



O nouă abordare pentru
HIDROGEOLOGIA DE MEDIU APLICATĂ
cu studii de caz din ROMÂNIA

daniel SCRĂDEANU

Introducere	2
Mediul este tot ce ne înconjoară, conectat prin apa.....	3
Indicatori de presiune asupra mediului	4
1. Epuizarea resurselor	7
2. Deșeurile	9
3. Dispersia substanțelor toxice.....	9
4. Poluarea apei	9
5. Mediul marin și zonele costiere.....	11
6. Schimbarea climei	12
7. Poluarea aerului	14
8. Epuizarea stratului de ozon	15
9. Problemele mediului urban	16
Directive și regulamente UE care vizează monitorizarea presiunilor asupra mediului.....	17
Bibliografie	18



Introducere

Acviferele înmagazinează aproape o treime din totalul resurselor globale de apă dulce.

Hidrogeologia aplicată pentru mediu vizează **gestionarea în mod durabil a resurselor de apă subterană** pentru a proteja sănătatea umană și a ecosistemelor. **Hidrogeologia aplicată** a mileniului trei trebuie să fie dedicată în mod necesar **mediului** deoarece în Europa [1]:

- **apa subterană** asigură 65% din **apa potabilă** și 25% din apa utilizată pentru **irigații în agricultură**.
- 24% din **corpurile de apă subterană** ale UE sunt raporte a fi în **stare chimică slabă**, iar 9% în **stare cantitativă slabă**.
- 29% din corpurile de apă ale UE **nu mai au capacitatea să asigure necesarul de apă ecosistemelor și populației** datorită deteriorării calitative și cantitative.
- **creșterea populației** Europei și necesarul de apă în condițiile **schimbărilor climatice** vor crește continuu presiunea asupra apelor subterane.

Într-un viitor foarte apropiat, **apa subterană** va deveni, **și în România, cea mai importantă resursă pentru apa potabilă**, deoarece este mai puțin vulnerabilă la poluare decât apa de suprafață. În anul 2022, în România, **56,32%** din apa furnizată populației pentru potabilizare provenea din **surse de suprafață** și **48,68% din apa subterană (Tabelul 1)**.

Tabelul 1. Volumele de apă prelevate în anul 2022 pentru populație (potabilizare) în România (sursa ANAR).			
SURSA		Volum anual [mii mc.]	Procente din VTA [%]
Apă de suprafață	Râuri interioare	632.006,17	50,32
	Dunăre	75.285,90	6,00
	TOTAL	707.292,07	56,32
Apă subterană	TOTAL	548.604,79	48,68
VOLUM TOTAL ANUAL (VTA)		1.255.896,86	100,00

Apa conectează dinamic componentele mediului: aer, apă sol și subsolul!



Mediul este tot ce ne înconjoară, conectat prin apă

Mediul este tot ce ne înconjoară, **organic** (biocenoză) și **anorganic** (biotop), conectat prin **apă**. **Apa** asigură continuitate **Mediului**. Această formulare sintetică, menită să evidențieze rolul **apei** pentru **protecția** și **conservarea mediului** merită să fie în cadreată de:

- definiția plină de savoare a **mediului vital** formulată de **Emil Racoviță**:
 - "totalitatea înfăptuirilor, fenomenelor și energiilor lumești ce vin în contact cu o ființă, de care depinde soarta acesteia și a căror acțiune provoacă o reacțiune corespondentă în zisa ființă"
- definiția legală a **mediului**, din legea română a protecției mediului, **O.U.G. nr. 195/2005**:
 - "mediul reprezintă ansamblul de condiții și elemente naturale ale Terrei: **aerul, apa, solul, subsolul**, aspectele caracteristice ale peisajului, toate straturile atmosferice, toate materiile organice și anorganice, precum și ființele vii, sistemele naturale în interacțiune, cuprinzând elementele enumerate anterior, inclusiv unele valori materiale și spirituale, calitatea vieții și condițiile care pot influența bunăstarea și starea omului."

Componentele principale ale mediului sunt împărțite în patru categorii majore, care interacționează între ele pentru a susține viața pe Pământ:

1. **Mediul abiotic (biotop):**
 - Atmosfera (aerul) – stratul de gaze care înconjoară Pământul.
 - Hidrosfera – totalitatea apelor (oceane, mări, râuri, lacuri, ape subterane etc.).
 - Litosfera – scoarța terestră, solul și rocile.
 - Climatosfera – condițiile climatice (temperatură, umiditate, precipitații, vânt etc.).
2. **Mediul biotic (biocenoză):**
 - Toate organismele vii: plante, animale, microorganisme și relațiile dintre ele.
 - Include ecosistemele și lanțurile trofice.
3. **Mediul antropic (creat de om):**
 - Infrastructura urbană și rurală: clădiri, drumuri, baraje etc.
 - Activități economice: industrie, agricultură, transport, energie.
 - Poluare și alte intervenții ale omului asupra naturii.
4. **Mediul socio-economic** (uneori inclus în mediul antropic):
 - Sisteme sociale, culturale și economice care influențează modul în care oamenii folosesc și afectează mediul natural.

*



Mediul trebuie gestionat ca un întreg chiar dacă **aerul, apa și resursele solului și subsolului** sunt, în România, în administrarea unor instituții distincte, **la un moment dat**:

- **Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor** având:
 - în subordine:
 - Agenția Națională pentru Protecția Mediului (<https://anmap.gov.ro/>)
 - Administrația Rezervației Biosferei “Delta Dunării” (<https://ddbra.ro/>)
 - Agenția Națională pentru Arii Protejate (<https://ananp.gov.ro/>)
 - sub autoritate:
 - Administrația Națională de Meteorologie (<https://www.meteoromania.ro/>)
 - Regia Națională a Pădurilor-Romsilva (<https://www.rosilva.ro/>)
 - în coordonare:
 - Administrația Fondului pentru Mediu (<https://www.afm.ro/>)
 - Administrația Națională de “Apele Române” (<https://rowater.ro/>)
- **Ministerul Economiei, Antreprenoriatului și Turismului** cu direcția:
 - Resurse Minerale (<https://economie.gov.ro/directia-resurse-minerale/>)
- **Agencia Națională pentru Resurse Minerale** (<https://www.namr.ro/home/>), subordonată direct Guvernului României.

Indicatori de presiune asupra mediului

Apa, în stare **lichidă** sau sub formă de **vapori** (în **atmosfera** sau în **zona vadoasă a acviferelor cu nivel liber**), este principalul factor de **transport al contaminanților** și este implicată în definirea majorității **indicatorilor de presiune asupra mediului (Tabelul XX)**.

Indicatorii de presiune asupra mediului, elaborați la nivelul Uniunii Europene, au ca obiectiv o descriere sintetică a impactului negativ al **dinamicii fenomenelor naturale** și **activităților antropice** asupra **mediului**, grupate în **nouă categorii (Tabelul XX, [2], [3])**: 1)**Epuizarea resurselor**, 2)**Deșeurile**, 3)**Dispersia substanțelor toxice**, 4)**Poluare ape**, 5)**Mediul marin și zonele costiere**, 6)**Schimbarea climei**, 7)Poluarea aerului, 8)Epuizarea stratului de ozon, 9)**Problemele mediului urban**.

Într-o dinamică activă, indicatorii de presiune asupra mediului sunt actualizați de Agenția Europeană de Mediu (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators>).

Cea mai recentă propunere de indicatori ai presiunii asupra mediului în Uniunea Europeană este inclusă în cadrul **Programului de Acțiune pentru Mediu al UE până în 2030 (al 8-lea EAP)**. Comisia Europeană a adoptat în iulie 2022 un set de **28 de indicatori principali** pentru a monitoriza progresul către obiectivele de mediu și climă ale UE. Printre cei 28 de indicatori adoptați, se numără:

- **Emisiile de gaze cu efect de seră**: monitorizarea cantităților emise și a tendințelor în reducerea acestora.
- **Utilizarea resurselor**: evaluarea eficienței în utilizarea resurselor și a progresului către o economie circulară.



- **Poluarea aerului și apei:** măsurarea nivelurilor de poluanți și a impactului asupra sănătății umane și ecosistemelor.
- **Biodiversitatea:** urmărirea stării habitatelor și a speciilor pentru a evalua pierderile de biodiversitate.

În trecut și în prezent omenirea a avut și are două opțiuni clare în privința mediului:

- opțiunea 1: **Salvăm Planeta!**
- opțiunea 2: **Epuizăm resursele Planetei și o părăsim!**

Azi suntem pe muchie de cuțit: înregistrăm progrese reale în direcția salvării Planetei și în același timp asistăm la o inerție masivă în exploatarea continuă și intensivă a resurselor. Semnele bune sunt legate de: creșterea accesului la energia regenerabilă (solară, eoliană), reîmpăduriri, conservarea biodiversității, agricultură regenerativă, inovații ecologice (clădiri verzi, transport electric, reciclare smart), legi pentru protecția mediului în UE, conștientizare crescută. Din păcate, realitatea arată că:

- depindem masiv de combustibilii fosili
- defrișările, poluarea oceanelor și pierderea speciilor continua
- modelele de consum și producție prioritizează profitul.

În ultimul timp se discută serios că **Spațiul** începe să fie considerat „planul B” (colonizarea lui Marte, etc.). Acum suntem undeva **între salvare și autodistrugere** iar salvarea Planetei depinde de: deciziile politice, inovația tehnologică și voința noastră colectivă. La nivel personal putem prelungi supraviețuirea pe Terra printr-un consum responsabil, reducerea deșeurilor, educație, presiune asupra autorităților. Dacă nu schimbăm **rapid și radical** modul în care consumăm, producem și trăim, ne îndreptăm spre: **Colaps ecologic, Migrații masive, Conflicte pentru resurse și o Planetă din ce în ce mai puțin locuibilă.**

Apa, de suprafață și subterană, este un factor decisiv în menținerea condițiilor supraviețuirii noastre pe Terra:

- Reglează climatul natural menținând stabilă temperatura atmosferei prin absorbirea și distribuția căldurii solare la nivelul apelor de suprafață (oceane, lacuri, rețea hidrografică)
- Susține viața și biodiversitatea, fiind indispensabilă ecosistemelor care se extind de la pădurile tropicale la tundra.
- Autoepurarea naturală a apei prin circulația în formațiunile permeabile (pietriș, nisip, calcare fisurate, loessuri etc) asigură suportul unei dezvoltări echilibrate a biocenozelor.
- Stopează încălzirea globală prin absorbția dioxidului de carbon și stocarea lui în mlaștini și turbării.
- Suport pentru procesele naturale precum: circulația nutrienților, fotosinteza, degradarea materiei organice, regenerarea ecosistemelor.

Apa e în pericol!

Poluarea, deversările, microplasticele, secetele și risipa amenință tot acest echilibru. Lipsa apei afectează direct calitatea vieții, agricultura, sănătatea și stabilitatea socială.

Majoritatea indicatorilor de presiune asupra mediului include referiri la apă!



Tabel XX. Listă cu indicatori ai presiunii asupra mediului pentru UE (compilare după *Environmental pressure indicators for the EU, 2001*[2] și *Environmental indicator catalogue*[3])

1	Epuizarea resurselor	Consumul de apă	Utilizarea energiei	Teritorii ocupate permanent de urbanizare	Impactul fosfaților asupra terenurilor agricole	Producția de energie electrică din combustibili fosili	Echilibrul forestier
2	Deșeuri	Depozite de deșeuri	Deșeuri incinerate	Deșeuri periculoase	Deșeuri municipale	Deșeuri industriale	Deșeuri reciclate
3	Dispersia substanțelor toxice	Consumul de pesticide în agricultură	Emisia de poluanți organici persistenti	Consumul de substanțe chimice toxice	Indicele emisiilor de metale grele în apă	Indicele emisiilor de metale grele în aer	Emisiile de material radio-activ
4	Poluare apei	Emisii de nutrienți din gospodării	Emisii de nutrienți din industrii	Pesticidele utilizate în agricultură pe hectar de teren	Azotul utilizat în agricultură pe hectar de teren	Emisiile de substanțe organice din gospodării	Emisiile de materie organică din industrie
5	Mediul marin și zonele costiere	Eutrofizarea	Presiunea pescuitului	Reducerea zonelor umede din zonele costiere	Descărcări de metale grele	Poluarea cu petrol în zone costiere și în mare	Intensitatea turismului
6	Schimbarea climei	Emisiile de dioxid de carbon (CO ₂)	Emisiile de metan (CH ₄)	Emisiile de oxid de azot (N ₂ O)	Emisiile de HFCs, PFCs și SF ₆	Emisiile de oxizi de azot (NO _x)	Emisiile de SO _x
7	Poluarea aerului	Emisiile de oxizi de azot (NO _x)	Emisiile de compuși organici volatili	Emisiile de SO ₂	Emisiile de particule	Consumul de gazolină și diesel de vehicule rutiere	Consumul de energie primară
8	Epuizarea stratului de ozon	Emisii de bromofluoro carboni (haloni)	Emisii de cloro-fluorocarboni (CFC)	Emisii de hidro-cloro-fluoro-carboni (HCFC)	Emisii de carbon clorurat	Emisii de CH ₃ Br produs industrial	Emisiile de NO _x de către aeronave
9	Problemele mediului urban	Consumul urban de energie	Deșeuri municipale nereciclate	Ape uzate urbane neepurate	Transport auto privat	Oameni afectați de emisii de zgomot	Utilizarea terenului urban



1. Epuizarea resurselor

Consumul de apă este primul indicator din seria celor **șase**, dedicați epuizării reurselor (**Tabelul XX**). Directiva Cadru Apă a Uniunii Europene fixează **patru obiective** ale politicii de exploatare durabilă a resurselor de apă dulce: asigurarea cu suficientă apă potabilă, asigurarea apei pentru procesele tehnologice, protecția calității apei și atenuarea impactului inundațiilor și secetei.

Deficitul de apă a afectat, cel puțin într-un sezon din anul 2019, 29% din teritoriul UE, cu toate că s-a înregistrat o scădere a captării de apă cu 15% în perioada 2000-2019. Prognozele realizate la nivel european indică o creștere a deficitului de apă până în 2030 [5].

Indicele de Exploatare a Apei (IEA+) este un indicator sintetic utilizat pentru evaluarea deficitului de apă pentru condițiile bazinale[5]:

$$IEA+ = \frac{\text{Apa Utilizata}}{\text{Resursa de Apa Regenerabila}} \cdot 100$$

în care:

- $\text{Apa Utilizata} = \text{Apa Extrasa} - \text{Apa Returnata}$
- $\text{Resursa de Apa Regenerabila} = \text{Realimentarea} + \text{Apa Utilizata} - \Delta \text{Stocare}$

Valorile de prag utilizate pentru (IEA+) sunt:

- (IEA+)>20%: resursele de apă sunt sub stres
- (IEA+)>40%: utilizarea apei dulce este nesustenabilă (stres sever)

Valorile (IEA+) pentru cea mai dificilă situație sezonieră a deficitului de apă din UE (**Tabelul XX, Fig.XX**) indică cele mai dificile condiții în Cipru, Malta, Grecia, Turcia, Portugalia, Italia și Spania. România, cu (IEA+)=23,5 este situată cu resursele de apă sub stres!

Epuizarea resurselor de apă este principalul indicator al presiunii asupra mediului și se exprimă prin cantitatea de apă **utilizată de o persoană într-un an** [$m^3/(\text{an} \cdot \text{capita})$], pentru a putea face comparație cu nivelul de consum al diferitelor țări.

Tabelul XX. (IEA+) pentru cel mai mare deficit sezonier de apă dulce din țările UE în 2019.

TARA	IEA+[%]	TARA	IEA+[%]
CIPRU	124.0	GERMANIA	2.9
MALTA	74.9	ALBANIA	2.9
GRECIA	70.2	BULGARIA	2.5
TURCIA	68.7	UNGARIA	2.0
PORTUGALIA	66.0	FINLANDA	2.0
ITALIA	57.0	LITUANIA	1.6
SPANIA	47.2	LUXEMBURG	1.5
ROMANIA	23.5	SLOVACIA	1.2
CEHIA	19.5	IRLANDA	1.0
POLONIA	14.5	ELVETIA	1.0
BELGIA	13.2	SLOVENIA	0.6
DANEMARCA	12.6	BOSNIA si HERTEGOVINA	0.5
ESTONIA	10.3	SUEDIA	0.4
MACEDONIA DE NORD	9.0	LETONIA	0.3
OLANDA	6.3	CROATIA	0.2
SERBIA	5.3	AUSTRIA	0.2
FRANTA	4.3	NORVEGIA	0.1
KOSOVO	3.4	ISLANDA	0.0

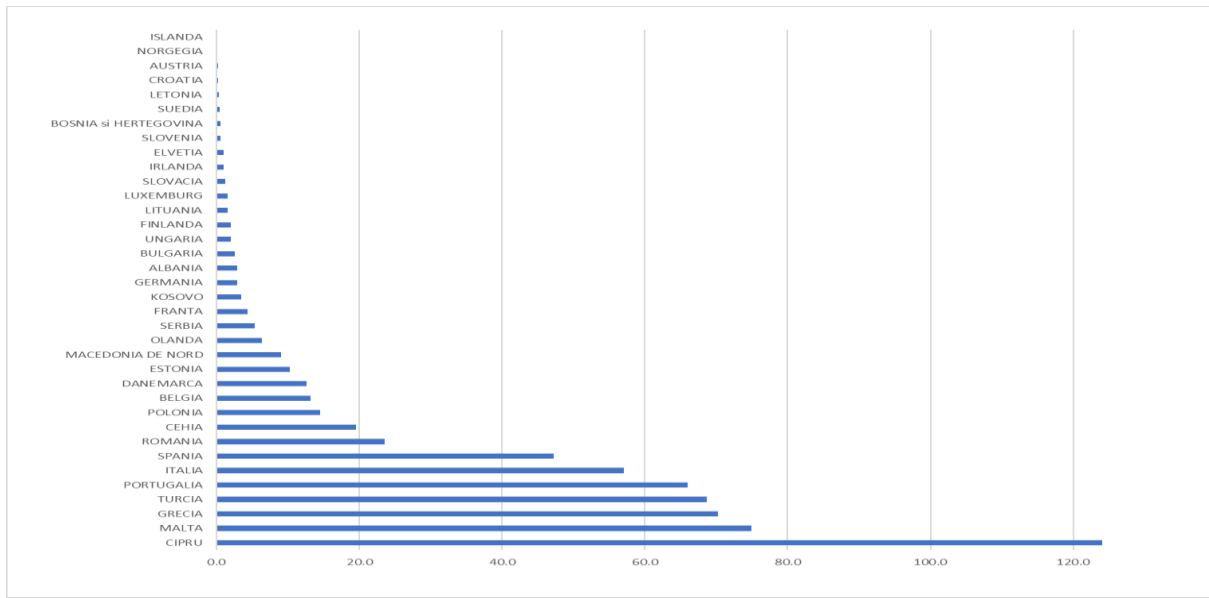


Fig. XX. (IEA+) pentru cel mai mare deficit sezonier de apă dulce din țările UE în 2019.

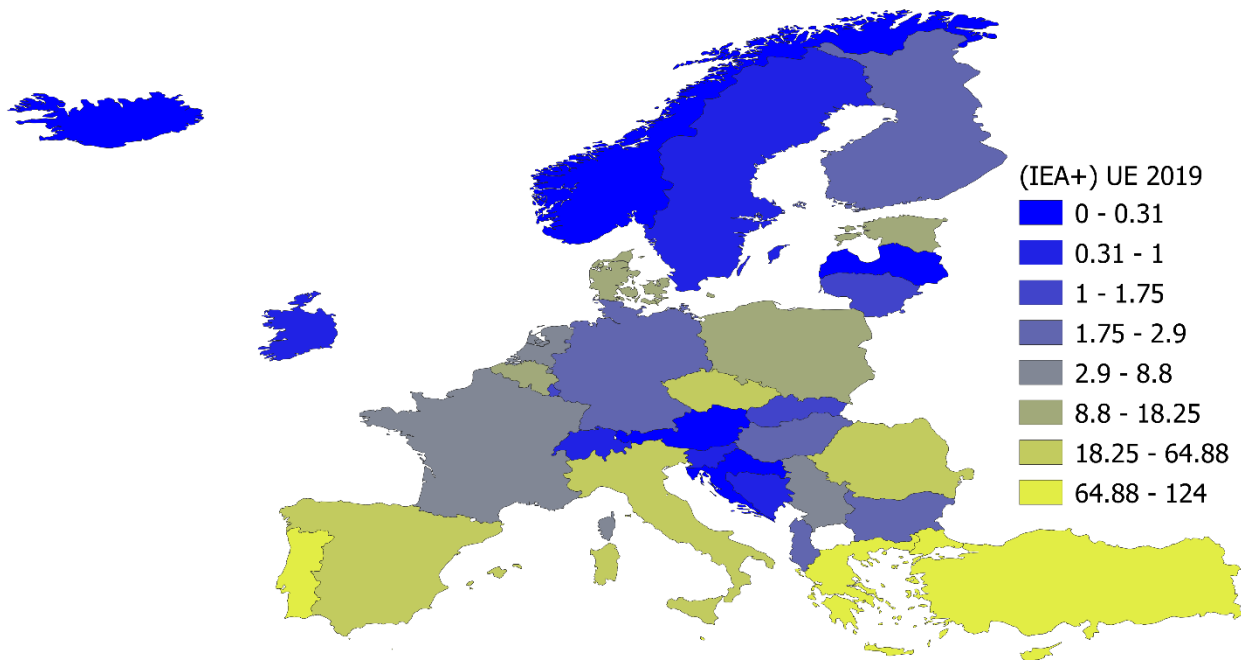


Fig. XX. (IEA+) pentru cel mai mare deficit sezonier de apă dulce din țările UE în 2019.



Solicitățile de apă dulce sunt din diverse domenii de activitate ale oamenilor: alimentarea cu apă potabilă și întreținerea locuințelor, industrie, agricultură, turism, amenajări urbane. Pentru două treimi din țările UE, 80% din apa dulce utilizată pentru toate domeniile de activitate provine din apele de suprafață și 20% din apele subterane. În plus, 51% din apa dulce este utilizată în procesele tehnologice de răcire, iar după utilizare este returnată în corpurile de apă din care a fost extrasă. Prognozele indică o creștere a presiunii asupra apele subterane de apă dulce pentru alimentarea cu apă a localităților. Agricultura consumă pentru irigații cea mai mare cantitate de apă dulce din volumul total exploatat [4; la 11.01.2022]: 64% apă de suprafață și 26% apă subterană.

Creșterea suprafețelor ocupate permanent de urbanizare poate afecta realimentarea acviferelor și modifica traseele rețelei hidrografice contribuind la reducerea resurselor de apă subterană și la posibila favorizare a inundațiilor.

Impactul fosfaților asupra terenurilor agricole afectează calitatea apelor de suprafață și subterane, conducând la eutrofizarea corpurilor de apă. Fosfații, mai puțin mobili decât azotații cu care sunt folosiți pentru fertilizare se acumulează și în exces, conduc la eutrofizare și reducerea fertilității solului.

Echilibrul forestier prin controlul exploatării lemnului este determinant pentru menținerea unui mediu sănătos în UE. Majoritatea zonelor de alimentare ale acviferelor sunt acoperite cu păduri și menținerea integrității contribuie la protecția calității apelor subterane.

2. Deșeurile

Toate tipurile de depozite de deșeuri (incinerate, periculoase, municipale, industriale, reciclate) exercită presiune asupra mediului fiind surse potențiale de poluare pentru **apele de suprafață și subterane**. Substanțele poluante din depozitele de deșeuri pot ajunge în apele de suprafață sau subterane numai în cazul utilizării unor tehnologii neadecvate pentru construcția depozitelor și epurarea componentei fluide drenată din depozit.

3. Dispersia substanțelor toxice

Economia mondială produce anual peste 400 milioane tone de substanțe chimice de sinteză, multe dintre ele cu efecte necunoscute asupra plantelor, animalelor și oamenilor. Indicatorii presiunii acestor substanțe asupra mediului vizează în principal **pesticidele și metalele grele** (arsenic, mercur, cadmiu, cupru, nichel și zinc sunt cele mai frecvente în apele uzate) care au principal agent de "transport" în mediu, **apele de suprafață sau subterane**.

4. Poluarea apei

Presiunea asupra calității apei provine din activități antropice cuantificate prin **șase indicatori**, de presiune asupra mediului care vizează emisiile de poluanți, organici sau anorganici, generați de aceste activități.



(1)Emisiile de nutrienți din gospodării și (2)industrii sunt evaluate prin cantitatea medie anuală de azot și fosfor deversată, după tratare/epurare, din gospodării, în **ecosistemele acvatice** și se exprimă în **[kg_azot/locuitor și kg_fosfor/locuitor]**. Din statisticile existente rezultă că emisiile de nutrienți din gospodării sunt mai mari decât cele din industrie, grație tehnologiilor de epurare utilizate pentru fluxurile tehnologice industriale și aceste emisii produc eutrofizarea ecosistemelor acvatice. De semnalat că la nivelul statelor din Uniunea Europeană nu există date complete pentru evaluarea corectă a emisiilor industriale de nutrienți.

(3)Pesticidele utilizate în agricultură sunt cuantificate printr-un indicator exprimat în **[kg substanță activă/ha suprafață agricolă]**. Substanțele active pe piața comercială a pesticidelor au efect semnificativ asupra fungilor, plantelor și insectelor și sunt utilizate pentru controlul dăunătorilor din agricultură și silvicultură dar au efecte negative asupra mediului concretizate prin: poluarea apei și solului, moartea insectelor, păsărilor, peștilor și mamiferelor sensibile la toxinele utilizate, distrugerea habitatelor, perturbarea sistemelor de reproducere ale animalelor, bioacumularea în țesuturi cu efecte dăunătoare asupra animalelor și oamenilor.

(4)Azotul utilizat în agricultură, provenit din îngrășăminte chimice și organice este exprimat sintetic în **[kg azot/hectar]**. În această cantitate este inclus azotul din atmosferă fixat biologic de bacterii prin conversia azotului din atmosferă în amoniac și azotul din atmosferă ajuns în sol din praf și precipitații. Compușii azotului sunt transformați destul de rapid în **nitrați** prin oxidare iar din solurile suprasaturate cu azot sunt drenați nitrații și nitriții în apele subterane și de suprafață. Peste un anumit nivel al concentrației a nitraților din apă afectează sănătatea oamenilor (copii și gravide) și stabilitatea ecosistemelor acvatice prin eutrofizare corpurilor de apă și acidificarea/acidizarea solului.

(5)Emisiile de materie organică din gospodării sunt o sursă importantă de poluare a corpurilor de apă, de suprafață și subterane deoarece **descompunerea lor microbiologică** conduce la: a)consumul **oxigenului** care este vital pentru pești și nevertebrate și b)creșterea concentrației de **nitrați** și **fosfați** care accelerează eutrofizarea. Indicatorul sintetic anual măsoară **cantitatea de oxigen necesară biodescompunerii (ONB) materiei organice deversate în corpul de apă, raportată la numărul de locuitori** conectați la stații de epurare.

(6)Emisiile de materie organică din industrie diferă semnificativ pentru fiecare tip de tehnologie utilizată iar cantitățile de oxigen necesare biodescompunerii (ONB) pot fi grupate în [2]:

- industria celulozei, hârtiei, publicării: 32%
- industria alimentară: 42%
- industria chimică: 25%
- alte industrii: 1%

O încercare de sinteză a cantității de oxigen necesare descompunerii materiei organice produse de emisiile industriale sugerează și o corelație cu dinamica dezvoltării economice ([7], **Fig.XX**).

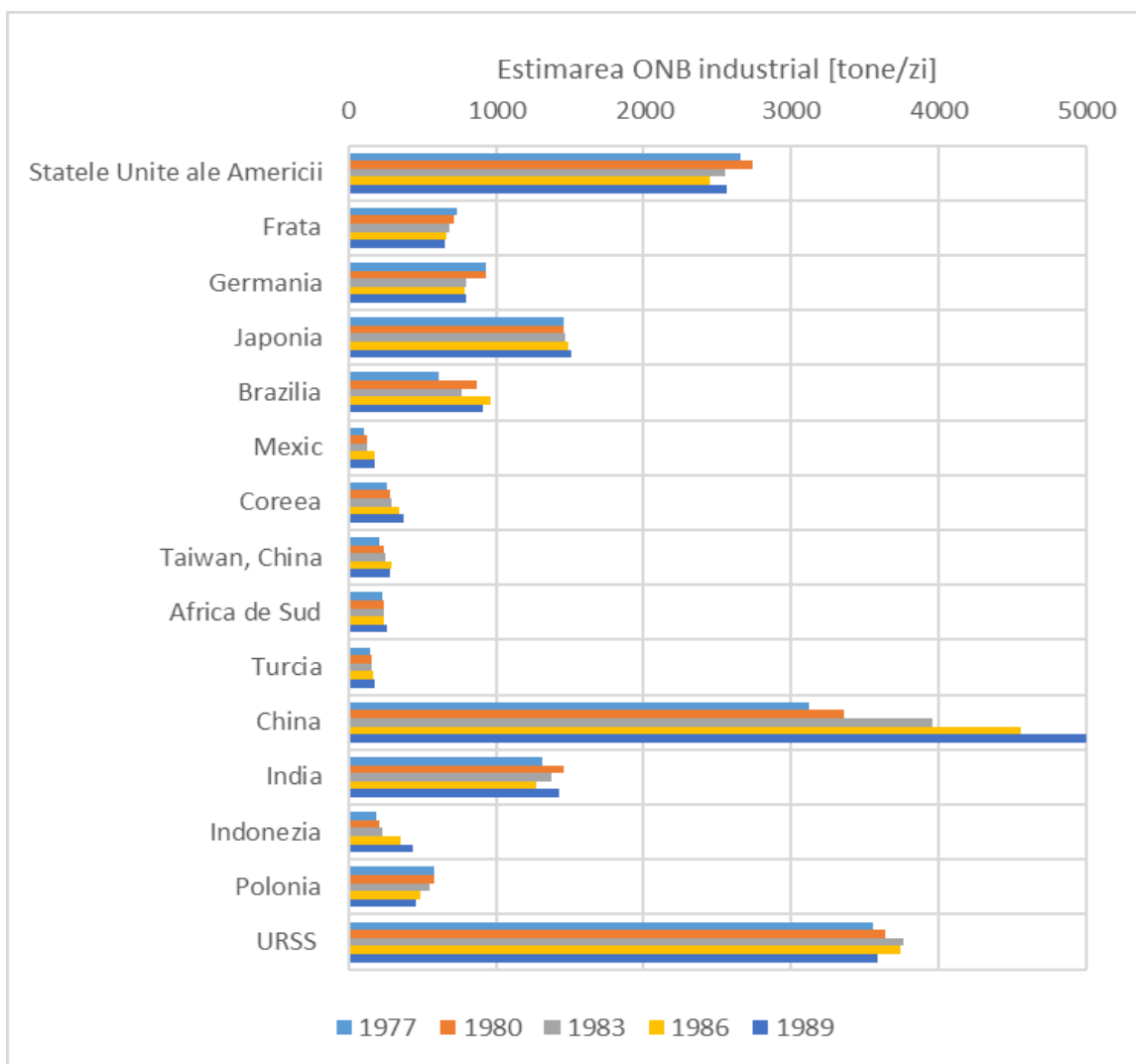


Fig. XX. Emisiile industriale de materie organică exprimate în ONB.
(după H.Hettige et.al, 1997 [7])

5. Mediul marin și zonele costiere

Mediul marin și zonele costiere sunt zone de o deosebită importanță pentru habitatele unor specii unice, aflate la “concurență” cu dezvoltarea urbană, turismul, industria, pescuitul etc. Presiunea celor mai intense activități antropice asupra mediului marin și zonelor costiere au fost cuantificate prin șase indicatori care vizează: **eutrofizarea, pescuitul, zonele umede, metalele grele, poluarea cu petrol și turismul.**

(1)Eutrofizarea produsă prin îmbogățirea naturală sau antropogenică a corpurilor de apă cu nutrienți, este sintetizată într-un indicator care exprimă cantitatea de azot și fosfor deversată direct în apele costiere sau prin intermediul râurilor **[(tone AZOT +tone FOSFOR)/an].**



Nutrienții ajunși în corpurile de apă sunt reprezentați în principal prin compuși ai azotului și forforului, deversați prin conducte, antrenați de curgerea de suprafață din zonele agricole cu surse difuze de nutrienți sau dispersați din depozitele de oxizi ai azotului rezultați prin arderea combustibililor.

(2) Pescuitul exercită presiune asupra resurselor piscicole, presiuni cuantificate (**super-exploatate, risc de epuizare** etc.) pentru diverse zone marine (Marea Baltică, Marea Nordului, Marea Mediterana etc.) și specii de pește (hering, sardină, somon etc.) fără a avea impact semnificativ asupra calității apelor marine sau costiere.

(3) Reducerea zonelor umede rezultată prin drenajul apelor pentru extinderea zonelor agricole sau altor utilizări ale terenurilor au impact asupra **biodiversității și resurselor de apă**. Indicele de presiune asupra zonelor umede cuantifică reducerea acestora în favoarea diverselor utilități (sectorul urban și de transport, agricultură etc.) sub formă procentuală. Datele utilizate indică faptul că reducerile maxime ale zonelor umede, sunt în jur de 50% din suprafețele zonelor umede. Precizia determinărilor este de **+/- 25 hectare** (nivelul de precizie cu care sunt determinate suprafețele tipurilor de utilizare a terenurilor Corine Land Cover, 1990).

(4) Metalele grele luate în considerare pentru indicele de presiune asupra apelor sunt mercurul, cadmiu, cuprul, plumbul și zincul rezultate din emisiile directe sau cele provenite din zonele costiere, inclusiv cele provenite din aer. Cantitățile sunt exprimate în Echivalenți de Toxicitate Arsenic (1 g As=1gAs_EEQ; 39,2 pentru mercur, 3,3 pentru cadmiu, 0,2 pentru zinc, 0,4 pentru cupru și plumb) și devin periculoase datorită persistenței în apă și acumulării în organisme sau sedimente.

(5) Poluarea cu petrol a apelor marine are impact semnificativ asupra ecosistemelor marine și activităților antropice care depind de apa marină și plajele curate: turismul, pescuitul, acvacultura. Emisiile poluante de petrol provin din tancurile petroliere și activitățile industriale (rafinării, epurarea apelor uzate etc.) costiere.

(6) Turismul cuantificat prin numărul de nopți petrecute de turiști în fiecare an exercită o presiune sporită asupra resurselor naturale din zonele costiere care se regăsește și în **nivelul ridicat de poluare a apelor marine**.

6. Schimbarea climei

Schimbarea climei are impact direct asupra distribuției spațiale a **resurselor de apă dulce și calității** acestora prin multiple mecanisme: accelerarea ciclului hidrologic global, topirea ghețarilor și zăpezilor perene, salinizarea apelor subterane, eutrofizarea corpurilor de apă.



Indicatorul presiunii asupra regimului climatic vizează emisiile de **gaze de seră**, în categoria cărora se încadrează o gamă largă de componenți (**Tabelul XX**) rezultați din diverse activități antropice:

- (0) **vaporii de apă (H₂O)** sunt responsabili pentru o mare parte a efectului de seră, concentrațiile vaporilor de apă din atmosferă având o fluctuație regională care poate fi influențată și de activitatea antropică prin creșterea temperaturii globale care crește concentrația vaporilor de apă în atmosferă;
- (1) **dioxidul de carbon (CO₂)** rezultat din utilizarea energiei, procesele industriale, utilizarea combustibililor pentru avioane/vapoare, agricultura, utilizarea terenurilor, depozitarea deșeurilor;
- (2) **metanul (CH₄)** produs în zootehnie, culturi de orez inundate, depozite de deșeuri, exploatarea cărbunelui și gazelor naturale, transport (intră în reacție cu ozonul);
- (3) **oxidul de azot (N₂O)** rezultat al **agriculturii intensive** (denitrificare în mediu anaerob, soluri pe care s-au răspândit gunoi de grajd și alte îngrășăminte cu azot), **procesele industriale** (chimice);
- (4) **hidrofluorocarburile (HFCs)** sunt compuși organici care nu afectează stratul de ozon (pentru că nu conțin clor) fiind utilizați în sistemele de răcire, aer condiționat, ca aerosoli și agenți spumănți.
- (5) **perfluorocarburile (PCFs)** sunt substanțe organice stabile și inerte chimic utilizate în procesele de fabricație a semiconductorilor, aluminiului, în medicină ca substituenți sanguini artificiali, ca agenți refrigeranți sau în procese de spălare industrial.
- (6) **hexafluorură de sulf (SF₆)** este un gaz inert din punct de vedere chimic, inodor și neinflamabil, utilizat în industria electrică ca mediu de izolație, în medicină pentru proceduri oftalmologice iar în cercetare ca gaz trasor în studii de ventilație.

Potențial de Încălzire Globală (**PÎG**) al fiecărui gaz de seră este diferit, în funcție de:

- eficiența radiativă a gazului de seră (a_x);
- durata de evaluare (TH) a potențialului de încălzire globală;
- persistența în atmosferă a gazului de seră ($[x(t)]$).

PIG este raportul dintre efectul încălzirii atmosferei pe o **perioadă de timp**, produsă de **1 kg de gaz de seră**, raportată la efectul produs de **1 kg de gaz de seră de referință (CO₂)**:

$$PIG(x) = \frac{a_x}{a_r} \cdot \frac{\int_0^{TH} [x](t) \cdot dt}{\int_0^{TH} [r](t) \cdot dt}$$

Dioxidul de carbon (**CO₂**), fiind gazul de seră cel mai abundent, este etalonul pentru calculul potențialului de încălzire globală al gazelor de seră (**PÎG_ CO₂=1**). O cantitate de 100 tone dintr-un gaz de seră cu **PÎG =10** are un potențial de încălzire echivalent cu potențialul de încălzire



rezultat din acțiunea a 1000 tone de CO₂. Pentru un orizont de timp de 100 de ani, Potențialul de încălzire Global, este diferit pentru fiecare tip de gaz: CO₂=1; CH₄=21; N₂O=310.

Tabelul XX. Persistență în atmosferă([x(t)], eficiență radiativă(α_x) și Potențialul de Încălzire Globală (<i>PIG</i>), pentru diferite gaze de seră. (https://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_potential)				
Gaz de seră	Persistență în atmosferă ([x(t)];[an]	Eficiență radiativă(α_x) [wm ⁻² ppmiliard ⁻¹]	PIG TH=100 ani	PIG TH=500 ani
Vaporii de apă (H ₂ O)	9-10 zile	dificil de evaluat	0,0005	
Dioxid de carbon (CO ₂)	50-200	1,37x10 ⁻⁵	1	1
Metan (CH ₄)	12	5,7x10 ⁻⁴	27	7,3
Oxide de azot (N ₂ O)	109	3x10 ⁻³	273	130
Triclorofluorometan(CCl ₃ F)	52	0,29	6226	2093
Diclorodifluorometan(CCl ₂ F ₂)	100	0,32	10200	5200
Chlorodifluorometan(CHClF ₂)	12	0,21	1760	549
Difluorometan(CH ₂ F ₂)	5	0,11	771	220
Tetrafluoroetan(CH ₂ FCF ₃)	14	0,17	1526	436
Tetrafluorometan(CF ₄)	50000	0,09	7380	10587
Hexafluoroetan (C ₂ F ₆)	10000	0,25	11100	18200
Suf-hexaluorid(SF ₆)	3200	0,57	23500	32600
Azot-trifluorid(NF ₃)	500	0,20	16100	20700

Vaporii de apă și bioxidul de carbon-principalele **gaze de seră** din atmosfera terestră-asigură climatul necesar existenței vieții pe Pământ. Modificarea naturală sau antropică a compoziției și concentrației gazelor de seră vor avea un efect semnificativ asupra climei motiv pentru care este necesară monitorizarea și controlul emisiilor de gaze de seră. Cât de repede se vor produce și cât de mari vor fi efectele negative ale creșterii concentrației gazelor de seră este dificil de prognozat, dar există consens la nivelul comunității științifice mondiale că aceste efecte vor fi semnificative.

7. Poluarea aerului

Indicatorii uzuali în UE pentru evaluarea nivelului de poluare a aerului sunt **emisiile de gaze și particule** care ajung în atmosferă prin arderea combustibililor fosili (petrol, cărbuni) și a biomasei. Efectele prezenței acestor gaze în atmosfera terestră sunt:

- **acidificare** produsă prin emisia de dioxid de sulf, oxizi de azot, componente organice volatile și amoniac;



- **acumularea ozonului la nivelul suprafeței topografice** produsă prin reacțiile chimice dintre oxizii de azot și compușii organici volatili sub acțiunea luminii solare
- **încărcarea atmosferei cu particule** care în combinație cu un nivel ridicat de bioxid de sulf conduce la formarea **smogului** în zonele fără curenți de aer și cu invasiuni de temperatură.

Indicatorii principali sunt:

- **1)emisiile de oxizi de azot**, responsabile de acidificarea precipitațiilor, eutrofizarea apelor de suprafață, creșterea concentrației de fotooxidanți din atmosferă și producerea de smog fotochimic.
- **2)emisiile de gaze organice volatile** (Non-Methane Volatile Organic Compounds) rezultate din industria solvenților și utilizarea în scopuri energetice a combustibililor fosili generatoare de smog fotochimic în timpul verii.
- **3)emisiile de bioxid de sulf**, rezultate din combustia carbunelui, lignitului și produselor petroliere, responsabile de acidificarea atmosferei, apariția smogului hibernal și reducerea vizibilității datorită concentrațiilor ridicate de sulfati de aerosoli din atmosferă.
- **4)emisiile de particule**, generate prin arderea combustibililor fosili, procesele mecanice din cariere și industria minieră, fiind responsabile de episoade de smog hibernal și boli ale căilor respiratorii (particulele mai mici de 10 μm).
- **5)consumul de petrol și motorină al autovehiculelor** este un indicator **global** al intensității poluării aerului cu emisii de oxizi de azot și particule solide.
- **6)consumul total de combustibili fosili necesari satisfacerii cerințelor naționale:** calculat cu relația de bilanț:

Producția internă+Importuri +/- Modificări ale stocurilor - Exporturi

este considerat un indicator global al poluării aerului, poluare care poate fi redusă prin tehnologiile adecvate de utilizare a combustibililor fosili.

Poluarea aerului afectează calitatea **apelor de suprafață** și **subterane** prin **ploile acide**, **eutrofizarea** apelor produsă de oxizii de azot, contaminarea cu **metalele grele** din emisiile de particule, **creșterea temperaturii** apei rezultată din efectul de seră al gazelor din atmosferă.

8. Epuizarea stratului de ozon

Stratul de ozon este plasat în **stratosferă**, între 15 și 35 km altitudine și protejează viața de pe Pământ prin absorbția razelor ultraviolete periculoase (UV-C: 100-280 nm).

Epuizarea stratului de ozon este determinată de emisia de substanțe chimice distructive care sunt și indicatorii uzuali în UE:

- **1)Clorofluorocarbonii (CFC-uri)** – folosiți în trecut în frigidere, aparate de aer condiționat și spray-uri aerosoli.



- **2) Haloni** – utilizați în stingătoarele de incendiu.
- **3) Tetraclorura de carbon (CCl₄)** – utilizată ca solvent industrial și agent de curățare.
- **4) Metilcloroform (CH₃CCl₃)** – folosit în degresarea industrială.
- **5) Hidroclorofluorocarbonii (HCFC-uri)** – alternative mai puțin dăunătoare decât CFC-urile, dar tot contribuie la distrugerea stratului de ozon.

Majoritatea acestor substanțe au fost interzise prin protocolul de la Montreal (1989), revizuit în 1990 (Londra), 1991 (Nairobi), 1992 (Copenhaga), 1993 (Bangkok), 1995 (Viena), 1997 (Montreal) și 1999 (Beijing).

Consecințele principale ale epuizării stratului de ozon sunt:

- creșterea la nivelul solului a intensității radiațiilor ultraviolete de tip B (provenite de la Soare, cu lungimi de undă de 280-315 nm) care stimulează producerea de vitamina D, dar produc arsuri solare, îmbătrânirea prematură a pielii, creșterea riscului de cancer de piele, moartea masivă a fitoplanctonului (consumator de CO₂) și astfel accelerarea încălzirii globale;
- tulburări ale structurii termice a atmosferei și modificări ale circulației atmosferice;
- modificări ale capacității de oxidare a ozonului troposferic

Resursele de apă și calitatea acestora sunt influențate de epuizarea stratului de ozon prin procese indirecte legate de **schimbările climatice** și **impactul asupra ecosistemelor acvatice**, cu efecte asupra vulnerabilității resurselor de apă, esențiale pentru oameni și mediu.

9. Problemele mediului urban

În UE 75% din populație trăiește în mediul urban, mediu cu impact semnificativ asupra: calității aerului, resurselor și calității apelor de suprafață și subterane, utilizarea terenurilor etc.. Principalii **indicatori**, aflați într-o dinamică activă sunt:

- **1) consumul de energie**, exprimat în kg petrol echivalent/cap de locuitor, consum care include consumul total de energie sub formă de energie electrică, combustibil și caldură. Consumul de energie este un important factor de poluare a aerului, în principal datorită arderii combustibililor fosili, sursa principală a emisiilor de SO₂, NO_x, CO și a particulelor în atmosferă.
- **2) deșeurile municipale nereciclate**, exprimate în kg/cap de locuitor, includ: hârtie, carton, plastic, sticlă, metale, deșeuri alimentare și de grădină. Cantitatea crescută a acestor deșeuri conduce la pierderea de resurse, contaminarea solului și apei, a atmosferei prin decompunerea deșeurilor organice din depozitele de gunoi.
- **3) apa uzată neepurată/netratată este** cauza principală a poluării apelor de suprafață, eutrofizării acestora, creșterii concentrației bacteriene și de nutrienți, deficienței de oxigen, poluării cu metale grele (Pb, Hg, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn, Al cu o densitate mai mare de 5g/cm³) și hidrocarburi poliaromatice. Indicatorul cel mai simplu pentru evaluarea apei uzate și neepurate este procentul din populație neconectat la stații de epurare,



indiferent de nivelul de epurare (în general sunt trei niveluri de epurare, la cel mai înalt nivel fiind conectată o mică parte din populația Europei).

Directive și regulamente UE care vizează monitorizarea presiunilor asupra mediului

Uniunea Europeană adoptă permanent directive și regulamente care vizează îmbunătățirea monitorizării și reducerii presiunilor asupra mediului:

- **Regulamentul privind conturile economice de mediu europene** (*European Environmental Economic Accounts*, adoptat în noiembrie 2024), un sistem standardizat de statistici care integrează date economice și de mediu, cu scopul de a analiza relația dintre economie și mediu într-un mod coerent și comparabil între statele membre ale Uniunii Europene. Scopul este de a furniza date mai detaliate pentru monitorizarea progreselor în cadrul Pactului Verde European. Statele membre vor începe raportarea către Eurostat în 2025 și 2026. Regulamentul extinde sistemul statistic al UE pentru a include:
 - Conturi referitoare la ecosisteme
 - Conturi pentru păduri
 - Conturi privind subvențiile de mediu
 - **Directiva revizuită privind emisiile industriale** (adoptată în aprilie 2024) care modernizează Registrul European al Poluanților Emiși și Transferați (EPRT), transformându-l într-un portal mai cuprinzător pentru emisiile industriale și extinde domeniul de aplicare pentru a include:
 - Fermele de mari dimensiuni pentru creșterea intensivă a animalelor
 - Activitățile miniere
 - Fabricarea pe scară largă de baterii
- **Directiva privind calitatea aerului** (adoptată în octombrie 2024) unde sunt stabilite standarde mai stricte de calitate a aerului, aliniate la recomandările OMS, pentru care statele membre sunt obligate să elaboreze foi de parcurs pentru atingerea, până în 2030, a acestor standarde pentru poluanți precum (P-Particulate; M-Matter):
 - Particulele în suspensie PM10 (diametrul <math><10 \mu\text{m}</math>) și PM2,5 (diametrul <math><2,5 \mu\text{m}</math>)
 - Dioxidul de azot
 - Dioxidul de sulf
- **Standardele Europene de Raportare privind Durabilitatea (ESRS)**, în vigoare din ianuarie 2024, adoptate în cadrul Directivei privind raportarea sustenabilității corporative (CSRD), impun companiilor mari să raporteze informații detaliate despre impactul lor asupra mediului, inclusiv:
 - Atenuarea și adaptarea la schimbările climatice
 - Utilizarea resurselor și economia circulară
 - Poluarea
 - Biodiversitatea și ecosistemele



- **Regulamentul delegat (UE) 2023/2486 privind taxonomia UE** stabilește criteriile tehnice pentru a determina în ce condiții o activitate economică este ecologică, contribuind semnificativ la:
 - Utilizarea durabilă și protejarea resurselor de apă și marine
 - Tranziția către o economie circulară
 - Prevenirea și controlul poluării
 - Protejarea și refacerea biodiversității și a ecosistemelor

Directivele și regulamentele reflectă angajamentul UE de a monitoriza și reduce presiunea asupra mediului, în conformitate cu obiectivele Pactului Verde European.

Indicatorii presiunii asupra mediului au o definiție și o metodologie bine definită, în aceste reglementări, având ca obiectiv controlul permanent al calității mediului. Pentru unii indicatori lipsesc datele necesare și din acest motiv dinamica acestor indicatori este activă, pentru adaptarea la situațiile particulare din fiecare țară membră a Uniunii Europene.

Bibliografie

[1] Europe's groundwater a key resource under pressure, European Environmental Agency:

- <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-groundwater/europes-groundwater>

[2] Environmental pressure indicators for the EU, EUROSTAT, An official website of the European Union:

- <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-36-01-677>

[3] Environmental indicator catalogue (as 15 November 2022), EUROSTAT, An official website of the European Union:

- https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6812352/Environmental+indicator+catalogue_pdf/

[4] Use of freshwater resources in Europe shows a decreasing trend despite higher agricultural pressure:

- <https://watereurope.eu/use-of-freshwater-resources-in-europe-shows-a-decreasing-trend-despite-higher-agricultural-pressure/>

[5] Water scarcity conditions in Europe (Water exploitation index plus), European Environment Agency:

- <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/use-of-freshwater-resources-in-europe-1>

[6] GIS_UE countries, European Environment Agency:

- https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/gis-files/folder_listing



[7] Industrial pollution in economic development: Kuznets revisited, H.Hettige, M.Mani, and D. Wahealer, 1997, Development Research Group, World Bank:

- https://books.google.ro/books?hl=ro&lr=&id=k9Xe5DrLT-kC&oi=fnd&pg=PA13&dq=industrial+pollution+in+economic+development:Kuznets+revised,+1997&ots=mFdxbj26Tf&sig=8jEtolwkbjdbX2G8yBanzCpCfGw&redir_esc=y#v=onepage&q=industrial%20pollution%20in%20economic%20development%3AKuznets%20revised%2C%201997&f=false .

[8] Water Framework Directive (2000/60/EC of 23 October 2000):

- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/eng?eliuri=eli%3Adir%3A2000%3A60%3Aoj&locale=en>

[9] Dangerous Substance Directive (76/464/EEC of 4 may 1976)

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01976L0464-20001222>

[10] 1998 CLRTAP Protocol on cadmium, lead and mercury

- <https://unece.org/environmental-policy/air/protocol-heavy-metals>

[11] Directive on Urban Waste Water Treatment (91/271/EEC)

- <https://www.bmluk.gv.at/en/topics/water/eu-international-affairs/urban-waste-water-treatment-directive-91271ecc.html>

[12] Nitrates Directive (91/676/EEC)

- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj/eng>

[13] Ramsar Convention for Wetlands Protection (1971)

- <https://www.ramsar.org/>

[14] International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973

- <https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-%28marpol%29.aspx>

[15] Framework Convention on Climate Change, Rio de Janeiro, 1992

- <https://unfccc.int/process-and-meetings/united-nations-framework-convention-on-climate-change>

[16] Protocolul de la Montreal (1989), revizuit ultima dată la Beijing (1999)

- <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/montreal-protocol-on-substances-that-deplete-the-ozone-layer.html>

[17] Regulamentul privind conturile economice de mediu europene (adoptat în noiembrie 2024)

- <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/11/05/eu-adopts-rules-to-better-measure-the-environment-s-contribution-to-the-economy/>

[18] Directiva revizuită privind emisiile industriale (adoptată în aprilie 2024)

- https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401785
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024L1785>

[19] Directiva privind calitatea aerului (adoptată în octombrie 2024)



- https://asrm.ro/pdf/noutati/noutati-legislative-noiembrie-2024/Directiva_2881_23-oct-2024_privind_calitatea_aerului_%C3%AEnconjur%C4%83tor_%C5%9Fi_un_aer_mai_cur_at_pentru_Europa_-_Legisla%C5%A3ie_european%C4%83.pdf
 - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32024L2881>
- [20] Standardele Europene de Raportare privind Durabilitatea (ESRS) – în vigoare din ianuarie 2024
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R2772-20231222>
- [21] Regulamentul delegat (UE) 2023/2486 privind taxonomia UE
- https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302486