

NOȚIUNI GENERALE

Noțiunea de mediu

Noțiunea de mediu se referă, în principiu, la tot ce înconjoară omul, respectiv mediul artificial și mediul natural.

Mediul artificial cuprinde: mediul de cartier unde locuiește omul, mediul locului de muncă, mediul locului de odihnă, de recreere și de refacere a capacității fizice și intelectuale etc. unde omul își petrece o perioadă a timpului său.

Mediul natural se prezintă mult mai complex și se referă la relief (terenurile) cu peisajele specifice, apele, pădurile, aerul, fauna, flora, microorganisme etc.

Mediul reprezintă ansamblul de condiții și elemente naturale ale Terrei ce cuprinde aerul, apa, solul și subsolul, toate straturile atmosferei, toate materiile organice și anorganice, ființele vii, sistemele naturale în interacțiune, ce cuprind toate elementele menționate mai sus, inclusiv valorile istorice, culturale și estetice rezultate.

Echilibrul ecologic reprezintă ansamblul stărilor și interrelațiilor dintre elementele componente ale unui ecosistem, ansamblu ce asigură menținerea structurii, dinamica și funcționarea armonioasă a ecosistemului.

Calitatea mediului reprezintă ansamblul proprietăților și caracteristicilor definite de toate componentele sale structurale și funcționale capabile să asigure echilibrul ecologic și să satisfacă necesitățile societății umane. Aceasta poate fi considerată ca fiind o măsură a stării mediului în raport cu cerințele uneia sau mai multor specii și/sau a oricărei necesități sau scop uman. Calitatea mediului este un termen general care se referă fie la proprietăți și caracteristici ale mediului natural (puritatea sau gradul de poluare a aerului, apei), fie la particularități ale mediului construit (zgomotul, depozitarea deșeurilor, radioactivitatea) și nu exclude efectele potențiale pe care astfel de caracteristici rezultate prin activitățile antropice le-ar putea avea asupra sănătății fizice și psihice a factorului uman.

Noțiunile de poluare și poluant

Din punct de vedere etimologic, aceste noțiuni pleacă din latinescul *polluere* – a murdări, a profana.

Din punct de vedere științific, **poluarea** reprezintă „introducerea directă sau indirectă, ca rezultat al unei activități antropice, de substanțe, vibrații, căldură și sau zgomot într-unul din factorii de mediu, care pot aduce prejudicii sănătății umane sau calității mediului, care pot dăuna bunurilor materiale ori pot cauza o deteriorare sau o utilizare a mediului sau o împiedicare a utilizării mediului în scop recreativ sau în alte scopuri legitime” ([Monitorul Oficial, 2002](#)).

Poluantul este orice substanță, aflată în stare lichidă, solidă, gazoasă vaporii energie (radiația electromagnetică, ionizantă, termică, fonică sau vibrații), care, introdusă în mediu, modifică echilibrul constituenților acestuia, al organismelor vii și aduce daune bunurilor materiale.

După modul de manifestare a poluării, se cunosc șase tipuri de poluare: microbiologică, biologică, chimică, fizică, estetică și psihică.

Poluarea microbiologică – apare ca o consecință a diseminării în mediul ambiant a germenilor patogeni de către subiecții umani sau animali, bolnavi sau purtători de germeni patogeni, și duce la prin contaminarea mediilor inhalate și ingerate, apariția zoonozelor, bolilor telurice etc., fiind specifică țărilor în curs de dezvoltare.

Poluarea biologică – se manifestă prin modificări nedorite (dispariția unor specii cu statut de conservare, mutații, apariția unor specii hibride etc) ale biocenozelor, apărute ca urmare a dezvoltării necontrolate a speciilor invazive de natură vegetală sau animală.

Poluarea chimică – apare ca o consecință a dezvoltării industriale și agricole de tip intensiv și presupune utilizarea substanțelor chimice naturale sau de sinteză în aproape toate domenii de activitate.

Poluarea fizică – se referă la poluarea sonoră (zgomote, vibrații), termică și radioactivă.

Poluarea estetică – este produsă de degradarea peisajelor ca efect al urbanizării extinse la nivel regional, al industrializării accentuate și sistematizării eronat concepute.

Poluarea psihică și informațională – este consecința utilizării excesive a mijloacelor mass-media, și se manifestă din punct de vedere cultural și spiritual asupra omului.

Noțiunea de protecție a mediului

Protecția mediului reprezintă totalitatea mijloacelor și măsurilor întreprinse pentru păstrarea echilibrului ecologic, menținerea și ameliorarea factorilor naturali, prevenirea și combaterea poluării și dezvoltarea valorilor naturale.

APA

Clasificarea surselor de poluare și a poluării apei

Poluarea apei – reprezintă *alterarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale apei, produsă direct sau indirect de activitățile umane, și care face ca apele să devină improprii utilizării normale în scopurile în care această utilizare era posibilă înainte de a interveni alterarea.*

Clasificarea surselor de poluare se face după 3 criterii:

1. După modul de producere a degradării/alterării/poluării:

- Surse organizate (controlate);
- Surse neorganizate (necontrolate).

2. După dinamica sau acțiunea lor în timp:

- Surse permanente;
- Surse nepermanente
- Surse accidentale.

3. După originea surselor:

- Surse de poluare antropică;
- Surse de contaminare.

Clasificarea poluării apei se poate realiza după 2 criterii:

1. După modul apariției sale, poluarea poate fi:

- **Poluare primară;**
- **Poluare secundară.**

2. După natura poluanților se cunosc trei tipuri de poluare:

- **Poluarea fizică** include poluarea termică, poluarea cu substanțe cu densitate redusă, poluarea cu substanțe radioactive
- **Poluarea chimică** se produce ca urmare a evacuării a două mari categorii de substanțe: *organice* și *anorganice*.
- **Poluarea biologică** este consecința înglobării în apă a organismelor vii.

Principalii poluanți/substanțe poluante și efectele acestora

Substanțele organice reprezintă pentru apă, poluantul principal. Ele pot fi de natură artificială (sintetice) sau naturale.

Substanțele anorganice se pot găsi fie în suspensie, fie dizolvate. Ele provin din procesele industriale motiv pentru care sunt întâlnite mai frecvent în apele uzate industriale.

Materialele în suspensie pot fi organice sau anorganice, și se depun pe patul albiei formând bancuri care împiedică navigația.

Substanțele toxice – nitrații, nitriții, cianurile, metalele grele (Ar, Cd, Co, Hg, Pb), nu pot fi reținute de instalațiile de tratare a apelor și o parte din ele pot ajunge în organismul uman, provocând îmbolnăviri.

Substanțele indezirabile (Al, Cu, Fe, Mn, Zn) au efect de modificare a proprietăților organoleptice ale apei, devenind toxice în concentrații foarte mari.

Micropoluanții chimici organici modifică proprietățile organoleptice ale apei. Acțiunea lor asupra organismelor poate fi toxică, cancerigenă și cumulativă (în sensul că modifică reactivitatea organismului, mărește sensibilitatea la agresiunea microbiologică).

Substanțele indicatoare de poluare:

Într-o primă etapă sunt *N* și *P* ce produc eutrofizarea, iar în faza a doua sunt considerate *K*, *Mg*, *Cu*, *Zn*, *Co*, *OD* (oxigen dizolvat), *CCO* (consumul chimic de oxigen), *CBO* (consumul biologic de oxigen), *N_{organics}*, *N_{total}*, *nitriții*, *nitrații*, *fosfații* și *H₂S* (indicator al lipsei O₂ din apă, respectiv al proceselor de descompunere anaerobă a substanțelor organice din apă).

Substanțele cu aciditate sau alcalinitate pronunțată au efecte asupra florei și faunei acvatice, asupra construcțiilor hidrotehnice, provocând degradarea acestora, a vaselor, instalațiilor necesare navigației, împiedică folosirea apei pentru agrement, irigații, alimentarea cu apă.

Coloranții proveniți de la fabricile textile, hârtie, tăbăcării au efect asupra desfășurării normale a fenomenelor de autoepurare și fotosinteză datorită împiedicării absorbției oxigenului.

Energia calorică, caracteristică apelor calde de la termocentrale și de la unele industrii, aduce numeroase prejudicii în alimentarea cu apă potabilă și industrială și împiedică dezvoltarea florei și faunei acvatice. Datorită creșterii temperaturii apelor, scade concentrația de oxigen dizolvat, viața organismelor acvatice devenind dificilă.

Microorganismele de orice fel, ajunse în apa receptorilor, fie că se dezvoltă necorespunzător, fie că dereglează dezvoltarea altor microorganisme sau chiar a organismelor vii.

Apele uzate

Principală sursă de poluare permanentă o constituie apele uzate reintroduse în receptori după utilizarea apei în diverse domenii. După proveniența lor, există următoarele categorii de ape uzate:

- **ape uzate orășenești;**
- **ape uzate industriale;**
- **ape uzate de la ferme de animale și păsări;**
- **ape uzate meteorice;**
- **ape uzate radioactive;**
- **ape uzate calde;**
- **ape uzate provenite de la zone de agrement, campinguri, terenuri de sport;**
- **apele uzate provenite de la navele maritime sau fluviale.**

Apa potabilă

Deoarece calitatea apei poate influența decisiv viața omului au fost introduse condiții de calitate atât la apa brută, apa din sursă, apa din care se prepară apa potabilă, cât și la apa potabilă.

În prezent, condițiile de calitate a apei din sursele naturale, sunt guvernate de Legea apelor și de Normative Tehnice de Protecție a Apelor (NTPA 011 - privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești în receptori naturali, NTPA 001 – privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptori naturali). Elementul sintetic de caracterizare a calității apei brute este acela că apa trebuie să aibă o stare bună sau foarte bună din punctul de vedere al calității fizico-chimice, ecologice, biologice și bacteriologice.

Măsuri de protecție a apelor

Acțiunile de prevenire a poluării apelor și combatere a efectelor acestora sunt orientate pe șase direcții pe care trebuie acționat.

1. *Realizarea unui complex de lucrări de amenajare;*
2. *Reglementări privind calitatea apelor naturale și efluenților;*
3. *Reducerea poluării;*
4. *Supravegherea și controlul calității apelor.*
5. *Formarea de specialiști*
6. *Sensibilizarea opiniei publice*

Măsurile de protecție sunt stabilite prin Legea Apelor și prin HG 930/2005 și se referă la *protecția surselor de apă și protecția captărilor de apă*.

Protecția *surselor de apă* se referă la distanțele de protecție care trebuie asigurate atât în lungul cursurilor naturale, artificiale și îndiguite de apă, în jurul lacurilor naturale și artificiale, cât și în lungul digurilor de protecție, canalelor de derivație și la barajele realizate din diverse materiale.

În ceea ce privește *captările de apă*, la nivelul fiecărui bazin hidrografic se va ține o evidență clară a zonelor de protecție, a căror mărime depinde de tipul de apă de suprafață sau subterană.

Principiul de calcul pentru asigurarea protecției sanitare are la bază condiția că apa subterană trebuie să parcurgă distanța de la limita zonei de protecție până la sursa considerată, într-un interval de timp T , în care se admite că toți germenii patogeni aflați eventual în respectiva apă subterană sunt distruși prin procesul de autoepurare¹. Procesele naturale de epurare variază ca durată, amplitudine și ordine de succesiune, dinamica lor fiind influențată de factori de mediu fizici, chimici, biologici care pot interveni simultan sau într-o anumită succesiune. Între acești factori există o interdependență specifică, momentul în care un factor intră în acțiune și intensitatea cu care acționează fiind condiționate de existența altor factori. Factorii de mediu care influențează procesul de autoepurare sunt:

- a. factorii fizici (sedimentarea, lumina, temperatura, dinamica apei etc.);
- b. factorii chimici (O_2 , CO_2 , Fe, Mn, P, S, K, Mg, Al, oligometalele etc.);
- c. factorii biologici (organismele acvatice, bacteriile etc.).

AERUL

Clasificarea și caracteristicile diferitelor categorii de surse de poluare ale aerului

Sursele de poluare se clasifică în mai multe categorii, după următoarele criterii:

- origine
- formă
- mobilitate
- înălțime
- regim de funcționare
- tip de activitate

Tipuri de poluanți și efectele acestora

Orice substanță sau produs care, folosit în cantități, concentrații sau condiții aparent nepericuloase, prezintă risc semnificativ pentru om, mediu sau bunuri materiale (deci pot fi explozive, oxidante, inflamabile, toxice, nocive, corozive, iritante, mutagene sau radioactive) se consideră *substanță periculoasă*.

¹ ansamblul proceselor naturale de epurare prin care receptorii sunt readuși la caracteristicile lor calitative pe care le-au avut anterior apariției factorilor poluanți

Din punctul de vedere al acțiunii poluanților emiși în atmosferă asupra factorilor de mediu, se pot deosebi următoarele categorii de noxe:

- *noxe care dăunează direct organismului uman;*
- *noxe care acționează asupra vegetației;*
- *noxe care stau la baza formării de acizi;*
- *noxe persistente în soluri;*
- *noxe care devin factori de influență ai climei;*
- *noxe care influențează indirect calitatea vieții umane.*

Pragul de nocivitate

Cercetările în acest domeniu au urmărit să stabilească *limita tolerabilă* a poluanților în aer, în condițiile protejării sănătății oamenilor. S-a ajuns la concluzia că impurificarea atmosferei poate determina **3 riscuri**:

- a) *toxicitatea imediată;*
- b) *intoxicarea pe termen mai lung;*
- c) *inducția proliferărilor maligne.*

Trebuie remarcat că nu numai factorul concentrație este esențial pentru mediul ambiant, ci și alte condiții, printre care se amintesc cele meteorologice și acțiunile sinergice ale poluanților, la care se adaugă stările fiziologice și variațiile individuale de sensibilitate ale ființei umane.

În România, prin STAS 12574/87, sunt stabilite condițiile de calitate ale aerului atmosferic, astfel încât concentrațiile maxim admise ale poluanților să nu depășească pragul de nocivitate și să se protejeze populația, flora și fauna din zona înconjurătoare centralelor termice și nu numai împotriva efectelor nocive ale acestor substanțe. La stabilirea concentrației maxim admise trebuie să se țină cont de efectul sinergic al SO₂ și NO₂ cu pulberile în suspensie, prezente simultan în aer.

Efectul poluant se amplifică în decursul timpului, mai ales pentru *noxele persistente*, ce formează așa-numitele *gaze sursă* (generatoare de efecte nocive).

Printre efectele poluanților amintiți se remarcă și cele asupra instalațiilor electrice. Astfel, sunt de menționat problemele care apar la rețelele electrice datorită corodării contactelor și a cablurilor și favorizarea fenomenelor de descărcare electrică și de conturare a curentului pe izolatoarele de înaltă tensiune.

Pe lângă faptul că inhalează poluanții din atmosferă, oamenii îi ingerează cu alimentele și apa. Poluanții ajunși în alimente și apă au un oarecare efect asupra sănătății, dar implicarea lor este mai puțin clară decât în cazul pulberilor și gazelor din atmosferă.

Poluarea aerului este potențial cea mai gravă problemă pe termen scurt și mediu din punct de vedere al sănătății. Aerul poluat este mai dificil de evitat decât apa poluată. Efectele lui, care pătrund peste tot, dăunează sănătății, degradează construcțiile și mediul natural. Rezolvarea problemei poluării atmosferice trebuie să fie prioritatea de vârf pentru politica de protecție a mediului.

Poluarea aerului conduce la ploii acide, datorate în primul rând emisiilor de SO₂ și NO, de la centralele termoelectrice și autovehicule, care produc daune pădurilor și lacurilor. Totuși, impactul ploilor acide nu este direct, el depinde de condițiile climatice, biologice și geologice care determină regimul pluviometric și capacitatea solului de a atenua aciditatea. Măsurile de urgență care trebuie asigurate în vederea reabilitării pădurilor și ecosistemelor afectate de ploile acide sunt posibile și valabile în zonele unde solul este mai puțin capabil să atenueze efectul depunerilor acide.

Poluarea aerului datorată mijloacelor de transport a devenit o problemă gravă o dată cu creșterea numărului de automobile având o participare majoră crescândă la poluarea atmosferei.

Metode și dispozitive de reducere a poluanților din gazele de ardere

În funcție de locul de amplasare față de sursele de emisie a SO₂ și NO_x, pot fi alese următoarele tipuri de aparate:

- camere de liniștire;
- cicloane;
- baterii de cicloane cu înaltă eficiență;
- filtre din materiale semipermeabile;
- scrubere;
- filtre electrostatice.

Reducerea oxizilor de sulf

Emisiile de SO₂ ce provin în mare parte din centralele termoelectrice și pot fi reduse prin diferite metode, precum:

- reducerea conținutului de sulf, prin procedeul numit epurare, realizat în faza de precombustie, ce constă în metoda îmbogățirii (spălare în apă sau medii dense);
- metode primare ce presupun utilizarea unor tehnologii de ardere nepoluantă, cum sunt: arderea cărbunelui în stare de praf, arderea cărbunilor în strat fluidizat și desulfurarea rapidă cu calcar sau dolomită;
- metode secundare ce utilizează procedee tehnologice uscate, semiuscate și umede, ce se bazează pe desulfurarea postcombustie a fumului, înainte de evacuarea gazelor în mediul ambiant.

Reducerea oxizilor de azot

Formarea NO_x în timpul arderii are loc datorită azotului din aer și a celui conținut în combustibil.

Pentru reducerea acestor emisii se pot lua următoarele măsuri:

- ➡ măsuri primare, ce se bazează pe controlul procedurii de formare a NO_x, care se realizează prin scăderea simultană în zona de ardere a temperaturii și a coeficientului excesului de aer, cu ajutorul arzătoarelor în trepte;
- ➡ măsurile secundare presupun curățarea gazelor de ardere de oxizii de azot. Pentru aceasta se utilizează instalații DENOX.

Reducerea cenușii/particulelor în suspensie/sedimentabile

În cazul arderii combustibililor solizi, gazele rezultate conțin importante cantități de particule solide ce se compun din cenușă zburătoare, cocs zburător și funingine.

Instalațiile folosite pentru desprăfuirea (descenușarea) gazelor de ardere sunt:

■ separatoare bazate pe forțe masice: gravitaționale și centrifugale

Separatoarele centrifugale, cunoscute în special sub denumirea de cicloane, folosesc accelerația centrifugă pentru separarea prafului din gaze. Astfel, particulele centrifugate sunt depuse pe pereții filtrului și se adună la partea inferioară, în timp ce gazele curate părăsesc filtrul printr-un tub de control.

■ separatoare umede

Acestea au rol de reținere a particulelor solide, dintr-un curent de gaze, prin fixarea acestora de către un lichid de spălare;

■ separatoare electrice (electrofiltre)

Se caracterizează printr-un grad de separare de peste 99%, chiar și pentru gazele de ardere ce conțin praf foarte fin. Realizează separarea prafului prin ionizarea gazelor purtătoare de particule de cenușă.

■ separatoare cu medii filtrante

Folosesc un material poros care să rețină particulele de praf atunci când separatorul este străbătut de gazul brut. Deoarece elementul filtrant al acestor instalații are de obicei forma unui sac, acestea mai sunt cunoscute și sub denumirea de filtre cu saci. Utilizarea filtrelor cu saci este indicată, atunci când electrofiltrele nu pot asigura gradul de reținere impus de legislația în vigoare sau devin foarte costisitoare.

SOLUL

În concepția ecologică modernă, *poluarea solului înseamnă orice acțiune care produce dereglarea funcționării normale a solului ca suport și mediu de viață* (mai ales pentru plantele terestre superioare) în cadrul diferitelor ecosisteme naturale sau create de om (antropice), dereglare manifestată prin degradarea fizică, chimică sau biologică a solului ori apariția în sol a unor caracteristici care reflectă deprecierea fertilității sale, respectiv reducerea capacității bioproductive din punct de vedere calitativ/cantitativ.

Totuși, noțiunea de "poluare a solului" trebuie altfel înțeleasă decât poluarea aerului sau a apelor. În cazul aerului și apelor, fiind componente mai simple și omogene, poluarea înseamnă pătrunderea în masa lor a unor substanțe sau elemente cu influență nocivă (poluantă) care le fac improprie sănătății omului, mediului înconjurător. Prin înlăturarea poluantului sau prin măsuri de epurare și curățire, compoziția aerului și apei revine mai repede la starea inițială, naturală. Nu aceeași situație se întâlnește în cazul solului, care este o componentă complexă, unde factorii constituenți se află într-un echilibru realizat și ajuns la un anumit grad, într-o perioadă îndelungată de timp. Dacă prin poluare se dereglează acest echilibru, el nu se poate reface așa repede (ca în cazul apei și aerului), prin înlăturarea cauzei. Pe lângă aceasta, prin noțiunea de poluare a solului se înțelege nu numai pătrunderea unor elemente din afară, cum se întâmplă la aer și apă, ci și deranjarea unui component al solului care atrage după sine afectarea fertilității solului, funcționarea normală a acestuia. Astfel, solul poate fi supus unor fenomene ce afectează toate funcțiile sale: fizice, chimice, biologice, fizico-chimice și biochimice.

După starea de agregare poluanții pot fi: *solizi* sau *lichizi*, iar după natura chimică: *organici*, *anorganici* sau *combinați*.

Astfel, activitățile de protecție a solului se pot clasifica în:

1. activități de îmbunătățiri funciare;
2. activități de prevenire și combatere a poluării solului.

Surse de poluare

Principalele surse de poluare a solului se referă la:

- diminuarea rezervei de humus acumulată de-a lungul a mii și sute de mii de ani;
- gradul avansat de acidifiere a solului;
- deficitul de microelemente (ex. terenurile agricole au o aprovizionare slabă și foarte slabă cu fosfor mobil);
- carențe în unele microelemente;
- eroziunea solului prin apă;
- sărăturarea solului prin apă;
- deficitul potențial de umiditate;
- excesul potențial de umiditate;
- textura excesiv nisipoasă.

La acestea trebuie menționate riscurile potențiale ale unor fenomene dăunătoare, care se pot manifesta în cazul ignorării unor norme elementare de folosire a solului, precum:

- riscul de destructurare ca efect al reducerii conținutului de humus și levigării calciului și de formare a crustei (mai ales în condiții de irigare);
- riscul sărăturării secundare a solurilor în cadrul sistemelor irigate;
- riscul de formare a fisurilor pe adâncime mare, cu efecte dăunătoare asupra vegetației;
- riscul de poluare a unor soluri prin irigarea cu apă poluată din unele râuri.

O categorie specială de soluri poluate sau cu risc iminent de poluare care se extinde într-un ritm alarmant, o constituie solurile poluate ca urmare a folosirii unor tehnologii cu un nivel ridicat de risc de poluare, între care ponderea cea mai mare revine industriei.

Clasificarea poluării solurilor

- a) natura și sursa poluării: fizică, chimică, biologică, radioactivă;
- b) gradul de poluare apreciat prin reducerea cantitativă/calitativă a producției vegetale: sol nepoluat (reducere sub 5%), slab poluat (sub 6 - 10%), moderat poluat (11 - 25%), puternic poluat (26 - 50%), foarte puternic poluat (51 - 75%), excesiv de poluat (peste 75%);
- c) activitatea care generează poluarea:
 - poluare prin lucrări de excavare la zi (exploatări miniere la zi, balastiere, cariere etc);
 - poluare prin acoperirea solului cu deponii, halde, iazuri de decantare, depozite de gunoaie, depozite de steril de la flotare etc;
 - poluare cu deșeuri și reziduuri anorganice (minerale, materii anorganice, inclusiv metale, săruri, acizi, baze) din industrie (inclusiv industria extractivă);
 - poluare cu substanțe purtate de aer (hidrocarburi, etilenă, amoniac, dioxid de sulf, cloruri, fluoruri, oxizi de azot, compuși cu plumb etc);
 - poluare cu materii radioactive;
 - poluare cu deșeuri și reziduuri organice din industria alimentară și ușoară;
 - poluare cu dejecții animale;
 - poluare cu dejecții umane;
 - poluare prin eroziune și alunecare;
 - poluare prin sărăturare;
 - poluare prin acidifiere;
 - poluare prin exces de apă;
 - poluare prin exces sau carențe de elemente nutritive;
 - poluare prin compactare, inclusiv formare de crustă;
 - poluare prin acoperirea solului cu sedimente produse prin eroziune;
 - poluare cu pesticide;
 - poluare cu agenți patogeni contaminanți (agenți infecțioși, toxine etc).

Efecte directe și indirecte ale poluării solului

În general efectele poluării solului se pot manifesta direct sau indirect și pot avea efecte imediate sau pe termen lung.

Poluarea solului prin lucrări de excavare zilnice

Astfel de situații se constată în cazul exploatărilor miniere la zi, balastiere, cariere, foraje etc. Se apreciază că în zonele adiacente solurilor distruse direct prin excavații, se afectează suprafețe de patru și uneori până la zece ori mai mari. Acestea sunt necesare pentru drumuri de acces, organizări de șantier, depozitare steril, decopertări etc.

Datorită excavațiilor, pe terenurile învecinate se distruge biodiversitatea, se schimbă regimul apelor subterane, are loc o modificare geochimică naturală a elementelor, se manifestă intens procesele de eroziune. În urma unor astfel de lucrări rămân adevărate "peisaje lunare", denumite și "pustiuri industriale".

Poluarea solului ca urmare a defrișărilor masive de suprafețe împădurite

Defrișarea pădurilor pe suprafețe mari și înlocuirea acestora cu vegetație ierboasă naturală sau cultivarea lor conduce la modificarea microclimatului și pe cale de consecință la o evoluție a solului în condițiile microclimatului respectiv, specific vegetației cultivate. Pe solurile nisipoase, turboase și prăfoase indiferent de relief, lipsa pădurilor favorizează în prezența vântului eroziunea eoliană. De asemenea, pe solurile aflate în pantă, condiționat de regimul pluviometric, textura și structura solului, lipsa suprafețelor împădurite favorizează eroziunea solului prin apă – eroziunea hidrică. Pe măsura intensificării procesului de eroziune orizontul de humus devine tot mai subțire și neuniform, conducând la

degradarea structurii solului și chiar la pierderea parțială sau totală a orizontului superior fertil, suprafața afectată devenind astfel improprie cultivării plantelor.

Poluarea solului cu halde, depozite, iazuri etc.

Majoritatea activităților umane, dar în special cele industriale, atrag după sine și o creștere a depozitelor de deșeuri solide. Acestea pot fi minerale sau simplu steril, deșeuri sau reziduuri industriale, deșeuri sau reziduuri menajere.

Acumularea, depozitarea, eliminarea deșeurilor solide au devenit în ultimul timp, prin amploarea volumelor vehiculate, probleme de mare importanță pentru calitatea mediului înconjurător.

Haldele, iazurile sau depozitele, blochează mari suprafețe de teren ce ar putea fi utilizate în scop agricol, care devin astfel total inutilizabile, iar amplasarea sau amenajarea lor necorespunzătoare poate provoca:

- alunecări ale haldelor cu provocarea unor grave accidente;
- poluarea atmosferei (pulberi, bacterii, mirosuri, compuși organici volatili);
- poluarea chimică a solului care poate afecta pentru mulți ani proprietățile fertile ale acestuia;
- poluarea apelor subterane prin migrarea și antrenarea de substanțe poluante;
- accentuarea poluării difuze a apelor de suprafață prin apele de precipitații și șiroire.

Poluarea solului prin intermediul poluanților atmosferici

Poluarea solului prin intermediul emisiilor din atmosferă, după unii autori, are ponderea cea mai mare și în ultimul timp a căpătat o arie mare de extindere. Ea se datorează unor surse naturale (vulcani, praf cosmic etc.), dar și unor surse antropice (industrie, transporturi, așezări umane, agricultură etc.).

Substanțele toxice din atmosferă cad pe sol și pătrund în acesta direct sau odată cu precipitațiile care au ca efect poluarea solului, proces ce se resimte în reducerea producției de biomasă, contaminarea produselor agricole, afectarea generală a stării ecosistemelor.

Este de menționat că un rol important la încărcarea solului cu diverși poluanți îl au precipitațiile, care odată cu spălarea atmosferei de poluanți și depunerea acestora pe sol, spală și solul propriu-zis, asigurând astfel transportul poluanților spre emisar. De asemenea precipitațiile favorizează și poluarea solului în adâncime.

Combaterea acestor procese în zone cu o puternică industrializare și cu instalații ce produc energie termică pe baza arderii combustibililor fosili, crează o problemă de mare impact asupra mediului - *ploile acide*.

Ploaia naturală, are un pH de 5,65 datorită dioxidului de carbon natural din atmosferă. Prin poluare, pH-ul poate scădea până la 4, și uneori, chiar și 3, dând naștere ploilor acide.

Ploile acide au ca efect asupra solului;

- spălarea acestuia de elementele nutritive;
- acidifierea solului;
- afectarea solubilității diferitelor elemente nutritive;
- afectarea vieții bacteriene din sol.

Cel mai grav efect al ploilor acide este uscarea vegetației și mai ales a pădurii.

Un alt caz particular al poluării solului prin atmosferă este și poluarea cu metale grele. Prin intermediul precipitațiilor, acestea pătrund în adâncimea solului, iar prin bioacumulare ajung în plante, de unde trec prin consum la om și animale. Cu toate că există o anumită rezistență a organismelor vii la acțiunea metalelor grele, ea se manifestă în anumite limite. Depășirea acestor limite duce la instalarea unor boli grave la om și animale precum și compromiterea gravă a vegetației.

Prevenirea poluării solului

În privința prevenirii poluării solului ca urmare a degradării stării fizice a solului normele prevăd următoarele măsuri minime:

- efectuarea lucrărilor de pregătire a solului numai în condiții de umiditate optimă a solului;

- reducerea la strictul necesar a lucrărilor de pregătire a solului, întreținerea culturilor, combaterea dăunătorilor, de recoltare și transport al recoltei etc. cu evitarea executării lor când umiditatea solului este excesivă;
- întreruperea udărilor pe terenurile cu culturi irigate cu suficient timp înainte de executarea oricărei lucrări a solului, inclusiv a recoltatului, transportului etc. pentru a se permite realizarea condițiilor de umiditate optimă a solului;
- aplicarea la sistemele de irigație, când solul este prea uscat de udări cu norme reduse ($300-400 \text{ m}^3/\text{ha}$), astfel ca lucrarea solului să se poată executa în condiții de umiditate optimă a solului;
- tocarea și încorporarea în sol prin arătură, a miriștei și oricăror altor resturi vegetale neutilizabile în alte scopuri economice;
- reducerea la minimum a numărului de treceri ale tractoarelor prin efectuarea mai multor lucrări la o singură trecere, formând agregate de mașini sau folosind mașini multioperaționale special construite pentru realizarea concomitentă a mai multor lucrări;
- reglarea mașinilor, mai ales a plugurilor și celorlalte mașini de lucrare a solului, pentru realizarea de lucrări corespunzătoare calitativ;
- asigurarea presiunii în pneuri conform prevederilor tehnice pentru reducerea efectului de compresie asupra solului, respectiv a efectului de distrugere a structurii și de tasare a solului;
- adaptarea de dispozitive speciale la tractoare și mașini (roți suplimentare cu zăbrele etc.) în cazurile în care, în mod excepțional, se lucrează pe soluri excesiv de umede.

Cu privire la prevenirea poluării solului datorită acidifierii ca urmare a aplicării de îngrășăminte chimice cu potențial de acidifiere, normele prevăd ca măsuri minime:

- folosirea sortimentelor de îngrășăminte cu azot lipsite de potențial de acidifiere, pe solurile moderat și slab acide (pH între 5,8 și 6,8);
- prevenirea acidifierii solului, în cazul folosirii pe asemenea soluri a îngrășămintelor cu potențial de acidifiere, prin administrarea de amendamente calcice în cantitățile necesare combaterii acidifierii, care pot fi de ordinul a $150-300 \text{ kg/ha CaCO}_3$;
- executarea obligatorie de către unitățile agricole de producție, conform instrucțiunilor în vigoare, a controlului stării de acidifiere a solului, prin determinarea pH-ului și aplicarea de amendamente calcice potrivit programului vizat de organele autorizate (oficiile județene de studii pedologice și agrochimice).

Referitor la prevenirea poluării solului datorită dereglării regimului de nutriție din sol (exces sau carență) se au în vedere următoarele măsuri minime:

- realizarea și menținerea în primii 20 cm ai solului a unei asigurări bune cu fosfor și potasiu;
- amendarea calcică a solurilor, astfel încât să nu se ajungă la valori pH în apă mai mari de 6,2 - 6,5 în scopul prevenirii carențelor de microelemente;
- efectuarea obligatorie a studiilor agrochimice în cadrul fiecărei unități agricole de producție pentru cunoașterea stării de calitate a solurilor cu privire la macro și microelementele și stabilirea tratamentelor necesare.

Pentru prevenirea poluării solului prin sărăturare secundară, în cadrul sistemelor de irigație, se au în vedere următoarele:

- menținerea nivelului apei freatice mineralizate la adâncimile minime, în funcție de zona climatică;
- prevenirea ridicării gradului de mineralizare a apelor freatice la niveluri dăunătoare calității solului;
- prevenirea sărăturii secundare a solurilor datorită creșterii conținutului de săruri ușor solubile pe profilul solului la niveluri și adâncimi dăunătoare calității solului;
- folosirea la irigație a apei de calitate ținând seamă de proprietățile solului, culturile agricole și faza de vegetație;

- organizarea sistemului de monitoring cu privire la calitatea solurilor și situația hidrogeologică în punctele reprezentative pentru prevenirea sărăturării secundare a solurilor din jurul perimetrelor irigate și acumulărilor de apă în luncile râurilor cu regim dirijat;
- reducerea la minimum a pierderilor de apă în sistemele de irigație;
- prevenirea formării crustei la suprafața solului prin executarea lucrărilor necesare la culturile prășitoare, ca mijloc de evitare și reducere la minimum a evaporării apei capilar-ascendente din sol;
- asigurarea acoperirii cât mai îndelungate a solului cu un covor vegetal dens sau resturi vegetale, pentru reducerea la minimum a evaporării apei direct de la suprafața solului;
- asigurarea, cu sprijinul unităților județene de specialitate (oficiile județene de studii pedologice și agrochimice), a sistemului de monitoring privind calitatea solurilor și apei freatice.

Prevenirea poluării chimice, biologice și radioactive a solului, se realizează prin:

- aplicarea, ca îngrășământ sau amendament pentru sol, a oricăror deșeuri, reziduuri sau dejecții, solide ori lichide, provenite de la orice activitate social-economică, numai în conformitate cu recomandările și instrucțiunile emise de organele autorizate;
- folosirea ca pesticide numai a produselor aprobate de organismele autorizate cu aplicarea acestora sub supravegherea riguroasă a instituțiilor de specialitate, conform indicațiilor acestora și monitorizarea zonelor pe care se aplică pesticidele;
- depozitarea, aruncarea, deversarea sau împrăștierea unor materii utile, a deșeurilor, reziduurilor sau dejecțiilor solide, lichide sau gazoase etc. care pot duce la poluarea solului sau scoaterea terenului din folosință, numai în zonele și perimetrele repartizate special în acest scop și cu respectarea riguroasă a reglementărilor în vigoare privind protecția mediului;
- întocmirea de către fiecare unitate a evidenței deșeurilor, reziduurilor și dejecțiilor încă nevalorificate și a căror degajare necontrolată poate periclita calitatea solului sau a altor componente ale mediului.

Ca tehnici și metode de prevenire și combatere a eroziunii solului sunt considerate:

- construcții cu caracter hidrotehnic, de modelare antierozională a suprafeței terenului, terasarea terenului fiind aplicată ca o metodă radicală de amenajare a solurilor situate în pantă;
- tratamente agrotehnice ameliorative cu caracter antierozional.

Ameliorarea efectelor negative produse asupra solului ca urmare a deficitului de umiditate cauzat de perioadele lungi de secetă și a efectelor secundare ale acestuia (riscul de formare a crăpăturilor pe adâncime cu efecte asupra vegetației) se poate realiza prin:

- cultivarea unor varietăți de cereale (porumb, grâu) cu rezistență mai mare la secetă
- extinderea culturilor de legume (deoarece au o perioadă mai mică de vegetație)
- semănarea timpurie
- reducerea densității plantelor pe o anumită suprafață (rărirea culturilor)

ZGOMOTE ȘI VIBRAȚII

Zgomotele și efectele acestora asupra organismului uman

Zgomotul este cel mai adesea și cel mai simplu definit ca sunetul nedorit. Nivelul de perturbare de la sunetele nedorite depinde de calitatea sunetului, starea curentă, ca și de răspunsul personal. O muzică tare sau o mașină de scris poate deranja o persoană, dar nu și pe alta. Există sunete care interferă cu alte activități, de exemplu, zgomotul unei mașini interferează cu inteligibilitatea vorbirii. Sunetele dăunătoare, pe de altă parte, pot fi evaluate mai obiectiv datorită rezultatelor obținute în pierderea auzului sau apariției altor probleme fiziologice. Efectele dăunătoare ale zgomotelor, în funcție de nivelul lor de tărie, sunt așadar de natură și de gravitate diferită.

Primele care se manifestă sunt efectele psihice nedorite și anume la nivele de tărie cu mult inferioare față de acelea la care apar leziuni ale urechii interne sau se constată o pierdere ireversibilă a sensibilității auditive.

S-a constatat că zgomote de intensitate scăzută, dar supărătoare care pătrund în locuința omului din circulația exterioară sau din încăperile învecinate, datorită acțiunii lor permanente, ziua și noaptea, se constituie în niște iritanți cronici ai organismului uman. Astfel, zgomote izolate de numai 40-50 dB sunt suficiente pentru a perturba odihna normală din timpul nopții. În timpul zilei nocivitatea aceluiași zgomote de intensitate scăzută depinde în primul rând de gradul de solicitare psihică al organismului uman. Deosebit de afectați de aceste zgomote sunt cei care prestează o muncă intelectuală sau o muncă ce presupune un grad de concentrare sau atenție deosebită. În același timp organismul uman este supus unei suprasolicitări nervoase de durată, care prin efectul său cumulativ, conduce la afecțiuni psihice sau organice grave precum hipertensiunea arterială, diferite nevroze etc.

Destul de nocive și imediate sunt efectele unor zgomote cu nivele de tărie mai ridicate, ce depășesc cu 40-50 dB pe cele corespunzătoare gradului de audibilitate. În aceste cazuri, apar modificări în starea și funcționarea organelor de simț și interne. De exemplu, s-a constatat o creștere a presiunii intracraniene, modificarea cordului și a respirației, o scădere a acuității vizuale ș.a.

La creșterea în continuare a nivelului de tărie, modificările funcționale ale sistemului nervos central și vegetativ pot deveni ireversibile, sau pot fi însoțite și de anumite leziuni organice.

Deoarece depind de factori obiectivi, efectele dăunătoare ale zgomotelor se accentuează însă dacă acționează discontinuu sau sub formă de impulsuri, dacă apariția lor este imprevizibilă sau dacă sunt însoțite de vibrații mecanice.

Zgomotele foarte puternice al căror nivel de intensitate depășește cu 85-90 dB pragul de audibilitate, pe lângă faptul că pot reduce la zero inteligibilitatea vorbirii, cauzează o pierdere treptată până la surditate, a sensibilității auditive.

Acțiune negativă asupra organismului uman o au și vibrațiile cu o frecvență mai mică de 20 Hz (infrasunete). O primă situație este cea în care vibrațiile acționând simultan cu zgomote de intensitate apreciabilă sunt sesizate de alte componente ale urechii interne și conduc la o suprasolicitare a întregului organ auditiv.

Analog ca la nivelele de **intensitate** și **tărie** ale zgomotelor s-au introdus și pentru vibrații nivele de intensitate și tărie numite **vibrar** și respectiv **pal**.

Nivelul de tărie al vibrațiilor în pali este egal cu nivelul de intensitate în vibrari la frecvența de referință de 1 Hz. În prezent se mai utilizează și nivele în dB.

Efectele vibrațiilor și zgomotelor se manifestă, funcție de energia și direcția lor de acțiune, prin deplasări relative, ruperi ale ligamentelor sau chiar hemoragii ale organelor interne.

O altă situație este aceea în care numai anumite părți ale corpului omenesc, îndeosebi mâinile, sunt supuse direct acțiunii vibrațiilor produse de diverse unelte și instalații. Astfel, se cunoaște sindromul de "degete albe" la muncitorii ce utilizează fierăstraie mecanice și care constă într-o degradare treptată a țesutului nervos și vascular al mâinilor până la pierderea completă a sensibilității tactile.

Surse de vibrații și zgomote

Principalele tipuri de surse care produc vibrații și zgomote:

- mașini și procese tehnologice (mașini-unelte, mașini textile, ventilatoare etc.)
- subansamble și organe de mașini (mecanisme cu roți dințate, rulmenți etc);
- instalații sanitare și de condiționare a aerului;
- mijloace de transport (zgomot exterior urban).

În centrele populate, sursele de zgomot sunt numeroase. Cele mai importante pot fi totuși considerate: transportul urban, zborul avioanelor, circulația liberă pe străzi, șantierelor de construcții, circulația trenurilor, echipamentele cu manipulanți și pietonii.

Ponderea cea mai mare în zgomotul urban o deține transportul rutier. Creșterea puterii motoarelor cu care se echipează autovehiculele și creșterea vitezei de deplasare a acestora, corelate cu creșterea numărului de autovehicule sunt de natură să complice problema combaterii zgomotului în orașele mari. Principalele surse de zgomote și vibrații la autovehicule sunt motoarele și caroseriile. Deosebit de important este de asemenea, materialul de asfaltare a străzilor și neuniformitățile acestora.

Posibilități de reducere a zgomotelor și vibrațiilor

O primă condiție o constituie stabilirea unor criterii de proiectare în vederea controlului zgomotului.

O a doua condiție (de control) presupune măsurarea zgomotului de funcționare și al vibrațiilor, stabilirea influențelor diferiților parametri, revizuirea costurilor, a performanțelor tehnice.

O primă modalitate de reducere a zgomotului industrial constă în utilizarea unor mașini silențioase, instalate pe fundații izolate împotriva vibrațiilor, în folosirea amortizoarelor de zgomot și a carcaselor fonoizolante.

O a doua modalitate, constă în amplasarea rațională pe teren a clădirilor, în folosirea unor construcții speciale de izolare și absorbție fonică.

În scopul reducerii zgomotului radiat de suprafețele exterioare ale mașinilor, este bine să se acopere acestea cu materiale absorbante de vibrații.

Măsurile de reducere a zgomotului în halele zgomotoase:

- tavanele fonoabsorbante formate din saltele de vată minerală acoperită cu plăci perforate din PFL sau din casete de aluminiu perforat și plăci de silan;
- folosirea amortizorilor de vibrații.

Tratamentele fonoabsorbante sunt obligatorii în toate cazurile în care zgomotele nu pot fi reduse la sursă până la valorile admisibile.

O altă posibilitate de reducere a zgomotelor constă în izolarea acustică prin **ecrane** (plăci sau pereți fonoizolanți).

Carcasa acustică este o construcție rigidă în formă de cutie care înconjoară complet sau parțial sursa de zgomot.

Protecția contra vibrațiilor, în special în cazul mașinilor unelte, sau a altor tipuri de mașini mijlocii și mari constă în izolarea la fundații. Fundațiile se construiesc sub formă de blocuri sau plăci în funcție de suprafețele de bază ale mașinilor.

Pentru susținerea fundațiilor se folosesc izolatori din plută, cauciuc, arcuri din oțel sau din alte materiale elastice.

Principalele mijloace de combatere a zgomotului pot fi clasificate în:

- **reducerea nivelului de zgomot la sursă;**
- **măsurile urbanistice;**
- **măsurile de protecție a construcțiilor și clădirilor;**
- **protecția directă a omului expus în mediu zgomotos.**

Reducerea zgomotului la sursă este măsura cea mai eficientă și mai economică..

În cadrul **măsurilor urbanistice**, un oraș poate fi împărțit în trei zone:

a) zone zgomotoase ce cuprind unități industriale cu nivel de zgomot peste 90 dB și străzi cu trafic intens. Construcția de locuințe, școli și spitale în aceste zone trebuie condiționată de asigurarea unei protecții corespunzătoare la acțiunea zgomotului.

b) zonele mixte, ce cuprind locuințe, unități social-culturale, spitale, iar nivelul de zgomot nu depășește 65 dB;

c). zonele liniștite ce cuprind numai locuințe și străzi de tranzit cu trafic limitat.

Protecția clădirilor și construcțiilor se realizează prin estomparea zgomotului la marginea unei liziere verzi (plantație). Pentru a obține o eficiență corespunzătoare a reducerii nivelului zgomotului se

recomandă perdele dese și plantații complexe de diferite mărimi. Prezența apei în atmosferă (bazine de apă, fântâni arteziene), micșorează distanța de propagare și atenuează intensitatea zgomotului.

Protecția directă a omului constă în folosirea unor sisteme special construite denumite antifoane ce pot fi de tip intern sau extern.

Materiale fonoabsorbante

Materialele absorbante acustic se clasifică în:

- absorbanți poroși cu schelet rigid sau flexibil;
- absorbanți de tipul rezonatorilor simpli și grupați;
- membrane vibrante;
- structuri compuse.

Absorbanții poroși sunt constituiți din materiale precum:

- tencuielile poroase;
- plăcile din vată minerală;
- fibre vegetale rigidizate cu liant;
- fibre minerale rigidizate cu liant.

Acești absorbanți necesită acoperirea cu materiale de protecție cum ar fi: materiale textile, plase de sârmă.

Absorbanții poroși cu schelet flexibil sunt alcătuiți din:

- vată de sticlă
- vată de zgură
- pâslă
- materiale poroase (plăci de fibrociment)
- saltele
- draperii
- covoare.

Absorbanții de tipul rezonatorilor simpli constau dintr-o cavitate situată într-un perete rigid legată cu exteriorul printr-un canal sau cheson acustic de lemn rigid. Volumul de aer din cavitatea rezonatorului lucrează ca un resort și o parte din energia sonoră se disipează în rezonator. În acest caz, tavanul fonoabsorbant se poate realiza din cavități prevăzute în beton sau din blocuri cu găuri perforate.

Membranele vibrante sunt constituite din plăci subțiri și elastice aplicate la câțiva cm de perete și se folosesc la frecvențe joase. Se pot realiza din PFL dur, materiale plastice etc.

Protecția individuală a omului împotriva zgomotelor și vibrațiilor

Combaterea zgomotelor și vibrațiilor se face direct la sursă, pe calea de transmitere de la sursă la receptor, precum și la receptor. Reducerea zgomotului și vibrațiilor la sursă constituie așa-numita *protecție activă*. Reducerea zgomotelor și vibrațiilor pe căile de transmitere sau chiar la receptor constituie *protecție pasivă*.

Protecția individuală împotriva zgomotelor, constă în folosirea unor sisteme special construite, numite **antifoane**.

Mijloacele de protecție individuală împotriva-zgomotului apără numai organul auditiv, deși în afară de ureche există și alte zone ale organismului uman expus, capabile să recepționeze unde sonore chiar în condițiile în care urechile sunt protejate.

Echipamentul individual de protecție împotriva vibrațiilor urmărește apărarea mâinilor, picioarelor și a altor părți ale organismului uman supuse unor vibrații care depășesc limitele fiziologic admise. Pentru protejarea mâinilor se folosesc diferite tipuri de **mănuși vibroizolante din piele**, iar pentru protejarea picioarelor se pot folosi **cizme din cauciuc**.

Un aspect al zgomotului căruia i se acordă o atenție din ce în ce mai mare, este impactul asupra ecosistemelor naturale și în ce mod stresează zgomotul autostrăzilor, viața sălbatică din pădurile adiacente.

RADIOACTIVITATEA

Radioactivitatea naturală, componenta de bază a mediului înconjurător, este determinată de prezența în sol, aer, apă și în organismele vii a substanțelor radioactive de origine terestră (existente în mod natural din cele mai vechi timpuri) care emit anumite radiații, la care se adaugă radiația cosmică extraterestră.

Astfel, omul trăiește într-un mediu complex, fiind continuu sub acțiunea multor agenți fizici precum: lumina, sunetul, **radiația ionizantă și neionizantă**. Mediul înconjurător conține surse naturale de radiații existente de miliarde de ani pe Terra, cărora li s-au adăugat în ultimii aproape o sută de ani, și cele artificiale, create de om. Așadar, acumularea surselor naturale de radiații creată de om prin activitățile antropice, induce o radioactivitate naturală suplimentară, mulțimea surselor naturale de radiații incluzând astfel și sursele naturale de radiații suplimentare.

Radiația (din latinescul *radiare/radius* = a emite raze, fascicule, a străluci/rază, spiță) reprezintă *energia transmisă în spațiu sub formă de particule sau unde electromagnetice sau procesul de emisie a acestora*. Toate corpurile care au temperatura peste zero absolut (-273.15 °C) radiază mediului lor înconjurător energie. Efectele radiațiilor au la bază interacția lor cu materia, fenomen bazat pe cedarea energiei radiațiilor incidente către substanța străbătută.

Radiațiile ionizante sunt radiațiile care au suficientă energie pentru a ioniza atomii sau moleculele materialului iradiat. Ele pot fi de natură corpusculară (particule) sau electromagnetică (unde), au o capacitate de penetrare mare și nu produc reacții nucleare în materialul iradiat. Radiațiile ionizante corpusculare includ *radiațiile α , β* dar și *radiațiile cosmice*. Din categoria radiațiilor ionizante electromagnetice fac parte *radiațiile X (Rx - de natură atomică)* și *radiațiile gamma (γ - de natură nucleară - produse la nivelul nucleului atomilor)*.

Deși poate ioniza atomii sau moleculele unui corp, *radiația ultravioletă (UV)* este considerată *radiație neionizantă*, deoarece nu încălzește masa substanței până la temperatura de ionizare chiar și în condițiile unui flux mare de astfel de radiații.

Iradierea este acțiunea prin care radiațiile incidente unui organism provoacă transformări în acel corp, transformări care sunt cunoscute sub numele de *efecte biologice la iradiere*. Dacă sursa de radiații este exterioară corpului iradiat se folosește termenul *iradiere externă*, iar dacă sursa de radiații este încorporată sau distribuită în masa corpului datorită radionuclizilor ajunși în organism se folosește termenul de *iradiere internă*.

După natura surselor de radiații aflate în mediul înconjurător sau produse de om se disting *iradierea naturală* și respectiv *iradierea artificială*.

Sursele de radiații folosite în cercetare, în tehnică sau industrie, produc, pentru persoanele care le utilizează o iradiere profesională. Sursele de radiații folosite în medicină pentru diagnostic și tratament, produc pentru pacienți o *iradiere medicală*, iar pentru personalul medical și sanitar o *iradiere profesională*.

Spre deosebire de lumină și sunet, radiațiile nu pot fi percepute de către simțurile omului. Ele pot fi detectate și măsurate cu aparate speciale numite dozimetre, a căror componentă de bază este detectorul pentru radiații. Indiferent de factorul iradiat (factori biotici/abiotici, alimente etc), măsurarea contaminării radioactive, se face cu aparate speciale (contaminometru, analizoare audio și multicanal etc).

Printr-o măsurare dozimetrică se determină doza de radiație absorbită de organism sau de o anumită parte a acestuia.

Când nu sunt posibile măsurări, ca de exemplu, atunci când un radionuclid este depozitat într-un organ intern, este posibil calculul dozei absorbite de acel organ dacă se cunoaște activitatea radionuclidului din el.

Doza medie absorbită (în țesut sau organ) $D_{T,R}$ se exprimă în gray (Gy) și reprezintă energia cedată de către o anumită radiație ionizantă, unității de masă a țesutului/organului prin care trece. 1 Gy corespunde 1 J/kg. În mod frecvent se folosesc submultiplii, cum ar fi micrograyul ($1 \mu\text{Gy} = 10^{-6} \text{ Gy}$).

Doze absorbite egale nu au neapărat efecte biologice egale - 1 Gy de radiație alfa într-un țesut, de exemplu, este mai periculos decât 1 Gy de radiație beta, deoarece particula alfa fiind mai lentă și cu sarcină electrică mai mare decât particula beta disipează mai multă energie de-a lungul traiectoriei sale.

Pentru a pune toate radiațiile ionizante pe o bază egală în raport cu posibilitatea de a produce efecte negative este nevoie de **echivalentul dozei** (doza biologică) $H_{T,R}$ o mărime fizică ce se exprimă în sievert (Sv). Acesta se determină ca produs între doza absorbită ($D_{T,R}$) și un factor (Q) ce ține cont de modul în care o anumită radiație își distribuie energia în țesuturi.

Pentru radiațiile γ , X și particule beta, $Q = 1 \Rightarrow H_T = 1 \times D_T \Rightarrow 1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$.

Pentru particulele alfa, $Q = 20 \Rightarrow H_T = 20 \times D_T \Rightarrow 1 \text{ Gy} = 20 \text{ Sv}$.

Echivalentul dozei constituie, astfel, un indicator al riscului la expunere al unui anumit țesut, la diferite radiații.

Radioactivitatea este proprietatea de transformare a unui nuclid instabil în mod spontan în nuclidul unui alt element cu emisie de radiații (devenind radionuclid).

Activitatea unei cantități de radionuclid se exprimă printr-o unitate numită *becquerel* (Bq). 1 Bq = 1 dezintegrare (a unui radionuclid) într-o secundă.

Timpul necesar ca activitatea unui radionuclid (radioactivitatea) să scadă la jumătate, prin dezintegrare, se numește **timp de înjumătățire** ($T_{1/2}$), fiecare radionuclid având un timp de înjumătățire unic și nealterabil (ex. pentru C-14: $T_{1/2} = 5730$ ani, pentru Ba-140 : $T_{1/2} = 1,28$ zile, pentru Pu-239: $T_{1/2} = 24.131$ ani, pentru U-238: $T_{1/2} = 4,47 \times 10^9$ ani).

Efectele biologice ale radiațiilor ionizante pot fi grupate în:

● **efecte somatice**, care apar la nivelul celulelor somatice și acționează asupra fiziologiei individului expus, provocând unele distrugerii care duc fie la moartea rapidă, fie la reducerea semnificativă a speranței medii de viață. Leziunile somatice apar în timpul vieții individului iradiat. În funcție de momentul apariției, aceste leziuni pot fi imediate sau tardive.

● **efectele genetice** (ereditare), apar în celulele germinale (sexuale) din gonade (ovar și testicul). Leziunile produse în urma interacțiunii radiațiilor cu materia vie, pot duce la moartea celulelor (efecte somatice imediate) sau la transformări ulterioare care pot să apară la individul iradiat (efecte somatice tardive) sau la descendenți (efecte genetice).

Doza letală 50% (DL_{50}) reprezintă doza teoretică de radiații ionizante care poate produce moartea într-un timp determinat a 50% din indivizii expuși. Iradierea experimentală a numeroaselor specii de plante și animale arată o mare variabilitate a sensibilității ființelor vii la această doză, astfel că organismele cele mai rezistente la radiațiile ionizante sunt bacteriile, iar cele mai sensibile sunt organismele cu sânge cald (mamifere și păsări). DL_{50} este de ordinul a câteva mii de Gy pentru microorganisme, sute de mii de Gy pentru plante, sute de Gy pentru artropode (insecte) și doar câțiva Gy pentru mamifere.

Expunerea la radiații ionizante produce în organismele animale iradiate, o scădere a activității de sinteză a acizilor nucleici și a proteinelor, corelată cu reducerea sau absența elaborării de anticorpi. Această scădere a imunității organismului iradiat explică sensibilitatea ridicată la radiații a mamiferelor.

Radiosensibilitatea sau sensibilitatea organismelor la radiațiile ionizante este cu atât mai mare cu cât gradul de evoluție și complexitatea organismului sunt mai mari.

În cazul omului, DL_{50} pentru 60 zile este de 3,5 Gy în cazul iradierii întregului organism.

Expunerea numai a unei părți a organismului uman la doza letală, sau chiar la o doză mai mare, nu provoacă moartea individului ci duce la apariția unor efecte locale precum: înroșirea la nivelul pielii, la nivelul gonadelor, sterilitatea. În același timp, dacă doza este primită de întregul organism dar nu instantaneu, ci în câteva luni de zile, ar putea să nu producă efecte vizibile imediat, dar care pot să apară fie tardiv, fie la descendenți, în funcție de mai mulți factori fiziologici.

Radiosensibilitatea la om depinde de vârstă și sex iar în același organism diferă în funcție de țesut. Astfel, organismele tinere, și mai ales embrionii sunt mult mai vulnerabili decât adulții. Această radiosensibilitate crescută la organismele tinere este legată de intensitatea activității de înmulțire a celulelor în perioada de creștere. Organismele femele sunt mai sensibile decât cele masculine. La organismele adulte, gonadele, măduva roșie hematoformatoare și o parte din tubul digestiv (mai ales intestinul subțire), având o activitate intensă de diviziune celulară, sunt radiosensibile, în timp ce neuronii, care nu se divid la adult, constituie celulele cele mai rezistente la iradiere.

Existența mecanismelor de refacere biologică, ce permite repararea dereglărilor somatice cauzate asupra celulelor, unde doza este inferioară dozei-prag, nu trebuie să excludă probabilitatea apariției unor efecte chiar cancerigene/mutagene.

În ceea ce privește **dozele subletale**, expunerea organismului uman la acțiunea acestora produce următoarele efecte:

- reducerea activității fiziologice normale, caracterizată prin încetinirea creșterii, atenuarea rezistenței la toxine, scăderea capacității de apărare imunitară
- diminuarea longevității
- reducerea natalității datorită sterilității
- alterarea genomului prin inducerea de mutații defavorabile subletale, care se manifestă la generațiile următoare.

Gravitatea efectelor mutagene apare prin transmiterea la descendenți a unor translocatii cromozomiale, care poate apărea și la doze foarte mici. Dozele de radiații care pot produce apariția unui minim de mutații într-o generație de indivizi, într-un ecosistem, dacă sunt menținute în permanență, pot conduce la adevărate catastrofe ecologice în cadrul generațiilor următoare.

Dacă se iau în discuție **dozele de iradiere**, populația umană, ca de altfel toată biosfera, a fost și continuă să fie inevitabil expusă la doze mici de radiații ionizante provenind din surse naturale.

Comisia Internațională pentru Protecție Radiologică (CIPR) consideră că *"se poate accepta pentru umanitate o valoare limită de expunere la radiații ionizante corespunzând dublului dozei medii la care omul este expus în condiții naturale"*, ceea ce presupune că specia umană este adaptată la iradierea prezentă în mediul său de viață.

Surse de iradiere

Radiația de origine naturală este prezentă în întreg mediul înconjurător. Radiația poate ajunge la Pământ din spațiul cosmic. Pământul însuși este radioactiv, iar radioactivitatea naturală este prezentă în alimente și în aer. Fiecare om este expus la radiația naturală într-o măsură mai mare sau mai mică, iar cele mai multe persoane, primesc de la aceasta cea mai mare parte a dozei.

Radiația cosmică. Originea acesteia este un subiect discutat încă. Unii specialiști susțin că ar proveni, în special, din galaxia noastră, alții ca ar proveni din afara ei, soarele contribuind într-o oarecare măsură. Reducerea expunerii la radiația cosmică, nu se prea poate realiza, deoarece ea pătrunde ușor prin clădirile obișnuite.

Radiațiile γ terestre. Toate materialele din scoarța Pământului sunt radioactive. Radiațiile γ emise de radionuclizii terestri iradiază întregul corp uman mai mult sau mai puțin uniform. Deoarece materialele de construcție sunt extrase din pământ, sunt și ele radioactive, iar populația este iradiată atât în casă, cât și în aer liber. Dozele sunt afectate de geologia ținutului și de structura clădirilor.

Produsele de dezintegrare ale radonului. Când gazele de Radon sau Thoron ies din pământ în atmosferă, ele se dispersează în aer, iar concentrațiile sunt mici. Totuși, când pătrund într-o locuință, fie prin pereți, fie prin podea, concentrațiile cresc din cauza lipsei unei alimentări cu aer proaspăt din exterior. Produsele imediate de dezintegrare ale Rn-222 și Rn-220 (Thoron) sunt radionuclizi cu timpi de înjumătățire scurți, care se atașează particulelor de praf din aer, care ulterior inhalate, vor iradia plămânii. Doza primită în interiorul încăperilor din partea produselor de dezintegrare ale radonului se poate modifica fie prin creșterea ventilației fie prin folosirea instalațiilor de purificare a aerului, cum ar fi precipitatorii electrostatici. Calea cea mai bună este însă reducerea pătrunderii radonului din sol, prin etanșarea podelei sau prin crearea și îmbunătățirea ventilației din subsoluri.

Radioactivitatea alimentelor. În aer, alimente și apă sunt prezenți și alți radionuclizi din seriile uraniului și toriului, în particular Pb-210 și Po-210; aceștia iradiază țesuturile interne ale corpului. K-40 este introdus în corp odată cu alimentele și reprezintă **sursa majoră de iradiere internă**, cu excepția produselor de dezintegrare ale radonului. Un număr de radionuclizi, cum ar fi C-14, sunt creați în atmosferă de radiațiile cosmice, iar aceștia contribuie și ei la iradierea internă. Conținutul de K-40 al corpului se poate controla biologic și variază cu cantitatea de grăsime.

Există mici posibilități de modificare a expunerii interne date de acești radionuclizi inhalați și ingerați, cu excepția evitării oricăror alimente sau a apei cu un ridicat conținut de radioactivitate.

Surse de radiații artificiale

Principalele activități care conduc la modificarea radioactivității naturale sunt: *tratamentele medicale, depunerile radioactive de la experiențele cu arme nucleare, deversările în mediu, expunerea profesională.*

Tratamentele medicale. Instalațiile de radiații X (Röntgen) folosite în spitale și în clinici sunt probabil cele mai cunoscute surse de radiație artificială.

Depuneri radioactive de la experiențele cu arme nucleare. Radioactivitatea artificială este răspândită în toată lumea ca rezultat al experiențelor în atmosferă cu arme nucleare, în urma experiențelor de această natură, aparând o mare varietate de radionuclizi; o bună parte din radioactivitate este inițial injectată în straturile superioare ale atmosferei, de unde este transferată încet în cele inferioare și de aici mult mai rapid spre sol. Atât procesul, cât și materialul se numesc **depunere radioactivă**. Radionuclizii care intervin în depunerile radioactive sunt inhalați direct sau incluși în hrană și ambele procese au ca efect o expunere internă a corpului. Radionuclizii care emit radiații γ atunci când sunt depozitați pe sol produc iradierea externă.

Deversările în mediu. Industria energetică nucleară deversează substanțe radioactive în mediul înconjurător; în cantități mai mici, un aport îl au și unitățile de cercetare și spitalele.

Uraniul necesar reactorilor nucleari este preparat mai întâi sub formă de combustibil, apoi folosit în reactori după care este reprocessat (Fig. 1). În fiecare din cele trei stadii se deversează în mod controlat deșeuri radioactive în aer și în apele de suprafață, deversări evident supuse unor restricții legale. Doza primită de populație depinde de natura și de activitatea radionuclizilor eliberați, precum și de modul în care sunt dispersați în mediu și de reședința, modul de viață și obiceiurile alimentare ale persoanelor în cauză.

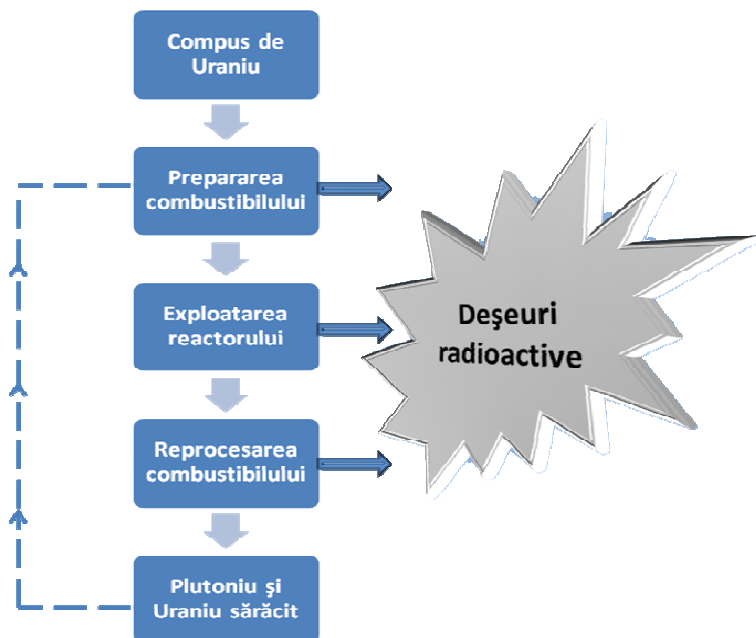


Fig. 1 Generarea deșeurilor radioactive din activitatea centralelor nucleare

Aceste deversări sunt controlate și se reduc în continuare. Totuși, reducerea lor ar necesita cheltuieli în plus și reprezintă una dintre îndatoririle factorilor de decizie să stabilească dacă se impun reduceri mai mari.

Mai există deversări controlate de natură minoră, în aer și în apele de suprafață, provocate de diferite instituții de cercetare, de apărare, industriale și medicale. Chiar dacă dozele colective sau individuale provocate de ele sunt neglijabile, ele sunt supuse aceluiași constrângeri legale ca și deversările provenite din programul energetic nuclear.

Expunerea profesională. Radiația de origine artificială este larg folosită în întreaga industrie, în primul rând pentru controlul proceselor și al calității produselor, în scopuri diagnostice în stomatologie și în medicina veterinară și ca mijloc important de studiu în colegii, universități și centre de cercetare. În consecință, există un număr considerabil de mare de persoane expuse la radiație ionizantă în procesul muncii lor, în plus față de cele din medicină sau din industria energetică nucleară.

Metode de control al deșeurilor radioactive

Deșeurile radioactive, în cea mai mare parte rezultate din activitatea centralelor nucleare, se pot împărți, în funcție de activitatea lor, în trei mari categorii:

- *deșeuri cu activitate scăzută* - obiecte ca hârtia, îmbrăcămintea și echipamentul de laborator folosite în zonele în care se manipulează materiale radioactive, ca și pământul contaminat sau molozul de construcții;
- *deșeuri cu activitate medie* includ materialele schimbătoare de ioni folosite la tratarea gazelor și a lichidelor înainte de deversarea lor în mediu, măturile care se acumulează în bazinele unde se stochează combustibilul nuclear uzat înainte de reprocessare și materiale contaminate cu Pu;
- *deșeuri cu activitate ridicată* se referă la lichidul produs când se reprocessază combustibilul uzat.

Administrarea deșeurilor. Obiectivele administrării deșeurilor radioactive constau în prelucrarea acestora în așa fel încât să fie pregătite pentru stocare temporară sau permanentă, iar ultima să se facă în așa fel încât să nu existe riscuri inacceptabile atât pentru generațiile prezente, cât și pentru cele viitoare. Stocarea perpetuă implică absența oricărei intenții de a mai folosi deșeurile.

În general, deșeurile cu activitate mică nu au nevoie de tratare, ele putând fi încapsulate și stocate continuu în mod direct, fie prin îngropare la adâncimi mici în diferite locuri, fie prin imersie controlată în mare. Cele mai multe deșeuri cu activitate intermediară nu apar sub o formă convenabilă pentru o stocare directă; ele trebuie încorporate într-un material inert ca betonul, bitumul sau rășinile. O parte dintre aceste deșeuri poate fi stocată perpetuu prin scufundare în mare, dar cele mai multe deșeuri sunt stocate temporar în diferite locuri așteptând o decizie privind metoda cea mai bună de stocare definitivă.

În prezent toate deșeurile cu activitate ridicată sunt stocate temporar. Deșeurile cu activitate ridicată rezultate din activitatea de reprocesare a combustibilului sunt ținute în tancuri răcite, special construite. În unele țări se intenționează realizarea unei uzine de solidificare a acestor deșeuri prin încorporarea lor într-un material sticlos. Blocurile de sticlă vor fi apoi stocate pentru câteva decenii pentru a permite răcirea lor înaintea stocării permanente finale.

În prezent, anumite deșeuri cu activitate scăzută sunt lichidate/stocate permanent prin ardere în subteran la adâncime mică.

S-a stabilit că sunt necesare două tipuri de terenuri pentru stocare permanentă (sau lichidare): unul de adâncime mică pentru a primi deșeurile cu activități scăzute și altul de adâncime mare pentru deșeurile cu activitate intermediară. Îngropările de adâncime mică vor fi probabil localizate în formațiuni argiloase, deoarece argila are o capacitate mare de absorbție a radionuclizilor, iar vitezele de penetrare a apelor subterane prin argilă sunt foarte mici. În principiu, îngroparea deșeurilor la adâncime se poate face sau într-o mină părăsită, sau într-o cavitate subterană special construită.

Deșeurile cu activitate ridicată produse la reprocesarea combustibilului uzat conțin peste 95 % din activitatea întregului ciclu al combustibilului nuclear. Odată solidificate, deșeurile trebuie depozitate timp de secole cu răcire corespunzătoare, supraveghere și renovare periodică a clădirilor de depozitare. Totuși, timpi așa lungi de depozitare vor impune o povară asupra generațiilor viitoare și va exista chiar și un risc, deși foarte mic, al unor scurgeri accidentale. Din aceste motive în toate țările care au un program nuclear se desfășoară în mod activ cercetări asupra metodelor posibile de lichidare a deșeurilor cu activitate foarte mare. Deși la început a fost luat în considerare un număr mare de opțiuni privind stocarea permanentă, acum numai două se mai bucură de o atenție specială. Acestea sunt **depozitarea în formații geologice de mare adâncime la nivelul uscatului**, sau **stocarea pe fundul mării**.

În ceea ce privește **depozitarea deșeurilor cu radioactivitate mare în formațiuni geologice de mare adâncime**, tipurile de formațiuni geologice studiate la nivel internațional includ depozite de sare, granit și argilă. Sarea este apreciată, deoarece este uscată; granitul și argila sunt umede, dar se pot găsi formațiuni unde vitezele de curgere a apelor subterane sunt foarte mici, iar argila și granitul au capacitatea de a absorbi radionuclizii. Cele mai multe proiecte de depozite au în vedere tunele din care se forează găuri, unde ar putea fi plasate containerele cu deșeuri. Adâncimile de stocare avute în vedere sunt, în general, peste 500 m, iar spațiile dintre găuri sunt determinate de necesitatea de a limita încălzirea rocii. Odată ce s-a umplut depozitul, găurile, tunelurile și rampele de acces vor fi umplute la loc și sigilate (betonate).

Stocarea submarină are în vedere îngroparea containerelor în sedimentele de pe fundul mărilor/oceanelor, unde adâncimea medie a apei este de cca. 5000 m. Se poate realiza o îngropare mai la suprafață, sub zeci de metri de sediment, plasând containerele în dispozitive de forma unor torpile ce sunt lăsate să cadă liber spre fundul oceanului.