale de cercetare care vizează adaptarea sectorială la schimbările climatice, cum ar fi CARMINE, CROSSEU și OptFor-EU. A publicat numeroase lucrări științifice în reviste importante, fiind recunoscut pentru contribuțiile sale în domeniul climatologiei urbane. Nu în ultimul rând, Dr. Sorin Cheval predă cursuri de specialitate la Universitatea din București, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca și Academia Forțelor Aeriene Henri Coandă Brașov, și este președintele Asociației Române de Meteorologie Aplicată și Educație (ARMAE).



Alexandru Chivu

CAPITOLE
→ Cap.10: Electrificarea, cheia decarbonizării sectorului energetic

Asistent de cercetare în cadrul Departamentului Sisteme Energetice la EPG, activitatea sa vizează politicile europene de energie și climă, energia nucleară, rețelele electrice şi energia regenerabilă.
Este licențiat în relații economice internaționale la Academia de Studii Economice din București și deține un master în științele mediului (Earth Systems Governance) la Universitatea Utrecht din Olanda. Lucrarea sa de disertație a analizat barierele din calea proiectelor fotovoltaice plutitoare din România.
Anterior alăturării EPG, a activat ca asistent de cercetare la Universitatea Utrecht. De asemenea, a acumulat experiență profesională prin stagii desfășurate în Parlamentul României și în Parlamentul European.



Matei Cocheci

CAPITOLE
→ Cap.9: Transformarea spațiului construit și acțiunea climatică în România

Matei Cocheci este urbanist, specialist în știința mediului și doctor în geografie, având peste 10 ani experiență în coordonarea și elaborarea de documentații de amenajare a teritoriului și urbanism și documente strategice pentru autorități publice locale din România. În prezent este lector universitar la Universitatea de Arhitectură și Urbanism ”Ion Mincu” București, departamentul Planificare Urbană și Dezvoltare Teritorială. Activitatea sa de cercetare și practica profesională pun accent pe impactul provocărilor de mediu asupra planificării teritoriale. Principalele domenii de cercetare vizează mediile restrictive și reziliența climatică, suburbanizarea în zonele metropolitane și vulnerabilitățile sistemului de planificare spațială din România.



Adina-Eliza Croitoru

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este profesor universitar la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, unde predă și desfășoară cercetări în domeniul fenomenelor meteo-climatice extreme, al schimbărilor climatice și al impactului acestora asupra mediului și societății. Prof. Croitoru a fost implicată în numeroase studii care explorează efectele fenomenelor extreme și schimbărilor climatice asupra sănătății, agriculturii și resurselor de apă. Prof. Croitoru este reprezentant regional pentru Europa (RA VI) în cadrul Consiliului de Cercetare al Organizației Meteorologice Mondiale (WMO), contribuind la dezvoltarea și promovarea cercetării climatice. De asemenea, Prof. Croitoru prezidează Grupul de Lucru al WMO pentru Schimbul de Date cu Sectorul de Cercetare din subordinea aceluiași organism, o inițiativă foarte importantă care are ca scop îmbunătățirea accesului la date meteorologice și climatice pentru comunitatea științifică. Totodată, Prof. Croitoru coordonează și Grupul de Lucru pentru Cercetare la nivel european din cadrul Organizației Meteorologice Mondiale, care are ca principal rol stabilirea priorităților de cercetare la nivel regional și facilitarea comunicării între cercetători și profesioniștii din domeniul meteorologiei, hidrologiei și compoziției atmosferice pentru implementarea rezultatelor științifice în activitatea operațională. La nivel național, Prof. Croitoru este membră a Consiliului Consultativ pentru Dezvoltare Durabilă (CCDD), ca expert pentru Obiectivul de Dezvoltare Durabilă 13 – Acțiune climatică.



Mihai Dima

CAPITOLE
→ Cap.4: Europa se încălzește accelerat: implicații pentru România

Este profesor la Facultatea de Fizică a Universității din București și cercetător în domeniul variațiilor climatice. Este autor al numeroaselor articole științifice referitoare la mecanismele fizice ale schimbărilor climatice, publicate în cele mai prestigioase reviste pe plan internațional. A fost președinte al Consiliului Național al Cercetării Științifice și secretar de stat pentru cercetare științifică și inovare. În prezent, este director al Școlii Interdisciplinare de Studii Doctorale a Universității din București și ambasador științific al Fundației Humboldt din Germania.



Ștefan Dinicilă

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Inginer și cercetător în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie din România, precum și doctorand în Geografie la Universitatea „Babeș-Bolyai”. Este specializat în modelare atmosferică la rezoluție înaltă, prognoză numerică a vremii. Cercetările sale includ studii bazate pe modelul WRF cât și ICON privind insula de căldură urbană și parametrizările urbane, în special pentru București. El face parte din proiectul CAMS-NCP și contribuie, de asemenea, la proiectul CARMINE din programul Orizont Europa, referitor la dezvoltarea rezilientă la climă a regiunilor metropolitane. Activitatea sa conectează modelarea atmosferică avansată cu reziliența climatică urbană și evaluarea riscurilor climatice.



Radu Dudău

CAPITOLE
→ Cap.10: Electrificarea, cheia decarbonizării sectorului energetic

Este președinte și cofondator al EPG. A fost, din 2007 până în 2023, profesor asociat la Universitatea din București. Din 2006 până în 2010, a fost director adjunct la Institutul Diplomatic Român (Ministerul Afacerilor Externe). Este licențiat în fizică și filosofie al Universității din Iași. Este doctor în filosofie (magna cum laude) al Universității Konstanz (Germania) și doctor în științe politice al Școlii Naționale de Studii Politice și Administrative (SNSPA, București). A fost bursier Fulbright în cadrul Programului de securitate națională la Harvard Kennedy School of Government (2011), bursier al Colegiului Noua Europă la Institutul danez de relații internaționale (Copenhaga, 2006) și bursier OSI/FCO-Chevening la Universitatea Oxford (1999–2000). Lucrările sale se concentrează pe politica energetică, tehnologia energetică și piețele energetice.



Alexandru Dumitrescu

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Este cercetător științific în domeniul climatologiei, cu o experiență de peste două decenii în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie – Secția de Climatologie. Expertiza sa se concentrează asupra analizei schimbărilor climatice, prin utilizarea unor metode integrate ce îmbină date observaționale, teledetecție și modelare climatică. Este activ implicat în dezvoltarea serviciilor climatice operaționale, având ca obiectiv transformarea informațiilor climatice complexe în produse aplicabile și relevante pentru sectoare precum agricultura, planificarea urbană, precum și managementul riscurilor climatice și naturale.



Dragoș Ene

CAPITOLE
→ Cap.3: Furtunile severe din România în contextul schimbărilor climatice
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu o carieră în domeniul teledetecției atmosferice, studiilor climatice și proceselor de validare satelitară. Între 2022 și 2024, Dragoș Ene a fost cercetător la ERATOSTHENES Centre of Excellence (Limassol, Cipru). Este autor și coautor al unui număr semnificativ de articole științifice dedicate proceselor climatice și atmosferice, publicate în reviste de prestigiu. Prin experiența sa interdisciplinară, la intersecția fizicii atmosferei, climatologiei și teledetecției, Dragoș Ene participă activ la eforturile de înțelegere a proceselor atmosferice relevante pentru clima Europei de Sud-Est.



Vlăduț Fălcescu

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Doctorand al Universității Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca și lucrează ca meteorolog în cadrul direcției de climatologie a Administrației Naționale de Meteorologie. Activitatea și cercetarea sa se concentrează pe adaptarea la efectele schimbărilor climatice, reziliența urbană și politicile climatice.



Ioan-Ștefan Gabrian

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Inginer și doctorand în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie din România, specializat în modelare atmosferică de înaltă rezoluție, prognoză numerică a vremii și climat urban. Cercetarea sa include studii bazate pe WRF privind insula de căldură urbană și parametrizările urbane, cu accent pe București. Este coordonatorul partenerului NMA în proiectul WinDMiL, axat pe prognoza meteo pe termen foarte scurt bazată pe inteligență artificială, și contribuie la proiectul Horizon Europe CARMINE privind dezvoltarea rezilientă la schimbările climatice în regiunile metropolitane. Activitatea sa conectează modelarea atmosferică avansată cu reziliența climatică urbană și evaluarea riscurilor climatice.



Monica Ioniță

CAPITOLE
→ Cap.1: Temperaturi și valuri de căldură în România
→ Cap.2: Precipitații și secetă în România

Este cercetătoare în cadrul Grupului de Paleoclimatologie de la Institutul Alfred Wegener pentru Cercetări Polare și Marine. Cercetările sale sunt axate pe analiza și înțelegerea variabilității și predictibilității potențiale a evenimentelor extreme într-o lume în schimbare, utilizând metode statistice complexe și diferite tipuri de date care acoperă un spectru temporal larg, mergând înapoi cu mii de ani în trecut, acoperind prezentul și extinzând orizontul nostru în viitor. În ultimii ani, a fost, de asemenea, foarte implicată în transferul de știință și tehnologie și în comunicarea generală a problemelor legate de schimbările climatice către public.



Alexandru Laibăr

CAPITOLE
→ Cap.12: Economia Circulară — de la reglementare la Reziliență Industrială și Impactul în viața de zi cu zi

Director Executiv al Asociației Coaliția pentru Economia Circulară – CERC, este un profesionist cu studii de sustenabilitate și experiență în organizații diverse, concentrat pe afaceri durabile din sectorul economiei circulare și sociale, care își folosește cunoștințele și experiența acumulată din sectorul corporativ și non-profit pentru a dezvolta în cadrul CERC o comunitate formată din specialiști și companii care doresc să facă tranziția la economia circulară prin implementarea principiilor și bunelor practici ale circularității în România. De asemenea, desfășoară activități de consultanță și training în economie circulară, sustenabilitate organizațională și ESG.



Vera Marin

CAPITOLE
→ Cap.9: Transformarea spațiului construit și acțiunea climatică în România

Vera Marin este arhitectă, urbanistă și cercetătoare, cu peste 25 de ani de experiență în educație, guvernanță participativă și dezvoltarea capacității de colaborare în procesele de planificare. Din 2001, este președinta Asociației pentru Tranziție Urbană (ATU*), unde dezvoltă proiecte de cercetare-acțiune și formate de învățare care conectează cunoașterea de specialitate cu deciziile și situațiile concrete din orașe. Din 2024, este Ashoka Fellow, ca recunoaștere a inovației sociale prin care profesioniștii mediului construit sunt implicați în educație formală și nonformală. Este, de asemenea, expert URBACT în planificare strategică integrată și participativă, implicarea actorilor și transformarea strategiilor în acțiuni, cu expertiză tematică în educație, cultură și locuire.
*ATU poate organiza cursuri și ateliere pentru cei care doresc să înțeleagă și să se implice în procesele de planificare urbană care pot oferi răspunsuri la provocările legate de schimbările climatice.



Luminița Mărmureanu

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător științific gradul I la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu expertiză în fizica și chimia atmosferei, caracterizarea poluanților atmosferici și identificarea surselor acestora, de la aerosoli până la radionuclizi. Printre contribuțiile sale se numără caracterizarea instrumentelor de referință pentru monitorizarea aerosolilor, analiza evoluției pe termen lung a poluării în România, precum și evaluarea stresului termic în Europa. Luminița a coordonat proiecte de cercetare naționale și internaționale și colaborează cu instituții academice și de cercetare din întreaga Europă pentru a studia poluarea atmosferică, expunerea la căldură și impactul acestora asupra sănătății. Este, de asemenea, implicată activ în formarea tinerilor cercetători și în promovarea înțelegerii poluării atmosferice și a efectelor schimbărilor climatice asupra sănătății.



Corina Murafa

CAPITOLE
→ Cap.13: Cu strategiile făcute și lecțiile neînvățate: noua politică europeană de reziliență ne va prinde din nou în off-side

Corina Murafa este cercetător, activist și consultant independent cu peste 15 ani de experiență în domeniul climei, energiei și sustenabilității, colaborând cu organizații mari din mediul public, privat și non-guvernamental, la nivel național și internațional, precum Banca Mondială, Comisia Europeană, Frankfurt School of Management, Fundația Friedrich Ebert, Environmental Defense Fund, Cancelaria Primului Ministru, Ashoka, și alții. Din 2023 este membră și vicepreședintă a secțiunii Mediu în Comitetul Economic și Social European, în urma unei largi susțineri primite din partea ONG-urilor din România. Este co-fondatoare a Observatorului Român pentru Sărăcie Energetică, membră a board-ului internațional al Misiunii Europene pentru Adaptare la Schimbări Climatice și lector universitar al Facultății de Administrare a Afacerilor în Limbi Străine din cadrul Academiei de Studii Economice din București, unde conduce de asemenea proiecte de cercetare aplicată în domeniul climei și energiei. Parcursul ei academic cuprinde studii doctorale și de master la ASE București și Hertie School of Governance, Berlin, precum și fellowship-uri la New York University și UC Berkeley. Corina scrie și susține frecvent prezentări publice și intervenții în presă pe teme de energie, climă și sustenabilitate.



Viorica Nagavciuc

CAPITOLE
→ Cap.1: Temperaturi și valuri de căldură în România
→ Cap.2: Precipitații și secetă în România

În activitatea sa științifică, Viorica s-a îndreptat în mod prioritar către reconstituirea paleoclimatului pe baza unor parametri ai inelelor anuale de creștere a arborilor: lățimea inelelor anuale, densitatea maximă a inelelor anuale, compoziția izotopilor stabili de oxigen și carbon în celuloza inelelor anuale. De asemenea, ea este interesată să studieze variabilitatea și predictibilitatea evenimentelor climatice extreme (de exemplu, inundații, secete, valuri de căldură), precum și impactul lor asupra aspectelor socio-economice.



Denis Nichita

CAPITOLE
→ Cap.4: Europa se încălzește accelerat: implicații pentru România

Doctorand în cadrul Facultății de Fizică a Universității din București.
Cercetările sale se concentrează asupra utilizării și dezvoltării metodelor de analiză cauzală aplicate datelor observaționale. Prin intermediul acestora, investighează relații și lanțuri cauzale atât în sistemul climatic, cât și în alte domenii. Studiile sale abordează, printre altele, legătura dintre gazele cu efect de seră, gheața marină arctică și slăbirea Circulației Meridionale de Răsturnare din Atlantic, influența factorilor meteorologici asupra răspândirii virusului SARS-CoV-2, precum și cauzele producerii fenomenelor extreme. Colaborează cu cercetători de la Institutul Alfred Wegener pentru Cercetări Polare și Marine din Germania, precum și de la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”.



Valentin Veron Toma

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător științific principal gr. II și șeful Departamentului de Antropologie Culturală și Socială, din cadrul Institutului de Antropologie „Francisc I. Rainer” al Academiei Române din București. Are studii medicale, a urmat studii postuniversitare în antropologie socială și a obținut titlul de doctor în psihiatrie la Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”. Domeniile sale de interes în cercetare includ antropologia medicală, psihiatria culturală și istoria medicinei. În ultimii cinci ani, Dr. Toma s-a implicat în organizarea primei conferințe a Academiei Române privind schimbările climatice, a participat la Grupul de lucru al Administrației Prezidențiale privind schimbările climatice, a făcut parte din Grupul de lucru privind Fondul Social și Clima și a contribuit la mai multe documente oficiale ale României pe această temă. Dr. Toma a participat, în calitate de reprezentant al României, la panelul de experți din țările membre ale Uniunii Europene care a pus în dezbatere prima versiune a documentului intitulat „Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) on Health and Climate Change”. Grupul de lucru a fost organizat de Comisia Europeană prin RTD Environment and Health (2024). Recent, în cadrul Consiliului Consultativ pentru Dezvoltare Durabilă (CCDD), din cadrul guvernului României, Dr. Toma a constituit un grup de lucru pe tema sănătate și schimbări climatice, prin intermediul căruia România contribuie la activitatea rețelei europene a consiliilor consultative - European Environment and Sustainable Development Advisory Councils Network (EEAC Network) - de la Bruxelles. În luna ianuarie 2025 Dr. Toma a fost ales vicepreședinte al CCDD. De asemenea, în prezent, ocupă poziția de co-președinte al Grupului de lucru pe sănătate al EEAC Network (Bruxelles).