

TM2 Calitatea mediului

TM2.1 Calitatea mediului - aer, apa și sol

TM2.1 Calitatea mediului – aer, apă și sol

Camelia DRĂGHICI, Dana PERNIU

Universitatea Transilvania din Brașov, Romania

cu contribuția lui David Christian FINGER

Universitatea din Reykjavik, Islanda

Cuprins

Cuprins.....	2
Introducere.....	3
2.1.1 Mediul si poluarea mediului.....	3
Poluarea aerului.....	8
Poluarea apelor.....	9
Poluarea solului.....	10
2.1.2 Circuite biogeochimice.....	11
Circuitul carbonului.....	12
Circuitul azotului.....	14
Circuitul apei.....	15
2.1.3 Instituții responsabile cu monitorizarea mediului.....	17
Instituții responsabile de monitorizarea mediului în România.....	18
Instituțiile responsabile cu monitorizarea mediului în Islanda.....	21
2.1.4 Monitorizarea mediului – aer, apă și sol.....	22
Complexitatea caracterizării probelor de mediu.....	22
Monitorizarea aerului.....	24
Monitorizarea apelor.....	26
Monitorizarea solurilor.....	29
Concluzii.....	34
Referințe.....	34

Unitatea de învățare "Calitatea mediului – aer, apă și sol" propune o prezentare a principalelor concepte cu care se operează în descrierea problemelor de mediu. În elaborarea materialului, autoarele au urmărit formarea unei imagini de ansamblu a ceea ce înseamnă mediu, poluarea mediului și monitorizarea calității mediului. Sunt introduse de asemenea și principalele instituții care au atribuții în domeniul evaluării și menținerii calității mediului.

2.1.1 Mediul și poluarea mediului

Termenul "mediu" este definit de legislația în domeniu ca 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 valorile materiale și spirituale, calitatea vieții și condițiile care pot influența bunăstarea și sănătatea omului (Ordonanța, 2002).

Din definiție se deduce complexitatea acestui concept. Deci, conceptul "mediu" cuprinde mediul fizic, biologic și social în care un organism, un individ sau grup de indivizi există și interacționează. Astfel, în concept sunt incluse:

elementele naturale, pentru care adesea se utilizează termenul "mediu natural" cuprinzând mediul biotic și mediul abiotic. Raportat la sistemele biologice (organisme sau comunități ale acestora), ansamblul care cuprinde totalitatea formelor de materie și energie care le înconjoară reprezintă mediul ambiant sau mediul înconjurător. În limbajul curent al științei mediului, se asimilează termenul de factori de mediu, cu cel al componentelor de mediu, "-sferele" care împreună compun ecosfera:

aerul - atmosfera

apa - hidrosfera

solul și subsolul - litosfera

biota (plantele și animalele) - biosfera.

elementele create de om (antrosfera), pentru care se utilizează adesea termenul de "mediu construit" care include, de exemplu, clădiri, infrastructura, sisteme culturale în care umanitatea trăiește, interacționează, își desfășoară activitatea.

În Figura 1 este redat schematic conceptul "mediu" privit ca "megasistem planetar" care reunește mediul natural și mediul construit, evidențiind și interacțiunile dintre componente. Mediul este un sistem dinamic și interconectat, schimbări într-o parte a sistemului pot avea efecte profunde asupra altor părți. Înțelegerea și gestionarea mediului sunt cruciale pentru sănătatea și bunăstarea tuturor ființelor vii, inclusiv a oamenilor.

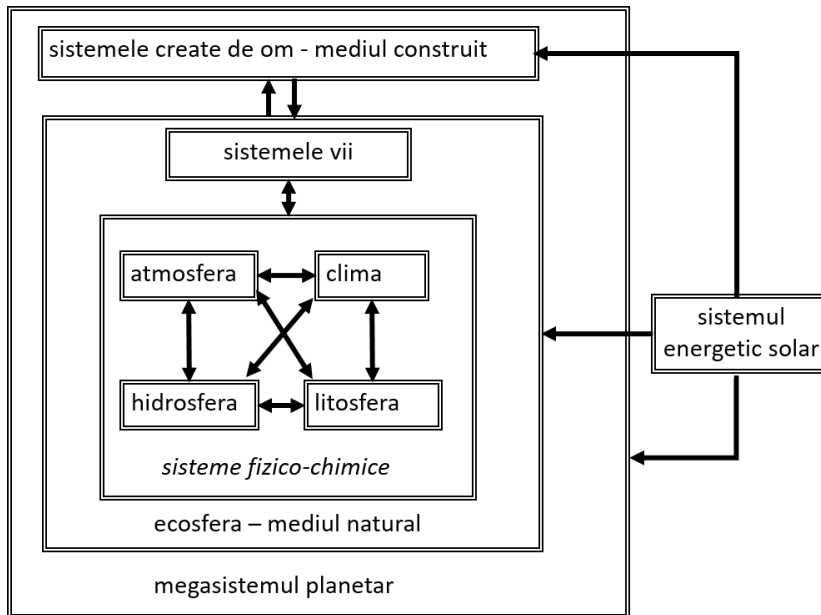


Figura 1. Conceptul de mediu ca megasistem

Existența și funcționarea mediului, în ansamblul său, în baza echilibrului natural, constituie resursa primordială pentru civilizația umană, oferindu-i oportunitățile necesare asigurării funcționării sistemelor create de om. Pentru dezvoltarea și funcționarea sistemelor create de om sunt necesare resurse materiale și de energie preluate din mediul natural. Pe de altă parte, funcționarea sistemelor create de om conduce la generarea de substanțe, materiale, produse, care nu sunt create de mediul natural, sau sunt create în cantitate mult mai mică decât sunt eliberate, astfel că echilibrul natural este grav perturbat. În acest mod, echilibrele naturale sunt afectate, iar mediul natural generează constrângeri pentru funcționarea mediului construit.

După cum s-a menționat, mediul natural se constituie ca un sistem care cuprinde componentele vii (biotice – animale, plante, microorganisme) și componentele nevii (abiotice – apă, aer, sol, sistem climatic) într-o rețea complexă de interacțiuni. Comunitatea de organisme vii, împreună cu mediul lor de viață alcătuiesc un ecosistem, de dimensiune și complexitate variabilă, ca de exemplu o pădure, un corp de apă (lac, râu), sau chiar o mare deschisă sau pădurea tropicală.

Ecosistemele sunt esențiale pentru menținerea vieții pe Pământ și furnizează servicii ecologice care sunt definite ca fiind beneficiile materiale și imateriale pe care le oferă ecosistemele pentru a susține viața și bunăstarea umană. Aceste servicii sunt esențiale pentru funcționarea și supraviețuirea comunităților umane și naturale, precum și pentru susținerea diversității biologice și a proceselor ecologice esențiale și sunt încadrate în următoarele categorii:

- servicii de susținere a vieții, esențiale pentru menținerea vieții pe planetă, ca de exemplu producerea de oxigen prin fotosinteză, asigurarea circuitului nutrienților, formarea și menținerea solului;
- servicii de reglare care controlează procesele ecologice și climatice și mențin echilibrul în ecosisteme, ca de exemplu reglarea calității apei și a aerului, precum și reglarea climei;

servicii de susținere a producției prin care se asigură bunuri și resurse atât pentru mediul natural cât și pentru mediul construit, ca de exemplu producerea hranei, a materialelor de construcții și a altor resurse naturale (cum sunt alimentele, apa potabilă, combustibilii);

servicii culturale care includ aspectele de ordin cultural, spiritual, non-material ca de exemplu experiențele recreative și estetice.

Înțelegerea și gestionarea adecvată a serviciilor ecosistemelor este esențială întrucât de menținerea acestora depinde practic echilibrul mediului, în întregimea sa.

Calitatea mediului este dată de calitatea tuturor factorilor naturali ai mediului, aflați în interacțiune cu cei antropici, având ca rezultat influențarea echilibrului ecologic.

Atmosfera (aerul atmosferic, aerul) este compusă dintr-un amestec de gaze, vapori de apă și particule solide în suspensie, care se distribuie neomogen în jurul planetei sub influența forței gravitaționale și a altor forțe externe (curenți de aer, vânturi).

În mod uzual, prin aer se înțelege stratul inferior al atmosferei (troposfera), până la aproximativ 10 km altitudine (18 km la Ecuator și 8 km la Poli). În acest strat se găsește aproximativ 90% din masa atmosferică, este sediul fenomenelor meteorologice și zona în care se resimte cel mai puternic activitatea antropică.

Compoziția naturală gazoasă a aerului uscat, în troposferă, exprimată în procente de volum este: N₂ (78-79%), O₂ (20-21%), Ar (0,92%), CO₂ (0,03-0,04%), He, Ne, CH₄, Kr, Xe, O₃, H₂, Rn (împreună 0,01%). Aerul atmosferic este sursa principală de oxigen pentru viețuitoarele de pe pământ (oameni, faună), și, respectiv, de dioxid de carbon pentru plantele verzi (floră).

Alături de componentele gazoase, în atmosferă sunt prezente, în cantități variabile, funcție de locație, anotimp, specii în stare solidă (particule materiale, sau particule în suspensie) sau lichidă (aerosoli). Acestea se coagulează sub formă de particule foarte fine adesea exprimate ca PM_{2,5} (particule materiale care au diametrul mediu sub 2,5 μm) sau PM₁₀ (particule materiale care au diametrul mediu sub 10 μm). Particulele solide, aerosolii, și hidrosolii, au compoziții diferite, conținând ioni anorganici, anioni ai acizilor organici alifatici (cu masă moleculară mică), compuși organici cunoscuți sub termenul de compuși organici volatili (COV).

Stratul atmosferic imediat superior troposferei este stratosfera. În stratosferă, între 16 și 48 km altitudine se găsește ozonul stratosferic, gazul care este responsabil de reținerea radiațiilor din domeniul ultraviolet (UV) provenite de la Soare. Ozonul este forma triatomică a oxigenului (O₃, spre deosebire de forma diatomică, O₂ care asigură viața pe Pământ), este o substanță instabilă și se găsește în cantități variabile, funcție de locație geografică și anotimp.

De reținut este faptul că la nivelul stratosferei ozonul este esențial pentru protejarea vieții terestre, dar la nivelul troposferei ozonul este un poluant principal, componentă a smogului fotochimic.

Hidrosfera (apa) cuprinde întreaga masă de apă liberă de pe planetă, indiferent de starea ei de agregare, vapori, lichidă sau solidă.

Din Legea 107 din 1996 se desprinde clasificarea apelor, după multiple criterii, ca de exemplu:

compoziție chimică: ape dulci/ ape saline/ ape tranzitorii,

poziționarea față de suprafața solului: ape de suprafață, care pot fi stătătoare sau curgătoare/ ape subterane,

posibilitatea utilizării: ape destinate consumului uman/ ape nepotabile

trecerea printr-o activitate antropică: ape naturale/ ape uzate (care pot fi epurate sau nu)

Compoziția apelor naturale este una complexă, depinzând de tipul de apă, și poate cuprinde:

specii chimice de origine diferită – minerale (anorganice) sau organice;

gaze dizolvate – în apele naturale, cele mai importante sunt oxigenul și dioxidul de carbon;

particule cu dimensiuni variabile – formând soluții, suspensii (coloizi) sau dispersii grosiere;

organisme vii.

În apele de suprafață și subterane predomină sărurile dizolvate din componenții minerali ai solului cu care apa vine în contact, iar apele de precipitații aduc un aport de gaze dizolvate din atmosferă. În urma utilizării, apa își modifică proprietățile inițiale, devenind apă reziduală/ uzată.

Compușii minerali (anorganici) solubili prezenți în ape pot fi:

- cationi: H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , NH_4^+ ;
- anioni: HO^- , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , S^{2-} , PO_4^{3-} , polisilicați, borați.

Compușii organici din apele naturale sunt de natură biologică și rezultă în urma proceselor metabolice în care sunt implicate organismele vegetale și animale. Aceștia pot fi: metan, compuși organici cu azot, cu fosfor, cu sulf, sau alți compuși organici solubili în apă.

În apele naturale există numeroase organisme vii, a căror existență este dependentă de calitatea apei.

Geosfera reprezintă partea solidă a pământului. Partea din geosferă direct implicată în procesele din mediu, în contact cu atmosfera, hidrosfera și biosfera este numită litosferă.

Solul este cea mai importantă componentă a litosferei, a cărei adâncimea depinde de utilitatea lui pentru activitățile umane: mediul pentru cultura plantelor și producerea hranei, suport pentru păduri și infrastructură. Astfel, stabilirea adâncimii stratului din litosferă corespunzător solului depinde de utilizarea acestuia. Solul este un sistem polidispers, structurat și poros, un amestec de minerale, substanțe organice și compuși biochimici, care se regăsesc în sol, în cele trei stări de agregare: gazoasă (aerul solului), lichidă (soluția solului) și solidă. În general, un kilogram de sol conține:

- cca 0,70-0,90 kg substanțe solide minerale, în principal, săruri și oxizi (argilă, nisip fin, cuarț, mică, feldspat) sau organice (humus, lignină, celuloză, grăsimi, rășini, pectine, semiceluloze, hidrocarburi, enzime);
- cca 0,15 kg apă (împreună cu substanțele dizolvate în apă, formează soluția solului);
- cca 0,015 kg gaze (aerul solului).

Biosfera (sistemele vii) reprezintă materia vie dispusă pe toată suprafața Pământului formând o zonă cu grosime și densitate variabilă. Biosfera este compusă din toate entitățile vii de pe Pământ. Organismele vii aparțin **mediului biotic** în timp ce componentele mediului fără viață sunt denumite **abiotice** (Drăghici et al., 2022).

Compoziția naturală a mediului este afectată de activitatea antropică. În mediul natural sunt eliberați compuși chimici sau produse care au efecte diverse, complexe, asupra omului, asupra componentelor mediului natural și/ sau construit. Trebuie reținut că multe dintre efectele acestor compuși pot fi aflate încă sub spectrul incertitudinii.

Impactul compușilor nocivi asupra omului a început să fie studiat doar după ce s-a conștientizat efectul acestora asupra sănătății umane. Pentru a explica noile fenomene observate au fost introduși în limbajul curent termeni precum „xenobiotic”, „contaminant”, „contaminare”, „poluant”, „poluare” sau „deteriorarea mediului” (Drăghici et al., 2022).

Deteriorarea mediului reprezintă alterarea caracteristicilor fizico-chimice și structurale ale componentelor naturale și antropice ale mediului, reducerea diversității sau productivității biologice a ecosistemelor naturale și antropizate, afectarea mediului natural cu efecte asupra calității vieții, cauzate, în principal, de poluarea apei, atmosferei și solului, supraexploatarea resurselor, gospodărirea și valorificarea lor deficitară, ca și prin amenajarea necorespunzătoare a teritoriului (Ordonanță, 2005).

În Figura 2 sunt descrise schematic poluarea mediului, pornind de la sursa de poluanți, emisia lor în mediu (aer, apă, sol, biotă), urmată de transportul acestora în mediu, poluându-l, producând efecte negative asupra organismelor vii, mediului construit, ecosistemelor, sau chiar a mediului la nivel global. Practic, schema se utilizează atunci când se descrie un eveniment de poluare a mediului, oferind un demers logic bazat pe relația de tip cauză-efect. De menționat este însă faptul că, deși schema este simplă, poluarea mediului este deosebit de complexă, implicând numeroase procese fizice, chimice, biologice.

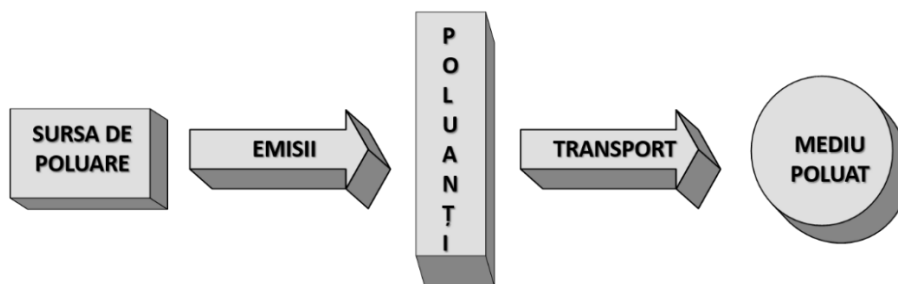


Figura 2. Reprezentarea schematică a poluării mediului

Xenobiotic (din limba greacă xenos, "străin") este orice compus chimic care se găsește în organisme, dar care nu este produs al metabolismului organismului, ca urmare nici recunoscut de către acesta.

Contaminanții sunt xenobiotice sau agenți biologici care impurifică un sistem prin contactul sau amestecarea componentelor inițiale ai sistemului cu aceștia (contaminare).

Poluantul este orice substanță solidă, lichidă, sub formă gazoasă, de vapori sau formă de energie (radiație electromagnetică, ionizantă, termică, fonică sau vibrații) care, introdusă în mediu, modifică echilibrul constituenților acestuia și al organismelor vii, aducând daune bunurilor materiale (Ordonanță, 2005).

Poluarea (din limba latină polluere, "a murdări, a degrada, a profana") reprezintă introducerea directă sau indirectă a unui poluant care poate aduce prejudicii sănătății umane și/ sau calității mediului, dăuna bunurilor materiale ori cauza o deteriorare sau o împiedicare a utilizării mediului în scop recreativ sau în alte scopuri legitime (Ordonanță, 2005). Poluarea duce la degradarea calității mediului datorită unor procese naturale sau antropice care îl face mai puțin apt pentru asigurarea condițiilor necesare vieții. Poluarea este determinată de acumularea și interacțiunea nefavorabilă a contaminanților cu mediul (Dumitru și Manea, 2011).

Cea mai simplă clasificare a poluării diferențiază două categorii, pe baza surselor care o produc:

- **poluare naturală** – care se datorează unor surse naturale,
- **poluare artificială** (antropică/ antropogenă) – care se datorează activității antropice (umane).

O altă clasificare a poluării ia în considerare scala la care aceasta se manifestă:

- **poluare la nivel local**, se resimte la nivelul ecosistemelor, la nivel de comunitate locală, (poluanții afectează mediul din proximitatea locului unde au fost emiși);
- **poluare la nivel regional**, se resimte la nivel de regiuni geografice (poluanții afectează o întreagă regiune, la distanțe relativ mari de locul în care au fost emiși);
- **poluare la nivel global** care se resimte la nivelul întregii Planete.

Poluarea aerului

Prin **poluarea aerului** se înțelege procesul de introducere în atmosferă a unor substanțe străine de compoziția naturală a aerului, care în funcție de concentrația lor alterează mediul de viață al omului, provoacă tulburări de sănătate, sau afectează flora și fauna. Calitatea aerului atmosferic este greu de ținut sub control, datorită faptului că poluanții emiși în atmosferă, din diferite surse, se disipează rapid și nu mai pot fi captați pentru a fi supuși unui proces de purificare.

Prin **emisie** se înțelege orice evacuarea directă sau indirectă, din surse punctuale sau difuze, de substanțe, vibrații, căldură ori de zgomot în aer, apă sau sol (Ordonanță, 2005). Ca urmare, analiza poluanților din aerul atmosferic, evaluarea lor calitativă și cantitativă pornește de la stabilirea emisiilor poluante provenite din diverse surse.

Sursele de poluare a aerului pot fi naturale sau antropogene. **Cele naturale** sunt:

- **praful cosmic** – din straturile superioare ale atmosferei;
- **erupțiile vulcanice** – eliberează în atmosferă gaze, vapori, particule solide;
- **solul** – sub influența variațiilor de temperatură, a ploilor, a curenților de aer, solul se erodează, cu eliberarea în atmosferă a gazelor, a vaporilor sau a particulelor fine;
- **fenomene meteorologice extreme** – furtuni, vânturi puternice inclusiv tornade, care pot provoca ridicarea și transportul de particule în atmosferă;
- **plantele** – contribuie cu polen, compuși organici volatili emiși de foioase sau conifere;

- **animalele** – elimină metaboliți de excreție, păr, penne, fulgi.

Sursele antropogene de poluare a aerului pot fi mobile sau staționare (Drăghici et al., 2022):

- poluarea din sursele mobile este datorată, cel mai adesea proceselor de combustie, de la mijloacele de transport (rutiere, feroviare, maritime, aeriene);
- poluarea din sursele staționare este datorată:
- proceselor de combustie în activități industriale și/ sau casnice;
- proceselor industriale, cum sunt industria extractivă, industria chimică, industria metalurgică, industria siderurgică, industria materialelor de construcții, industria energetică, industria alimentară;
- depozitării neconforme a deșeurilor;
- activităților din agricultură și zootehnie.

Aerul atmosferic poluat are compoziție complexă, care diferă după locație și sursele de poluare. După dimensiunea particulelor, poluanții atmosferici pot fi suspensii (pulberi, praf), aerosoli (fum, ceață) și gaze, iar după natura lor pot fi anorganici sau organici. De exemplu, pulberile (particule materiale/ în suspensie, PM) pot conține carbon, siliciu, oxizi metalici (de Fe, Zn, Cd, Ni), hidrocarburi aromatice policiclice (PAH). Pe de altă parte, poluanții gazoși pot fi: NO_x (NO, NO₂), SO₂, CO, H₂S, O₃, compuși organici volatili (COV).

Poluarea apelor

Prin **poluarea apei** se înțelege orice alterare fizică, chimică, biologică sau bacteriologică a apei, peste o limită admisibilă stabilită, inclusiv depășirea nivelului natural de radioactivitate produsă direct sau indirect de activități umane, care o fac improprie pentru o folosire normală în scopurile în care această folosire era posibilă înainte de a interveni alterarea (Lege, 1996). Apele pot fi contaminate fie de poluanții din atmosferă care ajung în ape, fie de poluanții din diferite surse, emiși/ evacuați direct în apele naturale.

Sursele de poluare a apelor de suprafață (râuri, lacuri, mări...) și a celor subterane sunt:

- aerul poluat din zonele industriale purtat la suprafața apei de curenții atmosferici;
- apele din precipitații care antrenează poluanții atmosferici;
- apele uzate, nămolurile, levigatele;
- compușii utilizați în scop agricol prin aplicarea pesticidelor;
- agenții de dezinfecție introduși în scopul eliminării agenților patogeni;
- deșeurile provenite din procese industriale, din activități agricole și/ sau casnice.

Poluanții apelor pot fi de natura minerală (anorganică) sau organică, fie dizolvate în apă (inclusiv gaze), fie în fază de suspensie.

Poluarea solului

Poluarea solurilor reprezintă orice dereglare care afectează calitatea solurilor din punct de vedere calitativ și/ sau cantitativ (Dumitru și Manea, 2011).

Gradul de poluare este apreciat pe 5 clase, fie în funcție de procentul de reducere a recoltei din punct de vedere cantitativ și/ sau calitativ față de producția obținută pe solul nepoluat, fie prin depășirea în diferite proporții a pragurilor acceptate (Ordin, 1997).

Ca și în cazul poluării aerului sau a apei, poluarea antropogenă a solului este o urmare directă a activităților economice neconforme:

- substanțe poluante purtate de aer;
- materiale radioactive;
- emisii/ evacuări pe sol a reziduurilor lichide provenite din activități industriale;
- ape uzate industriale sau menajere insuficient epurate, utilizate pentru irigare;
- îngrășăminte chimice, pesticide, deșeuri menajere sau nămoluri de la stațiile de epurare a apelor (utilizate ca fertilizanți în agricultură) depozitate și distribuite neconform;
- deșeuri provenite din activități industriale, agro-zootehnice, forestiere sau casnice, halde, iazuri de decantare, depozite de steril de la flotare, depozite de deșeuri, depozite de cenușă, depozite de nămoluri;
- balastiere, cariere, extracție de petrol, exploatări miniere la zi.

Principalii poluanți chimici anorganici și organici care afectează toate componentele mediului sunt sintetic prezentați în Tabelul 1.

Table 1. Tipuri de poluanți chimici anorganici și organici.

Tip poluanți	Clasa	Exemple
anorganici	substanțe simple	Cl ₂ , O ₃ (ozon troposferic)
	oxizi nemetalici gazoși	CO, NO _x , SO ₂
	acizi și baze volatile	HCl, H ₂ S, NH ₃
	anioni	AsO ₃ ²⁻ , CrO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₃ ²⁻ , S ²⁻
	cationi ai metalelor grele	Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Hg ²⁺ , Mn ²⁺ , Pb ²⁺ , Zn ²⁺
organici	compuși organici volatili (COV/ VOC)	hidrocarburi, compuși halogenați, alcooli, eteri, aldehide, cetone, ester
	poluanți organici persistenti (POP)	hidrocarburi aromatice policiclice (PAH)
		bifenili policlorurați (PCB)
		pesticide
	dioxine, furani	

În concluzie, **aerul, apele și solul sunt poluate din diverse activități:**

procese industriale, circulației mijloacelor de transport, sau activități agricole, astfel:

emisile de SO₂ și NO_x provin din surse mobile (transporturi) sau staționare (industria metalelor neferoase);

emisile cu conținut de cationi ai metalelor grele (Pb, Cd, Cu, Zn, Hg) care poluează mediul provin, în principal, din zone cu activități de extracție (exploatare miniere) sau din industria metalurgică și siderurgică, chimică și petrochimică;

pulberile sedimentabile provin de la centralele termoelectrice sau din producția de ciment;

- depozitarea neconformă a reziduurilor:
- menajere, stradale și industriale;
- petroliere din apropierea sondelor sau rafinăriilor de petrol, conductelor de transport a țițeiului sau produselor petroliere;
- dejecții de la fermele zootehnice, sau nămol din stațiile de epurare, răspândite pe sol ca fertilizanți, fără o pretratare adecvată;
- utilizarea în concentrații prea mari a pesticidelor cu acțiune benefică pentru culturi, cu efecte secundare dăunătoare solului și vegetației.

Componentele mediului natural, apa, aerul, solul, (denumite și factori de mediu) conțin o serie de substanțe chimice (în diferite forme) care fac posibilă viața și asigură serviciile anterior amintite (Lupea et al., 2008). Între componentele mediului există, în mod natural, schimburi de materie (substanțe chimice) și energie.

2.1.2 Circuite biogeochimice

Schimburile naturale, sub forma unor circuite, prin care substanțele chimice esențiale sunt transferate între componentele biologice, geologice și atmosferice ale planetei noastre, se numesc circuite bio-geo-chimice (sau cicluri bio-geo-chimice). Aceste circuite sunt reglate de factori biologici, cum ar fi bacteriile care descompun materia organică, precum și de factori abiotici, cum ar fi sistemul climatic sau procesele geologice.

Principalele circuite bio-geo-chimice sunt:

- *circuitul carbonului* (prin care se reglează în mod natural concentrația de dioxid de carbon în atmosferă, proces esențial al sistemului climatic),
- *circuitele azotului, fosforului și sulfului* (elemente esențiale în producția de substanțe nutritive ce mențin fertilitatea solului),
- *circuitul hidrologic*, denumit și *circuitul apei* (cel care descrie transportul apei între diferitele componente ale mediului),
- *circuitul oxigenului* (descrie modul în care oxigenul este produs, transportat, consumat în diferitele componente ale mediului),
- *circuitul fierului* (care redă transportul compușilor fierului între componentele mediului, cu importanță în producerea de substanțe și energie esențiale organismelor vii).

Cunoașterea circuitelor bio-geo-chimice este importantă deoarece acestea sunt, după cum s-a mai menționat, procesele prin care substanțele și energia sunt transferate și transformate în ecosistemele naturale. În momentul de față, aceste

circuite sunt perturbate datorită funcționării mediului construit, ceea ce are și poate avea în viitor consecințe grave asupra mediului natural, adică asupra ecosistemelor și a sănătății umane, atât la scară individuală, cât și la scară globală.

În continuare sunt exemplificate circuitele carbonului, azotului și al apei, care sunt influențate în mod direct de activitatea specifică mediului rural și a căror perturbare a condus la dezechilibre majore de mediu la nivelul megasistemului planetar. Înțelegând funcționarea ecosistemelor, a modului în care activitățile umane pot influența interacțiunile naturale, se pot înțelege efectele acestor activități asupra mediului și pot fi dezvoltate strategii care să conducă la păstrarea calității mediului, la prevenirea și diminuarea poluării acolo unde aceasta există.

Circuitul carbonului

În factorii de mediu (apă, aer, sol), carbonul se găsește în compuși anorganici sau organici. Dintre compușii anorganici se exemplifică dioxidul de carbon, CO₂ (în aer, apă sau sol), sărurile sub forma carbonaților și a carbonaților acizi (în apă sau sol). Dintre compușii organici se exemplifică metanul (în apă, sol, sau chiar aer), zaharidele, proteinele, aminoacizii (componente ale organismelor vii). Cantități mari de carbon, sub formă de compuși, se găsesc în combustibili fosili (gaze naturale, petrol, cărbuni), ce conțin compuși organici și sunt formați din resturile fosile ale plantelor și animalelor. Combustibilii fosili constituie o importantă resursă pentru energia necesară desfășurării activităților antropice.

Circuitul natural al carbonului se bazează pe două procese:

- **arderea** – care constă în transformarea compușilor organici ai carbonului în dioxid de carbon, proces care decurge cu eliberare de energie; arderile se desfășoară fie în organisme vii (procesul natural prin care materia organică dintr-un organism viu este transformată în energie și dioxid de carbon), fie în mediul construit, prin arderea combustibililor fosili pentru obținerea de energie necesară diferitelor activități cum ar fi transport, industrie (prin care, alături de energie se generează apă, CO₂ și alte substanțe chimice, cunoscute ca poluante).
- **fotosinteza** – procesul prin care, în plante, în prezența radiației luminoase, dioxidul de carbon este transformat în oxigen, materie organică și energie chimică necesară dezvoltării plantei.

În mod natural, dioxidul de carbon generat prin ardere este preluat de către plante prin procesul de fotosinteză, procese pe care se bazează sistemul climatic al planetei, prin efectul de seră. **Efectul de seră** este fenomenul natural care menține constantă temperatura Pământului la nivelul potrivit susținerii vieții. Pământul este cald datorită reținerii radiației solare de către anumite substanțe gazoase, natural existente în atmosfera terestră, denumite **gaze cu efect de seră** cum sunt: vaporii de apă, dioxidul de carbon, protoxidul de azot, metanul.

Echilibrul climatic este însă perturbat la nivel planetar, datorită perturbării circuitului bio-geo-chimic al carbonului. Emisiile de dioxid de carbon rezultat prin arderile excesive de combustibili fosili nu mai pot fi procesate de "masa verde" care este masiv diminuată datorită, de exemplu, defrișărilor. Acest dezechilibru se manifestă prin perturbarea sistemului climatic prin încălzirea globală, fenomen cunoscut sub denumirea **schimbare climatică**.

Schimbarea climatică este produsă nu doar de dioxid de carbon ci, după cum s-a menționat și de alte gaze naturale existente în atmosferă, dar și de unele create de umanitate. Trebuie menționat că, alături de categoriile prezentate,

efect de seră prezintă și ozonul troposferic (cel poluant, componentă a smogului fotochimic) și vaporii de apă. În Figura 3 se prezintă o schemă care redă principalele categorii de gaze cu efect de seră, împreună cu exemple de activități care conduc la emisii de aceste gaze. Deoarece majoritatea dintre acestea conțin elementul carbon, adesea, în limbajul comun emisiile de gaze cu efect de seră sunt denumite "emisii de carbon".

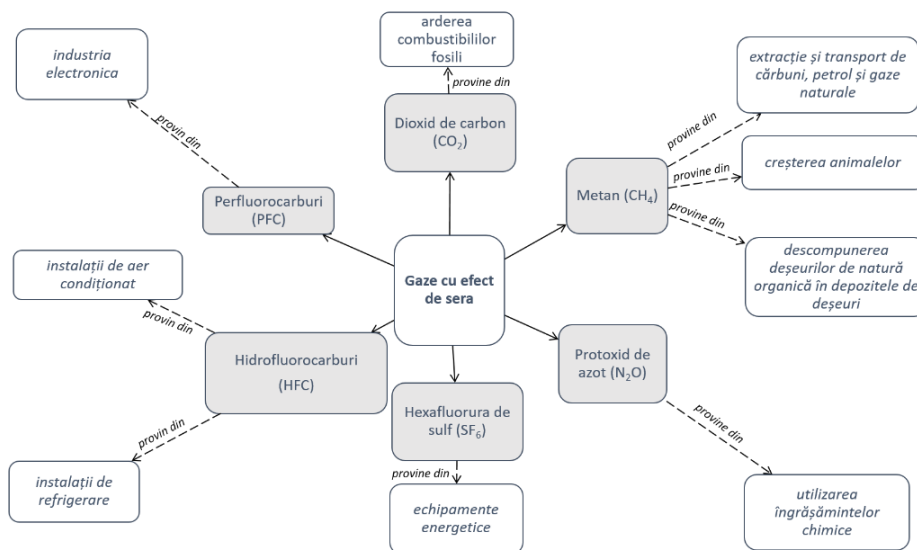


Figura 3. Gaze cu efect de sera și exemple de surse ale acestora

Cea mai agresivă activitate, care contribuie masiv la schimbarea climatică, este cea a consumului de energie provenită din combustibili fosili. Fie că este vorba despre transporturi (transport de persoane, mărfuri, sau funcționarea diverselor utilaje), fie că este vorba despre energia necesară desfășurării diferitelor activități industriale sau socio-economice, emisiile de dioxid de carbon sunt semnificative, la nivel global, chiar dacă la nivel individual acest lucru nu se sesizează.

Gazele cu efect de seră (dioxid de carbon, metan, compuși din categoria hidrofluorocarbonilor) sunt emiși și din activitățile din domeniul agro-zootehnic. Alături de emisiile provenite din consumul de energie pentru transporturi și/sau producerea, respectiv procesarea hranei pentru animale, emisiile de CO₂ sunt generate în timpul proceselor de fermentare și de compostare a deșeurilor animale. Emisiile de metan (CH₄) sunt generate în timpul proceselor de fermentare și de digestie în stomacul animalelor, precum și în timpul depozitării și eliminării deșeurilor animale.

Metanul este un gaz cu efect de seră mult mai puternic decât CO₂, ceea ce înseamnă o contribuție mai mare la schimbarea climatică.

Consecința majoră a schimbărilor climatice este creșterea temperaturii medii globale. Conform datelor Institutului Interguvernamental al Schimbărilor Climatice, IPCC, (IPCC, 2019), temperatura medie globală este cu aproximativ 1°C mai mare decât cea din perioada preindustrială și se estimează creșterea cu valoare medie de 1,5°C pentru perioada 2030-2050. Încălzirea globală conduce la topirea ghețarilor și creșterea nivelului mărilor, la evenimente meteorologice extreme, dar și la modificări ale distribuției speciilor de plante și animale la nivel planetar și chiar dispariția unora dintre specii. Schimbările pot avea efecte negative semnificative asupra sistemelor naturale și a societății umane, prin creșterea riscului de dezastre naturale, afectarea resurselor naturale și a sănătății umane. Acestea sunt doar câteva

exemple, iar riscurile depind de amploarea și de viteza creșterii temperaturii, locația geografică, nivelul de dezvoltare și vulnerabilitate, precum și de alegerile și implementarea opțiunii de adaptare și diminuare a schimbărilor climatice.

Combaterea perturbării ciclului carbonului implică în primul rând reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, creșterea capacității de absorbție a dioxidului de carbon de către ecosistemele naturale și dezvoltarea de tehnologii curate și sustenabile.

Circuitul azotului

Circuitul azotului este un proces bio-geo-chimic natural prin care azotul, (ca substanță simplă sau sub forma compușilor) este transportat între atmosferă, ape, sol și organismele vii, în special plante și microorganisme, iar schimbările în acest ciclu pot avea efecte semnificative asupra calității solului, a calității apei și a sănătății ecosistemelor.

Circuitul bio-geo-chimic al azotului constă în câteva etape majore succint prezentate în continuare:

- **fixarea azotului**, primul pas al ciclului, implică transformarea, de către bacterii și microorganisme, a azotului din atmosferă în forme utilizabile de către plante și alte organisme (de exemplu, proteinele);
- **amonificarea** este procesul prin care bacteriile și alte organisme descompun compușii organici cu azot din sol, precum și excremente și alte produse animale, în amoniac; amoniacul, în cantitate mare, este toxic pentru plante și animale, dar este transformat, prin procese chimice oxidative, în compuși mai puțin dăunători;
- **nitrificarea** este procesul prin care bacteriile convertesc amoniacul în nitriți (azotiți) și apoi în nitrați (azotați), care sunt mai ușor asimilabili de către plante și constituie componentele nutritive, motiv pentru care aceste specii chimice sunt cunoscute și sub denumirea de "*nutrienți*"; acest proces are loc în două etape distincte: în prima etapă, bacteriile oxidează amoniacul pentru a forma nitriți, iar în cea de-a doua etapă, nitriții sunt oxidați la nitrați; la aplicarea îngrășămintelor chimice pe sol, procesele naturale de fixare a azotului, amonificare și nitrificare sunt suprimate, plantele primind "de-a gata" speciile nutriente – de exemplu nitrații;
- **denitrificarea** este procesul prin care bacteriile transformă nitrații în azot gazos și îl transferă în atmosferă; acest proces are loc în condiții anaerobe, adică în absența oxigenului, și are loc în soluri saturate cu apă sau în sedimente din lacuri sau râuri; în timpul denitrificării, bacteriile utilizează nitrații ca sursă de oxigen, producând astfel azot gazos dar și alte gaze, cum este de exemplu protoxidul de azot (N_2O);

În ansamblu, circuitul bio-geo-chimic al azotului contribuie la menținerea echilibrului în ecosisteme și la asigurarea cantităților de azot suficiente pentru ca plantele și alte organisme să aibă un ritm echilibrat de creștere și dezvoltare.

Perturbarea ciclului azotului poate fi cauzată de activități umane, cum este utilizarea excesivă a îngrășămintelor pe bază de azot în agricultură, care poate duce la poluarea solului și a apelor cu compuși din categoria nutrienților. Efectul principal al perturbării ciclului azotului datorită excesului de nitrați și nitriți (nutrienți), care din sol ajung în apa subterană și în apele de suprafață, constă în **eutrofizarea** corpurilor de apă care se manifestă prin creșterea excesivă a algelor.

Alte exemple de probleme de mediu cauzate de perturbarea circuitului azotului sunt: deteriorarea calității solului și acidifierea solului, precum și emisiile de gaze cu efect de seră, cum este protoxidul de azot (N₂O), care contribuie la schimbarea climatică.

Circuitul apei

Pe Pământ, apa este în continuă mișcare, datorită evaporării, condensării, precipitațiilor, scurgerilor și infiltrărilor. Astfel se realizează un ciclu continuu, cu apă care trece prin transformări care implică atât apa în stare lichidă, cât și apă în stare gazoasă (vapori) sau în stare solidă (gheață, zăpadă). Circuitul hidrologic (cum este denumit circuitul apei) este un proces care în mod natural este esențial pentru menținerea vieții pe Pământ și asigurarea disponibilitatea apei pentru toate organismele vii.

Circuitul poate fi explicat începând cu evaporarea apei din apele de suprafață (oceane, râuri, lacuri) și din sol prin acțiunea căldurii solare. Vaporii de apă se ridică în atmosferă și se condensează formând norii, iar prin precipitații apa ajunge înapoi la suprafața Pământului. Apa provenită din precipitații se poate scurge direct în râuri și lacuri sau se poate infiltra în sol, alimentând apele subterane.

Transportul apei prin sol este un proces important, este bazat pe mecanisme complexe, de difuzie, osmoză, care asigură furnizarea de apă plantelor pentru creștere și supraviețuire.

Procesul depinde și de proprietățile fizice ale solului, cum ar fi textura, structura și densitatea. De exemplu, solurile cu o textură mai fină, cum ar fi argilele, pot reține mai multă apă decât solurile cu o textură mai grosieră, cum ar fi nisipul. Structura solului poate afecta, de asemenea, circulația apei prin intermediul porilor și canalelor de aer din sol.

Datorită proprietăților sale fizico-chimice, apa este un bun solvent și mediu de dispersie a diferitelor specii chimice. În mod natural, în ape există dizolvate o serie de specii chimice care fac posibilă, pe de o parte, viața subacvatică și pe de altă parte, utilizarea apei pentru uz uman, sau în alte sectoare socio-economice, inclusiv activități agro-zootehnice. Apa este de asemenea un excelent mediu de transport al substanțelor care susțin viața (nutrienți, oxigen), al speciilor microbiologice, dar și al speciilor poluante.

În continuare sunt prezentate câteva exemple de activități care se corelează cu viața în mediul rural și contribuie semnificativ la perturbarea circuitului apei, afectând, cel mai probabil și calitatea apei care urmează a fi utilizată ca apă potabilă.

Schimbarea climatică, manifestată în primul rând prin creșterea temperaturilor comparativ cu perioadele în care activitățile umane erau mult mai puțin complexe, poate avea drept consecință evaporarea apei din sol și de la suprafața apelor mult mai rapid decât în trecut, ceea ce poate conduce la secetă și la alte probleme legate de consumul apei.

Construcția de baraje și canale pentru irigații, dincolo de efectul benefic pe care îl are, schimbarea modului în care apa curge într-o anumită zonă, perturbă circuitul natural al apei. De exemplu, barajele pot împiedica apa să curgă natural în râuri și poate afecta calitatea apei, iar canalele de irigații pot reduce nivelurile de apă din râuri și din zonele umede, afectând astfel ecosistemele.

Defrișările și schimbările în utilizarea terenurilor generează schimbări în modul în care apa este absorbită de sol și de vegetație. De exemplu, tăierea pădurilor poate reduce capacitatea solului de a reține apa, având drept consecință inundații și scurgeri ale apelor de suprafață.

Prezența în apele de suprafață a *substanțelor chimice, a deșeurilor și a altor materiale* poate afecta calitatea și integritatea ecosistemelor acvatice, perturbând astfel ciclul apei. De exemplu, pesticidele dar și alte substanțe chimice (cum sunt îngrășămintele chimice) utilizate în agricultură pot ajunge în apele subterane și de suprafață, afectând viața acvatică și reducând capacitatea apei de a fi utilizată pentru uz uman sau pentru agricultură.

Pesticidele sunt substanțe chimice cu structuri complexe și stabile în mediul natural, nebiodegradabile cu largă utilizare în domeniul agricol pentru a preveni sau controla dăunătorii și, implicit, bolile plantelor. În categoria pesticidelor sunt incluse insecticidele, fungicidele, raticidele, erbicidele și alți agenți de control al dăunătorilor. Deși utilizarea pesticidelor poate fi eficientă în protejarea culturilor agricole împotriva dăunătorilor, în concentrații mari, sau în urma bioacumulării în organisme vii, aceste substanțe pot avea efecte negative asupra mediului și sănătății umane, în primul rând datorită faptului că sunt nebiodegradabile. Pesticidele pot polua solul, apa și aerul, afectând astfel flora și fauna sălbatică și contribuind chiar la schimbările climatice.

O categorie importantă de produse care contribuie la poluarea mediului întrucât prezența lor conduce la perturbări ale circuitelor naturale, o constituie deșeurile. Tematica deșeurilor este foarte larg abordată în prezent, în primul rând datorită presiunilor legislative. În mod curent, deșeurile pot fi privite din două puncte de vedere, opuse: pe de o parte deșeurile constituie o problemă de mediu, iar de pe de altă parte, constituie, sau pot constitui sursă sau materie primă pentru alte procese.

În mediul rural, este binecunoscută utilizarea deșeurilor provenite din resturile alimentare și mai ales a celor de la animale ca îngrășămintele ale solului. Dar se cunoaște și faptul că "îngrășarea" excesivă a solului cu deșeurile animale poate duce la contaminarea apelor de suprafață și subterane cu nutrienți, bacterii și viruși, sau la acidifierea solurilor pe care sunt aplicate.

Indiferent de proveniența acestora, de clasa în care se încadrează din punct de vedere legislativ, deșeurile pot conduce la probleme grave de mediu datorită substanțelor pe care le conțin, sau care se formează ca rezultat al proceselor (bio)chimice ce se produc în urma depozitării.

Deșeurile care sunt incinerate produc emisii de dioxid de carbon dar și de alte gaze care pot fi toxice, care pot afecta calitatea aerului și pot contribui la schimbările climatice. Un exemplu în acest caz este arderea deșeurilor care conțin mase plastice, care prin ardere formează compuși chimici extrem de toxici, din categoria dioxinilor și furanilor.

Depozitarea necontrolată a deșeurilor poate duce la contaminarea solului sau a apelor de suprafață cu substanțe chimice. De exemplu, din deșeurile pot ajunge în sol și/ sau apele de suprafață metale grele sau alte substanțe periculoase care pot fi absorbite de plante și pot afecta animalele care se hrănesc cu aceste plante. Acest lucru poate duce și la o scădere a fertilității solului și la daune grave asupra mediului. Deșeurile depozitate incorect pot polua apele subterane prin difuzie prin sol și pătrunderea substanțelor toxice în sursele de apă potabilă, ducând la o scădere a calității apei, cu

impact negativ asupra sănătății umane și a animalelor care depind de aceste surse de apă. Deșeurile pot afecta viața sălbatică prin încurajarea apariției dăunătorilor și a altor organisme care se hrănesc cu deșeuri. De asemenea, animalele pot fi rănite sau ucise de obiecte de tip deșeu, cum sunt cele din materialele plastic sau metale.

Trebuie menționată în acest context o categorie de materiale de tip deșeu, care atrage atenția din ce în ce mai mult datorită problemelor pe care le ridică. Este vorba despre microplastice, acele materiale provenite din produse care au la bază componenți aparținând maselor plastice, și au dimensiuni mici, sub 5 mm. Acestea pot fi eliberate direct în mediu în urma activităților oamenilor (de exemplu resturi din abraziunea anvelopelor în timpul mersului autovehiculului, din apa care rezultă în urma spălatului hainelor sau în urma folosirii unor produse de îngrijire personală) sau se pot forma în urma distrugerii, degradării sau descompunerii produselor din mase plastice care deja există în mediu (de exemplu pungi "de plastic", diverse recipiente sau obiecte din "plastic", depozitate necorespunzător). Datorită circuitelor naturale, microplasticele ajung în apele naturale, chiar în oceane, unde sunt asimilate de viețuitoare și chiar de oameni prin intermediul lanțului alimentar. Efectele acestor microplastice nu sunt încă deplin cunoscute, dar semnalul de alarmă este tras, iar la nivel european se depun eforturi pentru identificarea și prevenirea acestora. (<https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20181116STO19217/microplasticele-surse-efecte-si-solutii>).

Mediul este deci un sistem foarte complex, în care există interacțiuni multiple între componentele naturale, interacțiuni care sunt perturbate datorită activităților antropice, a căror cunoaștere este esențială în prevenirea efectelor negative asupra mediului, în adoptarea unor practici care să prevină sau să diminueze (acolo unde este cazul) deteriorarea calității mediului.

2.1.3 Instituții responsabile cu monitorizarea mediului

Monitorizarea mediului este o activitate complexă, care presupune **supravegherea, prognozarea, avertizarea și intervenția** în vederea evaluării sistematice a dinamicii caracteristicilor calitative ale elementelor de mediu, în scopul cunoașterii stării de calitate și a semnificației ecologice a acestora, a evoluției și implicațiilor sociale ale schimbărilor produse, urmate de măsurile care se impun (Ordonanță, 2005).

Activitatea de monitorizare a mediului este una complexă, care urmează etape bine stabilite, prezentate schematic în Figura 4.

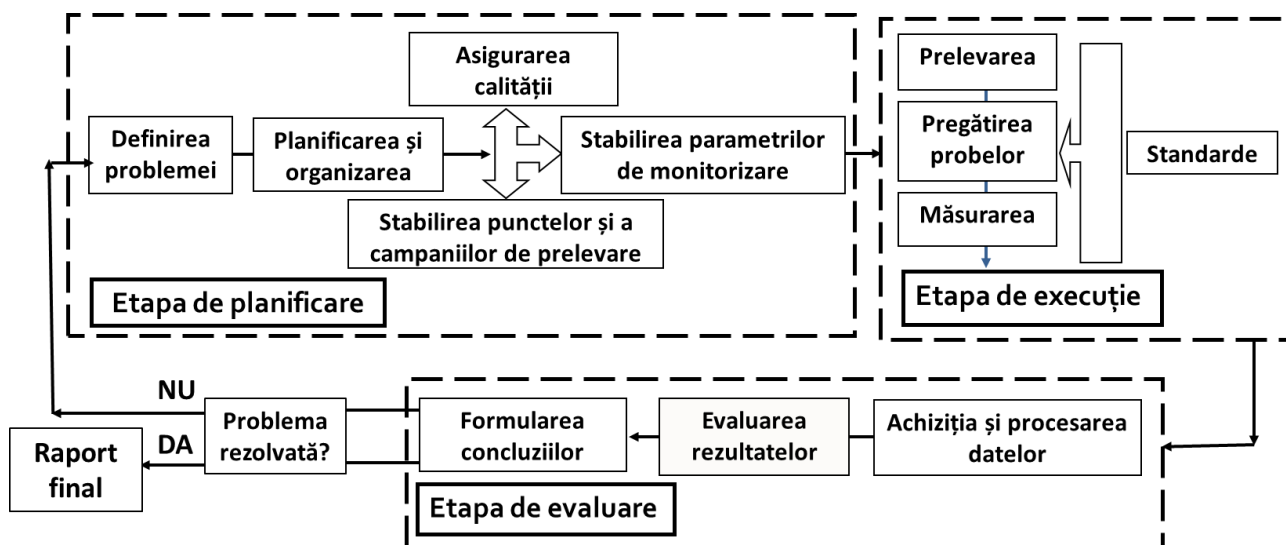


Figura 4. Etapele unui program de monitoring (adaptat după <https://toxoeer.com/>).

Etapa de planificare cuprinde activități precum definirea problemei, planificarea și organizarea. Pe baza definirii problemei se stabilesc parametrii de monitorizare, punctele și campaniile de prelevare. Toate aceste activități fac obiectul asigurării calității.

Etapa de execuție are în vedere activități legate de probele de mediu: prelevarea și pregătirea probei, urmată de măsurare/ analiză. Pentru toate aceste activități sunt disponibile și utilizate standarde specifice.

Etapa de supraveghere a calității mediului constă în studii de evaluare a prezenței și conținutului poluanților în diferitele componente de mediu (apă, aer, sol), prin:

achiziția de date privind calitatea mediului, obținute prin analiza unor parametri și indicatori, pe seama unor măsurători sistematice, cu acoperire spațială și temporală;

prelucrarea datelor obținute prin măsurători și includerea lor în baze de date;

după prelucrarea datelor se evaluează rezultatele și se formulează concluzii.

Instituții responsabile de monitorizarea mediului în România

Programele de monitorizare a mediului au pornit de la necesitatea cunoașterii relației dintre prezența poluanților în mediu și influența lor asupra organismelor vii, studii de tip doză-răspuns. Prelucrarea informațiilor înregistrate în bazele de date de monitorizare, corelată cu rezultatele studiilor toxicologice au permis stabilirea **valorilor limită ale concentrațiilor poluanților în mediu**.

Ca urmare, este extrem de importantă existența unor baze de date care să pună la dispoziție informații de încredere despre calitatea mediului, informații care pot fi obținute în urma implementării unui sistem de monitoring la nivel

instituțional/ guvernamental, sau a unor studii de cercetare efectuate de către colective din institute de cercetare, institute de învățământ superior sau organizații non-guvernamentale. Dintre toți acești potențiali deținători de informație despre calitatea mediului, vor fi prezentate doar instituțiile guvernamentale cu responsabilități în domeniu.

Autoritatea națională responsabilă pentru monitorizarea mediului este *Ministerul mediului*, sub diferitele denumiri pe care le-a avut în diferitele guvernări (vezi la referințe exemple de acte normative emise), actualmente fiind **Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor** (MMAP). Pe lângă ministerului mediului principalele instituții care au responsabilități pentru monitorizarea mediului sunt:

- Garda Națională de Mediu (GNM),
- Agenția Națională pentru Protecția Mediului (ANPM),
- Administrația Națională Apele Române (ANAR),
- Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului (INCDPAPM).

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor este autoritatea de stat, de sinteză, coordonare, reglementare, monitorizare, inspecție și control în domeniile de competență. La nivelul MMAP se realizează politica națională în domeniile protecției mediului înconjurător. Printre domeniile de interes ale MMAP se află și cele pentru protecția componentelor de mediu (<http://www.mmediu.ro/>):

- controlul poluării industriale;
- calitatea aerului și zgomot ambiental;
- managementul apelor;
- situri contaminate;
- protecția solului și subsolului;
- protecția naturii.

MMAP este organizat în mai multe direcții, dintre care s-au selectat cele care au responsabilități pentru calitatea și monitorizarea componentelor de mediu:

1. *Direcția Generală Evaluare Impact, Controlul Poluării și Schimbări Climatice*, cu serviciile de *control al poluării* și cel de *calitate aer*;
2. *Direcția Generală Ape*, cu compartimentele *protecția apelor* și cel de *ape internaționale*;
3. *Direcția Generală Deșeuri, Situri Contaminate și Substanțe Periculoase*, cu compartimentul *situri contaminate*;
4. *Direcția Generală Biodiversitate*.

Garda Națională de Mediu este instituție publică cu personalitate juridică, și funcționează ca organ de specialitate al administrației publice centrale, în subordinea ministerului mediului. Garda Națională de Mediu este un corp **specializat de inspecție și control care poate lua măsuri de sancționare, de suspendare, respectiv de sistare a activității**, ca urmare a poluării și deteriorării mediului său pentru nerespectarea condițiilor impuse prin actele de reglementare. Garda Națională de Mediu are în subordine următoarele unități (<https://www.gnm.ro/index.php>):

- Comisariatul Municipiului București;
- Comisariatul Rezervației Biosferei Delta Dunării;

- 41 comisariate județene.

Agenția Națională pentru Protecția Mediului, este instituție publică cu personalitate juridică, care funcționează în subordinea Ministerului Mediului Apelor și Pădurilor și desfășoară activități pentru apărarea principiilor și implementarea legislației în domeniul protecției mediului. ANPM monitorizează stadiul îndeplinirii angajamentelor în domeniul protecției mediului (cele negociate cu Comisia Europeană în procesul de aderare la Uniunea Europeană), și urmărește îndeplinirea obiectivelor de raportare, conforme cu Directivele Uniunii Europene, la termenele și cu obiectivele stabilite în acest sens (<http://www.anpm.ro/>).

ANPM are în subordine 41 de Agenții județene pentru Protecția Mediului (APM), responsabile pentru monitorizarea calității aerului și a unor categorii de soluri.

Agenția Națională pentru Protecția Mediului are în organizare următoarele structuri responsabile cu calitatea și monitorizarea mediului:

- Direcția Controlul Poluării și Reglementări, cu Serviciul Emisii Industriale;
- *Direcția Generală Monitorizare*, cu Direcția Centru Evaluare Calitate Aer și Direcția Laboratoare Naționale de referință;
- Direcția deșeuri și substanțe chimice periculoase, sol și subsol, cu Birou Protecție Sol și Subsoli;
- Direcția conservarea naturii, biodiversitate.

Din structurile de organizare a celor două instituții, MMAP și ANPM, rezultă domeniile de competență și responsabilitățile pe care le au, pentru calitatea și monitorizarea mediului.

Administrația Națională Apele Române (ANAR) este o instituție publică de interes național, aflată în coordonarea autorității publice centrale, respectiv Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor. Spre deosebire de ANPM și GNM, care au în subordine unități la nivel județean, ANAR are o organizare pe criterii geografice, pe cursurile principalelor râuri și ale bazinele lor hidrografice (BH) având în subordine 11 Administrații Bazinale de Apă (ABA), corespunzător celor 11 bazine hidrografice (Figura 5) (<https://rowater.ro/>).



Figura 5. Bazinele hidrografice din România.

Din punctul de vedere al monitorizării mediului, ANAR este responsabil cu monitorizarea calitatii apelor de suprafața, subterane, costiere, transfrontaliere sau uzate de pe teritoriul României.

Chiar dacă nu este o agenție guvernamentală, am inclus și noi în această prezentare și **Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului** (cunoscut și cu denumirea și acronimul vechi, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie București – ICPA București).

Institutul desfășoară activități de cercetare, dezvoltare tehnologică, asistență tehnică și consultanță, instruire, transfer tehnologic, servicii de informare, documentare în domeniul agriculturii și protecției mediului (<https://icpa.ro/>).

Printre responsabilitățile ICPA se află și combaterea poluării solurilor, studii pedologice și agrochimice, analize fizice, chimice și microbiologice de sol, material vegetal, nămol și apă.

ICPA are în subordine Rețeaua națională de Oficii de Studii Pedologice și Agrochimice (OSPA), 37 de oficii (<https://icpa.ro/ospa/>).

Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Administrația Națională Apele Române și Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului au inclusiv responsabilitatea emiterii și a transmiterii de rapoarte privind calitatea mediului din România către European Environment Agency – EEA (Agenția Europeană de Mediu) (<https://www.eea.europa.eu/en>).

Instituțiile responsabile cu monitorizarea mediului în Islanda

Similar instituțiilor responsabile cu monitorizarea calității mediului la nivel guvernamental din România, funcționează și instituții în Islanda. Ministerul responsabil se numește **Ministerul Mediului, Energiei și Climei** (<https://www.government.is/ministries/ministry-of-the-environment-energy-and-climate/>), și are o serie de agenții sub autoritatea sa, dintre care le-am selectat pe cele cu responsabilități pentru monitorizarea calității mediului:

- Oficiul islandez de meteorologie (<https://en.vedur.is/>),
- Agenția islandeză de mediu (<https://ust.is/english/>),
- Agenția națională de planificare a Islandei (<https://www.skipulag.is/en>).

Ministerul Mediului, Energiei și Climei formulează și pune în aplicare politica guvernului islandez pentru afacerile de mediu și supraveghează afacerile legate de natură în Islanda. Dintre aceste preocupări, am selectat următoarele:

- conservare și recreere în aer liber,
- parcurile naționale ale Islandei,
- schimbările climatice,
- protecția animalelor și gestionarea faunei sălbatice,
- prevenirea poluării,
- prevenirea incendiilor,
- prognoza meteo și protecția avalanșelor,
- silvicultură și conservarea solului,

- și nu în ultimul rând monitorizarea și supravegherea mediului.

Preocupările menționate anterior definesc și domeniile de interes ale ministerului, dintre care le-am selectat pe cele care răspund în mod deosebit la supravegherea calității factorilor de mediu (aer, apă, sol):

- calitatea aerului,
- biodiversitatea,
- evaluarea impactului asupra mediului,
- meteorologie și hazarde naturale,
- prevenirea poluării,
- conservarea solului,
- managementul deșeurilor,
- ape.

Domeniile de activitate și responsabilitățile instituțiilor guvernamentale din România și Islanda diferă, adaptate la condițiile geografice, climatice și socio-economice ale celor două țări.

2.1.4 Monitorizarea mediului – aer, apă și sol

Complexitatea caracterizării probelor de mediu

Determinarea calității mediului se efectuează prin analizarea probelor prelevate din componentele de mediu. **Proba** reprezintă o porțiune dintr-un sistem (componentă de mediu), reprezentativă pentru locul și momentul prelevării.

Caracterizarea probei constă în determinarea componentelor pe baza măsurătorilor:

analiza calitativă (identificare) – ce componente/ substanțe se găsesc în probă;

analiza cantitativă (dozare) – cât component/ substanță se găsește în probă.

Caracterizarea calitativă a probelor de mediu, cu conținut de poluanți, este una complexă, datorită diferențelor de origine/ natură, de starea de agregare, de compoziția sau de solubilitatea substanțelor din probă:

natura probelor de mediu poate fi minerală (anorganică) sau biologică (organică);

starea de agregare a probelor de mediu poate fi gazoasă (aer atmosferic, emisii, aer de interior), lichidă (apa de suprafață sau subterană, levigat) sau solidă (sol, biota, nămoluri, sedimente);

compoziția probelor de mediu poate fi una **mono-component** (extrem de rar/ utopic) sau **multi-component**, adică amestecuri relativ omogene (aer, apă) sau heterogene (aerosoli, fum, apă, nămoluri, sedimente, sol, biota);

solubilitate (hidrofobitate) se referă la probe cu conținut de substanțe solubile în apă sau în solvenți polari (hidrofile) sau insolubile în apă, solubile în solvenți organici nepolari (hidrofobe).

Caracterizare cantitativă a probelor de mediu constă în determinarea concentrației componentelor (substanței poluante) din proba de mediu. **Exprimarea concentrației** se face prin orice formă de raportare a substanței poluante, la probă. De regulă, substanța poluantă este exprimată în unități de masă (nano grame – ng, micro grame – μg, mili

grame – mg, sau grame – g), iar proba este exprimată în unități de volum (metri cubi – m³), capacitate (litri – L) sau masa (kilo grame – kg), cu unități și subunități corespunzătoare.

Pentru analize de mediu se utilizează exprimarea concentrației de poluant, conform reglementărilor, ca de exemplu:

1. mg poluant / m³ probă (mg/m³) sau μg/m³ – pentru probe gazoase, de aer atmosferic sau aer de interior;
2. μg poluant / mL probă (μg/mL) sau mg/L – pentru probe lichide, de ape;
3. mg poluant / kg probă (mg/kg) sau μg/g – pentru probe de sol sau de biotă, sedimente, nămoluri;
4. părți per milion – ppm, echivalentul a mg/kg; μg/g (sol, biotă...) sau mg/L; μg/mL (apă, alte probe lichide);
5. părți per miliard (billion, termenul din limba engleză) – ppb, echivalentul a μg/kg; ng/g (sol, biota...) sau μg/L; ng/mL (apa, alte probe lichide).

Având în vedere caracteristicile diferite ale componentelor de mediu (vectori de propagare, interfețe de contact sau mediu de biotransformare) evaluarea poluanților pe parcursul programului de supraveghere a calității mediului (monitorizare) se efectuează urmărind diferiți indicatori de evaluare (Tabelul 2.).

Tabelul 2. Evaluarea componentelor de mediu.

Nr. crt.	Componenta de mediu	Caracteristici	Evaluarea poluanților
1	apa și aerul	vectori de propagare (transport al poluanților)	concentrație, debit sau viteză de dispersie
2	solul și subsolul	interfețe de contact între componentele de mediu	concentrație, timpi de retenție sau alți indicatori de retenție
3	biota	mediu de biotransformare, bioacumulare, biomagnificare	concentrație, vârstă sau rată de bioacumulare

Concentrația poluanților din probe de mediu este un concept complex, care trebuie abordat diferențiat, în funcție de sursa poluanților. Astfel, pentru aer și ape se evaluează diferit concentrația poluanților eliberați în mediu din diferite surse (denumite **emisii**), sau concentrația poluanților rezultați în urma expunerii la o combinație de surse (denumite **imisii**).

Rețelele destinate supravegherii emisiilor evaluează evacuările directe ale poluanților în aerul atmosferic sau evacuările apelor uzate în cele naturale (receptori naturali).

Rețelele destinate supravegherii imisiilor evaluează prezența poluanților în aerul atmosferic sau de interior, precum și în cursuri receptoare de apă.

Ca urmare, se aplică reglementări specifice de domeniu, monitorizarea emisiilor sau a imisiilor diferențiindu-se prin: parametrii de interes, frecvențele de urmărire sau concentrațiile acceptate.

În legislația română nu se utilizează termenul de imisie, fiind evaluată *calitatea aerului/ apei*.

Monitorizarea aerului – emisii

Calitatea aerului este determinată de emisiile în aer provenite de la sursele staționare sau mobile, cu preponderență în aglomerările urbane, precum și de transportul pe distanțe lungi a poluanților atmosferici.

La nivel internațional, România a semnat Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) și Registrul European al Emisiilor și al Trasferurilor de Poluanți (E-PRTR).

La nivel național, protecția aerului atmosferic și prevenirea poluării acestuia se bazează pe prevederile Directivei 2010/75 (Directivă, 2010), privind emisiile industriale (prevenirea și controlul integrat al poluării – IPPC), transpusă în legislația națională prin Legea 278/2013 (Lege, 2013). În Tabelul 3 sunt redată valori-limită de emisii totale (selecție), conform Legii 278/2013.

Tabelul 3. Valori-limită de emisii totale (mg/Nm³).

Nr. crt.	Poluant	Valoare limită de emisii totale
1.	pulberi totale	30
2.	HCl	10
3.	HF	1
4.	NO _x (exprimat ca NO ₂)	500
5.	Cd+Tl	0,05
6.	Hg	0,05
7.	Sb+As+Pb+Cr+Cu+Mn+Ni+V	0,5
8.	dioxine și furani	0,1*
9.	SO ₂	50
10.	substanțe organice gazoase sau în stare de vapori, exprimate sub formă de carbon organic total (COT)	10

* – ng/Nm³ (nano grame per normal metru cub)

Monitorizarea calității aerului

Directiva 2008/50/CE privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa (Directiva, 2008) reprezintă actul normativ cadru pentru protecția aerului. Directiva a fost transpusă în legislația din România prin **Legea 104/2011** privind calitatea aerului înconjurător (Lege, 2011).

Prin Legea 104/2011 s-a înființat Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA) destinat să asigure cadrul organizatoric, instituțional și legal de cooperare între autoritățile și instituțiile publice cu competențe în domeniu, în scopul evaluării și gestionării calității aerului înconjurător în mod unitar pe întreg teritoriul României, precum și pentru informarea populației și a organismelor europene și internaționale privind calitatea aerului înconjurător (<http://www.mmediu.ro/categorie/calitatea-aerului/56>).

SNEGICA cuprinde două sisteme, destinate evaluării imisiilor, respectiv a emisiilor: Sistemul Național de Monitorizare a Calității Aerului (SNMCA) și Sistemul Național de Inventariere a Emisiilor de Poluanți Atmosferici (SNIEPA) <http://www.anpm.ro/calitatea-aerului>:

SNMCA asigură cadrul organizatoric, instituțional și legal pentru desfășurarea activităților de monitorizare a calității aerului atmosferic, în mod unitar, pe teritoriul României;

SNIEPA asigură cadrul organizatoric, instituțional și legal pentru realizarea inventarelor privind emisiile de poluanți în atmosferă, în mod unitar, pe întreg teritoriul României.

Evaluarea calității aerului atmosferic se realizează prin următoarele structurile ale **SNMCA**:

Rețeaua Națională de Monitorizare Automată a Calității Aerului (**RNMCA**);

Centrul de Evaluare a Calității Aerului (**CECA**) (www.calitateaer.ro).

Rețeaua Națională de Monitorizare Automată a Calității Aerului cuprinde 148 stații de monitorizare continuă a calității aerului. Stațiile sunt dotate cu echipamente pentru măsurarea automată a concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici: dioxid de sulf (SO₂), oxizi de azot (NO₂/ NO, evaluat prin echivalent NO₂), pulberi în suspensie (PM₁₀), monoxid de carbon (CO), ozon (O₃), metale grele (plumb, arsen, cadmiu, nichel), benzen (C₆H₆), hidrocarburi aromatice policiclice (PAH, echivalent benzo[a]piren) (https://www.calitateaer.ro/public/assessment-page/pollutants-page/?_locale=ro) (Tabelul 4).

Tabelul 4. Norme de calitate pentru aerul atmosferic (Legea 104/2011).

Poluant, um	Indicator	Valoare
SO ₂ , μg/m ³	valoare limită orară pentru protecția sănătății umane (media pe 1 oră)	350
	valoare limită zilnică pentru protecția sănătății umane (media pe 24 ore)	125
	nivel critic pentru protecția vegetației (media pe 1 an calendaristic)	20
	prag de alertă	500
NO ₂ și NO, μg/m ³	valoare limită orară pentru protecția sănătății umane (media pe 1 oră)	200
	valoare limită zilnică pentru protecția sănătății umane (media pe 24 ore)	40
	nivel critic pentru protecția vegetației (media pe 1 an calendaristic)	30
	prag de alertă	400
PM ₁₀ , μg/m ³	valoare limită zilnică pentru protecția sănătății umane (media pe 24 ore)	50
	valoare limită anuală pentru protecția sănătății umane (media pe an calendaristic)	20
CO, mg/m ³	valoare limită pentru protecția sănătății umane (valoarea maximă a mediilor pe 8 ore)	10
O ₃ , μg/m ³	prag de alertă	240

plumb, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valoare limită anuală pentru protecția sănătății umane (media pe an calendaristic)	0,5
arsen, ng/m^3	valoarea țintă	6
cadmiu, ng/m^3	valoarea țintă	5
nichel, ng/m^3	valoarea țintă	20
benzen, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valoare limită anuală pentru protecția sănătății umane (media pe an calendaristic)	5
benzo[a]piren, ng/m^3	valoarea țintă	1

Centrul de Evaluare a Calității Aerului administrează informațiile și datele furnizate de RNMCA. Datele măsurate privind calitatea aerului sunt colectate și transmise către panourile de informare a publicului, iar după validarea primară în centrele județene (APM) sunt transmise spre evaluare și certificare către CECA.

Monitorizarea apelor

Calitatea apelor este dată de caracteristicile organoleptice, fizice, chimice, biologice și bacteriologice. Similar cu supravegerea calității aerului, și calitatea apelor din România este urmărită la nivel de imisii (ape naturale) și de emisii/efluenți (evacuări din diferiți emisari), pentru care există reglementări diferite, atât la nivelul UE, cât și la nivel național.

Aderarea României la UE a necesitat implementarea a 18 Directive și a 2 Decizii în domeniul apei. Conform directivelor UE și a normelor de implementare se aplică o nouă strategie de monitorizare și evaluare a apelor de suprafață și a celor subterane, care are la bază un nou **concept de monitoring integrat al apelor**.

Monitorizarea apelor – emisii

Directiva 91/271/EEC (Directiva, 1991) privind tratarea apelor urbane reziduale a fost transpusă în legislația română cu Hotărâre de guvern (HG) 188/2002 (Hotărâre, 2002) pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate (cu anexele NTPA-011/2002, NTPA-001/2002 și NTPA-002/2002).

Pentru evaluarea subsistemului **ape uzate** se aplică HG 188/2002 (Hotărâre, 2002) pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, care are două componente de interes pentru acest studiu: Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane la evacuarea în receptorii naturali (NTPA-001/2002, actualizat în 2007) și Normativul privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare (NTPA-002/2002, actualizat în 2007). Din Tabelul 5 se observă faptul că evaluarea indicatorilor de calitate diferă în cele două normative, atât ca tip, cât și ca valori.

Tabelul 5. Normative de calitate pentru deversarea în mediul acvatic a apelor uzate (HG 188/2002).

Indicatori de calitate	UM	NTPA 001/2002	NTPA 002/2002
temperatura	°C	35	40

pH	unități	6,5-8,5	6,5-8,5
materii solide în suspensie (MS)	mg/L	35 (60) *	350
CBO ₅	mg O ₂ /L	25	300
CCOCr	mg O ₂ /L	125	500
azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/L	2 (3) *	30
azot total (N)	mg/L	10 (15) *	NN**
azotați (NO ₃ ⁻)	mg/L	25 (37) *	NN
azotiți (NO ₂ ⁻)	mg/L	1 (2) *	NN
sulfuri și hidrogen sulfurat	mg/L	0,5	1
sulfiți (SO ₃ ²⁻)	mg/L	1	2
sulfați (SO ₄ ²⁻)	mg/L	600	600
fenoli antrenabili cu vapori de apă	mg/L	0,3	30
substanțe extractibile cu solvenți organici	mg/L	20	30
produse petroliere	mg/L	5	NN
fosfor total (P)	mg/L	1 (2) *	5
detergenți sinteteci (biodegradabili – NTPA 002)	mg/L	0,5	25
cianuri totale (CN ⁻)	mg/L	0,1	1
clor rezidual liber (Cl ₂)	mg/L	0,2	0,5
cloruri (Cl ⁻)	mg/L	500	NN
fluoruri (F ⁻)	mg/L	5	NN
reziduu filtrat la 105°C	mg/L	2000	NN
arsen (As ³⁺)	mg/L	0,1	NN
aluminu (Al ³⁺)	mg/L	5	NN
calciu (Ca ²⁺)	mg/L	300	NN
plumb (Pb ²⁺)	mg/L	0,2	0,5
cadmiu (Cd ²⁺)	mg/L	0,2	0,3
crom total, (Cr ³⁺ , Cr ⁶⁺)	mg/L	1	1,5
crom hexavalent (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	0,2
fier total (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/L	5	NN
cupru (Cu ²⁺)	mg/L	0,1	0,2
nichel (Ni ²⁺)	mg/L	0,5	1
zinc (Zn ²⁺)	mg/L	0,5	1
mercur (Hg ²⁺)	mg/L	0,05	NN
argint (Ag ⁺)	mg/L	0,1	NN
molibden (Mo ²⁺)	mg/L	0,1	NN
seleniu (Se ²⁺)	mg/L	0,1	NN
mangan total (Mn)	mg/L	1	2
magneziu (Mg ²⁺)	mg/L	100	NN
cobalt (Co ²⁺)	mg/L	1	NN

* – valori care trebuie respectate pentru descărcări în zone sensibile; ** – NN nu se normează.

Monitorizarea calității apelor

Prin Ordonanța Ministrului Mediului și Gospodării Apelor 31/2006 (Ordonanța 2006) a fost înființat Sistemul Integrat de Monitorizare a Apelor din România (SMIAR). Acesta supraveghează calitatea apelor prin unitățile teritoriale ale Administrației Naționale Apele Române (<https://rowater.ro/>). SMIAR cuprinde 6 subsisteme, din care: 1-5 din surse naturale iar 6 din surse de poluare (emisii):

1. ape curgătoare de suprafață;
2. lacuri (naturale și de acumulare);
3. ape tranzitorii (fluviale și lacustre);
4. ape costiere;
5. ape subterane;
6. ape uzate/ efluenți.

Pentru monitorizarea calității apelor, Directiva 2000/60/EC de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei (Directiva 2000) a fost transpusă în legislația română prin Legea 107/1996 legea apelor din România (Legea, 1996) și prin Ordinul Ministerului Mediului și Gospodării Apelor 161/2006 (Ordin, 2006) pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă. Prin Ordinul Ministerului Mediului și Gospodării Apelor 161/2006 (Ordin, 2006) sunt stabilite 5 stări ecologice pentru râuri și lacuri naturale: foarte bună (I), bună (II), moderată (III), slabă (IV) și proastă (V), pe baza elementelor de calitate biologică, hidromorfologice și fizico-chimice (Tabelul 6).

Tabelul 6. Încădearea apelor de suprafață în clasele de calitate în funcție de valorile limită ale indicatorilor fizico- chimici.

Indicatorilor fizico- chimici	UM	Valori limită per clase de calitate				
		I	II	III	IV	V
Indicatori fizici						
temperatura	°C	nu se normează				
pH	unități	6,5 – 8,5				
Regimul oxigenului						
oxigen dizolvat	mg O ₂ /L	9	7	5	4	< 4
CBO ₅	mg O ₂ /L	3	5	7	20	> 20
CCO-Mn	mg O ₂ /L	5	10	20	50	> 50
CCO-Cr	mg O ₂ /L	10	25	50	125	> 125
Nutrienți						
amoniu (NH ₄ ⁺)	mg N/L	0,4	0,8	1,2	3,2	> 3,2
azotiți (NO ₂ ⁻)	mg N/L	0,01	0,03	0,06	0,3	> 0,3
azotați (NO ₃ ⁻)	mg N/L	1	3	5,6	11,2	> 11,2
azot total (N)	mg N/L	1,5	7	12	16	> 16
ortofosfați (PO ₄ ³⁻)	mg P/L	0,1	0,2	0,4	0,9	> 0,9
fosfor total (P)	mg P/L	0,1	0,2	0,4	1	> 1
clorofila A	μg/L	25	50	100	250	> 250
Salinitate (ioni generali)						

reziduu filtrabil uscat la 105°C	mg/L	500	700	1000	1300	> 1300
cloruri (Cl ⁻)	mg/L	25	50	250	300	> 300
sulfai (SO ₄ ²⁻)	mg/L	60	120	250	300	> 300
Ca ²⁺	mg/L	50	100	200	300	> 300
Mg ²⁺	mg/L	12	50	100	200	> 200
Na ⁺	mg/L	25	50	100	200	> 200
Poluanți toxici specifici de origine naturală						
Cr total (Cr ³⁺ , Cr ⁶⁺)	μg/L	25	50	100	250	> 250
Cu ²⁺	μg/L	20	30	50	100	> 100
Zn ²⁺	μg/L	100	200	500	1000	>1000
As ³⁺	μg/L	10	20	50	100	> 100
Ba ²⁺	mg/L	0,05	0,1	0,5	1	> 1
Se ⁴⁺	μg/L	1	2	5	10	>10
Co ³⁺	μg/L	10	20	50	100	>100
Pb ²⁺	μg/L	5	10	25	50	> 50
Cd ²⁺	μg/L	0,5	1	2	5	> 5
Fe total (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)		0,3	0,5	1	2	> 2
Hg ²⁺	μg/L	0,1	0,3	0,5	1	> 1
Mn total (Mn ²⁺ , Mn ⁷⁺)		0,05	0,1	0,3	1	> 1
Ni ²⁺	μg/L	10	25	50	100	> 100
Alți indicatori chimici relevanți organici						
fenoli	μg/L	1	5	20	50	> 50
detergenți anionici activi	μg/L	100	200	300	500	> 500
compuși organici halogenați adsorbiți AOX	μg/L	10	50	100	250	> 250

Monitorizarea solurilor

Printre responsabilitățile **Direcției generale deșeurilor, situri contaminate și substanțe periculoase**, din cadrul MMAP, amintim <http://www.mmediu.ro/categorie/situri-contaminate/23>:

elaborarea pachetului legislativ referitor la protecția solului și a mediului geologic;

identificarea resurselor financiare necesare implementării Strategiei Naționale și Planului Național de Acțiune pentru Gestionarea Siturilor Contaminate din România.

Monitorizarea solurilor este de interes, preponderent pentru supravegherea calității solurilor pe care se practică culturi, adică soluri agricole și soluri silvice. Ca urmare, studiile privind calitatea solului pot fi elaborate de următoarele instituții <https://www.madr.ro/calitatea-solului.html>:

Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie București (ICPA);

Oficiile de studii pedologice și agrochimice județene (OSPA, 37 oficii la nivel național);

Institute Naționale de Cercetare – Dezvoltare în Silvicultură (INCDS), cunoscute și ca Institute de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS);

Prin agențiile județene (APM) se monitorizează, în mod deosebit, solurile din zonele limitrofe unor depozite (de deșeuri, nămoluri, steril, cenuși), sau zonele limitrofe activităților industriale, sau ale siturilor cu contaminare istorică.

Directiva 86/278/CEE privind protecția mediului, în special a solului, atunci când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură este dintre primele reglementări ale UE care permit evaluarea calității solurilor (Directivă, 1986). Directiva a fost transpusă în legislația din România prin Ordinul Ministerului Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului (OM 49/2004) pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului și în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură (Ordin, 2004).

Anexele Directivei, respectiv ale OM 49/2004 indică atât valorile limită pentru concentrațiile de metale grele în soluri pe care se aplică nămoluri (Tabelul 7), cât și valorile limită pentru concentrațiile de metale grele și alte substanțe admise în nămolurile destinate utilizării în agricultură (Tabelul 8).

Tabelul 7. Concentrațiile de poluanți admise într-o probă reprezentativă de sol (pH mai mare de 6,5).

Poluant	Concentrație (mg/kg substanță uscată)	
	Directiva 86/278/CEE (*)	OM 49/2004
cadmiu	1-3	3
cupru	50-140 (**)	100
nichel	30-75 (**)	50
plumb	50-300	50
zinc	150-300 (**)	300
mercur	1-1,5	1
crom	– (***)	100

* – statele membre au putut autoriza o depășire a valorilor limită fixate anterior; ** – statele membre au putut autoriza o depășire a valorilor limită pentru acești parametri pentru soluri cu un pH constant mai mare decât 7; *** – nu a fost posibil să se fixeze în acea etapă valorile limită pentru crom.

Tabelul 8. Concentrațiile de poluanți admise în nămolurile destinate utilizării în agricultură.

Poluant	Concentrație (mg/kg substanță uscată)	
	Directiva 86/278/CEE (*)	OM 344/708 din 2004
cadmiu	20-40	10
cupru	1000-1750	500
nichel	300-400	100
plumb	750-1200	300
zinc	2500-4000	2000
mercur	16-25	5
crom	(*)	500

cobalt	–	50
arsen	–	10
suma compușilor organohalogați (AOX)	–	500
PAH (hidrocarburi aromatice policiclice) (**)	–	5
BPC (bifenili policlorurați) (***)	–	0,8

* – nu a fost posibil să se fixeze în acea etapă valorile limită pentru crom; ** – suma următoarelor substanțe: antracen, benzoantracen, benzofluoranten, benzoperilen, benzopiren, crisen, floranten, indeno (1,2,3) piren, fenantren, piren; *** – suma compușilor cu numerele (congeneri) 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

Prin ordinul comun al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor și Ministerului Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale, OM 197/2005, (Ordin, 2005) s-a aprobat organizarea **Sistemului național de monitoring integrat al solului**, în cadrul structurilor Sistemului național de monitoring integrat al resurselor de ape și al zonelor protejate, gestionat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului (ICPA). Programul de supraveghere și control este condus în colaborare, între ICPA București și Administrația Națională Apele Române.

Pe de altă parte, Agenția Națională pentru Protecția Mediului are, printre alte obiective, Identificarea siturilor contaminate după tipul de activități poluante.

Dintre atribuțiile și competențele ANPM, în ceea ce privește solurile și subsolurile, mai putem aminti:

realizează baza de date privind situația zonelor contaminate la nivel național;

crează baza de date pentru managementul siturilor contaminate;

participă la organizarea activităților de monitorizare a solului și a subsolului, precum și la calitatea resurselor naturale neregenerabile.

Agențiile județene (APM) urmăresc, în special, solurile din zonele adiacente unor depozite (deșeuri, nămol, steril, cenușă), sau zone adiacente activităților industriale, sau situri cu contaminare istorică.

Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului 756/1997 pentru aprobarea reglementării privind evaluarea poluării mediului (Ordin, 1997):

definește: pragul de alertă, pragul de intervenție, folosința sensibilă, folosința mai puțin sensibilă;

prevede limitele de concentrație a poluanților acceptate în diferite scopuri: pentru folosința sensibilă sau mai puțin sensibilă a terenurilor.

Pragul de alertă este dat de concentrațiile de poluanți în aer, apă, sol sau în emisii/ evacuări care indică faptul că există contaminare, dar în limite de risc acceptabil. Pragul de alertă avertizează autoritățile competente asupra unui impact potențial asupra mediului, care determină declanșarea unei monitorizări suplimentare pentru a defini posibilele pericole și/ sau reducerea concentrațiilor de poluanți din emisii/ evacuări.

Pragul de intervenție este dat de concentrațiile de poluanți în aer, apă, sol sau în emisii/ evacuări care generează un grad de risc inacceptabil pentru sănătatea umană și pentru mediu, indică o stare de pericol care trebuie îndepărtat. La atingerea pragului de intervenție, autoritățile competente vor dispune executarea studiilor de evaluare a riscului, de

obicei nu mai necesită alte investigații care să certifice starea de pericol, se trece direct la reducerea concentrațiilor de poluanți din emisii/ evacuări.

Folosința sensibilă a terenurilor este reprezentată de utilizarea acestora pentru zone rezidențiale și de agrement, în scopuri agricole, ca arii protejate sau zone sanitare cu regim de restricții, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor.

Folosința mai puțin sensibilă a terenurilor include toate utilizările industriale și comerciale existente, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor.

Astfel, OM 756/1997 indică trei categorii de valori de referință pentru urme de elemente chimice în sol (valoare normală în sol, prag de alertă, prag de intervenție, ultimele două pentru folosință sensibilă și, respectiv pentru folosință mai puțin sensibilă) pentru următoarele categorii de poluanți: compuși anorganici (Tabelul 9), hidrocarburi aromatice și poliaromatice, hidrocarburi din petrol (Tabelul 10), sau pesticide organoclorurate și triazinice (Tabelul 11).

Tabelul 9. Valori de referință pentru urme de substanțe chimice în soluri – compuși anorganici.

Compus	Concentrație, mg/kg substanță uscată				
	Valoare normală în sol	Prag de alertă/ Tip de folosință		Prag de intervenție/ Tipu de folosință	
		S	NS	S	NS
Ag	2	10	20	20	40
As	2	10	20	20	40
B solubil	1	2	5	3	10
Ba	200	400	1000	625	2000
Be	1	2	7,5	5	15
Cd	1	3	5	5	10
Co	15	30	100	50	250
Cr total	30	100	300	300	600
Cr VI	1	4	10	10	20
Cu	20	100	250	200	500
Hg	0,1	1	4	2	10
Mn	900	1500	2000	2500	4000
Mo	2	5	15	10	40
Ni	20	75	200	150	500
Sb	5	12,5	20	20	40
Se	1	3	10	5	20
Sn	20	35	100	50	300
Pb	20	50	250	100	1000
Tl	0,1	0,5	2	2	5
V	50	100	200	200	400
Zn	100	300	700	600	1500
Cianuri (libere)	<1	5	10	10	20
Cianuri (complexe)	<5	100	200	250	250
Sulfocianuri	<0,1	10	20	20	40

Fluor	-	150	500	300	1000
Brom	-	50	100	100	300
Sulf elementar	-	400	5000	1000	20000
Sulfuri	-	200	400	1000	2000
Sulfaiți	-	2000	5000	10000	50000

S – folosințe sensibile; NS – folosințe mai puțin sensibile

Tabelul 10. Valori de referință pentru urme de substanțe chimice în soluri – hidrocarburi aromatice și poliaromatice, hidrocarburi din petrol.

Urme de poluant	Concentrație, mg/kg substanță uscată				
	Valoare normală în sol	Prag de alertă/ Tip de folosință		Prag de intervenție/ Tipu de folosință	
		S	NS	S	NS
I. Hidrocarburi aromatice mononucleare					
benzen	< 0,01	0,25	0,5	0,5	2
etilbenzen	< 0,05	5	10	10	50
toluen	< 0,05	15	30	30	100
xilen	< 0,05	7,5	15	15	25
II. Hidroxilbenzeni					
fenol	< 0,02	5	10	10	40
catechol	< 0,05	5	10	10	20
rezorcină	< 0,05	2,5	5	5	10
hidrochinonă	< 0,05	2,5	5	5	10
crezol	< 0,05	2,5	5	5	10
total hidrocarburi aromatice (HA)	< 0,05	25	50	50	150
III. Hidrocarburi aromatice polinucleare (HAP – PAH)					
antracen	< 0,05	5	10	10	100
benzoantracen	< 0,02	2	5	5	50
benzofluorantren	< 0,02	2	5	5	50
benzoperilen	< 0,02	5	10	10	100
benzopiren	< 0,02	2	5	5	10
crisen	< 0,02	2	5	5	50
fluorantren	< 0,02	5	10	10	100
indeno(1,2,3)piren	< 0,02	2	5	5	50
naftalină	< 0,02	2	5	5	50
fenantren	< 0,05	2	5	5	50
piren	< 0,5	5	10	10	100
total HAP	< 0,1	7,5	25	15	150
IV. Hidrocarburi din petrol					
total hidrocarburi din petrol	< 100	200	1000	500	2000

S – folosințe sensibile; NS – folosințe mai puțin sensibile

Tabelul 11. Valori de referință pentru urme de substanțe chimice în soluri – pesticide organoclorurate și triazinice.

Urme de poluant	Concentrație, mg/kg substanță uscată
-----------------	--------------------------------------

	Valoare normală în sol	Prag de alertă/ Tip de folosință		Prag de intervenție/ Tipu de folosință	
		S	NS	S	NS
I. Pesticide organoclorurate					
suma DDT	< 0,15	0,5	1,5	1	4
DDT	< 0,05	0,25	0,75	0,5	2
DDE	< 0,05	0,25	0,75	0,5	2
DDD	< 0,05	0,25	0,75	0,5	2
HCH	< 0,005	0,25	0,75	0,5	2
alfa-HCH	< 0,002	0,1	0,3	0,2	0,8
beta-HCH	< 0,001	0,05	0,15	0,1	0,4
gama-HCH	< 0,001	0,02	0,05	0,05	0,2
delta-HCH	< 0,001	0,05	0,15	0,1	0,4
total pesticide organoclorurate	< 0,2	1	2	2	5
II. Triazinice					
total triazine	< 0,1	1	2	2	5

S – folosințe sensibile; NS – folosințe mai puțin sensibile

Concluzii

Pornind de la definirea unor termeni ca mediu, calitatea mediului, poluant, poluare, în capitolul de față s-au prezentat principalele surse de poluare și poluanții specifici din aer, ape și sol, precum și modul de caracterizare a acestora în procesele de evaluare a calității mediului. Capitolul a continuat cu prezentarea schematică a etapelor unui program de monitoring, a instituțiilor responsabile de monitorizarea mediului din România și a sistemelor de monitorizare a componentelor de mediu (aer, apă și sol), cu referire la principalele reglementări Europene și naționale în domeniu.

Referințe

Drăghici C., Manciulea I., Chirilă E., Coman Gh., (2022), *Poluanți și determinarea lor din probe de mediu și produse alimentare*, Editura Universității Transilvania din Brașov, Brașov.

Dumitru M., Manea A., (Eds), (2011), *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, SITECH, Craiova.

Lupea, A.X., Ardelean, A., Branic, A.G., Ardelean D. (2008) *Fundamente de chimia mediului*, Editura Didactică și Pedagogică, București.

Ordonanță, (2005). Ordonanță de Urgență a Guvernului 195/2005 privind protecția mediului.

Ordonanță, (2002). Ordonanța de Urgență a Guvernului 91/2002, pentru modificarea și completarea Legii Protecției mediului nr. 137/1995

Directivă, (1986). Directiva 86/278/CEE privind protecția mediului, în special a solului, atunci când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură.

Directivă, (1991). Directiva 91/271/EEC privind tratarea apelor uzate urbane.

Directivă, (2000). Directiva cadru 2000/60/EC pentru politici comunitare privind apa

Directivă, (2008). Directiva 2008/50/CE privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa.

Directivă, (2010). Directiva 2010/75 privind emisiile industriale (prevenirea și controlul integrat al poluării).

Hotărâre, (2002). Hotărârea de Guvern 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate.

Lege, (1996). Legea 107/1996 Legea apelor.

Lege, (2011). Legea 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător

Lege, (2013). Legea 278/2013 privind emisiile industriale.

Ordin, (1997). Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului 756/1997 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului.

Ordin, (2004). Ordinul Ministerul Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului 49/2004 pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului și în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură.

Ordin, (2005). Ordinul comun al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor și Ministerului Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale 197/2005 pentru aprobarea organizării Sistemului național de monitoring integrat al solului, de supraveghere, control și decizii pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole și de management al reziduurilor organice provenite din zootehnie în zone vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați și pentru aprobarea Programului de organizare a Sistemului național de monitoring integrat al solului, de supraveghere, control și decizii pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole și de management al reziduurilor organice provenite din zootehnie în zone vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați.

Ordin, (2006). Ordinul Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa.

Ordonanță, (2006). Ordonanța Ministrului Mediului și Gospodăririi Apelor 31/2006 privind aprobarea Manualului de modernizare și dezvoltare a Sistemului Integrat de Monitorizare a Apelor din România (SMIAR)

Ordonanță, (2005). Ordonanță de Urgență a Guvernului 195/2005 privind protecția mediului.

<http://www.anpm.ro/>

<http://www.anpm.ro/calitatea-aerului>

<https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20181116STO19217/microplasticele-surse-efecte-si-solutii>

<http://www.mmediu.ro/>

<http://www.mmediu.ro/categorie/calitatea-aerului/56>

<http://www.mmediu.ro/categorie/situri-contaminate/23>

<https://en.vedur.is/>

<https://icpa.ro/>

<https://icpa.ro/ospa/>

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

<https://rowater.ro/>

<https://rowater.ro/despre-noi/legislatie/>

<https://toxoe.com/>

<https://ust.is/english/>

https://www.calitateaer.ro/public/assessment-page/pollutants-page/?_locale=ro

<https://www.eea.europa.eu/en>

<https://www.gnm.ro/index.php>

<https://www.madr.ro/calitatea-solului.html>

<https://www.skipulag.is/en>

www.calitateaer.ro



Acest document este realizat cu sprijinul financiar al Mecanismului Financiar al SEE 2014 – 2021. Conţinutul acestuia (text, fotografii) nu reflectă opinia oficială a Operatorului de Program, a Punctului Naţional de Contact sau a Oficiului Mecanismului Financiar. Informaţiile şi opiniile exprimate reprezintă responsabilitatea exclusivă a autorului/ autorilor.



Acest document este oferit sub licenţa Creative Commons Attribution – non-commercial 4.0 international license