



RADU MIHĂIESCU

MONITORINGUL
INTEGRAT AL
MEDIULUI

CLUJ-NAPOCA
2014

Cuprins

Capitolul 1.....	8
CONCEPTUL DE MONITORING AL MEDIULUI.....	8
1.1. Introducere	8
1.2. Scurt istoric	9
1.3. Definirea conceptului de monitoring	11
1.4. Scopul monitoringului	16
1.5. Principii de realizare a monitoringului	18
1.6. Obiectivele monitoringului integrat.....	20
1.7. Glosar de termeni	22
Capitolul 2.....	26
SISTEME DE MONITORIZARE A MEDIULUI.....	26
2.1. Principiile generale pentru proiectarea unui sistem de monitoring integrat al mediului	27
2.2. Nivelurile de lucru în monitoringul integrat	27
2.3. Sistemul global de monitoring	29
2.4. Organizarea generică a sistemelor de monitoring.....	32
Capitolul 3.....	37
PARAMETRII URMĂRIȚI ÎN MONITORINGUL INTEGRAT AL MEDIULUI.....	37
3.1. Domenii și parametri urmăriți în monitoringul integrat al mediului	37
3.2. Metode de prelucrare a datelor	44
3.3. Sistemul comun de informații de mediu	46
Capitolul 4.....	50
MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL AERULUI	50
4.1. Noțiuni generale.....	50
4.1.1. Sursele de poluare a atmosferei	51
4.1.2. Poluanții aerului	52
4.1.3. Efectele poluării aerului asupra mediului	60
4.2. Monitorizarea calității aerului.....	66

4.2.1. Monitorizarea emisiilor și a surselor.....	70
4.2.2. Monitorizarea parametrilor hotărâtori în transferul și difuzia poluanților	98
4.2.3. Monitorizarea imisiilor	107
4.2.4. Monitorizarea efectelor	112
4.3. Inventarele de emisii	112
4.3.1. Inventarele locale de emisii	114
4.3.2. Inventarele naționale de emisii	115
4.3.3. Metodologii de inventariere	118
4.4. Proiectarea sistemului de monitorizare a calității aerului	121
4.5. Sistemul de monitorizare a calității aerului în România.....	125
4.7. Directivele europene privind protecția aerului	136
4.6. Glosar de termeni	142
Capitolul 5.....	147
MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL MEDIULUI HIDRIC	
.....	147
5.1. Noțiuni generale.....	147
5.2. Tipuri de poluare și natura poluanților.....	153
5.3. Efecte induse de poluanți	154
5.4. Scopul și obiectivele monitorizării mediului hidric.....	155
5.5. Programe tipice de monitorizare a calității apei	160
5.6. Scurt istoric al gospodăririi apelor în România	163
5.7. Noul concept de monitoring integrat al apelor	164
5.7.1. Etapele sistemului de monitorizare a apelor	164
Frecvența monitorizării	168
5.4. Organizarea rețelei de monitorizare a apelor	172
Capitolul 6.....	182
DIRECTIVA CADRU A APEI. PLANURILE DE MANAGEMENT ALE BAZINELOR HIDROGRAFICE	182
6.1. Directiva cadru a apei	182
6.2. Managementul integrat al resurselor de apă	186
6.3. Planul de management al bazinului hidrografic.....	189

Capitolul 7.....	193
MONITORIZAREA CALITĂȚII SOLURILOR.....	193
7.1. Noțiuni introductive	193
7.2. Presiuni asupra stării de calitate solurilor	196
7.3. Monitoringul integrat al solului	198
CAPITOLUL 8.....	220
MONITORINGUL ZGOMOTULUI.....	220
8.1. Introducere	220
8.2. Proprietățile sunetului	221
8.3. Factorii care determină propagarea sunetului	223
8.4. Poluarea sonoră.....	224
8.5. Măsurarea nivelului de zgomot.....	227
8.6. Monitorizarea zgomotului în România	231
8.7. Harta de zgomot.....	232
8.8. Reglementări privind zgomotul	234
8.9. Glosar de termeni.....	237
Capitolul 9.....	240
MONITORINGUL BIOLOGIC ȘI BIOMONITORINGUL	240
9.1. Aspecte generale	240
9.2. Bioindicatorii	244
9.3. Monitorizarea vegetației	250
10. BIBLIOGRAFIE.....	251

LISTA FIGURILOR

Figura 1. Principiile de realizare ale monitoringului integrat	18
Figura 2. Poziții dominante ale fenomenelor globale de mediu pe scala timp-spațiu	28
Figura 3. Scale spațiale temporale în monitoringul mediului	29
Figura 4. Schema bloc funcțională a unui sistem de monitorizare	32
Figura 5. Analiza de mediu	34
Figura 6. Activitățile desfășurate în cadrul unui sistem de monitoring integrat ...	35
Figura 7. Sistemul actual de raportare (fragmentat).....	47
Figura 8. Sistemul comun de informații de mediu propus (toate părțile interesate vor putea avea acces la informații în zone comune)	48
Figura 9. Principalele clasificări ale surselor de poluare a atmosferei	51
Figura 10. Ilustrarea surselor și a tipurilor de poluanți atmosferici	52
Figură 11. Dispersia poluanților în plan orizontal	60
Figura 12. Efectul de seră	61
Figura 13. Formarea ploii acide	64
Figura 14. Evoluția găurii de ozon antartice (1979-2011)	65
Figura 15. Structura sistemului complet de monitoring a calității aerului.....	66
Figura 16. Obiective principale ale monitorizării emisiilor	71
Figura 17. Aparatură monitorizare continuă.....	77
Figura 18. Reprezentarea simplificată a metodei bazată pe factori de emisie	89
Figura 19. Obiective principale ale monitorizării parametrilor hotărâtori în transferul și difuzia poluanților	98
Figura 20. Reprezentarea simplificată a parametrilor modelului Gauss	103
Figura 21. Obiective principale ale monitorizării imisiilor la diferite nivele	108
Figura 22. Obiective principale ale monitorizării efectelor poluării aerului.....	112
Figura 23. Obiectivele generale pentru asigurarea și controlul calității datelor ..	113
Figura 24. Obiective urmărite în realizarea inventarelor de emisie.....	116
Figura 25. Activități derulate pentru inventarierea emisiilor poluante în atmosferă	117
Figura 26. Componentele Sistemului de management al aerului	121
Figura 27. Principalele obiective ale Sistemului de monitoring a calității aerului	122
Figură 28. Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA)	125
Figura 29. Principalele atribuții ale Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului	126
Figura 30. Stație de tip trafic.....	128
Figura 31. Stație de tip industrial.....	129
Figura 32. Stație de tip urban	129
Figura 33. Stație de tip suburban	130
Figura 34. Stație de tip industrial.....	130
Figura 35. Stație de tip regional	131
Figura 36. Stație de tip EMEP.....	131
Figura 37. Reprezentarea schematică a circuitului datelor	132
Figura 38.....	133
Figura 39. Principalele presiuni asupra resurselor de apă	150
Figura 40. Subsistemele componente ale Sistemul de monitorizare a apelor de suprafață.....	164
Figura 41. Ciclul de management al apelor.....	175

Figură 42. Sistemul național de monitoring integrat al apelor	176
Figură 43. Sistemul de monitoring – activități implicate în fluxul de informații ...	177
Figură 44. Programele de monitorizare a apelor de suprafață.....	179
Figura 45. Structura generală a strategiei de implementare la nivel European a Directivei Cadru a Apei 60/2000/EC	183
Figură 46. Structura organizatorică de implementare a DCA	184
Figură 47. Cerințe ale DCA	184
Figură 48. Planul de management al bazinului hidrografic - conținut -	190
Figura 49. Etapele de realizare a Planului de management al bazinului hidrografic	190
Figura 50. Ciclul managementului bazinelor hidrografice	191
Figura 51. Funcțiile solului	195
Figură 52. Factori de presiune asupra calității solurilor.....	196
Figura 53. Procese de degradare a solului.....	198
Figura 54. Elementele de bază ale SIMSR	205
Figura 55. Obiectivele principale ale Sistemului integrat de monitoring a solurilor din România	206
Figura 56. Niveluri de lucru în SIMSR.....	206
Figură 57. Harta de zgomot – trafic rutier de zi-seară-noapte	233

LISTA TABELELOR

Tabel 1. Monitoringul florei	41
Tabel 2. Monitoringul faunei	41
Tabel 3. Contribuția GES la producerea efectului de seră	62
Tabel 4. Creșterea temperaturii medii anuale pe glob	63
Tabel 5. Standarde privind măsurările în emisie	74
Tabel 6. Categoriile de surse de emisie pentru poluarea aerului	119
Tabel 7. Clasele principale de activități care exercită presiuni asupra corpurilor de apă ()	149
Tabel 8. Efecte asupra mediului induse de diferite surse de poluare	155
Tabel 9. Elemente cheie ale unui program de evaluare	157
Tabel 10. Categoriile și caracteristicile principale ale activităților de evaluare a calității apei	159
Tabel 11. Frecvențe de monitorizare	169



CAPITOLUL 1

CONCEPTUL DE MONITORING AL MEDIULUI

Capitolul 1.

CONCEPTUL DE MONITORING AL MEDIULUI

1.1. Introducere

Odată cu dezvoltarea societății umane a devenit evident faptul că activitatea umană influențează mediul și este la rândul său influențată de către acesta. Trecând prin diverse stadii de organizare, protecția calității mediului și mai nou abordarea integrată de management a mediului a devenit o necesitate vitală în scopul asigurării prosperității societății și dezvoltării durabile. Managementul mediului a devenit un capitol esențial pentru orice tip de dezvoltare indiferent de scala la care se pot manifesta impactele de mediu. În scopul asigurării unei conduceri eficiente a tuturor activităților sociale, chiar dacă uneori aspectele de mediu par a cădea pe un plan secundar s-a impus necesitatea unui sistem de supraveghere și evaluare continuă a calității mediului sub forma de sistem de monitoring de mediu.

Monitoringul integrat vizează obținerea unor imagini reale, de ansamblu, asupra stadiului calității mediului la un moment dat, precum și tendința de evoluție pe cele două componente de bază – mediul biotic și mediul abiotic – în interconexiunea lor. Complexitatea interacțiunilor dintre factorii biotici și abiotici la care se adaugă aspectele specifice de complexitate a societății umane, necesită instrumente, metode și tehnici

care să genereze un volum suficient de date utilizabile pentru cele trei tipuri de bază de activități în cadrul monitoringului mediului. Prima activitate implică măsurători și observații direcționate spre asigurarea unei descrieri corecte a mediului și a schimbărilor la care acesta poate fi supus. A doua activitate este reprezentată de evaluarea datelor de mediu pentru determinarea unor posibile direcții de evoluții și dezvoltarea unui sistem de avertizare timpurie bazat pe criterii prestabilite dar aflate într-o continuă evoluție odată cu dezvoltarea cunoștințelor științifice. Această activitate include funcții cum ar fi predicția consecințelor asupra mediului, descrieri ale bugetelor de contaminanți și analiza ecosistemelor, determinarea valorilor prag pentru poluanți specifici și formularea de recomandări de acțiune. Cea de-a treia activitate în cadrul sistemului total este de prefigurare a acțiunilor pentru evitarea deteriorării mediului în contextul general de asigurare a celei mai bune variante de management a mediului. Monitoringul furnizează nu numai baza pentru formularea politicilor de mediu dar permite de asemenea și evaluarea eficienței acestor politici.

Complexitatea acestor cerințe de bază necesită pe de o parte eforturi financiare remarcabile pe de altă parte cunoștințe din domenii științifice foarte diferite aflate într-o continuă dezvoltare. Obținerea și agregarea datelor de mediu în vederea furnizării unei imagini cu suficiente detalii asupra stării mediului și a evoluțiilor presiunilor la care acesta este supus necesită un întreg arsenal metodologic de la investigații inovatoare până la operațiuni de rutină repetitive ce furnizează date din domeniul economic, social sau indicatori de mediu consacrați. Agregarea eficientă a acestor date pentru îndeplinirea obiectivelor de monitoring are însă întotdeauna un caracter de noutate datorat dacă nu tehnicilor inovatoare utilizate măcar unicității relațiilor de mediu caracteristice în diverse zone, la diferite scale de timp și spațiu.

1.2. Scurt istoric

Problemele controlului calității mediului s-au pus după ce omenirea parcurgând o evoluție scurtă (la scară geologică) s-a înmulțit (de multe ori, la intervale mici, populația s-a dublat), a ocupat sub o formă sau alta toată suprafața planetei, a modificat-o profund, a afectat sau a transformat ecosistemele naturale și a provocat un flagel necunoscut până atunci: **poluarea**. Interacționând, aceste intervenții ale omului au declanșat o serie de procese care periclitează viitorul omenirii și al planetei (Minea, 2002).

Pentru o facilă înțelegere a acestei perspective și în vederea determinării capacității de instituire a măsurilor de redresare și

reconstrucție ecologică, s-a impus organizarea și desfășurarea unei ample acțiuni de control a calității mediului așa-numitul monitoring ecologic sau monitoring integrat (Godeanu, 1997).

Activitatea de monitorizare a început să fie făcută încă din cele mai vechi timpuri, în primul rând din rațiuni practice și nu în mod organizat. Poate că primele activități de supraveghere a mediului sunt cele prin care “*omul culegător*” căuta speciile de plante care îi serveau ca hrană. Identificarea acestor plante și asocierea lor cu amplasarea spațială în raport cu un sistem de referință reprezintă o formă de “*cartare mentală*”, o etapă importantă a monitoringului actual.

Acțiuni concrete precum înregistrările nivelurilor râurilor, au fost semnalate la vechile civilizații antice (egipteană, sumeriană). Aceste observații, făcute sistematic au permis descifrarea mecanismelor de formare și acțiune ale scurgerii râurilor.

Tot în cadrul acestei activități de monitoring incipient se înscriu și observațiile privind alte fenomene naturale (secete, erupții vulcanice, cutremure). Datorită importanței lor aceste activități de supraveghere au fost sistematizate sub forma unor reguli foarte precise pentru acele epoci, multe din ele fiind păstrate sub forma unor însemnări.

În evul mediu administrarea proprietăților de vânătoare a impus și monitorizarea atentă a faunei cinegetice, de așa natură încât existau inventare exacte ale speciilor și numărului de exemplare valoroase din teritoriul respectiv. Astfel aceste domenii au devenit primele teritorii care au beneficiat de o așa-numită “*rețea de monitorizare*” alcătuită din observatori calificați.

Odată cu dezvoltarea concentrărilor umane activitățile de monitorizare au trecut în sfera problemelor specific urbane, respectiv cele legate de sănătatea populației urbane, resursele de apă necesare unei concentrări de populație, impurificarea aerului datorată surselor de încălzire. Astfel a apărut în Londra primul act oficial care reglementa regimul încălzirii pe bază de ardere a cărbunilor, care polua foarte puternic aerul.

În paralel cu dezvoltarea științei, supravegherea mediului devine o preocupare sistematică și metodică, realizată prin intermediul diverselor sisteme de măsurare, cu ajutorul cărora au fost înregistrați, pe perioade îndelungate diverși parametri ai mediului: temperatura, umiditatea, radiația solară, nivelul și viteza de scurgere a apelor. În timp s-a manifestat și concretizat tendința de unificare a unităților de măsură pentru toți acești parametri, făcându-se trecerea de la urmărirea și consemnarea empirică la studiul sistematic, științific al tuturor acestor indicatori (factori).

Noțiunea de **monitoring** a apărut înainte de Conferința ONU de protecție a mediului de la Stockholm (5-16 iunie 1972), ca o

contranoțiune (sau ca suplimentare) la noțiunea de „**control**”, care în afară de observare și obținere a informației conține și elemente de manifestări active, adică de dirijare.

Organizarea sistemelor de monitoring a impus în ultimii ani o abordare integrată, la care elementele de calitate sunt corelate cu cele de cantitate, la nivel de bazin hidrografic, ținându-se cont de interdependențele cauză-efect, respectiv surse punctiforme, surse difuze de poluare, calitatea apei în corelație cu poluarea asociată sedimentelor și materiilor în suspensie, de verigile poluanților prioritari, grupe țintă generatoare de poluare. Odată cu conștientizarea faptului că activitatea antropică poate produce modificări la scara întregii planete, eforturile comunității științifice au determinat și finanțarea și implementarea unor programe de monitoring global în care informațiile obținute prin diverse tehnici, de la scară micro la scară globală (observații satelitare) sunt integrate pe baza principiilor nou descoperite sau rafinate pentru identificarea, măsurarea și supravegherea interacțiunilor complexe dintre diverși parametri care să contribuie la creerea unei imagini cât mai complete a geosistemului terestru.

De la *faza de oglindă pasivă* de evidențiere a stării de calitate, monitoringul reprezintă în prezent un **sistem activ pentru intervenție, control și evaluare** a eficienței măsurilor de reglementare, a strategiilor de profil, cât și de generare a necesităților de promovare a unor tehnologii nepoluante.

1.3. Definirea conceptului de monitoring

Conceptul de monitoring derivă din verbul “*to monitor*” ce își are originea din verbul latinesc *moneo* care înseamnă a atenționa, a reaminti sau a recomanda. Inițial, „*monitor*” desemna un individ cu atribuții de supraveghere.

Noțiunea de “*monitoring*” a devenit un termen foarte general ce este aplicat aproape nediscriminatoriu pentru a denumi o mare diversitate de activități. Elementul care face distincția dintre aceste tipuri diferite de activități de măsurare este acela că monitoringul are ca obiectiv obținerea de date care să poată fi comparate cu un standard explicit. Printre acestea sunt incluse:

- încercarea de a descrie condițiile dominante ale mediului
- apariția, distribuția și intensitatea poluării
- starea biocenozelor sau a populațiilor unor specii
- simpla descriere a unor regiuni (Ciolpan, 2006).

Pe filieră tehnică și din limba franceză noțiunile adiacente de „*monitoring*”, „*monitorizare*” și-au consolidat sensurile referitoare la activitatea de supraveghere.

Putem spune că în ce privește aspectul referitor la mediu, în limba română această familie de cuvinte este folosită să desemneze totalitatea activităților care au loc în legătură cu informația de mediu, de la producerea ei până la utilizare.

În limba română, termenul „*monitorizare*” este utilizat relativ recent, și, într-o accepțiune mai largă reprezintă supravegherea evoluției în timp a unui sistem natural sau artificial prin determinarea, evaluarea sau avertizarea asupra depășirii unor valori limită a unor indicatori sau parametri importanți ai sistemului. În urma acestui proces se poate uneori obține un diagnostic al stării curente și eventual elaborarea unor prognoze.

Se cunosc o serie de sintagme echivalente ale acestui concept, respectiv: monitorizarea mediului, monitoring al mediului, monitorizarea poluării mediului.

Pentru termenul „*monitoring*” (controlul calității mediului) există două sensuri: unul ecologic și unul tehnologic.

În sens ecologic, monitoring-ul ecologic reprezintă sistemul de supraveghere sistematică și continuă a stării mediului și a componentelor sale sub influența factorilor naturali și antropici.

În sens tehnologic, monitoring-ul integrat reprezintă un sistem complet de achiziție a datelor privind calitatea mediului, obținut pe baza unor măsurători sistematice, de lungă durată, la un ansamblu de parametrii și indicatori, cu acoperire spațială și temporală care pot să asigure posibilitatea controlului poluării.

Pe măsură ce tehnologiile de achiziție a datelor de mediu au fost perfecționate, iar în urma studiilor de mediu la diverse scale au fost îmbunătățite mecanismele de percepere a funcționalității mediului cu identificarea factorilor care influențează diferite procese și fenomene, respectiv a conexiunilor dintre diverși indicatori explicate științific, se constată încă o dată o integrare a celor două subramuri. Doar printr-o solidă cunoaștere științifică alimentată și cu datele generate de sistemele de monitoring de rutină implementate în țările dezvoltate se pot face progrese în evaluarea stării calității mediului și predicția direcției de evoluție a acestuia.

În România s-a acceptat și este consacrată sintagma monitoring integrat, dar se folosește și formula monitoring ecologic/integrat.

Ordonanța de urgență 195/2005, privind protecția mediului, actualizată la data de 1 ianuarie 2012 definește **monitorizarea mediului** ca fiind “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”.

În contextul analizei ecosistemelor naturale monitoringul semnifică înregistrarea condițiilor ambientale și implică acțiuni ce vizează atenționarea (alarmarea) autorităților responsabile cu managementul acestora, ca răspuns la modificările semnalate.

Întrucât "monitoringul" este un proces - nu un rezultat - o cale spre atingerea unui scop și nu un scop în sine, nu trebuie să fim surprinși de această multitudine de probleme.

Activitățile de monitoring au ca scop fie asigurarea mijloacelor care să permită detectarea apariției schimbărilor fie să permită detectarea tendinței și măsurarea mărimii și a intensității acesteia. Această etapă considerată ca activitatea mai simplă a procesului de monitoring, este urmată de o fază mult mai dificilă: evaluarea semnificației schimbărilor ce s-au produs. Planurile de monitoring, în special cele referitoare la schimbările ecologice, necesită în general o analiză personalizată și aplicarea de criterii adecvate pentru aprecierea semnificației acestora. În cazul monitoringului poluanților procedurile sunt relativ bine stabilite și se bazează pe comparația cu limitele de acceptabilitate ale unor concentrații, stabilite pe baza cunoașterii la momentul respectiv. Această abordare de monitoring facilitează o cuantificare care poate fi utilă în elaborarea deciziilor de mediu.

Subiectul *monitoring* este foarte vast și a reușit să genereze o uriașă literatură. Analizând literatura de specialitate se constată că termenul de monitoring este unul destul de permisiv, putându-i-se atribui mai multe sensuri. În continuare vor fi prezentate doar câteva definiții reprezentative ale conceptului.



La modul cel mai simplu monitoringul înseamnă "a măsura cu un scop bine definit unul sau mai mulți parametri în dinamica lor spațio-temporală".



"observații sistematice ale dinamicii unui sistem efectuate în vederea extragerii unor concluzii statistice destinate reducerii incertitudinii legate de modul de funcționare a sistemului respectiv".

"un sistem informațional menit să evidențieze efectele antropogene în mediul ambiant".

"o activitate, inițiată pentru a produce informații specifice asupra caracteristicilor funcționării variabilelor de mediu și a celor sociale, în timp și spațiu".

"măsurarea unor caracteristici ale mediului pe o perioadă extinsă de timp și spațiu, pentru a determina starea și tendințele lor de evoluție" (Suter, 1993).

Monitoringul integrat reprezintă "un sistem complet de achiziție a datelor privind calitatea mediului obținut pe baza unor măsurători sistematice, de lungă durată, la un ansamblu de parametri și indicatori, cu acoperire spațială și temporală care pot să asigure posibilitatea controlului poluării" (Rojanschi, 1995).

Monitoringul ecologic "reprezintă un sistem de supraveghere sistematică (continuă) a stării ecosferei și a componentelor ei, precum și a reacțiilor față de influențele antropogene la diferite nivele de organizare -de la ecosistem până la ecosferă în întregul ei" (Botnariuc, 1987).

Tendința, este "componenta caracterizată prin variații continue (susținute) și sistematice pe o lungă perioadă de timp și care este asociată unor cauze ce țin de aspectele structurale ale fenomenului în cauză".



Monitoringul tendințelor este "un program de lungă durată (de ordinul anilor și chiar a zecilor de ani) care evidențiază foarte bine evoluția parametrilor urmăriți. O caracteristică importantă o reprezintă aceea că zonele de monitorizare trebuie să nu sufere transformări în timpul derulării programului".

Tehnic, monitoringul tendințelor implică luarea în considerare a tuturor componentelor și recunoașterea unui număr important de supoziții.

În practică, programul de monitoring este împărțit în mai multe programe subcompartimentale ce sunt legate între ele prin analiza aceluiași parametru. În acest sens, este necesar să se identifice o serie de parametri de stare: de natură biologică (indicatori biologici), climatici, hidrologici, pedologici, precum și indicatorii de calitate ai apei solului și ai aerului. Valorile acestora vor fi determinate după o metodologie unitară în toate stațiile rețelei de supraveghere, realizându-se astfel suportul unui Sistem de Monitoring Integrat, sistem structurat după normele internaționale, parte a sistemelor regionale și globale de monitoring.

Baza teoretică a monitoringului ecologic o reprezintă concepția sistemică privind organizarea și funcționarea ecosferei.

Prin **monitoringul integrat** se asigură baza de date atât pentru cercetarea aprofundată (înțelegerea, explicarea și evaluarea cuantificată a diferitelor tipuri de ecosisteme sub aspectul structurii, a proceselor și mecanismelor lor de funcționare în cadrul ierarhiei sistemelor ecologice), cât și pentru evaluarea impactului acțiunilor întreprinse în vederea menținerii integrității sistemelor ecologice (Ciolpan, 2006).

Din definițiile prezentate reținem că în cadrul oricărui program de monitoring se efectuează o serie de activități care pot fi grupate după cum urmează:

- **inspecție:** constă în observații calitative și cantitative, realizate cu ajutorul unor proceduri standardizate pentru o perioadă relativ scurtă, fără a avea o idee preconcepută asupra rezultatelor ce se vor obține
- **supraveghere:** durata de realizare a programului de observații se prelungește în timp pentru obținerea unor date seriale ce încearcă să surprindă variabilitatea și gradul de mărime al acestora în cazul unor parametri ce vor fi analizați ulterior

- **monitoring:** efectuarea de măsurători pe perioade îndelungate (zeci de ani) pentru a stabili concordanța cu standardele prestabilite sau a gradului de deviere față de nivelul așteptat.

De remarcat că dacă în cazul inspecției sau al supravegherii putem vorbi de o mai mare libertate în realizarea activităților, instituirea sistemului de monitoring impune un grad considerabil de disciplină, deoarece standardele sau normele au fost stabilite sau formulate înainte de aplicarea în practică a programului.

Activitatea de monitorizare a mediului reprezintă deci mai mult decât o supraveghere continuă a calității factorilor de mediu, procesul reclamând în același timp și aspecte privind prognozarea și avertizarea factorilor de decizie și a populației privind dereglările majore ale calității mediului în vederea adoptării unor măsuri adecvate.

Sintetic, **MONITORIZAREA MEDIULUI** poate fi definită ca o activitate sistematică, de lungă durată, bazată pe rețele de măsură dimensionate spațial și temporal, astfel încât să poată asigura controlul poluării.

1.4. Scopul monitoringului

După cum s-a prezentat în subcapitolul anterior monitoringul mediului poate fi definit ca o activitate sistematică de colectare a datelor din diverse compartimente a mediului (aer, apă, sol, biotă) cu scopul de a observa și de a studia mediul înconjurător, precum și a obține cunoștințe de la acest proces (Artiola et al, 2004;. Wiersma, 2004).

Monitorizarea poate fi efectuată pentru diferite scopuri, inclusiv pentru a stabili "*liniile de bază, tendințele și efecte cumulative*" de mediu (Mitchell, 2002), pentru a perfecționa procesele de modelare de mediu, de a educa publicul cu privire la condițiile de mediu, pentru a sprijini procesul de luare a deciziilor de mediu, pentru a verifica conformitatea cu reglementările de mediu, pentru a evalua efectele influențelor antropice asupra mediului, sau de a efectua un inventar al resurselor naturale (Mitchell, 2002).

Monitoringul integrat al mediului are ca scop obținerea unei imagini de ansamblu asupra stadiului calității mediului, la un moment dat,

și al evoluției lui pe cele două componente de bază, mediul abiotic și biotic, în interconexiunea lor (Godeanu, 1997).

Monitoringul integrat al mediului urmărește:

- realizarea unui sistem integrat de înregistrări metodice;
- evaluarea cuantificată a structurilor și a modului de funcționare a acestor procese ecologice;
- compararea stării mediului cu intensitatea activității socio-economice;
- modelarea situațiilor constatate;
- prognozarea sensului, a tendințelor și schimbărilor ce au loc.

Scopurile sistemelor de monitoring al calității mediului sunt:

- cunoașterea gradului actual de afectare a calității mediului sub influența impactului antropic;
- obținerea în timp util a unor observații obiective care să permită sesizarea tendințelor de desfășurare a unor procese ecologice;
- stabilirea și impunerea măsurilor de protecție, conservare, reconstrucție a mediului și re tehnologizarea pe baze ecologice a tuturor activităților umane;
- aprecierea reală a raportului cost / beneficiu a lucrărilor tehnice de conservare și reconstrucție a mediului;
- realizarea unui control al eficienței măsurilor ce se iau pentru protecția mediului;
- verificarea conformării cu legislația și convențiile internaționale în vigoare;
- asigurarea unei baze de date pentru informarea publicului.

1.5. Principii de realizare a monitoringului

Principiile de realizare a monitoringului integrat sunt de trei tipuri (Fig. 1).

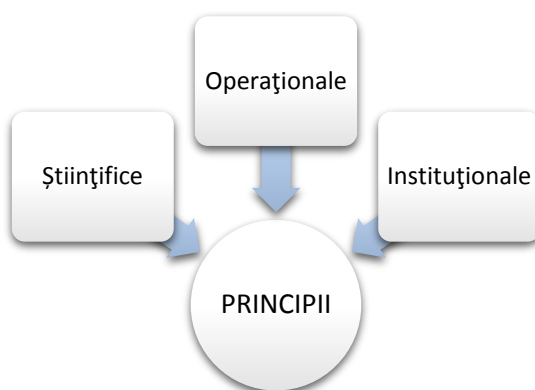


Figura 1. Principiile de realizare ale monitoringului integrat



Principii instituționale (vizează activitatea instituțiilor care sunt abilitate să organizeze și să desfășoare activități de monitoring integrat)

- existența și funcționarea mecanismelor de cooperare interguvernamentală, asigurate prin intermediul acordurilor și convențiilor internaționale;
- subordonarea activității către agențiilor ONU existente;
- acordarea de prioritate în monitorizarea problemelor globale, ca o recunoaștere a principiilor dezvoltării durabile;
- schimbul de informații atât pe orizontală, cât și între nivele;
- determinarea unor valori critice și praguri de referință unanim valabile;
- asigurarea transparenței informațiilor în relațiile cu partenerii (publicul, ONG-uri, agenți economici, etc.);
- respectarea corectitudinii și a normelor de etică profesională.



Principii științifice (constituie baza, fundamentarea științifică a activității de protecția mediului; ele definesc monitoringul ca activitate științifică, desfășurată de către specialiști din diverse domenii)

- elaborarea și perfecționarea metodelor și tehnicilor de investigare,
- standardizarea acestora,
- elaborarea unor metodologii cât mai cuprinzătoare în reprezentarea fenomenelor și proceselor avute în vedere.

Principii operaționale (ghidează modul concret de lucru în activitatea de monitorizare)

- tehnici de recoltare standardizate în manuale de specialitate;
- intercalibrări standard și periodice între laboratoarele specializate; -realizarea de bănci de date compatibile;
- respectarea termenelor de elaborare a rapoartelor sintetice;
- alegerea punctelor de recoltare respectând criteriul reprezentativității.

1.6. Obiectivele monitoringului integrat

Obiectivele monitoringului sunt acele linii directoare generale care ghidează activitatea în ansamblul ei. Ele pot avea un caracter general, specific sau prospectiv.



Obiective cu caracter general

- integrarea sistemelor informaționale sectoriale (pentru apă, aer, sol, floră etc.), în flux rapid și lent, privind calitatea factorilor de mediu;
- îmbunătățirea structurii datelor și informațiilor în sensul facilitării unei caracterizări cât mai complete a factorilor de mediu și a interdependențelor dintre aceștia;
- obținerea de date pentru caracterizarea calității factorilor de mediu, a conexiunii dintre parametri și a tendințelor de evoluție în timp și spațiu;
- evidențierea urgențelor în degradarea mediului și stabilirea priorităților;
- elaborarea soluțiilor tehnice și adoptarea deciziilor ce se iau în situații normale și excepționale;
- controlul efectelor aplicării de măsuri de protecția mediului și reajustarea lor în raport cu realitatea și obiectivele propuse;
- proiectarea programelor de management;
- evaluarea eficienței instituțiilor ce se ocupă de protecția mediului și a programelor de prevenire;
- asigurarea schimbului internațional de informații privind starea mediului;
- dezvoltarea suportului informațional necesar fundamentării deciziilor în probleme, cum ar fi:
 - gospodărirea (prelevarea, conservarea, prezervarea) resurselor naturale pe principiile durabilității;
 - formularea și controlul aplicării strategiei de mediu;
 - respectarea termenilor prevăzuți în acordurile și convențiile internaționale;
 - informarea populației în legătură cu starea mediului.



Obiective cu caracter specific

- realizarea monitoringului de fond (situația poluanților la nivel de fond, înscrierea concentrațiilor în limite admisibile, evoluția în timp a concentrației poluanților etc.);
- realizarea monitoringului de transport al poluanților (estimarea emisiilor, intrărilor, modalităților de transfer a poluanților etc.);
- realizarea monitoringului surselor;
- descifrarea mecanismelor de transport, diluție, dispersie ale substanțelor poluante;
- realizarea monitoringului biologic de detaliu (precizarea biocenozelor specifice și a dinamicii lor, stabilirea parametrilor funcționali ai biocenozelor, evidențierea evoluției și stării echilibrelor ecologice, precizarea gradului de rezistență a ecosistemului la factori perturbatori, etc.);
- stabilirea domeniilor prioritare de intervenție prin compararea nivelului efectiv al parametrilor diferiților factori de mediu cu cei prevăzuți în norme și standarde;
- întocmirea rapoartelor periodice despre starea mediului și elaborarea și ajustarea politicii de mediu;
- îmbunătățirea și extinderea programelor de monitoring intersectorial;
- creșterea capacității de expertiză în diagnosticarea stării mediului.



Obiective cu caracter prospectiv

- realizarea de modele ale situației existente și precizarea unor alternative în activitatea de protecția mediului;
- controlul calității mediului în variantele aplicate;
- controlul mediului în care se realizează modelul (dacă modelul este viabil și în situația dată funcționează sistemul de feed-back);
- îmbunătățirea și extinderea programelor de monitoring intersectorial;
- creșterea capacității de expertiză în diagnosticarea stării mediului.

1.7. Glosar de termeni



Calitatea mediului înconjurător
Starea factorilor de mediu în ansamblul lor și modul cum se răsfrânge aceasta în condițiile de viață ale omului și în ansamblul biosferei.
Degradarea mediului înconjurător
Proces complex de alterare a calității mediului înconjurător datorită utilizării neraționale a resurselor, poluării și aglomerării urbane.
Deteriorarea mediului
Degradarea unor factori de mediu ca urmare a nerespectării condițiilor naturale de echilibru ecologic.
Dezvoltare durabilă
Reevaluare constantă a dialogului om – natură și solidaritatea între generații în procesul evoluției pluridimensionale a societății omenesti. Principalele obiective ale acesteia constau în creșterea economică, progresul social, protecția mediului și a resurselor naturale.
Impact asupra mediului
Efecte asupra mediului ca urmare a desfășurării unei activități antropice.
Management de mediu
Ansamblul activităților de management care determină politica de mediu și responsabilitățile puse în practică prin: planificarea obiectivelor de mediu, evaluarea rezultatelor și evaluarea efectelor produse asupra mediului înconjurător.
Mediu
Spațiul ce înconjoară ființele vii și cu care acestea realizează un schimb permanent de materie și energie, făcându-le mai mult sau mai puțin dependente de el.



Mediu ambiant
Ansamblu de agenți fizici, chimici și biologici, precum și factorii sociali susceptibili de a avea efecte directe sau indirecte, imediate sau de durată, asupra organismelor vii și asupra activității umane într-o perioadă dată.
Monitorizarea mediului
Supravegherea, prognozarea, avertizarea și intervenția în vederea evaluării sistematice a dinamicii caracteristicilor calitative ale elementelor de mediu, în scopul cunoașterii de calitate și a semnificației ecologice a acestora, a evoluției și implicațiilor sociale ale schimbărilor produse, urmate de măsurile care se impun;
Poluant
Orice substanță (solidă, lichidă sau gazoasă) sau formă de energie (radiație electromagnetică, ionizantă, termică sau vibrații) care introdusă în mediu modifică echilibrul acestuia și al organismelor vii, cauzând daune bunurilor materiale. După emisarul afectat, poluanții sunt: atmosferici, acvatici, edafici.
Poluare
Orice alterare fizică, chimică, biologică sau bacteriologică a mediului peste o limită admisibilă stabilită.
Protecția mediului
Ansamblul reglementărilor, măsurilor și acțiunilor care au ca scop menținerea și protejarea condițiilor naturale ale mediului împotriva degradării.
Sistem de management de mediu
Ansamblul responsabilităților, acțiunilor și mijloacelor necesare punerii în practică a politicii de mediu.
Sistem informațional de mediu
Colectarea, stocarea și transmiterea computerizată a datelor de mediu.


Sursă de poluare (chimice, fonice, radioactive, termice)

Proces tehnologic sau natural care emite noxe dăunătoare sănătății omului.

Știința mediului

Știință relativ nouă care studiază interacțiunea dintre om și mediul înconjurător. Include arii extinse din domeniul geografiei, ecologiei, geologiei, economiei, politicii și sociologiei.

Valoare limită

Nivel fixat pe baza cunoștințelor științifice, în scopul evitării, prevenirii sau reducerii efectelor dăunătoare asupra sănătății omului sau mediului, care se atinge într-o perioadă dată și care nu trebuie depășit după ce a fost atins.

Valori limită de emisie

Masa exprimată în termenii parametrilor specifici, concentrația și/sau nivelul unei emisii, care nu poate fi depășită în cursul uneia sau mai multor perioade de timp.

Valori de prag

Acele valori care constituie nivelul pragurilor de alertă care, odată ce au fost depășite, determină luarea de măsuri de către autoritățile competente, conform legislației în vigoare.

|



CAPITOLUL 2

SISTEME DE MONITORIZARE A MEDIULUI

Capitolul 2.

SISTEME DE MONITORIZARE A MEDIULUI

Sistemul de monitoring al mediului este un sistem integrat care realizează supravegherea continuă a stării mediului și furnizează date privind toate componentele structurale ale acestuia (aer, apă, sol, biocenoze). Datele achiziționate sunt prelucrate prin metode specifice, iar informațiile finale astfel obținute sunt utilizate pentru evaluarea impactului asupra mediului, pentru avertizare și alarmare, precum și pentru controlul calității mediului.

Scopul principal al unui sistem de monitoring al mediului indiferent de scara la care se referă sau numărul de componente pe care le înglobează este de a furniza o imagine obiectivă, cât mai apropiată de realitate a mediului în scopul adoptării unor măsuri corecte de control al poluării și de refacere.

Atribuțiile principale într-un asemenea sistem sunt de supraveghere, prognoză, avertizare (alarmare) și intervenție. De asemenea se are în vedere evaluarea sistematică a dinamicii caracteristicilor calitative ale factorilor de mediu, în scopul cunoașterii stării de calitate și semnificației globale a acestora, a evoluției și implicațiilor sociale ale schimbărilor produse, până la nivelul decizional.

2.1. Principiile generale pentru proiectarea unui sistem de monitoring integrat al mediului

Trebuie avute în vedere acele principii care asigură eficiența funcționării sistemului și atingerea scopurilor propuse:

- *organizarea la scară spațială* trebuie realizată astfel încât să fie surprinsă heterogenitatea sistemelor supravegheate; delimitarea sistemelor trebuie să țină cont de specificitățile sistemelor naturale (bazine hidrografice pentru factorul de mediu „ape de suprafață”) sau de necesitățile administrative și instituționale (județul pentru factorul de mediu „aer”);
- *variabilele de stare ale mediului* supuse monitorizării să fie dintre cele mai reprezentative și senzitive astfel încât prin intermediul lor să fie surprinse aspectele esențiale și cu posibilitatea de comparare ale subsistemelor mediului;
- *indicatorii sintetici de calitate*, specifici pentru fiecare sistem, trebuie aleși astfel încât să se țină seama atât de componentele abiotice cât și de cele biotice;
- *metodele de monitorizare* să fie comparabile și integrate la scară națională sau chiar internațională (măsurători, comparații date, erori) și să existe un sistem de control al calității datelor.

2.2. Nivelurile de lucru în monitoringul integrat

Fiind o activitate care fundamentează politicile și strategiile de mediu monitoringul necesită o organizare care să țină cont atât de complexitatea mediului ca și sistem global cât și de structurile instituționale responsabile cu aceasta. În acest sens din punct de vedere analitic monitorizarea se face pe factori de mediu (apă, aer, sol, vegetație etc.) având în vedere necesitățile specifice de supraveghere ale acestor componente.

Sistemul de monitorizare este structurat din punct de vedere ierarhic la nivel local, național și internațional (global) pe factorii de mediu, forme de poluare și tipuri de impacte.

Ca și activitate sistematică, având acoperire spațio-temporală monitoringul cuprinde cel puțin 3 nivele ierarhice. Semnificația spațială concretă a acestor nivele diferă oarecum de ierarhiile bazate pe pe legități geografice, impunându-se criterii dictate de factorii administrativ-teritoriali.

- *Nivelul local* se referă în principal la supravegherea calității mediului în apropierea unor surse care se presupune că pot produce impacte; În afară de acest sens restrictiv, din alt punct de vedere nivelul local se referă și la sistemele de monitoring naționale, raportate la sistemul global.
- *Nivelul regional*, acoperă în funcție de specificul spațial arii care pot să corespundă cu teritorii naționale, unități administrativ-teritoriale, bazine hidrografice sau marine, sau orice alte unități teritoriale reprezentative.
- *Nivelul global*, se bazează în primul rând pe observații spațiale; activitatea de monitoring este girată de instituții internaționale precum (ONU, OECD, OMM, FAO, UNEP, OMS etc.); supravegherea mediului la nivel planetar se face prin intermediul unor parametri reprezentativi, măsurați cu metode standardizate. Suprafața de acoperire a unor astfel de puncte poate fi mai mare de 20.000 kmp. La acest nivel funcționează GEMS (Global Environmental Monitoring System) care cu subsistemele specifice fiecărei componente (aer, apă etc.) corespunde acestui nivel de acoperire.

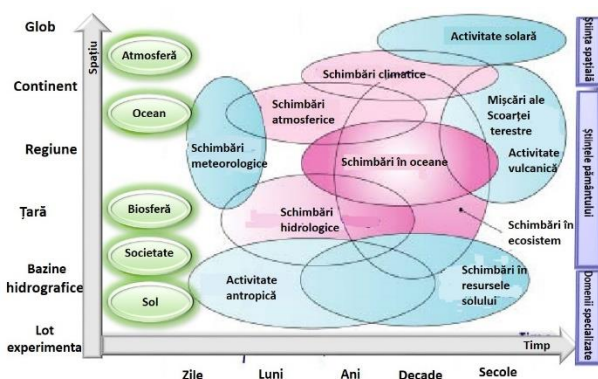


Figura 2. Poziții dominante ale fenomenelor globale de mediu pe scala timp-spațiu

Programele de monitoring pot varia semnificativ din punct de vedere al scalei geografice și temporale. Funcție de scopul monitorizării programele de monitoring pot fi desfășurate la o scară spațială și temporală redusă (ex. Evaluarea preliminară a calității unui curs mic de apă) sau lărgită la nivel național sau chiar mondial. Integrarea tuturor acestor date de monitoring într-un sistem comun de monitoring integrat asigură o mai bună acoperire și furnizează o eficiență mai mare sistemului.

Diverși autori extind scalele spațiale și temporale la valori limită. Scala temporală poate fi extinsă la valori foarte mari de peste 10000 de ani

prin determinări ale compoziției gheții din calotele glaciare utile în evaluarea tendințelor de evoluție. În figura sunt furnizate exemple de scale spațiale și temporale utilizate în monitoringul mediului.

În evaluările de risc ecologic scalele uzuale includ ca scală minimă spațială nivelul organismelor (mp) și o scală de timp de nivelul orelor, zilelor iar monitoringul de mediu este menționat ca având o extindere de ani (Suter II, 2006).

Scală spațială	
Global - Pământ	> 10,000 km
Mezo-continent, țară, stat	> 100 km
Intermediar - bazin hidrografic, râu, lac	> 1 km
Site - teren agricol, deșeurii	> 1m
Macro - animale, plante, ciuperci, bacterii	> 1 pm
Ultra-micro – viruși, molecule	> 1 nm
Atomic - atomi, particule subatomice	<1 nm
Scală temporală	
Geologică	> 10000 ani
Generație - durata de viață	20 - 100 de ani
Anuală	> 1 an
Sezonieră	> 4 luni
Zilnică	> 24 ore
Orară	> 60 minute
Instantanee	<1 secundă

(Sursa: Artiola et al., 2004)

Figura 3. Scale spațiale temporale în monitoringul mediului

2.3. Sistemul global de monitoring

Pericolul în continuă creștere a influenței negative exercitată de intensificarea producției industriale și a celei agricole asupra sănătății umane și a stării biosferei în ansamblu a impus necesitatea elaborării unui sistem de monitorizare nu numai a unui factor de mediu, considerat separat, ci a biosferei în întregime.

- Monitoringul mediului asigură un flux informațional structurat pe elemente de mediu și pe activități specifice de supraveghere, evaluare și avertizare. Alegerea parametrilor care fac obiectul supravegherii sistematice este determinată în mare parte de nevoile de reglementare, de limitele tehnicilor de prelevare a probelor și de costurile de colectare a datelor. Pentru asigurarea continuității seriilor cronologice precum și comparabilitatea datelor este

indispensabilă integrarea în concepția și planificarea sistemelor de supraveghere a mediului, a criteriilor statistice de omogenitate, comparabilitate și de validitate.

- Pentru evidențierea schimbărilor climatice profunde, precum și pentru evaluarea și prognozarea stării mediului înconjurător în plan internațional, în urma Conferinței Națiunilor Unite asupra mediului de la Stockholm (1972), a fost creat Sistemul Global de Monitorizare al Mediului Înconjurător (GEMS – Global Environment Monitoring System). Crearea GEMS a fost determinată de apariția pericolului creșterii nivelului global al poluării de care sunt legate efecte diferite la scara întregii biosfere.
- La prima consfătuire interguvernamentală privind monitorizarea (Kenya, 1974), convocată de Consiliul director al programului ONU referitor la problemele mediului ambiant (UNEP) au fost expuse scopurile principale ale GEMS. O atenție deosebită s-a acordat definitivării elementelor metodologice pentru organizarea activității de monitoring atât în privința principalelor componente ale mediului (apă, atmosferă, sol) cât și pentru evacuarea în mediu a deșeurilor periculoase.
- În timp, obiectivele au devenit mai îndrăznețe iar metodele de abordare s-au perfecționat continuu. O atenție deosebită a fost acordată controlului schimbărilor ce au loc în natură în urma poluării acesteia precum și măsurilor de prevenire a pericolului ce amenință sănătatea oamenilor, a calamităților naturale și perturbărilor ecologice.
- În prezent, pe glob funcționează o rețea deasă de stații de monitorizare a stării mediului înconjurător. În SUA de exemplu, sunt peste 10000 de stații care efectuează observații asupra stării factorilor de natură acvatică.
- Evident că sistemul global de monitorizare se bazează pe subsistemele naționale de monitorizare, incluzând elemente ale acestor subsisteme. Astfel monitorizarea a devenit un sistem informativ cu multiple destinații speciale, care este în măsură să avertizeze organisme abilitate asupra stării biosferei, gradul de afectare antropogenă a mediului, despre factorii și sursele unor efecte nefaste.

Programul european de monitorizare a Pământului (GMES)

Uniunea Europeană (UE) a instituit în 2008 Programul european de monitorizare a Pământului (Global Monitoring for Environment and Security), denumit GMES.

Programul operațional GMES se bazează pe activitățile de cercetare întreprinse în cadrul celui de al șaptelea program-cadru al Comunității Europene (CE) pentru cercetare, dezvoltare tehnologică și activități demonstrative (2007-2013) și pe activitățile Agenției Spațiale Europene (ESA) privind componenta spațială a programului GMES (EC Communication COM(2001)264, 15 April 2001).

Programul GMES are trei componente:

- **componenta de servicii**, care asigură accesul la informații în șase domenii:
 1. monitorizarea atmosferei;
 2. monitorizarea schimbărilor climatice;
 3. gestionarea situațiilor de urgență;
 4. monitorizarea terenului;
 5. monitorizarea mediului marin;
 6. securitatea;
- **componenta spațială**, care asigură observări spațiale în cele șase domenii enumerate anterior;
- **componenta in situ**, care asigură observări prin intermediul instalațiilor aeriene, marine și terestre în cele șase domenii enumerate anterior.

În vederea utilizării mai eficiente a datelor la nivel european există inițiative pentru asigurarea unui cadru organizat de acces liber la informația de mediu. Aceste programe sunt INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) și SEIS (Shared Environmental Information System) care vor suplimenta schimburile de date și vor contribui la construcția unor baze de date europene la nivel supra-național.

Comisia europeană speră ca acest model să fie adoptat de cât mai multe state la nivel global.

2.4. Organizarea generică a sistemelor de monitoring

Datele referitoare la starea și calitatea mediului pot fi furnizate în funcție de țară de diferite tipuri de organizații. În general centralizarea datelor se face în Agenția națională de proiecția mediului. Forța sistemelor de monitoring constă în posibilitatea centralizării, analizării și utilizării datelor aspect reliefat și de modelele europene de schimburi de informații de mediu.

Din punct de vedere funcțional, sistemul de monitorizare cuprinde trei etape: supravegherea, evaluarea stării reale și pronosticul unor eventuale modificări.

Sistemul de monitorizare a mediului funcționează în mod similar cu un sistem informatic (Fig. 4) dublu ierarhizat în sistem informativ și activitate de management.

El se caracterizează printr-o interdependență funcțională între cele cinci componente ale sale, respectiv:

- supravegherea,
- evaluarea stării reale a mediului,
- prognoșticarea stării de mediu,
- evaluarea stării prognoșticate și respectiv
- reglarea calității mediului.

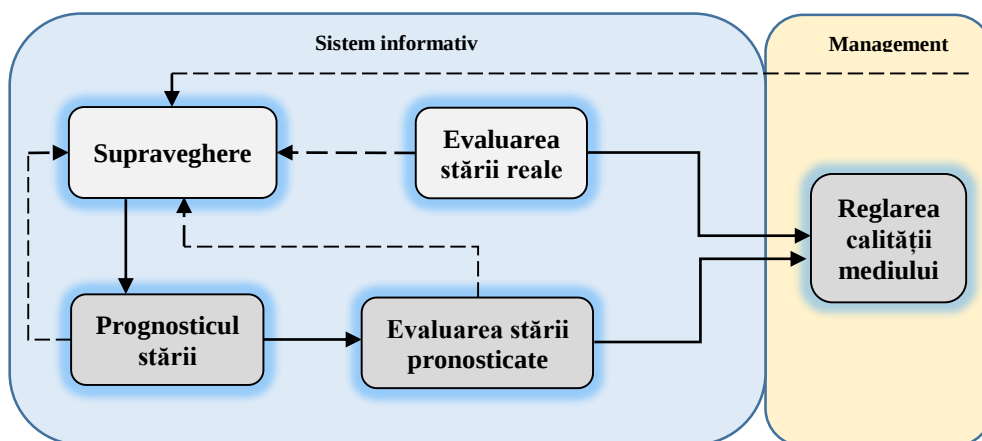


Figura 4. Schema bloc funcțională a unui sistem de monitorizare

Detaliind, analiza de mediu, situată la baza ierarhiei monitoringului de mediu, implică două etape (planificare și etapa de lucru

propriu-zisă) a căror funcționalitate este autoreglabilă datorită mecanismului de feed – back (Fig. 5.).

Etapă de planificare constă în următoarele activități:

- formularea problemei,
- formularea scopurilor finale,
- selectarea metodelor de lucru,
- selectarea metodei de prelevare,
- selectarea mediului de extragere a informațiilor.

Cea de a doua etapă a analizei de mediu, respectiv etapă de lucru, este, la rândul ei, divizată în următoarele activități:

- samplingul (recoltarea probelor),
- prelucrarea probei,
- măsurarea,
- extragerea informațiilor și prelucrarea datelor,
- interpretarea rezultatelor.

Așa cum s-a amintit deja, procesul de feed-back este mecanismul prin care analiza de mediu își asigură autoreglarea. Astfel, după finalizarea celei de a doua etape, finale, a analizei de mediu ce constă în interpretarea rezultatelor se trece la aplicarea feed-back-ului, când putem avea următoarele stări de fapt:

- (a) problema de mediu este rezolvată; în acest caz se trece la întocmirea raportului de activitate finală, iar datele sunt stocate, în eventualitatea că vor fi utile în viitor;
- (b) problema de mediu nu a fost rezolvată; în acest caz se reia analiza. Se studiază punctele vulnerabile care reprezintă virtuale cauze ale eșecului și se reface integral sau parțial, după caz, etapa planificării (se reformulează problema și scopurile precum și soluțiile metodologice de analiză) și a celei de lucru (se verifică metodologia de cuantificare și a echipamentelor specifice, extragere și prelucrare a rezultatelor).

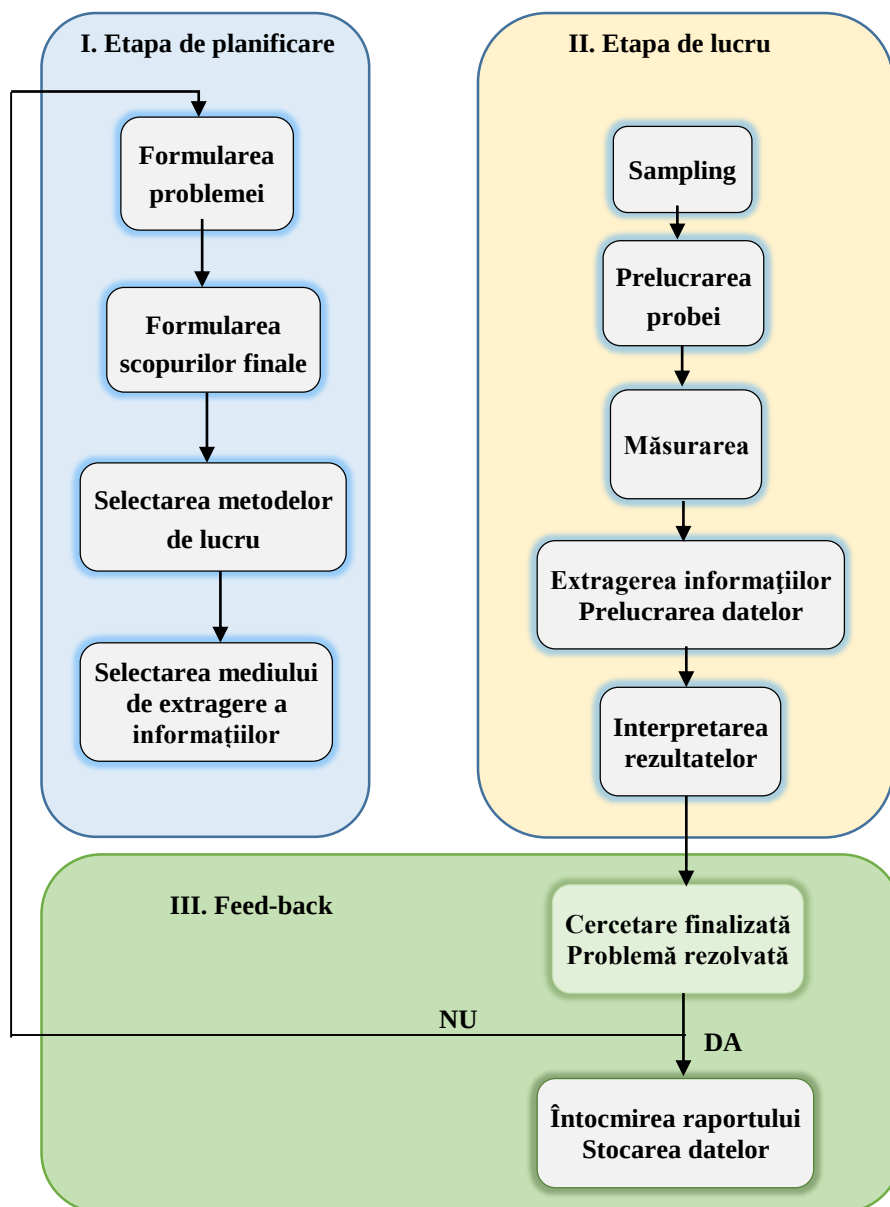


Figura 5. Analiza de mediu

Activitățile desfășurate în cadrul unui sistem de monitoring integrat al mediului se grupează, de regulă, în trei categorii (Fig. 6):

1. **Activități de teren** – vizează proiectarea și menținerea stațiilor de prelevare de probe, stabilirea parametrilor ce urmează a fi monitorizați, stabilirea frecvenței de supraveghere, elaborarea

instrucțiunilor de monitorizare, stabilirea metodologiilor și standardelor aferente acestora, pentru prelevarea probelor și cuantificarea parametrilor țintă.

2. **Activități de laborator** – vizează determinarea standardizată (conform standardelor naționale și/sau internaționale) a parametrilor țintă, în condiții adecvate atât din punct de vedere tehnic cât și din punctul de vedere al prelucrării datelor. De regulă, aceste activități se desfășoară în trei categorii de laboratoare, respectiv laboratoare de mediu teritoriale, de specialitate și naționale de referință.
3. **Activități de management informațional** – vizează interpretarea datelor și raportarea acestora la structurile naționale și internaționale.



Figura 6. Activitățile desfășurate în cadrul unui sistem de monitoring integrat



CAPITOLUL 3

PARAMETRII URMĂRIȚI ÎN MONITORINGUL INTEGRAT AL MEDIULUI

Capitolul 3.

PARAMETRII URMĂRIȚI ÎN MONITORINGUL INTEGRAT AL MEDIULUI

3.1. Domenii și parametri urmăriți în monitoringul integrat al mediului

Domeniile selectate pentru a fi incluse sistemului de monitoring integrat sunt:

- clima și calitatea aerului;
- hidrologie;
- hidrobiologie;
- calitatea apei;
- calitatea solului;
- biodiversitatea;
- resurse naturale;
- activități economice;
- populația umană.

Pentru fiecare dintre aceste domenii se identifică parametrii cheie care trebuie monitorizați astfel încât să permită obținerea informațiilor dorite cu maximum de eficiență:

- Domeniile grupate pe criteriul „fizico-chimic” includ parametrii care descriu structura ecosistemelor și care pot reflecta o posibilă evoluție a mediului.
- Criteriul „biologic” include parametri care indică nivelul productivității mediului,

- Criteriul „socio-economic” grupează parametri care indică nivelul presiunii antropice.

1. *Domeniul Clima și calitatea aerului*

Includerea acestui domeniu în sistemul de monitoring este justificată prin importanța deținută de factorii climatici în desfășurarea proceselor ecologice complexe. În ultimele decenii, o importanță tot mai mare se acordă studierii influenței modificărilor climatice (creșterea temperaturii, creșterea concentrației de CO₂, oscilațiile de nivel ale apei, etc.) asupra ecosistemelor natural.

Parametrii se monitorizează în scopul:

- descrierii condițiilor climatice și a modificărilor în timp a acestor factori;
- pentru a putea diferenția fenomenele naturale de perturbațiile antropice;
- identificării răspunsului ecosistemelor la modificările factorilor climatici, a calității aerului și precipitațiilor.

Parametrii care caracterizează factorii climatici, calitatea aerului și precipitațiile sunt:

- **fizici:** temperatura, viteza vântului, direcția vântului, umiditatea aerului, presiunea atmosferică, precipitațiile, radioactivitatea globală, a radioactivității α , β și γ , a cantităților de tritium și radon.
- **chimici:** aer (SO₂, NO₂, NH₃, pulberi în suspensie, pulberi sedimentabile); precipitații (pH, conductivitate, aciditate, Na, K, NH₃, NH₄).

2. *Domeniul Hidrologie*

Parametri care caracterizează hidrologia sunt: niveluri, debite (lichide, solide), viteza de curgere, suspensii solide.

3. *Hidrobiologie*

Include indicatori biologici ai calității apei. Organismele acvatice acționează ca „monitori” naturali ai ecosistemelor, răspunzând modificărilor mediului ambiant. Bio-monitoringul nu înlocuiește monitoringul factorilor fizici sau chimici, ci integrează răspunsul biocenozelor acvatice la fluctuațiile acestor factori.

Conceptul de bioindicator sau specii indicatoare este cel care stă la baza biomonitoringului. Prin specie indicatoare se înțelege o specie sau un ansamblu de specii care prezintă cerințe față de un set cunoscut de variabile fizice și chimice, astfel încât orice schimbare în prezența/absența, numărul, morfologia, fiziologia sau comportamentul speciei (sau ansamblu de specii) respective indică faptul că setul de variabile fizice sau chimice sunt în afara limitelor de preferință.

Avantajele utilizării indicatorilor biologici:

- biomonitoringul furnizează informații relevante asupra calității apei într-un timp scurt și cu mijloace modeste;
- biocenozele acvatice conservă în structura lor, pe o perioadă lungă de timp, cea mai puțin favorabilă și în consecință cea mai utilă de semnalat condiție a calității apei;
- analizele biologice furnizează informații care nu pot fi obținute prin alte metode. De exemplu, analiza saprologică este o măsură exactă nu a gradului de poluare ci a condițiilor metabolice de încărcare cu poluanți.

Parametrii care caracterizează hidrobiologia sunt:

- **fitoplanctonul:** clorofila „a”, compoziție specifică, abundență, biomasă;
- **zooplanctonul:** clorofila „a”, compoziție specifică, abundență, biomasă;
- **macronevertebrate acvatice:** clorofila „a”, compoziție specifică, abundența, biomasă;
- **ihtiofauna:** clorofila „a”, compoziție specifică, abundența, biomasă;
- **macrofite:** abundența, grad de acoperire;
- **microbiologie:** NTH (numărul total de heterotrofe).

4. *Domeniul Calitatea apei*

Parametrii chimici selectați în monitoringul calității apei trebuie să permită:

- identificarea stării și a tendințelor de evoluție a ecosistemelor acvatice;
- identificarea unor poluanți prioritari care determină probleme specifice de mediu: eutrofizare, poluare cu metale grele, cu compuși organo-clorurați;
- compararea în permanență cu standardele în vigoare a concentrațiilor la anumiți poluanți pentru a permite adoptarea rapidă a măsurilor de protecție și de conservare.

Parametrii utilizați în monitoringul calității apei de suprafață sunt:

- **fizici:** temperatura, transparența, adâncimea;
- **chimici generali:** concentrația oxigenului dizolvat, consumul chimic de oxigen (CBO₅), conductivitatea, Ca, Ma, Na, K, HCO₃, CO₃, Cl, SO₄;
- **de eutrofizare:** N mineral, P total, clorofila „a”;
- **de poluare:** metale grele (Fe, Cd, Mn, Ni, Zn, Pb), pesticide organo-clorurate, PCB, PAH, hidrocarburi totale.

Parametrii utilizați în monitoringul calității apelor freatice în scopul detectării poluanților sau altor compuși chimici.

: adâncime, Ca, Ma, Na, K, HCO₃, CO₃, Cl, SO₄, metale grele, pesticide organo-clorurate

- **fizici:** adâncimea;
- **chimici generali:** Ca, Ma, Na, K, HCO₃, CO₃, Cl, SO₄;
- **de poluare:** metale grele (Fe, Cd, Mn, Ni, Zn, Pb), pesticide organo-clorurate (zone de protecție integrală, zone tampon, zone economice). PCB, PAH, hidrocarburi totale;

5. *Domeniul Calitatea solului*

Scopul includerii acestui domeniu în sistemul de monitoring este de a urmări pe termen lung; acidifierea solului, acumularea de carbon, azot, metale grele în profilul solului și evaluarea calității lui biologice.

În cadrul ecosistemelor acvatice sedimentele sunt locul unde se desfășoară o serie întreagă de procese fizico-chimice și biologice care influențează echilibrul ecologic al ecosistemelor respective. Eliberarea nutrienților din sedimente este un factor important în dinamica acestora și depinde în mare măsură de procesele care au loc la interfața apă-sedimente. Sedimentele pot acumula, de asemenea, poluanți prezenți în masa apei, afectând în acest fel comunitățile de organisme care trăiesc în acest mediu (macronevertebrate bentonice).

Parametrii utilizați în monitoringul solului sunt:

- **pentru ecosisteme terestre:** umiditate, granulometrie, carbon organic, azot, fosfor, săruri totale, potasiu, pesticide organo-clorurate, metale grele; măsurarea se efectuează în zone de protecție integrală, zone tampon și zone economice;
- **pentru ecosisteme acvatice:** granulometrie, azot mineral, carbon organic, pesticide organo-clorurate, metale grele, hidrocarburi totale.

6. *Domeniul Biodiversitate*

Monitoringul biodiversității este o sarcină permanentă, pe termen lung pentru obținerea de informații cu privire la:

- urmărirea unor anumiți bioindicatori generali;
- urmărirea componentelor specific diferitelor tipuri de medii de viață;
- urmărirea unor indicatori globali ai stării biocenozei (indicatori bioecologici);

- conservarea unor specii amenințate și/sau cu valoare ecologică ridicată și a habitatelor lor;
- evaluarea efectelor măsurilor de conservare a unor specii și a habitatelor lor;
- urmărirea evoluției biodiversității în zonele cu protecție integrală în vederea menținerii integrității lor ecologice.
- efectuarea de teste (ex. Toxicologice) sau simulări în laborator (biotest, testul AZ etc.).

Tabel 1. Monitoringul florei

Date despre structura biocenozei	Date despre funcțiile biocenozei	Date despre impactul asupra biocenozei
Tip de vegetație	Dinamica populațiilor	Activitățile umane din regiune
Plante vasculare	Fenologie/taxonomie	Măsuri de conservare
Plante nonvasculare	Funcțiile biocenzelor vegetale	Efectele poluării
Specii rare/amenințate	Relația plante-ierbivore	Modificări ale factorilor climatici (temperatură, precipitații)
Asociații vegetale	Expansiune/regresie (migrație/invazie)	Competiția inter- și intraspecifică
Rezerve de gene		Efectele acțiunii ierbivorelor

Tabel 2. Monitoringul faunei

Date despre structura biocenozei	Date despre funcțiile biocenozei	Date despre impactul asupra biocenozei
Nevertebrate	Dinamică și fluctuații	Activitățile umane din regiune
Vertebrate	Funcțiile biocenzelor animale	Măsuri de conservare
Specii rare, amenințate, endemice	Relații ierbivore-plante	Efectele poluării
Comunități de animale	Migrație (expansiune/regresie)	Modificări ale factorilor climatici (temperatură, precipitații)
Mod de distribuție	Hibridizare	Competiția inter- și intraspecifică
Taxonomie și morfologie		Modificări ale resurselor de hrană
Rezerva genetică		

▪ **Monitoringul zonelor cu protecție integrală**

Se face pe grupe taxonomice selectate pentru a fi urmărite în timp, iar taxonii sunt aleși pentru a fi indicatori ai evoluției în timp ai acestor zone.

Elemente de monitoring ale zonelor cu protecție integrală:

- **Grupe evaluate:** fitoplancton, zooplancton, macronevertebrate, macroflora, moluște, pești, amfibieni, reptile, păsări.
- **Parametri:** biomasa, specii dominante animale și vegetale, identificarea și repartitia asociațiilor vegetale, apreciere cantitativă, identificarea zonelor de cuibărit și aglomerare pentru păsări, abundența numerică relativă etc.

▪ **Monitoringul păsărilor**

Se concentrează asupra speciilor de interes major. Criteriile pentru selectarea acestor specii sunt:

- speciile incluse în Lista Roșie,
- speciile amenințate cu dispariția la nivel mondial,
- specii ale căror efective scad datorită amenințărilor umane,
- specii monumente ale naturii,
- specii de interes vânătorească,
- specii noi de păsări care se află în expansiune
- specii introduse artificial și care ar crea probleme.

Parametrii care se monitorizează sunt:

- numărul speciilor,
- numărul de perechi cuibăritoare,
- numărul de cuiburi,
- factori legați de deranj.
- în cazul recensământului sincron de iarnă la păsările acvatice se înregistrează numărul de specii și numărul de exemplare observate pe fiecare zonă de recensământ.

7. **Domeniul Resurse naturale**

Parametrii care se monitorizează în cadrul resurselor naturale caracterizează capacitatea productivă, starea resursei, limitele capacității de suport, cu alte cuvinte „cât se produce”. Monitorizarea activităților economice aduce informații cu privire la modul de exploatare a resurselor naturale, intensitatea exploatării; cu alte cuvinte „cât, cum și de către cine se valorifică” aceste resurse naturale.

Monitorizarea riguroasă a resurselor naturale, dar și a presiunii exercitate asupra lor, permite elaborarea unor strategii de management bazate pe date științifice.

- **Resurse vegetale** – includ: resursele agricole, pajiști, stufărișuri, resurse forestiere.
- **Pajiștile** sunt incluse în categoria resurselor agricole însă, pajiștile naturale, prin compoziția lor floristică, au o mare importanță pentru biodiversitate. Pajiștile seminaturale sunt utilizate ca pășuni pentru creșterea animalelor sau ca fânețe pentru a asigura furajele pentru perioada de iarnă.
- **Fond forestier**
- **Resurse piscicole**
- **Resurse cinegetice** – monitorizarea faunei de interes cinegetic se realizează prin evaluarea anuală în sezonul de primăvară a efectivelor vânatului sedentar, prin metoda piețelor de probă în scopul estimării efectivului de reproducere a vânatului, și implicit a cotelor de recoltare. Pentru fiecare zonă de vânătoare se are în vedere faptul să nu se depășească sporul anual. Parametrii care caracterizează această resursă și frecvența observațiilor sunt: număr de specii de vânat sedentar, număr de indivizi pe specie/unitatea de suprafață, specii de păsări de interes cinegetic, specii de animale de interes cinegetic.
- **Resurse peisagere**

Pentru fiecare din zonele turistice se colectează date ce oferă informații asupra valorii estetice a zonei respective și date care descriu capacitatea de primire a turiștilor.

Parametrii care caracterizează resursa peisageră sunt: cadrul natural nederanjat (biodiversitate), facilități de cazare și de agrement, posibilități de amenajare și de dezvoltare, dotarea unităților de primire, facilități de tratare a apei potabile, facilități de purificare a apelor menajere, facilități de depozitare a deșeurilor, existența unor centre de informare.

8. *Domeniul Activități economice*

Monitoringul activităților umane permite identificarea căilor de circulație a materiei și energiei dinspre ecosistemele ecologice spre cele socio-economice, precum și a presiunii exercitate de acestea din urmă asupra capitalului natural.

Activitățile economice sunt caracterizate printr-un număr mare de parametri, care trebuie colectați din surse diferite. Acest proces este uneori destul de anevoios, însă, achiziționarea lor trebuie să se realizeze la intervale regulate de timp și să aibă o acoperire spațială cât mai mare.

Parametrii care caracterizează activitățile economice sunt foarte diverse: forme de proprietate, mod de folosință, potențial de producție, produse principale, suprafața valorificată, număr de locuri de cazare, număr de turiști, traseu urmat, profil și capacitate de producție etc.

9. *Domeniul Populația umană*

Parametrii utilizați în monitoringul populației umane sunt:

- **indicatorii demografici:** rata natalității, rata mortalității, structura populației pe naționalități, densitatea populației, numărul de flotanți, numărul de navetiști, rata emigrării, populația activă, populația inactivă (șomeri, elevi, pensionari), număr de gospodării, condiții de locuit;
- **indicatorii infrastructurii tehnice:** mijloace de comunicare, mijloace de transport, mod de evacuare al apelor uzate, sistemul de depozitare și neutralizare a deșeurilor, asigurarea și distribuirea energiei electrice, asigurarea și distribuirea energiei termice;
- **indicatorii structurilor sociale:** unități de învățământ pe categorii și profil, număr de cadre didactice, număr de elevi, număr de săli de clasă, case de cultură, cinematografe, număr de biblioteci, număr de unități sanitare pe categorii, număr de medici, număr de personal sanitar, număr de unități comerciale.

3.2. Metode de prelucrare a datelor

Datele de mediu reprezintă fiecare dintre numerele, mărimile, relațiile etc. ce servesc pentru rezolvarea unei probleme de mediu sau care sunt obținute în urma unei cercetări ori măsurători pe teren și urmează să fie supuse unor prelucrări.

Dintre acestea, datele brute sunt acele categorii de date care nu au fost prelucrate pentru a fi utilizate.

Datele de mediu pot fi nominale (numerice sau bazate pe numere), ordinale (date nenumerice) și categorice (bazate pe o scară categorială).

Colectarea datelor de mediu constituie un proces complex, care depinde de eroarea acceptată, scara de abordare, obiectivele țintă și disponibilitatea informațiilor.

Scara de abordare influențează în primul rând densitatea rețelei de monitorizare și cantitatea de date necesare. Unii autori consideră că scara de abordare influențează modul de obținere a datelor în toate cele trei faze ale analizei de mediu, respectiv:

- ⇒ recunoaștere (evaluarea preliminară a condițiilor locale pentru stabilirea protocoalelor de obținere a datelor);

- ⇒ prospectare (obținerea ori producerea efectivă a datelor);
- ⇒ cartare detaliată (interpretarea datelor și analiza lor spațială și temporală).

Abordarea se poate realiza la scară globală, continentală (numărul de puncte este mic în comparație cu dimensiunea teritoriului analizat), națională, regională (densitatea de 0,01 - 0,1 puncte/km²), locală (1 - 10 puncte/km²) ori detaliată (100 - 1000 puncte/km²). Densitatea acestor puncte poate să scadă în cazul în care modelarea poate substitui deficitul de date.

Datele de mediu pot fi obținute din surse externe (date de fluxul administrativ, studii și cercetări existente, hărți, fotografii) ori interne (colectate în timpul derulării studiului prin utilizarea unei metodologii proprii și adecvate). Datele de mediu, pentru a putea fi prelucrate, trebuie să aibă specificate informații despre colectarea datelor - metadate (momentul, locul de prelevare a datelor și caracteristicile acestora, evaluarea factorilor de influență, persoana care a colectat informațiile, metoda de prelevare sau de măsurare utilizată, alte informații ce pot influența valoarea finală).

De acuratețea datelor brute depinde corectitudinea rezultatelor obținute. În acest context, sursa datelor brute de mediu devine foarte importantă în evaluarea calității mediului.

Toate datele obținute prin măsurători în teren și laborator sunt considerate date brute. Acestea trebuie să fie obținute pe baza metodelor standard naționale și internaționale, modul de exprimare al datelor brute este cifric și se exprimă în conformitate cu standardele internaționale de mediu. Datele brute sunt introduse în baze de date informatizate de regulă la nivelul autorităților de mediu responsabile cu monitoringul. Aceste date de bază pot fi prelucrate în vederea stabilirii mediilor zilnice lunare sau anuale și calculării indicilor de mediu.

Odată cu dezvoltarea tehnicilor GIS și a perfecționării modelelor matematice datele pot fi utilizate în redactarea de materiale cartografice adecvate scopului urmărit. Pot fi astfel reprezentate cartografic distribuția spațială a poluanților în diferite medii, distribuția spațială a emisiilor de poluanți, fluxurile de poluanți transportați de către mediul acvatic și atmosferic etc.

Prin utilizarea modelelor matematice, pot fi realizate simulări în vederea identificării tendințelor de evoluție, prognoze ale evoluției calității mediului pe diferite intervale de timp etc.

3.3. Sistemul comun de informații de mediu

Se consideră că o mai bună utilizare a datelor de mediu necesită pe lângă existența unui sistem unitar de obținere a datelor de mediu, astfel proiectat încât datele obținute să fie compatibile pentru diverse state, și existența unui sistem centralizat de stocare, prelucrare și distribuire a datelor. Experiențe legate de episoade de poluări accidentale, incendii forestiere, inundații, secetă etc. au reliefat importanța unui schimb rapid de informații de mediu pe regiuni geografice mari, în vederea rezolvării cu operativitate a problemelor. Abordarea provocărilor de mediu actuale, cum ar fi adaptarea la schimbările climatice, gestionarea ecosistemelor și a resurselor naturale într-un mod durabil, protejarea biodiversității, prevenirea și gestionarea crizelor de mediu, cum ar fi inundații, incendii forestiere, precum și deficitul de apă depind de evaluarea de date dintr-o varietate de sectoare și surse .

O provocare majoră în Europa și la nivel global este de a organiza gamă largă de date deja colectate de mediu și de informații și pentru a integra aceste cu date socio-economice existente. Asigurarea accesului la aceste date împreună cu instrumente care permit experților să facă propriile analize îndeplinește și cerințele convenției Aarhus privind asigurarea accesului public la informație.

În același timp, statele membre și instituțiile UE au nevoie de un sistem de raportare eficient și modern pentru a îndeplini obligațiile legale în Uniunea Europeană și politicile internaționale și legislația de mediu, evitându-se astfel eforturi redundante de raportare. Sistemul comun de informare privind mediul european își propune să abordeze aceste provocări.

Acesta este motivul pentru care este absolut vital pentru Uniunea Europeană de a avea un sistem de informare bazat pe cele mai noi informații și tehnologii de comunicare (TIC), care va oferi factorilor de decizie de la toate nivelurile (local la european), cu date în timp real de mediu, permițând astfel să ia decizii imediate și de salvare a vieții.

La nivel european a început implementarea sistemului Sistemul comun de informare privind mediul (Shared Environmental Information System - SEIS).

Sistemul comun de informare privind mediul (SEIS) este o inițiativă de colaborare a Comisiei Europene și Agenției Europene de Mediu (EEA), pentru a stabili, împreună cu statele membre, un sistem integrat și partajat la informații de mediu la nivelul UE. Acest sistem urmează să conecteze colectarea de date existente și fluxul de informații la nivel european, date necesare îndeplinirii politicilor și legislației de mediu ale UE. Acesta va fi bazat pe tehnologii moderne, de transmitere și

stocare a datelor fiind în măsură să furnizeze informații de mediu mai ușor accesibile și mai ușor de înțeles pentru factorii de decizie și publicului.

Legislația de mediu în vigoare în Uniunea Europeană impune statelor membre să raporteze un set bine definit de informații specifice de mediu de pe teritoriul lor. O cantitate mare de date de mediu este astfel colectată de către diferite niveluri ale autorităților publice în întreaga UE. Aceste informații sunt utilizate pentru a analiza tendințele și presiunile asupra mediului și este vitală în momentul elaborării de politici sau a stabili eficiența politicilor de mediu aplicate. În prezent, acest volum mare de informații nu este pus la dispoziția decidenților politici și publicului, în timp util și într-un format pe care să-l poată înțelege și folosi cu ușurință (Fig. 7).

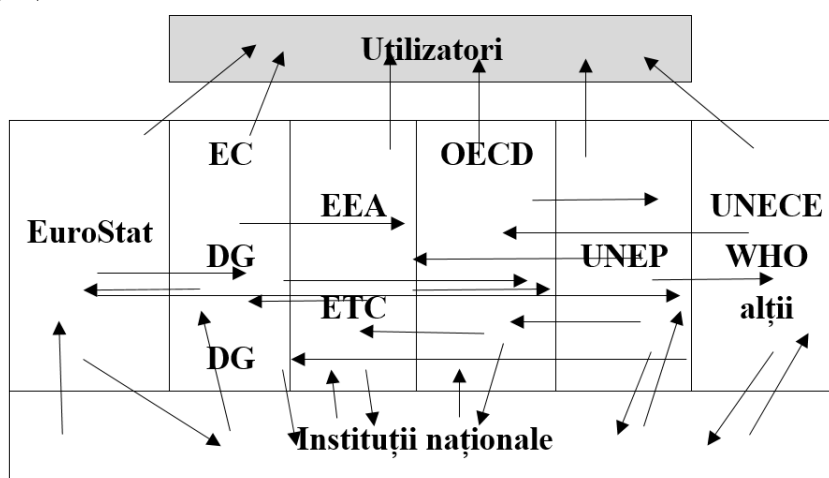


Figura 7. Sistemul actual de raportare (fragmentat)

Conform conceptului SEIS, datele și informațiile legate de mediu vor fi stocate în baze de date electronice în întreaga Uniune Europeană. Aceste baze de date vor fi interconectate în mod virtual și vor fi compatibile între ele. Sistemul propus, SEIS este un sistem de informații cu web-ul descentralizat, dar integrat bazat pe o rețea de furnizori de informații publice, schimbul de date și informații de mediu. Acesta va fi construit pe e - infrastructura, sistemele și serviciile existente în statele membre și instituțiile UE (Fig. 8).

Pentru elaborarea unei politici eficiente și punerea în aplicare a acesteia, precum și pentru implicarea cetățenilor în general sunt absolut necesare informații corecte privind starea mediului, tendințele, presiunile și factorii principali pentru schimbările de mediu. Dat fiind faptul că mediul este un bun public care aparține tuturor, este esențial ca aceste informații să fie disponibile și ușor accesibile.

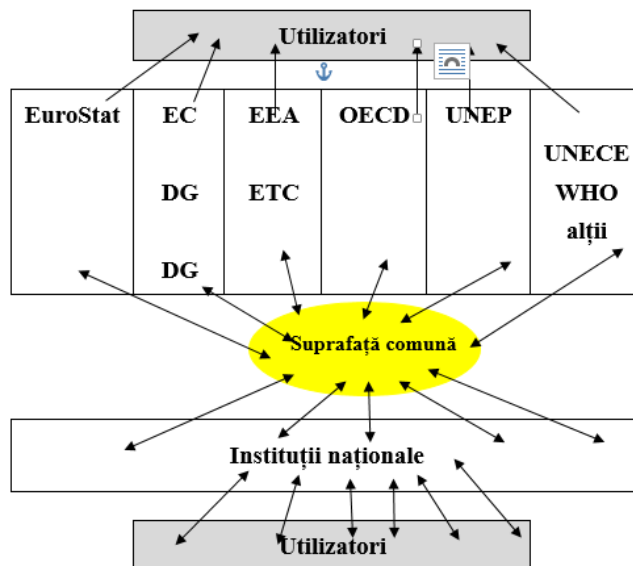


Figura 8. Sistemul comun de informații de mediu propus (toate părțile interesate vor putea avea acces la informații în zone comune)

Avantajele implementării sistemului SEIS sunt:

- accesul rapid la datele și informațiile de mediu;
- va îmbunătăți eficiența politicii de mediu și constitui un suport de decizie adecvat;
- sprijin în gestionarea adecvată a situațiilor de urgență de mediu;
- va permite implicarea cetățenilor prin facilitarea accesului pe scară largă la informații;
- procesul de raportare ca fi mai simplu, mai flexibil și mai eficient;
- va contribui în mare măsură la inițiative și programe internaționale pentru colectarea , gestionarea și utilizarea datelor de mediu și de informații , cum ar fi GEOSS (Global Earth Observation System of Systems), convențiile de biodiversitate, Millennium Ecosystem Assessment, UNEP's Earth Watch și altele.



CAPITOLUL 4

MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL AERULUI

Capitolul 4.

MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL AERULUI

4.1. Noțiuni generale

Atmosfera constituie mediul de viață pe Terra, calitatea vieții fiind direct dependentă de calitatea aerului. În atmosferă aerul ocupă circa 96% din volum, restul de 4% fiind ocupat de vaporii de apă. Aerul atmosferic, alături de alte componente ale mediului ambiant, are o însemnătate vitală pentru natură. Aerul este un amestec de azot (78%) și oxigen (21%) necesar activității organismelor aerobe, inclusiv a oamenilor. Acest amestec conține și o cantitate neînsemnată de alte gaze: neon, argon, heliu, cripton, xenon, radon, bioxid de carbon, hidrogen, vapori de apă și alte particule, care practic nu au nici o influență asupra organismelor vii.

Învelișului gazos alcătuit din aer, care înconjoară pământul, nu i se poate stabili o limită superioară precisă, stratul de aer din jurul planetei noastre trecând treptat în spațiul interplanetar (extraatmosferic). Acționând ca o pătură protectoare (care ecranează razele dăunătoare ale soarelui), atmosfera menține o temperatură propice vieții pe pământ. Totodată, ea acționează ca un depozit pentru diverse gaze și particule care – localizându-se în diferitele ei straturi – influențează clima (și regimul precipitațiilor).

Dezvoltarea societății umane duce la crearea unui impact antropic și tehnogen negativ asupra calității aerului.

Se vorbește despre poluarea atmosferică atunci când *“una sau mai multe substanțe sau amestecuri de substanțe poluante sunt prezente în atmosferă în cantități sau pe o perioadă care pot fi periculoase pentru om, animale sau plante și contribuie la punerea în pericol sau vătămarea activității sau bunăstării persoanelor”* (definiție OMS / WHO).

La nivel european și internațional, poluarea atmosferică a devenit o preocupare permanentă începând cu anii 1980. A căpătat consistență prin ratificarea Convenției din 1979 privind poluarea atmosferică transfrontieră. O atenție sporită a fost acordată, într-o primă fază, limitării emisiilor de oxizi ai sulfurului, responsabili pentru ploile acide. Au urmat marile instalații de ardere și, în ultimii ani, protecția stratului de ozon, restricțiile în emisiile de dioxid de carbon și limitarea defrișărilor.

4.1.1. Sursele de poluare a atmosferei

Sursele de proveniență a poluanților atmosferici sunt extrem de variate, existând de altfel numeroase clasificări în acest sens, care țin cont în principal de rolul factorului antropic. Figura 9 face o sinteză a principalelor clasificări ale surselor de poluare a atmosferei.

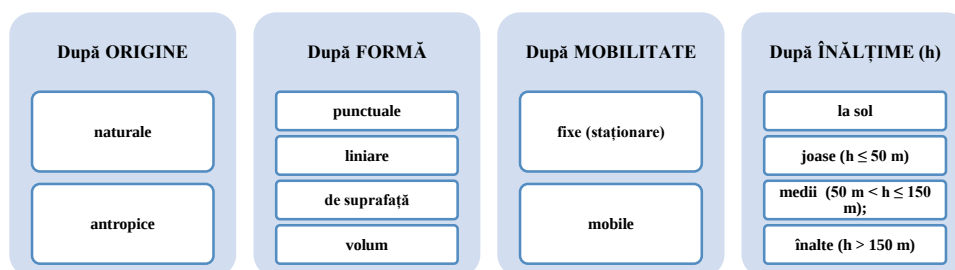


Figura 9. Principalele clasificări ale surselor de poluare a atmosferei

Poluarea poate fi: regională, de fond și de impact. Poluarea de fond este produsă de surse naturale sau de manifestări indirecte ale surselor antropice, în timp ce poluarea de impact este produsul surselor antropice în zonele directe de impact. Poluarea regională a aerului se manifestă în zone localizate la distanțe apreciabile de centrele urbane sau de surse industriale de poluare.

Deși programele de control sunt axate exclusiv pe poluarea aerului datorită activității antropice, este important de înțeles că și fenomenele naturale contribuie la poluarea atmosferică, efectele lor fiind, în unele cazuri, foarte importante când sunt generați în cantități mari în

vecinătatea așezărilor umane (ex. furtunile de praf, incendiile de pădure și erupțiile vulcanice).

Referindu-ne la sursele antropice, acestea sunt reprezentate, în cea mai mare parte de procesele de combustie, fie că acestea furnizează energia calorică necesară în procesele industriale sau pentru încălzirea încăperilor sau pentru obținerea lucrului mecanic necesar deplasărilor.

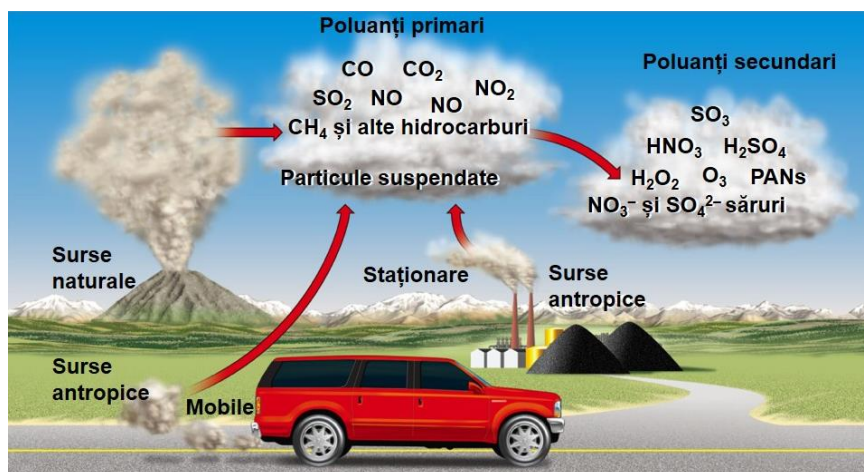


Figura 10. Ilustrarea surselor și a tipurilor de poluanți atmosferici

4.1.2. Poluanții aerului

Există două tipuri de poluanți, poluanții atmosferici primari (inclusiv dioxidul de sulf, oxizii de azot, monoxidul de carbon, compuși organici volatili și particule materiale) și poluanți atmosferici secundari (rezultă în urma reacțiilor chimice care se produc între poluanții primari în atmosferă și uneori implică componenți naturali ai mediului, cum sunt apa și oxigenul). Între cele două tipuri de poluanți există o continuă intercorelare. Cei mai importanți poluanți secundari sunt ozonul, oxizii de azot, particulele materiale (Fig. 10).

Din multitudinea posibiloilor poluanți ai aerului o deosebită atenție se acordă așa numiților “*six criteria pollutants*” cum au fost denumiți de United States Environmental Protection Agency (EPA): ozon (O₃), pulberile în suspensie (PM₁₀ și PM_{2.5}), monoxidul de carbon (CO), oxizi de azot NO_x (NO / NO₂), dioxidul de sulf (SO₂) și plumb (Pb) datorită riscului pe care îl pot reprezenta pentru sănătatea omului și influenței asupra mediului ambiant.



Dioxidul de sulf (SO_2)

▪ Caracteristici generale

Gaz incolor, amăru, neinflamabil, cu un miros pătrunzător care irită ochii și căile respiratorii.

▪ Surse

- **naturale:** erupțiile vulcanice, fitoplanctonul marin, fermentația bacteriană în zonele mlăștinoase, oxidarea gazului cu conținut de sulf rezultat din descompunerea biomasei.
- **antropice:** sistemele de încălzire care nu utilizează gaz metan, centralele termoelectrice, procesele industriale (siderurgie, rafinărie, producerea acidului sulfuric), industria celulozei și hârtiei și, în măsură mai mică, emisiile provenite de la motoarele diesel.

▪ Efecte

- **sănătatea populației:** expunerea la o *concentrație mare*, pe o perioadă scurtă de timp, poate provoca dificultăți respiratorii severe (afectate în special persoanele cu astm, copiii, vârstnicii și persoanele cu boli cronice ale căilor respiratorii); expunerea la o *concentrație redusă*, pe termen lung poate avea ca efect infecții ale tractului respirator; poate potența efectele periculoase ale ozonului.
- **plantelor:** afectează vizibil multe specii de plante, efectul negativ asupra structurii și țesuturilor fiind sesizabil cu ochiul liber.
- **mediului:** în atmosferă, contribuie la acidifierea precipitațiilor, cu efecte toxice asupra vegetației și solului; creșterea concentrației accelerează coroziunea metalelor, din cauza formării acizilor; pot eroda: piatra, zidăria, vopselurile, fibrele, hârtia, pielea și componentele electrice.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință: standardul SR EN 14212 - Calitatea aerului înconjurător. Metoda standardizată pentru măsurarea concentrației de dioxid de sulf prin fluorescență în ultraviolet.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Prag de alertă

- **500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - măsurat timp de 3 ore consecutive, în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pentru o suprafață de cel puțin 100 km^2 sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare.

Valori limită

- **350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - valoarea limită orară pentru protecția sănătății umane.
- **125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane.

Nivel critic

- **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - nivel critic pentru protecția vegetației, an calendaristic și iarna (1 octombrie - 31 martie)



Oxizii de azot, NO_x (NO, NO₂)

▪ Caracteristici generale

Grup de gaze foarte reactive, care conțin azot și oxigen în cantități variabile. Principalii oxizi de azot: monoxidul de azot (NO) - gaz incolor și inodor; dioxidul de azot (NO₂) - gaz de culoare brun-roșcat cu un miros puternic, înecăcios.

▪ Surse

- **antropice:** procese de combustie, trafic rutier, activități industriale, producerea energiei electrice.

▪ Efecte

- **sănătatea populației:** NO₂ este foarte toxic (gradul de toxicitate este de 4 ori mai mare decât cel al NO). Expunerea la concentrații ridicate poate fi fatală, iar la concentrații reduse afectează țesutul pulmonar. Populația expusă poate avea dificultăți respiratorii, iritații ale căilor respiratorii, disfuncții ale plămânilor. Expunerea pe termen lung la o concentrație redusă poate distruge țesuturile pulmonare ducând la emfizem pulmonar. Persoanele cele mai afectate sunt copiii.
- **plantelor și animalelor:** vătămarea serioasă a vegetației prin albirea sau moartea țesuturilor plantelor, reducerea ritmului de creștere; poate reduce imunitatea animalelor provocând boli precum pneumonia și gripa.
- **mediului:** responsabili pentru ploile acide cu efecte toxice asupra vegetației, solului cât și a ecosistemului acvatic; în prezența luminii solare pot reacționa și cu hidrocarburile formând oxidanți fotochimici; favorizează acumularea nitraților la nivelul solului care pot provoca alterarea echilibrului ecologic; pot provoca deteriorarea țesăturilor și decolorarea vopselurilor, degradarea metalelor.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință: standardul SR EN 14211 - Calitatea aerului înconjurător. Metoda standardizată pentru măsurarea concentrației de dioxid de azot și monoxid de azot prin chemiluminiscență.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Prag de alertă

- **400 μg/m³** - măsurat timp de 3 ore consecutive, în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pentru o suprafață de cel puțin 100 km² sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare.

Valori limită

- **200 μg/m³** - valoarea limită orară pentru protecția sănătății umane.
- **40 μg/m³** - valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane.

Nivel critic

- **30 μg/m³** - nivel critic pentru protecția vegetației.



Monoxidul de carbon (CO)

▪ Caracteristici generale

La temperatura mediului ambiant este un gaz incolor, inodor, insipid, de origine naturală și antropică. Se formează în principal prin arderea incompletă a combustibililor fosili.

▪ Surse

- **naturale:** arderea pădurilor, emisiile vulcanice și descărcările electrice.
- **antropice:** arderea incompletă a combustibililor fosili; producerea oțelului și a fontei, rafinarea petrolului, traficul rutier, aerian și feroviar. Se poate acumula la un nivel periculos în special în perioada de calm atmosferic din timpul iernii și primaverii (fiind mult mai stabil din punct de vedere chimic la temperaturi scăzute), când arderea combustibililor fosili atinge un maxim.

▪ Efecte

- **sănătatea populației:** letal în concentrații mari (100 mg/m^3) prin reducerea capacității de transport a oxigenului în sange, cu consecințe asupra sistemului respirator și cardiovascular; la concentrații relativ scăzute: afectează sistemul nervos central; slăbește pulsul inimii, micșorând volumul de sânge distribuit în organism; reduce acuitatea vizuală și capacitatea fizică; pe perioade scurte poate cauza oboseală acută, dificultăți respiratorii și dureri în piept persoanelor cu boli cardiovasculare; determină iritabilitate, migrene, respirație rapidă, lipsă de coordonare, greață, amețeală, confuzie, reduce capacitatea de concentrare. Populația cea mai afectată o reprezintă copiii, vârstnicii, persoanele cu boli respiratorii și cardiovasculare, persoanele anemice.
- **plantelor și animalelor:** la concentrații monitorizate în mod obișnuit în atmosferă nu are efecte.
- **mediului:** la concentrații monitorizate în mod obișnuit în atmosferă nu are efecte.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință: standardul SR EN 14626 - Calitatea aerului înconjurător. Metoda standardizată pentru măsurarea concentrației de monoxid de carbon prin spectroscopie în infraroșu nedispersiv.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Valori limită

- **$10 \mu\text{g/m}^3$** - valoarea limită pentru protecția sănătății umane (valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore)



Pulberi în suspensie (PM₁₀, PM_{2,5})

▪ Caracteristici generale

Reprezintă un amestec complex de particule foarte mici și picături de lichid și provin în principal din activitatea industrială și din traficul rutier.

▪ Surse

- **naturale:** erupții vulcanice, eroziunea rocilor, furtuni de nisip și dispersia polenului.
- **antropice:** activitatea industrială, sistemul de încălzire a populației, centralele termoelectrice, trafic rutier.

▪ Efecte

- **sănătatea populației:** pulberile PM_{2,5} se încadrează în categoria pulberilor respirabile care pot pătrunde și se pot acumula în sistemul respirator la nivelul alveolelor pulmonare provocând grave probleme de sănătate (intoxicații și intoxicații). Populația cea mai afectată o reprezintă copiii, vârstnicii, persoanele cu boli respiratorii și cardiovasculare, persoanele anemice. Expunerea pe termen lung la o concentrație scăzută de pulberi poate cauza cancer și moartea prematură.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință:

- standard SR EN 12341:2002 - Calitatea aerului. Determinarea fracției PM₁₀ de materii sub formă de pulberi în suspensie. Metoda de referință și proceduri de încercare în teren pentru demonstrarea echivalenței cu metoda de măsurare de referință.
- standard SR EN 14907:2006 - Calitatea aerului înconjurător. Metodă standardizată de măsurare gravimetrică pentru determinarea fracției masice de PM_{2,5} a particulelor în suspensie.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Pulberi în suspensie - PM₁₀

Valori limită

- **50 µg/m³** - valoarea limită orară pentru protecția sănătății umane.
- **40 µg/m³** - valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane.

Pulberi în suspensie - PM_{2,5}

Valoare țintă

- **25 µg/m³** – valoarea țintă anuală

Valori limită

- **25 µg/m³** - valoarea limită anuală care trebuie atinsă până la 1.01.2015.
- **20 µg/m³** - valoarea limită anuală care trebuie atinsă până la 1.01.2020.



Ozon (O_3)

▪ Caracteristici generale

Gaz foarte oxidant, foarte reactiv, ușor albăstrui, cu miros înțepător, format din molecule triatomice de oxigen (O_3), care este prezent în atmosferă în concentrație de 0,04 ppm. 90% din ozonul prezent în atmosferă se găsește în stratosferă (atmosfera superioară), restul de 10% fiind prezent în troposferă (atmosfera joasă). Ozonul stratosferic este cunoscut sub denumirea de “ozon bun”, datorită proprietăților UV –absorbante, iar cel troposferic ca “ozon rău”, datorită efectului său dăunător pentru sănătatea umană și vegetație.

▪ Surse

Se formează prin intermediul unei reacții care implică în particular oxizi de azot și compuși organici volatili.

▪ Efecte

- **sănătatea populației:** concentrația de ozon la nivelul solului provoacă iritarea traiectului respirator și iritarea ochilor; concentrații mari pot provoca reducerea funcției respiratorii.
- **mediului:** responsabil de daune produse vegetației prin atrofierea unor specii de arbori din zonele urbane.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință:

- standard SR EN 14625:2005 - Calitatea aerului înconjurător. Metodă standardizată pentru măsurarea concentrației de ozon prin fotometrie în ultraviolet.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Prag de alertă

- **240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – media pe 1 oră.

Valori țintă

- **120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – valoare țintă pentru protecția sănătății umane (valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore)
- **18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ (AOT40)** - valoare țintă pentru protecția vegetației (perioada de mediere: mai - iulie)

Obiectiv pe termen lung

- **120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - obiectivul pe termen lung pentru protecția sănătății umane (valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore dintr-un an calendaristic)
- **6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ (AOT40)** - obiectivul pe termen lung pentru protecția vegetației (perioada de mediere: mai - iulie)



Benzen (C_6H_6)

▪ Caracteristici generale

Compus aromatic foarte ușor, volatil și solubil în apă.

▪ Surse

90% din cantitatea de benzen în aerul ambiental provine din traficul rutier; 10% provine din evaporarea combustibilului la stocarea și distribuția acestuia.

▪ Efecte

- substanță cancerigenă, încadrată în clasa A₁ de toxicitate. Produce efecte dăunătoare asupra sistemului nervos central.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință:

- standard SR EN 14662-1/2/3:2005 - Calitatea aerului înconjurător. Metodă standardizată pentru măsurarea concentrației de benzen. Partea 1: Prelevare prin pompă urmată de desorbție termică și cromatografie în fază gazoasă în ultraviolet. Partea 2: Prelevare prin pompă urmată de desorbție cu solvent și cromatografie în fază gazoasă. Partea 3: Prelevare automată prin pompă urmată de cromatografie în fază gazoasă in situ

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Valoare limită

- 5 $\mu g/m^3$ – valoare limită anuală pentru protecția sănătății umane.



Hidrocarburi aromatice policiclice (HAP)

▪ Caracteristici generale

Sunt compuși formați din 4 până la 7 nuclee benzenice. Cea mai studiată este benzo(a)pirenul. Hidrocarburi aromatice polinucleare sunt cunoscute drept cancerigene pentru om.

▪ Surse

Provin din combustia materiilor fosile (motoarele diesel) sub formă gazoasă sau de particule.

▪ Efecte

Cancerigene pentru om.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință:

- standard SR EN 15549:2008 - Calitatea aerului înconjurător. Metodă standardizată pentru măsurarea concentrației de benzo(a)piren în aerul înconjurător

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Valoare țintă

Benzo(a)piren

- 1 $\mu g/m^3$ – valoare țintă pentru conținutul total din fracția PM₁₀, mediată pentru un an calendaristic.



Plumb și alte metale toxice (Pb, Cd, As, Ni și Hg)

▪ Caracteristici generale

Se găsesc în general sub formă de particule (cu excepția Hg care este gazos).

▪ Surse

Provin din combustia cărbunilor, carburanților, deșeurilor menajere etc. și din anumite procedee industriale.

▪ Efecte

Se acumulează în organism și provoacă efecte toxice de scurtă și/sau lungă durată.

În cazul expunerii la concentrații ridicate pot afecta sistemul nervos, funcțiile renale, hepatice, respiratorii.

▪ Metode de măsurare

Metoda de referință:

- standard SR EN 14902:2006 - Calitatea aerului înconjurător. Metodă standardizată pentru determinarea Pb, Cd, As și Ni în fracția PM 10 a particulelor în suspensie.
- standard SR EN 15852:2010 - Calitatea aerului ambiant. Metodă standardizată pentru determinarea mercurului gazos total.

▪ Norme - LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011

Plumb (Pb)

Valoare limită

- **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – valoare limită anuală pentru protecția sănătății umane.

Valoare țintă

Arsen (As)

- **6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – valoare țintă pentru conținutul total din fracția PM₁₀, mediată pentru un an calendaristic.

Cadmiu (Cd)

- **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – valoare țintă pentru conținutul total din fracția PM₁₀, mediată pentru un an calendaristic.

Nichel (Ni)

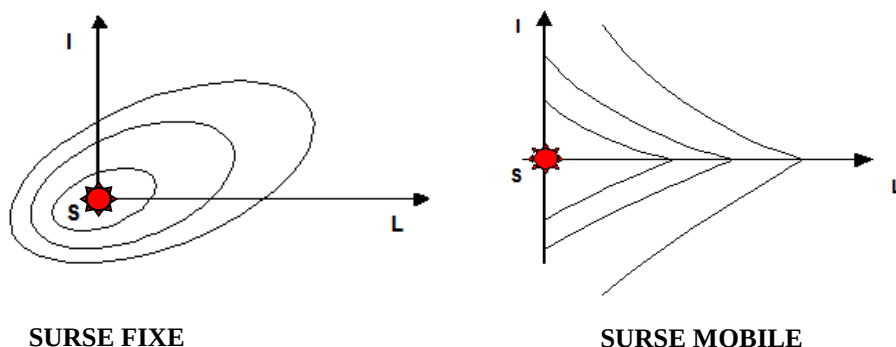
- **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** – valoare țintă pentru conținutul total din fracția PM₁₀, mediată pentru un an calendaristic.

În România, în conformitate cu Legea 104/15.06.2011 privind calitatea aerului înconjurător (MO 452/28.06.2011), poluanții pentru care se realizează evaluarea calității aerului înconjurător sunt prevăzuți în anexa nr. 1.(3): 1. Dioxid de sulf (SO₂); 2. Dioxid de azot (NO₂); 3. Oxizi de azot (NO_x); 4. Particule în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}); 5. Plumb (Pb); 6. Benzen (C₆H₆); 7. Monoxid de carbon (CO); 8. Ozon (O₃); 9. Arsen (As); 10. Cadmiu (Cd); 11. Nichel (Ni); 12. Hidrocarburi aromatice policiclice/Benzo(a)piren (BaP); 13. Mercur (Hg).

4.1.3. Efectele poluării aerului asupra mediului

Există o serie de poluanți ai aerului cu efecte negative atât asupra mediului cât și asupra stării de sănătate a omului. Dintre poluanții gazoși ai aerului, cu potențial nociv ridicat fac parte: dioxidul de sulf, oxizii de azot, hidrocarburile și metalele grele. Condițiile atmosferice favorizante și prezența radiațiilor solare reprezintă un mediu de reacție natural ce favorizează producerea unei întregi serii de transformări chimice, ceea ce conduce la intensificarea potențialului poluant al aerului. Se cunosc mecanisme care stau la baza producerii de ozon, a peroxiacetilnitraților, anhidridelor sulfurice etc.

Sursele mobile împrăștiie poluanții la distanțe mari. Din această categorie fac parte: mijloacele de transport. Vântul, apa și animalele (păsări, pești, insecte) sunt considerate de unii autori surse mobile de poluare, iar de alții doar vectori de propagare a poluării. Împrăștierea sau dispersia poluanților este influențată de temperatură, mișcările aerului și mișcarea de rotație a Pământului. Dispersia poluanților în plan orizontal este diferită pentru poluanții proveniți din surse fixe și pentru cei proveniți din surse mobile (Fig. 11.).



Figură 11. Dispersia poluanților în plan orizontal

Dispersia poluanților este în funcție de starea lor de agregare și de dimensiunea lor: particulele solide mari vor cădea imediat lângă sursă, cele mai mici din ce în ce mai departe, particulele lichide se vor dispersa la distanțe mari, iar cele gazoase la distanțe și mai mari poluând o arie mult mai mare.

Dacă există mai multe surse de poluare apropiate, zona dintre ele suferă impurificarea cu poluanți proveniți de la toate sursele, rezultând o poluare intensificată. Pe lângă sursele multiple de poluare, intensificarea poluării se poate realiza și din cauza reliefului sau altor obiecte care

împiedică dispersarea, precum și a fenomenelor meteo favorabile poluării (lipsa curenților de aer, ceața, inversia termică).

Un alt efect, mult mai periculos al prezenței concomitente a mai multor poluanți, este efectul sinergic. Acesta face ca unii poluanți, deși fiind sub limitele admise, să producă, în prezența altora, efecte nocive amplificate, echivalente cu efectele produse de concentrații peste limitele admise. De exemplu, SO_x și NO_x în prezența hidrocarburilor prezintă efect sinergic. Un alt exemplu este NO_2 în prezența pulberilor în suspensie, a SO_2 în prezența fluorurilor sau a pulberilor în suspensie, HCl în prezența aerosolilor de acid azotic și acid sulfuric, etc.

Poluanții aerului determină efecte directe sau imediate și efecte indirecte sau pe termen lung. În continuare sunt prezentate câteva din cele mai importante probleme datorate poluanților aerului.

▪ *Efectul de seră*

Reprezintă una dintre cele mai importante probleme ecologice globale.



Figura 12. Efectul de seră

Soarele trimite pe Pământ energie luminoasă care permite desfășurarea normală a procesului de fotosinteză, determină circulația maselor de aer și circuitul apei în natură. O parte din energia solară este reflectată spre spațiul cosmic. Această energie reflectată se situează în domeniul radiațiilor calorice (infraroșii). Unele gaze din atmosferă (CO_2 ,

CH₄, NO_x și hidrocarburile cloro-fluorurate – CFC)(au fost denumite gaze cu efect de seră, GES) nu permit trecerea radiației calorice pe care o absorb, realizându-se astfel încălzirea straturilor inferioare ale atmosferei, efectul numindu-se “*efect de seră*”(Fig. 12).

Bilanțul dintre energia primită și cea emisă permite stabilirea unei temperaturi de echilibru a sistemului terestru (efect de sera). Astfel, restricția asupra energiei primite duce la răcirea planetei, în timp ce restricția asupra energiei degajate duce la încălzire globală. Unele componente gazoase ale atmosferei au capacitatea de a absorbi puternic în domeniul IR. Moleculele gazelor respective trec în stări energetice superioare și, prin tranziția în starea fundamentală, emit izotrop (deci și spre scoarța terestră) radiație infraroșie. Creșterea concentrației acestor componente duce deci la creșterea temperaturii medii terestre.

Principalii constituenți atmosferici care contribuie la schimbarea climei sunt gazele cu efect de seră și aerosolii.

Ponderea poluanților gazoși la producerea efectului de seră este redată în Tabelul 3.

Tabel 3. Contribuția GES la producerea efectului de seră

Nr. crt.	Poluant atmosferic	Ponderea, %
1	CO ₂ din care: ▪ Emisii din centrale electrice ▪ Emisii din industrie ▪ Emisii din transporturi ▪ Ardere lemn ▪ Casnic și terțiar	50 11 10 7 7 5
2	CH ₄	19
3	CFC (compuși fluoroclorurați = freoni)	17
4	O ₃	8
5	NO ₂	4
6	H ₂ O	2

La prima vedere efectul de seră este un fenomen natural pozitiv, fără de care Pământul nu ar putea fi locuit. În absența acestui efect, temperatura medie anuală ar fi de -17°C; în prezența lui temperatura medie anuală este de +15°C. Dacă inițial, orice încălzire exagerată a atmosferei, datorită efectului de seră, a putut fi mascată de capacitatea oceanelor de a absorbi căldura, astăzi efectul de seră este amplificat și de contribuția altor produse artificiale. Dacă CH₄ (unul din poluanți cu pondere însemnată la producerea efectului de seră) este prezent în atmosferă dintotdeauna (produs de mlaștini și de fermentația din procesul

de hrănire a rumegătoarelor și termitelor), NO_x a apărut mai ales în urma dezvoltării transporturilor, iar freonii (hidrocarburi cloro-fluorurate) au fost creați de om pentru a fi utilizați în diverse domenii (frigorifice, cosmetice). La scară mondială, emisiile gazelor cu efect de seră depind de:

- Numărul populației
- Activitatea economică (nivel și intensitate)
- Cantitatea de energie consumată pentru activitatea economică
- “intensitatea carbonului”, adică raportul dintre cantitatea de carbon emis (kg sau t) și unitatea de energie.

Ultimele studii în domeniu constată faptul că emisiile de gaze cu efect de seră depind mai ales de nivelul de trai și de consum de energie. În Tabelul 5 este prezentat ritmul de creștere a temperaturii medii anuale pe glob datorită efectului de seră.

Tabel 4. Creșterea temperaturii medii anuale pe glob

Anul	Temperatura medie anuală pe glob
1989	14,5°C
1990	15,2°C
2030-2050	estimat 16,7-19,7°C

Încălzirea atmosferei terestre, preconizată până în anul 2050, ar putea determina topirea calotei glaciare și creșterea nivelului oceanelor cu 1-2 m. Aceasta ar avea efecte globale deosebite pe care cu greu le putem aprecia.

▪ **Ploile acide**

Ploaia acidă este definită ca precipitația atmosferică cu un $\text{pH} < 5,6$. Termenul de “ploi acide”, mai precis “precipitații acide”, semnifică în mod curent depunerea componentelor acide din ploi, zăpezi, ceață sau particule uscate.

Ploaia acidă apare când SO_2 și NO_x emiși în atmosferă se absorb pe picăturile de apă, după ce trec printr-o serie de transformări chimice. Picăturile revin pe pământ sub formă de ploaie, zăpadă, ceață, pulberi uscate, lapoviță, grindină, crescând aciditatea solului și afectând hidrochimia apelor de suprafață. Termenul de “ploi acide” este utilizat uneori în sens mai larg, incluzând toate formele de depunere acidă - atât depunerile umede, prin care gazele acide și particulele sunt antrenate din atmosferă de ploi și alte tipuri de precipitații, cât și depunerile uscate, prin

care gazele și particulele sunt antrenate din atmosferă în absența precipitațiilor (Fig. 13).

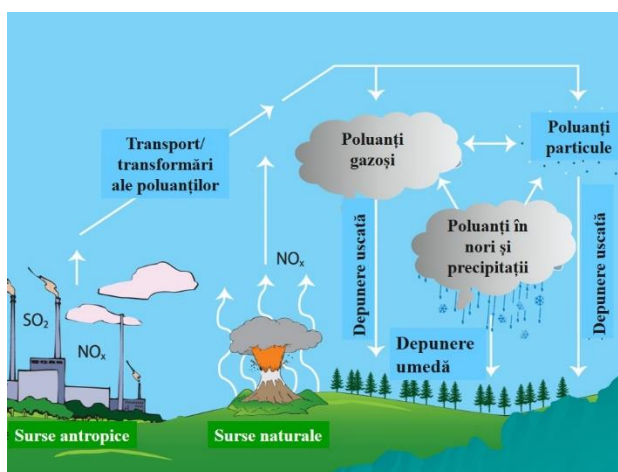


Figura 13. Formarea ploii acide

Sursa majoră de poluare cu dioxid de sulf, o constituie arderea cărbunelui, și a derivatelor petrolului în centralele termice iar pentru oxizii de azot, sursele majore de poluare provin din traficul rutier, arderea cărbunelui în centralele termice și cazanele industriale.

Ploile acide atacă în primul rând frunzele plantelor (prin blocarea sistemului respirator și perturbarea procesului de fotosinteză), dar și rădăcinile copacilor (prin neutralizarea elementelor nutritive din sol). Efectul ploilor acide este mai puternic în zonele reci, unde concentrația de amoniac din aer este mai mică din cauza încetinirii proceselor de descompunere a materiei organice moarte.

Ploile acide afectează și fauna. Peștii din lacuri sunt foarte sensibili la condițiile de pH din mediul lor natural, scăderea valorii acestui indicator determinând modificări comportamentale și chiar punând în pericol unele specii.

Un efect negativ este produs și asupra solului, unde pH-ul scăzut mobilizează aluminiu făcându-l accesibil plantelor și astfel putând ajunge în organisme animalelor.

▪ **Degradarea stratului de ozon**

Ozonul se găsește distribuit de la suprafața Pământului până la cca 20-25 km înălțime, unde se consideră că are 3 mm grosime uniformă. Grosimea stratului de ozon se măsoară în unități Dobson (u.D.) Prin

proprietatea lui de a absorbi radiația UV-B (280-320 nm) care afectează ADN-ul din celulele vii, ozonul reprezintă unul din componentele esențiale ale stratosferei în protejarea vieții pe Pământ.

Cauzele principale ale diminuării concentrației de ozon sunt creșterea concentrațiilor NO_x , CH_4 și mai ales a freonilor care au o persistență în aer de aproape 100 de ani. În afară de chimismul natural al formării-distrugerii ozonului sub influența radiației solare, în atmosferă se petrec continuu reacții de distrugere a moleculelor de ozon de către compuși naturali conținând azot (eliberați de sol și de apa oceanelor), hidrogen (rezultați din vaporii de apă) și clor (eliberat de oceane). La aceste fenomene naturale se adaugă și reacțiile cu efect distructiv asupra ozonului, determinate de substanțele sintetice din clasa cloroflorocarburilor (CFC), hidroclorofluorocarburilor (HCFC), fluorocarburilor cu conținut de brom (halonii) și a altor substanțe organice cu conținut de halogeni (metilcloroformul – CH_3CCl_3 , tetraclorura de carbon – CCl_4 , bromura de metil CH_3Br , etc.). Acești compuși au molecule stabile care nu suferă nici o modificare chimică în troposferă (persistența lor în atmosferă este foarte mare: *de la 40 la 100 ani*) și care migrează în stratosferă unde sub acțiunea radiației UV suferă o reacție de disociere în urma căreia se formează atomul liber de clor (de halogen), foarte reactiv, care determină descompunerea ozonului. O moleculă de clor poate distruge prin acest proces *100.000 de molecule* de ozon. Efecte similare au toți compușii cu conținut în halogeni. Rezultatul acestor reacții este deprecierea stratului de ozon, cu efecte negative asupra gradului de absorbție a radiației UV-B și implicit asupra vieții terestre. Scăderea concentrației de ozon poate să provoace așa numitele “*găuri de ozon*”. În 1985 s-a pus în evidență existența unei găuri în stratul de ozon cu centrul deasupra Antarcticii (Fig. 14) (<http://eoimages.gsfc.nasa.gov>).

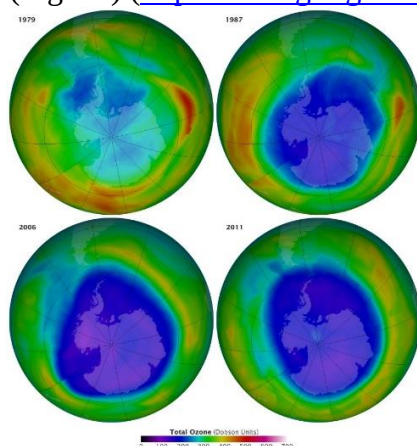


Figura 14. Evoluția găurii de ozon antartice (1979-2011)

4.2. Monitorizarea calității aerului

Orice sistem complet de supraveghere a calității aerului și a mediului în general trebuie să fie structurat pe patru componente, urmărind lanțul cauzal al poluanților „**producere – transfer – calitate aer – efecte**”. În cazul aerului și al apei considerați și ca vectori de transfer ai poluării componenta de transfer a sistemului de monitoring are o importanță crescută. Se observă că structurarea sistemelor de monitoring corespunde abordării de tip PRESIUNE – STARE – RĂSPUNS.

O astfel de abordare generează date utile care pot fi utilizate la perfecționarea modelelor matematice a căror utilizare poate eficientiza sistemele de monitoring și furniza informații suplimentare. În conformitate cu acest principiu structura sistemului de monitorizare a calității aerului este axată pe patru module (Fig. 15):

- Modulul 1: Monitorizarea emisiilor de poluanți și a surselor (EMISII);
- Modulul 2: Monitorizarea parametrilor hotărâtori în transferul și difuzia poluanților (TRANSFER);
- Modulul 3: Monitorizarea imisiilor (IMISII);
- Modulul 4: Monitorizarea efectelor poluării aerului (EFECTE).

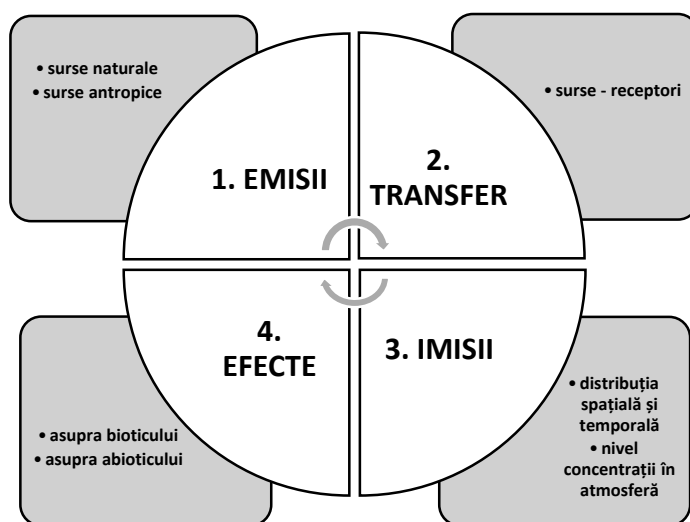


Figura 15. Structura sistemului complet de monitoring a calității aerului

Obiectivele fiecărui modul sunt în strânsă corelație, toate având ca punct de convergență scopul inițial al sistemului: cunoașterea stării și prevenirea degradării mediului prin cunoașterea și prevenirea poluării aerului.

În raport cu evoluția dinamică a poluanților, de la surse prin intermediul mecanismelor de dispersie (transfer) până la omogenizarea lor în atmosferă, activitatea de monitoring are două componente de bază: Monitoringul surselor (emisie); Monitoringul de fond (imisie).



Emisia

- reprezintă conținutul de poluanți determinați la gura de evacuare a coșului, înainte de amestecul acestora cu aerul atmosferic.
- Măsurătorile de emisie intră în **directa responsabilitate a agentului poluator**, ele fiind și un indice al procesului tehnologic.

Imisia

- reprezintă conținutul de poluanți măsurați după ce s-a produs amestecul acestora cu aerul atmosferic.
- Măsurătorile de imisie sunt efectuate de către **autoritatea responsabilă de mediu** și trebuie să fie corelate cu determinările de emisie.

Monitorizarea poluării de fond, de transfer sau de impact se realizează prin interconectarea rețelelor de supraveghere la nivel local, regional, național și internațional, atât în ce privește armonizarea procedurilor de analiză a probelor cât și a schimburile de date.

În afară de supravegherea calității aerului prin prisma compoziției lui chimice, un aspect deosebit de important îl reprezintă monitorizarea atmosferei ca și componentă a mediului prin prisma caracteristicilor sale. În scopul înțelegerii proceselor, este necesar aportul specialiștilor climatologi și al celor care se ocupă de procesele de difuzie și transport a gazelor. Aceștia pot studia fenomenele din atmosferă, simula mișcările gazelor și prevede locurile în care se vor manifesta efectele negative ale poluanților.

În monitoringul atmosferei, se urmărește:

- intensitatea, variația și structura radiației solare;
- structura (grosimea și densitatea) stratului de ozon;
- calitatea, mărimea și structura particulelor în suspensie (în special cantitatea metalelor grele ajunse și transportate de gaze în atmosferă);
- cantitatea de dioxid de carbon și a altor rezultate din activități antropice, capabile să determine efectul de seră.

Realizarea metodelor, tehnicilor și practicilor pentru constituirea modulelor din structura sistemului de monitorizare a calității aerului depinde de o serie de factori printre care se numără cei finaciari, tehnici și de cunoștințe de specialitate.

Un sistem de monitorizare a calității aerului cât mai complet nu poate fi constituit, în mod rațional, decât prin utilizarea corelată a unor metode teoretice și experimentale (Simihăian, 2005). Astfel:

- Componenta **Surse și Emisii** se realizează prin măsurători continue și/sau periodice la unele surse majore și prin diferite metode de calcul.
- Componenta **Transfer** se realizează prin modele matematice ale fenomenelor de transport și difuzie, precum și prin măsurători ale parametrilor stratului limită.
- Componenta **Imisii** se realizează prin măsurători și prin modelare matematică a concentrațiilor.
- Componenta **Efecte** se realizează prin observații, măsurători specifice, modelarea fenomenelor de transfer (la interfață, fiziologice, coroziune etc.).

Modelele experimentale au la bază două componente esențiale: recoltarea probelor și metoda de analiză. Pentru a putea utiliza datele obținute într-un sistem cum este cel de monitorizare este necesar ca recoltarea și măsurările să se realizeze pe baza unor proceduri conforme cu metode recunoscute și validate desemnate cu termenul generic de „metode standard”, care să garanteze furnizarea de date de o calitate științifică echivalentă. Acestea sunt produse de către instituții ca CEN, ISO, APHA, EPA, WMO și de către organizațiile naționale pentru standarde.

Evaluarea calității aerului înconjurător pe întreg teritoriul țării se realizează pe baza unor metode și criterii comune, stabilite la nivel european.

(Legea 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător, Art. 2.b)

Metoda de măsurare considerată ca fiind de referință, prin convenție, are ca rezultat valoarea de referință acceptată a concentrației de poluant. Utilizarea altor metode decât metoda de referință, atunci când aceasta există, se poate face cu condiția demonstrării echivalenței rezultatelor obținute cu cele furnizate de metoda de referință. Pentru demonstrarea echivalenței trebuie apelat la o instituție specializată.

Pentru ca probele de aer să fie reprezentative trebuie luați în considerare o serie de factori: sursa și zona de poluare, tipul de poluant, scopul urmărit prin determinare (aria de răspândire, nivelul poluării, concentrații de scurtă durată).

Strategia de prelevare asigură prelevarea unei probe reprezentative, pentru a asigura gradul de omogenitate a distribuției concentrațiilor poluanților de măsurat și variabilitatea anticipată în timp. Procedurile de măsurare trebuie adaptate pentru identificarea numărului și poziției punctelor de prelevare precum și a duratei prelevării în fiecare punct.

Normele în vigoare prevăd ca în cazul poluării produsă de o **sursă fixă unică**, sau de mai multe surse fixe grupate în așa fel încât să nu lase spații de locuit sau zone de cultură între ele, punctele de recoltare se vor dispune în jurul acesteia, acoperind cu prioritate direcțiile dominante ale curenților de aer și direcțiile pe care se află zone de locuință. În cazul unei zone cu mai multe **surse fixe de poluare dispersate**, punctele de recoltare se vor fixa la intersecția unor linii imaginare, care să formeze o rețea de pătrate sau triunghiuri echilaterale cu laturile de 500 ÷ 1000 m.

Atunci când se evaluează aportul surselor industriale, cel puțin unul dintre punctele de prelevare este instalat pe direcția dominantă a vântului dinspre sursă, în cea mai apropiată zonă rezidențială. Atunci când concentrația de fond nu este cunoscută, se amplasează un punct de prelevare suplimentar înaintea sursei de poluare, pe direcția dominantă a vântului.

În mod deosebit, acolo unde sunt depășite pragurile de evaluare, punctele de prelevare se amplasează astfel încât să fie monitorizat modul în care sunt aplicate cele mai bune tehnici disponibile (BAT).

Poluarea produsă de **surse mobile** (mijloace de transport) va fi urmărită în puncte reprezentative ale arterelor de circulație. În cazul stațiilor de trafic, un punct de prelevare se amplasează astfel încât să fie reprezentativ pentru calitatea aerului pentru un segment de stradă cu o lungime egală sau mai mare de 100 m. Acestea se corelează ulterior cu date referitoare la ritmul și frecvența circulației.

La stabilirea punctelor de recoltare se va ține seama de relief, de cursurile de apă, de structura localităților sau a cartierelor, precum și de alți factori care sunt în măsură să influențeze deplasarea curenților de aer.

Deoarece factorii meteorologici (temperatura, umiditatea, presiunea atmosferică, curenții de aer, precipitațiile etc.) determină modificări substanțiale ale nivelului de poluare a aerului, este necesar ca în timpul recoltării să se facă observații asupra acestora.

Pentru poluanții gazoși, volumul trebuie să fie standardizat la o temperatură de 293 K și o presiune atmosferică de 101,3 kPa. Pentru particule în suspensie și substanțele care urmează să fie analizate din particulele în suspensie (de exemplu plumbul) volumul de prelevare se raportează la condițiile de mediu, în particular la temperatura și la presiunea atmosferică înregistrate la data măsurărilor.

Condițiile meteorologice reprezintă un mijloc de apreciere a condițiilor de dispersie și difuzie a poluanților, cu condiția ca acesta să fie făcut pe o perioadă cât mai îndelungată de timp (cel puțin 1 an) atât la sol (stații fixe) cât și la altitudine.

Ritmul și durata probelor vor fi stabilite în funcție de scopul urmărit.

4.2.1. Monitorizarea emisiilor și a surselor

Cunoașterea emisiilor este prima etapă în evaluarea calității aerului.

Monitorizarea emisiilor este un instrument necesar de control și de implementare a cerințelor specifice reglementărilor în vigoare. De asemenea este un mijloc absolut necesar de informare asupra contribuției pe care o au diferite surse de poluare, permițând astfel stabilirea priorităților cu privire la reducerea poluării. Într-un cuvânt monitorizarea emisiilor definește cauza poluării.

În acest sens trebuie urmărite 2 aspecte:

- volumul noxelor evacuate;
- conținutul noxelor (compoziția lor chimică).

Măsurarea volumelor de noxe evacuate se face cu ajutorul contoarelor volumetrice sau se poate determina empiric.

Determinarea conținutului de noxe al substanțelor emise depinde de starea fizică în care se găsesc aceste noxe. Specificul metodelor de măsurare depinde dacă poluanții sunt gazoși (gaze), lichizi (vapori ale diferitelor substanțe) sau solizi (pulberi sedimentabile sau în suspensie).

- *Poluanții gazoși* cei mai importanți sunt: oxizii de sulf; oxizii de azot; monoxidul și dioxidul de carbon; amoniacul; fluorurile; clorurile etc.
- *Poluanții lichizi* sunt prezenți sub formă de particule fine sau vapori ai acizilor clorhidric, azotic, sulfuric etc.

- *Pulberile în suspensie* sunt poluanți de natură solidă de dimensiuni mai mici dar a căror greutate specifică le permite să plutească în aer.
- *Pulberile sedimentabile* reprezintă particule solide cu dimensiuni micrometrice care sunt antrenate în mișcare ascensională de curenții ascendenți ai sursei de poluare (coșul de evacuare) sau de cei ai atmosferei, dar care în condiții de calm atmosferic se depun la sol.

4.2.1.1. Obiective

În Figura 16 sunt prezentate principale obiective ale acestei componente.

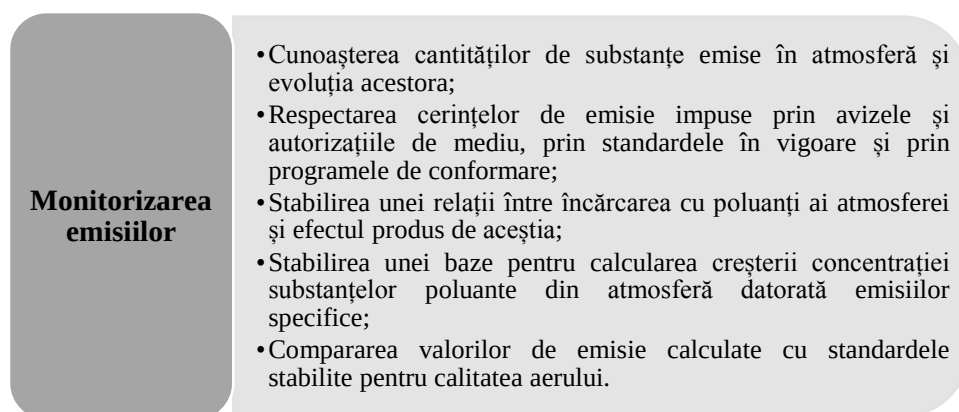


Figura 16. Obiective principale ale monitorizării emisiilor

4.2.1.2. Metode utilizate pentru monitorizarea emisiilor

Pentru monitorizarea emisiilor în aer sunt utilizate, în principal, patru metode, fiecare cu avantaje, dezavantaje și limite de utilizare:

- Metoda de măsurare directă: discontinuă și continuă;
- Determinare prin bilanț;
- Determinare prin corelații;
- Determinare pe baza unor factori caracteristici de emisie.

a. Metoda de măsurare directă

a1. Metoda test (discontinuuă)

Monitorizarea emisiilor de poluanți atmosferici se efectuează, în principal, pentru verificarea conformării concentrațiilor cu valorile limită stabilite prin autorizația/autorizația integrată de mediu.

Monitorizarea emisiilor poate fi efectuată de către operator (automonitorizare) sau de către laboratoare specializate, acreditate. Măsurările trebuie să se realizeze pe baza unor proceduri conforme cu reglementările și standardele privind cerințele generale de măsurare.

Pentru ca rezultatele provenite din măsurări să poată fi utilizate pentru calculul emisiilor sau pentru evaluarea factorilor de emisie asociați unei instalații trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- aplicarea metodelor și utilizarea echipamentelor adecvate de măsurare
- asigurarea reprezentativității măsurărilor,
- asigurarea gradului de acoperire temporală și a capturii de date indicate prin
- reglementările și standardele în vigoare implementarea și respectarea procedurilor de asigurare și control a calității măsurărilor.

În mod obișnuit, în cadrul măsurărilor test se măsoară concentrația unui compus în gazele evacuate. Simultan trebuie să se măsoare și alte mărimi, printre care debitul volumic de gaze evacuate, care servește la convertirea concentrației în rată (debit masic) de emisie.

Debitul masic al poluantului se calculează prin înmulțirea concentrației măsurate a poluantului cu debitul volumic al efluentului.

Pentru măsurarea discontinuuă (test) a emisiilor există trei tipuri de tehnici:

- *analiza in-situ* utilizată pentru campanii periodice.

Echipamentele utilizate sunt portabile, fiind transportate în amplasamentul sursei. Probele sunt prelevate din efluent cu ajutorul unei sonde și sunt analizate in-situ.

- *analize în laborator ale probelor prelevate* cu ajutorul unor prelevatoare fixe, *on-line*. Aceste prelevatoare extrag continuu probe și le colectează într-un recipient special. Din recipient se extrage o anumită cantitate care se analizează, obținându-se o concentrație medie a volumului total prelevat.

- *analize în laborator ale unor probe instantanee*, prelevate din *punctele de recoltare*. Cantitatea prelevată trebuie să fie suficientă

pentru a furniza o cantitate detectabilă de poluant. Rezultatele reprezintă valori instantanee, valabile pentru momentul în care a fost prelevată proba.



Măsurătorile test

- măsurătorile secvențiale efectuate asupra parametrilor fizico-chimici ai emisiilor pe un anumit interval de timp, denumit perioadă de testare.



Măsurătorile test - Etape

- prelevarea unei probe reprezentative de gaze din conducta sau din coșul de evacuare în atmosferă;
- pre-tratarea probei pentru îndepărtarea oricărui alt component care poate interfera în timpul analizei;
- analizarea probei în vederea determinării compusului urmărit;
- calculul ratei de emisie (debitul masic).



Măsurătorile test - Dezavantaje

- procedură complicată (pentru efectuarea unor măsurători test care să furnizeze date cât mai corecte);
- există o serie de elemente care să nu funcționeze sau să determine adăugarea unor erori potențiale la rezultate. Acesta este motivul pentru care emisiile trebuie să reprezinte media a trei secvențe reușite. Se recomandă ca fiecare secvență să dureze o oră.
- în cazurile poluanților în concentrații foarte mici (urme de metale) timpul de prelevare trebuie să fie suficient de mare pentru a se colecta material destul pentru a fi analizat.
- trebuie definită o limită minimă (LMD) sub care poluantul nu poate fi măsurat. Pentru urmele de metale și pentru compuși organici volatili individuali, în special, aceasta este o problemă importantă deoarece un poluant individual poate fi prezent într-o concentrație foarte redusă. În aceste cazuri, dacă o LMD este reprezentată de o concentrație relativ mare, rezultă că proba prelevată nu a fost suficientă cantitativ.

Măsurările, continue sau discontinue, ale concentrațiilor de poluanți și ale parametrilor de proces, se realizează utilizând standardele Comitetului European pentru Standardizare (CEN) relevante sau standarde ISO, standarde naționale/ internaționale care să garanteze furnizarea de date de o calitate științifică echivalentă.

Lista curentă a metodelor standardizate pentru determinarea concentrațiilor de poluanți în efluenții gazoși și a parametrilor auxiliari de emisie, precum și a standardelor privind asigurarea calității măsurărilor este prezentată în tabelul (Asociația de Standardizare din România, <http://magazin.asro.ro>).

Tabel 5. Standarde privind măsurările în emisie

Număr standard	Denumire standard
Metode de măsurare a concentrațiilor de poluanți în emisii	
SR ISO 9096:2005	Emisii de la surse fixe. Determinare manuală a concentrației masice de pulberi 20-1000 mg/mc
SR EN 13284-1:2002 și 13284-1:2002/C91:2010	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice mici de pulberi. Partea 1: Metoda gravimetrică manuală
SR EN 13284-2:2005	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrațiilor masice scăzute de pulberi. Partea 2: Sisteme automate de măsurare în efluenții gazoși.
SR EN 13284-2:2005	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de dioxid de sulf. Caracteristici de performanță ale metodelor de măsurare automate
SR EN ISO 23210:2010 ver.eng.	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de PM10/PM2,5. Măsurare la concentrație joasă prin utilizarea impactorilor
SR ISO 7935:2005	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de dioxid de sulf. Caracteristici de performanță ale metodelor de măsurare automate
SR ISO 11632:2005	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de dioxid de sulf. Metoda prin cromatografie ionică
SR EN 14791:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de dioxid de sulf. Metodă de referință
SR ISO 10849:2006	Emisii ale surselor fixe. Determinarea concentrației masice de oxizi de azot. Caracteristicile de performanță ale sistemelor de măsurare automate
SR ISO 11564:2005	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de oxizi de azot. Metoda fotometrică cu naftiletildiamină
SR EN 14792:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de oxizi de azot (NOx). Metodă de referință: chemiluminiscentă

Tabel 6 (continuare)

Număr standard	Denumire standard
SR ISO 12039:2008	Emisii de la surse fixe. Determinarea monoxidului de carbon, dioxidului de carbon și oxigenului. Caracteristici de performanță și etalonare a sistemelor automate de măsurare
SR EN 15058:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de monoxid de carbon (CO). Metoda de referință: spectrometrie în infraroșu nedispersiv
SR EN 1948-1:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de PCDD/PCDF și PCB tip dioxină. Partea 1: Prelevare PCDD/PCDF
SR EN 1948-2:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de PCDD/PCDF și PCB tip dioxină. Partea 2: Extracție și purificare.
SR EN 13211:2003 și 13211:2003/AC:2005 (ver.eng.)	Calitatea aerului. Emisii de la surse fixe. Metoda manuală de determinare a concentrației de mercur total
SR EN 14884:2006	Calitatea aerului. Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației de mercur total: sisteme automate de măsurare
SR EN 14385:2004	Emisii ale surselor fixe. Determinarea emisiei totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, TI și V
SR EN 13526:2002	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice de carbon organic total gazos în efluenții gazoși reziduali de la sursele utilizatoare de solvenți. Metoda continuă cu detector de ionizare în flacără
SR EN 15446:2008	Emisii fugitive și difuze provenite de la diverse sectoare industriale. Măsurarea emisiilor fugitive de compuși gazoși provenite prin pierderi de la echipamente și conducte
SR EN 13649:2002	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației masice a compușilor organici gazoși individuali. Metoda cu cărbune activ și desorbția solvenților
Prelevare	
SR ISO 10396:2008	Emisii ale surselor fixe – Prelevare pentru determinarea automata a concentrațiilor de gaze
SR EN 15259:2008	Calitatea aerului. Măsurarea emisiilor surselor fixe. Cerințe referitoare la secțiuni și amplasamente de măsurare, precum și la obiectivul, planul și raportul de măsurare
Parametri auxiliari	
SR ISO 14164:2008	Emisii de la surse fixe. Determinarea debitului volumetric al efluenților gazoși în conducte. Metoda automată
SR EN 14789:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea concentrației volumice de oxigen (O ₂). Metodă de referință. Paramagnetism
SR EN 14790:2006	Emisii de la surse fixe. Determinarea vaporilor de apă în conducte

Tabel 6 (continuare)

Număr standard	Denumire standard
Asigurarea calitatii	
SR EN ISO 14956:2003	Calitatea aerului – Evaluarea aplicabilității unei proceduri de măsurare prin comparare cu o incertitudine de măsurare cerută (Specifică procedura QAL1)
SR EN 14181:2004	Emisii de la surse fixe. Asigurarea calității sistemelor automate de măsurare (Specifică procedurile QAL 2, QAL 3 și AST)
EN ISO 9169:2007	Calitatea aerului. Definirea și determinarea caracteristicilor de performanță ale unui sistem automat de măsurare
SR EN ISO/CEI 17025:2005 și 17025:2005/AC:2007	Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări
SR EN 15267-3:2008	Calitatea aerului. Certificarea sistemelor automate de măsurare. Partea 3: Criterii de performanță și proceduri de încercare pentru sistemele automate de măsurare pentru monitorizarea emisiilor de la surse fixe
SR CEN/TS 15674:2009 ver.eng.	Calitatea aerului. Măsurarea emisiilor de la surse fixe. Linii directe pentru elaborarea metodelor standardizate
CEN/TS 14793:2005	Stationary source emission - Intralaboratory validation procedure for an alternative method compared to a reference method.

Sursa: <http://magazin.asro.ro/>

a2. Metoda de măsurare continuă

Metoda furnizează date în timp real. Există două tipuri de tehnici:

- Aparatură cu *citire continuă montată in-situ* (sau in-line). Celula de măsurare este plasată în coș, în conductă sau chiar în efluent. Aceste instrumente nu necesită extragerea unei probe pentru a fi analizată, fiind bazate pe proprietăți optice. Întreținerea și calibrarea regulate sunt esențiale.



Figura 17. Aparatură monitorizare continuă

▪ Aparatură cu *citire continuă montată on-line* (sau extractivă) (Fig. 17.). Acest tip de instrumente extrage continuu probe de emisii de-a lungul liniei de prelevare, le transportă la o stație de măsurare unde probele sunt analizate continuu. Stația de măsurare poate fi montată în afara conductei, fiind necesară păstrarea integrității probei de-a lungul liniei. Acest tip de aparatură necesită adesea o anumită pretratare a probei.



Măsurătorile on-line

- Un sistem on-line are unele dintre atributele măsurătorilor test. Astfel, în coș este introdusă o sondă de prelevare, proba este condiționată înainte de a intra în analizor pentru determinarea concentrației.
- Sistemul include, de asemenea, măsurarea debitului volumic.
- Datele sunt transmise unui sistem de achiziție a datelor care calculează, stochează și organizează baza de date, inclusiv a datelor privind ratele de emisie.



Măsurătorile on-line

- În mod obișnuit, probele sunt prelevate pe intervale de câteva minute, iar rezultatele sunt mediate pe intervale orare sau pe alte intervale. Sistemul de monitorizare este supus periodic (de regulă, zilnic) calibrării și evaluării deviației față de zero.
- Ratele de emisie pe un anumit interval de timp (de exemplu, orar) se calculează prin înmulțirea concentrației poluantului cu debitul volumic al gazelor evacuate. Ratele de emisie anuale pot fi estimate utilizând concentrația poluantului și debitul anual de gaze evacuat în atmosferă.



Măsurătorile on-line - Avantaje

- furnizarea unui număr mult mai mare de date;
- furnizarea de date mai credibile din punct de vedere statistic;
- furnizarea de date care pot evidenția perioadele cu condiții de operare anormale.



Măsurătorile on-line - Dezavantaje

- costuri mult mai ridicate;
- utilitate redusă pentru procese foarte stabile;
- corectitudinea analizelor on-line poate fi mai redusă decât a analizelor de laborator discontinue;
- erori generate de mici erori potențiale care pot apărea în cursul multor pași din operațiile de prelevare și de analiză;
- reechiparea unui sistem de monitorizare continuă existent poate fi foarte dificilă sau chiar nepractică.

Determinarea concentrației poluanților atmosferici pe baza măsurătorilor directe prezintă marele avantaj al măsurării emisiilor în timp real în cursul operării procesului, fiind măsurători reale și nu calcule teoretice. Atunci când măsurătorile se efectuează în mod corespunzător, respectând toate principiile, criteriile și procedurile și luându-se toate precauțiile necesare, rezultatele acestora sunt cele mai corecte și cele mai de încredere dintre toate metodele de estimare a emisiilor.

a3. Exemple de calcul pentru estimarea emisiilor pe baza măsurătorilor directe



Exemplul 1. Calculul emisiei de NO₂ (măsurători discontinue)

Date de intrare:

- CNO₂ (concentrația de NO₂, măsurată în efluent): 1,0 ppmv (pe volum);
- V_{real} (debitul volumic al gazelor, măsurat, în condiții normale, t=0°C, p= 1 atm): 18,518 Nm³/s;
- U (umiditatea gazelor, măsurată): 10%.

Modul de calcul:

- **Pasul 1.** Se calculează debitul volumic al gazelor uscate:

$$V_{\text{uscat}} [\text{Nm}^3/\text{h}] = V_{\text{real}} \times (1 - 1/U) \times 3600$$

$$V_{\text{uscat}} = 18,518 \times (1 - 0,10) \times 3600 = 60000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

- **Pasul 2.** Se transformă concentrația măsurată, din ppmv în unități de masă pe volum:

$$C_{\text{NO}_2} [\text{kg}/\text{Nm}^3] = C_{\text{NO}_2}/V_M \times 10^{-6} \times M_{\text{NO}_2} \times (1000 \text{ l})/(1 \text{ m}^3) \times (1 \text{ kg}/1000 \text{ g})$$

unde:

$$M_{\text{NO}_2} = \text{masa molară a NO}_2 = 46 \text{ g/mol}$$

$$V_M = \text{volumul molar} = V/v = RT/p = 22,4 \text{ l/mol}$$

$$C_{\text{NO}_2} = (1/22,4 \times 10^{-6} \times 46 \times 1000/1) \times 1/1000 = 0,00000205 \text{ kg}/\text{Nm}^3$$

- **Pasul 3.** Se calculează debitul masic orar de NO₂:

$$D_{\text{NO}_2} [\text{kg}/\text{h}] = C_{\text{NO}_2} [\text{kg}/\text{Nm}^3] \times V_{\text{uscat}} [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

$$D_{\text{NO}_2} = 0,00000205 \times 60000 = 0,123 \text{ kg}/\text{h}$$

- **Pasul 4.** Se calculează emisia anuală de NO₂:

$$E_{\text{NO}_2} [\text{kg}/\text{an}] = D_{\text{NO}_2} [\text{kg}/\text{h}] \times N [\text{ore}/\text{an}]$$

$$E_{\text{NO}_2} = 0,123 \times 8600 = 1057,8 \text{ kg}/\text{an}$$

Notă:

În cazul în care debitul volumic măsurat al gazelor este exprimat pentru condiții reale (ex. t = 85°C, p = 1 atm.), adică în m³/s, volumul molar (V_M) se va corecta utilizând legea gazelor ideale:

$$pV = \nu RT$$

unde:

$$p = \text{presiunea gazului} [\text{Pa}];$$

$$V = \text{volumul gazului} [\text{m}^3];$$

$$\nu = \text{numărul de moli de gaz} [\text{kmol}] = m/M;$$

$$m = \text{masa gazului} [\text{kg}];$$

$$M = \text{masa molară a gazului} [\text{kg}/\text{kmol}];$$

$$R = \text{constanta universală a gazelor} [8314 \text{ m}^3 \text{ Pa kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}];$$

$$T = \text{temperatura absolută} [\text{K}].$$

În condițiile de mai sus:

$$T = 273 + 85 = 358 \text{ K}$$

$$V_M = V/v = RT/p = 0,08205 \times 358 / 1 = 29,374 \text{ l/mol}$$



Exemplul 2. Calculul emisiilor (măsurători continue)

- **Pasul 1.** Obținerea datelor furnizate de sistemul de monitorizare continuă a emisiilor (se vor utiliza doar șiruri de date validate).

Ora	O ₂ [%V]	Consum [kg/h]	Debit volumic gaze [Nm ³ /min]	Concentrații măsurate [mg/Nm ³]			Debite masice calculate [kg/h]		
				SO ₂	NO _x	CO	SO ₂	NO _x	CO
4:00	2,9	2950	639,2	1520	188	20,2			
4:10	2,8	2875	622,9	1516	203	20,9			
4:20	3,1	3007	666,7	1493	211	18,6			
4:30	2,7	3046	660,0	1556	179	19,5			
4:40	2,7	2899	628,1	1493	192	21,7			
4:50	2,5	3003	650,7	1561	224	17,4			
5:00	2,8	2989	647,6	1499	206	19,9			
Debit masic orar mediu							58,94	7,718	0,762

- **Pasul 2.** Calcularea debitelor volumice medii (V_{gaze}) ale gazelor evacuate și a concentrațiilor medii (C_{poluant}) ale poluanților pentru un interval de o oră.

Notă:

Se face ipoteza că fiecare citire este valabilă timp de 9 minute și 59 secunde. Citirile dintre orele 4:00 și 4:50 (6 valori) au fost utilizate pentru estimarea debitelor masice orare ale emisiilor de poluanți asociate orei 4. Citirea de la ora 05:00 va fi luată în calcul pentru ora următoare.

$$V_{\text{gaze}} [\text{Nm}^3/\text{min}] = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6)/6$$

$$V_{\text{gaze}} = (639,2 + 622,9 + 666,7 + 660,0 + 628,1 + 650,7)/6 = 644,6 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

unde:

$V_1 \div V_6$ - valorile măsurate ale debitelor volumice de gaze în interval de o oră

$$C_{\text{poluant}} = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6)/6$$

unde:

$C_1 \div C_6$ - valorile măsurate ale concentrațiilor unui poluant în interval de o oră

Concentrațiile medii orare calculate ale celor trei poluanți măsurați sunt:

$$CSO_2 = (1520 + 1516 + 1493 + 1556 + 1561 + 1499)/6 = 1524,167 \text{ mg/Nm}^3$$

$$CNO_x = (188 + 203 + 211 + 179 + 192 + 224)/6 = 199,5 \text{ mg/Nm}^3$$

$$CCO = (20,2 + 20,9 + 18,6 + 19,5 + 21,7 + 17,4)/6 = 19,717 \text{ mg/Nm}^3$$

- **Pasul 3.** Calcularea debitelor masice orare ale poluanților cu relația:

$$E_{\text{poluant}} [\text{kg/h}] = C_{\text{poluant}} \times V_{\text{gaze}} \times 60 \times 10^{-6}$$

unde:

E_{poluant} = debitul masic orar al poluantului [kg/h]

C_{poluant} = concentrația medie orară a poluantului [mg/Nm³] calculată la

pasul 2

V_{gaze} = debitul volumic mediu al gazelor evacuate pe coș [Nm³/minut]

calculat la **pasul 2**

60 = factor de transformare asociat timpului de mediere de 1 minut [60 min/h]

10^{-6} = factor de transformare asociat masei poluantului (1 mg = 10^{-6} kg)

Valorile obținute pentru cei trei poluanți sunt prezentate în tabel.

b. Determinarea emisiilor prin bilanț de masă

Bilanțul de masă constă în aplicarea legii conservării masei pentru o instalație, un proces sau un echipament, rezultatele putând fi utilizate pentru estimarea emisiilor asociate instalațiilor, proceselor, echipamentelor.

În mod normal, procedura ia în considerare intrările, acumulările, ieșirile și transformările (reacții chimice de generare sau de distrugere) substanței de interes, diferența reprezentând evacuările în mediu. În cazul în care nu există acumulări sau transformări, toate materialele intrate în sistem trebuie să iasă.

Emisiile se determină ca diferență între intrări și ieșiri, acumulările și diminuările fiind incluse în calcule.

În cazul în care o parte din materialele intrate în proces sunt transformate (reacții chimice) metoda bilanțului de masă este dificil de aplicat, fiind necesare bilanțuri ale elementelor chimice.

Ecuția generală care poate fi utilizată pentru determinarea emisiilor prin bilanț de masă este:

$$M_{\text{intrată}} = M_{\text{acumulată/diminuată}} + M_{\text{ieșită}} + M_{\text{incertitudini}}$$

unde:

$M_{\text{intrată}}$ = masa compusului în materiile prime intrate în proces

$M_{\text{acumulată/diminuată}}$ = masa compusului acumulată sau diminuată în sistem

$M_{\text{ieșită}}$ = masa compusului în produsul finit și cea emisă în aer ($M_{\text{ieșită}} = M_{\text{produs}} + M_{\text{emisă}}$)

$M_{\text{incertitudini}}$ = incertitudini (exprimate în masă a compusului)

Pentru un amplasament /proces/echipament ecuația este de forma:

$$\text{Intrări} = \text{produse} + \text{transferuri} + \text{acumulări} + \text{emisii} + \text{incertitudini}$$

Atunci când se utilizează bilanțul de masă trebuie avută o grijă deosebită, deoarece deși par metode foarte simple pentru estimarea emisiilor, de regulă acestea prezintă o diferență între intrări și ieșiri, deși sunt incluse incertitudinile.

Bilanțurile de masă sunt utilizabile numai dacă pot fi determinate corect cantitățile intrate, ieșite și asociate incertitudinilor. Incorectitudinile asociate fiecărui traseu al materialului sau alte activități inerente în manevrarea acestuia pot conduce la diferențe mari pentru emisiile totale. O eroare minoră într-o etapă de operare poate afecta semnificativ estimarea emisiilor.

De exemplu, mici erori în datele sau în parametrii calculați care includ pe cei utilizați pentru calculul elementelor de masă necesare ecuației bilanțului de masă (presiune, temperatură, debit, eficiență sistem control emisii) pot determina erori potențial majore în estimările finale.

În plus, atunci când se efectuează prelevări de materiale intrate sau ieșite, există posibilitatea ca probele să nu fie reprezentative, ceea ce va contribui la amplificarea incertitudinilor. În unele cazuri, incertitudinile combinate sunt cuantificabile, ceea ce poate servi la determinarea adecvanței valorilor pentru utilizarea dorită.

Bilanțurile de masă reprezintă totuși o alternativă la măsurarea directă a emisiilor în aer, care este scumpă și dificil de realizat. În cazul în care se pot măsura alți parametri (cantitatea de compus încorporată în produs, cantitatea convertită chimic, conținutul în deșeurile lichide și solide), bilanțul ar reprezenta emisiile în aer.

Astfel, cantitatea de compus care intră în proces sau în echipament poate fi măsurată sau calculată corect, precum și cantitatea care iese ca produs. Poluanții care părăsesc procesul pot fi măsurați cu o corectitudine rezonabilă în deșeurile lichide și solide, rămânând astfel de estimat emisiile în aer.

Datele referitoare la analizele de combustibil reprezintă un bun exemplu pentru modul în care abordarea bilanțului de masă poate fi utilizată în estimarea emisiilor. De exemplu, dacă se cunoaște concentrația unui poluant sau a unui precursor în combustibil, emisiile aceluia poluant sau precursor pot fi calculate presupunând că întreaga cantitate de poluant este emisă înainte de aplicarea sistemului de control (reducere) al emisiilor. Această abordare este adecvată pentru poluanți cum sunt SO₂ și compușii organici volatili (COV). Trebuie menționat că unii poluanți necesită analize ulterioare în scopul determinării părții emise în atmosferă, deoarece unii dintre aceștia pot rămâne în diferite stări fizice sau chimice (de ex., în cenușă) și nu sunt emiși în atmosferă.

Exactitatea estimărilor de emisii bazate pe bilanțuri de masă depinde de tipul de sursă. Astfel, metodele bazate pe bilanțuri de masă pot fi metode preferabile pentru unele surse, cum sunt pierderile de solvenți de la vopsire și de la utilizarea solvenților. Aceste metode nu sunt adecvate pentru o serie întreagă de surse, așa cum sunt cazurile în care au loc transformări chimice care apar în proces.

Metodele bazate pe bilanțuri de masă pot lua sau nu în considerare sistemele pentru controlul emisiilor, acest lucru depinzând de sistemul, de procesul sau de operația la care se aplică bilanțul.

Este necesar ca, atunci când se efectuează calculele bilanțului de masă să se ia în considerare efectul sistemului pentru controlul (reducerea) emisiilor.

Avantajele metodei constau în simplitatea acesteia, în ușurința cu care poate fi efectuată, în costurile foarte reduse și în faptul că nu sunt necesare măsurători complexe (multe dintre datele necesare aplicării metodei se înregistrează în mod curent într-o unitate industrială, fiind date de proces sau date necesare pentru alte scopuri).

Metoda bazată pe bilanțuri de masă nu se va utiliza pentru sisteme mult mai complexe, cu excepția situațiilor în care pot fi asigurate măsurători exacte ale mărimilor implicate.

Dezavantajul major al metodei constă în precizia potențial mai redusă. Astfel, adesea emisiile de poluanți în aer reprezintă cea mai redusă componentă a bilanțului de materiale. Măsurarea altor componente prezintă erori mici, dar care se pot discerne. Acestea determină erori în estimarea termenului care reprezintă emisiile în aer. Prin urmare este posibil ca bilanțul să se închidă cu valori ale emisiilor în aer nejustificat de mari sau de mici, doar din cauza erorilor implicate în măsurarea altor parametri.

Există posibilitatea ca aceste erori să fie mai mari decât emisiile în sine. Astfel, este posibil să se măsoare cantități ale compusului de interes în produs, în deșeuri, etc., ale căror valori totale să conducă la o masă a ieșirilor mai mare decât cea a intrărilor. Aceasta ar determina o valoare negativă a emisiilor, invalidându-se astfel întregul bilanț de masă.

Bilanțurile de masă se folosesc pentru estimarea emisiilor numai în cazul unor sisteme simple, în cadrul cărora nu există mai multe traiectorii ale substanțelor, iar acestea sunt ușor de măsurat, precum și în cazul unor sisteme pentru care componenta emisiilor în aer are valori semnificative.

b1. Exemple de calcul pentru estimarea emisiilor pe baza bilanțurilor de masă

Un exemplu de sistem pentru care se pot utiliza bilanțurile de masă este un sistem în care se desfășoară procese de vopsire. În acest caz, toată cantitatea de solvent conținută în vopseala aplicată se evaporă în aer, pe suprafața pe care s-a efectuat aplicarea rămânând numai fracția solidă. Ca urmare, emisiile de COV sunt egale cu întreaga fracție de solvent din vopsea.



Exemplul 1. Calculul emisiilor de compuși organici volatili totali (COV_{totali}) rezultați dintr-o activitate de vopsire

Date de intrare

Materii prime intrate (vopsea):

- 1000 kg/an vopsea tip 1 cu un conținut de solvenți organici de 40%;
- 2000 kg/an vopsea tip 2 cu un conținut de solvenți organici de 70%.

Cabina de vopsire și de uscare este dotată cu o instalație de captare a vaporilor de solvenți organici racordată la un sistem pentru controlul (reducerea) emisiilor cu adsorbție (cărbune activ), având o eficiență de 90%.

- **Pasul 1.** Se efectuează bilanțul de masă pentru solvenți, utilizând relația:

$$M_{\text{intrată}} = M_{\text{acumulată/diminuată}} + M_{\text{produs}} + M_{\text{emisă}} + M_{\text{incertitudini}}$$

Rezultă că:

$$M_{\text{emisă}} = M_{\text{intrată}} - (M_{\text{acumulată/diminuată}} + M_{\text{produs}} + M_{\text{incertitudini}})$$

În cazul considerat valorile termenilor din relația de mai sus sunt:

- $M_{\text{intrată}}$ - suma cantităților de solvent conținute în cele două tipuri de vopsele

$$M_{\text{intrată}} = 400 + 1400 = 1800 \text{ kg/an}$$

- $M_{\text{acumulată/diminuată}}$ - masa solvenților acumulată sau diminuată în sistem

În sistem nu au loc transformări: $M_{\text{acumulată/diminuată}} = 0 \text{ kg}$.

- M_{produs} - masa compusului în produsul finit

În cazul de față produsul reprezentând vopseaua uscată de pe suprafețele vopsite, acesta nu conține solvenți: $M_{\text{produs}} = 0 \text{ kg}$,

- $M_{\text{incertitudini}}$ - incertitudini (exprimate în masă a compusului)

Nu există incertitudini deoarece solvenții organici conținuți în vopsea se evaporă integral: $M_{\text{incertitudini}} = 0 \text{ kg}$.

Rezultă că din procesul de vopsire (aplicare și uscare) se emit în incinta cabinei de vopsire:

$$M_{\text{emisă}} = 1800 - (0 + 0 + 0) = 1800 \text{ kg COV}_{\text{totali}}/\text{an}$$

- **Pasul 2.** Se calculează emisiile ținând cont de eficiența instalațiilor pentru controlul (reducerea) emisiilor.

Cantitatea de 1800 kg COV_{totali}/an este captată și introdusă în sistemul cu adsorbție care are o eficiență de 90% pentru reducerea emisiilor. Rezultă că emisia de COV_{totali} în atmosferă este:

$$M_{\text{emisă în atmosferă}} = 1800 \times (1 - 0,90) = 180 \text{ kg COV}_{\text{totali}}/\text{an}$$



Exemplul 2. Calculul emisiei de SO_2 de la un cazan care funcționează cu combustibil lichid (se cunoaște cantitatea de combustibil arsă și conținutul de sulf din combustibil)

Date de intrare

Se consideră conversia completă a sulfului la SO_2 , adică pentru 1 kg se sulf ($M_S = 32$) ars se emit 2 kg de SO_2 ($M_{\text{SO}_2} = 64$).

- cantitatea orară de combustibil arsă (Q) = 3000 kg/h
- conținutul de sulf din combustibil, exprimat în procente de masă (C) = 1,3%
- număr anual ore de funcționare (N) = 6000 ore/an.

Calcule

Se efectuează bilanțul de masă pentru SO_2 , utilizând relația:

$$E_{\text{SO}_2} [\text{kg/an}] = Q \times (C/100) \times (M_{\text{SO}_2}/M_S) \times N$$

Rezultă că emisia anuală de SO_2 va fi:

$$E_{\text{SO}_2} = 3000 \times (1,3/100) \times (64/32) \times 6000 = 468000 \text{ kg/an}$$

b. Metode bazate pe estimări tehnologice

Estimarea emisiilor de la procese industriale poate fi efectuată pe baza unor ecuații complexe sau modele teoretice. Estimările pot fi făcute prin calcule bazate pe proprietățile fizice/chimice ale substanțelor (de ex., presiunea de vapori) și pe relații matematice (de ex., legea gazelor ideale).

În numeroase cazuri, evaluările bazate pe raționamente de inginerie tehnologică reprezintă cele mai adecvate abordări pentru determinarea factorilor de proces și a valorilor cantitative de bază.

Emisiile pot fi estimate pe baza principiilor și raționamentelor ingineresti, prin utilizarea cunoașterii asupra proceselor chimice și fizice implicate, a caracteristicilor de proiectare ale sursei și a legilor fizice și chimice aplicabile.

Precizia acestor estimări depinde de complexitatea procesului și de nivelul de înțelegere a comportării emisiilor. Aplicarea unei metode de estimare bazată pe inginerie tehnologică trebuie să respecte următoarele principii:

- analiza tuturor datelor relevante pentru sursa respectivă și pentru sectorul în care se operează;
- utilizarea acestor date pentru obținerea unor aproximări grosiere și rafinarea lor pe baza principiilor ingineresti, astfel încât datele să devină adecvate unor estimări mai precise;
- utilizarea unor metode de calcul alternative, atunci când este posibil, pentru verificarea fiecărui nivel de aproximare;

- păstrarea documentațiilor asupra tuturor informațiilor pentru rafinarea ulterioară a emisiilor, atunci când vor deveni disponibile date mai precise.

Utilizarea ecuațiilor specifice ingineriei tehnologice și a modelelor de calcul pentru estimarea emisiilor necesită date de intrare corespunzătoare disponibile. Modelele furnizează, de regulă, estimări rezonabile dacă acestea se bazează pe ipoteze corecte și sunt validate, precum și dacă modelul corespunde cazului studiat, iar datele de intrare sunt adecvate și specifice pentru instalația respectivă.

c1. Ecuații specifice pentru estimarea emisiilor

Există o serie de ecuații pentru estimarea emisiilor dintr-un proces bazate pe proprietățile fizice și chimice ale substanțelor și pe gradul de volatilizare a acestora în timpul procesării. Acestea sunt specifice pentru evaluarea a ceea ce “*se întâmplă*” în mod real într-un reactor, într-un rezervor etc. Există, de asemenea, ecuații cu ajutorul cărora se poate estima gradul de volatilizare a diferiților compuși în funcție de diferiți factori externi (temperatură, presiune, etc.).

Ecuațiile au utilitatea cea mai largă în industria chimică și în industria farmaceutică, urmărind emisiile de la o multitudine de faze din cadrul fiecărui proces, cum sunt: adăugarea de materii prime în reactor, formarea produsului, izolarea și îndepărtarea subproduselor și a altor impurități.

Cele mai multe dintre ecuațiile utilizate pentru estimarea emisiilor derivă din legea gazelor ideale și din legea lui Raoult, astfel:

$$E = \{(V)/[(R) \times (T)]\} \times \sum_{i=1}^n [(P_i \times M_i)]$$

unde:

E = masa compusului emis

V = volumul de gaz dislocuit din recipient

R = constanta universală a gazelor

T = temperatura absolută din spațiul de vapori al recipientului

Pi = presiunea parțială a fiecărui compus

Mi = masa moleculară a fiecărui compus

n = numărul de compuși

i = indice de identificare a fiecărui compus.

Volumul gazului dislocuit din recipient și presiunile parțiale ale compușilor trebuie determinate cu alte ecuații, pe baza proprietăților fiecărui compus și a datelor referitoare la faza de proces.

Există programe de calcul disponibile pentru estimarea emisiilor pe baza unor serii de date de intrare chimice și fizice. Aceste programe includ:

- o bază de date privind informații din domeniul chimiei;
- o bază de date privind echipamentele de proces și pentru controlul (reducerea) emisiilor de poluanți;
- o bază de date privind fazele proceselor tehnologice;
- o bază de date pentru estimarea emisiilor care include calcule pentru fiecare proces și pentru un set de substanțe chimice.

Avantajul utilizării ecuațiilor constă în faptul că, deși sunt obținute teoretic, acestea sunt considerate corecte în comparație cu măsurătorile.

După ce programul este instalat, emisiile pot fi calculate rapid și în mod consecvent. De asemenea, cu ajutorul acestuia pot fi elaborate diferite scenarii.

Dezavantajul constă în faptul că poate fi necesară aplicarea ecuațiilor pentru zeci de faze ale procesului având asociate emisii potențiale, ceea ce va implica colectarea sau estimarea unor volume enorme de date de proces, comportând timp și eforturi suplimentare. Programele de calcul pot facilita această activitate. De asemenea, deoarece estimările derivă din ecuații care sunt corecte numai în condiții ideale, nu se știe dacă emisiile estimate cu aceste metode sunt sau nu conservative.

d. Modele pentru estimarea emisiilor

Modelele pentru estimarea emisiilor necesită, în general, date de intrare detaliate, cum sunt specificațiile echipamentelor, procesele și condițiile de mediu, alți factori care pot influența emisiile.

În general, aceste modele conțin și date de intrare prestabilite, cum sunt datele meteorologice, care pot fi utilizate atunci când nu se dispune de informații specific amplasamentului. Aceste date prestabilite trebuie analizate cu grijă pentru a stabili reprezentativitatea pentru condițiile locale. Estimările rezultate trebuie revizuite pentru a se asigura că sunt precise.

Unele dintre cele mai cunoscute modele sunt modelele US EPA:

- **TANKS Emissions Estimation Software Version 4.09D** (<http://www.epa.gov/ttnchie1/software/tanks>) utilizat la calculul emisiilor

de COV de la rezervoarele de stocare. Modelul TANKS necesită informații privind construcția rezervorului de stocare și privind lichidul stocat. Programul utilizează o bază de date cu informații pentru mai mult de 100 substanțe chimice organice lichide și o bază de date meteorologice pentru mai mult de 240 orașe din S.U.A., având capacitatea de a calcula emisiile pentru fiecare compus dintr-un amestec cărui i se cunoaște compoziția, precum și de a estima emisiile de la stocarea țițeiului și a unor produse petroliere rafinate. În final elaborează un raport asupra emisiilor de COV estimate

• **Landfill Gas Emissions Model –LandGEM** (www.epa.gov/ttn/catc/dir1/landgem-v302.xls) pentru estimarea emisiilor de metan, dioxid de carbon, compuși organici nemetanici și alți poluanți generați de depozitele de deșeuri solide municipale.

- BEIS (biogenics)
- MECH (PM emissions from road, ag.)
- PM Calc (PM_{2.5} emissions)
- MOBILE6 / EMFAC2000
- OFFROAD Model
- BEIS - or the biogenics models - estimates a number of substances from vegetation - primarily isoprenes and monoterpenes.
- PM Calc - estimates PM₁₀ and PM_{2.5} from total particulate mainly for point sources
- MOBILE6/EMFAC2000
- Off road model - construction equipment, trains, ship, recreation vehicles

e. Metode bazate pe factori de emisie

Factorii de emisie reprezintă valori numerice care, în general, înmulțite cu rata unei activități permit estimarea emisiilor asociate acelei activități. Factorii de emisie se utilizează pornind de la ipoteza că, de exemplu, toate unitățile industriale cu aceleași linii de producție au aceeași structură a emisiilor.

Factorii de emisie sunt disponibili pentru o multitudine de categorii de surse și se bazează, în general, pe rezultatele măsurărilor efectuate la una sau la mai multe instalații dintr-un anumit sector de activitate. Aceste informații pot fi utilizate pentru a se face legătura dintre cantitatea de material emis și o anumită mărime care caracterizează activitatea (de ex., pentru instalații de ardere, factorii de emisie se bazează

pe cantitatea și pe tipul de combustibil utilizat sau pe cantitatea de energie termică generată).

În absența altor informații, pentru estimarea emisiilor pot fi utilizați factori de emisie prestabiliți (din literatura de specialitate).

De-a lungul timpului s-au elaborat și s-au publicat un număr tot mai mare de factori de emisie pentru o diversitate de echipamente și de procese. Aceștia conduc la facilitarea activității de estimare a emisiilor, precum și la crearea unui numitor comun care să permită mai multor operatori să utilizeze aceiași factori de emisie.

Factorii de emisie sunt elaborați și publicați de organizații/agenții de mediu guvernamentale (de exemplu, US EPA, EPA Australia, American Petroleum Institute –API etc.) sau de organizații/agenții internaționale (EMEP/EEA, OECD, CONCAWE, World Resources Institute – WRI etc.), precum și de producători de echipamente sau de asociații comerciale.

Factorii de emisie sunt prezentați, în cele mai multe cazuri, în valori normalizate cum sunt: g/GJ, g/kg combustibil, kg/t produs etc.

Estimarea emisiilor pe baza factorilor de emisie necesită date cu privire la activitatea avută în vedere, exprimate în consumuri de combustibil, producție, etc.

Relația generică pentru estimarea emisieii unui poluant generat de o activitate/instalație este:

$$RE_{\text{Poluant}} = FE_{\text{poluant}} \times RA$$

unde:

RE_{Poluant} - rată emisie poluant (masă/timp)

FE_{poluant} - factor de emisie poluant (masă/unitate material trecut prin instalație)

RA - Rată activitate (material trecut prin instalație/timp).

Reprezentarea simplificată este prezentată în Figura 18.

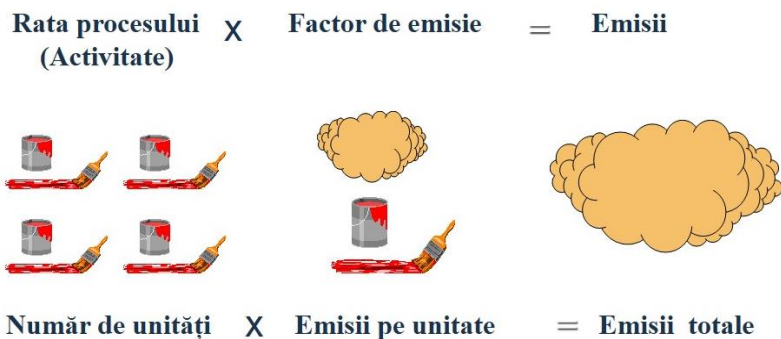


Figura 18. Reprezentarea simplificată a metodei bazată pe factori de emisie

În general, pentru o activitate sau pentru o instalație sunt stabiliți factorii de emisie pentru poluanții relevanți.

Principalul criteriu care trebuie luat în considerare în procesul de selectare a unui factor de emisie este gradul de similaritate dintre echipamentul sau procesul selectat pentru aplicarea factorului și echipamentul/procesul pentru care a fost stabilit factorul de emisie.

Unii dintre factorii de emisie publicați au asociate coduri de precizie de la A la E, codurile A sau B indicând un grad mai mare de certitudine decât codurile D sau E. Cu cât gradul de certitudine este mai redus, cu atât factorul de emisie este mai puțin reprezentativ pentru tipul respectiv de sursă.

Factorul de emisie elaborat pe baza măsurătorilor pentru un anumit proces poate fi utilizat adesea pentru estimarea emisiilor din alte amplasamente. În cazul în care într-o unitate se desfășoară mai multe procese similare ca operare și ca dimensiuni, iar emisiile au fost măsurate la o singură sursă asociată procesului, se poate stabili un factor de emisie care să fie aplicat unor surse similare.

Un aspect care poate greva gradul de precizie a rezultatelor este legat de sistemele pentru controlul (reducerea) emisiilor. Astfel, pentru factorii de emisie se specifică, de cele mai multe ori, dacă sunt stabiliți pentru emisii controlate (surse dotate cu sisteme de reducere a emisiilor) sau necontrolate. Pentru factorii de emisie asociați surselor controlate este necesară selectarea factorului de emisie reprezentativ pentru sursă și pentru poluant. În unele situații, pentru o sursă care poate fi controlată sunt disponibili numai factori de emisie caracteristici acelei surse, dar fără sisteme de control. Soluția este verificarea existenței și a tipului sistemului de control, iar în cazul existenței acestuia, corectarea factorului de emisie prin utilizarea eficienței adecvate a sistemului de control pentru poluantul urmărit. Selectarea eficienței poate fi făcută pe baza datelor disponibile în diferite documentații, dar trebuie făcută cu grijă pentru a evita erori suplimentare.

Avantajul metodelor bazate pe factori de emisie constă, ca și în cazul celor bazate pe bilanțuri de masă, în simplitatea acestora, ceea ce permite utilizatorului să estimeze relativ ușor emisiile. De asemenea, metodele bazate pe factori de emisie conferă avantajul comparabilității rezultatelor.

Dezavantajul constă în faptul că acestea sunt aplicabile, totuși, unui număr relativ limitat de situații sau de instalații/părți ale unei instalații care funcționează constant într-un anumit mod. Un factor de emisie nu poate fi utilizat pentru un proces care variază în funcționare și în profilul emisiilor. În multe cazuri, factorii de emisie se bazează pe măsurători efectuate la echipamente utilizate în urmă cu mai mulți ani, ale căror

proiecte țineau mai puțin seama de necesitățile privind reducerea emisiilor. Pe de altă parte, factorii de emisie furnizați de producătorii de echipamente reprezintă o singură unitate sau un grup de unități similare. În plus, furnizorii de echipamente care utilizează factorii de emisie proprii ca o garanție că nu vor fi necesare costuri suplimentare au tendința de a elabora factori de emisie mai mari.

În ambele situații, factorii de emisie tind să fie conservativi (să supraestimeze emisiile) și nu foarte preciși. Emisiile conservative pot fi avantajoase pentru a se asigura că emisiile reale de la un echipament nu vor fi mai mari decât cele estimate cu factorul de emisie. Cu toate acestea, emisiile conservative pot constitui un prejudiciu pentru precizia necesară sau pentru conformarea cu valorile limită, conducând la măsuri mai stricte care, în mod real nu sunt necesare.

f. Metode bazate pe parametri surogat

Emisiile de poluanți de la anumite instalații/echipamente sau de la anumite activități pot fi estimate prin utilizarea unor parametri surogat. Există două categorii de parametri surogat care se folosesc pentru elaborarea inventarelor de emisii:

- parametri surogat utilizați în locul valorilor de emisii măsurate direct, aplicabili unor instalații/echipamente și procese industriale;
- parametri surogat utilizați în locul datelor directe referitoare la rata unei activități, denumiți, de regulă, date surogat, aplicabili unor activități pentru care datele directe sunt indisponibile sau sunt afectate de incertitudini majore.

f1. Parametri surogat pentru instalații industriale

Parametrii surogat pentru instalații/procese industriale reprezintă mărimi măsurabile sau cuantificabile prin calcul care pot fi legate, direct sau indirect, de măsurătorile obișnuite ale poluanților și care pot fi monitorizate și utilizate în loc de valorile directe ale emisiilor de poluanți, în unele scopuri practice. Utilizarea parametrilor surogat, în mod individual sau în combinație cu alții poate furniza o imagine suficient de bună a naturii și mărimii emisiilor.

În mod normal, un parametru surogat este un parametru ușor și sigur de măsurat sau de calculat, care indică diferite aspecte ale unui proces, cum sunt: consumurile, producția de energie, temperaturile, datele privind volumele de deșeuri sau concentrațiile de gaze. Un parametru

surogat poate indica dacă o valoare limită de emisie este respectată, dacă acesta este menținut într-o anumită plajă.

Dacă se propune ca un parametru surogat să fie utilizat pentru a determina valoarea unui alt parametru de interes este necesar a se demonstra, identifica și documenta foarte clar relația dintre aceștia.

Un parametru surogat este util pentru înlocuirea valorilor directe de monitorizare în scopul evaluării emisiilor, numai dacă:

- este strâns și în mod consecvent legat de o valoare directă a emisiei;
- este mai economic sau mai facil de monitorizat decât valoarea directă sau furnizează informații mai frecvente;
- poate fi legat de valorile limită;
- condițiile de proces, atunci când parametrii surogat sunt disponibili, sunt aceleași atunci când se solicită măsurători directe;
- autorizația de mediu permite utilizarea unui parametru surogat pentru monitorizare și precizează tipul/forma acestuia, implicând faptul că orice incertitudine suplimentară trebuie să fie nesemnificativă pentru decizii de reglementare;
- este descris în mod adecvat, incluzând evaluări periodice și confirmări.

Există o serie de practici care sprijină o bună utilizare a parametrilor surogat, și anume:

- implementarea unui sistem de întreținere adecvat;
- implementarea unui sistem de management al mediului;
- existența unei baze de date corespunzătoare referitoare la măsurătorile efectuate de-a lungul timpului;
- limitarea producției sau a sarcinilor la care funcționează instalația.

f2. Categorii de parametri surogat

În funcție de intensitatea legăturii dintre emisii și parametrii surogat, aceștia se clasifică în trei categorii:

- parametri surogat cantitativi;
- parametri surogat calitativi;
- parametri surogat indicativi.

Parametrii surogat cantitativi furnizează o imagine cantitativă adecvată a emisiilor și pot substitui măsurătorile directe. De exemplu:

- evaluarea COV_{totali} în locul componentelor individuali atunci când compoziția efluentului este constantă;
- calculul concentrațiilor de poluanți din gazul rezidual din compoziția și consumul de combustibil, materii prime și aditivi și din debitele efluentului;
- măsurarea continuă a particulelor ca un bun indicator al emisiilor de metale grele.

Parametrii surogat calitativi furnizează informații calitative adecvate privind compoziția emisiilor. De exemplu:

- temperatura în camera de ardere a unui incinerator și timpul de rezidență (sau debitul efluentului);
- temperatura catalizatorului dintr-un incinerator catalitic;
- măsurarea concentrației de CO sau de COV_{totali} în efluentul de la un incinerator;
- temperatura gazului de la o unitate de răcire.

Parametrii surogat indicativi furnizează informații privind operarea unei instalații sau a unui proces și, prin urmare, furnizează o imagine indicativă a emisiilor. De exemplu:

- temperatura efluentului gazos de la un sistem de condensare;
- căderea de presiune și inspecția vizuală a unui filtru cu saci textili.

Exemple de instalații care utilizează parametri surogat pentru monitorizare:

- Cuptoare:
 - ✓ calculul conținutului de SO_2 (cantitativ);
- Incineratoare termice:
 - ✓ temperatura în camera de ardere (calitativ);
 - ✓ timpul de rezidență (sau debitul efluentului) (indicativ);
- Incineratoare catalitice:
 - ✓ temperatura catalizatorului (indicativ);
 - ✓ timpul de rezidență (sau debitul efluentului) (indicativ);
- Electrofiltre:
 - ✓ debit efluent (indicativ);
 - ✓ tensiunea (indicativ);
 - ✓ particulele reținute (indicativ);

- Scrubere umede pentru particule:
 - ✓ debit efluent (indicativ);
 - ✓ presiunea din sistemul de conducte pentru lichidul de spălare (indicativ);
 - ✓ funcționarea pompelor/debitul lichidului de spălare (indicativ);
 - ✓ temperatura gazului epurat (indicativ);
 - ✓ căderea de presiune în scrubber (indicativ);
 - ✓ inspecția vizuală a gazului epurat (indicativ).

Avantaje ale utilizării parametrilor surogat:

- reducerea costurilor;
- posibilitatea unor informații continue mai multe decât măsurătorile directe;
- monitorizarea mai multor puncte de evacuare cu resurse egale sau mai mici;
- obținerea, uneori, a unor valori mai precise decât măsurătorile directe;
- furnizarea unor avertizări urgente ale unor condiții sau emisii anormale (de ex., scăderea temperaturii în camera de ardere a unui incinerator poate conduce la creșterea emisiilor de dioxine);
- obținerea, uneori, a unor valori mai precise decât măsurătorile directe;
- întreruperea mai puțin frecventă a operării decât măsurătorile directe;
- posibilitatea combinării informațiilor din mai multe măsurători directe, furnizând o imagine mai completă a performanței procesului (de ex., măsurarea temperaturii poate fi utilă pentru eficiența energetică, emisiile de poluanți, controlul procesului și amestecarea materiilor prime);
- recuperarea datelor de monitorizare corupte.

Dezavantaje:

- resurse necesare pentru calibrare față de măsurătorile directe;
- furnizarea de măsurători relative în loc de valori absolute;
- valabili numai pentru o plajă restrânsă de condiții de proces;
- posibilitatea ca publicul să aibă o încredere mai redusă decât în măsurătorile directe;

- posibilitatea ca uneori să fie mai puțin preciși decât măsurătorile directe;
- posibilitatea să nu poată fi utilizați pentru reglementare.

f3.Date surogat pentru determinarea ratei unei activități

Datele surogat pentru determinarea ratei unei activități reprezintă date și informații pe baza cărora se pot calcula datele de intrare (ratele activităților) necesare pentru estimarea emisiilor pe baza factorilor de emisie, în forma cerută de aplicarea acestor factori.

Datele surogat pentru determinarea ratei unei activități sunt necesare atunci când datele directe nu sunt disponibile sau sunt afectate de incertitudini majore.

Utilizarea datelor surogat, în mod individual sau în combinație cu altele poate conduce la obținerea unor date privind ratele activității care să permită obținerea unor rezultate suficient de bune ale emisiilor.

Una dintre activitățile pentru care se utilizează frecvent date surogat pentru calculul emisiilor de poluanți este reprezentată de arderea combustibililor în surse de mică putere, sursele asociate acestei activități fiind tratate ca surse de suprafață. În aceste cazuri, rata activității și factorul de emisie trebuie să se determine la același nivel de agregare, în funcție de disponibilitatea datelor. Rata activității ar trebui determinate pentru unitatea teritorială luată în considerare, utilizând date statistice adecvate, și anume, consumurile de combustibili pentru sursele avute în vedere, în funcție de tipurile de instalații. Acest aspect este relevant în special pentru încălzirea rezidențială și, mai ales, pentru combustibilii solizi și lichizi utilizați în acest scop. Datele necesare nu sunt disponibile, de cele mai multe ori, în anuarele statistice.

Pentru determinarea consumurilor de combustibili se pot utiliza date surogat, a căror calitate trebuie să respecte două criterii:

- nivelul de corelare – datele surogat trebuie să fie legate direct de datele necesare, și anume, consumul de combustibil pentru încălzirea locuințelor să derive din necesarul termic al acestora;
- nivelul de agregare – datele surogat trebuie să aibă același nivel de agregare (rezoluție spațială, a domeniului și sezonieră).

Exemple de date surogat care pot fi utilizate pentru determinarea consumurilor de combustibil pentru încălzirea rezidențială sunt:

- ✓ numărul de locuitori;
- ✓ densitatea populației;
- ✓ zona ocupată de locuințe;

- ✓ tipul de locuință (locuință individuală, locuință semicolectivă, locuință colectivă);
- ✓ numărul de locuințe pe tipuri;
- ✓ numărul de familii și/sau de gospodării;
- ✓ numărul mediu de persoane/familie;
- ✓ suprafețe construite pe tipuri de locuințe;
- ✓ anii construirii locuințelor;
- ✓ existența/inexistența unui sistem de încălzire central;
- ✓ instalație de încălzire centrală de apartament sau de bloc;
- ✓ combustibilul utilizat pentru încălzire;
- ✓ caracteristicile climatic ale zonei.

Exemple privind rata activității și datele surogat și cauzele unor posibile inexactități:

- *Consumul anual de combustibil* – datele statistice privind consumul anual de combustibil pot să nu includă date specifice pentru anumite ramuri economice sau categorii de surse și nici nu pot furniza o tehnică de dezagregare.
- *Producția anuală de combustibil* (cărbuni superiori, lignit, gaze naturale) – nu sunt disponibile specificații ale combustibilului utilizat (de ex., tipurile de cărbuni), iar pentru conversia din unități fizice în unități energetice nu se poate utiliza decât o valoare medie a puterii calorice.
- *Densitatea populației, numărul de locuințe* – datele statistice privind populația au un nivel mare de agregare. Este necesară utilizarea unui număr mai mare de informații (de ex., procente de combustibil consumat) pentru a determina rata activității pentru consumatorii casnici. În special pentru gaze naturale, această evaluare conduce la incertitudini ale ratei activității.
- *Numărul de întreprinderi, numărul de angajați, cifra de afaceri* – datele statistice sunt alocate, de regulă, sectoarelor economice. Pe de altă parte, factorii de emisie sunt specifici tipului de combustibil și tipului de instalație de ardere.
- *Consumul de căldură* – consumul specific de căldură pe locuitor sau pe angajat sau consumul specific de căldură pe clădire sau pe suprafață poate fi determinat pe baza datelor referitoare la suprafețe și la ramuri economice (de ex., prin diferențierea între ramuri, număr de angajați, număr de locuitori).

f4. Principalele tipuri de estimări

Fiecare dintre componentele care concură la cunoașterea emisiilor descrise anterior, se pot descompune la nevoie, în subansamble mai fine, mai detaliate, conform cerințelor din specificațiile cu privire la inventariere.

Din punct de vedere teoretic sunt posibile două tipuri extreme de estimare a emisiilor.

- **Estimarea de la detaliu la ansamblu (bottom-up)**

Prin însumarea datelor este posibilă calcularea, de exemplu, a emisiilor pentru întreaga țară, plecând de la: emisiile județene pentru un an, emisiile zilnice pentru un sector, sub-sectoare pentru o familie de componenți, luând în calcul rezultatele proprii pentru fiecare component. Aceasta estimare presupune ca emisiile să fie determinate într-un mod aproape exhaustiv la nivelul unei rețele detaliate, ceea ce reclamă accesul la un număr foarte mare de date.

Dacă rezoluția reținută este prea amănunțită, ne lovim de dificultăți adesea de netrecut, referitoare la:

- costul prelucrării informațiilor, care crește rapid, într-un mod exponențial;
- incertitudinea asupra rezultatului final cumulat poate fi considerabilă, astfel încât se poate pune la îndoială temeinicia analizei;
- accesul la informații poate fi dificil, chiar imposibil, deoarece uneori acestea nu există la nivelul de rezoluție considerat sau sunt confidențiale.

Totuși, aceasta estimare este utilizată într-un număr mare de cazuri, atunci când sursele ce aparțin unui sector dat sunt relativ puține și când importanța gazelor dăunătoare impune folosirea acestei estimări.

- **Estimarea de la global la detaliu (top-down)**

Strategia acestei estimări constă în evaluarea emisiilor la nivelul unor ansamble mari (o țară întreagă, un an calendaristic, mari sectoare de activitate etc.). Distribuția în subansamble este obținută prin intermediul datelor tehnice și/sau socio-economice (consumul de energie, populație, servicii, ferme agricole, suprafață etc.).

Disponibilitatea acestor date este asigurată, deoarece ele sunt alese plecând de la statistici existente.

Prezintă următoarele caracteristici:

- mai bună fezabilitate decât estimarea “bottom-up” și un cost mai redus, mai ales în cazul ansamblor importante;
- la nivel global, constituie un element de validare foarte util pentru estimarea “bottom-up”, deoarece incertitudinea care o însoțește este în general mică;
- metoda de distribuție în subansamble rămâne adesea relativ imprecisă, deoarece nu poate ține cont de specificul fiecăruia dintre subansamble, astfel că, din această cauză, sunt constatate abateri importante de la realitate, pe măsura ce rezoluția devine mai amănunțită.

Aceste două tipuri de estimări sunt folosite, în general complementare, decât concurente. Recurgerea la una sau la cealaltă depinde de obiectivul propus și, ca urmare, de specificațiile inventarului de emisii.

Pentru a defini domeniile de pertinență ale acestor două estimări se recurge la noțiuni subiective. În practică este nevoie adesea de a folosi un amestec bine dozat al acestor două estimări, mai ales când este cerută o bună fiabilitate pentru nivelurile de rezoluție la care estimarea “top-down” nu este direct aplicabilă.

În plus, se cuvine să nu uităm faza de validare a rezultatelor, pentru care o estimare globală este deseori extrem de indicată.

4.2.2. Monitorizarea parametrilor hotărâtori în transferul și difuzia poluanților

4.2.2.1. Obiective

Acest modul implică cunoașterea atât a mecanismelor cât și a factorilor atmosferici care intervin în transportul, difuzia și transformarea poluanților.

Transferul poluanților în atmosferă de la sursă la receptor se realizează prin procese fizice și chimice proprii atmosferei în stratul limită.

Transfer

- Stabilirea corelației între emisii și imisii;
- Identificarea surselor de poluare și a contribuției lor la câmpul de concentrații dintr-o zonă;
- Cunoașterea condițiilor meteorologice de dispersie dintr-o zonă;
- Predicția concentrațiilor de poluanți în atmosferă.

Figura 19. Obiective principale ale monitorizării parametrilor hotărâtori în transferul și difuzia poluanților

4.2.2.2. Dispersia poluanților în atmosferă

Dispersia poluanților în atmosferă este un fenomen deosebit de periculos, greu de evaluat și cu efecte imprevizibile. Calitatea aerului poate fi deteriorată aleator în orice clipă și în oricare loc de pe mapamond, fără ca omul să poată interveni, chiar în condițiile în care ar dori acest lucru.

Dispersia noxelor și depunerile sunt puternic influențate de condițiile meteorologice precum viteza și direcția vântului și de turbulența atmosferei. Un rol foarte important însă îl au și gazele sursă, deci cele care în partea inferioară a atmosferei sunt aproape stabile, dar care devin, în părțile superioare centre suport sau surse pentru reacții foarte periculoase ce afectează echilibrul ecologic de pe planetă.

Principial există trei mecanisme distincte ce sunt răspunzătoare pentru dispersie:

- *difuzia moleculară* (mișcarea dezordonată a moleculelor din aerul contaminat;
- *difuzia turbulentă* (se instalează atunci când un corp este spălat cu viteză mare de către o pană de fluid, în imediata lui vecinătate);
- *transportul datorat vântului* (denumit și convecție sau advecție). Rolul esențial îl joacă viteza relativă, iar fenomenul poate avea o pondere înzecită față de celelalte tipuri de mecanisme.

Prognozarea dispersiei poluanților în atmosferă depinde direct de pătura în care are loc (de obicei zona inferioară a troposferei), de direcția în care bate vântul, de turbulența atmosferică și de distribuția pe verticală a temperaturii (gradientul de temperatură).

✓ *Temperatura aerului* nu este o mărime constantă, ea prezentând două feluri de variații: periodice și accidentale. Variația aerului în funcție de presiune și de înălțime este un factor important care intervine în deplasarea maselor de aer și implicit în răspândirea în atmosferă a poluanților. Stările atmosferice care prezintă cea mai mare importanță pentru dispersia poluanților sunt: instabilitatea și inversiunea termică. În primul caz se realizează o dispersie rapidă, iar în al doilea caz dispersia este împiedicată aproape total.

✓ *Vântul* nu este altceva decât mișcarea orizontală a aerului, iar datorită acestui fapt el este considerat cel mai important factor ce contribuie la împrăștierea poluanților. Difuzia este direct proporțională cu viteza vântului. Dacă acesta este uniform și de viteză mică menține concentrații ridicate de poluanți în stratul de aer în care au ajuns. Cu cât viteza este mai mare, cu atât înălțimea la care ajung poluanții eliminați prin

sursă este mai mică. Calmul atmosferic este cea mai nefavorabilă condiție meteorologică pentru poluarea aerului, deoarece pe măsura producerii de poluanți aceștia se acumulează în vecinătatea sursei și concentrația lor crește progresiv.

✓ Prin *turbulență* se înțelege un fenomen complex, permanent, care rezultă din diferențele de temperatură, mișcare și frecare dintre straturile în mișcare, a unor porțiuni mici ale maselor de aer, care determină o continuă stare de agitație internă. Acest fenomen favorizează repede amestecurile și de aceea difuzia impurităților în masa de aer turbulent se face mai repede.

Posibilitățile practice de investigare a calității aerului (imisiilor) sunt legate fie de măsurători in situ, fie de calcule numerice ale dispersiei, fie de măsurători în tunele de vânt.

Prin *măsurători ale imisiilor, la fața locului*, se investighează de fapt cel mai direct încărcarea locală a atmosferei cu poluanți. Dezavantajul metodei rezultă în principal din faptul că, pentru a fi relevante, măsurătorile trebuie să fie de durată foarte mare și nu pot fi folosite pentru elaborarea unor strategii de prognozare.

Modelarea dispersiei noxelor prin calcule, în baza unor ecuații de principiu și a unor modele mai mult sau mai puțin complicate, se rezumă în final la rezolvarea unui sistem de opt ecuații neliniare, ceea ce se poate realiza doar aproximativ, apelând la diferite ipoteze simplificatoare de simulare a condițiilor reale și neapărat la calculatoare puternice (stații grafice).

În ultimele decenii, modelării matematice a difuziei poluanților în atmosferă i s-a acordat o atenție deosebită, ca o metodă deosebit de utilă și eficientă pentru studiul poluării aerului, în vederea controlului și reducerii acesteia. Diversitatea modelelor dezvoltate de diferite grupuri de cercetători, a impus o rigurozitate deosebită în înțelegerea și aprofundarea tipurilor de modele în vederea aplicării corecte a acestora în funcție de problematica locală sau regională a fenomenului de poluare atmosferică.

Modelele de dispersie sunt instrumente de calcul absolut necesare în prognoza încărcării unei zone cu poluanți. Transportul și dispersia în atmosferă a noxelor sunt fenomene extrem de complexe, care nu se lasă ușor descrise (modelate) matematic, decât făcând apel la numeroase ipoteze simplificatoare și suport de calcul modern (calculator). În aceste condiții, rezultatele estimărilor sunt mai mult sau mai puțin apropiate de realitate.

Fiecare model are limite, adică avantajele și dezavantajele sale, dintre care se amintesc, în primul rând, volumul, caracterul și discretizarea datelor de intrare și complexitatea matematică, de care depinde puterea

calculatorului. De asemenea datele meteorologice și topografice ce caracterizează zona sunt indispensabile și calitatea, corectitudinea și discretizarea lor se răsfrâng asupra veridicității rezultatelor de simulare.

În *tunelele de vânt* proiectate adecvat sunt create condiții similare realității și se procedează la măsurători privind dispersia spațială a unui gaz indus.

Atât modelarea matematică cât și investigațiile practice în tunele sunt baza pentru simularea unor situații accidentale, cu scopul evitării acestora, pentru localizarea amplasării unor viitoare surse poluatoare, pentru stabilirea locului de poziționare a senzorilor pentru avertizare, la proiectarea dezvoltării unor așezăminte orășenești sau rurale, a unor parcuri, centre turistice sau comerciale de amploare, în general la evaluarea impactului (real sau presupus) al unei surse generatoare de poluanți.

4.2.2.3. Modele de dispersie a poluanților

În România, ca de altfel, în toate țările din Uniunea Europeană și în multe dintre țările de pe glob, evaluarea calității aerului înconjurător se efectuează periodic și implică, pentru perioada avută în vedere, necesitatea cunoașterii nivelurilor de calitate a aerului pentru întreg teritoriul național.

Dată fiind limitarea, din rațiuni de cost – eficiență, a rețelelor de monitorizare a calității aerului și a numărului de stații fixe din cadrul acestora, la ariile susceptibile a fi afectate de niveluri ridicate de poluare, utilizarea modelelor de dispersie a poluanților pentru determinarea câmpurilor de concentrații pe diferite arii devine inerentă.

Indiferent de scara spațială și de numărul surselor de poluanți atmosferici pentru care este necesară evaluarea calității aerului, cerința principală pentru utilizarea unui model de dispersie este elaborarea unui inventar de emisii care să includă toate sursele punctuale, liniare, de suprafață și de volum existente în aria avută în vedere și toți parametrii fizico-chimici și de variație temporală care caracterizează fiecare sursă, adică a unui inventar care să aibă toate proprietățile unui inventar local de emisii.

Tehnicile de modelare a dispersiei poluanților constituie un instrument deosebit de util în soluționarea problemelor privind cunoașterea și evaluarea calității aerului, tehnici a căror aplicare necesită existența unui inventar de emisii. Rezultatele obținute prin modelare matematică fie completează, fie suplinesc rezultatele obținute prin monitorizare.

Modelele de dispersie atmosferică (MDA) reprezintă simularea matematică a modului de împrăștiere a poluanților în atmosferă. MDA sunt folosite pentru estimarea concentrației poluanților atmosferici emiși în urma activității industriale sau a traficului auto în direcția vântului.

Modelele de dispersie atmosferică necesită mai multe date de intrare:

- *condiții meteorologice*: viteza vântului și direcția, turbulența atmosferică (caracterizată prin clasele de stabilitate), temperatura aerului ambiental;
- *parametrii emisiilor*: înălțimea și locația sursei, diametrul coșului de fum, viteza și temperatura de ieșire și rata debitului masic;
- *datele geografice ale locației* unde este amplasată sursa și receptorul (dacă este posibil se ține seama chiar și de modul de utilizare al terenului);
- *locația, înălțimea și lățimea oricărei surse obstrucționale* (de exemplu clădiri sau alte structuri).

Conform Agenției Europene de Protecția Mediului, în Europa au fost elaborate și acceptate 142 de modele de dispersie, toate având un țel comun, de a reduce poluarea la nivel global. Principalele modele de evaluare a dispersie atmosferice sunt (Moussiopoulos et al, 1996):

- modelul ascensiunii norului de fum,
- modelul semi-empiric,
- modele deterministe: modelul Gauss, modelul Euler, modelul Lagrange;
- modelul chimic,
- modelul receptorilor,
- modele stochastice.

Modelul ascensiunii norului de fum

Acest model calculează înlocuirea pe verticală și comportamentul generic al norului de fum în faza inițială de dispersie. În general, poluanții eliberați în aerului ambiental posedă o temperatură mai mare decât aerul înconjurător, fiind emiși prin coșurile de fum în mod vertical. Atât verticalitatea cât și tendința de a se deplasa în atmosferă contribuie la creșterea mediei pe înălțime a norului de fum de la coș.

Modelul Gauss

Modelul Gauss este cel mai vechi (1936) și poate cel mai întâlnit model de dispersie atmosferică. Modelele gaussiane se pot folosi și pentru evaluarea dispersiei continue pentru dinamica norului de aer poluant de la nivelul pământului cât și pentru evaluarea dispersiei non-continue a dărei de fum.

Algoritmul primar folosit în modelul gaussian este ecuația generalizată de dispersie pentru surse continue de fum.

Parametrii meteorologici utilizați sunt: direcția vântului, profilul vertical al vitezei vântului, parametrii de dispersie ai penei de poluant, supraînălțarea penei de poluant.

Modelul este utilizat în special pentru determinarea proprietăților statistice (valori medii, frecvențe de depășire a normelor sanitare etc.) ale câmpului de concentrații. Coeficienții de dispersie utilizați în acest model au fost determinați experimental pentru distanțe cuprinse între 10 m și 30 km, modelul furnizând informații corecte asupra nivelului de poluare pentru aceste distanțe.

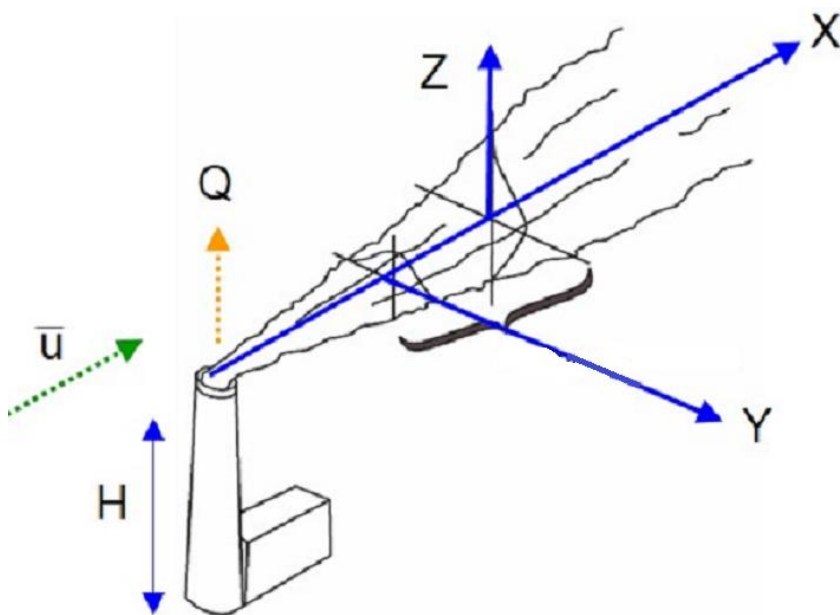


Figura 20. Reprezentarea simplificată a parametrilor modelului Gauss

a) Dacă înălțimea de amestec (h_s) este infinită adică nu există o inversiune termică, forma ecuației este:

$$\bar{C}(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2}\right)\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(z+H)^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \right\}$$

unde:

C este concentrația emisiei [g/m^3] la orice receptor situat la x metri în jos, y metri în lateral și H metri deasupra solului;

Q – rata de emisie a sursei [g/s];

u – viteza vântului pe orizontală [m/s];

H – înălțimea norului de fum din centru coșului până la nivelul solului [m];

H_r – înălțimea receptorului [m];

σ_z – deviația standard pe verticală a distribuției emisiei [m];

σ_y – deviația standard pe orizontală a distribuției emisiei [m].

b) Dacă valoarea parametrului de dispersie $\sigma_z > 1,6 h_s$, iar stabilitatea atmosferică este instabilă sau neutră, forma ecuației este:

$$\bar{C}(x, y, z) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\sigma_y h_s} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right).$$

c) Dacă stabilitatea atmosferică este instabilă sau neutră, iar valoarea parametrului de dispersie este $\sigma_z < 1,6 h_s$, forma ecuației este:

$$\bar{C} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) g(h_s)$$

unde $g(h_s)$ este o serie convergentă infinită,

$$g(h_s) = \sum_{k=-4}^{+4} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(z-H+2kh_s)^2}{\sigma_z^2}\right)\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(z+H+2kh_s)^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \right\}$$

Ecuațiile gaussiene de dispersie atmosferică au fost continuate de Briggs care plecând de la aceleași premise a împărțit norul de poluant în patru categorii importante: nor de fum rece în condiții atmosferice calme; nor de fum rece în condiții atmosferice sub influența vântului; nor

de fum cald și flotabil în condiții atmosferice calme și nor de fum cald și flotabil în condiții atmosferice.

Modelul semi-empiric

Modelul semi-empiric conține mai multe modele care sunt dezvoltate în principal din aplicațiile practice, aceste modele fiind caracterizate printr-o simplificare drastică a parametrilor de intrare și analiza empirică a acestora.

Modelele de tip eulerian

Modelul de transport de tip eulerian MEDIA este un model de transport și de dispersie atmosferică. Acest model descrie procesele care intervin în transportul și difuzia unui poluant în atmosferă, rezolvând ecuația cunoscută sub numele de ecuația difuziei atmosferice, care nu este altceva decât o formă a ecuației de conservare a masei poluantului. Domeniul pe care este efectuată simularea este divizat în celule, iar ecuația următoare este rezolvată în fiecare punct al grilei:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} = - \frac{\partial}{\partial x} \overline{u' C'} - \frac{\partial}{\partial y} \overline{v' C'} - \frac{\partial}{\partial z} \overline{w' C'} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z}$$

Modelele de tip lagrangeian

Modelul Lagrange este modelul matematic de dispersie care urmărește poluarea pe o suprafață mai mare cu poluanți (în special particule). Modelul urmărește norul de fum, spațiul analizat deplasându-se împreună cu poluantul.

În cadrul modelului lagrangeian de transport al poluanților la mare distanță, termenul difuziei turbulente din ecuația generală de difuziune devine neglijabil. Deci ecuația bilanțului masic al unui poluant într-un strat limită planetar în care poluantul este amestecat uniform este de forma:

$$\frac{\partial \overline{C}}{\partial t} + \overline{u} \frac{\partial \overline{C}}{\partial x} + \overline{v} \frac{\partial \overline{C}}{\partial y} + \overline{w} \frac{\partial \overline{C}}{\partial z} = Q - R$$

Modelul chimic

Acesta include modelul de calcul al transformărilor chimice, plecând de la o reacție simplă (ex. transformarea dioxidului de sulf în sulfatați) până la reacții fotochimice complexe.

Modelul receptorilor

Modelul pornește de la monitorizarea concentrațiilor la receptor și caută să repartizeze concentrațiile observate la un punct la mai multe tipuri de surse. Acest lucru se realizează prin cunoașterea compoziției chimice a sursei și receptorilor. Modelul este bazat pe ecuațiile de masă și statisticile intrinseci și nu include relația clar determinată dintre emisii și concentrații.

Modele stochastice

Modelele stochastice sunt bazate pe tehnici statistice sau semi-empirice pentru analiza trendurilor, a periodicității și interrelaționarea între calitatea aerului și măsurătorile atmosferice până la prognoza evoluției episoadelor de poluare atmosferică.

Aceste modele sunt foarte utile în prognoza în timp real sau pentru perioade relativ scurte, unde informațiile disponibile din măsurători sunt relevante (pentru scopuri de prognoză imediată) mai multe decât analiza statistică.

Indiferent de tipul de model ales, acesta poate fi utilizat doar atunci când se cunoaște valoarea emisiei de poluant. Această valoare este cunoscută pentru intervale limitate când este realizată o monitorizare continuă cu ajutorul analizoarelor dedicate, în rest folosindu-se inventarul de emisii.

4.2.3. Monitorizarea imisiilor

Imisiile reprezintă concentrațiilor noxelor din aer măsurate după ce s-a produs amestecul acestora în atmosferă, la o anumită distanță de sursele de poluare.

În legea LEGEA 104/15.06.2011 privind calitatea aerului înconjurător regăsim următoarele definiții:



Emisii fugitive

emisii nedirijate, eliberate în aerul înconjurător prin ferestre, uși și alte orificii, sisteme de ventilare sau deschidere, care nu intră în mod normal în categoria surselor dirijate de poluare.

Emisii din surse fixe

emisii eliberate în aerul înconjurător de utilaje, instalații, inclusiv de ventilație, din activitățile de construcții, din alte lucrări fixe care produc sau prin intermediul cărora se evacuează substanțe poluante.

Emisii din surse mobile de poluare

emisii eliberate în aerul înconjurător de mijloacele de transport rutiere, feroviare, navale și aeriene, echipamente mobile nerutiere echipate cu motoare cu ardere internă.

Emisii din surse difuze de poluare

emisii eliberate în aerul înconjurător din surse de emisii nedirijate de poluanți atmosferici, cum sunt sursele de emisii fugitive, sursele naturale de emisii și alte surse care nu au fost definite specific.

4.2.3.1. Obiective

Obiectivele acestei componente derivă din necesitatea cunoașterii stării și evoluției calității aerului precum și din necesitatea protejării acestuia (Fig. 21).

Nivel global și regional (grup de țări)	• determinarea (la scară globală și regională) a nivelelor de fond ale constituenților atmosferici, variabilitatea și schimbările posibile ale acestora; • aprecierea influenței antropice asupra compoziției atmosferei; • efectele eventuale asupra climei; • transportul și depunerea substanțelor potențial toxice; • partea atmosferică a ciclurilor biogeochimice (inclusiv dinamica schimbărilor).
Nivel regional (teritorii naționale)	• determinarea calității aerului în localități rurale și în zonele nelocuite; • evaluarea eforturilor pentru respectarea standardelor naționale sau teritoriale adoptate; • testarea și calibrarea modelelor de difuzie; • stabilirea strategiilor de control a poluării și de planificare a dezvoltării pe termen lung.
Nivel local	• determinarea calității aerului în zone urbane și industriale; • Atestarea respectării standardelor naționale de calitate a aerului; • Fundamentarea, stabilirea și evaluarea eficienței măsurilor de control a surselor; • Elaborarea și implementarea procedurilor de alertă pentru prevenirea sau reducerea episoadelor de poluare și a altor poluări accidentale; • Studierea și evaluarea efectelor poluării asupra omului și a mediului său • Studierea și modelarea interacțiunilor dintre poluanți; • Stabilirea și actualizarea standardelor de calitate a aerului; • Modelarea matematică a difuziei (elaborare, testarea, calibrare modele).

Figura 21. Obiective principale ale monitorizării imisiilor la diferite nivele

În funcție de nivelul (global, regional sau local) la care se efectuează monitorizarea imisiilor, obiectivele au accente particulare generate de problematica respectivă

4.2.3.2. Amplasarea punctelor de monitorizare

Poziționare efectivă în teritoriu a punctelor de recoltarea a probelor pentru monitoringul de fond depinde de 3 factori determinanți:

- poziția surselor majore de poluare;
- condițiile meteorologice ale zonei;

- caracteristicile morfologice ale terenului.

Amplasarea punctelor de măsurare trebuie făcută de așa manieră încât să surprindă emisiile de poluanți de la principalele surse pe traseul de dispersie al acestora. De asemenea se recomandă amplasarea unor puncte de monitorizare în zone neafectate de poluare care vor fi puncte de referință.

Factorii meteorologici au un rol activ în amplasarea punctelor de măsură și ei trebuie să fie corelați cu poziția surselor principale de poluare. Astfel va fi luată în considerare frecvența vântului pe direcții și viteze (roza vânturilor). Un factor meteorologic important este cel legat de prezența și manifestarea fenomenelor de inversiune termică sau a celor de tip „adăpost”. În zonele afectate de inversiuni termice circulația aerului este redusă, fapt ce va produce stagnarea poluanților și nerealizarea dispersiei acestora.

Morfologia zonei are un rol important prin canalizarea curenților de aer și favorizarea sau împiedicarea dispersiei poluanților. Altitudinea și orientarea principalelor forme de relief determină caracteristicile topoclimatice. Amplasarea punctelor de măsurare trebuie să surprindă fenomenele legate de transportul poluanților pe aceste trasee canalizate dar în același timp și zonele aflate în afara ariei lor de acțiune.

Dacă prin măsurători de lungă durată un punct de prelevare nu semnalează prezența fenomenului de poluare se recomandă reamplasarea lui ținând cont tocmai de factorii meteorologici și morfologici enumerați.

4.2.3.2. Organizarea activității

Analiza subsistemului aer în această situație implică efectuarea unor analize specifice:

- de gaze – SO_2 , NO_2 , NO , N_2O_5 , NH_4 , CH_4 , CO , fluorocarburi, hidrocarburi reactive;
- de lichide – compoziția chimică a apei de ploaie și a zăpezii, pH-ul;
- de solide – cantitatea și compoziția chimică a pulberilor, granulometria;
- a anumitor poluanți toxici – Hg, Pb, DDT, PCB, Cd;
- a microbiotei – germeni sporulați patogeni.

Aspectele epidemiologice (măsurători de spori și hife de ciuperci, granule de polen, alergeni etc.) pot avea un rol important când se dorește

realizarea unei corelații între sănătatea oamenilor și poluarea aerului extravilan.

- ***Poluarea intravilană***

Poluarea intravilană este generată de cele mai variate activități umane: habitat, activitatea industrială, transport, pierderile de căldură etc. Ca urmare, gama și varietatea poluanților din atmosferă crește enorm. La aceasta se adaugă și efectul de „clopot” și apariția unor zone cu microclimat specific, toate conducând la centre de concentrare a poluării aerului. Din această cauză, măsurătorile intravilane trebuie efectuate:

- în parcuri sau unde este o vegetație abundentă (îndeosebi arboricolă);
- în zonele comerciale lipsite de vegetație (unde se măsoară și poluarea fonică);
- în zonele rezidențiale;
- în zonele industriale (dacă se poate pe tipuri de industrie).

În intravilan se urmăresc atât o serie de parametri măsurați și în extravilan (toți poluanții gazoși, lichizi, solizi și microbiologici enumerați mai sus), cât și unele substanțe care afectează direct sănătatea oamenilor: azbest, siliciu, fluoruri, substanțe cancerigene, oxidante, alergeni. De asemenea se efectuează măsurători de radon și de radionuclizi.

În scopul mediatizării calității aerului în zonele de trafic intens se pot amplasa stații de măsurare automată a unor parametri, cu afișarea permanentă a valorilor și chiar cu avertizarea sonoră și optică în caz de depășire a valorilor maxime admise (ex. compuși de azot, gaze de eșapament, emisii de CO₂).

Pentru buna funcționare a unui sistem de monitorizare a calității aerului este esențială stabilirea corectă a numărului și localizării stațiilor sau punctelor de măsurare, precum și alegerea corespunzătoare a variabilelor monitorizate. Numărul punctelor de măsurare se determină în funcție de tipul variabilei monitorizate și de tipul sursei de poluare.

Pentru dioxidul de azot, particule suspendate, benzen și monoxid de carbon (caracteristice poluării liniare – trafic auto), sistemul trebuie să fie dotat cu cel puțin o stație urbană de fond și o stație de trafic (eventual mobilă), fiecare cu mai multe puncte de măsurare în funcție de populația din zona supusă monitorizării.

În cazul monitorizării poluării din vecinătatea unei surse punctiforme, staționare, numărul de puncte de măsurare (sau de prelevare a probelor) se calculează în funcție de poluanți (exemplu dioxid de sulf,

dioxid de azot, particule, plumb), de densitățile de emisie, de modelul de dispersie și de riscul expunerii populației. Pentru ozon se recomandă o amplasare a stațiilor în zonele suburbane și rurale, în funcție de densitatea populațiilor și de topografie

Rețelele de monitorizare sunt alcătuite din punct de vedere tehnic din stații de măsurare, sisteme de transport al probelor, laboratoare de analiză, sisteme de transmisie, de achiziție și de prelucrare a datelor. În cadrul fiecărei stații de măsurare se găsește instrumentația necesară prelevării probelor sau măsurării concentrațiilor și altor parametri specifici. În funcție de tipul măsurătorilor efectuate (la sursă, în vecinătatea surselor de poluare sau în zonele rezidențiale urbane sau rurale) se utilizează metode și instrumentație specifică.

În cazul *măsurării la sursă* se utilizează de regulă metode chimice semiautomate sau metode fizice automate (on-line). Printre cele mai utilizate aparate sunt analizoarele automate ale amestecului de gaze cu celule electrochimice și senzori cu semiconductoare.

Pentru *măsurarea în vecinătatea* sursei de poluare se folosesc senzori catalitici de gaze combustibile, senzori electrochimici de gaze toxice și senzori de gaze cu raze infraroșii.

Măsurarea în zonele rezidențiale se realizează de regulă cu stații mobile de măsurare, prevăzute cu aparate electronice sensibile care pot determina concentrații mici ale poluanților în aer.

În stabilirea normelor de calitate a aerului sunt utilizate date experimentale obținute prin măsurători directe sau date furnizate pe baza estimărilor sau calculelor indirecte. Nici una dintre aceste metode nu furnizează rezultate corecte și de aceea se tinde să se îmbine aceste 2 metode pentru stabilirea unor norme de calitate cât mai obiective.

Abordarea exclusiv experimentală, folosită în multe cazuri, prezintă în primul rând dezavantajul lipsei de reprezentativitate a punctelor de măsură. De asemenea numărul insuficient al acestor factori precum și regimul de măsurare intervin cu un grad mare de subiectivitate. Pentru ca gradul de fidelitate al măsurătorilor să crească ar trebui ca numărul punctelor de măsurare să fie cât mai mare, și frecvența de măsurare să fie de asemenea mare. Aceste deziderate implică însă creșterea foarte mare a costurilor necesare pentru realizarea unei astfel de rețele, cu atât mai mult cu cât ea necesită existența unei aparaturi performante și a unui personal specializat.

Pe de altă parte nici abordările pur teoretice nu duc la rezultate satisfăcătoare din cauza limitărilor impuse de modelele folosite. Intervin în primul rând factori legați de nereprezentativitate datelor de intrare ale modelelor, fie că acestea sunt statistice sau de dispersie. Datele legate de

activitatea sursei și cele meteorologice sunt limitate, doar o parte din ele intrând în modulul de calcul al modelelor.

4.2.4. Monitorizarea efectelor

4.2.4.1. Obiective

Se realizează prin observații, măsurători specifice, modelarea fenomenelor de transfer (la interfață, fiziologice, coroziune etc). Obiectivele acestei componente sunt prezentate în Figura 22.

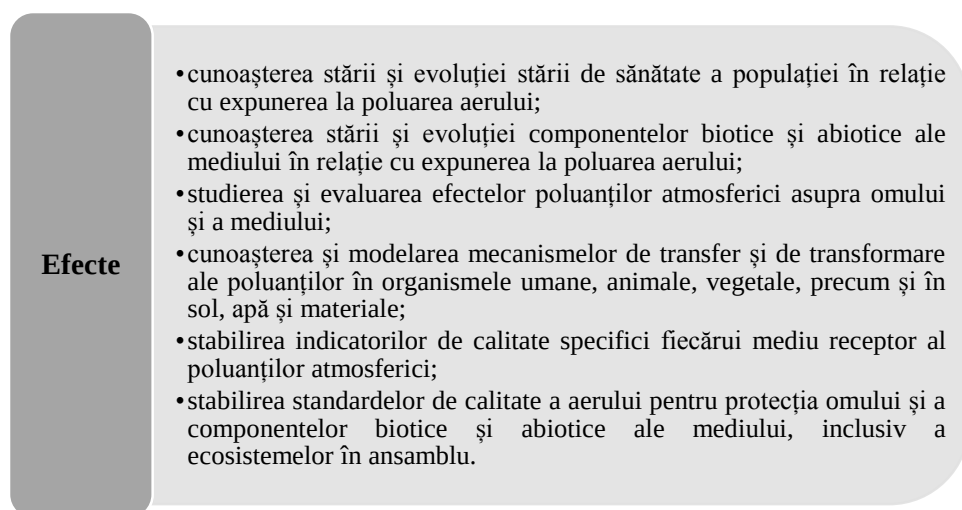


Figura 22. Obiective principale ale monitorizării efectelor poluării aerului

4.3. Inventarele de emisii

Emisiile de substanțe chimice în atmosferă semnifică punctul de pornire pentru orice problemă de poluare chimică a aerului. Informațiile referitoare la aceste emisii reprezintă o cerință expresă în înțelegerea problemelor de poluare a aerului, în elaborarea strategiilor și planurilor de soluționare a acestora, precum și în monitorizarea efectelor acțiunilor de soluționare.

Inventarele de emisii sunt instrumente relevante care pot fi folosite atât pentru a descrie situația emisiilor, cât și în managementul calității aerului. Ele furnizează informații detaliate asupra surselor de emisii și asupra fluxurilor de emisii în zonele studiate. Inventarele de

emisii reprezintă, într-o exprimare sintetică, o cuantificare a cauzei poluării atmosferei.

Inventarele cu adevărat relevante sunt așa numitele inventare de emisii ”de sus în jos”, care reflectă situația emisiilor la nivel regional sau național.

La nivel european, CORINAIR/EMEP furnizează informații referitoare la emisiile anuale. Pot fi accesate de asemenea inventare de emisii mai detaliate în cazul anumitor regiuni și/sau orașe.

Inventarele de emisii se elaborează pentru o multitudine de aplicații:

- aplicații în domeniul politicilor de mediu, naționale și internaționale;
- aplicații în domeniul modelării calității aerului, cu utilizări multiple la diferite scări și în diferite scopuri.

Aplicabilitatea inventarelor de emisii are o plajă foarte largă, de la o sursă singulară, până la nivel național, continental sau global.

Având în vedere scopurile de mare responsabilitate pentru care se efectuează evaluarea calității aerului, de la evaluarea impactului unei surse, până la evaluarea expunerii receptorilor sensibili la efectele unor poluanți atmosferici generați de surse multiple și, respectiv, de la punerea sub control a unei surse, până la elaborarea și implementarea politicilor locale și naționale de protecție a sănătății populației și a mediului natural și construit, inventarele locale de emisii trebuie să îndeplinească obiectivele generale pentru asigurarea și controlul calității (QA/QC) datelor (Fig. 20).

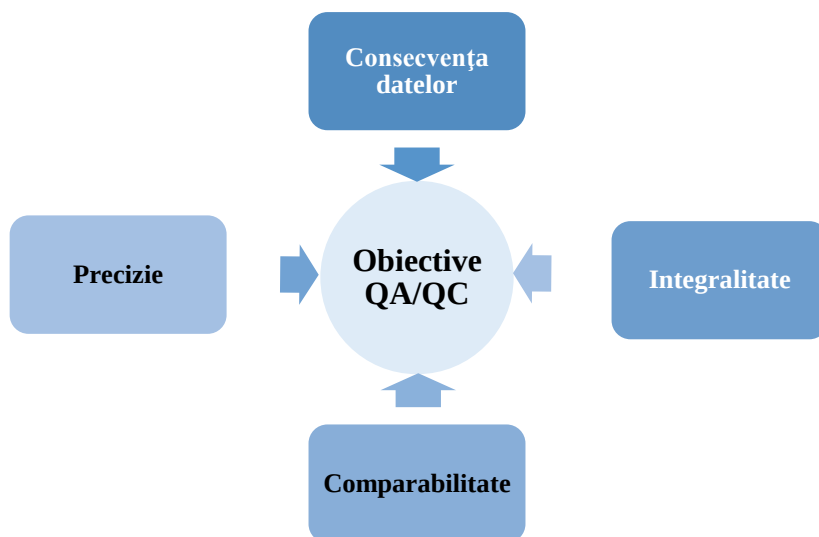


Figura 23. Obiectivele generale pentru asigurarea și controlul calității datelor

4.3.1. Inventarele locale de emisii

Reprezintă inventarele care se efectuează pentru sursele aflate pe arii bine definite din cuprinsul teritoriului național.

Inventarele locale reprezintă acele inventare a căror principală utilizare este modelarea dispersiei poluanților la scară locală, în diferite **scopuri**:

- evaluarea calității aerului pentru situația actuală,
- elaborarea, implementarea și actualizarea planurilor și programelor pentru gestionarea calității aerului,
- elaborarea politicilor locale de gestionare a calității aerului,
- prognoza calității aerului pentru diferite scenarii de dezvoltare etc.

Structura și conținutul inventarelor locale de emisii trebuie să îndeplinească **două criterii esențiale**:

- să permită utilizarea ca date de intrare în modele matematice de dispersie a poluanților;
- să includă toate sursele de poluanți atmosferici existente pe aria pentru care se elaborează inventarul.

Inventarele locale de emisii trebuie să prezinte acele caracteristici cerute de modelele matematice pentru determinarea câmpurilor de concentrații, și anume:

- *definirea fiecărei surse prin*:
 - ✓ tipul sursei: punctuală, liniară, de suprafață;
 - ✓ tipul procesului: ardere, proces industrial etc.;
 - ✓ localizarea în spațiu: coordonate;
 - ✓ caracteristicile fizice: înălțime față de nivelul solului, diametru coș (pentru surse punctuale), viteză și temperatură de evacuare a gazelor, debit volumic al gazelor (pentru surse punctuale);
 - ✓ variația temporală în cursul anului: regim de funcționare zilnic, săptămânal, lunar;
 - ✓ debitul masic al fiecărui poluant relevant: serii orare dinamice.

În al doilea rând, pentru a răspunde scopurilor pentru care se utilizează inventarele locale de emisii, aceste inventare trebuie ca, pentru o anumită unitate teritorială (amplasament industrial, cartier, localitate, județ) să includă în mod exhaustiv sursele punctuale, liniare și de suprafață din acea unitate teritorială.

Inventarele locale de emisii sunt structurate pe surse individuale, fiecărei surse asociindu-i-se localizarea și toate celelalte caracteristici menționate mai sus.

Inventarele locale de emisii se elaborează, pentru fiecare județ, de către autoritățile locale/regionale pentru protecția mediului.

Inventarele locale de emisii vor include, pentru fiecare județ, toate sursele antropice și naturale amplasate pe întreg teritoriul administrativ al acestuia, în diferite arii: unități industriale, zone rezidențiale, infrastructură de transport, ferme, terenuri agricole, păduri, zone umede.

4.3.2. Inventarele naționale de emisii

Reprezintă inventarele care se efectuează pentru sursele antropice și naturale de pe întreg teritoriul național, indiferent de localizarea acestora.

Inventarele naționale sunt structurate pe categorii de activități și pe poluanți, emisiile reprezentând valori anuale agregate ale contribuției tuturor surselor dintr-o anumită categorie la un anumit poluant.

- Inventarul Național al Emisiilor de Gaze cu Efect de Seră sub Convenția - Cadru a Națiunilor Unite asupra Schimbărilor Climatice (UNFCCC), Protocolul de la Kyoto și considerând calitatea de Stat Membru al Uniunii Europene a României, care analizează nivelele de emisie/sechestrare a gazelor cu efect de seră;

- Inventarul Național de Emisii de Poluanți Atmosferici, raportat la Secretariatul CLRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), rearanjând datele în conformitate cu principiile conturilor naționale. Se face o conversie a datelor din inventarele naționale de emisii pe baza clasificării naționale a activităților economice (CAEN), creându-se o relație între variabilele de mediu (nivelul emisiilor) și variabilele economice (valoarea adăugată, cifră de afaceri etc.) (Institutul Național de Statistică - Metodologia privind Contul emisiilor de poluanți în aer – NAMEA – Aer).

Inventarele locale și naționale de emisii, rezultatele modelării dispersiei poluanților atmosferici în aglomerări și zone, împreună cu rezultatele privind monitorizarea calității aerului prin Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului constituie baza de date a Sistemului Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA). Completarea și actualizarea acestei baze de date se realizează anual, prin includerea inventarelor anuale.

Inventarul privind emisiile de poluanți în atmosferă la nivel național stă la baza întocmirii rapoartelor către organismele europene și internaționale și stabilirii conformării cu obligațiile României privind emisiile de poluanți în atmosferă.

Procesul de elaborare a inventarelor trebuie să se realizeze prin implicarea tuturor autorităților și instituțiilor cu competențe în realizarea funcțiilor Sistemului Național de Inventariere a Emisiilor de Poluanți Atmosferici precum și a titularilor de activități care, în conformitate cu prevederile Legii 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător au obligația de a *„transmite autorității publice teritoriale pentru protecția mediului toate informațiile solicitate în vederea realizării inventarelor de emisii”* și trebuie să vizeze, în principal următoarele obiective: asigurarea unui flux de date eficient ca suport în realizarea inventarelor naționale și locale de emisii, precum și a raportărilor; asigurarea și controlul calității datelor privind activitatea, caracteristicile instalațiilor, tehnici și tehnologii utilizate, inclusiv cele pentru controlul emisiilor; stabilirea metodei de estimare/factorilor de emisie, după caz, inclusiv fundamentarea din punct de vedere științific a acestor factori; elaborarea inventarelor de emisii și verificarea rezultatelor.

Obiectivele urmărite în realizarea unui inventar de emisii sunt prezentate în Figura 24 :

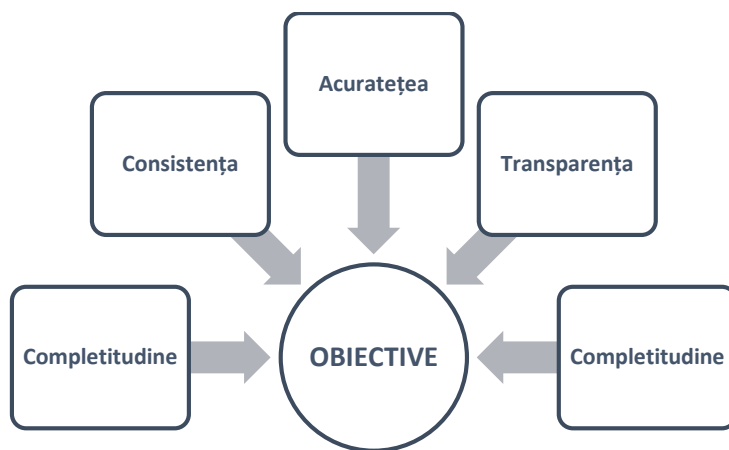


Figura 24. Obiective urmărite în realizarea inventarelor de emisie

Pe măsura implementării măsurării continue a emisiilor de poluanți în atmosferă, trebuie avută în vedere introducerea în inventarele de emisie a emisiilor obținute pe baza monitorizării continue.

Inventarierea emisiilor poluante în atmosferă implică activitățile prezentate în Figura 25.

Inventarierea emisiilor poluante în atmosferă					
Identificarea surselor de emisii pe cele 3 categorii: • surse punctuale • surse de suprafață • trafic	Identificarea caracteristicilor surselor de emisii: • pentru cuantificarea emisiilor • pentru localizarea acestora	Colectarea datelor	Validarea datelor	Verificarea datelor	Realizarea inventarelor de emisie

Figura 25. Activități derulate pentru inventarierea emisiilor poluante în atmosferă



Selectarea metodei pentru estimarea emisiilor – aspecte considerate

- asigurarea unei cât mai înalte calități a inventarelor de emisii, indiferent de nivelul acestora (local sau național);
- inventarele locale de emisii să includă toate sursele caracteristice unui amplasament sau unei arii, indiferent de natura sau de anvergura acestora;
- asigurarea unei cât mai mari concordanțe între inventarele locale și cele naționale.

Criteriile pe baza cărora trebuie stabilit nivelul de abordare

- disponibilitatea datelor;
- calitatea datelor colectate;
- categoriile cheie de activități/surse.

4.3.3. Metodologii de inventariere

Principalele metodologii de inventariere sunt reprezentate de:

- Metode bazate pe factori de emisie:
 - EMEP/CORINAIR estimare emisii conform clasificării SNAP
 - IPCC estimare emisii gaze cu efect de seră.
- Metode bazate pe măsurători
- Metode bazate pe bilanțuri de masă și tehnologice

- **Inventarul de emisii EMEP/CORINAIR**

Inventarul de emisii CORINAIR (**C**ORE**I**Nventory of **A**IR emissions) își are originile în Consiliul Decizional din 1985 referitor la întocmirea inventarului de emisii atmosferice la nivelul Uniunii Europene.

Metodologia utilizată pentru inventarul emisiilor se bazează pe procedurile standard CORINAIR, definite de Agenția Europeană de Mediu. Această metodologie este actualizată anual și publicată pe site-ul Agenției Europene de Mediu și furnizează informații privind categoriile de surse de emisii în atmosferă, procesele tehnologice care le generează precum și factorii de emisie asociați. Se utilizează metodologia bottom-up.

Estimarea emisiilor se realizează conform clasificării SNAP. Clasificarea surselor de emisie, SNAP (**S**elected **N**omenclature for sources of **A**ir **P**ollution –Nomenclatorul Selectat pentru Sursele de Poluare a Aerului) pentru datele necesare raportării către Secretariatul CLRTAP care includ poluanții NO_x, SO₂, NH₃, NMVOC, CO și PM₁₀. Clasificarea SNAP a fost dezvoltată ca parte a metodologiei CORINAIR și este folosită pentru clasificarea sectoarelor, subsectoarelor și activităților sursă de emisie. Este un cod de șase cifre de forma XX.XX.XX, în care primele două cifre reprezintă sectorul implicat, următoarele două, sub-sectoare și ultimele două, activitățile specifice. SNAP include unsprezece sectoare de activități și, în total, peste 350 activități antropice și natural (Tabelul 6).

Estimarea emisiilor se realizează pe baza datelor statistice prin care se caracterizează activitățile sursă de emisii și a factorilor de emisie determinați în mod specific pentru fiecare activitate și pentru fiecare poluant.

Tabel 6. Categorii de surse de emisie pentru poluarea aerului

Nr. crt.	Surse de emisie	Activități
01	ARDEREA ÎN INDUSTRIA ENERGETICĂ (surse staționare)	Energia electrică și centralele electrice și pentru căldură, termoficarea zonală, transformarea solidelor și a gazelor, rafinării de petrol. Autoproducția de energie electrică și termică (numai energia electrică și termică vândută) apar în acest sector.
02	INSTALAȚII DE ARDERE NON-INDUSTRIALE (surse staționare)	Generarea de căldură în alte sectoare decât cel industrial și energetic. Autoproducția energiei electrice și termice (numai energia electrică și termică vândută) apar în acest sector.
03	ARDEREA ÎN INDUSTRIA PRELUCRĂTOARE (surse staționare)	Generarea de căldură și procesele de producție în care căldura este obținută prin ardere (sunt excluse emisiile legate de non-ardere). Sunt incluse căldura combinată cu electricitatea și autoproducția de energie electrică și căldură (numai energia electrică și termică vândută) provenite de la surse din industria prelucrătoare
04	PROCESE DE PRODUCȚIE (surse staționare)	Numai din sursele non-ardere. Necesarul de căldură ale proceselor non-ardere este asigurat în mod direct prin intermediul transferului de căldură.
05	EXTRACȚIA ȘI DISTRIBUȚIA COMBUSTIBILILOR FOSILI ȘI A ENERGIEI GEOTERMALĂ	Energie legată de sursele non-ardere. Gazul off-shore și instalațiile petroliere, incluzând zona de solicitare EMEP.
06	UTILIZAREA SOLVENȚILOR ȘI A ALTOR PRODUSE	Utilizarea solvenților, prin aplicarea de produse care conțin solvenți, ca agent, și în fabricarea și prelucrarea produselor.
07	TRANSPORT RUTIER	Vehicule în mișcare și staționare. Sunt raportate tipuri de vehicule și șosele. Sunt luate în calcul date suplimentare împărțite conform unor parametri complementari (combustibili, tehnologii), prin utilizarea componentelor asociate (combustibil și pământ roșu).
08	ALTE SURSE MOBILE ȘI UTILIJE	Funcționarea aeronavelor, navelor, tractoarelor, utilajelor de construcții, de mutări de gazon, militare și alte echipamente
09	TRATAREA ȘI ELIMINAREA DEȘEURILOR	Trebuie inclusă incinerarea deșeurilor, cu sau fără recuperarea căldurii. Este inclusă aici autoproducția de energie electrică și termică (numai energia electrică și termică vândută) care apar din acest sector.
10	AGRICULTURA	Procesele de cultură non-energetice și creșterea animalelor. Arderea terenurilor este inclusă, în timp ce arderea deschisă a deșeurilor este exclusă.
11	ALTE SURSE	Sunt incluse aici pădurile gestionate, sursele de CO ₂ și rezervoarele de la schimbarea destinației terenurilor și silvicultură, datorită impactului antropic. Procese necontrolate de om (metabolice, termice, de degradare, etc.).

Cantitatea de poluant emisă pe parcursul unei anumite activități depinde de intensitatea acelei activități, principiul stând la baza utilizării coeficienților de emisie. Astfel, pentru un anumit sector economic, emisiile în aer sunt proporționale cu producția economică realizată. Alegerea unui coeficient de emisie depinde de câțiva factori cum ar fi: tehnologia utilizată pentru obținerea produsului, natura combustibilului utilizat și condițiile naționale privind producția.

Sursele de emisie sunt caracterizate prin tipul de activitate și tipul combustibililor utilizați (pentru activități care sunt legate de sectorul energetic).

Formula generală utilizată este:

$$E_{i,j} = A_{i,j} \times EF_{i,j}$$

unde: E: emisii; A: dimensiunea activității; EF: factor de emisie; i, j: poluant și activitate.

În această formulă se presupune că există o legătură tehnică între dimensiunea activității (A) și emisia (E). Formula arată faptul că dacă rata activității crește cu 20%, atunci și emisia crește cu 20% (dacă factorul de emisie rămâne constant). La nivelul operatorilor economici această relație nu este întotdeauna validă, dar pentru calculul la nivel național, formula oferă un grad de acuratețe suficient.

Sectoarele pot fi definite la diferite nivele de detaliu sau agregare. Rata activității este în general rezultatul scenariilor relevante pentru un sector specific (valoarea adăugată) sau poate fi un scenariu general economic (de exemplu PIB) în funcție de nivelul de agregare.

Factorul de emisie (EF) este un parametru tehnologic, prin care se stabilește potențialul de emisie al unei activități în relație directă cu tipul de combustibil utilizat în procesul de combustie sau în procesul de prelucrare cu materia primă.

4.4. Proiectarea sistemului de monitorizare a calității aerului

În cadrul strategiilor de protecția atmosferei este aplicată abordarea DPSIR (PRESIUNE – STARE – RĂSPUNS) în scopul elaborării și implemetării de măsuri necesare îmbunătățirii stării de calitate a mediului. Acest principiu statutează analiza cauză efect pornind de la necesitățile sociale, activitățile generatoare de presiuni de mediu, efectele generate de acestea asupra calității mediului urmată de analiza cost beneficiu și de selectarea celor mai bune măsuri pentru asigurarea unei mai bune stări de calitate a mediului. Componenta de monitoring este astfel implicată în toate verigile acestui tip de abordare: necesități sociale, presiuni – identificarea și cuantificarea surselor de emisii poluante în atmosferă, stare – evaluarea calității mediului prin măsurători fizico-chimice, evaluarea impactelor calității atmosferei asupra celorlalte componente de mediu. Aceste activități sunt suplimentate cu o puternică componentă de modelare care poate fi regăsită în toate verigile modelului DPSIR și care este utilizată la:

- Evaluarea modificărilor factorilor socio-economici;
- Evaluarea preliminară a emisiilor poluante provenite din diferite surse (naturale și antropice);
- Evaluarea fenomenelor de transport și transformare a poluanților;
- Evaluarea impactelor asupra mediului biotic și abiotic;
- Evaluări de risc;
- Evaluări de eficiență a măsurilor aplicate

Sistemul de monitorizare a calității aerului este un subsistem al sistemului general de monitorizare a mediului.

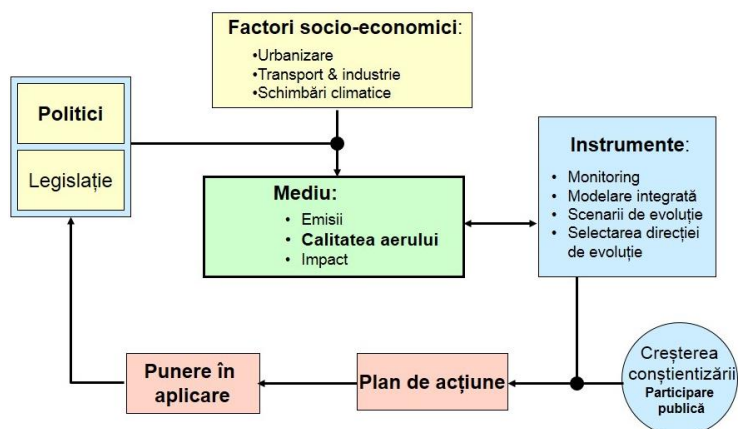


Figura 26. Componentele Sistemului de management al aerului

Monitorizarea calității aerului presupune o serie de acțiuni de observare și măsurare cantitativă și calitativă a unor indicatori ai stării aerului (cum ar fi concentrații ale unor componente din aer). Sistemul de monitorizare permite obținerea de date utile pentru identificarea rapidă a zonelor poluate și pentru luarea de decizii strategice și tactice de combatere a poluării și de prevenire a acesteia.

În procesul de proiectare al unui sistem de monitorizare a calității aerului se parcurg mai multe etape care vor fi descrise în continuare.

Prima etapă este cea de stabilire a obiectivelor (Fig. 27).



Figura 27. Principalele obiective ale Sistemului de monitoring a calității aerului

După stabilirea obiectivelor de monitorizare, în funcție de nivelul rețelei de supraveghere, proiectarea presupune parcurgerea mai multor etape:

- stabilirea zonei de monitorizare
 - caracterizarea geografică (identificarea formelor de relief, topografie etc.);
 - caracterizarea condițiilor meteorologice (intensitatea mișcărilor eoline, temperatură, umiditate, regim de precipitații etc.)
- selectarea variabilelor (componentelor) care vor fi măsurate;
- stabilirea numărului de puncte de măsurare;
- stabilirea tipului acestor puncte: mobile sau fixe (punctiforme sau de suprafață), permanente sau accidentale

- localizarea punctelor de măsurare;
- alegerea și instalarea instrumentației (senzori, aparate) necesare;
- determinarea frecvenței de măsurare
- identificarea celor mai adecvate metode de analiză a probelor de aer;
- stabilirea metodelor de analiză (on-line / off-line) a probelor de aer
- dezvoltarea subsistemelor de achiziție, memorare, transmitere și de introducere/ stocare a datelor;
- stabilirea unui sistem de analiză, prelucrare și raportare a datelor;
- resurse umane și financiare pentru implementarea sistemului.

În funcție de scara de lucru proiectarea rețelelor se realizează pentru areale restrânse (rețele locale sau de impact) sau rețele globale. Dată fiind complexitatea problemei și multitudinea factorilor care intervin (inclusiv cei de natură financiară) soluțiile de proiectare nu sunt întotdeauna unic determinate.

ASTM (American Standard for Testing Materials) nu stabilește proceduri foarte detaliate referitor la proiectarea rețelelor de monitorizare a poluării atmosferice. Sunt prevăzute recomandări de principiu, generale, care pot fi considerate linii directoare și unele dintre ele au caracter de criterii specifice dar sunt formulate în termeni calitativi.

EPA (Environmental Protection Agency) din SUA recomandă următoarele priorități pentru amplasarea punctelor de măsurare:

- amplasarea punctelor de măsurare în zonele cu concentrare mare a factorilor poluanți (zone stabilite prin modelarea dispersiei și transportului poluanților sau pe baza unor măsurători preliminare);
- zonele intens populate;
- locurile situate pe traseele principale de curgere a aerului la pătrunderea în zonele urbane, pentru a pune în evidență contribuția surselor exterioare zonei de interes;
- zonele proiectate pentru o dezvoltare viitoare.

Teoretic rețeaua trebuie astfel proiectată încât să datele obținute să reproducă cât mai exact și mai complet câmpul concentrațiilor din zona respectivă. Câmpul concentrațiilor reprezintă totalitatea valorilor concentrațiilor în punctele unui spațiu. Pentru determinare reprezentativității acestor puncte de măsurare se recomandă utilizarea atât a valorilor momentane rezultate din măsurare, cât și a valorilor medii anuale. O astfel de rețea spațial reprezentativă răspunde mai multor deziderate:

- evaluarea tendințelor de evoluție a calității mediului;
- evaluarea eficienței măsurilor de combatere a poluării atmosferei;
- validarea sau calibrarea corectitudinii modelelor de dispersie;
- dezvoltare urbanistică.

În funcție de obiectivele monitorizării, de resurse și de integrarea într-un sistem global, sistemele de monitorizare pot fi dezvoltate folosind mai multe metode:

Metoda împărțirii pe zone: aria supusă monitorizării este împărțită pe zone relativ omogene (din punct de vedere al emisiilor poluante, topografiei, densității populației); în aceste zone se măsoară variabilele specifice și pe baza unui model de dispersie se evaluează impactul global. Pentru implementarea metodei sunt necesare stații de măsurare în apropierea surselor industriale, lângă rutele cu trafic intens și în zonele urbane din zonele respective;

Metoda statistică: se analizează corelațiile în timp și spațiu ale datelor măsurate de către un număr minim de stații de măsurare existente, care furnizează însă date precise;

Metoda grilei: se implementează un număr mare de puncte de măsurare, repartizate relativ uniform în aria supusă monitorizării;

Metoda analitică utilizând modelarea matematică a dispersiei: stațiile de măsurare se amplasează în funcție de localizarea punctelor de intensitate maximă a poluării, localizare furnizată de un model matematic al dispersiei poluanților în zona supusă monitorizării; această metodă se aplică în vecinătatea surselor de poluare, unde modelul are un grad mai mare de veridicitate;

Metoda empirică: se realizează măsurători pe un anumit traseu, stabilit de exemplu în funcție de rutele de trafic auto intens dintr-o anumită zonă.

În situațiile reale se iau în considerare locațiile de amplasare a stațiilor generate prin aceste metode și se optimizează în funcție de situația

concretă din teren (disponibil de stații de monitorizare, existența unor zone în care stația de monitorizare să poată fi protejată, topografia locului etc.).

4.5. Sistemul de monitorizare a calității aerului în România

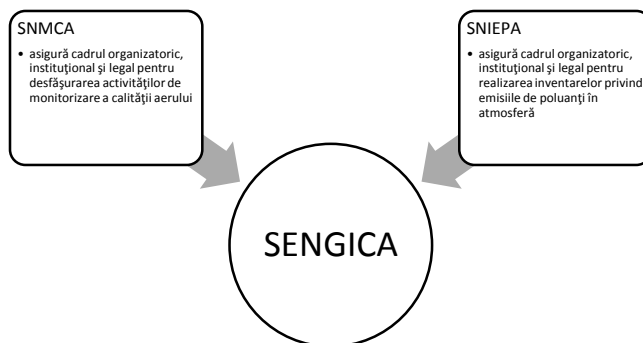
În România, punerea în aplicare a prevederilor Legii nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător se realizează prin Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA).

Principalele atribuții ale SNEGICA sunt:

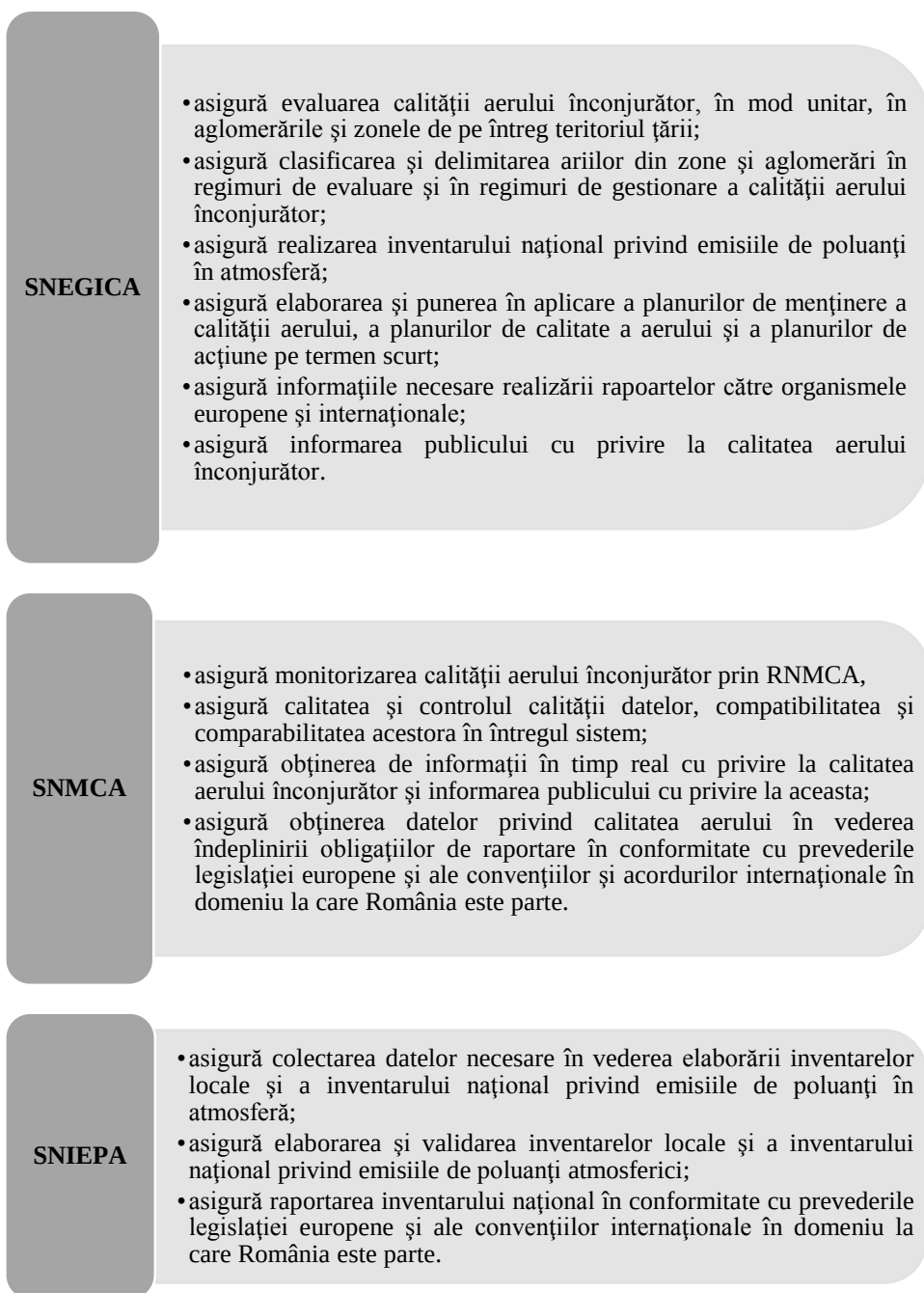
- asigură evaluarea calității aerului înconjurător, în mod unitar, în aglomerările și zonele de pe întreg teritoriul țării;
- asigură clasificarea și delimitarea ariilor din zone și aglomerări în regimuri de evaluare și în regimuri de gestionare a calității aerului înconjurător;
- asigură realizarea inventarului național privind emisiile de poluanți în atmosferă;
- asigură elaborarea și punerea în aplicare a planurilor de menținere a calității aerului, a planurilor de calitate a aerului și a planurilor de acțiune pe termen scurt;
- asigură informațiile necesare realizării rapoartelor către organismele europene și internaționale;
- asigură informarea publicului cu privire la calitatea aerului înconjurător.

SNEGICA cuprinde, ca părți integrante, următoarele două sisteme:

- Sistemul Național de Monitorizare a Calității Aerului (SNMCA) și
- Sistemul Național de Inventariere a Emisiilor de Poluanți Atmosferici (SNIEPA).



Figură 28. Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA)



Sursa: Legea 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător

Figura 29. Principalele atribuții ale Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului

Inventarele locale și naționale de emisii, rezultatele modelării dispersiei poluanților atmosferici în aglomerări și zone, împreună cu rezultatele privind monitorizarea calității aerului prin Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului constituie baza de date a Sistemului Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA).

Respectând criteriile de clasificare impuse de Uniunea Europeană, în scopul evaluării calității aerului, pe teritoriul României, au fost stabilite, (Anexa nr.2 din Legea nr. 104/2011):

- **13 aglomerări:** Bacău, Baia Mare, Brașov, Brăila, București, Cluj Napoca, Constanța, Craiova, Galați, Iași, Pitești, Ploiești și Timișoara;
- **41 zone**, identificate la nivel de județ.

Rețeaua națională de monitorizare a calității aerului (RNMCA) cuprinde 139 stații automate de monitorizare a calității aerului. Stațiile de monitorizare sunt amplasate în concordanță cu criteriile stabilite de directivele europene privind calitatea aerului, în vederea protecției sănătății umane, a vegetației și ecosistemelor pentru a evalua influența diferitelor tipuri de surse de emisii poluante. Din acest punct de vedere stațiile sunt clasificate după cum urmează:

- stații de trafic;
- stații industriale;
- stații de fond urban și suburban;
- stații de fond rural și regional.

Stațiile sunt dotate cu analizoare automate ce măsoară continuu concentrațiile în aerul ambiental ale poluanților: dioxid de sulf (SO₂), oxizi de azot (NO₂, NO_x), monoxid de carbon (CO), benzen (C₆H₆), ozon (O₃), particule în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}) din aerosoli. Aceștia li se adaugă echipamente de laborator utilizate pentru măsurarea concentrațiilor de metale grele, plumb (Pb), cadmiu (Cd), arsen (As), nichel (Ni), din particule în suspensie și din depuneri. De asemenea se monitorizează și parametrii meteo (direcția și viteza vântului, presiune, temperatură, radiația solară, umiditate relativă, precipitații).

În conformitate cu prevederile Legii nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător responsabilitatea privind monitorizarea calității aerului înconjurător în România revine **Autorităților pentru protecția mediului**.

RNMCA cuprinde 41 de centre locale, care colectează și transmit panourilor de informare a publicului datele furnizate de stații, iar după

validarea primară le transmit spre certificare Laboratorului Național de Referință pentru Calitatea Aerului (LNRCA) din cadrul Agenției Naționale pentru Protecția Mediului.

În prezent RNMCA efectuează măsurători continue de dioxid de sulf (SO_2), oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO), ozon (O_3), particule în suspensie (PM_{10} și $\text{PM}_{2,5}$), benzen (C_6H_6), plumb (Pb). Calitatea aerului în fiecare stație este reprezentată prin indici de calitate sugestivi, stabiliți pe baza valorilor concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici măsurați.

Poluanții monitorizați, metodele de măsurare, valorile limită, pragurile de alertă și de informare și criteriile de amplasare a punctelor de monitorizare sunt stabilite de legislația națională privind protecția atmosferei și sunt conforme cerințelor prevăzute de reglementările europene.

La nivel național, datele de calitate a aerului pot fi accesate pe pagina web: www.calitateaer.ro.

4.6.1. Stații de monitorizare

O stație de monitorizare furnizează date de calitatea aerului care sunt reprezentative pentru o anumită arie în jurul stației. Aria în care concentrația nu diferă de concentrația măsurată la stație mai mult decât cu o "cantitate specifică" (+/- 20%) se numește "*arie de reprezentativitate*".



Stația de monitorizare de tip "trafic"

- evaluează influența traficului asupra calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 10 ÷ 100 m;



Sursa: APM Cluj - Stația CJ-1

Figura 30. Stație de tip trafic



Stația de monitorizare de tip “industrial”

- evaluează influența activităților industriale asupra calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 100 m $\div$ 1 km;



Sursa: APM Cluj - Stația CJ-4

Figura 31. Stație de tip industrial



Stația de monitorizare de tip “urban”

- evaluează influența "așezărilor urmane" asupra calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 1 $\div$ 5 km;



Sursa: APM Cluj - Stația CJ-2

Figura 32. Stație de tip urban

**Stația de monitorizare de tip “suburban”**

- evaluează influența activităților industriale asupra calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 100 m ÷ 1 km;



Sursa: APM Cluj - Stația CJ-3

Figura 33. Stație de tip suburban**Stația de monitorizare de tip “industrial”**

- evaluează influența activităților industriale asupra calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 100 m ÷ 1 km;



Sursa: APM Cluj - Stația CJ-4

Figura 34. Stație de tip industrial

**Stația de monitorizare de tip “stații de fond rural și regional”**

- stație de referință pentru evaluarea calității aerului;
- raza ariei de reprezentativitate este de 200 ÷ 500 km;



Sursa: www.calitateaer.ro

Figura 35. Stație de tip regional

Stația de monitorizare de tip “EMEP”

- monitorizează și evaluează poluarea aerului în context transfrontier la lungă distanță;
- raza ariei de reprezentativitate este de 200 ÷ 500 km;



Sursa: www.calitateaer.ro

Figura 36. Stație de tip EMEP

România participă din 1973 la rețeaua globală de supraveghere a poluării de fond. Rețeaua a fost restructurată în 1978 de către UNEP, sub denumirea de BAPMON (Background for Pollution Monitoring Network). Ea are în prezent pe teritoriul României 3 stații situate la altitudine medie, în general ferite de surse de poluare locală (Fundata, Semenici și Poiana Ștampei).

Alte rețele, cu destinații specifice cum sunt cele care supraveghează precipitațiile acide sau rețeaua de supraveghere a activității radioactive sunt organizate și funcționează la scară națională.

4.6.2. Circuitul datelor

Sistemul de monitorizare permite autorităților locale pentru protecția mediului:

- să evalueze, să cunoască și să informeze în permanență publicul, alte autorități și instituții interesate, despre nivelul calității aerului;
- să ia, în timp util, măsuri prompte pentru diminuarea și/sau eliminarea episoadelor de poluare sau în cazul unor situații de urgență;
- să prevină poluările accidentale;
- să avertizeze și să protejeze populația în caz de urgență.

Informațiile privind calitatea aerului și datele meteorologice, provenite de la stațiile de monitorizare sunt transmise la Centrele locale de la cele 41 Agenții pentru Protecția Mediului. Valorile măsurate on-line de senzorii analizatoarelor instalate în stații, sunt transmise prin GPRS la centrele locale.

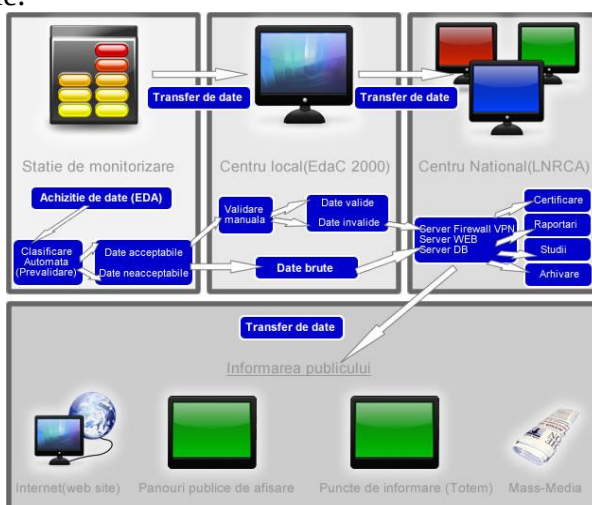


Figura 37. Reprezentarea schematică a circuitului datelor

Acestea sunt inter-conectate formând o rețea ce cuprinde și serverele centrale, unde ajung toate datele și de unde sunt aduse în timp real la cunoștința publicului prin intermediul site-ului www.calitateaer.ro, și pe **panouri exterioare** (amplasate în mod convențional în zone dens populate ale orașelor) și pe **panouri de interior** (amplasate la Primării). La nivel național există 107 de puncte de informare a publicului (48 de panouri exterioare și 59 de panouri interioare).



Panou exterior



Panou interior

Figura 38.

Din dorința de a informa cât mai prompt publicul, datele prezentate sunt cele transmise on-line de către senzorii analizoarelor din stații (datele brute). Așadar, valorile trebuie privite sub rezerva că acestea sunt practic validate numai automat (de către software), urmând ca la centrele locale specialiștii să valideze manual toate aceste date, iar ulterior central să se certifice. Baza de date centrală stochează și arhivează atât datele brute, cât și cele valide și certificate.

4.6.3. Indici de calitate



Indice specific de calitate

- reprezintă un sistem de codificare a concentrațiilor înregistrate pentru fiecare dintre poluanții monitorizați: SO₂; NO₂; O₃; CO; PM₁₀.

Indicele general de calitate

- se stabilește pentru fiecare dintre stațiile automate din cadrul Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului, ca fiind cel mai mare dintre indicii specifici corespunzători poluanților monitorizați.



Indice specific de calitate pentru NO₂

- se stabilește prin încadrarea valorii medii orare a concentrațiilor în unul dintre domeniile de concentrații:

Domeniu de concentrații (μg/m ³)	Indice specific
0-49,(9)	1
50-99,(9)	2
100-139,(9)	3
140-199,(9)	4
200-399,(9)	5
>400	6

Indice specific de calitate pentru SO₂

- se stabilește prin încadrarea valorii medii orare a concentrațiilor în unul dintre domeniile de concentrații:

Domeniu de concentrații (μg/m ³)	Indice specific
0-49,(9)	1
50-74,(9)	2
75-124,(9)	3
125-349,(9)	4
350-499,(9)	5
>500	6

Indice specific de calitate pentru O₃

- se stabilește prin încadrarea valorii medii orare a concentrațiilor în unul dintre domeniile de concentrații:

Domeniu de concentrații (μg/m ³)	Indice specific
0-39,(9)	1
40-79,(9)	2
80-119,(9)	3
120-179,(9)	4
180-239,(9)	5
>240	6

Indice specific de calitate pentru CO

- se stabilește prin încadrarea mediei aritmetice a valorilor orare, înregistrate în ultimele 8 de ore, în unul dintre domeniile de concentrații:

Domeniu de concentrații (mg/m ³)	Indice specific
0-2,(9)	1
3-4,(9)	2
5-6,(9)	3
7-9,(9)	4
10-14,(9)	5
>15	6



Indice specific de calitate pentru PM₁₀

- se stabilește prin încadrarea mediei aritmetice a valorilor orare, înregistrate în ultimele 24 de ore în unul dintre domeniile de concentrații:

Domeniu de concentrații (μg/m ³)	Indice specific
0-9,(9)	1
10-19,(9)	2
20-29,(9)	3
30-49,(9)	4
50-99,(9)	5
>100	6

Indicii specifici și indicele general al stației sunt afișați din oră în ora.

Autoritățile și instituțiile publice cu competențe în realizarea atribuțiilor SNEGICA:

- autoritatea publică centrală pentru protecția mediului și autoritățile publice care funcționează în subordinea, sub autoritatea și în coordonarea sa;
 - autoritatea publică centrală care răspunde de silvicultură și autoritățile publice care funcționează în subordinea și sub autoritatea sa;
 - autoritatea publică centrală pentru sănătate și autoritățile publice care funcționează în subordinea și sub autoritatea sa;
 - autoritatea publică centrală pentru transporturi și autoritățile publice care funcționează în subordinea și sub autoritatea sa;
 - autoritatea publică centrală pentru industrie;
 - autoritatea publică centrală pentru comerț;
 - autoritatea publică centrală pentru agricultură și autoritățile publice care funcționează în subordinea și sub autoritatea sa;
 - autoritatea publică centrală pentru amenajarea teritoriului și lucrări publice;
 - autoritatea publică centrală pentru administrație publică și autoritățile publice care funcționează în subordinea sa;
 - autoritatea publică centrală pentru ordine publică și siguranță națională și autoritățile publice care funcționează în subordinea sa;
 - consiliile județene și Consiliul General al Municipiului București;
 - primăriile, primăriile sectoarelor municipiului București, consiliile locale și consiliile locale ale sectoarelor municipiului București;
 - Institutul Național de Statistică și direcțiile teritoriale din subordinea sa.
- Autoritatea publică centrală pentru protecția mediului (MMP) este autoritatea cu rol de reglementare, decizie și control în domeniul evaluării și gestionării calității aerului înconjurător pe întreg teritoriul țării.

Atribuțiile și responsabilitățile autorităților și instituțiilor publice cu competențe în realizarea atribuțiilor SNEGICA sunt prevăzute la art. 7 – 23 din Legea nr.104/2011.

Un rol important în supravegherea permanentă și cunoașterea mediului aerian prin observații și măsurători specifice privind starea și evoluția vremii îl are și activitatea de meteorologie, care presupune desfășurarea unitară și calificată a supravegherii meteorologice în scopul informării populației și a factorilor de decizie pentru prevenirea și diminuarea pagubelor datorate fenomenelor meteorologice periculoase, activitate declarată prin lege ca fiind de interes național.

Ca sisteme de monitorizare se implementează subsistemele GEMS-Ro (*GlobalEnvironment System – Romania*) și IGMB-Ro (*Integrated Global BackgroundMonitoring – Romania*) pentru calitatea aerului. În prezent, în cadrul GEMS-Ro funcționează peste 50 de stații unde se determină concentrațiile de dioxid de carbon, dioxid de sulf, amoniac, hidrogen sulfurat, particule sedimentabile, radionuclizi etc. Rețeaua este în subordinea Institutului Național de Meteorologie și Hidrologie, iar datele sunt stocate și prelucrate la Institutul de Cercetare și Inginerie a Mediului.

4.7. Directivele europene privind protecția aerului

Problema calității aerului este o preocupare majoră pentru mulți dintre cetățenii Europei și pentru instituțiile Uniunii Europene. Din 1970, ca urmare a reglementărilor europene, au fost obținute progrese semnificative în abordarea poluării aerului cu substanțe toxice.

Uniunea Europeană acționează pe mai multe nivele pentru reducerea nivelului de poluarea a aerului: legislație, acțiuni la nivel internațional și cooperare în domeniul cercetării. Inițiativa „Aer curat pentru Europa” a determinat elaborarea strategiei tematice în cadrul căreia au fost stabilite obiectivele și măsurile pentru următoarea fază a politicii europene în domeniul calității aerului. Cel de-al șaselea Program comunitar de acțiune pentru mediu adoptat prin Decizia nr. 1600/2002/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 22 iulie 2002 a stabilit următoarele priorități:

- reducerea poluării la niveluri care să minimizeze efectele nocive asupra sănătății umane, acordându-se o atenție specială populațiilor sensibile și mediului ca întreg;
- îmbunătățirea monitorizării și evaluării calității aerului, inclusiv depunerea poluanților;
- furnizarea de informații publicului.

Obiectivul principal fiind acela de “*a atinge acel nivel al calității aerului care nu generează un impact și riscuri inacceptabile pentru sănătatea populației și pentru mediu*”.

La nivelul Uniunii Europene au fost elaborate o serie de acte normative referitoare la calitate aerului care vor fi prezentate pe scurt în continuare.



Directiva Cadru Aer (2008/50/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 21 mai 2008 privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa) (publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L152 din data de 11.06.2008.)

Obiectiv: evaluarea calității aerului înconjurător în statele membre pe baza unor metode și criterii comune în scopul protejării sănătății umane și mediului ca întreg prin reglementarea măsurilor destinate îmbunătățirii calității aerului sau menținerii acesteia acolo unde este corespunzătoare obiectivelor pentru calitatea aerului.

Prin **implementare** se urmărește:

- obținerea de informații privind calitatea aerului înconjurător în scopul sprijinirii procesului de combatere a poluării aerului și a disconfortului cauzat de aceasta;
- a monitoriza pe termen lung tendințele și îmbunătățirile rezultate în urma măsurilor luate la nivel național și comunitar.

Responsabilități (Art.3)

Statele membre au obligația de a desemna la nivele corespunzătoare, autoritatea competentă și organismele responsabile pentru:

- evaluarea calității aerului înconjurător;
- aprobarea sistemelor de măsurare (metode, echipamente, rețele și laboratoare);
- asigurarea acurateței măsurărilor;
- analiza metodelor de evaluare;
- coordonarea pe teritoriul lor a eventualelor programe comunitare de asigurare a calității organizate de Comisie;
- cooperarea cu celelalte state membre și cu Comisia.

Articolul 3 al Directivei Cadru se referă la implementare și responsabilități. În acest scop, statele membre vor desemna, la nivele corespunzătoare, implementarea acestei directive, estimarea calității aerului, aprobarea procedeeleor de măsurare (metode, echipament, rețele, laboratoare), asigurarea acurateței măsurării prin procedee de măsurare și verificarea menținerii unei astfel de acuratețe prin aceste procedee, în

particular prin controale interne de calitate desfășurate, printre altele, în acord cu cerințele standardelor europene de calitate, analiza metodelor de estimare, coordonarea pe teritoriul lor a programelor comunitare de asigurare a calității, organizate de Comisie.

Procedura comunitară pentru schimbul de informații și date privind calitatea aerului în Comunitatea Europeană este stabilită prin Decizia Consiliului 97/101/EC. Decizia introduce un schimb reciproc de informații și date legate de rețelele și stațiile stabilite în statele membre pentru măsurarea gradului de poluare a aerului și măsurătorile asupra calității aerului realizate la 2 de aceste stații. Schimbul de informații se referă la poluanții prezentați în Anexa I a Directivei 96/62/EC. Anexele Deciziei au fost amendate de Decizia Comisiei 2001/752/EC.

Directiva 96/62/CEE a Consiliului privind evaluarea și managementul calității aerului înconjurător a fost transpusă și implementată în România prin următoarele acte normative:

- ✓ H.G. nr. 731/2004 privind adoptarea Strategiei Naționale privind Protecția Atmosferei;
- ✓ H.G. nr. 738/2004 privind adoptarea Planului Național de Acțiune pentru Protecția Atmosferei;
- ✓ H.G. nr. 543/2004 privind elaborarea și punerea în aplicare a planurilor și programelor de gestionare a calității aerului;
- ✓ H.G. nr. 586/2004 privind înființarea și organizarea Sistemului național de evaluare și gestionare integrată a calității aerului;
- ✓ O.M. 524/1999 privind elaborarea inventarelor de emisii ale poluanților atmosferici;
- ✓ Legea nr. 655/2001 pentru aprobarea O.U.G nr. 243/2000 privind protecția atmosferei;
- ✓ Legea nr. 265/2006 privind protecția mediului

Directiva Cadru privind Calitatea Aerului a fost urmată de așa numitele “directive fiică”, care stabilesc valorile limită numerice și valorile țintă pentru fiecare din poluanții identificați. În ciuda stabilirii limitelor de calitate a aerului și a pragurilor de alertă, obiectivele directivelor “fiică” sunt de a armoniza strategiile de monitorizare, metodele de măsurare, calibrare și metodele de estimare a calității aerului pentru a ajunge la măsuri comparabile cu cele din UE și să asigure informarea definitivă a publicului. Dezvoltarea legislației fiică este susținută de grupuri de lucru formate din experți prin pregătirea documentului lor de poziție pe care Comisia îl utilizează ca bază pentru proiectarea legislației. Directiva Cadru, ca și Directivele Fiică, necesită estimarea calității aerului din statele membre pe bază de metode și criterii comune.

Prima Directivă fiică (1990/30/EC) referitoare la valorile limită pentru NO_x, SO₂, Pb și PM₁₀ din aer a intrat în vigoare în iulie 1999. Statele membre au avut la dispoziție doi ani pentru transpunerea directivei și stabilirea strategiilor de monitorizare, ca și pentru asigurarea punerii regulat la dispoziția publicului a informațiilor cele mai recente privind concentrațiile de NO_x, SO₂, particule și plumb. Valorile limită ale NO_x pentru protecția vegetației trebuiau atinse până în 2001, iar valorile limită privind SO₂ și PM₁₀ trebuiau să fie atinse până în 2005. Celelalte valori limită privind NO₂ și Pb trebuie atinse până în 2010. Statele membre trebuie să pregătească programele de conformare arătând cum vor fi atinse la timp valorile limită pentru acele zone unde nu poate fi realizată conformarea în mod obișnuit. Aceste programe trebuie să fie puse direct la dispoziția publicului și trebuie de asemenea să fie trimise Comisiei Europene.

Directiva 99/30/CE a Consiliului privind *valorile limită ale dioxidului de sulf, dioxidului și oxizilor de azot, particulelor în suspensie și plumbului din aer* (modificată de Decizia 2001/744/CE) a fost transpusă și implementată în legislația românească prin:

- O.M nr. 592/2002 pentru aprobarea Normativului privind stabilirea valorilor limită, a
- valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor de azot, pulberilor în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător;
- O.M. nr. 745/2002 privind stabilirea aglomerărilor și clasificarea aglomerărilor și zonelor pentru evaluarea calității aerului în România
- Legea nr. 655/2001, HG nr. 543/2004 și H.G. nr. 586/2004

A doua Directivă Fiică (2000/69/EC), legată de *valorile limită pentru benzen și monoxidul de carbon* din aer, a intrat în vigoare pe 13 decembrie 2000. Această directivă stabilește valorile limită pentru concentrațiile de benzen și monoxid de carbon din aer, și necesită estimarea concentrațiilor acestor poluanți în aer pe bază de metode și criterii comune, ca și obținerea informațiilor adecvate privind concentrațiile de benzen și monoxid de carbon și asigurarea disponibilității acestora către public. Valoarea limită pentru monoxidul de carbon trebuia să fie atinsă până în 2005 și cea pentru benzen până în 2010. Ca și în cazul primei Directive fiică, statele membre pregătesc programe de conformare pentru acele zone unde nu pot fi pretinse realizări fără schimbări majore. Aceste programe trebuie făcute imediat cunoscute publicului și trimise

Comisiei. Directiva 2000/69/CE a fost transpusă și implementată în România prin: O.M nr. 592/2002 și O.M. nr. 745/2002.

Propunerea Comisiei pentru *a treia Directivă Fiică* privind stratul de ozon a apărut la 9 iunie 1999 sub numele COM (1999) 125-2. În prezent ea este cunoscută sub denumirea de *Directiva 2002/3/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind ozonul în aerul înconjurător*. Acest document stabilește obiectivele pe termen lung, echivalent noilor valori trasate de Organizația Mondială a Sănătății și valorile țintă interimare ale ozonului în aer, de atins în cadrul unei perioade de timp date (până în 2010). Aceste ținte completează Directiva 2001/81/CE privind plafoanele naționale de emisie. Neconformarea cere statelor membre să rezolve planurile și programele de reducere care trebuie raportate către Comisie și puse la dispoziția publicului pentru a permite cetățenilor să înregistreze progrese în sensul atingerii standardelor pentru ozon. Propunerea include și cerințe îmbunătățite și mai detaliate pentru monitorizarea și estimarea concentrațiilor de ozon, precum și pentru informarea cetățenilor în legătură cu încărcătura poluantă actuală. Transpunerea și implementarea în România se face prin intermediul: O.M nr. 592/2002 și O.M. nr. 745/2002

Cea de *a patra Directivă Fiică* este *Directiva 2004/107/EC a Parlamentului European și a Consiliului privind arsenul, cadmiul, mercurul, nichelul și hidrocarburile aromatice policiclice în aerul ambiental*, transpusă și implementată prin O.M. nr. 448/2007 pentru aprobarea Normativului privind evaluarea pentru arsen, cadmiu, mercur, nichel și hidrocarburi aromatice policiclice în aerul înconjurător.

La sfârșitul lunii mai a anului 2008 a fost adoptată o nouă directivă, *Directiva 2008/50/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 21 mai 2008 privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa*. Directiva privind calitatea aerului a fuzionat patru directive anterioare și o decizie a Consiliului privind calitatea aerului. Legea, care va trebui să fie adoptată de fiecare țară membră UE, pastrează reglementările în vigoare privind concentrația ozonului, dioxidului de azot, dioxidului de sulf, plumbului, benzenului și monoxidului de carbon, dar introduce noi dispoziții privind pulberile în suspensie. În ceea ce privește particulele fine, cu diametre inferioare sau egale cu 10 micrometri, sunt menținute normele deja existente, introducând doar posibilitatea obținerii unei derogări în zonele geografice cu probleme. Este prima directivă UE care cuprinde limite cu privire la concentrațiile din aer de PM_{2,5} (pulberi fine de suspensie). În aceste condiții, directiva impune statelor membre ca, până la 1 ianuarie 2015, valoarea limită a emisiilor de pulberi în suspensie să fie de cel mult 25 micrograme pe metru cub, ca medie anuală, iar în 2020 aceasta să scadă până la 20 micrograme pe metru cub.

Această directivă consolidează totodată într-o singură directivă diferite acte legislative existente privind calitatea aerului. Guvernelor li s-a oferit un termen de doi ani (de la 11 iunie 2008) să-și alinieze legislația la dispozițiile directivei. De asemenea, directiva ofera statelor membre o mai mare flexibilitate în privința respectării unora dintre standarde în zonele în care acestea întâmpina dificultăți. Termenele limita pentru atingerea standardelor PM10 au putut fi prelungite cu trei ani după intrarea în vigoare a directivei (jumătatea anului 2011) sau cu o perioadă de maxim cinci ani pentru dioxidul de azot și benzen (2010-2015), cu condiția ca legislația UE relevantă, de exemplu prevenirea și controlul poluării industriale (PCPI, a se vedea MEMO/07/441), să fie complet pusă în aplicare și toate măsurile corespunzătoare de sancționare să fie aplicate.

Tot în scopul protejării calității aerului au fost emise o serie de directive, transpuse total în legislația românească, cum ar fi: Directiva nr. 94/63/CE privind controlul emisiilor de compuși organici volatili (COV) rezultați din depozitarea benzinei și distribuția sa de la terminale la stațiile de benzină, Directiva nr. 98/70/CE privind calitatea benzinei și motorinei și de modificare a Directivei 93/12/CEE (amendată de Directiva 2003/17/CE), Directiva nr. 99/32/CE privind reducerea conținutului de sulf al anumitor combustibili lichizi și de modificare a Directivei 93/12/CEE, modificată de Directiva 2005/33/CE, Directiva nr. 97/68/CE privind armonizarea legislației Statelor Membre cu privire la măsurile adoptate împotriva emisiilor de poluanți gazoși și de pulberi provenind de la motoarele cu combustie internă care urmează să fie instalate pe mașinile mobile, amendată de Directivele 2001/63 CE, 2002/88, 2004/26, 2006/105.

Prevenirea, limitarea deteriorării și ameliorarea calității atmosferei, în scopul evitării efectelor negative asupra sănătății omului și asupra mediului ca întreg a constituit și constituie un obiectiv major al politicii de mediu atât la nivel european, cât și național. Pentru atingerea lui, au fost stabilite mai multe **obiective specifice** în domeniul protecției atmosferei cum sunt:

- Menținerea calității aerului înconjurător în zonele în care se încadrează în limitele prevăzute de normele în vigoare pentru indicatorii de calitate;
- Îmbunătățirea calității aerului înconjurător în zonele în care nu se încadrează în limitele prevăzute de normele în vigoare pentru indicatorii de calitate;
- Adoptarea măsurilor necesare în scopul limitării până la eliminare a efectelor negative asupra mediului, în context transfrontier;

- Conformarea activităților și instalațiilor la prevederile legislației europene în domeniul protecției atmosferei.

4.6. Glosar de termeni

- **Aer inconjurator** - aerul din troposfera, cu exceptia celui de la locurile de munca, astfel cum sunt definite prin HG [nr. 1.091/2006](#) privind cerintele minime de securitate și sănătate pentru locul de munca, unde publicul nu are de regula acces și pentru care se aplica dispozițiile privind sănătate și siguranța la locul de munca;
- **Aglomerare** - zona care reprezintă o conurbatie cu o populație de peste 250.000 de locuitori sau, acolo unde populația este mai mică ori egală cu 250.000 de locuitori, având o densitate a populației pe km² mai mare de 3.000 de locuitori;
- **Amplasamente de fond urban** - locurile din zonele urbane în care nivelurile sunt reprezentative pentru expunerea, în general, a populației urbane;
- **Arsen, cadmiu, nichel și benzo(a)piren** - cantitatea totală a acestor elemente și a compușilor lor conținută în fracția PM₁₀;
- **Compuși organici volatili (COV)** - compuși organici proveniți din surse antropogene și biogene, alții decât metanul, care pot produce oxidanți fotochimici prin reacție cu oxizii de azot în prezența luminii solare;
- **Contribuții din surse naturale** - emisii de poluanți care nu rezultă direct sau indirect din activități umane, incluzând evenimente naturale cum ar fi erupțiile vulcanice, activitățile seismice, activitățile geotermale, incendiile de pe terenuri salbatice, furtuni, aerosoli marini, resuspensia sau transportul în atmosferă al particulelor naturale care provin din regiuni uscate;
- **Depuneri totale sau acumulate** - cantitatea totală de poluanți care este transferată din atmosferă pe suprafețe cum ar fi sol, vegetație, apă, clădiri etc., cu o anumită arie, într-un anumit interval de timp;
- **Emisii din surse difuze de poluare** - emisii eliberate în aerul inconjurător din surse de emisii neregulate de poluanți atmosferici, cum sunt sursele de emisii fugitive, sursele naturale de emisii și alte surse care nu au fost definite specific.
- **Emisii din surse fixe** - emisii eliberate în aerul inconjurător de utilaje, instalații, inclusiv de ventilație, din activitățile de construcții, din alte lucrări fixe care produc sau prin intermediul cărora se evacuează substanțe poluante;

- **Emisii din surse mobile de poluare** - emisii eliberate in aerul inconjurator de mijloacele de transport rutiere, feroviare, navale si aeriene, echipamente mobile nerutiere echipate cu motoare cu ardere interna;
 - **Emisii fugitive** - emisii nedirijate, eliberate in aerul inconjurator prin ferestre, usi si alte orificii, sisteme de ventilare sau deschidere, care nu intra in mod normal in categoria surselor dirijate de poluare;
 - **Evaluare** - orice metoda utilizata pentru a masura, calcula, previziona sau estima niveluri;
 - **Hidrocarburi aromatice policiclice (PAH)**- compuși organici formati in totalitate din carbon si hidrogen, alcatuiti din cel putin doua cicluri aromatice condensate;
 - **Indicator mediu de expunere** - nivelul mediu determinat pe baza unor masurari efectuate in amplasamentele de fond urban de pe intreg teritoriul tarii si care ofera indicii cu privire la expunerea populatiei. Acesta este utilizat pentru calcularea tintei nationale de reducere a expunerii si a obligatiei referitoare la concentratia de expunere;
 - **Marja de toleranta** - procentul din valoarea-limita cu care poate fi depasita acea valoare, conform conditiilor stabilite in prezenta lege;
 - **Masurari fixe** - masurari efectuate in puncte fixe, fie continuu, fie prin prelevare aleatorie, pentru a determina nivelurile, in conformitate cu obiectivele de calitate relevante ale datelor;
-
- **Masurari indicative** - masurari care respecta obiective de calitate a datelor mai putin stricte decât cele solicitate pentru masurari in puncte fixe;
 - **Mercur total gazos** - vapori de mercur elementar si radicali gazosi de mercur, de exemplu din compuși de mercur solubili in apa care au o presiune de vapori suficient de mare pentru a exista in faza gazoasa;
 - **Nivel** - concentratia unui poluant in aerul inconjurator sau depunerea acestuia pe suprafete intr-o perioada de timp data;
 - **Nivel critic** - nivelul stabilit pe baza cunostintelor stiintifice, care daca este depasit se pot produce efecte adverse directe asupra anumitor receptori, cum ar fi copaci, plante sau ecosisteme naturale, dar nu si asupra oamenilor;
 - **Obiectiv pe termen lung** - nivelul care trebuie sa fie atins, pe termen lung, cu exceptia cazurilor in care acest lucru nu este

realizabil prin masuri proportionate, cu scopul de a asigura o protectie efectiva a sanatatii umane si a mediului;

- **Obligatia referitoare la concentratia de expunere** - nivelul stabilit pe baza indicatorului mediu de expunere cu scopul de a reduce efectele daunatoare asupra sanatatii umane, care trebuie atins intr-o perioada data;
- **Oxizi de azot** - suma concentratiilor volumice (ppbv) de monoxid de azot (oxid nitric) si de dioxid de azot, exprimata in unitati de concentratie masica a dioxidului de azot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- **Planuri de calitate a aerului** - planurile prin care se stabilesc masuri pentru atingerea valorilor-limita sau ale valorilor-tinta;
- **PM₁₀** - particule in suspensie care trec printr-un orificiu de selectare a dimensiunii, astfel cum este definit de metoda de referinta pentru prelevarea si masurarea PM₁₀, SR EN 12341, cu un randament de separare de 50% pentru un diametru aerodinamic de 10 μm ;
- **PM_{2,5}** - particule in suspensie care trec printr-un orificiu de selectare a dimensiunii, astfel cum este definit de metoda de referinta pentru prelevarea si masurarea PM_{2,5}; SR EN 14907, cu un randament de separare de 50% pentru un diametru aerodinamic de 2,5 μm ;
- **Poluant** - orice substanta prezenta in aerul inconjurator si care poate avea efecte daunatoare asupra sanatatii umane si/sau a mediului ca intreg;
- **Prag de alerta** - nivelul care, daca este depasit, exista un risc pentru sanatate a umana la o expunere de scurta durata a populatiei, in general, si la care trebuie sa se actioneze imediat;
- **Prag de informare** - nivelul care, daca este depasit, exista un risc pentru sanatate a umana la o expunere de scurta durata pentru categorii ale populatiei deosebit de sensibile si pentru care este necesara informarea imediata si adecvata;
- **Prag inferior de evaluare** - nivelul sub care, pentru a evalua calitatea aerului inconjurator, este suficienta utilizarea tehnicilor de modelare sau de estimare obiectiva;
- **Prag superior de evaluare** - nivelul sub care, pentru a evalua calitatea aerului inconjurator, se poate utiliza o combinatie de masurari fixe si tehnici de modelare si/sau masurari indicative;
- **Substante precursorale ale ozonului** - substante care contribuie la formarea ozonului de la nivelul solului, unele dintre ele fiind prevazute la lit. B din anexa nr. 9;

- ***Tinta nationala de reducere a expunerii*** - reducerea procentuala a expunerii medii a populatiei, stabilita pentru anul de referinta cu scopul de a reduce efectele daunatoare asupra sanatatii umane, care trebuie sa fie atinsa, acolo unde este posibil, intr-o perioada data;
- ***Titular de activitate*** - orice persoana fizica sau juridica ce exploateaza, controleaza sau este delegata cu putere economica decisiva privind o activitate cu potential impact asupra calitatii aerului inconjurator;
- ***Valoare-limita*** - nivelul stabilit pe baza cunostintelor stiintifice, in scopul evitarii si prevenirii producerii unor evenimente daunatoare si reducerii efectelor acestora asupra sanatatii umane si a mediului ca intreg, ce se atinge intr-o perioada data si care nu trebuie depasit odata ce a fost atins;
- ***Valoare-Ńintă*** - nivelul stabilit, in scopul evitarii si prevenirii producerii unor evenimente daunatoare si reducerii efectelor acestora asupra sanatatii umane si a mediului ca intreg, care trebuie sa fie atins pe cat posibil intr-o anumita perioada;
- ***Zona*** - parte a teritoriului tarii delimitata in scopul evaluarii si gestionarii calitatii aerului inconjurator;
- ***Zona de protectie*** - suprafata de teren din jurul punctului in care se efectueaza masurari fixe, delimitata astfel incat orice activitate desfasurata in interiorul ei, ulterior instalarii echipamentelor de masurare, sa nu afecteze reprezentativitatea datelor de calitate a aerului inconjurator pentru care acesta a fost amplasat.



CAPITOLUL 5

MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL MEDIULUI HIDRIC

Capitolul 5.

MANAGEMENTUL ȘI MONITORINGUL MEDIULUI HIDRIC

5.1. Noțiuni generale

Apa – lichid transparent și incolor – este unul dintre elementele componente ale mediului natural, reprezentând o resursă naturală indispensabilă vieții, regenerabilă, vulnerabilă și limitată. Ea constituie materia primă pentru activități productive, o sursă de energie, o cale de transport etc. Parte integrantă din patrimoniul public, apa constituie un factor determinant în menținerea echilibrului ecologic (Legea apelor nr. 107/1996).

În procesul unei dezvoltări durabile, atât la nivel național, cât și internațional, problema gospodăririi resurselor de apă ocupă un loc major, ținându-se cont că apa, considerată mult timp ca o resursă inepuizabilă și regenerabilă a devenit și se dovedește tot mai evident unul dintre factorii limitativi în dezvoltarea socio-economică.

Ca principal factor de mediu și vector major de propagare a poluării la nivel local și transfrontalier, ca resursă vitală a suportului vieții, apa a cunoscut o serie de etape din punct de vedere a organizării managementului propriu.

Principala dimensiune a apei este calitatea, care constituie în prezent un obiectiv major în gospodărirea apelor, la care activitatea de monitoring are un rol determinant, reprezentând instrumentul de bază în dezvoltarea politicilor de apă, asigurarea managementului aferent.

Reprezentând o activitate de bază în gospodărirea integrată a apelor, monitoringul calității acestora a devenit în prezent un instrument indispensabil evaluărilor spațio-temporare privitoare la tendințele de evoluție a concentrațiilor și încărcărilor de poluanți, a celor legate de încadrarea în criterii și obiective de calitate, amortizarea poluărilor accidentale la nivel local și regional, cât și în contextul transfrontier.

Monitoringul calității apelor reprezintă un element de bază în orice program de gospodărire a apelor. Managementul resurselor de apă necesită informații cu privire la:

- Condițiile de calitate a apelor de suprafață și subterane la nivel național;
- Unde, cum și de ce s-au modificat aceste condiții în timp?
- Unde există probleme majore legate de calitatea apelor și care sunt cauzele apariției lor?
- Existența unor programe care lucrează efectiv pentru prevenirea sau remedierea problemelor;
- Respectarea standardelor și obiectivelor de calitate.

Scopul monitoringului calității apelor este acela de a răspunde la aceste întrebări și de a asigura supravegherea întregului ciclul CAPTARE – TRATARE – DISTRIBUȚIE – UTILIZARE – EVACUARE.

În ceea ce privește sursele de poluare, discuția comportă aspectul tipului de activitate poluantă și respectiv al modului de descărcare în corpul de apă receptor. Conform Directivei Cadru a Apei (2000) au fost definite patru clase de bază de activități, sau sectoare de activități care exercită presiuni asupra corpurilor de apă, de suprafață sau subterane, și anume:

- Poluare;
- Alterarea regimului hidrologic;
- Modificări morfologice;
- Biologie (Tabelul 7).

Într-un context mai larg, trebuie avută în vedere și poluarea naturală care poate să contribuie la multe dintre categoriile enumerate mai sus, cum ar fi: materii solide în suspensie (din eroziunea versanților și descărcarea în corpul de apă receptor, din repunerea în curent a sedimentelor la mărirea debitelor); acizi și alcalii (prin dizolvarea compușilor minerali naturali, ploi acide); fosfor și azot; materie organică (materie moartă de origine vegetală și animală spălată de pe versanți); compuși metalici naturali; radionuclizi (proveniți din spălarea zăcămintelor sau căderi

radioactive din atmosferă); microorganisme (virusi, bacterii datorati faunei salbatice).

Tabel 7. Clasele principale de activitati care exercita presiuni asupra corpurilor de apa ()

SURSE DE POLUARE	Categorie corp de apa				OBIECTIVE				
	Rauri	Lacuri	Costiere	Ape subterane	DCA (biota)	Apa potabila	Imbairere	Habitat, pasari	Ferme piscicole
POLUARE									
Casnică	•	•	•	•	•	•	•		
Industrie	•	•	•	•	•	•			
Agricultură	•	•	•	•	•	•	•	•	
Piscicultură	•		•		•				
Silvicultură	•	•	•	•					
Zone impermeabile	•	•	•		•		•		
Mine, cariere	•			•	•				
Zone de depozitare	•		•	•	•			•	
Transporturi	•		•					•	
ALTERĂRI ALE REGIMULUI HIDROLOGIC									
Captare	•	•		•	•	•			•
Lucrări de regularizare a scurgerii	•		•		•			•	
Lucrări hidroenergetice	•		•		•			•	
Ferme piscicole	•				•				
Răcire	•				•				•
Mărirea debitelor pe râu (transfer de apă)	•			•				•	
MODIFICĂRI MORFOLOGICE									
Activități agricole	•	•	•		•			•	•
Așezări umane	•	•	•		•	•		•	
Zone industriale	•	•	•		•			•	
Protecție împotriva inundațiilor	•		•		•				
Exploatare, întreținere	•		•		•				
Navigație	•		•					•	
BIOLOGIE									
Pescuit/pescuit sportiv	•	•	•		•				
Ferme piscicole	•	•	•		•				•
Golirea iazurilor	•	•						•	•

Sursa: conform Directiva Cadru a Apei, 60/2000/EC

Desigur că, în general, sursele de poluare naturală sunt de tip difuz, fără o localizare precisă și dificil de urmărit/ controlat. Cuantificarea contribuției lor la procesul general de poluare al unui ecosistem dat este, de asemenea, greu de estimat dar, cu excepția unor situații particulare și episodice, aportul acestor surse rămâne nesemnificativ.

Cele mai importante presiuni asupra resurselor de apă care depind de sursele de poluare sunt cele prezentate în Figura 39.

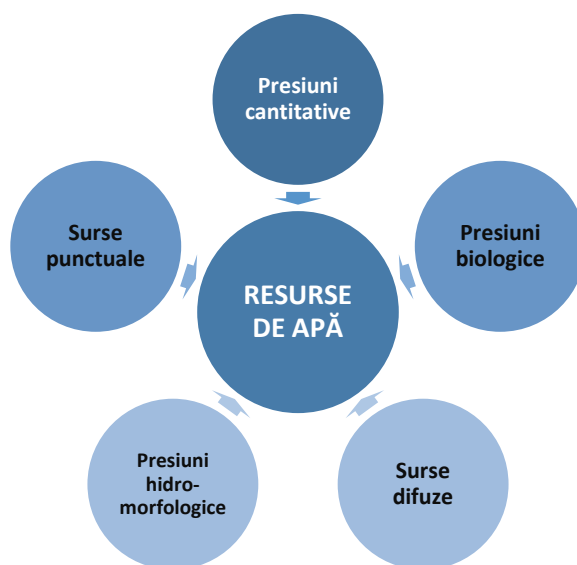


Figura 39. Principalele presiuni asupra resurselor de apă

Aportul de poluanți în ecosistemele acvatice poate avea loc în mod neintenționat (majoritatea surselor naturale), accidental/ episodic (din surse naturale sau autorizate) și continuu (din surse autorizate).

După maniera de descărcare în corpul de apă receptor, sursele se clasifică în punctiforme și difuze, iar înțelegerea diferențelor dintre ele este necesară pentru a putea exercita un control eficient al proceselor de poluare.

Prin definiție o *sursă punctiformă* este un input de poluare cauzat de o singură sursă. Efluenții netratați, sau tratați inadecvat, sunt probabil în continuare sursa majoră de poluare punctiformă în apele lumii. Printre alte surse punctiforme importante se numără exploatarea minieră și efluenții industriali. Astfel de presiuni din poluarea punctuală se pot sintetiza după o schemă de determinare surse – presiune – modificări posibile ale stării.

Pe măsură ce sursele punctiforme sunt localizate, pentru identificarea lor exactă pot fi utilizate profile spațiale ale calității mediului acvatic. Unele surse punctiforme sunt caracterizate printr-o descărcare relativ constantă a substanțelor poluante pe o perioadă de timp (ex. sisteme de canalizare) în timp ce alte descărcări sunt ocazionale sau fluctuante (deversări accidentale și fisuri). O stație de epurare a apei menajere ce deservește o populație fixă furnizează o cantitate continuă de nutrienți către corpul de apă receptor. De aceea o creștere a descărcărilor în râu cauzează o diluție accentuată și o scădere caracteristică în concentrația râului. Acest lucru este în contrast cu depunerile atmosferice și alte surse difuze unde creșterea scurgerii de suprafață cauzează adesea concentrații de poluanți crescute în corpul de apă receptor.

Sursele punctiforme au proprietatea că debitul masic de poluant, ca și compoziția acestuia pot fi determinate și într-o mare măsură controlate, la secțiunea de deversare în corpul de apă receptor.

Sursele difuze includ (după Whitehead și Lack 1982): apa subterană poluată și debitele de drenaj natural din bazin; ploile contaminate (acide) și căderile din atmosferă (radioactive etc.); depunerile în suspensie din cauza traficului naval și deversările accidentale (imprevizibile în timp și spațiu).

Dacă inițial, în baza unor evaluări grosiere, ponderea surselor difuze era pusă pe seama pierderilor din rețelele de canalizare, industrială și/sau menajeră, în prezent, funcție de specia chimică urmărită, aceasta este corelată cu vectorul de propagare aer și cu interfața de contact, solul.

Sursele difuze nu pot fi corelate cu un singur punct sau o activitate umană singulară, deși după cum s-a accentuat mai sus ele pot fi cauzate de mai multe surse punctiforme individuale ale unui corp de apă, de-a lungul unei zone extinse. Presiunile din poluarea difuză sunt datorate forțelor de acțiune precum anumite activități agricole și industriale, transport terestru și fluvial.

Diferența față de sursele punctuale constă și în aceea că cele de origine difuză nu pot fi controlate nemijlocit (de exemplu nu poate fi oprită deversarea dacă se constată un grad de tratare necorespunzător, ca în cazul unei stații de epurare), ci doar prin reglementări privind activitățile care generează poluanți (de exemplu tipuri, cantități și perioade de folosire pentru îngrășăminte în agricultură).

Deoarece poluarea difuză apare adesea ca un rezultat al unei activități extrem de folositoare, managementul calității apei trebuie să țină seama de acest aspect și să armonizeze criteriile de urmărire și control ale diverselor surse poluante din sistem, acționând prioritar în legătură cu sursele punctuale, al căror aport de poluanți poate fi reglat mai ușor.

În ansamblu, se disting două categorii de surse difuze diferențiate din punct de vedere al modului de propagare, indiferent de geneza acestora (Varduca, A., 2000):

- *Surse locale* – sunt corelate cu solul și scurgerile prin antrenare cu precipitații în apele de suprafață sau prin percolare, în apa subterană, aplicarea de pesticide și îngrășăminte minerale, fiind un exemplu tipic în acest sens. Aceste procese transferă particule organice și anorganice ale solului, nutrienți, pesticide și ierbicide către corpul de apă din vecinătate. Haldele de deșeuri menajere și industriale deși au un caracter de sursă difuză de poluare, în prezent sunt incluse în categoria surselor punctiforme de poluare.

- *Surse regionale și transfrontaliere* – în această categorie sunt incluse poluările difuze transmise la distanță față de locul de geneză, prin aer, respectiv depunerile atmosferice lichide și solide.

Un aspect particular al poluării difuze cu forme de azot îl constituie depunerile de NH_3 , rezultat de la fermele de animale, stații orășenești de epurare (tratare nămol). Amoniacul reprezintă în general peste 40% din emisiile totale de forme de azot. Acesta provine în principal din agricultură (zootehnie). Forma redusă de azot este caracterizată printr-un timp de înjumătățire în atmosferă cuprins între 1 și 5 zile.

Depunerile de compuși metalici (de exemplu compuși cu plumb proveniți din arderea combustibililor auto) constituie o altă sursă importantă de poluare difuză directă și indirectă (prin sol) a apelor de suprafață.

În sensul celor menționate anterior se consideră ca surse de poluare posibil a fi controlate: (i) Ape uzate menajere; (ii) Ape uzate industriale de natură organică, anorganică, termică și radioactivă; (iii) Ape uzate provenite din spălarea suprafețelor impermeabile (prin evitarea poluării accidentale a acestor suprafețe); (iv) Ape uzate drenate din amplasamente specifice (materii solide în suspensie de la lucrări edilitare, cariere, mine, halde); (v) Deversările ilegale (teoretic controlate prin lege, dar care trebuiesc detectate și urmărite).

Gradul în care una sau alta dintre cele două categorii (difuze și punctiforme) concură la atingerea unui anumit nivel de poluare, depinde de particularitățile bazinului hidrografic. Într-o zonă rurală, slab populată și puțin cultivată, apariția poluării se datorează cel mai probabil surselor difuze. Dimpotrivă, în bazine intens populate și puternic urbanizate, este de așteptat ca poluarea să fie cauzată în principal de surse punctiforme.

În ceea ce privește presiunile cantitative, acestea sunt determinate de forțe de acțiune precum agricultura și folosirea terenului, captări de apă, transfer de apă și realimentare artificială.

5.2. Tipuri de poluare și natura poluanților

Poluarea apelor receptoare poate fi naturală și artificială. *Poluarea naturală* se datorează surselor de poluare naturală (de ex. la trecerea apei prin roci solubile când apa se încarcă cu diferite săruri) sau ca urmare a dezvoltării excesive a vegetației și viețuitoarelor acvatice. *Poluarea artificială* se datorează surselor de ape uzate de orice fel, apelor meteorice, nămolurilor, reziduurilor, navigației.

Uneori se vorbește despre *poluare controlată* (organizată) și *necontrolată* (neorganizată). Poluarea controlată se referă la cea care provine din ape uzate transportate prin rețeaua de canalizare și evacuate în anumite puncte, stabilite prin proiecte; poluarea necontrolată provine din poluanți care ajung în corpul de apă receptor pe cale naturală și de cele mai multe ori prin intermediul apelor de ploaie. În această ordine de idei trebuie menționate deșeurile animale, produsele petroliere din zonele de extracție a țițeiului, gunoaielor.

Poluarea *normală* și *accidentală* reprezintă categorii de impurificare, folosite deseori pentru a defini grupuri de surse de ape uzate. Poluarea normală provine din surse de poluare cunoscute, colectate și transportate prin rețeaua de canalizare la stația de epurare sau direct în receptor. Poluarea accidentală rezultă, de exemplu, ca urmare a dereglării unor procese industriale când cantități mari (anormale) de substanțe nocive ajung în rețeaua de canalizare, defectării unor obiecte din stația de epurare sau a unor stații de preepurare.

Se mai deosebește o *poluare primară* și *secundară*. Depunerea substanțelor în suspensie din apele uzate, evacuate într-un corp de apă receptor, pe patul acestuia, constituie o poluare primară; poluarea secundară începe imediat ce gazele rezultate în urma fermentării materiilor organice din substanțele în suspensii depuse, antrenează restul de suspensii și le aduce la suprafața apei, de unde sunt apoi transportate în aval de curentul de apă.

Referitor la *natura poluanților* din punctul de vedere al interacțiunii cu ecosistemele, aceștia se împart în *biodegradabili* și *nebiodegradabili*. La rândul lor, poluanții nedegradabili prin procese biologice pot fi împărțiți în *conservativi* și *neconservativi*.

Substanțele conservative sunt acelea care nu-și schimbă caracteristicile/starea chimică sau și-o schimbă insesizabil pe parcursul duratei de retenție într-un ecosistem dat. Cel mai adesea diluția și dispersia în corpul de apă receptor reprezintă mijlocul cel mai economic de evitare a poluării, dar este posibil ca diferitele scheme de reciclare sau tehnologii de producție mai bune să minimizeze cantitățile de astfel de substanțe ajunse în apele uzate.

Substanțele neconservative sunt descompuse, sorbite, sedimentate prin procese naturale (fizice, chimice, biochimice) în cursurile de apă. Un exemplu ar fi radionuclizii care, pe lângă procesul de dezintegrare naturală, sunt sorbiți pe sedimente și flora acvatică și se pot astfel acumula în lanțul trofic. La fel, poluarea termică poate fi încadrată în această categorie, cedarea de căldură la interfața apă-aer conducând la reducerea nivelului termic al receptorului.

Substanțele biodegradabile sunt evident neconservative și ele pot fi rapid oxidate, reținute, descompuse, fie în instalațiile de tratare, fie în cursurile de apă, prin procese fizico-chimice sau biologice.

O altă clasificare frecvent întâlnită are la bază *compoziția poluanților*. În mare, acestea ar cuprinde: materii solide în suspensie; acizi și baze; îngrășăminte (nitrați și fosfați); cianuri; sulfuri; fosfor; metale și metaloizi; compuși organici (produse petrochimice și mase plastice); efluenți organici; pesticide; PCB; diverși compuși metalici; radionuclizi; detergenți; microorganisme; poluarea termică (Whitehead și Lack, 1982).

Clasificarea substanțelor chimice în naturale și poluante rămâne relativ dificilă și adesea controversată. Indiferent că ele aparțin elementelor majore care susțin viața acvatică (oxigen, hidrogen, carbon, azot, fosfor) sau viața în general (în plus față de cele anterioare: calciu, potasiu, magneziu, sodiu, sulf, fier etc.), că sunt substanțe esențiale sau neesențiale, de proveniență naturală sau antropică, aproape toate pot constitui, în anumite condiții, o amenințare pentru mediul acvatic și pentru om.

5.3. Efecte induse de poluanți

În general efectele induse de poluanți se evaluează după (i) Modul de comportare în timp; (ii) Natura efectelor.

Poluanții pot crea un efect imediat și unic sau pot avea un efect cumulativ. Este greu de precizat care dintre cele două forme este mai periculoasă pentru ecosistemul acvatic, deoarece magnitudinea impactelor depinde de nivelele la care se manifestă aceste efecte. Exemple clasice de poluare cu efect cumulativ pot fi: acumularea în timp a nutrienților (care conduce la eutrofizare); acumularea substanțelor toxice în lanțul trofic (care devine periculoasă pentru consumatorii de ordin superior); acumularea metalelor grele în sedimente și repunerea lor în suspensie la modificarea regimului hidrologic.

Tabel 8. Efecte asupra mediului induse de diferite surse de poluare

Grup de compuși	Efecte induse					
	Potențial toxic	Transmitere boli	Reducere OD	Eutrofizare	Afectare lanț trofic	Afectare estetică
PUNCTUALE						
1. Ape uzate menajere		+	•	•		+
2. Ape uzate industriale de natură:						
• organică	+		+		+	+
• anorganică	•		+	+	+	+
• termică			•			+
• radioactivă	+				•	
3. Ape uzate superficiale deversate:						
• din neatenție	+	+		+	•	+
• posibil de evitat	+				•	+
4. Ape uzate drenate din:						
• construcții						+
• halde	•				+	+
• terasamente agricole	+	+	•	+	+	+
• preparații miniere	+		+		+	+
5. Deversări ilegale	+		+		+	+
DIFUZE						
1. Ape subterane poluate și drenaj natural				•	+	+
2. Trafic fluvial	+		+		+	•
3. Depuneri atmosferice	+				•	
4. Deversări accidentale	•		+		+	•

+ nivele normale

• nivele ridicate de impact

Sursa: prelucrare după Varduca (2000)

5.4. Scopul și obiectivele monitorizării mediului hidric

Prin monitorizare *se urmărește* comportarea ecosistemelor acvatice, constituite din apele de suprafață (râuri, lacuri), apele subterane, apele din estuare, apele costiere, comunitățile acvatice asociate și sedimente. Mărimile măsurate în cadrul unei activități de monitoring sunt de natură fizică, chimico/toxicologică, biologic/ecologică, precum și date asociate pentru interpretare.

Operațiile implicate în evaluarea calității apei sunt numeroase și complexe. Acestea pot fi comparate cu un lanț cu numeroase legături, lipsa uneia poate cauza slăbirea întregii evaluări. Este foarte important ca

designul acestor operații să ia în considerare obiectivele evaluării calității apei.

În deceniul șase al secolului trecut, în primii ani ai monitoringului modern al calității apei, activitățile erau rareori focalizate pe aspecte particulare. Cu toate acestea, procesul de evaluare a evoluat într-un set de activități de monitoring sofisticate care includ folosirea chimiei apei, a particulelor materiale și a biotei (Hirsch și colab., 1988). Există numeroase manuale referitoare la metode de monitorizare a calității apei (Alabaster, 1977; UNESCO/WHO, 1978; Krenkel și Novotny, 1980; Sanders și colab., 1983; Barcelona și colab., 1985; Canter, 1985; WMO, 1988; Yasuno și Whitton, 1988; WHO, 1992, Cusimano, 1994; Lombard, 1994) cu toate că majoritatea consideră doar un tip de corp de apă (de ex. râuri, lacuri, sau ape subterane) sau o abordare pentru monitorizare (de ex. metode chimice sau biologice). Există puține manuale care iau în considerare toate corpurile de apă (Hem, 1989).

Evaluarea calității apei este în general un proces de evaluare a naturii fizice, chimice și biologice a apei, iar monitoringul calității apei reprezintă colectarea de informații relevante. Principalul motiv pentru evaluarea calității mediului acvatic a fost, tradițional, nevoia de a verifica dacă calitatea apei observate este potrivită pentru utilizarea intenționată.

Monitoringul este utilizat pentru determinarea tendințelor mediului acvatic și a modului în care calitatea apei este afectată de evacuări de contaminanți, alte activități antropice și/sau operațiuni de procesare a deșeurilor (monitoringul de impact). Mai recent, monitoringul a fost utilizat pentru estimarea fluxurilor, de nutrienți sau poluanți, transportate de către râuri sau ape subterane către lacuri și oceane sau între diverse țări riverane. Monitorizarea pentru determinarea calității de fond a mediului acvatic este în prezent des utilizată și furnizează o referință valoroasă pentru evidențierea impactelor.

Activitățile de monitoring constau în:

- Identificarea problemelor de mediu;
- Proiectarea și planificarea programelor de monitoring;
- Selectarea indicatorilor de monitoring;
- Stabilirea amplasărilor de puncte ale rețelei de monitoring;
- Observații de teren, prelevare probe;
- Analize de laborator;
- Stocarea, manipularea și difuzarea datelor;
- Interpretarea și evaluarea datelor pentru producerea de informații;
- Raportarea și distribuirea rezultatelor de monitoring.

Tabel 9. Elemente cheie ale unui program de evaluare

1. Obiective	Ar trebui să țină cont de factorii hidrologici, de utilizările apei, de dezvoltarea economică a zonei, de politicile legislative. acești factori sunt foarte importanți dar accentul trebuie pus pe concentrații sau încărcări, pe distribuția spațio-temporală și pe monitorizarea cea mai adecvată.
2. Studii preliminare	Sunt activități limitate, de termen scurt, pentru determinarea indicatorilor de calitate a apei, tipul monitoringului și pentru luarea în considerare a poluanților precum și fezabilitatea tehnică și financiară a unui program complet de monitoring.
3. Proiectarea programului de monitoring	Include selectarea tipului de poluanți, selectarea locațiilor stațiilor, frecvența prelevării probelor și aparatura de prelevare a probelor.
4. Monitoring în teren	Acestea includ măsurători in-situ, prelevarea probelor din mediile corespunzătoare (apă, biotă, particule materiale), pretratarea și conservarea eșantioanelor, identificarea și transportul acestora.
5. Monitoring hidrologic	Include măsurători ale descărcărilor apei, ale nivelul apei, profile termice și ar trebui întotdeauna corelate cu activitățile de evaluare a calității apei.
6. Activități de laborator	Includ măsurători ale concentrației, determinări biologice.
7. Controlul calității datelor	Trebuie întreprins realizându-se asigurarea calității rezultatelor în cadrul fiecărui laborator și interlaboratoarele ce participă în același program de monitoring, precum și prin verificarea operațiunilor din teren și a datelor hidrologice.
8. Raportarea și stocarea datelor	Sunt în mare parte computerizate și implică folosirea bazelor de date, a analizei statistice, determinării ale evoluției, corelarea mai multor factori, prezentarea și diseminarea rezultatelor în forme adecvate (grafice, date tabulare).
9. Interpretarea datelor	Implică compararea între stații a datelor de calitate a apei (indicatori de calitate ai apei, fluxuri), analiza evoluției calității apei, dezvoltarea unei relații cauză-efect între datele de calitate a apei și datele de mediu (geologie, hidrologie, utilizarea terenurilor și inventarul surselor de poluare) precum și evaluarea adecvării calității apei pentru diferite utilizări. Pentru probleme specifice și pentru evaluarea importanței pentru mediu a schimbărilor observate, ar fi necesară expertiza externă. Publicarea și diseminarea datelor și a rapoartelor către autoritățile competente, public și comunitatea științifică este ultimul pas necesar al activităților de evaluare.
10. Recomandări privind managementul apei	Aceste decizii ar trebui adoptate la diverse nivele, de la autorități locale până la foruri internaționale, de autorități competente în domeniul apei precum și de alte autorități de mediu. O decizie importantă este reproiectarea operațiunilor de evaluare pentru a îmbunătăți programul de monitoring și al face mai eficient din punct de vedere financiar.

Sursa: prelucrare Chapman (1998)

Obiectivele monitorizării sunt de a caracteriza condițiile de calitate ale mediului precum și tendințele acestora, de a aprecia fluxurile de apă și poluanți, de a compara valorile măsurate cu valorile admisibile și de a emite avertizări în situații de urgență. Aceste deziderate se pot atinge prin acțiuni precum:

- evaluarea stării de calitate (în timp și spațiu) și a tendințelor de evoluție;
- caracterizarea problemelor existente (permanente sau urgente);
- proiectarea și implementarea programelor/proiectelor (management, reglementări etc.);
- evaluarea eficienței programelor/proiectelor;
- răspunsul operativ la situații de urgență.

Durata fiecărui segment în lanțul evaluării este foarte variabilă (Tabelul 10.).

Din punct de vedere al abordării calității apelor ca resursă și implicații asupra sănătății umane, calitatea apelor este, de regulă, definită prin reglementări legale pe baza comparării indicatorilor individuali cu valorile prescrise de standarde. Modalitățile de analiză și interpretare a datelor legate de poluarea chimică a cursurilor de apă sunt bazate în principal pe compararea valorilor măsurate cu valorile limită standard.

Pornind de la necesitatea asigurării unui volum de date cât mai bogat și cu un nivel de încredere ridicat, activitatea de cunoaștere a calității apelor trebuie să aibă la bază următoarele idei de principiu:

- ***Realizarea unei scheme cadru teritoriale adecvate*** de desfășurare, prin crearea unui sistem național pentru supravegherea calității apelor, alcătuit din subsisteme la nivel bazinal (prin „sistem” sau „subsistem”, se înțelege rețeaua de secțiuni de control de pe cursurile de apă sau alte formațiuni hidrologice, pe ansamblul țării, respectiv într-un bazin hidrografic, prevăzute în zonele cele mai reprezentative, în vederea recoltării probelor de apă care urmează a fi analizate).
- ***Asigurarea unui mod judicios de urmărire în timp a calității apelor***, prin organizarea de campanii periodice de recoltare și analiză a probelor de apă, cu frecvențe cât mai mari și o eșalonare cât mai uniformă; în planificarea unei campanii, trebuie să se țină seama și de viteza probabilă a curentului, considerând că ea coincide cu aceea de deplasare a particulelor materiale care determină calitatea apei.
- ***Corelarea determinărilor calitative cu debitele estimate*** în momentul recoltării probelor de apă.

Tabel 10. Categoriile și caracteristicile principale ale activităților de evaluare a calității apei

Tipul activității	Localizarea și densitatea stațiilor	Frecvența de prelevare (observații)	Nr. de indicatori considerați	Durata	Interpretare
Monitoring cu scopuri multiple	medie	medie (12/an)	mediu	medie (> 5 ani)	medie (1 an)
Alte activități comune					
Monitoringul tendințelor de evoluție	scăzută: folosințe majore, stații în rețeaua europeană	foarte ridicată	scăzut - un singur obiectiv mare - obiective multiple	> 10 ani	> 1 an
Evaluarea de bază preliminară	mare	depinde de factorii de mediu analizați	mediu ⇒ mare	1 /an ⇒ 1/4 ani	1 an
Monitoringul de supraveghere	scăzută: la utilizări specifice	medie	specific	variabilă	scurtă (lună/săptămână)
Activități specifice de monitorizare					
Monitoringul condițiilor de fond	scăzut	scăzută	scăzut ⇒ mare	variabilă	medie
Evaluarea preliminară	mare	scăzută de obicei	scăzut ⇒ mediu (depinzând de obiective)	scurtă (< 1 an)	scurtă (lună/săptămână)
Evaluări ale urgențelor	mediu ⇒ mare	mare	inventarul poluanților	foarte scurtă (zile – săptămâni)	foarte scurtă (zile)
Evaluarea impactului	limitate în avalul surselor de poluare	medie	specific	variabilă	scurt ⇒ mediu
Evaluări pentru modelarea matematică	specific (de ex. pe profile)	specifică (de ex. cicluri diurne)	specific (de ex. O ₂ diz și CBO ₅)	scurtă ⇒ mediu (cu 2 perioade: calibrare și validare)	scurt
Supravegherea în vederea avertizării timpurii	foarte limitat	continuu	foarte limitat	nelimitat	Instantaneu
- Nivelele (ridicat, mediu, scăzut) tuturor activităților caracteristice (frecvență, densitate, număr de indicatori, durată, interpretare) sunt date în relație cu monitoringul cu scopuri multiple, care a fost luat ca referință. - Caracteristicile de monitoring importante sunt boldate					

Sursa: prelucrare Chapman (1998)

- Caracterizarea calității apei prin considerarea celor mai reprezentativi indicatori de calitate, în funcție de condițiile naturale specifice și de sursele exterioare (ape uzate).

Abordarea evaluării calității apelor ca factor de mediu are la bază trei componente majore care caracterizează corpurile de apă:

- caracteristicile hidro-morfologice
- caracteristicile fizico-chimice
- caracteristicile biologice.

O evaluare completă a calității apei este bazată pe monitoringul convenabil al acestor componente.

5.5. Programe tipice de monitorizare a calității apei

În principiu, tipurile de monitoring ar putea fi echivalente cu numărul obiectivelor, corpurilor de apă, poluanților și utilizările apei, cât și orice fel de combinație între acestea. În practică, însă, evaluările sunt limitate la aproximativ 10 tipuri de operațiuni (Tabelele 9 și 10).

În trecut, multe țări sau autorități în domeniul apei au implementat programe de monitoring cu mai multe obiective și cu mai multe scopuri fără a efectua studiile preliminare necesare. Cercetarea critică a rezultatelor obținute după câțiva ani de implementare a programelor a dus la o a doua generație de programe cu obiective mai diferențiate precum evaluarea impactului, analiza tendințelor și decizii de management operațional.

Monitorizarea de fond (efectuată în principal în zone nepoluante) a fost în mod general efectuată pentru a ajuta la interpretarea monitorizării tendințelor (variații în timp în decursul unei perioade lungi) și pentru definirea variațiilor naturale și spațiale.

Modelele și studiile lor complementare au fost în general aplicate pentru a anticipa calitatea apei în vederea stabilirii măsurilor de management sau pentru a evalua impactul unei noi surse de poluare a apei. Prin aceasta modelele matematice sunt strâns corelate cu studiile de impact și supravegherea operațională.

Supravegherea în vederea avertizării timpurii este întreprinsă în scopuri specifice în cazurile de evenimente urmate de modificări bruște și imprevizibile ale calității apei, în timp ce supravegherea de urgență a evenimentelor catastrofice trebuie să fie urmată de supravegheri ale impactelor pe termen mediu și lung. Din motive practice diverse tipuri de monitoring sunt deseori combinate iar unele dintre stațiile de prelevare a probelor vor aparține mai multor programe.

Abordările multidimensionale în evaluarea calității apei au devenit o necesitate inevitabilă. În urmă cu cca. 100 de ani calitatea mediului acvatic era definită doar prin câteva analize ale apei, dar această definiție a atins acum un nivel de complexitate care necesită considerații simultane asupra aspectelor multiple. Una dintre dimensiuni are în vedere indicatorii fizico-chimici, cum ar fi nitrații, cromul și hidrocarburile poliaromatice, o altă dimensiune, liniile directe și criteriile pentru folosințele desemnate ale apei, altele au în vedere diferite medii de monitorizare (apă, sedimente depozitate sau în suspensie, coloizi, organisme individuale, țesuturi biologice, biomarkeri). Diferite medii acvatice (râuri, lacuri, zone umede, lacuri de acumulare, ape subterane) reacționează diferit la poluare, cu scări ale variabilității diferite, temporal (de la minute la ani) și spațial (vertical, transversal, longitudinal, amonte/aval). În plus, trebuie luate în considerare organismele acvatice de la nivelul cel mai simplu până la nivelul cel mai complex, incluzând diverse tipuri de trăsături biologice, cum ar fi structura comunităților și teste de toxicitate.

În realitate calitatea apei nu este niciodată studiată în toate dimensiunile ei. În majoritatea cazurilor, abordarea evaluării este determinată de importanța percepută a mediului acvatic asupra obiectivelor de operare și asupra resurselor umane și financiare disponibile. De exemplu, eutrofizarea lacurilor este în principal studiată prin analiza nutrienților, estimări ale biomasei prin măsurători ale clorofilei, profilele de concentrație ale oxigenului și ale câtorva specii de fitoplancton.

Activitățile de monitoring sunt de asemenea în mare măsură dependente de nivelul de deteriorare a mediului acvatic. Fiecărui tip îi corespunde un tip specific de monitoring, monitoringul de fond determină concentrațiile naturale și testează prezența și absența substanțelor xenobiotice. Monitoringul specific pentru studierea modificărilor incipiente este cerut pentru evaluarea schimbărilor subtile care caracterizează impactele antropice.

Întrebarea fundamentală în acest stadiu este legată de stabilirea aspectelor de abordat în **monitoringul de bază**. Deseori aspecte ale calității apei sunt studiate prin aplicarea de modele exploratorii sau de predicție, necesarul de date pentru aceste modele cerând derularea unui monitoring specific. Datele obținute prin intermediul acestor modele sunt utile în definirea măsurilor de diminuare a poluării. Dacă aceste măsuri nu sunt încununate de succes degradarea calității apei devine o problemă majoră și ar trebui aplicat monitoringul de avertizare. Acest tip de monitoring este deseori utilizat pentru supravegherea prizelor de captare a apei pentru

potabilizare în vederea avertizării asupra evenimentelor accidentale provocatoare de poluare.

Odată ce obiectivele au fost identificate clar, sunt esențiali patru pași în proiectarea corespunzătoare a unui program de monitoring:

- selectarea mediului adecvat pentru investigare;
- determinarea variabilității calității apei prin studii preliminare;
- integrarea monitoringului hidrologic și al calității apei;
- revizuirea periodică și modificarea programului proiectat.

- *Selectarea mediului adecvat pentru investigare*

Pentru monitoringul acvatic pot fi folosite în principal trei medii: apa, materia sub formă de particule în suspensie și organisme vii. Calitatea apei și a suspensiilor este estimată prin analize fizice și chimice iar calitatea biologică poate fi determinată prin:

- studii ecologice specifice (specii de nevertebrate sau inventarul bacteriilor) care pot conduce la elaborarea indicilor biotici;
- teste specifice utilizând una sau mai multe specii (bacterii, crustacee, alge) cum ar fi teste de toxicitate, teste asupra dezvoltării algale, rate de respirație;
- studii histologice și enzimactice pe organisme selectate;
- analize chimice asupra țesuturilor prelevate din diverse organisme selectate.

Fiecare mediu acvatic are un set de caracteristici pentru scopurile de monitoring, de exemplu aplicabilitatea la corpurile de apă, intercomparabilitate, specificitatea la anumiți poluanți, posibilitatea de cuantificare (cum ar fi fluxuri și rate), sensibilitatea la poluare cu posibilitatea de bioacumulare și bioconcentrare, sensibilitatea la contaminarea probelor, integrarea în timp a informației produse prin măsurători instantanee sau integrate (indici biotici), nivelul necesar de personal și durata procesului de procesare a probelor de la prelevare la rezultat.

Apa este cel mai comun mediu de monitoring utilizat și singurul relevant în cazul apelor subterane. Materia sub formă de particule în suspensie este utilizată extensiv în studiile asupra lacurilor și în monitoringul tendințelor de evoluție în timp ce metodele bazate pe indicii biologici și metode ecologice sunt utilizate din ce în ce mai mult pentru evaluările râurilor și lacurilor.

- ***Revizuirea periodică și modificarea programului proiectat***

Modul de realizare al evaluărilor de calitate a apelor trebuie să fie examinat periodic. Atunci când devin disponibile abordări noi sau când se identifică probleme noi, obiectivele și procedurile de evaluare a calității apelor trebuie revizuite. Poate fi de asemenea necesară eliminarea unor anumite obiective și proceduri și adăugarea altora. Majoritatea evaluărilor de calitate a apelor care au început în anii 60 – 70 ai secolului trecut erau programe multiobiectiv, se bazau frecvent doar pe analiza calității apei. În timp a apărut necesitatea analizei chimice a materiilor în suspensie și a aluviunilor precum și a țesuturilor animale. Au fost dezvoltate abordări specifice pentru studiul eutrofizării și acidifierii lacurilor și al apelor subterane.

Actualmente, în Europa, monitorizarea calității mediului hidric se efectuează conform indicațiilor Directivei Cadru a Apei (DCA) 60/2000/EC urmărindu-se indicatori din domeniul biologic, hidromorfologic și fizico-chimici, în scopul evaluării complexe, necesare pentru stabilirea stării ecologice a corpurilor de apă.

5.6. Scurt istoric al gospodăririi apelor în România

Evoluția gospodăririi apelor, în România, cuprinde trei etape:

- până în 1974 – *etapa gospodăririi cantitative*, când accentul s-a pus pe asigurarea cu apă a folosințelor, și foarte puțin pe aspectele calitative;
- 1974-2000 – *etapa gospodăririi cantitative și calitative*; au apărut mai multe acte legislative, care arată interesul atât pentru aspectele calitative, cât și pentru cele cantitative (Legea Apelor nr.8 /1974, Decretul nr.414/1979 privind limitele substanțelor din apele uzate deversate în cursuri de apă etc.);
- 2000 – *etapa gospodăririi durabile a apelor*: calitate + cantitate + ecosisteme sănătoase.

5.7. Noul concept de monitoring integrat al apelor

5.7.1. Etapele sistemului de monitorizare a apelor

Conform noului sistem de monitoring integrat al apelor există mai multe etape care trebuie parcuse:

1. Stabilirea unei clasificări a apelor de suprafață

Sistemul de monitorizare a apelor de suprafață va fi reprezentat de 7 subsisteme (două sunt subsisteme noi)(Fig. 23.).

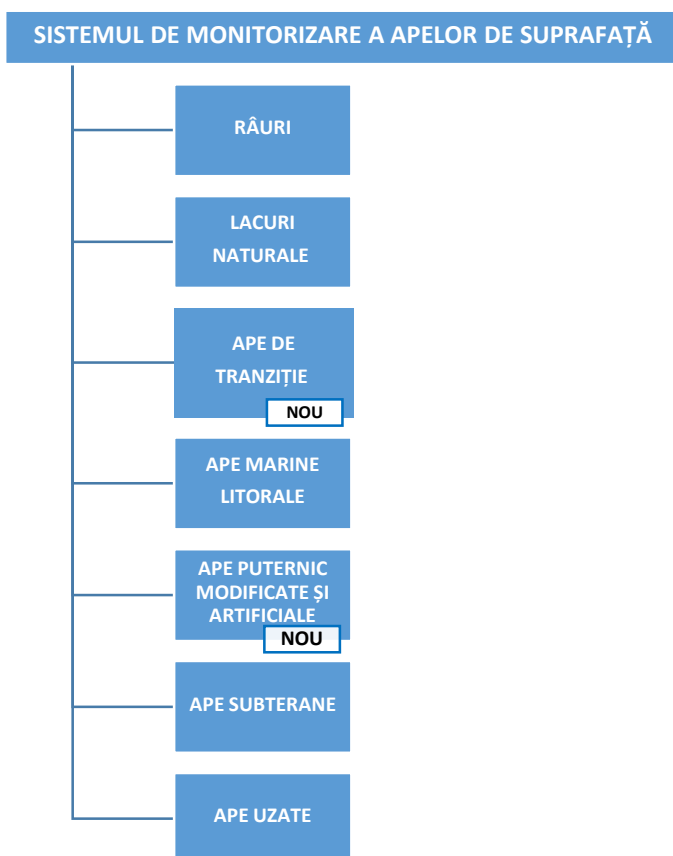


Figura 40. Subsistemele componente ale Sistemul de monitorizare a apelor de suprafață

2. Stabilirea condițiilor de referință

Stabilirea condițiilor de referință reprezintă unul dintre elementele esențiale în definirea stării de calitate a apelor. Definirea unui sistem de referință care să exprime starea de echilibru biologic al apelor este esențial în compararea și armonizarea diferitelor sisteme naționale. Condițiile de referință reprezintă o stare în prezent sau în trecut corespunzând condițiilor naturale sau cu impact antropic foarte redus (din industrie, urbanizare, agricultură) exprimate prin modificări minore ale caracteristicilor fizico-chimice, hidromorfologice și biologice.

3. Monitorizarea situației ecologice și chimice a apelor de suprafață

Rețeaua de monitorizare este astfel structurată încât să ofere o privire de ansamblu coerentă și completă asupra situației ecologice și chimice din fiecare bazin hidrografic și să permită clasificarea maselor de apă în cinci clase de calitate.

În conformitate cu prevederile Directivei Cadru în domeniul apei, sistemul național de monitorizare a apelor va cuprinde trei tipuri de monitoring (Fig.).

- Monitoringul de supraveghere;
- Monitoringul operational;
- Monitoringul de investigare.

Monitoringul de supraveghere are rolul de a evalua starea tuturor apelor din cadrul fiecarui bazin sau sub-bazin hidrografic, furnizând informații pentru: validarea procedurii de evaluare a impactului, proiectarea eficientă a viitoarelor programe de monitoring, evaluarea schimbărilor pe termen lung a condițiilor naturale, precum și evaluarea schimbărilor pe termen lung a impactului activităților antropice asupra resurselor de apă.

Selectarea punctelor de monitorizare

Pentru a oferi o evaluare a situației generale a apelor de suprafață din fiecare zonă de captare sau sub-zonă de captare din bazinul hidrografic respectiv, se monitorizează un număr suficient de mase de apă de suprafață. La selectarea acestor mase, statele membre se asigură că, dacă este cazul, monitorizarea se efectuează în puncte unde:

- rata debitului este semnificativă pentru întreg bazinul hidrografic, inclusiv puncte din fluvii unde zona de captare depășește 2 500 km²,
- volumul de apă prezent este semnificativ pentru bazinul hidrografic, inclusiv în cazul lacurilor sau rezervoarelor întinse,
- mase de apă semnificative depășesc granița statului membru,
- siturile sunt identificate conform Deciziei privind schimbul de informații 77/795/CEE și

de asemenea, în alte situri necesare pentru a estima cantitatea de agenți poluanți transferată peste granițele statului membru și care pătrunde în mediul maritim.

Selectarea elementelor calitative

Monitorizarea de supraveghere este efectuată pentru fiecare sit de monitorizare pe o perioadă de un an, pe parcursul perioadei acoperite de planul de gestionare a bazinului hidrografic pentru:

- parametri indicatori pentru toate elementele calitative biologice,
- parametri indicatori pentru toate elementele calitative hidromorfologice,
- parametri indicatori pentru toate elementele calitative fizico-chimice generale,
- agenții poluanți incluși pe lista prioritară care sunt evacuați în bazinul sau sub-bazinul hidrografic și
- alți agenți poluanți evacuați în cantități semnificative în bazinul sau sub-bazinul hidrografic,

cu excepția cazului când exercițiul de monitorizare pentru supraveghere anterior a demonstrat că masa de apă respectivă are o situație bună și analiza impactului activității umane menționate în anexa II nu indică în nici un fel modificarea impacturilor asupra masei de apă. În aceste cazuri, monitorizarea de supraveghere este efectuată o dată la fiecare trei planuri de gestionare a bazinelor hidrografice.

Monitoringul operational trebuie realizat pentru toate acele corpuri de apă care, fie pe baza evaluării impactului conform Anexei II din Directiva Cadru, fie pe baza monitoringului de supraveghere, sunt identificate ca având riscul să nu îndeplinească obiectivele de mediu.

Monitoringul operational are ca scop stabilirea stării ecosistemelor acvatice ce prezintă riscul de a nu îndeplini obiectivele de mediu precum și evaluarea oricărui schimbări în starea unor astfel de ecosisteme acvatice, schimbări care rezultă din programele de măsuri.

Selectarea siturilor de monitorizare

Monitorizarea operațională este efectuată pentru toate masele de apă care, fie pe baza evaluării impactului efectuată în conformitate cu anexa II, fie pe baza monitorizării de supraveghere, sunt identificate ca prezentând riscul de a nu-și îndeplini obiectivele ecologice și pentru acele mase de apă în care sunt evacuate substanțe incluse pe lista prioritară. Pentru substanțele incluse pe lista prioritară, punctele de monitorizare sunt selectate conform specificațiilor legislației care stabilește standardele de calitate ecologice relevante. În alte cazuri, inclusiv pentru substanțe incluse pe lista de prioritate pentru care legislația nu oferă indicații specifice, punctele de monitorizare sunt selectate după cum urmează:

- pentru masele amenințate de presiuni considerabile ale unor surse punctiforme, suficiente puncte de monitorizare în fiecare masă de apă pentru a evalua amploarea și impactul sursei punctiforme. Dacă o masă de apă este supusă mai multor presiuni din surse punctiforme, punctele de monitorizare pot fi selectate pentru a evalua amploarea și impactul acestor presiuni ca un întreg,
- pentru masele amenințate de presiuni considerabile ale unor surse difuze, suficiente puncte de monitorizare dintr-o selecție de mase de apă pentru a evalua amploarea și impactul sursei difuze. Selectarea maselor este astfel făcută încât acestea să fie reprezentative pentru riscurile relative de apariție a presiunii din sursele difuze și pentru riscurile relative de a nu obține o situație bună pentru apa de suprafață respectivă.
- pentru masele amenințate de presiuni considerabile ale unor surse hidromorfologice, suficiente puncte de monitorizare dintr-o selecție de mase de apă pentru a evalua amploarea și impactul presiunii hidromorfologice. Selectarea maselor indică impactul general al presiunii hidromorfologice la care sunt supuse toate masele de apă.

Selectarea elementelor calitative

Pentru a evalua amploarea presiunii la care sunt supuse masele de apă, statele membre monitorizează acele elemente calitative care indică presiunile la care este supusă masa de apă sau sunt supuse masele de apă respective. Pentru a evalua impactul acestor presiuni, statul membru monitorizează după caz:

- parametrii indicatori pentru elementul calitativ biologic sau elementele calitative biologice cel(e) mai sensibil(e) la presiunile la care sunt supuse masele de apă,

- toate substanțele prioritare evacuate și alți agenți poluanți evacuați în cantități semnificative,
- parametrii indicatori pentru toate elementele calitative hidromorfologice cele mai sensibile la presiunea identificată.

Monitoringul de investigare trebuie efectuat pentru: identificarea cauzelor depasirilor limitelor prevazute în standardele de calitate si in alte reglementari de mediu, pentru certificarea cauzelor pentru care un corp de apa nu poate atinge obiectivele de mediu (acolo unde monitoringul de supraveghere arata ca obiectivele stabilite pentru un corp de apa nu se pot realiza, iar monitoringul operational nu a fost inca stabilit), precum si pentru stabilirea impactului poluarilor accidentale.

Frecvența monitorizării

Pentru perioada de monitorizare pentru supraveghere, se aplică frecvențele de monitorizare pentru parametrii de monitorizare indicatori ai elementelor calitative fizico-chimice din tabelul 1, cu excepția cazului când se justifică intervale mai mari pe baza cunoștințelor tehnice și a analizei experților. Pentru elementele calitative biologice sau hidromorfologice, monitorizarea este efectuată cel puțin o dată pe durata perioadei de monitorizare de supraveghere.

Pentru monitorizarea operațională monitorizarea trebuie efectuată la intervale care să nu depășească perioadele indicate în tabelul de mai jos, cu excepția cazului când se justifică intervale mai mari pe baza cunoștințelor tehnice și a analizei experților.

Frecvențele de monitorizare sunt selectate luând în considerare variabilitatea parametrilor care rezultă din condițiile naturale și antropice. Momentele la care se efectuează monitorizarea sunt selectate astfel încât să minimizeze impactul variațiilor sezoniere asupra rezultatelor și astfel să asigure faptul că rezultatele reflectă modificările apărute în masa de apă ca urmare a presiunii antropice. Pentru realizarea acestor obiective, acolo unde este cazul, se efectuează monitorizări suplimentare în diferite anotimpuri ale aceluiași an.

Tabel 11. Frecvențe de monitorizare

Element calitativ	Râuri	Lacuri	Ape de tranziție	Ape de coastă
Biologic				
Fitoplancton	6 luni	6 luni	6 luni	6 luni
Altă floră acvatică	3 ani	3 ani	3 ani	3 ani
Macronevertebrate	3 ani	3 ani	3 ani	3 ani
Pești	3 ani	3 ani	3 ani	
Hidromorfologic				
Continuitate	6 ani			
Hidrologie	continuu	1 lună		
Morfologie	6 ani	6 ani	6 ani	6 ani
Fizico-chimic				
Condiții termice	3 luni	3 luni	3 luni	3 luni
Oxygenare	3 luni	3 luni	3 luni	3 luni
Salinitate	3 luni	3 luni	3 luni	
Situație nutrienți	3 luni	3 luni	3 luni	3 luni
Situație acidifiere	3 luni	3 luni		
Alți agenți poluanți	3 luni	3 luni	3 luni	3 luni
Substanțe prioritare	o lună	o lună	o lună	o lună

Mediile de investigare

În conformitate cu prevederile Directivei Cadru și a celorlalte directive din domeniul apei sunt identificate următoarele medii de investigare, fiind necesară extinderea cu precădere a abordării mediului biotic și cel al sedimentelor:

- ◆ Apa
- ◆ Sedimente/materii în suspensie
- ◆ Biota

Aprecierea stării ecologice a cursurilor de apă se face pe baza elementelor biologice, hidromorfologice și fizico-chimice de calitate. Elementele biologice de calitate devin prioritare și se referă la compoziția specifică și abundența principalelor comunități biotice (nevertebrate bentonice, fitoplancton, perifiton, macrofite acvatice, pești).

În acest sens Directiva Cadru (Anexa V,1,1.1) prevede monitorizarea unor noi elemente biologice, reprezentate de macrofite, fitobentos și fauna piscicolă, elemente neabordate în cadrul sistemului actual de monitorizare a apelor, precum și a unei multitudini de parametri pentru care noi proceduri de analiză/investigare și evaluare sunt necesare.

De asemenea se impune monitorizarea în toate mediile de investigare - apă/sedimente/biota a substanțelor prioritare/periculoase (Art.16.7), ceea

ce necesita elaborarea unor noi metode analitice si standarde de calitate, precum si existenta unei aparaturi de laborator deosebit de performante, cu sensibilitate foarte mare.

D. Caracterizarea calitatii apelor de suprafata si clasificarea în categorii de calitate

Directiva Cadru prevede un sistem de clasificare a calitatii apelor de suprafata in cinci categorii de calitate:

Calitate foarte buna (I)-elementele biologice se caracterizeaza prin valori asociate acelorasi din zonele de referinta sau cu alterari antropice minore; -alterarile antropice ale valorilor elementelor fizico-chimice si hidromorfologice ale apelor de suprafata nu exista sau sunt minore fata de valorile normale, in conditii nealterate. Pentru reprezentarea grafica se foloseste culoarea albastru.

Calitate buna (II) -valorile elementelor biologice pentru apele de suprafata prezinta nivele scazute de alterari ca rezultat al actiunii umane si se abat doar in mica masura de la valorile normale. Pentru reprezentarea grafica se foloseste culoarea verde.

Calitatea moderata (III)- valorile elementelor biologice deviaza moderat de la valorile normale asociate apelor aflate in conditii de referinta. Valorile indica o alterare moderata a apei ce rezulta din activitatea umana. Pentru reprezentarea grafica se foloseste culoarea galben.

Calitatea satisfacatoare (IV)- exista alterari majore ale elementelor biologice de calitate, comunitatile biologice relevante difera substantial fata de cele normale asociate conditiilor de referinta. Pentru reprezentarea grafica se foloseste culoarea orange.

Degradata (V)- alterari severe ale valorilor elementelor biologice de calitate, un numar mare de comunitati biologice relevante sunt absente fata de cele prezente in conditii de referinta. Pentru reprezentarea grafica se foloseste culoarea rosu.

Monitoringul integrat al apei se imparte, in prezent, in patru arii de investigatie: apa, sedimentele, suspensiile si biocenozele, pentru fiecare arie urmărindu-se o serie de indicatori specifici.

Pentru apa propriu-zisă rețeaua de prelevare a probelor are o densitate mai mare și o frecvență de prelevare a probelor și de efectuare a măsurătorilor superioară celei de monitorizare a sedimentelor și suspensiilor.

Monitoringul biocenozelor acvatice oferă posibilitate de supraveghere și analiză a mediilor de bioacumulare și bioconversie și oferă date privind

sinergia pe termen lung a unor fenomene de mediu și impactul de lungă durată a ecotoxicității acvatice.

În practică, rețeaua națională de observații pentru gospodărirea apelor cuprinde următoarele 5 componente:

- ◆ ape curgătoare de suprafață;
- ◆ apă stătătoare;
- ◆ ape marine litorale;
- ◆ ape subterane;
- ◆ ape uzate.

Pentru fiecare din aceste componente, în vederea realizării activității de monitoring sunt necesare proiectarea rețelei de stații sau secțiuni de control și elaborarea cadrului metodologic de generare a fluxului de date și informații.

Astfel, pentru *apele curgătoare de suprafață* au fost alese un număr de 270 secțiuni de control amplasate după o serie de criterii: importanța cursului de apă la scară națională, gradul de omogenizare al apei, asigurarea posibilităților de măsurare a debitelor, existența unor condiții corespunzătoare de acces și lucru. Pentru fiecare punct de recoltare a probelor se stabilesc indicatorii care vor fi analizați: fizico-chimici, biologici și bacteriologici.

Sistemul indicatorilor fizico-chimici cuprinde în general următoarele elemente: temperatura, pH-ul și concentrațiile elementelor O₂, Ca, Mg, Na, NO₃, Fe. Pe lângă acești indicatori fizico-chimici generali mai există și unii indicatori specifici care se determină diferențiat, în funcție de condițiile particulare ale fiecărei zone controlate.

Indicatorii bacteriologici care se determină cel mai adesea sunt: numărul total de bacterii care se dezvoltă la 37°C și numărul total de bacterii coliforme care se dezvoltă la aceeași temperatură.

Din punct de vedere al frecvenței de recoltare a probelor s-a stabilit ca în general să se programeze câte o zi de recoltare a probelor pentru fiecare secțiune, cu o frecvență lunară. În ziua de recoltare se vor preleva 3 probe pentru fiecare secțiune, rezultând în final 36 probe anuale pentru fiecare secțiune.

În cazurile în care apar fenomene deosebite care au impact asupra apei, numărul de probe și frecvența recoltării pot crește după necesități.

În privința *monitoringului apelor marine litorale* există, de asemenea, o serie de diferențieri. Rețeaua se compune din 12 stații reprezentative amplasate de-a lungul litoralului românesc la Mării Negre. În fiecare zonă se recoltează probe de suprafață din 3-4 puncte, iar din zonele de larg se recoltează proba și de la adâncuri de circa 200 m.

În ceea ce privește *monitoringul apelor subterane*, activitatea se desfășoară în cadrul marilor bazine hidrografice pe unități morfologice, iar în cadrul acestora pe structuri acvifere, prin intermediul stațiilor hidrogeologice care au în componența lor unul sau mai multe foraje de observație. Rețeaua numără circa 270 de stații. Indicatorii de calitate a apei freatice sunt următorii:

- indicatori fizico-chimici generali, care se determină obligatoriu în toate secțiunile de control (temperatură, culoare, miros, pH, oxigen, CO₂, CCOMn, H₂S, Ca, Mg, Fe);
- indicatori fizico-chimici specifici, care se determină doar în acele puncte în care calitatea apei freatice este susceptibilă la alterări datorită impactului unor surse de poluare exterioare (amoniu, nitriți, fosfați, sulfuri, cianuri, fenoli, detergenți, Cr, Cu, Hg, F, pesticide).

5.4. Organizarea rețelei de monitorizare a apelor

Din punct de vedere al densității spațiale, rețeaua de monitoring a calității apelor de suprafață curgătoare din România cuprinde o stație la sub 1000 km² bazin hidrografic, încadrându-se astfel în procedurile și prevederile rețelei europene EUROWATERNET.

Monitoringul calității apelor intervine, practic, la toate funcțiile de gospodărire a apelor, începând cu politica de planificare a calității apei și

terminând cu faza de audit. Elementele de monitoring, diferențiate din punct

de vedere al organizării sistemelor aferente, corelate cu funcțiile de gospodărire, se înscriu într-un perimetru integrat:

- calitate;
- cantitate;
- imisii;
- emisii;
- surse punctiforme;
- surse difuze;
- monitoring efimic;
- leumonitoring.

Atât pentru evaluările de calitate, încadrare în norme naționale și internaționale, cât și pentru cele de flux masiv de poluanți tranzitați furnizează o sursă obiectivă de informații pentru a răspunde la problemele de management a resurselor de apă, aria de monitoring ambiental-

monitoring de conformare constituind baza informatică a proceselor de decizie.

În prezent, se remarcă pe plan mondial necesitatea îmbunătățirii modului de organizare și armonizare a sistemelor de monitoring al calității apelor. Deși există multe rețele industriale de supraveghere cu obiective proprii, datele furnizate de acestea nu permit o evaluare estimativă a calității apelor la nivel regional și național.

O strategie viabilă în dezvoltarea programelor de monitoring la nivel de bazin hidrografic - național și/sau transnațional - trebuie să aibă la bază criteriul de producere a informațiilor necesare, cu o balanță cost-beneficiu.

Elementele fundamentale ale unei strategii de monitoring derivă din ciclul de calitate, care include următoarele etape:

- analize privitoare la necesitatea de informații;
 - analize asupra datelor locale disponibile pentru proiectarea programului de monitoring;
 - definirea metodelor ce urmează a fi utilizate în manipularea și interpretarea datelor;
 - proiectarea programului de monitoring;
- Eficiența sistemului informațional de monitoring al apei
- implementarea fiecărui program de monitoring-elemente de ordin financiar;
 - procesarea datelor, erori de manipulare, procedee de acceptare;
 - analize de date și interpretare;
 - prezentarea și raportarea datelor.

De subliniat faptul că definirea unei strategii de monitoring internațional implică și stabilirea elementelor specifice de gospodărire a apelor transfrontiere.

Managementul Total al Calității Apelor (MTCA) constituie o componentă principală a gospodăririi apelor, reprezentând un ciclu care fundamentează modalitățile optime de proiectare a rețelelor de monitoring, necesitățile pe termen scurt și mediu, în vederea prevenirii situațiilor când apar cerințe care pot fi rezolvate, ca efect al inexistenței suportului de monitoring sau invers, derularea unui program de monitoring fără a exista o cerință în aceasta direcție.

În ceea ce privește țara noastră, a fost inițiat în februarie 1991 „Programul de implementare a strategiei de monitoring transnațional pentru Bazinul Hidrografic al Dunării”. Acest program a luat naștere ca fază premergătoare negocierilor pentru promovarea unei convenții de protecție la nivelul bazinului hidrografic al Dunării, ca o fază superioară a Declarației de la București din 1985. Primii trei ani au inclus o serie de

studii de preinvestiri și cercetări regionale, complementare cu menirea de suport în dezvoltarea unui plan de „Acțiuni”. La 6 decembrie 1994, la Conferința Internațională de la București, s-au identificat patru obiective globale de acțiune:

- îmbunătățirea ecosistemelor acvatice la nivelul bazinului hidrografic al Dunării și reducerea încărcărilor de poluanți ce intră în Marea Neagră;
- menținerea într-o primă fază și îmbunătățirea calității apelor din bazinul hidrografic al Dunării;
- controlul poluărilor accidentale;
- dezvoltarea cooperării regionale în gospodărirea apelor.

Exemplele cele mai relevante privitoare la dezvoltarea funcțiilor de monitorizare a debitelor de apă și a celor masice, asociate pentru diferite clase de poluanți, se referă la:

- dezvoltarea durabilă-extinderea modelelor de dezvoltare la cele bazate pe volume de apă și menținerea și prelevarea mediilor acvatice;
- definirea debitelor acceptabile de mediu și a standardelor de calitate;
- relevarea impacturilor produse de schimbările climatice, examinarea implicațiilor pentru managementul de apă și mediu (de exemplu: dezvoltarea programelor de monitoring pentru studiile externe ale debitului de apă, revizuirea practicilor operate la irigații și agricultură);
- monitorizarea și predicția fluxurilor de medii chimice și suspensii, corelate cu schimbările posibile ale regimului hidrologic;
- impactul prelevărilor din ape subterane asupra modificării de bază;
- efectele negative induse de activitățile antropice asupra regimului hidrologic la fluvii;
- aprofundarea cunoștințelor/bazelor de date privind interacțiunile complexe dintre debite și concentrații;
- reluarea intrărilor la cursuri de apă\mări\ocean sensibile la poluare;
- repartizarea la nivel de bazine hidrografice\sisteme de râuri\țări;
- necesitatea prevederii unor clase de stații de monitoring pentru măsurarea debitului masiv asociat;

- extinderea sistemului ierarhizare a stațiilor de monitoringreferență, de bază, reprezentative și de impact, la nivel național și transfrontier.

Procesul de monitoring și evaluare trebuie, în principal, văzut ca secvențe înlănțuite de activități, care pornesc cu definirea necesității de informații și se finalizează cu utilizarea produsului obținut. Evaluarea informației obținute poate conduce la noi cerințe în această direcție, pornindu-se o nouă secvență, pe aceasta cale îmbunătățindu-se procesul de monitoring.

Activitățile succesive în acest ciclu de monitoring trebuie specificate și proiectate în funcție, atât de informația solicitată, cât și de partea precedentă a lanțului.

La nivel național, trebuie identificate funcțiile de stres și scopurile privitoare la:

- utilizările umane specifice și funcțiile ecologice ale bazinului hidrografic;
- relația dintre râu și funcțiile cursului receptor;
- problemele create de începutul antropoc și funcțiile ecologice ale râului;
- agenții de resurse prezenți și viitori care construiesc problema;
- orizonturi de management calitativ și cantitativ, ce trebuie implementate în cadrul unei perioade de timp prestabilite.



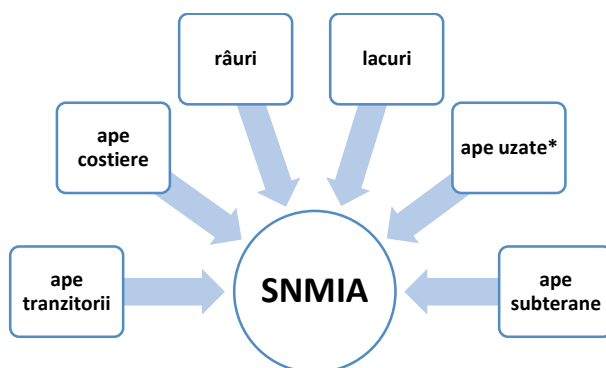
Sursa: <http://ec.europa.eu>

Figura 41. Ciclul de management al apelor

În conformitate cu Articolul 8 (1) al Directivei Cadru din domeniul apelor (2000/60/EC), Statele Membre ale Uniunii Europene au stabilit programele de monitorizare pentru apele de suprafață, apele subterane și zonele protejate în scopul cunoașterii și clasificării “stării” acestora în cadrul fiecărui district hidrografic.

În România, programele de monitorizare stabilite, au devenit operaționale la 22.12.2006, aplicându-se corpurilor de apă de suprafață, corpurilor de apă subterană și zonelor protejate.

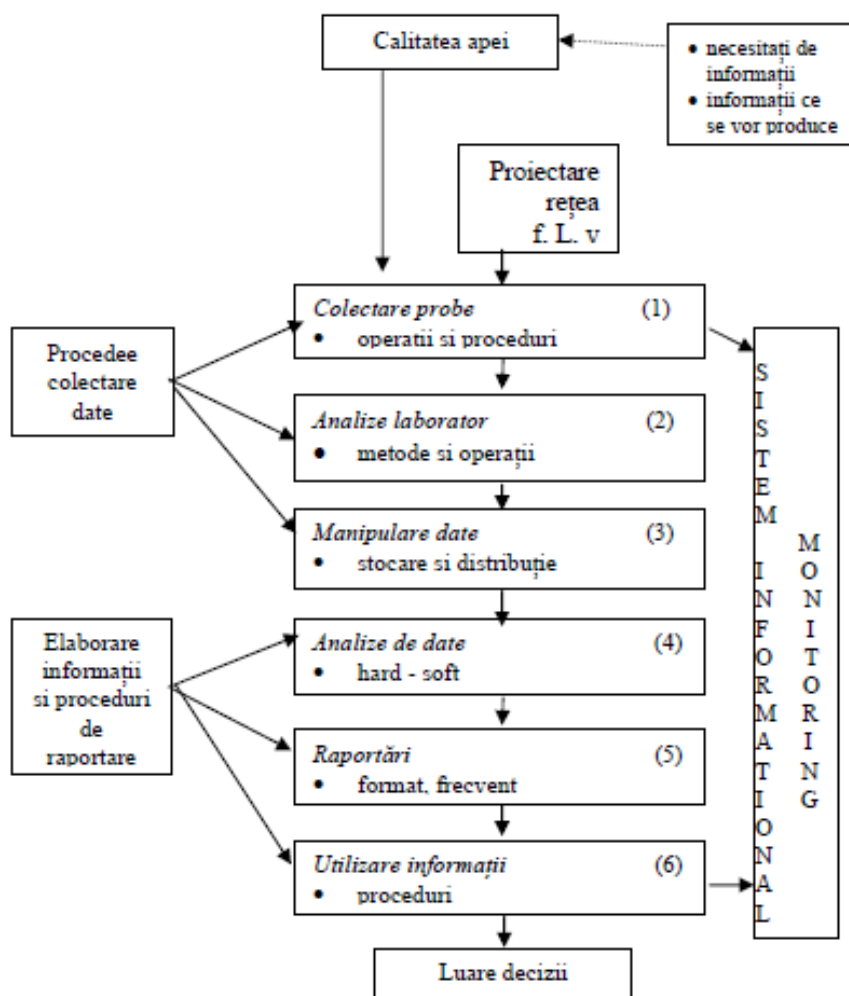
Sistemul Național de Monitoring Integrat al Apelor (SNMIA) cuprinde 6 sub-sisteme (Fig. 42): râuri; lacuri; ape tranzitorii; ape costiere; ape subterane; ape uzate (monitoringul de control al apelor uzate evacuate în receptorii naturali).



Figură 42. Sistemul național de monitoring integrat al apelor

Mediile de investigare sunt reprezentate de apă, sedimente și biota, elementele de calitate, parametrii și frecvențele minime de monitorizare fiind în concordanță cu cerințele Directivei Cadru în domeniul apei, funcție de tipul de program.

Monitorizarea stării apelor în România pe baza programelor de monitorizare stabilite în conformitate cu Art. 8 (1,2) al Directivei Cadru Apa se realizează de către Administrația Națională “Apele Romane” prin unitățile sale teritoriale. Sistemul informațional de monitoring este format din șase activități, implicate în fluxul de informații (Figura 43):



Figură 43. Sistemul de monitoring – activități implicate în fluxul de informații

La acțiunile ce constituie sistemul informațional de monitoring trebuie avute în vedere următoarele etape:

- prelevarea de probe pentru determinarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice;
- măsurarea caracteristicilor fizico-chimice și biologice pentru determinări de teren și laborator;
- introducerea rezultatelor într-o bază de date;
- analiza datelor prin procedee statistice sau modelare;
- elaborarea unui raport pe baza unui format stabilit anterior;
- utilizarea informațiilor obținute la nivelul factorilor de decizie.

De multe ori însă, activitatea de monitoring a calității apelor este considerată ca limitându-se la doar primele trei etape, ceea ce corespunde în realitate la doar 50% din întreg ansamblul de activități ce trebuie parcurse. De aceea, este recomandabil ca, pentru fiecare dintre secvențele enumerate anterior și care se înscriu în sistemul total de monitoring, să se prevadă protocoale standard, ca părți integrate ale documentației de operare.

Supravegherea integrată a calității apei impune luarea în considerare a unor serii de criterii, dintre care se reamintesc cele privitoare la coroborarea emisiilor (efluenților), imisiilor (monitoring ambiental) și interdependența cantitate/calitate, cu considerarea legăturilor specifice dintre apele de suprafață și cele subterane.

Există, însă, o serie de diferențe legate de organizarea rețelelor (densitate spațio-temporală, tipuri de probe, indicatori urmăriți), astfel încât, din punct de vedere practic, se disting subsisteme specifice pentru: râuri; lacuri; ape subterane; ape uzate și ape maritime. În acest spirit practicat pe plan mondial, inclusiv în România (din 1972), în cele ce urmează se vor prezenta succint elementele de bază pentru fiecare subsistem.

▪ **Subsistemul - Ape de suprafață curgătoare**

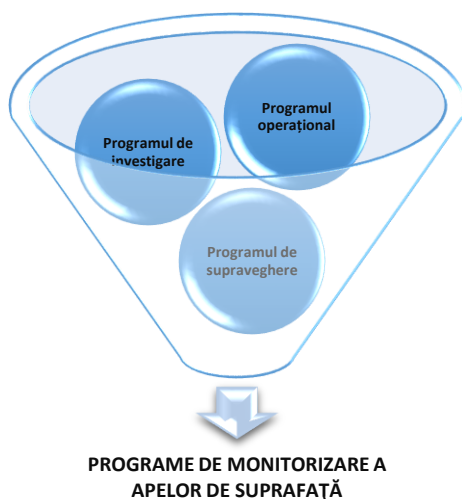
Acest subsistem a cunoscut cea mai largă dezvoltare dintr-o serie de considerente, dintre care, în principal:

- în general, resursele de suprafață sunt cele mai importante pentru scopuri de alimentare cu apă;
- evacuările de ape uzate se fac în apele de suprafață, doar în situații particulare utilizându-se apele subterane;
- - planurile de gospodărire a apelor, inclusiv sistemul de monitoring aferent, sunt mai accesibile pentru apele de suprafață.

Organizarea sistemului de monitoring pentru apele de suprafață curgătoare are la bază, în prezent, abordarea integrată la nivel de bazin hidrografic, următoarele criterii - cadru, fiind considerate în acest sens:

- **Abordarea multifuncțională.** Funcțiunile și utilizările diferite ale cursurilor de apă pot fi identificate din politicile existente la nivel național, regional și internațional, planurile de acțiuni strategice pentru bazinele hidrografice privitoare la asigurarea activității umane și a funcțiilor ecologice specifice.

Folosințele de apă pot crea situații conflictuale, în particular în situațiile de deteriorare a calității resursei de apă. Abordarea multifuncțională urmărește în acest sens formarea unei balanțe între toate cerințele, inclusiv neafectarea funcțiilor ecosistemului, în baza unei ierarhizări a folosințelor și a unei flexibilități aplicate la diferite nivele de dezvoltare a politicilor de gospodărire a resurselor de apă la scara spațio-temporală.



Figură 44. Programele de monitorizare a apelor de suprafață

În abordarea națională, o secțiune de monitorizare poate servi atât programului de supraveghere, cât și programului operațional de monitorizare.

În conformitate cu anexa V din Directiva Cadru, informațiile furnizate de sistemul de monitoring al apelor de suprafață sunt necesare pentru:

- Clasificarea stării corpurilor de apă (având în vedere atât starea ecologică, cât și starea chimică);
- Validarea evaluării de risc;
- Proiectarea eficientă a viitoarelor programe de monitoring;

- Evaluarea schimbărilor pe termen lung datorită cauzelor naturale;
- Evaluarea schimbărilor pe termen lung datorate activităților antropice;
- Estimarea încărcărilor de poluanți transfrontalieri sau evacuați în mediul marin;
- Evaluarea schimbărilor în starea corpurilor de apă identificate ca fiind la risc, ca răspuns la aplicarea măsurilor de îmbunătățire sau prevenire a deteriorării;
- Stabilirea cauzelor datorită cărora corpurile de apă nu vor atinge obiectivele de mediu;
- Stabilirea magnitudinii și impactului poluărilor accidentale;
- Utilizarea în exercițiul de intercalibrare;
- Evaluarea conformității cu standardele și obiectivele ariilor protejate;
- Cuantificarea condițiilor de referință pentru apele de suprafață.

▪ ***Programul de supraveghere***

Monitoringul de supraveghere are rolul de a evalua starea tuturor apelor din cadrul bazinului hidrografic, furnizând informații pentru: validarea procedurii de evaluare a impactului, proiectarea eficientă a viitoarelor programe de monitoring, evaluarea tendinței de variație pe termen lung a resurselor de apă, inclusiv datorită impactului activităților antropice.

În România, programul de supraveghere se realizează în fiecare an, conform planului de management. Majoritatea secțiunilor de monitorizare au fost definite ca fiind de supraveghere.

Programele de monitorizare a apelor subterane includ:

- ⇒ programul de monitorizare cantitativă;
- ⇒ programul de monitorizare calitativă de supraveghere și operațional.



CAPITOLUL 6

DIRECTIVA CADRU A APEI. PLANURILE DE MANAGEMENT ALE BAZINELOR HIDROGRAFICE

Capitolul 6.

DIRECTIVA CADRU A APEI. PLANURILE DE MANAGEMENT ALE BAZINELOR HIDROGRAFICE

6.1. Directiva cadru a apei

Printre problemele globale cu care se confruntă omenirea la începutul mileniului trei se află lipsa apei și degradarea calității apei. În ultimii o sută de ani populația globului a crescut numeric de circa trei ori iar consumul de apă de șapte ori. William Cosgrove, vice-președintele Consiliului Mondial al Apei declara la începutul anului 2003 că *„în prezent, 30% din populația mondială traversează o criză a apei. Dacă se va continua în acest ritm de consum, în 2025 criza va afecta 50% din locuitorii planetei”*.

Ținând cont de numeroasele studii și avertismente ale oamenilor de știință, în 1988 Comisia Europeană a decis că a sosit momentul să fie elaborată o politică coerentă și cuprinzătoare în domeniul apei, și a propus elaborarea unei Directive Cadru privind Apa. După un proces decizional care a durat aproape 10 ani, în 1997 a fost publicată prima versiune a actului legislativ, fiind supusă dezbaterii Parlamentului European de două ori: în februarie 1999 și în februarie 2000. Textul final a fost adoptat în octombrie 2000 și a intrat în vigoare odată cu publicarea în Jurnalul Oficial OJ L327 din decembrie 2000 sub numele *„Directiva Parlamentului și a Consiliului European 60/2000/EC privind stabilirea unui cadru de acțiune comunitar în domeniul politicii apei”*.

Directiva Cadru a Apei a Uniunii Europene (DCA) reprezintă piatra de temelie în istoria politicilor de apă din Europa. Ea stabilește un cadru comun pentru managementul durabil și integrat al tuturor corpurilor de apă (apa subterană, apele de suprafață interioare, apele tranzitorii și apele costiere) și cere ca toți factorii de impact cât și implicațiile economice să fie luate în considerare.

Obiectivul fundamental al Directivei este atingerea unei „stări bune” a tuturor corpurilor de apă din Statele Membre ale Uniunii Europene și țările asociate până în 2015. Factorul cheie al Directivei Cadru a Apei este „integrarea”. Deși managementul integrat al apei a reprezentat scopul final pentru o perioadă lungă de timp, există în prezent o încurajare legislativă pentru implementarea completă a acestui concept într-un timp cât mai scurt. Fiecare bazin hidrografic prezintă o serie de caracteristici individuale acest fapt conducând la adoptarea unor măsuri de management specifice. Fundamentarea acestor măsuri poate fi făcută doar în urma analizei situației în teren abordând o strategie generică valabilă pentru toate bazinele hidrografice (Fig. 45).

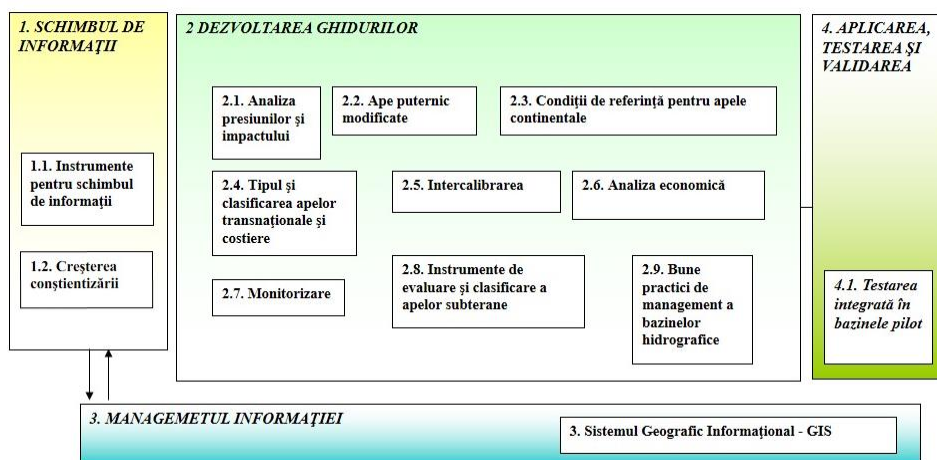
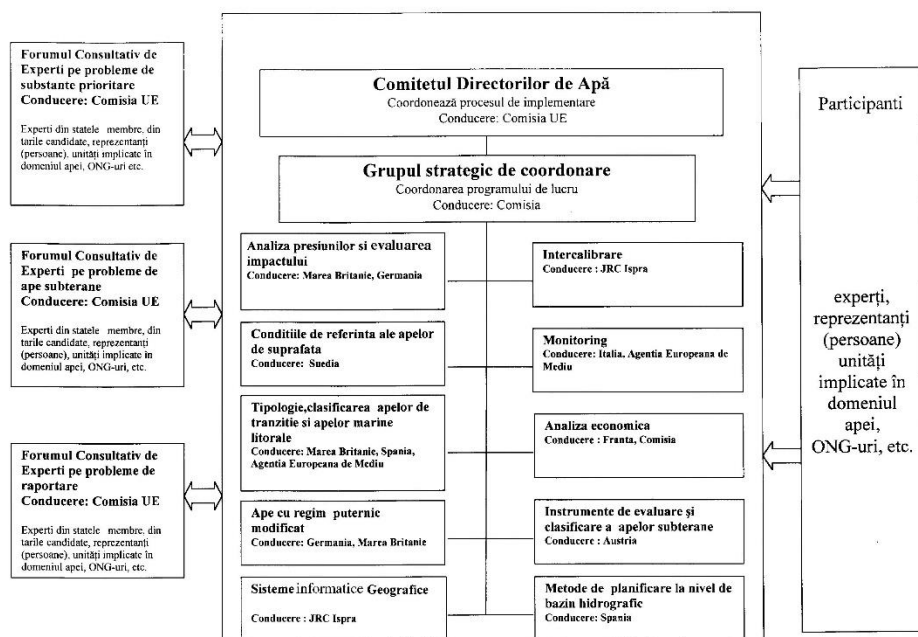
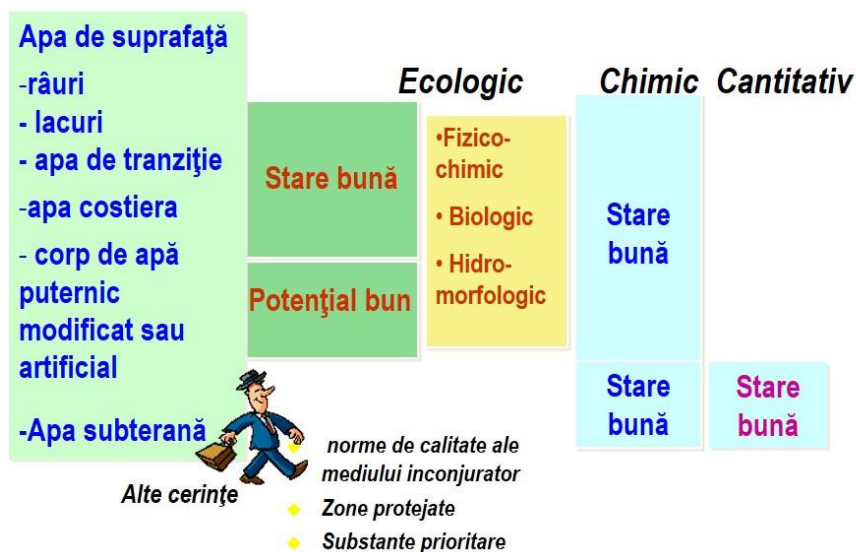


Figura 45. Structura generală a strategiei de implementare la nivel European a Directivei Cadru a Apei 60/2000/EC



Figură 46. Structura organizatorică de implementare a DCA



Figură 47. Cerințe ale DCA

Directiva Cadru privind Apa cere un mod de gândire și abordări holistice ale managementului resurselor de apă și reprezintă tipul de abordare al managementului integrat al resurselor pentru Europa. Ea necesită o integrare și o interacțiune între sectoarele de folosință a apei (agricultură, alimentare cu apă, industrie, energie, recreere) și factorii de decizie (guvern, sector privat, societatea civilă).

Directiva are ca scop menținerea și îmbunătățirea mediului acvatic și contribuie la reducerea progresivă a emisiilor de substanțe periculoase în apă; buna calitate a apei va contribui la asigurarea alimentării cu apă pentru populație.

În scopul protecției mediului este necesară o mai bună integrare a aspectelor cantitative și calitative, atât pentru apele de suprafață, cât și pentru apele subterane, ținând seama de condițiile naturale de curgere a apelor în cadrul ciclului hidrologic.

În conformitate cu Directiva Cadru privind Apa, utilizarea de către Statele Membre ale Comunității a instrumentelor economice poate fi considerată ca fiind parte a programului de măsuri. Principiul recuperării costurilor serviciilor de apă, inclusiv cheltuielile de mediu și resurse, asociate cu daunele sau cu impactul negativ asupra mediului acvatic, trebuie luat în considerare, în conformitate cu principiul „**Poluatorul plătește**”.

În acest scop, este necesară analiza economică a serviciilor de apă bazată pe o prognoză pe termen lung a alimentărilor cu apă și a cerinței de apă în cadrul bazinelor hidrografice. Referitor la prevenirea și controlul poluării, politica în domeniul apei din cadrul Comunității trebuie să se bazeze pe o abordare combinată, folosind controlul poluării la sursă, prin stabilirea valorilor limită ale emisiilor și ale standardelor de calitate a mediului.

Directiva Cadru privind Apa **urmărește**:

- să prevină deteriorarea ulterioară, să protejeze și să îmbunătățească starea ecosistemelor acvatice și, în ceea ce privește cerințele de apă, a ecosistemelor terestre și zonelor umede direct dependente de ecosistemele acvatice;
- să promoveze utilizarea durabilă a apelor pe baza unei protecții pe termen lung a resurselor disponibile de apă;
- obiectivul este protecția avansată și printre altele îmbunătățirea mediului acvatic prin măsuri specifice pentru reducerea progresivă a evacuărilor, emisiilor sau a pierderilor de substanțe prioritare și încetarea sau oprirea treptată a evacuărilor, emisiilor sau pierderilor de substanțe prioritare periculoase;

- reducerea progresivă a poluării apelor subterane și prevenirea poluării ulterioare.

În plus Directiva Cadru privind Apa **contribuie** la:

- furnizarea unei ape potabile în cantități suficiente, de bună calitate, din ape de suprafață și subterane după necesități, pentru o utilizare durabilă, rațională și echitabilă;
- protecția apelor teritoriale și a apelor marine;
- atingerea obiectivelor acordurilor internaționale relevante, inclusiv a acelor care au ca scop prevenirea și eliminarea poluării mediului marin.

Directiva Cadru privind Apa **impune** statelor membre ale UE o serie de obligații, clasificate în termenii:

- planificării;
- adoptării de reglementări;
- monitorizării;
- consultării și întocmirii de rapoarte.

Sub aspect practic, directiva **solicită**:

- un domeniu mai amplu de instrumente pentru monitorizarea și clasificarea apelor, în scopul de a evalua starea lor ecologică;
- un sistem de autorizare și înregistrare a prelevărilor și acumulărilor de apă pentru protejarea stării ecologice a apelor;
- un sistem oficial de planificare la nivel bazinal și de aplicare a unor măsuri corespunzătoare pentru limitarea poluării difuze a apelor.

6.2. Managementul integrat al resurselor de apă

Conceptul de management integrat al resurselor de apă (MIRA) s-a impus în atenția factorilor cu responsabilități în domeniu în urma conferințelor internaționale consacrate dezbaterilor pe probleme de mediu și resurse de apă desfășurate la Dublin (1992) și Rio de Janeiro (1992) și reluate sub multitudinea aspectelor de natură economică, ecologică, organizatorică, legislativă, instituțională la Summitul Mondial privind Dezvoltarea Durabilă (Johannesburg, 2002).

Pe baza acestor orientări politice, strategice „**Parteneriatul Global al Apelor**”(G.W.P.), prin Comitetul Tehnic Consultativ de Avizare (TAC), a elaborat o metodologie specifică managementului integrat al resurselor de apă, pe principii agreate de toate țările care au aderat la hotărârile summituri-lor în domeniu.

În cadrul **Conferinței Internaționale a Apei și a Mediului Înconjurător** (Dublin, 1992), au fost formulate un set de principii supuse unei permanente perfecționări, și anume:

- ***principiul bazinal*** – resursele de apă se formează și se gospodăresc în bazine hidrografice. Apa dulce este o resursă vulnerabilă și limitată, indispensabilă vieții, mediului și dezvoltării societății. Gospodărirea rațională a resurselor de apă, cere o abordare globală care să îmbine probleme sociale și dezvoltarea economică, cu protecția ecosistemelor naturale. O gospodărire durabilă a resurselor de apă va integra utilizatorii de apă dintr-un bazin hidrografic;
- ***principiul gospodăririi unitare cantitate-calitate*** – cele două laturi ale gospodăririi apelor fiind în strânsă legătură, apare ca necesară o abordare unitară care să conducă la soluții tehnico-economice optime pentru ambele aspecte;
- ***principiul solidarității*** – planificarea și dezvoltarea resurselor de apă presupune colaborarea tuturor factorilor implicați în sectorul apelor: statul, comunitățile locale, utilizatorii, managerii de ape și ONG-uri;
- ***principiul „poluatorul plătește”*** – toate cheltuielile legate de o poluare produsă diverșilor utilizatori de apă și mediu este suportată de cel care a produs poluarea;
- ***principiul economic*** – beneficiarul plătește – apa are o valoare economică în toate formele ei de utilizare și trebuie să fie recunoscută ca un bun economic. Eșecurile din trecut pentru recunoașterea valorii economice a apei, au condus la poluarea și la exploatarea nerațională a resurselor de apă. Gospodărirea apei ca un bun economic, reprezintă o cale importantă în realizarea unei exploatare eficiente și echitabile și în conservarea și protecția resurselor de apă;
- ***principiul accesului la apă*** – în virtutea acestui principiu, este vital să recunoaștem că dreptul fundamental al ființei umane, este de a avea acces la apă curată și suficientă, la un preț adecvat.

Aceste principii fundamentează conceptul de management integrat al resurselor de apă care îmbină problemele de utilizare a apei cu cele de protecție a ecosistemelor naturale prin integrarea la nivel bazinal a folosințelor de apă, reprezentând un ghid în activitatea de management integrat a resurselor de apă. Principiile se aplică în raport cu realitățile economico-sociale din fiecare țară suverană, printr-o varietate de forme și instrumente economice.

Managementul integrat al resurselor de apă promovează dezvoltarea și coordonarea apei, a terenului și a resurselor acestora, în vederea optimizării, dezvoltării sociale și economice echilibrate fără compromiterea durabilității ecosistemelor.

Politicile de dezvoltare nu pot fi eficiente fără a lua în considerare resursele de apă. Conceptul de management integrat al resurselor de apă presupune, în contrast cu gospodărirea tradițională a resurselor de apă, o abordare integrată a acestora atât la nivel fizic și tehnic cât și la nivel de planificare și management (Figura 3.2.). Nivelul de integrare este bazinul hidrografic, unitatea naturală de formare a resurselor de apă.

Aspectele cele mai importante ale dezvoltării sistemului resurselor de apă sunt:

- ***durabilitatea aspectelor fizice*** – ceea ce înseamnă menținerea circuitului natural al apei și a nutrienților;
- ***durabilitatea mediului*** – „*toleranța zero*” pentru poluarea care depășește capacitatea de autoepurare a mediului. Nu există efecte pe termen lung sau efecte ireversibile asupra mediului;
- ***durabilitatea socială*** – menținerea cerințelor de apă precum și a dorinței de a plăti serviciile de asigurare a resurselor de apă;
- ***durabilitatea economică*** – susținerea economică a măsurilor care asigură un standard ridicat de viață din punct de vedere al apelor pentru toți cetățenii;
- ***durabilitatea instituțională*** – menținerea capacității de a planifica, gestiona și opera sistemul resurselor de apă.

Managementul integrat al resurselor de apă presupune:

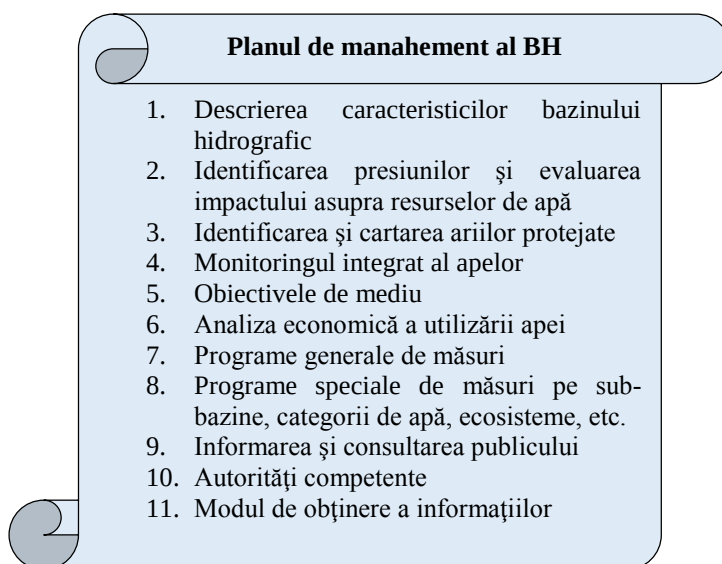
- ***Integrarea sistemului resurselor naturale de apă*** care este reprezentat de ciclul hidrologic și componentele sale: precipitații, evaporația, scurgerea de suprafață și scurgerea subterană. Menținerea bilanțului hidrologic și a raporturilor dintre componentele sale, are la bază legăturile biofizice dintre păduri, sol și resursele de apă dintr-un bazin hidrografic, și este esențial pentru utilizarea durabilă a sistemului resurselor naturale de apă.

- ***Integrarea infrastructurii de gospodărire a resurselor de apă în capitalul natural.*** Realizarea unei infrastructuri de gospodărire a apelor „prietenoasă” față de mediu care să asigure atât alimentarea optimă cu apă a folosințelor și reducerea riscului producerii de inundații cât și conservarea și creșterea biodiversității ecosistemelor acvatice.
- ***Integrarea folosințelor de apă.*** Alimentarea cu apă a populației, industriei și agriculturii și conservarea ecosistemelor acvatice sunt abordate sectorial în mod tradițional. Majoritatea folosințelor de apă solicită resurse de apă în cantități din ce în ce mai mari și de calitate foarte bună. Rezolvarea ecuației resurse-cerințe de apă și protecția resurselor de apă necesită analiza folosințelor la nivel de bazin hidrografic. Managementul resurselor de apă necesită implicarea tuturor părților interesate – publice și private – la toate nivelurile și la momentul potrivit. Deciziile și acțiunile în domeniul managementului integrat al resurselor de apă trebuie luate, de toți cei care pot fi afectați, la nivelul corespunzător cel mai adecvat (principiul subsidiarității).
- ***Integrarea amonte – aval.*** Folosințele din amonte trebuie să recunoască drepturile folosințelor din aval privitoare la utilizarea resurselor de apă de bună calitate și în cantitate suficientă. Toate acestea necesită dialog pentru a reconcilia necesitățile folosințelor din amonte și din aval.
- ***Integrarea resurselor de apă în politicile de planificare.*** Apa este unul dintre elementele fundamentale ale vieții și în același timp un factor care condiționează dezvoltarea socială și economică, fiind adesea un factor limitativ. Societatea și economia se vor putea dezvolta numai în măsura în care se va dezvolta și gospodărirea apelor, această condiționare marcând rolul și importanța activității în contextul dezvoltării durabile.

6.3. Planul de management al bazinului hidrografic

Managementul integrat al resurselor de apă are la bază (în conformitate cu prevederile Directivei Cadru a Apei 60/2000 a Uniunii Europene, Art. 13 și anexa VII.), Planul de Management al bazinului hidrografic, care are ca principal obiectiv atingerea “stării bune” a apelor de suprafață și subterane prin:

- Reducerea emisiilor de substanțe periculoase;
- Reducerea poluării apelor;
- Reconstrucția ecologică a râurilor.



Figură 48. Planul de management al bazinului hidrografic - conținut -

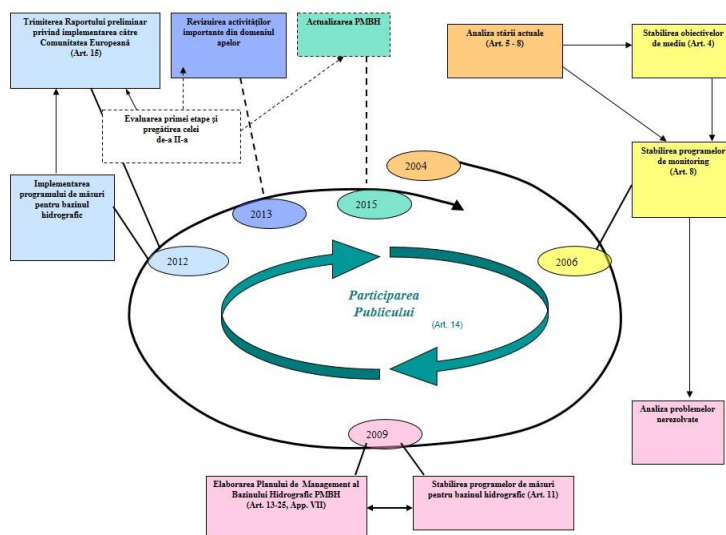


Figura 49. Etapele de realizare a Planului de management al bazinului hidrografic

Pe baza cunoașterii stării corpurilor de apă, acest Plan stabilește obiectivele țintă pe o durată de șase ani și propune la nivel de bazin hidrografic măsuri pentru atingerea stării bune a apelor în vederea utilizării durabile a acestora (Fig. 50).

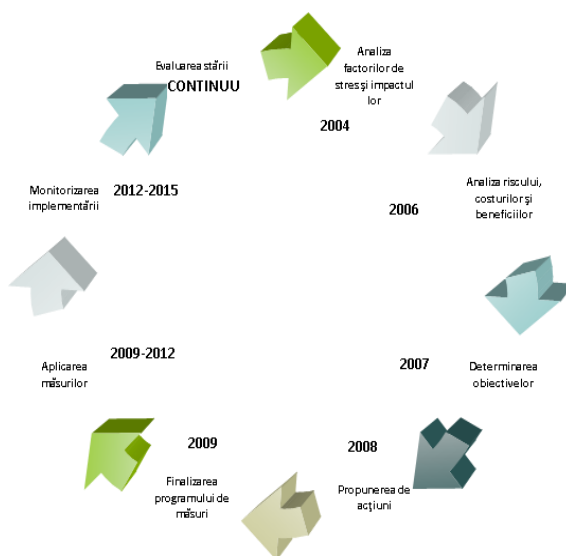


Figura 50. Ciclul managementului bazinelor hidrografice



CAPITOLUL 7

MONITORIZAREA CALITĂȚII SOLULUI

Capitolul 7.

MONITORIZAREA CALITĂȚII SOLURILOR

7.1. Noțiuni introductive

Solul este reprezentat de stratul de la suprafața scoarței terestre format din particule minerale, materii organice, apă, aer și organisme vii. Procesul de formare al solului (Pedogeneza) are loc sub influența factorilor pedogenici: climă, microorganisme, vegetație și relief. Procesele de formare a solurilor se desfășoară la scară geologică astfel încât se apreciază că formarea unui centimetru de sol durează circa 10.000 de ani. Formarea solurilor este un proces complex, după cum complexe sunt constituția și funcțiile lor, și reflectă efectul factorilor pedogenetici, atât naturali cât și antropici. Solul este format din particule minerale, materii organice, apă, aer și organisme vii, fiind un sistem foarte dinamic care îndeplinește multe funcții și este vital pentru activitățile umane și pentru supraviețuirea ecosistemelor.

De-a lungul istoriei, conceptele despre sol, despre rolul și importanța sa au evoluat, trecându-se, treptat, în diferite etape, de la conceptul naturist la cel tehnicist. Acesta se bazează pe cunoașterea unor caracteristici, proprietăți specifice cu valori numerice bine definite obținute prin diferite metode, procedee de măsurare, determinare și calculare standardizate. Munteanu (2005) arată că, pentru definirea și înțelegerea deplină și corectă a solului la nivel local, este necesară examinarea învelișului de sol (a pedosferei) pe areale geografice foarte

largi, chiar la nivel subcontinental sau continental, în corelație cu zonele climatice și cu mereu crescândă influență a factorului antropic.

7.1.1. Glosar de termeni

Solul este definit ca formațiunea cea mai recentă de la suprafața litosferei, reprezentat printr-o succesiune de straturi (orizonturi) care s-au format prin transformarea rocilor și mineralelor sub acțiunea unor factori fizici, chimici și biologici în zona de contact a atmosferei cu litosfera [1].

Solul reprezintă inima ecosistemelor terestre, fiind suportul fundamental pentru existența vieții pe pământ.

Solul reprezintă pătura superficială de la suprafața litosferei, a cărei grosime medie naturală este aproximativ 1,5 m și care s-a format pe un fond steril, mineral, sub acțiunea factorilor pedogenetici.

Poluarea solului - orice activitate ce produce dereglarea funcționării normale a solului ca suport și mediu de viață în cadrul ecosistemelor naturale sau antropizate.

Monitoringul solului reprezintă determinarea sistematică a variabilelor solului astfel încât să se înregistreze, atât modificările temporale, cât și cele spațiale (FAO/ECE, 1994).

7.1.2. Funcțiile solului

În prezent este unanim acceptat rolul pe care îl are solul, nu numai în promovarea și dezvoltarea agriculturii durabile, în păstrarea calității mediului înconjurător, în schimbările climatice globale, în conservarea biodiversității, ci în dezvoltarea economiei în ansamblul ei.

Blum și Santelises (1994) au arătat că pentru a evidenția importanța de netăgăduit a solului în dezvoltarea armonioasă a economiei în ansamblul ei, care să poată asigura condiții sigure și prospere generațiilor viitoare, trebuie cunoscute funcțiile pe care acesta le îndeplinește. Astfel, s-a arătat că sub aspect ecologic, solul prezintă **trei funcții active** principale: producere de biomasă, protecție a resurselor de mediu și habitat biologic sau mediu de viață și rezervă de gene pentru

diferite specii. Alte trei **funcții** sunt **legate de activitățile umane ne-agricole**: solul este un mediu fizic pentru structurile tehnologice și industriale, o sursă de materie primă și un factor care asigură moștenirea culturală. Solurile întrețin și dezvoltă viața, prin proprietatea sa de a se regenera, de a filtra, absorbe și de a transforma poluanții; condiționează învelișul vegetal, ca și calitatea apei, în special a râurilor, lacurilor și a apelor subterane; reglează scurgerea lichidă și solidă în bazinele hidrografice și acționează ca o geomembrană pentru diminuarea poluării aerului și a apei prin reținerea, reciclarea și neutralizarea poluanților, cum sunt substanțele chimice folosite în agricultură, deșeurile și reziduurile organice și alte substanțe chimice; determină producția agricolă și starea pădurilor.

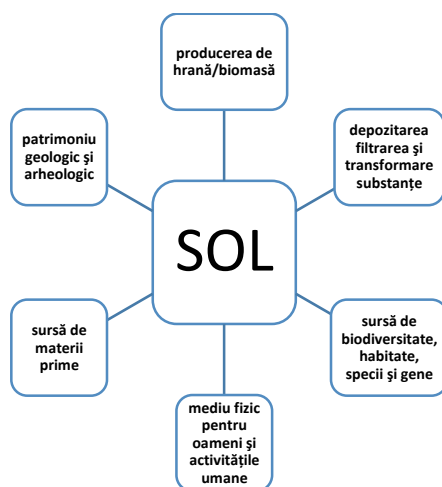


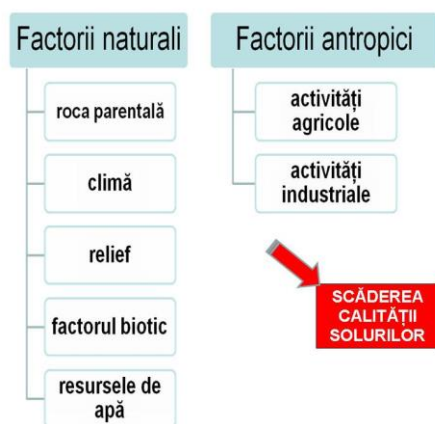
Figura 51. Funcțiile solului

Solul are rolul de habitat și platformă a activității omului, resursă de materii și, în același timp, o bogăție peisagistică și o moștenire pentru generațiile viitoare. Conștientizarea importanței acestor funcțiuni socio-economice și de mediu (Fig. 51) au impus, la nivelul Uniunii Europene, protejarea sa față de orice fel de poluare.

7.2. Presiuni asupra stării de calitate solurilor

În ciuda unor concepte ce consideră că „PĂMÂNTUL SUPORTĂ MULTE, CHIAR TOTUL”, starea actuală a fertilității solurilor ridică o multitudine de probleme care nu pot rămâne indiferente științei și practicii agronomice. Informațiile disponibile sugerează că în cursul ultimelor decade procesele de degradare a solului s-au întesit semnificativ și, dacă nu se va acționa prin măsuri concrete în acest sens, aceste procese se vor accentua.

Solul se află sub o presiune crescândă în întreaga Comunitate Europeană, urmare a factorilor naturali și activităților socio-economice umane, cum sunt practicile agricole și silvice necorespunzătoare, dezvoltarea industrială sau urbană și turismul (Fig. 52).



Sursa: Mihăiescu și colab., 2013

Figură 52. Factori de presiune asupra calității solurilor

Aceste activități afectează negativ disponibilitatea solului de a-și exercita în deplină capacitate varietatea funcțiilor sale cruciale pentru om. Solul este o resursă de interes comun pentru Comunitatea Europeană și eșecul protejării sale ar submina durabilitatea și competitivitatea pe termen lung în Europa. În plus, degradarea solului are un impact puternic asupra altor zone de interes comun pentru Comunitate, ca apa, sănătatea populației, schimbările climatice, protecția naturii și a biodiversității și securitatea alimentară. Se apreciază că fenomenele ce influențează negativ fertilitatea solurilor contribuie la reducerea producției agricole cu aprox. 20 – 50%. Solul fiind componenta de bază a agriculturii, producția agricolă depinde de tipul și calitatea solului.

Solul este locul unde se întâlnesc toți poluanții, pulberile din aer, gazele toxice transformate de ploaie în atmosferă, astfel că solul este cel mai expus efectelor negative ale acestor substanțe. Apele de infiltrație impregnează solul cu poluanți antrenându-i spre adâncime, râurile poluate infectează suprafețele inundate sau irigate, aproape toate reziduurile solide sunt depozitate prin aglomerare sau numai aruncate la întâmplare pe sol.

Poluarea solului este strâns legată de: poluarea atmosferei, hidrosferei, datorită circulației naturale a materiei în ecosferă. Metodele iraționale de administrare a solului au degradat serios calitatea lui, au cauzat poluarea lui și au accelerat eroziunea.

Solul poate fi poluat:

- **direct** prin deversări de deșeuri pe terenuri urbane sau rurale, sau din îngrășăminte și pesticide aruncate pe terenurile agricole
- **indirect**, prin depunerea agenților poluanți ejectați inițial în atmosferă, apa ploilor contaminată cu agenți poluanți "spălați" din atmosfera contaminată, transportul agenților poluanți de către vânt de pe un loc pe altul, infiltrarea prin sol a apelor contaminate.

Tipuri de poluare a solului, după natura poluanților:

- *biologică* cu organisme (bacterii, viruși, paraziți), eliminate de om și de animale, fiind în cea mai mare parte patogene. Ele sunt parte integrantă din diferite reziduuri (menajere, animaliere, industriale);
- *chimică* cu poluanți în cea mai mare parte de natură organică. Importanța lor este multiplă: servesc drept suport nutritiv pentru germeni, insecte și rozătoare, suferă procese de descompunere cu eliberare de gaze toxice și pot fi antrenate în sursele de apă, pe care le degradează;
- *fizică* care provoacă dezechilibrul compoziției solului: inundații, ploi acide, defrișări masive.

În urma proceselor de industrializare intensivă din deceniile anterioare, fenomenele de poluare ale solului s-au intensificat.

Principalele opt procese de degradare a solului cu care se confruntă Uniunea Europeană sunt prezentate în Figura 53:

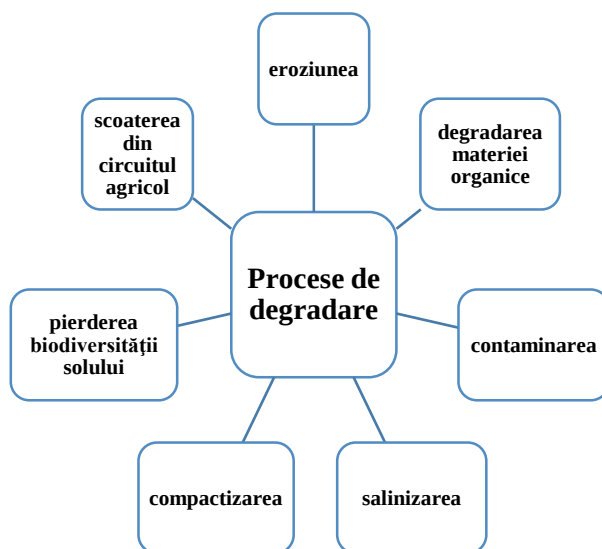


Figura 53. Procese de degradare a solului

7.3. Monitoringul integrat al solului

7.3.1. Conceptul de calitate a solului

Cartea Europeană a Solurilor publicată la Strasburg în anul 1972 menționează faptul că „*Solul este sistemul crucial de susținere a vieții pe pământ, el reprezentând una din avuțiile cele mai de preț ale omenirii.*” Creșterea nevoii de alimente, pe plan mondial, accentuează necesitatea utilizării raționale a solului.

În ultimii ani, tot mai multe țări au luat în atenție, în cadrul strategiilor de dezvoltare națională și de protecție a mediului, rezolvarea problemelor complexe, legate de afectarea calității mediului pe cale antropică, prin practicarea tehnologiilor intensive.

Conceptul de calitate a solului a apărut din necesitatea urmăririi evoluției însușirilor solului sub influența impactului antropic al tehnologiilor agricole (Ștefanic și colab., 2006, Gheorghică, 2006). Filip (2001) consideră noțiunea de calitate a solului drept o însușire integratoare a componentelor funcționale și structurale ale ecosistemelor terestre în raport cu condițiile de specific ecologic zonal și local și diferitele utilizări ale solului.

După Elliot (1996), citat de Vorisek (2001), calitatea solului reprezintă capacitatea sa de a produce recolte sănătoase și hrănitoare, de a rezista eroziunii și de a reduce impactul presiunii mediului asupra plantelor. După Wander și colab. (2002), termenul de calitate a solului include atât productivitatea solului cât și influența mediului.

Diferitele definiții, date de diverși cercetători evidențiază capacitatea solului de a îndeplini diferite servicii prezente în sol sau adăugate solului, cum ar fi: transportul și regularizarea apei și materiei, precum și realizarea de producții agricole. Mamy (1993) consideră noțiunea de calitate a solului drept un termen subiectiv, care este definit în funcție de interesele oamenilor. Chaussod (1996) vorbește despre *calitatea biologică* a solului, care vrea să înlocuiască astfel noțiunea de fertilitate a solului cu această noțiune, care aparține noțiunii mai largi de calitate a solului.

După Chaussod, noțiunea de calitate biologică a solurilor agricole are 4 părți componente și anume:

- a) fertilitatea sau potențialul agronomic legat direct de activitatea biologică
- b) starea fitosanitară a solului și vegetației
- c) impactul mediului (externalitățile) asupra funcționării solului
- d) rezistența, sau sensibilitatea solului la impactul antropic și al mediului și aptitudinea de revenire la starea inițială.

În SUA a fost înființat în 1993 Institutul Calității Solului (SQI), în cadrul Serviciului de Conservare a Resurselor Naturale (NRCS), în scopul monitorizării și diseminării informațiilor despre calitatea solului, în vederea conservării resurselor naturale și a mediului. Așa cum afirmă Papacostea (1976) solul reprezintă un “organism viu”, un sistem deschis, extrem de complex, organizat, un produs natural, rezultat din interacțiunea biocenozei și a mediului cu biotopul, reflectând condițiile climatice și geografice concrete în care a luat naștere. După Cârstea (2003), solul reprezintă, în condițiile actuale, o importantă resursă strategică pentru supraviețuirea omenirii. De aceea grija pentru protecția, ameliorarea calității solurilor și reabilitarea terenurilor degradate, în politicile de mediu, trebuie să reprezinte o importanță primordială, pe plan regional, național și mondial. După Mausbach și Seybold (1998), calitatea solului este atributul esențial al său, din multe puncte de vedere, atât teoretice, cât și practice. Prin schimburile reversibile de materie, energie și informație cu mediul, solul are capacitatea de a regla funcționarea mediului înconjurător (Lal, 1993a; Lal și Miller, 1994). Hornick și Parr (1987) consideră calitatea solului drept o însușire care depinde de echilibrul dintre procesele de degradare și cele de restaurare din sol. Procesele de restaurare

(reziliența solului), spre deosebire de cele de degradare, evidențiază capacitatea solului de a reveni la starea anterioară perturbării prin degradare sau schimbarea modului de folosință. Rata și gradul de revenire depind, atât de gravitatea și amploarea perturbării, cât și de însușirile solului și managementul său.

Noțiunea de calitate a solului reprezintă un concept integrativ, strâns legat de cerințele umane. Deci, după Parr și colab. (1992), conceptul de calitate a solului are în vedere, în primul rând, satisfacerea unor cerințe umane fundamentale, cum ar fi calitatea și siguranța alimentelor, sănătatea umană și animală, productivitatea solului și calitatea mediului. La acestea, Feodorov (1987) mai adaugă sensibilitatea solului la deteriorare sub influență antropică. Batjies și Bridges (1991) mai adaugă și vulnerabilitatea solului sau capacitatea (predispoziția acestuia) de a i se deteriora una sau mai multe funcții ecologice.

Calitatea solului trebuie privită ca o imagine compusă a modului în care solul își îndeplinește funcțiile pentru anumite utilizări. Larson și Pierce (1991; 1993, 1994) consideră calitatea solului drept o imagine holistică a acestuia în cadrul mediului în care este integrat, precum și a modului în care funcționează în ecosistem.

Această definiție cuprinde două modalități de interpretare: prima se referă la proprietățile intrinseci ale solului, rezultate în urma pedogenezei sub acțiunea factorilor naturali; a doua modalitate se referă la natura dinamică a solului și la autoreglarea sa, în funcție de utilizarea și managementul uman. Doran și Parkin (1994) definește calitatea solului drept “capacitatea acestuia de a funcționa în limitele unui ecosistem natural sau antropizat, pentru a susține productivitatea vegetală sau animală, pentru a menține sau crește calitatea apei și a aerului și pentru a susține condițiile de sănătate și habitat ale omului”.

Karlen și colab. (1996) apreciază sintetic calitatea solului drept capacitatea sa de a funcționa. Cârstea (2003) formulează o definiție mai cuprinzătoare pentru calitatea solului conform căreia, aceasta reprezintă “*combinația proprietăților solului care îi permit să-și conserve, pe termen lung, toate funcțiile lui naturale*” considerând această însușire rezultatul unei multifuncționalități structurale ale solului. De asemenea autorul consideră că, definirea calității solului trebuie legată de utilizarea lui actuală, efectivă și de oricare utilizare potențială viitoare. Din definițiile și punctele de vedere multiple referitoare la calitatea solului putem afirma că, noțiunea de calitate a solului este mai ușor de înțeles decât de definit. Nu este deloc de neglijat faptul că, deși termenul de calitate a solului este relativ nou, pentru evaluarea calității solului din punct de vedere cantitativ se impune caracterizarea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului, coroborate cu elementele de specific ecologic zonal și local.

Deteriorarea calității solului are repercusiuni negative, fie asupra uneia, fie asupra tuturor funcțiilor solului. De aceea, se impune cuantificarea impactului degradării calității solului, atât pentru utilizarea actuală a acestuia, cât și pentru o utilizare durabilă. Impactul degradării solului este determinat de combinația vulnerabilității solului, de “presiunea” exercitată de o anumită utilizare a terenului sau o anumită lucrare tehnologică aplicată (fertilizare, combatere, lucrări mecanice). Cârstea (2003) susține ideea unanim acceptată conform căreia, solul poate și trebuie să aibă calitatea necesară pentru a îndeplini numeroase funcții. Concepțiile și criteriile actuale sunt încă incomplet elucidate întrucât percepția rolului solului variază diferit, în raport cu autorii și țările respective. Gravitatea daunelor provocate calității solului prin diferite procese de degradare depinde de: tipul de degradare, sensibilitatea solului la degradare (rapiditatea cu care solul se degradează) și vulnerabilitatea solului la acțiunea unui proces specific.

Batjies și Bridges (1991) consideră tipul de utilizare al terenului un criteriu important pentru evaluarea sensibilității și vulnerabilității la degradare a calității solului.

S-au elaborat mai multe criterii și valori limită menite să aprecieze degradarea solului, precum și eventualitatea unor măsuri de reabilitare a calității solului. Astfel, se consideră că un sol are o calitate superioară dacă își poate exercita toate funcțiile într-un mod optim, echilibrat. Deci, pentru evaluarea calității solului este necesară analiza modului de îndeplinire a funcțiilor solului. Totodată se impune și evaluarea capacității de autoreglare a solului în cadrul ecosistemului, pentru realizarea unei bioproductivități optime din punct de vedere economic și ecologic. O altă problemă importantă referitoare la calitatea solului o reprezintă gravitatea proceselor de degradare și tendința degradării în funcție de care un sol degradat se poate regenera sau nu (reziliența sau reversibilitatea degradării calității) și în cât timp. Un obiectiv important al evaluării calității solului este prognozarea rezistenței solului la diferite impacturi asupra funcțiilor specifice ale solului, respectiv, realizarea unui set minim de date asupra proprietăților fizice, chimice și biologice care pot permite evaluarea funcțiilor solului. Evaluarea calității solului depinde nu doar de cantitatea rezervei solului în diferite elemente, ci și de modul în care are loc transferul și circulația acestor rezerve materiale și energetice în cadrul structural al solului cât și în relațiile cu biocenoza și mediul. Aceste procese de transfer și de schimb se realizează prin intermediul microorganismelor și nevertebratelor edifice. De aceea, trebuie să se identifice, să se evalueze și să se ierarhizeze și indicatorii biochimici și microbiologici ai solului.

7.3.2. Parametri și indicatori ai calității solului

Utilizarea durabilă a solului presupune măsuri pentru menținerea productivității potențiale a resurselor și urmărirea evoluției acestora, pe baza unor parametri și indicatori care să monitorizeze schimbările produse asupra calității solului.

Pieri și colab. (1995) consideră că acești indicatori de calitate sunt:

- indicatori de presiune asupra resurselor de sol;
- indicatori de schimbări în starea calității solului;
- indicatori de răspuns ai societății la aceste schimbări.

Unii parametri și indicatori de calitate a solului, din punct de vedere economic, sunt deja folosiți. Aceștia sunt:

- satisfacerea cerințelor edafice ale culturilor și a altor activități umane;
- comportarea solului ca mediu pentru producția de biomasă;
- pretabilitatea terenului pentru diferite utilități;
- rolul solului referitor la reciclarea gunoaielor urbane și menajere, a deșeurilor și reziduurilor.

În SUA și Canada se manifestă un interes deosebit pentru prognozarea unor strategii naționale de evaluare a calității solului, sub influența impactului tehnologic, precum și pentru atenționarea fermierilor. În acest sens (Ditzler și Tugel, 2002) au fost propuși seturi de indicatori de calitate a solului fiind realizate diferite modele de carduri de sănătate a solului (soil health card) și de kituri test de calitate a solului (soil quality test kit).

Măsurile de protecție și ameliorare a calității solului trebuie să țină cont de următorii parametri:

a.) **parametrii solului:** însușiri fizice, chimice și biologice ale solului, precum și date privind topografia, materialul parental, apele subterane; acești parametri vor fi incluși într-o bază de date, într-un sistem unitar și uniform pentru a putea face comparații între diferite valori naturale și ale solului de referință degradat;

b.) **parametrii externi ai degradării:** caracteristicile tipului de degradare; de exemplu, în cazul poluării chimice, datele privind mobilitatea, toxicitatea, originea, biodegradabilitatea substanțelor chimice în sol; în funcție de informațiile existente se stabilesc relațiile cauză-efect pentru un anumit tip de degradare și tip de sol. Între proprietățile solului și funcțiile lui se stabilesc relații strânse, astfel că, pentru a determina

calitatea unui sol la o anumită utilizare a terenului trebuie să fie cunoscute toate exigențele pentru utilizarea respectivă.

c.) **parametrii referitori la funcția solului**, calitatea solului variază după anumite funcții.

Se impune o abordare multifuncțională asupra calității solului pentru că, unele proprietăți optime ale unui sol, pentru un anumit tip de utilizare, pot fi dăunătoare pentru o altă funcție a solului. De exemplu: influența pozitivă a diferitelor doze de azot în agricultură și silvicultură, cu efectul lor negativ asupra biodiversității.

d.) **parametrii subiectivi**: cei determinați de om la fața locului, în funcție de experiența și percepția umană asupra calității, favorabilității și pretabilității.

e.) Se consideră că pot fi analizați și alți **parametri și indicatori derivați** (parametri derivați) din punct de vedere social, economic și ecologic: importanța habitatelor, a biodiversității, a terenurilor umede etc.

7.3.3. Norme privind calitatea solului

Elaborarea acestor standarde este dificilă. Unii termeni legați de sol și protecția acestuia sunt recent definiți de către Organizația Internațională pentru Standarde (ISO). Calitatea solului definită în sens larg se referă în special la însușirile fizice, chimice și biologice ale sale. Pentru stabilirea standardelor și criteriilor privind calitatea solului și pentru politicile de protecție a solului trebuie luați în atenție și alți factori considerați netehnici:

- **gradul de conștientizare politică și publică**: a trăi pe un sol poluat chimic este mai riscant decât a trăi pe un teren erodat;
- **calitatea solului și sănătatea publică**;
- **relațiile cu alte tipuri de degradare a mediului**: în multe țări se ține cont de normele privind calitatea apei potabile și a aerului și mai puțin de cele privind puritatea solului.

7.3.4. Măsuri și politici pentru protecția și ameliorarea calității solurilor

Fiecare tip de degradare necesită soluții specifice. Astfel, măsurile pentru împiedicarea degradării solurilor și pentru reabilitarea solurilor afectate sunt foarte numeroase și variate. De aceea se impune o conștientizare a factorilor de decizie și a publicului larg asupra faptului că, o politică mai largă și mai eficientă, referitoare la protecția, ameliorarea și utilizarea durabilă cere un cadru legislativ corespunzător. Criteriile și normele pentru măsurile de protecție și ameliorare a calității solului trebuie să se bazeze pe cercetări științifice, astfel încât să se poată opta pentru măsurile respective în funcție de specificul local care să poată contribui la restaurarea calității solului, la un nivel acceptabil.

O abordare a unei politici de protecție a calității solului la nivel național nu trebuie să se sprijine doar pe criterii specifice unor locuri sau areale date. Astfel, ar trebui ca, la nivelul strategiei și planificării măsurilor de protecție a calității solului, să se utilizeze criterii generice, în timp ce aspectele legate de areale sau locuri concrete să se constituie ca părți componente importante.

7.3.5. Monitoringul calității solurilor

Orice schimbare a calității solului, înainte și după aplicarea măsurilor de protecție și ameliorare, trebuie cuprinsă într-un sistem special de monitoring al calității solului. Aceasta se impune pentru că trebuie verificat orice indiciu de deteriorare provocat de om sau natură, în vederea sesizării tendinței de evoluție. Pentru detectarea tendinței de deteriorare a calității solului, într-un stadiu precoce, controlul calității solului trebuie să se repete la intervale regulate.

Solul este rezultatul acțiunii a diferite procese determinate de factorii de mediu, adaptându-se continuu la schimbările naturale și/sau artificiale ale mediului, înregistrând și memorând prin anumite fenomene, procese și caracteristici principalele momente de evoluție.

Evidențierea diferitelor procese și/sau modificări în starea solului, în ansamblul său se poate realiza numai printr-un procedeu unitar bine definit, numit „**Sistem de monitoring**”. Acesta este definit printr-un set de situri în care starea actuală a solului este evaluată, caracterizată prin observații, măsurători, determinări periodice ale diferitelor sale însușiri (Morvan și colab., 2008). Monitoringul solului reprezintă determinarea sistematică a variabilelor solului astfel încât să se înregistreze, atât modificările temporale, cât și cele spațiale (FAO/ECE, 1994). Acest

proces complex este esențial pentru cunoașterea stării actuale a solului și detectarea din timp a posibilelor sale modificări negative, furnizând o serie de aprecieri legate de evoluția proprietăților solului (Soil thematic Strategy: monitoring, 2004). Informațiile obținute sunt utile în proiectarea și implementarea unor politici care să protejeze și să mențină utilizarea durabilă a solului, permițând, în același timp, solului să asigure în continuare bunuri și servicii.

Potrivit recomandărilor U.N.E.P. și ale Ordinului Ministerului Agriculturii nr. 111/1977, România a instituit, începând din anul 1977, „Sistemul de monitoring al stării de calitate a solurilor agricole”, ca parte integrantă a Sistemului Național al Calității Mediului Înconjurător (Răuță și Cârstea, 1983). În perioada anilor 1992 – 1999, a fost inițiat un sistem îmbunătățit de supraveghere a calității solurilor, atât pentru solurile agricole, cât și pentru cele forestiere (Răuță și colab., 1998). Ca urmare a acestor preocupări a rezultat **Sistemul Integrat de Monitoring al Solurilor din România** (SIMSR), care cuprinde două subsisteme: **Subsistemul de Monitoring al Solurilor Agricole din România** și, respectiv **Subsistemul de Monitoring al Solurilor Forestiere din România** (Dumitru și colab., 2000).

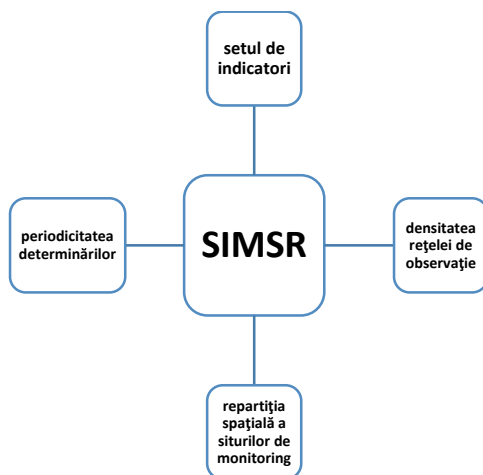


Figura 54. Elementele de bază ale SIMSR

Utilizarea unui Sistem integrat de monitoring al solurilor prezintă o serie de **avantaje**, și anume:

- înlătură subiectivismul la amplasarea siturilor, care sunt repartizate proporțional cu răspândirea folosințelor în teritoriu;
- lărgeste setul de indicatori (caracteristicile complexului adsorbtiv, conținuturile de metale grele, sulf).

Îndesirea rețelei ar permite însă un grad mai sporit de reprezentativitate a tuturor folosințelor și unităților de sol, acest lucru fiind deja aplicat în unele țări, central și est europene (de ex., în Austria – 3,9 x 3,9 km pentru solurile agricole și 7,8 x 7,8 pentru cele forestiere; Amt der Niederösterreichische Landesregierung, 1994 și Mitteilungen der Forstlichen Bundenversuchsanstalt, 1992).

Obiective principale SIMSR					
urmărirea sistematică a caracteristicilor calitative și cantitative ale solurilor	elaborarea prognozelor cu privire la evoluția calității solurilor	avertizarea organismelor interesate asupra problemelor negative privitoare la soluri	furnizarea de date pentru fundamentarea măsurilor de prevenire a fenomenelor negative și de ameliorare a solurilor	urmărirea efectelor acestor măsuri	contribuția cu date privind solurile la realizarea Sistemului național de monitoring integrat al mediului

Figura 55. Obiectivele principale ale Sistemului integrat de monitoring a solurilor din România

Studiile și cercetările sunt efectuate pe trei niveluri (Fig. 54):

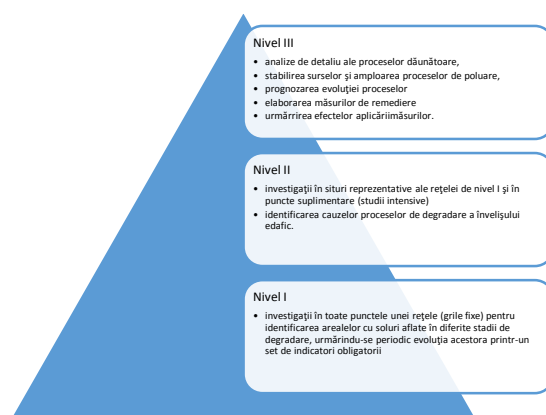


Figura 56. Niveluri de lucru în SIMSR

Monitoringul solurilor este realizat periodic de ICPA la intervale de 4-10 ani în rețeaua de situri de nivel I și la 1-2 ani în suprafețe afectate de procese de poluare.

Nivelul I cuprinde o rețea de fixă de 942 situri de investigare (16 x 16 km), din care 670 situri agricole și 272 situri forestiere, instalate în teritoriu pe baza coordonatelor geografice stabilite în concordanță cu „Convention on Long Range Transboundary Air Pollution”.

Dintre caracteristicile fizice ale solurilor din siturile de monitoring de nivel I, au fost urmărite: clasa texturală a solului în orizontul superior și în orizontul intermediar, indicele de instabilitate structurală (IIS), gradul de tasare (GT, % v/v), conductivitatea hidraulică saturată (K_{sat} , mm.h⁻¹), rezistența la penetrare (RP, kgf.cm⁻²) și volumul edafic (V_e , fracțiuni de unitate). Volumul edafic, compoziția granulometrică și stabilitatea hidrică au fost determinate pentru toate siturile de monitoring de nivel I, iar celelalte proprietăți au fost analizate doar pentru siturile din care s-au putut recolta probe în așezare nederanjată.


Nivelul I (Etapa 1992 – 1998)

- o rețea fixă de 16 x 16 km însumând 942 de situri, din care 670 situri agricole și 272 situri forestiere, instalate în teritoriu pe baza coordonatelor geografice, stabilite în concordanță cu "*Convention on Long Range Transboundary Air Pollution*".

Nivelul I (Etapa 2000 - 2003)

- au fost determinate caracteristicile fizice și chimice ale solului și încărcarea cu substanțe și elemente potențial poluante numai în siturile agricole de monitoring, pentru 13 județe din sudul țării.

Nivelul I (Etapa după 2003)

- s-a continuat activitatea de monitorizarea a solului în cadrul contractului privind realizarea și rectualizarea Sistemului Național al monitorizării sol-teren pentru agricultură (*conform OUG 38/2002, aprobată cu modificări prin Legea 444/2002, a Ordinului Ministrului Agriculturii, Alimentației și Pădurilor (MAAP) nr. 223/2002*):
 - pregătirea instrucțiunilor,
 - efectuarea lucrărilor de teren (caracterizarea siturilor de monitoring cu informații din teren și din profilele de sol),
 - prelevarea și conservarea eșantioanelor de sol,
 - efectuarea analizelor de sol,
 - stocarea datelor obținute,
 - prelucrarea lor
 - elaborarea rapoartelor

Sistemul 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

- Instituția de referință care gestionează - *Institutul Național de Cercetare –Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului* (ICPA) București

- **Activități specifice**

- ⇒ organizarea și gestionarea Sistemului național de monitoring integrat al solului și a centrului focal pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole și stabilirea secțiunilor de prelevare pentru monitoring și control, reprezentative pentru sursele difuze și punctiforme din agricultură;
- ⇒ identificarea și delimitarea cât mai exactă a zonelor vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați din surse agricole (împreună cu Administrația Națională « Apele Române ») și revizuirea acestora;
- ⇒ supravegherea și monitorizarea concentrației azotaților și a altor compuși ai azotului din sol și apele subterane (acvifere), pecum și a altor poluanți din surse agricole, avertizare și prognoză (împreună cu Administrația Națională «Apele Române»);
- ⇒ întocmirea cadastrului și a hărților cu zonele poluate, vulnerabile și potențial vulnerabile; a seturilor de analiză;
- ⇒ organizarea, realizarea și gestionarea rețelei de monitoring;
- ⇒ organizarea, realizarea și gestionarea rețelei informatice și a bazei de date naționale specifice, în care se includ și rețelele și bazele de date județene, gestionate de Oficiile Județene de Studii Pedologice și Agrochimice;
- ⇒ transmiterea datelor către centrul focal, evaluarea, prelucrarea și interpretarea datelor obținute;
- ⇒ întocmirea raportului de etapă;
- ⇒ transmiterea și schimbul permanent de date cu Monitoringul suport național integrat de supraveghere, control și decizii pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole, în apele subterane și de suprafață, gestionat de Administrația Națională «Apele Române» și cu Autoritatea Națională de Meteorologie și

Institutul Național de Hidrologie și Gospodăria Apelor,
în cadrul **Sistemului Național De Monitoring Integrat**;

- ⇒ organizarea și gestionarea Sistemului național de management al reziduurilor organice provenite din zootehnie în zone vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați;
- ⇒ identificarea și controlul surselor poluatoare;
- ⇒ participarea la procesul decizional de reducere a poluării și eliminare a surselor poluatoare;
- ⇒ evaluarea riscului de poluare;
- ⇒ stabilirea planurilor și programelor de management al reziduurilor organice provenite din zootehnie în zone vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați;
- ⇒ stabilirea managementului terenurilor agricole în zonele vulnerabile și potențial vulnerabile;
- ⇒ stabilirea măsurilor de limitare și combatere a poluării solului, plantelor, apelor de suprafață și freatice;
- ⇒ stabilirea cadrului tehnic de elaborare a planurilor de acțiune și planurilor de fertilizare în zonele vulnerabile și potențial vulnerabile;
- ⇒ organizează și realizează, împreună cu A.N.C.A. instruirea formatorilor, a producătorilor agricoli și a fermierilor pentru conștientizare și implementare a programelor de acțiune;
- ⇒ organizează și realizează, împreună cu A.N.C.A. instruirea formatorilor, a producătorilor agricoli și a fermierilor pentru conștientizare și adoptare a prevederilor Codului Bunelor Practici Agricole;
- ⇒ Monitorizarea periodică, împreună cu ANCA, a implementării prevederilor Codului Bunelor Practici Agricole;
- ⇒ Participă la elaborarea programelor de acțiune pentru zonele vulnerabile și identificare a măsurilor specifice pentru fiecare din aceste zone și la coordonarea implementării acestora;
- ⇒ raportarea periodică către ministerele și organismele de resort.

Programul de monitoring

- ***Aspecte generale***

Proiectarea rețelei de monitorizare include determinarea:

- ⇒ Densității rețelei și localizarea punctelor de monitorizare a conținutului de nitrați din sol și din corpurile de apă subterană și de suprafață.
- ⇒ Parametrilor care se monitorizează (parametri de monitorizare și control a solului și a apelor subterane și a parametrilor de remediere a poluării solului și a apelor subterane).
- ⇒ Tipurilor de site-uri de monitorizare (site-uri supuse controlului poluării și site-uri supuse remedierii poluării).
- ⇒ Frecvența de recoltare și determinare a probelor.

În cazul monitorizării zonelor vulnerabile la poluarea cu nitrați, datele care trebuie monitorizate sunt:

- ⇒ Condițiile pedohidrogeologice care permit transmiterea nitraților proveniți din activitățile agricole către corpurile de apă subterană și de suprafață.
- ⇒ Folosința terenului (istoric și prezent, planuri de fertilizare).
- ⇒ Managementul gunoiului provenit din activități zootehnice actuale și istorice.

- ***Densitatea rețelei***

Densitatea site-urilor pentru monitorizare depinde de condițiile pedohidrogeologice care impun regimurile de curgere ale apei și nitraților de la suprafața solului către corpurile de apă subterană / de suprafață. Unitățile și profilele pedohidrogeologice cu un grad mare de heterogenitate vor necesita o densitate mai mare de puncte. Fiecărui subsistem monitorizat (sol, corpurile de apă subterană, corpurile de apă de suprafață) îi va corespunde o rețea diferită de monitorizare care să reflecte caracteristicile regimurilor de curgere ale apei și nitraților.

Densitatea site-urilor pentru monitorizare va depinde direct de procentul suprafeței cu folosință agricolă din unitatea administrativ-teritorială (comună) situată în zona vulnerabilă, de densitatea populației, vulnerabilitatea acviferului față de contaminarea cu nitrați proveniți din

surse agricole, intensitatea utilizării acviferului. De asemenea, un efect important asupra densității site-urilor de monitorizare (în special pentru subsistemul sol) îl reprezintă structura proprietăților pedo-agricole.

- ***Selectarea site-urilor pentru monitorizare***

Opțiunea pentru tipul de observații și amplasarea punctelor de măsură este determinată, în general, de două criterii interconectate:

- ⇒ Reprezentativitatea punctelor selectate pentru sol și acvifer.
- ⇒ Posibilitatea determinării tendinței concentrației de nitrați din sol și acvifer la scara dorită.

Site-urile sau punctele de observație ale rețelei trebuie să fie reprezentative pentru:

- ⇒ Delimitarea sistemelor principale de curgere către și prin corpurile de apă subterană ale nitraților proveniți din activități agricole
- ⇒ Delimitarea unităților omogene pedo-geo-hidrologice
- ⇒ Delimitarea suprafețelor de teren cu management unitar agricol și al gunoiului provenit din activități zootehnice

Pentru fiecare site selectat se execută următoarele activități:

- ⇒ Caracterizarea corpurilor de apă subterană și de suprafață din punct de vedere al funcțiilor de transmisie pentru apă și nitrați; determinarea geometriei principalelor zone de acumulare a apei.
- ⇒ Evaluarea vulnerabilității la poluarea cu nitrați bazată pe evaluarea dinamicii apei și nitraților în sistemul sol-zonă nesaturată-substrat geologic-corp de apă subterană.
- ⇒ Identificarea presiunilor la care este supus sistemul acvatic, în primul rând, cele rezultate din activitățile agricole de la suprafață.
- ⇒ Identificarea măsurilor de remediere a poluării.

Site-urile pentru evaluarea stării corpurilor de apă subterană trebuie să aibă un corespondent într-o arie la suprafața solului de la care provine fluxul de nitrați (echivalentul bazinului amonte în cazul apelor de suprafață). În general, pentru corpurile de apă subterane se execută foraje pentru evaluarea calității apei și a nivelului piezometric. Acolo unde există izvoarele de coastă (integratoare din punct de vedere al calității apelor subterane) ale apei din corpurile subterane).

- **Parametri**

Alegerea parametrilor pentru monitorizare, control și remediere a poluării se face în funcție de obiectivele programelor de măsuri adoptate pentru zonele vulnerabile. Selecția parametrilor depinde de:

- ⇒ Sursele de nitrați (actuale și istorice) care determină presiunile la care este supus sistemul acvatic.
- ⇒ Utilizarea pe care o are apa din corpurile de apă subterane și de suprafață.
- ⇒ Problemele care se manifestă deja, din punctul de vedere al poluării cu nitrați, în arealul considerat.

- **Măsurători cantitative și proceduri de recoltare a probelor**

Măsurătorile conținutului de nitrați din sol și din apele subterane se efectuează în puncte fixe reprezentative pentru sistemul de cugere al apei și nitraților din unitatea teritorială considerată. Reprezentativitatea probelor se va stabili și în funcție de activitățile antropice care influențează locul de unde se recoltează proba, precum și de regimul acviferului în punctul (zona) pe care o reprezintă (umplere, golire). Determinările de teren și în laborator trebuie efectuate în acord cu metodologiile și normele la nivel național.

- **Frecvența recoltării probelor**

Frecvența de recoltare pentru monitorizare depinde de limitările bugetare și de resurse umane. Frecvența de recoltare este, de asemenea, influențată de o serie de considerente tehnice și științifice. În acest sens, se pot diferenția influențele induse de dimensiunile pedohidrogeologice și pedohidrologice ale procesului. Dimensiunea pedohidrologică se referă la existența variațiilor sezoniere ale unor parametri calitativi și cantitativi incluși în programele de monitorizare.

Încărcarea corpurilor de apă subterane are o variație sezonieră depinzând de structura variațiilor climatice. Perioada de umplere poate fi corelată cu creșterea spălării nitraților de la suprafața terenului sub adâncimea frontului radicular. Considerațiile sezoniere sunt deosebit de importante atunci când parametrii sistemului pedohidrologic sunt afectați de activitățile agricole care, prin esența lor, au un caracter sezonier pronunțat.

Frecvențele pentru observațiile făcute asupra corpurilor de apă subterană și a sistemelor fizice conexe depind în mare măsură de fluctuațiile nivelului freatic, care sunt determinate de condițiile pedologice (fluxurile de soluție a solului transmise către zona nesaturată), hidrogeologice (tipul

și adâncimea acvifeului), circumstanțele hidrologice (meteorologice) și impactul activităților umane (folosirea apei, irigații, agricultură, etc.).

Din această perspectivă trebuie considerate câteva **reguli pentru programele de monitorizare**:

- ✚ Frecvența măsurărilor trebuie adaptată variațiilor temporale din sistem.
- ✚ Monitorizarea variațiilor de lungă durată și a tendințelor necesită o frecvență relativ scăzută a observațiilor, în timp ce monitorizarea variațiilor sezoniere necesită o frecvență ridicată.

Structura sistemului de monitorizare va fi adaptată setului de obiective propuse și resurselor disponibile.

- ***Sinteza operațiunilor care trebuie executate pentru monitorizarea zonelor vulnerabile la poluare cu nitrați***

1. ***Monitorizare de fond la nivelul țării.***

Informațiile existente sunt grupate în mai multe straturi de date georeferențiate dezvoltate de diferite instituții.

- a. Limita unităților teritorial administrative la nivelul Comună (bazată pe prelucrarea hărților administrativ-teritoriale 1:850.000).
- b. Suprafața fondului funciar (agricol, arabil, vii, livezi, fânețe, pășuni, păduri) la nivel de Comună. Baza de date a fost elaborată de Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale
- c. Capacitatea de producție a solului (medie pe serii lungi de ani climatici, evaluată prin utilizarea notelor de bonitare) medie pe comune (bazată pe harta notelor de bonitare 1:50.000 elaborată de Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului (ICPA) București
- d. Suprafața cultivată pe tip de culturi la nivel de Comună. Baza de date a fost elaborată de Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale
- e. Numărul și tipul de animale din gospodăriile individuale la nivel de Comună. Baza de date a fost elaborată de Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale
- f. Numărul și tipul de animale din complexe zootehnice (efective actuale și capacitatea maximă a complexelor),

precum și starea echipamentelor de prelucrare a apelor uzate. Baza de date a fost elaborată de Administrația Națională “Apele Române”

- g. Sol (informații georeferențiate bazate pe hărți de sol la scara 1:1.000.000 și 1:200.000). Atribute pentru funcții de pedotransfer necesare evaluării dinamicii apei și nutrienților asociate unităților cartografice sunt conținute doar în SIG al resurselor de sol 1:1.000.000. Informația este obținută și gestionată de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului (ICPA). În plus, la același institut există datele de sol culese din rețeaua de monitorizare pan-europeană în sistem de tip grilă cu pasul de 16 km.
- h. Clima. Serii de date de vreme pentru perioade mari de ani sunt furnizate de Agenția Națională de Meteorologie, utilizând datele furnizate de cele 47 stații meteorologice standard de pe teritoriul României. Utilizând metodologia MARS, s-au făcut interpolări pentru datele climatice într-o rețea cu pasul 10 x 10' longitudine x latitudine (date furnizate de proiectul european ATEAM cu drept de utilizare în România de ICPA).
- i. Corpuri de apă subterană: caracteristicile acviferelor și zonei nesaturate. Informații organizate în SIG de Institutul Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor (INHGA).
- j. Corpuri de apă subterană: nivel piezometric și concentrațiile compușilor azotului. Informațiile sunt obținute și gestionate de Administrația Națională “Apele Române”.
- k. Corpuri de apă de suprafață: rețeaua hidrografică, inclusiv bazinele aferente. Informația organizată în SIG pe baza cadastrului apelor de către Administrația Națională “Apele Române”.

2. Monitorizare pentru scopuri specifice (Directiva Nitraților)

Evaluarea vulnerabilității corpurilor de apă subterană utilizând modele euristice de evaluare prin suprapunerea straturilor de surse (obținute prin prelucrarea informațiilor prezentate la punctul 1 – lit. b, c, d, e, f. Se consideră distinct sursele actuale care conduc la un bilanț pozitiv al nitraților la nivelul comunei și sursele istorice bazate pe efectivele de animale maxime din complexe zootehnice), transmitere prin sol

(prelucrarea informațiilor de la pct. 1- lit. g și h), transmitere prin zona nesaturată și tipul acviferului (informații de la pct. 1- lit. i).

Vulnerabilitatea obținută prin această metodă se compară cu datele furnizate de rețeaua de foraje (de la pct. 1- lit. j). Zonele vulnerabile sunt declarate într-o primă aproximație la nivelul unităților teritorial-administrative (comună – informațiile prezentate la pct. 1- lit. a) luându-se în considerare amplasarea comunelor în cadrul bazinelor hidrografice (informațiile de la pct. 1- lit. k) cu extensia corespunzătoare a zonelor vulnerabile în amonte și aval.

3. Monitoring de conformitate

Pentru zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați stabilite în urma aplicării metodologiei de la punctul 2, se efectuează următoarele operațiuni de monitorizare de conformitate:

- a. Stabilirea structurii și amplasamentului proprietăților agricole la nivelul comunelor din zonele vulnerabile.
- b. Elaborarea hărții pedologice detaliate a zonei.
- c. Elaborarea hărții detaliate a corpurilor de apă subterane din zonă.
- d. Elaborarea anuală, pentru fiecare exploatație agricolă, a planului de fertilizare pe baza studiilor agrochimice, structurii de culturi, numărului de animale și tehnicilor de stocare și utilizare a gunoiului provenit de la animale.
- e. Evaluarea anuală a bilanțului de nitrați la nivelul exploatațiilor agricole. În cazul bilanțului pozitiv al nitraților, se promovează acordurile de utilizare a gunoiului suplimentar în exploatații vecine, în care bilanțul nitraților este negativ.

4. Monitoring pentru scopuri specifice (Directiva Nitraților)

Pentru zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați stabilite în urma aplicării metodologiei de la punctul 2 se efectuează următoarele operațiuni de monitorizare cu scopuri specifice:

- a. Stabilirea amplasamentului surselor de nitrați (actuale și depozite istorice) de pe teritoriul zonei vulnerabile.
- b. Stabilirea punctelor de recoltare a probelor de sol pentru evaluarea conținutului de nitrați. Amplasarea punctelor se va face (în sistem expert sau de preferință, prin utilizarea rezultatelor furnizate de un model de simulare a dinamicii nitraților în zona vulnerabilă) în acord cu potențialul

solurilor de transmitere a nitraților către corpurile de apă subterane și/sau de suprafață și prin luarea în considerare a surselor de nitrați și a direcțiilor principale de curgere a apei din zona respectivă.

- c. Stabilirea punctelor pentru recoltarea probelor de apă din corpurile de apă subterană (fântâni, foraje, izvoare de coastă). Amplasarea punctelor se va face (în sistem expert sau de preferință, prin utilizarea rezultatelor furnizate de un model de simulare a dinamicii nitraților în zona vulnerabilă) prin luarea în considerare a direcției de curgere a apei prin corpurile de apă subterană.
- d. Stabilirea amplasamentului pentru recoltarea probelor de apă din apele de suprafață.
- e. Recoltarea și măsurarea probelor de sol și apă din zonele vulnerabile, conform unui calendar care să fie corelat cu managementul gunoiului.
- f. Agregarea rezultatelor obținute prin monitorizare în indicatori specifici de risc.

În funcție de fondurile existente, monitorizarea zonelor vulnerabile sa va face ierarhic, ținând cont de următoarele elemente:

- a. Concentrația existentă a nitraților din corpurile de apă subterană.
- b. Tipul sursei de nitrați proveniți din activități agricole: actuală, istorică (complexe zootehnice dezafectate).

Caracteristicile zonei vulnerabile (comună) din punctul de vedere al formării la nivel de teren a fluxurilor de nitrati către corpurile de apă subterană și/sau de suprafață.

- Comune de deal și munte amplasate pe cursul unui râu în care trebuie luată în considerare influența din comunele amonte și efectul indus asupra comunelor din aval. În general, în aceste comune sursele de nitrați sunt plasate în lungul râului, într-o suprafață agricolă limitată.
- Comune de deal și munte, în care sursele de nitrați sunt dispersate pe întreaga suprafață a comunei, fără o legătură directă cu un curs de apă.
- Comune de câmpie.
- Comune amplasate în vecinătatea marilor orașe.

În cadrul monitoring-ului, la scară națională, controlul se face regulat, la intervale de cinci ani. Monitoring-ul zonelor vulnerabile și afectate de poluare se face la intervale mai scurte, de 1-2 ani. Dacă se observă că solul este afectat de un anumit tip de degradare sau este vulnerabil la degradare trebuie să se identifice imediat cauzele și măsurile de remediere necesare.

În concluzie, pentru utilizarea durabilă a solului este important să se asigure înțelegerea calității solului și a interacțiunii cu managementul solului, stabilindu-se relația cauză-efect între aceștia. Diversitatea și marea complexitate a criteriilor pentru stabilirea calității agricole a solului și pentru evaluarea multiplelor tipuri de afectări conduc la ideea că, în definiția calității solului nu există nici un criteriu universal. Este necesară dezvoltarea și diversificarea investigațiilor multidisciplinare, sistemice și specifice acestui domeniu de studiu.

LEGISLAȚIA

Până în prezent, în Uniunea Europeană nu există legislație sau directivă specială pentru protecția solului. Doar nouă state membre au legislație specifică protecției solului, celelalte bazându-se pe câteva prevederi de protecție în cadrul altor politici sectoriale.

În România, politica adoptată în acest sens cuprinde următoarele prevederi legislative:

- Hotărârea de Guvern nr. 1408/23.11.2007 privind modalitățile de investigare și evaluare a poluării solului și subsolului;
- Hotărârea de Guvern nr. 1403/26.11.2007 privind refacerea zonelor în care solul, subsolul și ecosistemele terestre au fost afectate;
- Ordonanță de urgență nr.68 - 28/06/2007 privind răspunderea de mediu cu referire la prevenirea și repararea prejudiciului asupra mediului;
- Legea nr. 265/29.06.2006 pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr.195 din 22 decembrie 2005 privind protecția mediului;
- Ordinul 242/6.03.2005 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.



CAPITOLUL 8

MONITORINGUL ZGOMOTULUI

CAPITOLUL 8.

MONITORINGUL ZGOMOTULUI

8.1. Introducere

În ultimii ani ne confruntăm cu o dinamică continuu ascendentă a nivelurilor de zgomot. Dintre cele mai importante surse cauzatoare de zgomot sunt: traficul terestru, rutier și feroviar, traficul aerian, șantierele de construcții, obiectivele comerciale și cele industriale și în anumite cazuri unele zone de agrement. Acestea sunt sursele de poluare fonică, care se fac responsabile de numeroase disconforturi ce afectează populația. Așa cum rezultă din studiile efectuate, 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. Astfel în condițiile unei dezvoltări socio-economice explozive, problematica transporturilor urbane devine una din principalele obiective ale politicilor de amenajare a spațiului, la nivel local, regional și național.

Transporturile pot afecta calitatea mediului urban în diverse moduri (prin natura construcției lor, prin elemente fizice edificate, prin morfologia spațială, prin nivelul traficului, prin factura tehnologică a mijloacelor și liniilor de transport, consumul de resurse neregenerabile, accidente, poluare sonoră), fapt care implică un interes major față de impactul lor asupra comunităților umane și mediului înconjurător.

8.2. Proprietățile sunetului

Sunetul poate fi definit ca orice variație de presiune pe care urechea omului o poate detecta iar zgomotul este definit, cel mai des, ca un sunet nedorit.

Sunetele fac parte integrantă din viața noastră, cu ajutorul lor putem comunica, suntem avertizați în cazul unor pericole, obținem informații sau ne relaxăm ascultând muzica preferată.

Sunetul este un fenomen care difuzează sub formă de unde, transmițându-se prin toate mediile solide, lichide sau gazoase, dar cu viteze diferite, descrescând de la solide la gaze (de ex. oțel – 5 100 m/s, apa – 1 441 m/s, aer – 744 m/s).

Dimensiunile fizice ale sunetului sunt:

- **Frecvența** (numărul de cicluri de vibrații produse într-o secundă). În general, la om plaja auditivă (suprafața de audibilitate) se înscrie între 16 și 16.000 Hz (cicluri/s). În cazul unui analizor sensibil, limita superioară ajunge la 20.000 Hz. Sensibilitatea maximă a urechii umane este în domeniul 2000 - 5000 Hz. Sunetele sub 16 Hz se numesc infrasunete, iar cele peste 20000 Hz - ultrasunete. Frecvența sunetelor din zgomot joacă un efect hotărâtor, deoarece nu toate frecvențele sunt percepute la fel, cum ar fi ultrasunetele și infrasunetele.

- **Intensitatea** (nivelul de presiune sonoră, se notează cu S), se exprimă prin comparație cu un nivel de referință, notat S₀ și se măsoară în Belli (mai frecvent subunități, respectiv decibeli, dB). Pentru om, limita medie de suportabilitate este de 65 dB iar intensitatea maxim tolerabilă este în jur de 80-100 dB, dar ea variază în funcție de frecvență. Scara de sunete audibile este de la 0 la 140 dB. Nivelul de 20-30 dB este inofensiv pentru organismul uman, acesta este fondul sonic normal. Sunetul de 130 dB provoacă senzația de durere, iar de 150 dB este insuportabil. Un frigider produce un zgomot de max. 20 dB, un aspirator - 50 dB, un autocamion - 90dB, un avion cu reacție la decolare - 106 dB, o motocicletă în demaraj - 110 dB, o orchestră de Jazz - 112 dB.

- **Durata** sunetului are de asemenea impact asupra organismelor vii. Dacă se depășesc limitele de suportabilitate se poate ajunge la o psihoză periculoasă.

- **Timbrul** este calitatea care deosebește între ele sunetele egale ca frecvență și intensitate. Timbrul diferit al sunetelor este dat de armonicile semnalului sonor. Sunetele pure sunt foarte puține, acestea conțin o singură frecvență (de exemplu diapazonul). Majoritatea conțin mai multe armonici, acestea deosebesc două sunete cu aceeași frecvență unul de altul (de exemplu două instrumente diferite).

Caracteristicile principale ale sunetului sunt: viteza, lungimea de undă, presiunea acustică, intensitatea acustică.

Prin **viteza sunetului** (c) se înțelege viteza cu care se propagă în spațiu perturbația produsă de o sursă sonoră. Viteza sunetului depinde de natura mediului în care are loc propagarea.

Direcția de propagare a undei sonore se numește rază sonoră, iar spațiul în care se propagă, câmp sonor. Zona în care particulele mediului în care se propagă unda sonoră sunt în aceeași fază (comprimare sau rarefiere) poartă numele de frontul undei sonore.

Timpul în care are loc o oscilație completă se numește perioadă (T) și se măsoară în secunde (s).

Numărul de oscilații complete pe unitatea de timp se numește frecvență (f); ea se exprimă în Hertz (Hz). Între perioadă și frecvență există următoarele relații:

$$T=1/f \text{ (s) sau } f=1/T \text{ (Hz)}$$

Lungimea de undă (λ) a sunetului reprezintă distanța dintre două puncte succesive în care au loc o comprimare și o dilatare. Relația de calcul a lungimii de undă este:

$$\lambda=c/f \text{ (m)}$$

Lungimea de undă se exprimă în unități de lungime.

În timpul propagării undelor sonore au loc creșteri sau diminuări ale presiunii acustice în punctele mediului. Aceste modificări, într-un anumit moment dat, poartă denumirea de presiune acustică instantanee (p_i). În practică se utilizează presiunea acustică eficace (p_e), definită ca valoare medie pătratică a presiunii instantanee, într-un punct al mediului, într-un interval de timp egal cu o perioadă. Presiunea acustică se măsoară în Newtoni pe m^2 sau microbari ($1 \text{ N/m}^2=10 \mu \text{ bar}$).

Fiecare undă este însoțită de o anumită cantitate de energie. Dacă această cantitate de energie (Φ) se raportează la unitatea de suprafață (S) pe care o străbate unda, se obține intensitatea acustică (I), măsurată în Watt pe metru pătrat:

$$I=\Phi/S$$

Intensitatea acustică fiind funcție de valoarea fluxului de energie transmisă (greu măsurabil), determinarea ei se face ținând seama de presiunea acustică și de impedanța mediului.

Limita superioară a audibilității este determinată de pragul dureros (senzația auditivă se transformă în durere) și este de 130 -140 dB.

8.3. Factorii care determină propagarea sunetului

Factorii care determină propagarea sunetului sunt:

- **Tipul sursei** (punctiformă sau liniară).

Sursa punctiformă este sursa care are dimensiuni mici comparativ cu distanța receptorului (de ex. coșurile de evacuare de la instalațiile de aer condiționat sau de la centralele termice). Sunetul se împrășteie sferic în jurul sursei și are aceeași intensitate la distanțe egale de sursă, indiferent de direcție. În condiții ideale (când nu intervine atenuarea zgomotului din cauza terenului sau a aerului sau alte obstacole), intensitatea zgomotului scade cu 6 dB cu creșterea dublă a distanței.

Sursa liniară este considerată acea sursă care se propagă preferențial într-o direcție în comparație cu poziția unui receptor. De exemplu, conducta de transport a unui fluid sub presiune, traficul de pe o arteră de circulație. Sunetul se propagă cilindric, intensitatea sunetului fiind aceeași în orice punct egal depărtat de direcția de propagare. Intensitatea sunetului scade cu 3 dB cu creșterea dublă a distanței.

- **Distanța sursă-receptor**: intensitatea sunetului este invers proporțională cu distanța sursă-receptor.

- **Absorbția** sau **atenuarea atmosferică**, depinde de mai mulți factori: distanța față de sursă, gama de frecvențe ale sunetului, temperatura, umiditatea, presiunea atmosferică. Absorbția atmosferică nu atenuază undele cu frecvență joasă.

- **Vântul** este o sursă suplimentară de zgomote, de aceea microfonul cu care se determină nivelul de zgomot trebuie protejat (paravane sau material tip burete). La o distanță mai mică de 50 m de sursa de zgomot, vântul influențează neglijabil măsurătoarea. La distanțe mai mari este recomandată măsurătoarea pe direcția vântului, astfel ca erorile să fie minime.

- **Temperatura și gradientul de temperatură**, are efect asemănător cu vântul: la temperaturi ridicate este favorizată formarea efectului de “umbră” a sunetului. Fenomenul de inversie termică (care poate avea loc și la trecerile zi-noapte) micșorează dispersia sunetului, favorizând rămânerea acestuia la niveluri coborâte, zgomotul fiind perceput amplificat.

- **Obstacolele și barierele** întâlnite în traiectoria de sunte: reducerea zgomotelor datorită barierei depinde de doi factori: diferența între unda sonoră *transmisă* și cea *reflectată* de barieră și de frecvențele componente ale sunetului.

- **Absorbția terenului**, se face în funcție de porozitatea solului: solurile cu porozitate mare absorb zgomotul, nivelul de zgomot

fiind în acest caz mai mic decât cel real. Un sol compact cu porozitate mică va reflecta foarte bine sunetul, valoarea măsurată a nivelului de zgomot fiind cu bună aproximație cea reală.

- **Umiditatea:** la umiditate <90% efectele sunt neglijabile, pentru umidități mai mari se folosesc ecrane de protecție.

- **Precipitațiile** pot afecta absorbția zgomotului de către teren; ploiele prin acoperirea porilor din sol contribuie la creșterea intensității sunetului. Zăpada, în schimb, poate atenua considerabil zgomotul având porozitatea mare și prin gradienti mari de temperatură (datorită reflectării căldurii solare). Metodele de determinare a nivelului de zgomot nu recomandă efectuarea de măsurători în aceste condiții.

8.4. Poluarea sonoră

Nivelurile de zgomot sunt în continuă creștere în mediul urban, în principal din cauza intensificării traficului și a activităților industriale și recreative.

Se estimează că aproape 20% din populația Uniunii Europene suferă din cauza unor niveluri de zgomot considerate inacceptabile. Acestea pot afecta calitatea vieții și sănătatea persoanelor în cauză și pot conduce la niveluri semnificative de disconfort, perturbări ale somnului și efecte negative asupra sănătății, cum ar fi afecțiunile cardiovasculare.

Zgomotul are efecte și asupra faunei sălbatice. Cartea verde asupra strategiei viitoare privind zgomotul (COM(96)0540) a fost adoptată în 1996 în vederea elaborării unei noi abordări a problemei zgomotului și se dorea a fi un prim pas către un program integrat pentru combaterea zgomotului.

Nivelul de zgomot care depășește un anumit prag (peste 60 Ldn dB(A), conform Agenției Europene de Mediu) afectează nu doar bunăstarea cetățenilor, ci și sănătatea acestora. Undele mecanice, reprezentate prin trepidații, sunete, infrasunete și vibrații ultrasonore, poluează accentuat mediul urban, și produc efecte psihologice epuizante.

În mod practic se consideră că limita de suportabilitate la zgomot pentru om este de 65 dB. În ceea ce privește durata, efectul nociv, al sunetului este direct proporțional cu ea, ba mai mult, depășind anumite limite de suportabilitate, se poate crea și o psihoză periculoasă.

Surse de zgomot

Din punct de vedere al surselor de producere a zgomotului se disting 2 categorii de surse: externe și interne.

- **Sursele externe** sunt acele surse care produc zgomote, în afara clădirilor (surse industriale, comerciale, de transport etc.). Zgomotul exterior este practic permanent de intensitate redusă și frecvență joasă. Este considerat zgomot de fond și este presărat cu acute sonore de intensitate mare și frecvență înaltă.

- **Sursele interne** de producere a zgomotului sunt instalațiile tehnico-sanitare, instalațiile de apă și canal, calorifer, ascensor, radio, TV, aspirator etc. La acestea se adaugă vorbitul, țipetele, plânsul etc. Legat de percepția zgomotului produs de oameni este unanim recunoscut că zgomotul produs de o persoană este mai ușor de suportat pentru persoana respectivă decât zgomotul produs de altă persoană.

Sursele externe de zgomot

În centrele populate, sursele de zgomot sunt numeroase. Cele mai importante pot fi considerate: transportul urban, zborul avioanelor, circulația liberă pe străzi, circulația trenurilor, pietoni etc.

- ***Zgomotul industrial***

Este foarte diferit și de aceea sunt greu de stabilit reguli generale de supraveghere și măsurare. În unele țări se determină nivelul de zgomot doar pe o perioadă de zi, în altele doar pe perioada nopții iar altele le combină pe cele două. Evaluarea nivelului de zgomot se face prin măsurarea continuă a curbei ponderate în frecvență A (LAeq).

- ***Zgomotul provenit din traficul rutier***

Poluarea datorată traficului este una dintre cele mai răspândite și accentuate probleme ale mediului în zonele urbane. Ponderea cea mai mare în zgomotul urban o deține transportul rutier. Zgomotul datorat traficului are o contribuție de aproximativ 80% din totalul zgomotului urban, devenind în condițiile actuale o problemă importantă datorită planificării urbane neadaptate din trecut. Creșterea puterii motoarelor cu care se echipează autovehiculelor și creșterea vitezei de deplasare a acestora, corelate cu creșterea numărului de autovehicule, sunt de natură să complice problema combaterii zgomotului în orașele mari.

Importanța crescândă a problemelor de poluare ale aerului și zgomotului produs de către trafic conduce la acordarea unor atenții prioritare și resurse din partea guvernanților, sectorului privat și public, în eforturile de control al acestor efecte negative cauzate de sistemele de transport (Mihăiescu și Mihăiescu, 2009).

Evaluarea nivelului de zgomot, în cazul traficului rutier se face cu ajutorul parametrului Leq, luând în considerare diferite intervale de timp

de referință (perioade de trafic intens, de odihnă, de noapte etc.). Punctele de măsură sunt amplasate la bordura trotuarului sau pe trotuar la 1,2 – 1,5 m înălțime. Limita propusă pentru aceste surse este de 60 -65 dB.

- ***Zgomotul provenit din traficul feroviar***

Provine din diferite surse: zgomotul determinat de *circulația vagoanelor*, care apare ca rezultat al vibrațiilor și al șocurilor diferitelor părți componente ale vagoanelor (elemente de rulare, saboți de frână etc.); zgomotul *locomotivelor* - apare și el în timpul deplasării trenurilor, nivelul acustic crescând cu 6-7 dB(A) în comparație cu cel înregistrat în timpul staționării. Principala sursă de zgomot la locomotivele electrice și la cele Diesel electrice este motorul, care, din cauza condițiilor impuse de gabarit, nu poate fi complet închis într-o carcasă fonoizolantă; zgomotul *stațiilor de cale ferată*, care este influențat de volumul traficului, de gradul de dotare tehnică și de puterea mijloacelor de tracțiune aflate în funcțiune în stațiile de cale ferată și în triaje; semnalele acustice din stațiile de cale ferată reprezintă o sursă secundară de disconfort acustic.

Evaluarea nivelului de zgomot se face, ca și în cazul transportului rutier, prin măsurarea continuă a nivelului de zgomot echivalent, Leq. Intervalul propus pentru determinare este de 24 ore, cu trei intervale diferite: de zi, de odihnă și de noapte. Limita propusă pentru perioada de zi de la aceste surse este de 60 – 70 dB, iar pentru perioadele de noapte, limita scade cu 10 dB.

- ***Zgomotul provenit din traficul aerian***

Este produs în special de trei categorii de aeronave: elicoptere, avioane comerciale; avioane de turism. Zgomotul produs de elicoptere provine în mod special din trei surse: rotorul principal, rotorul de la coada aparatului și de la motoare. Nivelul zgomotului produs de aeronave depinde de numărul motoarelor, de masa maximă atinsă la decolare și la aterizare. Pentru avioanele cu reacție putem distinge zgomotul produs de grupurile motopropulsoarelor. Pentru avioanele ușoare, principala sursă de zgomot o reprezintă zgomotul produs de elice, zgomotul motoarelor și al eșapamentelor .

Conform datelor Comisiei Europene, în general, din punct de vedere al nivelului de zgomot echivalent, aeronavelor civile propulsate de motoare cu reacție se încadrează în limitele 108 – 135 dB, iar aeronavele militare corespund limitelor 105 – 120 dB, situat între aproximativ 20 – 20 000 Hz. (Rojanschi și Bran, 2002).

Zgomotul produs de avioane pune probleme destul de dificile. Cel mai important lucru este stabilirea zonelor de impact a zgomotului pentru: folosințele terenului, planificare și propunere de programe privind izolarea

zgomotului. Zgomotul produs de avioanele comerciale este o problemă locală pentru zona din jurul aeroporturilor. Conform standardelor, zona din imediata vecinătate a aeroporturilor este împărțită în cel puțin 3 zone de impact, pentru fiecare fiind impus un nivel de zgomot maxim admis. Aceste zone de impact se stabilesc în urma unor măsurători speciale făcute concomitent cu mai multe microfoane și la distanțe diferite de pista de decolare/aterizare. O astfel de zonare este reprezentativă pentru un tip sau o clasă de aparate de zbor.

Zgomotul produs de trafic provine de la funcționarea simultană a unui număr mare și foarte variat de mijloace de transport, distribuite destul de neuniform în timp și pe suprafețele comunităților urbane.

Nivelul de poluare sonoră într-o comunitate urbană depinde de următorii factori:

- fluxul de autovehicule, trenuri și tramvaie;
- raportul dintre vehiculele ușoare, grele și tramvaie, din circulația stradală;
- arhitectura străzilor și fronturilor de clădiri;
- amplasarea arterelor circulate, a autogărilor, a gărilor, a aeroporturilor în raport cu diferite zone ale comunităților urbane.

8.5. Măsurarea nivelului de zgomot

Specialiștii în acustică utilizează descriptori specifici și diferite unități de măsură în evaluarea nivelele sonore și a impactului generat de zgomot.

Decibelul (dB) este unitatea standard acceptată pentru măsurarea nivelelor sonore datorită faptului că acesta poate fi asociat unor variații mari în amplitudinea presiunii sonore.

Atunci când se descrie sunetul și efectul acestuia asupra organismelor umane se utilizează de regulă nivele sonore „ponderate A” dB(A) pentru a evalua răspunsul urechii umane. Termenul de „ponderat A” se referă la o filtrare a semnalului sonor într-o manieră corespunzătoare căii prin care urechea umană percepe sunetul. Nivelul dB(A) se corelează bine cu evaluările umane asupra zgomotului fiind utilizat la nivel internațional timp de mulți ani pentru măsurarea și evaluarea zgomotului industrial.

Aparatele moderne măsoară în mod continuu nivelul de zgomot echivalent (Leq). Această mărime apreciază cel mai bine valoarea medie a intensității zgomotului, fiind acceptată la nivel mondial.

Măsurarea nivelului de zgomot face parte integrantă din programul de protecție a mediului împotriva zgomotului. Standardele și Regulamentele referitoare la acest domeniu stabilesc parametri care se determină, descriind totodată și echipamentul, metodele și condițiile de măsură (parametrii meteo).



Standardul, SR ISO 1996-1:2008 - Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare

definește mărimile de bază utilizate pentru descrierea zgomotului din mediul ambiant și descrie metodele de bază de evaluare. Aceasta specifică de asemenea metodele de evaluare a zgomotului din mediul ambiant al comunității și oferă indicații pentru predeterminarea reacției colectivității la disconfortul produs în urma expunerii pe termen lung la diferite tipuri de zgomot ambiant. Sursele acustice pot fi distincte sau combinate. Aplicarea acestei metode pentru predeterminarea reacției de disconfort este limitată la zonele de locuit și la utilizarea terenului pe termen lung

Standardul, SR ISO 1996-2:2008 - Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 2: Determinarea nivelurilor de zgomot din mediul ambiant

descrie modul în care pot fi determinate nivelurile de presiune acustică prin măsurare directă, prin extrapolarea rezultatelor măsurării cu ajutorul calculului sau exclusiv prin calculul creat ca bază pentru evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Sunt prezentate recomandări privind condițiile de măsurare sau calcul, ce pot fi utilizate în cazurile în care nu se aplică alte reglementări. Această parte a ISO 1996 poate fi folosită pentru măsurări cu orice ponderare în frecvență sau în orice bandă de frecvență. Este prezentat un îndrumar pentru estimarea incertitudinii rezultatului aprecierii zgomotului.

Durata unei măsurători variază de la câteva minute la săptămâni, în funcție de caracteristicile sursei de zgomot. Determinările de lungă durată sunt utile atunci când se solicită informații despre evoluția în timp a zgomotului, însă acestea sunt scumpe și dificil de făcut. Din această cauză, acestea se fac doar atunci când nu se găsesc alte soluții. Evaluarea nivelului de zgomot se bazează de multe ori pe probe reprezentative prlevate în mai multe intervale scurte și care apoi se asamblează într-un singur raport.

Pentru determinarea nivelului de zgomot cu tonalități diferite (compresoare, conducte sub presiune, sisteme de aer condiționat, fierăstrău) se fac măsurători speciale de spectru de tonalitate pentru că efectele negative produse nu pot fi evidențiate la o măsurare a L_{eq} .

Amplasarea microfonului în vederea determinării nivelului de zgomot de la diferite surse este standardizată (de ex. la limita incintei sau la limita proprietății particulare, ținând cont de fațada clădirilor, de obstacole, direcția vântului etc.). Standardele internaționale indică amplasarea microfonului la o înălțime de 1,2 – 1,5 m de sol și la 2 – 3 m de fațada clădirilor.

Evaluarea limitelor nu a fost un lucru ușor de realizat datorită subiectivității cu care este perceput același zgomot de diferiți oameni. Standardele internaționale arată cum se determină și cum se clasifică nivelul de zgomot, dar nu cum se stabilesc limitele. Acestea sunt reglementate la nivel național sau local ținând cont de condițiile de trai, climat zonal, arhitectura clădirilor etc. În acest sens în majoritatea țărilor s-au stabilit două limite generale:

- limita pentru zonele protejate (rezidențiale): 50 dB.
- La limita incintei, zone industriale, de agrement, transport rutier, feroviar și aerian etc. Pentru fiecare din aceste activități s-au stabilit limite individuale în funcție de specificul lor (tab. 8.1-8.3).

Tabelul 8.1.

Valorile admisibile ale nivelului de zgomot la limita zonelor funcționale din mediul urban

Nr. crt.	Spațiul considerat	Nivel de zgomot echivalent L_{eq} dB(A)	Valoarea curbei de zgomot, C_z dB
1	Parcuri, zone de recreere și odihnă, zone de tratament	45	40
2	Incinte de școli, creșe, grădinițe, spații de joacă	75	70
3	Stadioane, cinematografe în aer liber	90 *	85
4	Piețe, spații comerciale, restaurante în aer liber	65	60
5	Incintă industrială	65	60
6	Parcaje auto	90 *)	85
7	Parcaje auto cu stații service subterane	90	85
8	Zone feroviare **	70	65
9	Aeroporturi ***	90	85

* Timpul care se ia în considerație la determinarea nivelului de zgomot echivalent este cel real corespunzător duratei de serviciu

** Limita zonei feroviare se consideră la o distanță de 25 m de axa liniei ferate celei mai apropiate de punctul de măsurare

*** Valorile au fost stabilite cf. STAS 10183/3-75. În cazul zonelor și dotărilor funcționale adiacente, cu valori diferite ale nivelului de zgomot, se ia valoarea cea mai mică.

Tabelul 8.2.

Limite admisibile ale nivelului de zgomot

Nr. crt.	Tipul de stradă (cf. STAS 10144/1 - 80)	Nivel de zgomot echivalent Lech * dB(A)	Valoarea curbei de zgomot, Cz, dB **	Nivel de zgomot de vârf, L ₁₀ , dB (A)
1	Categorie tehnică IV, de deservire locală	60	55	70
2	Categorie tehnică III, de colectare	65	60	75
3	Categorie tehnică II, de legătură	70	65	80
4	Categorie tehnică I, magistrală	75...85 ***	70...80 ***	85...95 ***

* Nivelul de zgomot echivalent se calculează (diferențiat pentru perioadele de zi și noapte) conform STAS 6161/1-79

** Evaluarea prin curbe de zgomot Cz se folosește numai în cazul unor zgomote cu pronunțat caracter staționar

*** La proiectarea magistralelor să se adopte măsurile necesare pentru obținerea unor nivele echivalente (real măsurate) cât mai apropiate de valorile minime din tabel, fără a se admite depășirea valorilor maxime.

Tabelul 8.3.

Comparație între standardele naționale și cele internaționale privind nivelele de zgomot

Țară/ Regiune	Nivel maxim admisibil, dB(A)		
	Zone industriale, zi/noapte	Zone comerciale, zi/noapte	Zone de locuințe, zi/noapte
România	65	65	50 / 40
UE (ONU, OMS)	65	55	55 / 45
Australia	65 / 55	55 / 45	45 / 35
Japonia	60 / 50	60 / 50	45 / 35
SUA	70	60	45

În Figura 8.1 sunt prezentate câteva nivele de presiune sonoră tipice comparate cu valorile limită stabilite prin reglementările naționale.

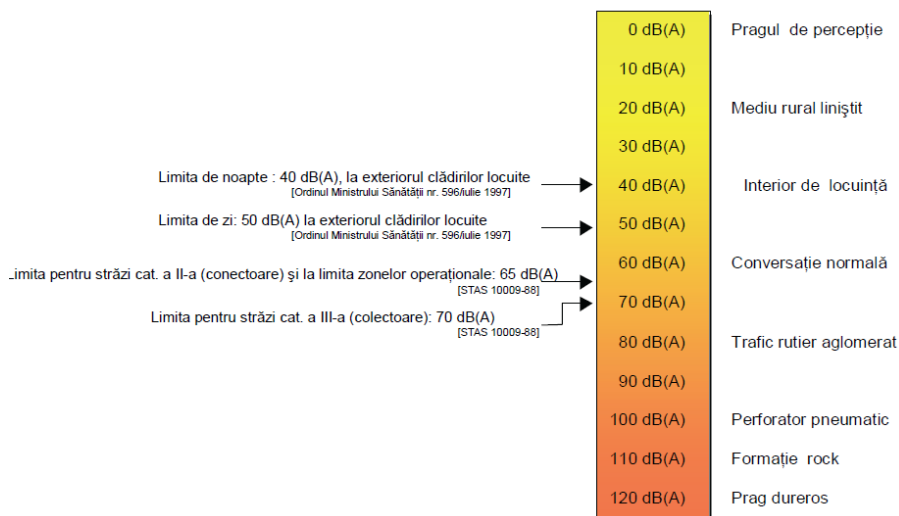


Figura 8.1. Scară decibelică tipică având indicate reglementările naționale privind limitele de zgomot

8.6. Monitorizarea zgomotului în România

În domeniul protecției mediului administrarea zgomotului ambiental joacă un rol din ce în ce mai important: de la evaluarea și măsurarea nivelurilor și rezolvarea plângerilor la cartografierea acustică, de la zonarea acustică la limitarea valorilor de emisie.

Managementul eficient al zgomotului implică adoptarea standardelor naționale de zgomot realizate atât pe baza standardelor și liniilor directoare europene și internaționale dar și pe baza factorilor tehnologici, sociali, economici și politici. De asemenea evaluarea stării de confort și a reacției subiective a locatarilor pot fi principalele pârgii în vederea fundamentării măsurilor pentru reducerea nivelurilor expunerii și prevenirea apariției efectelor pentru populația expusă.

Importanța majoră o reprezintă prevenirea și informarea populației referitoare la riscul pentru sănătate. Majoritatea țărilor, în special cele europene, au conștientizat importanța acestei probleme, introducând astfel, directive antizgomot pentru îmbunătățirea confortului acustic în clădirile noi.

În România, în cadrul Agenției Naționale Pentru Protecția Mediului funcționează Compartimentul Laborator Zgomot și Vibrații, laborator acreditat RENAR, care are responsabilități privind elaborarea strategiei naționale, stabilirea metodelor pentru asigurarea acurateții

măsurătorilor și pentru verificarea menținerii acestora în acord cu standardele europene și internaționale, efectuarea de studii comparative la nivel național și internațional, efectuarea, la solicitarea autorităților, a testelor în caz de litigiu, participarea la programele de intercalibrare la nivel internațional, participarea la elaborarea standardelor tehnice pentru efectuarea măsurătorilor, asigurarea calității măsurătorilor efectuate etc.

8.7. Harta de zgomot

Harta de zgomot este o reprezentare grafică a distribuirii nivelului sunetului într-o regiune anume, pentru o perioadă de timp bine definită.

Realizarea hărților de zgomot este una din metodele moderne de evaluare a poluării acustice urbane.

O hartă de zgomot este harta unei aglomerări urbane sau a unei zone geografice colorată în conformitate cu nivelul de zgomot.

Hărțile de zgomot au ca scop evidențierea zonelor locuite unde nivelul de zgomot se ridică peste anumite limite impuse de legislație și astfel folosește la elaborarea de planuri de acțiune de protecție a locuitorilor împotriva expunerii și reducere a nivelurilor de zgomot.

Hărțile de zgomot sunt create pe bază de date de intrare care sunt apoi procesate cu ajutorul PC cu software specializat. Aplicațiile software țin cont de obstacolele din zona respectivă care pot fi bariere, forma și caracteristicile acustice ale terenului, condiții meteo și altele. Pentru minimizarea erorilor date de precizia datelor statistice de intrare și pentru urmărirea implementării eventualelor măsuri de reducere se efectuează și măsurători de zgomot utilizând aparatură specifică (sonometre) sau echipamente de monitorizare a zgomotului.

În Uniunea Europeană există Directiva Zgomot (Directiva 2002/49/EC în 25 iunie 2002) care stabilește o bază comună pentru evaluarea și combaterea zgomotului ambiental în țările UE prin:

Monitorizarea problemelor de mediu prin solicitarea autorităților competente ale statelor membre să realizeze hărți strategice de zgomot pentru drumurile principale, căile ferate principale, aeroporturile mari și aglomerările urbane, zonele industriale și porturi utilizând indicatori de zgomot armonizați precum: L_{zsn} and L_{noapte}.

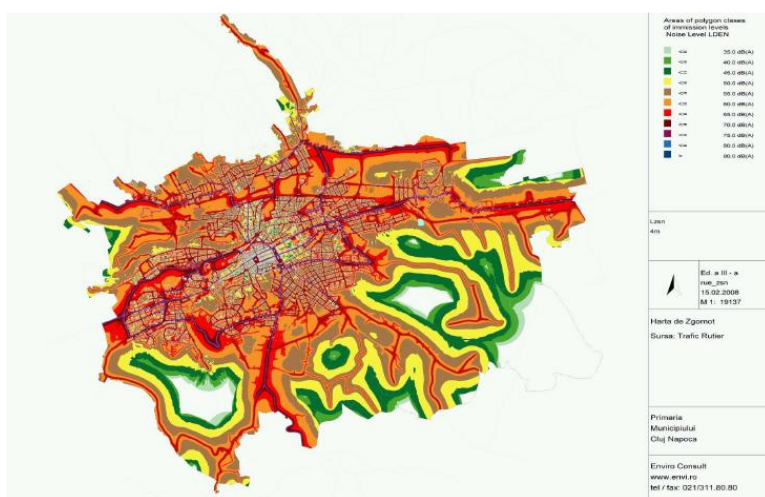
Aceste hărți vor fi utilizate atât pentru evaluarea numărului de persoane afectate de zgomot în întreaga UE, cât și pentru realizarea planurilor de acțiune pentru gestionarea zgomotului și a efectelor acestuia. Directiva stabilește cadrul general pe baza căruia se creează hărțile de zgomot iar statele membre pot stabili individual limite admisibile ale nivelurilor de zgomot. În urma evaluării rezultatelor cartografierii acustice

Directiva impune ca acolo unde se descoperă depășiri ale nivelurilor limită menționate mai sus, autoritățile responsabile să ia măsuri de reducere a emisiei.

În România, directiva a fost transpusă, la fel ca și în celelalte țări din UE, prin HG 321/2005, republicată, privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental (obiectivele pentru care se realizează hărțile de zgomot sunt menționate în Anexa 8 din HG 674/2007)..

Până în prezent, România s-au realizat hărțile de zgomot pentru următoarele orașe cu peste 250.000 locuitori: București; Ploiești; Cluj-Napoca; Craiova; Galați.

Un exemplu de hartă acustică realizată pentru municipiul Cluj-Napoca este prezentat în Figura 8.2.



Sursa: Primăria municipiului Cluj-Napoca

Figură 57. Harta de zgomot – trafic rutier de zi-seară-noapte

Principalele avantaje pe care le oferă realizarea de hărți strategice de zgomot în interiorul aglomerărilor:

1. **Dezvoltarea de noi zone rezidențiale** – la stabilirea noilor amplasamente se va putea ține seama și de nivelul de zgomot al zonelor învecinate existente, prin simularea anterioară demersurilor de construire, a efectului apariției noii zone (cu traficul rutier asociat estimat) din punct de vedere al zgomotului zonal.

2. **Pentru zonele urbane deja existente** – realizarea hărții strategice de zgomot permite informarea populației (a tuturor celor interesați) asupra nivelurilor de zgomot în zonele de interes (prin intermediul Internet,

panouri electronice locale, publicații periodice etc), ceea ce reprezintă în fapt una dintre cerințele legislației europene.

3. **Zonele liniștite** – depistarea acestora poate fi făcută ținându-se seama de datele oferite de hărțile strategice de zgomot (eventual prin hărți globale de zgomot care să evidențieze aceste zone liniștite), astfel încât să îndeplinească o dublă menire:

- să fie păstrate ca zone de liniște;
- dacă nu sunt zone liniștite să se întreprindă măsuri pentru a deveni zone liniștite (în cazul parcurilor și grădinilor publice prin realizarea unor hărți de diferență care să arate efectul previzionat al măsurii alese în vederea diminuarii zgomotului);

4. **Trafic** – cunoașterea hărții strategice de zgomot pentru traficul rutier și pentru cel al tramvaielor și trenurilor, precum și pentru cel aeroportuar, bazate de altfel pe studii de trafic sau date reale de trafic, poate permite stabilirea de concluzii privind zonele în care nivelul zgomotului este ridicat, precum și simularea efectelor diferitelor metode de diminuare a nivelului zgomotului ce pot fi implementate, alegându-se metoda optimă (prin hărți de diferență care să evidențieze diminuarea zgomotului).

8.8. Reglementări privind zgomotul

• Legislație

▪ **ORDIN nr. 831 / 1461 din 16 iulie 2008** al ministrului mediului și dezvoltării durabile și al ministrului sănătății publice privind înființarea comisiilor tehnice regionale pentru verificarea criteriilor utilizate la elaborarea planurilor de acțiune și analizarea acestora, precum și pentru aprobarea componenței și a regulamentului de organizare și funcționare ale acestora.

▪ **OM nr. 152/558/1119/532-2008** pentru aprobarea Ghidului privind adoptarea valorilor limită și a modului de aplicare a acestora atunci când se elaborează planurile de acțiune, pentru indicatorii Lzsn și Lnoapte în cazul zgomotului produs de traficul rutier pe drumurile principale și în aglomerări, traficul feroviar pe căile ferate principale și în aglomerări, traficul aerian pe aeroporturile mari și/sau urbane și pentru zgomotul produs în zonele de aglomerări unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la O.U.G nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006.

▪ **HOTĂRÂRE nr. 321 din 14 aprilie 2005** privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant*) – Republicare

- **OM 678 / 1344 / 915 / 1397 din 2006** pentru aprobarea Ghidului privind metodele interimare de calcul a indicatorilor de zgomot pentru zgomotul produs de activitățile din zonele industriale, de traficul rutier, feroviar și aerian din vecinătatea aeroporturilor.
- **OM 720/2007** privind modificarea Ordinului ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 1258/2005 pentru stabilirea unităților responsabile cu elaborarea hărților de zgomot pentru căile ferate, drumurile și aeroporturile aflate în administrarea lor, a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune aferente acestora, din domeniul propriu de activitate, precum și limitele de competență ale acestora
- **OM 1830/2007** pentru aprobarea Ghidului privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților strategice de zgomot.

• Directive și Convenții

- **Directiva 2002/49/EC** privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant.
- **Recomandarea** Comisiei din 6 august 2003 (**2003/613/EC**) cu privire la liniile directe pentru revizuirea metodelor interimare de calcul pentru zgomotul industrial, zgomotul aeroportuar, zgomotul traficului rutier și feroviar, precum și datele de emisie aferente (En).

• Legislații sectoriale

a. Traficul rutier

- **Directiva 70/157/CEE** și **Directiva 97/24/CE** stabilesc limite privind nivelul de zgomot admis al autovehiculelor (cu o viteză maximă mai mare de 25 km/h) și, respectiv, al motocicletelor și motocicletelor.
- **Directiva 2001/43/CE** ce prevede testarea și limitarea nivelurilor de zgomot de rulare a pneurilor și reducerea lor etapizată.

b. Traficul aerian

- În 1992 a fost adoptată **Directiva 92/14/CEE**, pe baza standardelor Organizației Aviației Civile Internaționale (OACI), pentru a limita exploatarea avioanelor și a interzice cele mai zgomotoase avioane de pe aeroporturile Europei.
- **Directiva 2002/30/CE** a stabilit norme și proceduri cu privire la introducerea unor restricții de exploatare legate de zgomot în aeroporturile Comunității.

- În **COM(2001)0074**, Comisia a propus o directivă privind instituirea unui cadru pentru clasificarea zgomotelor avioanelor civile subsonice în scopul calculării taxelor de zgomot, vizând promovarea utilizării de avioane mai puțin zgomotoase.

c. Traficul feroviar

- **Directiva 96/48/CE** și **Directiva 2001/16/CE** furnizează un cadru legislativ pentru armonizarea tehnică și operațională a rețelei feroviare pentru căi ferate de mare viteză și respectiv căi ferate convenționale. Programul de dezvoltare a unui tren silențios (lansat în comun de către autoritățile feroviare germane, austriece și italiene) vizează atingerea unei reduceri substanțiale a emisiilor sonore pentru întregul sistem cu până la 23 dB(A), prin proiectarea de noi trenuri de marfă care optimizează reducerea zgomotului.
- În iulie 2008, Comisia a prezentat o comunicare (**COM(2008)0432**) privind măsuri de reducere a zgomotului feroviar (cu referire la parcul existent).

d. Zgomotul emis de aparatele electrocasnice și echipamentele utilizate în exterior și propagat în aer

- **Directiva 86/594/CEE** acoperă dispoziții legate de metodele de măsurare care determină și monitorizează zgomotul emis de aparatele electrocasnice și propagat în aer.
- **Cartea verde a Comisiei din 1996** asupra strategiei viitoare privind zgomotul a subliniat creșterea poluării fonice în zonele urbane.
- **Directiva 2000/14/CE**, modificată prin **Directiva 2005/88/CE**, este o directivă-cadru menită să controleze emisiile sonore și să eticheteze peste 50 de tipuri de echipamente utilizate în exterior.

e. Ambarcațiunile de agrement

- **Directiva 2003/44/CE** (de modificare a Directivei 94/25/CE) reglementează ambarcațiunile cu motor (inclusiv motovehiculele nautice), completând cerințele acesteia referitoare la proiectare și construcție cu standarde de mediu privind valori-limită ale emisiilor de gaze de eșapament și ale emisiilor sonore.

Alte acte normative care reglementează poluarea sonoră

- **Legea nr. 265/2006** pentru aprobarea O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului;

- **Ordinul nr. 536/97** al ministrului sănătății pentru aprobarea Normelor de igienă și a recomandărilor privind mediul de viață al populației;
- **STAS 10009 – 88** Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot;
- **STAS 6161/3 – 89** Determinarea nivelului de zgomot în localitățile urbane. Metodă de determinare;
- **STAS 6156 – 86** Protecția împotriva zgomotului în construcții civile și social-culturale. Limite admisibile și parametri de izolare acustică;
- **SR ISO 1996/1,2,3:1995** Acustică. Caracterizarea și măsurarea zgomotului din mediul înconjurător;
- **SR ISO 9613/2:2006** Acustică. Atenuarea sunetului propagat în aer liber. Metodă generală de calcul;
- **SR ISO 8297 – 1999** Acustică. Determinarea nivelurilor de putere acustică ale instalațiilor cu multe surse pentru evaluarea nivelurilor de presiune acustică din mediul înconjurător. Metoda tehnică;
- **STAS 12025-1:81** Acustica în construcții. Efectele vibrațiilor produse de traficul rutier asupra clădirilor sau părților de clădiri. Metode de măsurare;
- **SR 12025-2:94** Acustica în construcții. Efectele vibrațiilor asupra clădirilor sau părților de clădiri. Limite admisibile;
- **STAS 10183/1,2,3,4-75** Acustica în transporturi. Supravegherea zgomotelor produse de avioane pe aeroporturi și în vecinătatea acestora.

8.9. Glosar de termeni



Harta de zgomot

reprezintă prezentarea unei situații deja existente sau deja previzionate în termenii indicatorilor de zgomot, indicând depășirile oricărei valori limită relevante, numărul persoanelor afectate într-o zonă precizată sau numărul locuințelor expuse unor valori ale indicatorilor de zgomot

Indice de deranjare

reprezintă gradul de stress pe care o comunitate îl percepe ca urmare a zgomotului cotidian, determinat prin măsurători efective


Indicator de zgomot

reprezintă scara fizică folosită pentru descrierea zgomotului ambiental relaționat cu efectul dăunător

Nivel de zgomot continuu echivalent

nivelul unui zgomot constant în timp, care acționând pe toată durata săptămânii de lucru, dă același indice compus de expunere la zgomot ca și nivelurile de zgomot globale ponderate ale zgomotelor reale măsurate în cursul săptămânii de lucru.

Valoare limită

reprezintă o valoare a L_{DEN} sau L_{NIGHT} a cărei depășire necesită luarea unor măsuri de către autoritatea competentă; valorile limită pot fi diferite pentru diverse tipuri de zgomote (trafic, industrial) sau pentru împrejurimile sursei.

Zgomot

ansamblul sunetelor nedorite, inclusiv dăunătoare, rezultate din activitățile umane, inclusiv cele provocate de mijloacele de transport, traficul rutier, feroviar și cele provenite din amplasamentele unde se desfășoară activități industriale (*HG 321/2005, modificat și completat de HG 674/2007, anexa 1, art. 20*).

Zgomot ambiental

zgomotul nedorit, dăunător, creat de activitățile umane, cum ar fi zgomotul emis de traficul rutier, feroviar, aerian, precum și de industrie



CAPITOLUL 9

MONITORINGUL BIOLOGIC ȘI BIOMONITORINGUL

Capitolul 9.

MONITORINGUL BIOLOGIC ȘI BIOMONITORINGUL

9.1. Aspecte generale

Cadrul DPSIR (presiune stare răspuns) este larg utilizat în managementul mediului. Indiferent de forma de manifestare a presiunii de mediu este necesară luarea în considerare a lanțului cauzal al problemelor sursă de presiune –proces de mediu- efecte asupra receptorilor . Dacă, la prima vedere, identificarea presiunilor de mediu poate fi făcută cu relativă ușurință prin măsurarea nivelelor de concentrație, sau a cantităților de poluanți evacuați, identificarea efectelor asupra receptorilor afectați constituie, de fapt baza întregului sistem de elaborare a criteriilor de evaluare de mediu. Nivelul maxim admis de poluanți statuat prin acte normative este, de fapt stabilit, pe baza studiilor de toxicitate și/sau a studiilor complexe de corelare a calității fizico-chimice a mediului cu efectele asupra receptorilor. În general identificarea, evaluarea și rezolvarea unei probleme particulare de poluare evoluează pe traseul:

1. Identificarea unui efect advers asupra receptorului
2. Determinarea substanței sau a modificărilor de mediu care cauzează efectul advers și estimarea pragului (de concentrație, etc.) sub care acest efect nu mai este semnificativ
3. Identificarea sursei de poluare
4. Estimarea proceselor de transport și transformare suferite de poluant pe drumul sursă de poluare –receptor
5. Controlul sursei în vederea realizării unui nivel sigur de emisie.

Modificările artificiale sau în unele cazuri naturale ale calităților fizico-chimice pot produce efecte biologice diverse variind de la modificări spectaculoase (ex. mortalități piscicole) la modificări subtile (ex. modificări la nivelul subcelular al organismelor). Astfel de modificări indică faptul că ecosistemul și organisme asociate sunt supuse stresului și ecosistemul a devenit dezechilibrat, iar efectele se pot resimți asupra mediului și sănătății umane.

Răspunsurile comunităților biologice, sau a organismelor individuale, pot fi monitorizate într-o multitudine de modalități în scopul identificării efectelor asupra ecosistemelor (Chapman,). Este evident faptul că un sistem de monitoring integrat necesită participarea unei puternice componente biologice în vederea furnizării de informații cât mai cuprinzătoare.

În contextul de mediu, monitorizarea biologică se referă la colectarea de informații cu privire la organismele biologice în vederea evaluării impactelor de mediu sau a evaluării stării de calitate a mediului.

Monitorizarea biologică constă în colectarea continuă de date utilizate în vederea stabilirii dacă cerințele criteriilor de calitate de mediu sunt respectate, detectării unor episoade de poluare, detectării tendințelor de evoluție a ecosistemelor, furnizării de informații asupra stării ecologice a ecosistemelor. Informațiile generate de programele de monitorizare biologică completează astfel gama de informații obținute prin alte tehnici de monitoring.

În funcție de obiectivele programului de monitorizare pot fi utilizate o multitudine de metode, cele mai uzuale fiind.

- **Metodele ecologice:** bazate pe structura comunităților și pe prezența sau abundența unor specii;
- **Metodele fiziologice și biochimice:** bazate pe metabolismul comunității (producerea sau consumul de oxigen în mediul acvatic, rate de creștere) sau efecte biochimice asupra indivizilor sau comunităților (ex. inhibarea enzimelor).
- **Bioteste controlate:** bazate pe măsurarea efectelor toxice sau benefice asupra organismelor acvatice (studiindu-se creșterea, dezvoltarea, reproducția și mortalitatea) în condiții de laborator bine definite sau a efectelor asupra comportamentului in situ sau în condiții de mediu controlate
- **Studiul contaminanților în țesuturi biologice:** bazat pe măsurători asupra acumulării de contaminanți în țesuturile organismelor vii, în mediul lor natural (monitoring pasiv) sau expuse deliberat în condiții de mediu controlate.
- **Metode histologice și morfologice:** bazate pe observarea modificărilor celulare sau a schimbărilor morfologice.

Se evidențiază două domenii de investigație:

- Primul domeniu este acela de **investigare a biosului** ca și parte componentă a mediului, în vederea evidențierii efectelor factorilor naturali sau antropici asupra acestuia, reprezentând monitoringul biologic propriu-zis.
- Al doilea domeniu se referă la **utilizarea unor componente biotice** (plante, animale, sau chiar omul) ca și bioindicatori calitativi și cantitativi ai impactelor de mediu, respectiv **biomonitoringul**.

Monitoringul biologic poate evidenția procese naturale ce se desfășoară la scări de timp foarte mari (de exemplu, succesiuni populaționale, fitocenologice) sau fenomene accidentale (perturbări determinate de foc, invazii de dăunători, migrații). Prin intermediul lui pot fi surprinse procese subtile (vizibile prin analize ale ciclurilor biogeochimice în cadrul neîncetatei fluctuații permanente diurne, sezoniere, anuale sau multianuale) și fenomene complexe (relații viu-neviu la nivel ecosistemic sau la cel global al ecosferei). Monitoringul biologic este important deoarece informațiile asupra biotei reflectă efectele stresorilor și presiunilor de mediu. Aceste efecte pot fi evidențiate la nivele de organizare convenabile scalei de analiză. Informațiile furnizate de reacția vieții la mediu și sau modificările acestuia pot fi organizate ierarhic pe nivele de complexitate.

Regiune

Peisaj

Corpuri de apă

Ecosistem

Sol

Biocenoză

Specii

Populație

Grupuri sociale

Individ

Organ

Celulă

Biochimie celulară

Genetică

Nivele ierarhice utilizate în monitoringul biologic

Prin studierea monitorizarea elementului de interes, și în baza cunoștințelor anterioare relative la răspunsul componentului viu față de mediu pot fi evidențiate informații utile. Acest gen de monitoring necesită, ca de altfel și celalte ramuri ale monitoringului solide cunoștințe de specialitate. Practica biologică a impus mai multe tipuri de abordări simplificatoare bazate pe calcularea de indici și indicatori complecși, de regulă bazați pe analiza speciilor mai frecvent întâlnite în aria monitorizată. În cazul monitorizării ecologice a apelor de suprafață, a căror stare ecologică se cuantifică funcție de caracteristicile biologice, fizico-chimice și hidromorfologice., pentru a integra componentele biotice în sistemele de evaluare a stării ecologice trebuie luate în considerare următoarele variabile de stare: compoziția, distribuția și abundența componentelor biotice, raportul între taxonii sensibili și cei rezistenți la perturbări, diversitatea în cadrul compartimentului respective.

Monitoringul biologic bazat pe utilizarea unor indicatori specifici are un rol important în managementul ariilor protejate în vederea conservării biodiversității.

Pe lângă monitorizarea instrumentală există (mai mult cu caracter experimental) monitorizarea biologică sau biomonitoringul. Acesta poate să înlocuiască sau să completeze monitoringul instrumental oferind alte tipuri de date, utilizând reacția organismelor indicatoare la condiții de mediu existente sau create experimental.

Pentru utilizarea diverselor componente vii în monitoring (ca bioindicatori), acestea trebuie să întrunească câteva caracteristici:

- să prezinte o mare sensibilitate sau capacitate de acumulare față de modificările mediului înconjurător;
- să reflecte starea generală a mediului în condițiile fluctuațiilor permanente ale factorilor de mediu. Viețuitoarele aflându-se în stare „aproape de echilibru”, evidențiază media fluctuațiilor din ambianța vie și nevoia pe o perioadă mai mult sau mai puțin îndelungată, permit o caracterizare sintetică, globală;
- să semnalizeze depășirea limitelor suportabile de către organisme prin apariția unor modificări fiziologice, morfologice sau genetice.

Utilizarea unor astfel de organisme, corect selectate poate furniza indicații rapide asupra stării de calitate a mediului. De exemplu acvarii cu pești din specii sensibile la toxine sunt utilizate în sisteme de avertizare timpurie asupra existenței unor poluanți ai apei în evacuările de ape uzate.

Alte tipuri de organisme pot fi utilizate în studiile toxicologice, în vederea efectuării de evaluări de risc.

Prin modificările lor in-situ unele specii indicatoare furnizează indicații asupra episoadelor poluante etc.

Monitorizarea biologică sau biomonitoringul poate să înlocuiască sau să completeze monitoringul instrumental. Biomonitoringul este de preferat monitorizării instrumentale, în situațiile în care nu se dispune de resurse financiare suficiente pentru amplasarea și întreținerea unui echipament sofisticat. Procedurile specifice biomonitoringului sunt foarte convenabile în cazul în care se urmărește monitorizarea pe timp foarte îndelungat a unor suprafețe de mari dimensiuni.

Complementaritatea biomonitoringului rezidă în faptul că supravegherea instrumentală realizează măsurători instantanee și periodice legate, în general, de factorii abiotici, furnizând doar informații cantitative. Monitoringul biologic, în schimb, poate oferi indicații despre variația în timp, acumularea sau efectul interacțiunii anumitor factori abiotici și despre răspunsul organismelor vii individuale sau al comunităților de organisme la modificările mediului.

Utilizarea speciilor bioindicatoare este vehiculată încă din secolul trecut, când a fost observată capacitatea de reacție a lichenilor la compoziția, puritatea și umiditatea aerului. În a doua jumătate a secolului XX, cercetările au vizat în general găsirea unor indicatori și punerea la punct de metode care să ofere informații legate de poluanți (ai aerului, solului, apelor). Ulterior, pe măsura apariției preocupărilor legate de alte tipuri de degradare a ecosistemelor, s-a căutat identificarea unor bioindicatori care să ofere informații legate de stabilitatea ecosistemelor, de menținerea biodiversității, de gestionarea durabilă a unor ecosisteme forestiere sau agricole (efectul anumitor măsuri sau tehnici de gestionare asupra acestor ecosisteme), sau informații legate de răspunsul ecosistemelor la modificarea globală a climei.

9.2. Bioindicatorii

În ceea ce privește **bioindicatorii**, aceștia sunt de două tipuri:

- **specii sensibile**, care indică prezența unui poluant prin apariția unor leziuni sau malformații
- **specii acumulative**, care concentrează poluantul în țesutul lor. O altă categorie aparte este reprezentată de speciile care proliferază și devin abundente în zonele poluate.

Bioindicatorii poluării pot fi animalii sau vegetali, aceștia din urmă mai numeroși. Bioindicatorii pentru poluare au ca avantaj, față de monitorizarea instrumentală, faptul că pot oferi un răspuns la efectul combinat al anumitor poluanți, spre deosebire de instrumente care măsoară

separat cantitățile fiecărui poluant) și pot da indicații, în urma analizei de țesuturi, legate de cantități foarte mici de poluanți din mediu, precum și de evoluția poluantului în timp, pe perioade mai îndelungate.

În ceea ce privește **indicatorii poluării**, aceștia sunt de trei tipuri:

- specii sensibile, care indică prezența unui poluant prin apariția unor leziuni sau malformații,
- specii acumulative, care concentrează poluantul în corpul lor,
- specii care proliferază și devin abundente în zonele poluate”.

Așa cum s-a menționat, primele și cele mai cunoscute specii folosite ca indicatoare ale calității aerului au fost speciile de licheni. Valoarea lor ca bioindicatori a fost recunoscută încă de acum 100 de ani, dar metode concrete de monitorizare a poluării aerului cu dioxid de sulf, prin intermediul lichenilor, au fost puse la punct și îmbunătățite în ultimii ani.



Speciile de plante utilizate ca bioindicatori ai poluării pot fi încadrate în două categorii:

- **Specii autohtone** care cresc natural într-o anumită zonă, sunt reprezentate de plante perene, arbuști sau arbori, cu creștere înceată și care au o reacție lentă la creșterea concentrației de poluant, efectele apărând mai târziu în decursul perioadei de creștere. Aceste specii sunt numite “**specii detector**” sau **biomonitori de acumulare** (utilizarea lor face obiectul metodei pasive de monitorizare). Din această categorie se utilizează în S.U.A.: pinul galben, frasinul american. Aceste specii detector nu necesită măsuri speciale de îngrijire în mediul natural în care cresc. Exemple: tutunul (*Nicotiana tabacum* L.) și urzicuța (*Urtica urens* L.).

*Urtica urens* L.*Nicotiana tabacum* L.

- **Specii alohtone** introduse, care cuprind în general plante erbacee, repede-crescătoare, uniforme genetic, numite generic “**specii santinelă**”. Utilizarea lor face obiectul metodei active de biomonitorizare) Exemple din această categorie sunt tutunul și urzicuța. Speciile-santinelă

reacționează de obicei rapid la creșterea concentrației de poluanți din aer, fiind folosite pentru a semnaliza de timpuriu prezența acestora. Plantele sunt cultivate în aer curat, lipsit de poluanți și transplantate apoi în zonele monitorizate; fiind uniforme genetic, și reacția lor la poluant este relativ uniformă. Exemple: mălinul american (*Prunus serotina* Ehrh.), pinul galben (*Pinus ponderosa* Laws.), frasinul american (*Fraxinus americana* L.), frasinul de Penssylvania (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), plopul temurător (*Populus tremuloides* L.), arborele lealea (*Liriodendron tulipifera* L.).

Speciile-sentinelă reacționează de obicei rapid la creșterea concentrației de ozon din aer, fiind folosite pentru a semnaliza de timpuriu prezența acestuia. Reacția rapidă este însă caracteristică doar stadiilor juvenile și de aceea plantele trebuie reintroduse periodic. Ele sunt în prealabil cultivate în aer curat, lipsit de poluanți și transplantate apoi în zonele monitorizate; fiind uniforme genetic, și reacția lor la poluant este relativ uniformă.

Speciile-detector nu fac obiectul unor măsuri speciale de îngrijire în mediul natural în care cresc. Trebuie menționat că doar unii indivizi dintr-o populație și anume cei sensibili, reacționează la concentrații ridicate de ozon. De asemenea, reacția indivizilor este condiționată și de celelalte condiții staționale.

Printre alte specii de plante care sunt utilizate ca bioindicatori pentru diferiți poluanți se pot menționa: sunătoarea (*Hypericum perforatum* L.) pentru acid fluorhidric, urzicuța (*Urtica urens* L.) pentru ozon și pentru peroxiacetil-nitrați, zăzania (*Lolium multiflorum* Lam.) pentru acid fluorhidric și metale grele, fetica (*Valerianella locusta* Betke.) pentru metale grele, lucerna (*Medicago sativa* L.) pentru dioxidul de sulf, orzul (*Hordeum vulgare* L.) pentru metale grele și compuși ai florului, porumbul (*Zea mays* L.) pentru acid fluorhidric, dioxid de sulf, metale grele etc.

Alături de plante, ca bioindicatori ai poluării se folosesc **insectele**, cum sunt albinele pentru acid fluorhidric, sau păduchele socului pentru dioxid de sulf, iar dintre mamifere, șobolanul pentru dioxidul de azot.

Indicatorii biologici nu sunt utilizați doar în cazul poluării, ci pot fi utilizați și pentru alte scopuri. Astfel, furnicile sunt utilizate ca bioindicatori în condițiile reconstrucției ecologice în anumite zone (zone degradate de activități miniere, zone distruse de incendii) sau ca bioindicatori ai diversității. În general, se studiază ansamblul de specii de furnici din zonele respective și relațiile lor cu prada sau prădătorii.

Alte specii de insecte, și anume *carabidele* (Carabidae, Coleoptera), sunt un fidel indicator al modului de distribuție a vegetației: există specii caracteristice mediului alpin, subalpin sau forestier. Aceste

specii au, față de condițiile abiotice (și implicit biotice), exigențe foarte stricte (de altfel, o condiție a alegerii speciilor bioindicatoare este ca ele să fie stenotopice); în plus carabidele sunt caracterizate printr-o mare mobilitate, astfel încât orice perturbare a microclimatului lor specific determină o reacție rapidă și deplasarea indivizilor spre alt habitat, mai convenabil. Răspunsul insectelor la modificările mediului este mai rapid ca al vegetației, de exemplu. Inventarierea, la un anumit interval de timp, a ansamblului de specii de carabide și stocarea acestor informații în baze de date poate oferi, prin comparație, informații privitoare la dinamica ecosistemelor (Pena, 2001).

Alte insecte, cum sunt *libelulele* (Odonata), pot oferi, în urma studierii evoluției distribuției acestora în spațiu, indicații despre apariția unei perturbări în funcționarea ecosistemului din care acestea fac parte. *Fluturii* (Lepidoptera) pot oferi informații despre reapariția și succesiunea speciilor vegetale pe teren denudat (Doucet, 1999). De asemenea, păianjenii (Araneide) pot fi utilizați ca bioindicatori ai echilibrului ecosistemelor.

Păsările sunt foarte buni bioindicatori (și în unele cazuri, singurii) ai schimbărilor de mediu, la care reacționează prin modificarea compoziției speciilor din cadrul unei biocenoze, prin modificarea comportamentului sau a aspectului și a capacității de reproducere. Păsările pot fi utilizate pentru a examina efectele pe termen lung ale fragmentării habitatelor lor, efectul introducerii de noi specii în ecosistem, pentru monitorizarea calității apelor, pentru obținerea de informații privind sănătatea populațiilor de pești, pentru identificarea unor poluanți, cum sunt pesticidele organoclorurate, metalele grele sau substanțele radioactive. Un avantaj al utilizării păsărilor ca bioindicatori este reprezentat de faptul că au fost în amănunt studiate în trecut și, ca urmare, se dispune deja de numeroase date privitoare la răspândirea lor naturală, la ecologia și etologia lor, care pot fi comparate cu date noi, obținute din ecosisteme afectate eventual de degradare sau perturbări diverse (Mckown, 2003).

Astfel, pentru supravegherea calității apelor izvoarelor de munte din ecosisteme forestiere, în Statele Unite este utilizat ca bioindicator sturzul de apă (*Seiurus motacilla* L). El a fost ales ca bioindicator pentru stabilitatea ecosistemelor forestiere care adăpostesc izvoare, pentru stabilirea măsurilor prioritare de conservare a acestor ecosisteme și stabilirea unor obiective pentru reconstrucția ecologică, acolo unde este cazul (ecosistemele respective fiind afectate de fragmentarea suprafețelor forestiere și de acidificarea apelor datorită tehnicilor de drenare miniere). Sturzul de apă a fost selectat ca bioindicator deoarece este legat atât de calitatea apelor de munte, cât și de suprafețe întinse de pădure matură (Brooks et al., 2000).

Diferite specii de bufnițe au fost și ele utilizate ca specii santinelă, pentru avertizare precoce în cazul degradării ecosistemelor. Aceste specii, la fel ca și alte specii de prădători, au fost utilizate ca biomonitori deoarece sunt larg răspândite, au un comportament teritorial, nu sunt migratoare, au o rată de înmulțire ridicată și un metabolism rapid. Fiind consumatori de ordin superior, bufnițele pot concentra în corpul lor, datorită prăzii consumate, diverse substanțe poluante. Bufnițele s-au dovedit sensibile la o variată gamă de poluanți, cum sunt pesticidele (organoclorurate sau organofosforice), metalele grele, floruri, și concentrează în corp, datorită hranei consumate, pesticide. Speciile folosite ca indicatori în diverse zone ale globului, mai ales în America de Nord (Canada și S.U.A.), Europa (Norvegia, Olanda, Spania, Marea Britanie) și Africa (Africa de sud) sunt reprezentate de ciuful de pădure (*Asio otus* L.), striga (*Tyto alba* L.), buha (*Bubo bubo* L., *Bubo virginianus* L.), ciuful de câmp (*Asio flammeus* L.), ciuvica (*Glaucidium perlatum* L.). Utilizarea acestor specii ca bioindicatori presupune studii privind modificare a comportamentului legat de reproducere, studii ale grosimii cojii ouălor, studii legate de enzimele de detoxifiere din ficat și analize nedistructive, cum sunt cele ale penelor, sângelui sau excrețiilor.

Un alt bioindicator care a fost frecvent utilizat și bine studiat este șoimul călător (*Falco peregrinus* L.), ale cărui populații au înregistrat în trecut o drastică diminuare datorită expunerii la D.D.T și la alte insecticide organoclorurate. După interzicerea acestor insecticide, populațiile speciei s-au refăcut în numeroase țări și interesul pentru această specie ca bioindicator a mai scăzut, locul ei fiind luat de diferitele specii de bufnițe menționate anterior (Sheffield, 1997).

Se fac cercetări, de asemenea, pentru punerea la punct a metodelor de folosire a chițcanilor (Soricidae, Insectivora) și liliecilor (Chiroptera) ca bioindicatori ai efectelor fragmentării habitatelor, defrișărilor, utilizării pesticidelor, diminuării diversității biotopurilor. Se urmărește, concomitent, găsirea de măsuri pentru protejarea acestor specii și implicit pentru conservarea biodiversității ecosistemelor din care fac parte (Vaughn, 2002).

Bioindicatorii deschid un câmp larg de cercetare; numeroase proiecte de cercetare sunt în curs de desfășurare și definitive, deoarece sunt încă numeroase aspecte de clarificat și este necesară punerea la punct a unor metode coerente de supraveghere a mediului prin intermediul bioindicatorilor.

Pentru ca aceștia să poată fi utilizați în mod concret, în practică trebuie alese specii capabile să furnizeze informațiile necesare scopului urmărit prin monitorizare și ale căror relații cu factorii de mediu și cu celelalte specii din biocenoză să fie foarte bine cunoscute. La elaborarea

metodelor concrete de monitorizare trebuie să se țină cont de scara la care se fac determinările și de datele exacte care se culeg, precum și de modalitatea de prelucrare și stocare a acestor date, pentru ca ele să fie relevante, iar interpretările realizate pe baza lor să fie cât mai apropiate de realitate.

9.3. Monitorizarea vegetației

Cele mai uzuale măsurători se fac asupra vegetației forestiere, care este cea mai stabilă, cea mai bine organizată și totodată este gestionată în cadrul unei structuri instituționale bine definite.

În cadrul monitoringului forestier se fac măsurători biologice (privind masa arborilor, ritmurile de creștere, sporul anual de biomasă, măsurători dendrologice uzuale, rezistența la doborâturi, boli și dăunători), producția fructelor de pădure. De asemenea se urmăresc caracteristicile fiziologice (productivitate, bioacumularea metalelor grele), intensitatea fotosintezei, evapotranspirația.

Este cunoscut faptul că fitocenozele arboricole sau ierboase suferă modificări structurale semnificative sub influența poluării; se declanșează succesiuni rapide, apar invazii de specii rezistente la poluare, se intensifică doborâturile de vânt și atacurile dăunătorilor.

Ținând cont de dificultățile financiare existente în țara noastră și de alte motive obiective, care fac dificilă supravegherea instrumentală a ecosistemelor forestiere, biomonitoringul reprezintă o alternativă (sau o eventuală completare) deosebit de interesantă.

10. BIBLIOGRAFIE

1. Albulescu, Mariana, 2009, *Poluarea fonică*, In Știința și viața noastră – revista de informare nr. 1 (<http://www.revista-informare.ro>)
2. Andersen, A. 1997. Using ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology, <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art8>.
3. Artiola, J.F., I.L. Pepper, M.L. Brusseau (Eds.) 2004, Environmental monitoring and characterization. Elsevier Academic Press, Burlington, San Diego, London.
4. Botnariuc, N. (1987), Monitoringul ecologic. Ocrot. Nat. Med. Inconj., 31(2), 109-115.
5. Brooks, R., et al. 2000. Progress Report: Using Bioindicators to develop a Calibrated Index of Regional Ecological Integrity for Forested Headwater Ecosystems, <http://es.epa.gov/ncer/progress/grants/97/ecoind/brooks99.html>.
6. Brydges, T. (2004), Basic Concepts and Applications of Environmental Monitoring, in Environmental monitoring (Wiersma, G.B., Ed.), CRC Press LLC
7. Burden, F.R, I. McKelvie, U. Forstner, A. Guenther (2002), Environmental Monitoring Handbook, McGraw-Hill Professional
8. Case, J., 2002. What is biomonotoring? <http://members.shaw.ca/james.case/lichens/biomonitoring.html>.
9. Ciolpan, O. (2005), Monitoringul integrat al sistemelor ecologice, Ed. Ars Docendi, București
10. Darabont, Al., 1982, *Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor*, Ed. Tehnică, București, pag. 217-423.
11. Doucet, P., L'utilisation des indicateurs biologiques pour caracteriser les stress environnementaux, <http://www.usherbrooke/environnement/essais/PDoucet.htm>
12. Godeanu, S. (1997), Elemente de monitoring ecologic/integrat, Ed. Bucura Mond, București, 15-18.
13. Guidelines For Community Noise”, edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela, World Health Organization, Geneva, London, 1999, http://www.ruidos.org/Noise/WHO_Noise_guidelines_contents.html
14. Lucău Anca, 1997. Conceptul de bioindicator, revista Natura, Editura Universității București, pag. 50-57.

15. Mckown, M., 2003. Why birds?.
<http://www.audubon.org/bird/wb.html>.
16. Minea, E. (2002), Controlul integrat al mediului și dezvoltarea durabilă, Revista Transilvană de Științe Administrative, VIII, 141-148.
17. Pena, M., 2001. Les Carabides (Coleoptera) deshauts-sommets de Charlesvoix: assemblages et cycles d'activité dans les environnements alpin, subalpin et foresti? http://www.crad.ulaval.ca/Maurice_Pena.pdf
18. Rojanschi, V., F. Bran, 2002, *Politici și strategii de mediu*, Ed. Economică, București, pag. 79-235.
19. Rojanschi, V., F. Bran, G. Diaconu, 2003, *Protecția și ingineria mediului*, Ed. Economică, București, pag. 198-205
20. Rojanschi, Vl. F. Bran, Gh. Diaconu (1997), *Protecția și ingineria mediului*, Ed. Economică, București, 15-17.
21. Roșu Daniela, "Poluarea sonoră" capitol în "Ecologie. Suport de curs", editor Albulescu Mariana, Editura Eurobit, Timișoara, 2008.
22. Schubert, R. and Schuh, J. (eds.), 1980. Bioindikation Martin Luther University in Halle-Wittenberg. Article nos: 1980/24 (P8), 1-17/25 (P9), 1-103/26 (P10), 1-103/27 (P11), 1-107/28 (p12), 1-115
23. Sheffield, S., 1997. Owls as Biomonitors of Environmental Contaminants, <http://nracs.fs.fed.us/epubs/owl/SHEFFIE.pdf>
24. Suter, G.W. (1993), Retrospective risk assessment, in Ecological Risk Assessment (Suter, G.W. et al., Eds.), Lewis Publishers, Ann Arbor, Michigan, USA.
25. Vaughn, Nancy, 2002. Interaction between agricultural management, biodiversity and life history: Insectivorous mammals and their prey as bioindicators, <http://www.bio.bris.ac.uk/research/mammal/bioindicators.html>
26. ***(2013), Ordonanța de urgență 195/2005, privind protecția mediului, modificată la data de 15 iulie 2013 (M.Of. nr. 438/18 iul. 2013)
27. <http://www.anpm.ro>
28. <http://www.gnm.ro/dictionar.php>