

Ghid privind utilizarea modelării matematice a dispersiei poluanților în aer și a prognozei calității aerului – G7

iulie 2022



SC Unitatea de Suport pentru Integrare SRL



Cuprins

• Definiții.....	3
• Abrevieri.....	3
• Legislația națională	3
• Legislația europeană	4
Cap. I Scop și obiective.....	4
Cap. II Utilizarea modelării.....	4
Cap. III Descrierea modelelor de dispersie	5
A. Model Gaussian și non-Gaussian	5
B. Model Lagrangian	8
C. Model Eulerian.....	10
D. Alegerea modelului.....	11
Cap. IV Rezoluția spațială și temporală a modelelor	11
A. Rezoluția spațială a modelelor	13
B. Rezoluția temporală a modelelor	16
Cap. V Validarea modelelor	16
• Bibliografie	19



• Definiții

- Modelare – o simulare a distribuției concentrațiilor de poluanți în suspensie în aer pe o anumită zonă pornind de la anumite cunoștințe despre sursele de emisie din zona respectivă și apoi descriu cu diferite niveluri de detaliu procesele care afectează poluanții în timpul vieții lor în atmosferă: advecția prin vânt, amestecul turbulent, amestecul chimic, transformări chimice și fizice, reducerea prin depunere. Legătura dintre surse și concentrațiile ambientale pe care modelele orientate spre sursă le reconstruiesc permite, printre alte aplicații, o posibilă evaluare cantitativă a relației dintre emisia unei surse date și concentrația corespunzătoare în aer. Acest lucru poate fi realizat în diferite moduri, în funcție de tipul de model utilizat și de tehnica care este apoi utilizată pentru a evalua contribuțiile.

Modelele orientate către sursă care sunt cele mai des utilizate în acest scop se împart în trei categorii largi:

- modele parametrizate Gaussiene și non-Gaussiene;
- modele Lagrangiene de particule;
- modele Euleriene de transport chimic.

• Abrevieri

Directiva aer - 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

GRAL - Graz Lagrangian Model

ETC/ACM (2011) – The European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation

EEA, 2011 - *A technical reference guide*, 2011 – European Environment Agency

• Legislația națională

Legislația națională la care se face referire în prezentul ghid cuprinde următoarele acte normative:

- Legea nr. 104/15.06.2011 privind calitatea aerului înconjurător (publicată în Monitorul Oficial nr. 452/28.06.2011) cu modificările ulterioare.



• Legislația europeană

Legislația europeană vizând problematica calității aerului și a schimbărilor climatice a fost transpusă în legislația națională. În acest ghid vom face referire la următoarele documente:

- 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;

Cap. I Scop și obiective

Metodologia de elaborare a planurilor prevede, pentru ambele tipuri de planuri realizarea unor studii de calitate a aerului bazate în principal pe modelarea matematică a dispersiei poluanților atmosferici. Drept urmare ghidul se va referi la și va detalia modul în care trebuie să fie utilizate tehnicile de modelare matematică a dispersiei poluanților în vederea evaluării calității aerului (an referință și an proiecție/perioada de proiecție) și realizării analizei privind repartizarea surselor.

Cap. II Utilizarea modelării

Modelarea dispersiei poluanților în atmosferă reprezintă analiza modului de împrăștiere a poluanților în aer, modelările dispersiei fiind utilizate pentru a estima concentrația, direcția de propagare și eventual zonele de acumulare a poluanților atmosferici emiși în urma activităților industriale, a traficului auto sau a oricăror activități de construcție.

Pentru a putea realiza un model de dispersie atmosferică trebuie avute în vedere condițiile meteorologice (viteza și direcția vântului, umiditatea, temperatura), condițiile geografice din zona în care sunt amplasate sursele și receptorii (relieful, modul de utilizare al terenurilor), parametrii emisiilor (locația și înălțimea surselor, diametrul coșului de fum) și obstacolele (clădiri sau alte structuri).

În scopul calculării concentrațiilor de poluanți în aer generați de una sau mai multe surse de emisii atmosferice se aplică metodologii de modelare spațială, utilizând pachete software profesionale. Aceste programe permit interpretarea calității aerului până la distanțe de zeci de kilometri față de sursă.

Modelele pot fi aplicate la o serie de aplicații relevante. Aceasta este menționată în mod constant în ceea ce privește aplicarea în evaluarea calității aerului.



Studiile de repartizare a surselor vor fi, în general, necesare pentru a evalua cauzele depășirilor, contribuția din surse naturale și din regiunile învecinate. Monitorizarea acestor contribuții din surse într-o zonă sau aglomerație dacă nu este posibilă este necesară modelarea.

În cadrul Directivei privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa nu sunt specificate condiții prealabile privind modelele care urmează să fie utilizate, atâta timp cât modelul respectă obiectivele de calitate (Anexa I).

Mai multe informații privind evaluarea calității aerului pe baza utilizării tehnicilor de modelare, a surselor oficiale ale datelor care pot fi utilizate, prezentarea în planuri a datelor, prezentarea hărților de dispersie și a rezultatelor obținute sunt prezentate în documentul ” Ghid privind evaluarea calității aerului – G1”.

Cap. III Descrierea modelelor de dispersie

A. Model Gaussian și non-Gaussian

Modelele parametrizate Gaussiene și non-Gaussiene reconstruiesc secvențe de situații de echilibru (de exemplu, pe orar), presupunând pentru fiecare dintre acestea fie o meteorologie uniformă, fie una simplificată. Formularea de bază descrie un penaj drept care provine dintr-o sursă punctiformă, cu difuzie în jurul axei penajului parametrizată în funcție de categoriile meteorologice și de tipul de teren. Diferite formulări permit, de asemenea, modelarea penelor de poluanților provenind din surse cu geometrie diferită (de exemplu, linie, suprafață/volum); cele chimice și fizice sunt de obicei neglijate de aceste tipuri de modele.

Modelarea dispersiei poluanților se poate realiza cu ajutorul softului OML-Multi model de dispersie de tip Gaussian (model de dispersie a emisiilor din surse fixe și de suprafață, dezvoltat de Institutul National de Cercetare a Mediului - NERI (Danemarca)).

Modelul de dispersie OML Multi are următoarele caracteristici:

- a) Importarea facilă a datelor meteorologice și topografice;
- b) Număr nelimitat de puncte, zone de emisie;
- c) Modul special pentru operarea unor aspecte particulare;
- d) Prelucrarea simultană a diferitelor substanțe de emisie;
- e) Gamă largă de instrumente întocmirea rapoartelor și prezentărilor;



f) Alternative variate pentru vizualizarea zonei de distribuție a emisiilor și a stabilității atmosferice;

g) Calculul concentrațiilor prognozate în funcție de perioada de evaluare (medie anuală, maximă zilnică, orară, etc.)

Modelul OML-Multi este un model de tip gaussian de dispersie atmosferică, utilizat pentru a evalua poluarea aerului din surse punctiforme și liniare. Acesta poate fi utilizat pentru distanțe de până la aproximativ 20 km de surse. OML-Multi este un model Gauss tip pană, modern, bazat pe scalarea stratului limită în loc să se bazeze pe clasificarea stabilității Pasquill, cum fac modelele mai vechi. Modelul OML-Multi este dezvoltat de către Universitatea Aarhus din Danemarca. Modelul a fost conceput inițial de către Institutul Național de Cercetare a Mediului din Danemarca, care în 2007 a devenit parte a Universității Aarhus.

Modelul OML de dispersie permite introducerea regimului de funcționare specific pentru sursele punctuale și sursele de suprafață (ore/lună). Programul este capabil să ia în calcul mai multe surse de poluare individuale (surse fixe și de suprafață), realizând simultaneitatea lor pentru fiecare poluant în parte. De asemenea, modelul ia în considerare evoluția concentrațiilor substanțelor poluante în pana de fum și a modificării direcției acesteia datorate factorilor meteorologici.

Ecuția de dispersie conform modelului Gaussian ce stă la baza modelului OML este conform formulei de mai jos:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{QV}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0,5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \quad [1]$$

Unde:

C: concentrațiile poluantului în cele 3 direcții de propagare x, y, z (ppb, ppm, sau alte unități);

Q: rata de emisie a poluantului (m³N/s);

V: factor de condiții verticale (conform ecuației 2);

u_s: viteza medie a vântului la punctul de emisie (m/s)

σ_y: deviația standard pe orizontală a distribuției emisieii [m]

σ_z: deviația standard pe verticală a distribuției emisieii [m];



Factorul de condiții verticale V reprezintă distribuția penei gaussiene pe verticală. Acest termen include cota punctului de calcul și efectele înălțimii cauzată de propagarea penei de poluant pe verticală (înălțimea efectivă a penei).

$$V = \exp \left[-0,5 \left(\frac{z_r - h_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-0,5 \left(\frac{z_r + h_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] \quad [2]$$

unde:

z_r : elevația punctului de măsurare (m);

h_e : înălțimea penei de poluant (m).

Modelul OML-Multi necesită informații privind emisia poluanților generați de până la 3000 de surse simultan utilizând datele topografice și meteorologice ale zonei de analiză, în prognoza dispersiilor. Modelul calculează o serie de concentrații la punctele de receptor specificate de utilizator, pe care utilizatorul le poate prelua în generarea hărților de prognoză a concentrațiilor (izoconcentrații). OML-Multi execută calcule pentru surse și receptori plasați în mod arbitrar sau cunoscut. Cel mai adesea, receptorii sunt plasați într-un set de inele concentrice sau într-o grilă dreptunghiulară. O rețea concentrică de receptori pot avea până la 15 inele (540 receptori). O grilă dreptunghiulară are un maxim de 1681 (41 x 41) receptori (acest lucru fiind adecvat pentru o prezentare grafică ulterioară). Este de asemenea posibil să se utilizeze rețelele de receptori special construite.

Pentru a folosi acest model de dispersie în atmosferă, este necesară cunoașterea următoarelor date de intrare esențiale:

1) caracteristicile sursei de emisie:

- a) cantitatea de emisie evacuată (g/s, t/an, etc.);
- b) dimensiunile sursei: înălțime și diametru (m);
- c) viteza de evacuare a gazelor în atmosferă (m/s);
- d) temperatura de evacuare a gazelor în atmosferă (0C).

2) caracteristicile locului de amplasare a sursei, și anume harta topografică a zonei analizate;

3) datele meteorologice specifice zonei analizate și care constau în:

- a) viteza vântului (m/s);
- b) direcția vântului, în grade față de direcția nord;
- c) temperatura aerului (0C);



4) concentrațiile de fond regional pentru arealul respectiv.

OML-multi furnizează (date de ieșire) concentrații ale poluanților la nivelul solului sub forma curbelor de izoconcentrații. Rezultatele obținute pot fi:

- ✓ roza vântului și serii de timpi ale datelor meteorologice;
- ✓ hărți de dispersie ale poluantului cu indicarea concentrațiilor maxime orare sau medie anuale;
- ✓ tabele cu date corespunzătoare concentrațiilor la punctele receptoare.

B. Model Lagrangian

Modelele Lagrangiane de particule urmăresc dinamic poluanții emiși de surse printr-o serie de elemente de calcul care se deplasează independent într-un câmp de curgere tridimensional. Difuzarea turbulentă este apoi descrisă cu abordări și detalii diferite, în funcție de tipul de model: cele bazate pe „puf” utilizează de obicei distribuții de masă de tip gaussian în jurul baricentrului fiecărui „puf”, în timp ce cele bazate pe particule deplasează particulele în funcție de componentele stocastice ale mișcării care depind de condițiile locale de turbulență. Modelele lagrangiane pot aborda surse cu geometrie diferită, modelând inițial „puf”-urile sau eliberând particulele în funcție de poziția și forma surselor. Modelele lagrangiane pot include depuneri și transformări chimice, de obicei în mod simplificat, în timp ce adesea consideră poluanții ca fiind nereactivi.

Modelarea dispersiei poluanților se poate realiza cu ajutorul softului GRAL GUI V 16.8, 17.1 – Graz Lagrangian Model, dezvoltat de către Graz University of Technology, Institute for Internal Combustion Engines and Thermodynamics, Inffeldgasse 21A, 8010 Graz, Austria. Este un soft complex, ușor de utilizat, cu costuri reduse, acesta putând simula dispersia poluanților într-o gamă largă de situații (dispersia în teren complex care ia în calcul efectul clădirilor, acesta este complet integrat în codul GRAL și este lansat automat ori de câte ori clădirile sunt adăugate, nu există o limită a numărului de surse separate de emisii care pot fi incluse într-o simulare GRAL, scara de aplicare variază de la străzi la aglomerări urbane aflate la zeci de kilometri, la toate scările pe lângă efectul clădirilor se ia în calcul și/sau topografia, are integrată interfață GIS, permite importul de shp-uri etc. <http://lampz.tugraz.at/~gral/index.php/2-uncategorised/1-description>).

În cadrul softului se vor încărca datele de la stațiile meteo, topografia și datele de emisie asociate activităților industriale considerate a se desfășura simultan (impact cumulativ) la nivelul regiunii, activităților



legate de transport, agricultură și utilizarea energiei din cadrul Inventarul Local de Emisii – ILE și COPERT de la Agenția pentru Protecția Mediului.

Conversia NO în NO₂ poate fi calculată folosind o relație empirică. Aceasta înseamnă că, într-o primă etapă, dispersia NO_x este modelată cu GRAL și apoi NO₂ este derivată dintr-o ecuație de tipul dat mai jos. Acest tip de ecuație funcționează cel mai bine pentru concentrațiile medii anuale.

$$NO_2 = NO_x \cdot \left(\frac{30}{NO_x + 35} + 0.18 \right)$$

Modelulul de calcul lagrangiene de tip particulă are în perspectivă un element finit sau așa numita "parcelă de aer". De-a lungul timpului, atât poziția și proprietățile acesteia sunt calculate pe baza datelor medii de câmp de vânt.

Traectoria acestei "parcele de aer" este calculată în baza unei ecuații avansate cu două componente: vânturi medii și turbulențe aleatori.

În general, în timp ce particula este eliberată la momentul t la rat prescrisă, noua poziție este determinată la momentul (t+Δt) prin ecuația:

$$\Delta X / \Delta t = A [X(t)]$$

unde: t – timpul

X – vectorul poziție

A – viteza vântului

Pentru poziția initial X₀, în timp t₀ a parcelei, traectoria este calculate prin ecuația:

$$X_0 (t=t_0) = X_0(X,t)$$

Astfel traectoria "parcele de aer" poate fi definită fie înainte sau înapoi în timp. Aceste coordonate inițiale sunt numite coordonate Lagrangian, care pot fi calculate prin următoarele ecuații:

$$x(t+\Delta t)=x(t) + [u(t)+ur(t)]\Delta t$$

$$y(t+\Delta t)=y(t) + [v(t)+vr(t)]\Delta t$$

$$z(t+\Delta t)=z(t) + [w(t)+wr(t)]\Delta t$$



Aceste ecuații sunt îmbogățite cu noi variabile: ur , vr , wr fiind componentele de viteză la scara gridului. Viteza componentelor la scara gridului sunt determinate astfel:

$$ur(t) = ur(t - \Delta t) Ru(\Delta t) + us(t - \Delta t)$$

$$vr(t) = vr(t - \Delta t) Rv(\Delta t) + vs(t - \Delta t)$$

$$wr(t) = wr(t - \Delta t) Rw(\Delta t) + ws(t - \Delta t)$$

unde: variabilele $Ru(\Delta t) = e^{-\Delta t/Tu}$

$$Rv(\Delta t) = e^{-\Delta t/Tv}$$

$$Rw(\Delta t) = e^{-\Delta t/Tw}$$

Aceste formule utilizează variabilele Tu , Tv , Tw care sunt definite ca intervale de timp Lagrangian pentru componentele de viteză. O dată ce sunt determinate scara de timp Lagrangian, funcțiile autocorelării și intervalul de fluctuații ale vitezei ca abateri standard de tip Gaussian, o fluctuație a vitezei aleatoare este generată și utilizată pentru a calcula viteza noi particule și prin urmare se stabilește poziția noi particule.

În ceea ce privește verificarea simulărilor rulate în program se poate utiliza Sherpa și RIAT +.

Pentru o integrare și o mai ușoară vizualizare, modelările pot fi transpuse și integrate în GIS, proiecție Stereo`70.

Responsabilitatea privind modul de încărcare a datelor de intrare a parametrilor prestabiliți și rulare a softului, revin în întregime evaluatorului.

C. Model Eulerian

Modelele Euleriene de transport chimic simulează în mod dinamic dispersia poluanților într-un cadru tridimensional, folosind o grilă fixă, la care se referă toate variabilele (emisii, meteorologie și concentrații de poluanți) și în raport cu care sunt modelate toate procesele fizice și chimice. Rezoluția grilei implică o limită în ceea ce privește detaliile care pot fi obținute în descrierea comportamentului poluanților; în special, geometria sursei este redusă la geometria celulei de grilă, cu pierderea potențială a detaliilor subgrilă care pot exista. Se pierde, de asemenea, identitatea surselor individuale din interiorul fiecărei celule de grilă, deoarece, pentru o anumită celulă, emisiile și concentrațiile reprezintă cantitatea totală de poluant eliberat/prezent în acea porțiune a atmosferei. Pe de altă parte, acest lucru permite o modelare directă a proceselor fizice și a reacțiilor chimice care afectează poluanții, deoarece astfel de procese și reacții implică, de fapt, cantitatea totală a diferitelor specii într-un anumit loc. În special, în cazul poluanților secundari, acest



lucru poate implica relații neliniare între sursele de emisie ale componentelor primare și concentrațiile ambientale rezultate. Modelele euleriene pot fi, de asemenea, utilizate în modul nereactiv, adică neglijând transformările chimice.

D. Alegerea modelului

În general, alegerea modelului care urmează să fie utilizat ar trebui să se facă în funcție de zona de interes, următoarele aspecte ar trebui luate în considerare în alegerea unui model de calitate a aerului:

- Acoperă o zonă adecvată cu rezoluția spațială și temporală necesară?
- Include reprezentarea proceselor fizice și chimice relevante la acea scară?
- Este alimentat cu informații privind emisiile referitoare la cele mai relevante surse și cu date meteorologice adecvate?
- Este bine documentat și validat pentru aplicația specifică?

Cap. IV Rezoluția spațială și temporală a modelelor

Rezoluția necesară, atât temporală, cât și spațială, variază în funcție de poluant, de tipul și scara evaluării. Se analizează aceste aspecte privind calitatea aerului înconjurător în ceea ce privește rezoluția temporală și spațială.

Tabelul nr .1. Lista de caracteristici tipice modelului, formulări și procese, pentru diferite scări și poluanți necesari pentru evaluarea calității aerului

Domeniul de evaluare			
Descriere	Local/hotspot (1-1000 m)	Urban/aglomerat (1-300 km)	Regional (25–10 000 km)
Tipul de model	Gaussian și non-Gaussian modele parametrizate Modele statistice Fluid de rezolvare a obstacolelor dinamice cu fluiditate Modele de particule lagrangiane	Modele parametrizate gaussiene și non-gaussiene Modele de transport chimic eulerian Modele lagrangiane de particule	Modele de transport chimic eulerian Modele chimice lagrangiane
Meteorologie	Măsurătorile meteorologice locale Modele dinamice de fluid cu rezolvare a obstacolelor	Modele meteorologice la mezoscară Măsurători meteorologice localizate	Modele meteorologice sinoptice/mesoscale



Domeniul de evaluare			
Descriere	Local/hotspot (1-1000 m)	Urban/aglomerat (1-300 km)	Regional (25-10 000 km)
	Modele de diagnosticare a câmpului de vânt	Modele de diagnosticare a câmpului de vânt	
Chimie	Parametrizat sau niciunul	De la niciunul până la unul complet, în funcție de aplicație	Cuprinzător
Modelarea emisiilor	Emisiile de trafic de jos în sus Emisiile specifice la sursă	Modelarea emisiilor de jos în sus și/sau de sus în jos Modele de procese de emisie	Modelarea de sus în jos a emisiilor Modele de procese de emisie
Compus	Local/hotspot	Urban/aglomerat	Regional/continental
PM ₁₀	Nu există procese chimice	Depunere Formarea particulelor anorganice secundare	Depunere Particule primare (combustie) Formarea particulelor secundare anorganice și organice Praf în suspensie Sare de mare
PM _{2,5}	Nu există procese chimice	Depunere Formarea particulelor anorganice secundare	Depunere Formarea secundară de particule anorganice și organice
NO ₂	Chimie foto-oxidantă simplă Relații statistice/empirice	Chimie foto-oxidantă limitată Regim foto-staționar Relații statistice/empirice Depozitie	Depunere Chimie foto-oxidantă completă
NO _x	Nu există procese chimice	Nu există procese chimice Depozitie	Chimie foto-oxidantă completă
O ₃	As în NO ₂	As în NO ₂	As în NO ₂
SO ₂	Nu există procese chimice	Depunere Formarea particulelor anorganice secundare	Depunere Formarea particulelor anorganice secundare Chimie foto-oxidantă completă
Pb	Nu există procese chimice	Nu există procese chimice	Depunere Sisteme chimice specializate



Domeniul de evaluare			
Descriere	Local/hotspot (1-1000 m)	Urban/aglomerat (1-300 km)	Regional (25-10 000 km)
Benzen	Nu există procese chimice	n/a	Depunere Chimie foto-oxidantă completă
CO	Nu există procese chimice	Nu există procese chimice	Chimie foto-oxidantă completă.
Metale grele și B(a)P	Nu există procese chimice	Depunere Scheme chimice specializate	Depunere Sisteme chimice specializate

A. Rezoluția spațială a modelelor

Din punctul de vedere al modelării, ar trebui făcute următoarele precizări privind rezoluția:

- evaluarea ar trebui să aibă loc în locurile în care concentrațiile sunt cele mai ridicate, de exemplu, la marginea trotuarelor sau în apropierea unor surse puternice, precum și în zone reprezentative pentru expunerea populației publicului larg, adică în zonele reprezentative pentru fondul urban. Cu toate acestea, în ceea ce privește poziționarea traficului (Anexa III.C la Directiva aer) se prevede că acestea trebuie să fie cel puțin 25 m de la marginea intersecțiilor mari și la mai mult de 10 m de marginea trotuarului.
- pentru zonele industriale, concentrațiile ar trebui să fie reprezentative pentru o suprafață de 250 x 250 m²; pentru emisiile din trafic, evaluarea ar trebui să fie reprezentativă pentru un segment de stradă de 100 m (Anexa III.B.1.b la Directiva aer).
- concentrațiile de fond urban ar trebui să fie reprezentativ pentru mai mulți kilometri pătrați (Anexa III.B.1.c la Directiva aer).

Aceste afirmații privind reprezentativitatea impun limite în ceea ce privește modelarea care trebuie efectuată. Următoarele exemple ajută la ilustrarea acestui aspect.

- este suficient să se calculeze concentrația la marginea trotuarului la intervale de 100 m de-a lungul unui drum, inclusiv pe partea cea mai afectată a drumului, atunci când segmentul de drum are o lungime mai mare de 100 m.
- în cazul în care se utilizează modele de tip Gaussian pentru trafic, atunci punctele receptor (punctul în care se află concentrația calculată) trebuie să fie la o distanță mai mică de 10 m față de marginea trotuarului, dar la 25 m de marginea intersecțiilor mari. De fapt, majoritatea modelelor vor furniza



concentrații la o anumită distanță predefinită de la bordură, de exemplu, 5 m sau 10 m, pentru a constata contribuția traficului local. Deși poate exista motive întemeiate din perspectiva modelării pentru a defini o distanță minimă (de exemplu, datorită creșterii incertitudinii în modelul apropiat de sursă), Directiva aer impune ca valorile limită să fie aplicate peste tot. Prin urmare, modelul receptorului ar trebui să fie plasate direct la marginea trotuarului sau să se țină seama de distanța de la punctul de recepție la marginea trotuarului.

- în ceea ce privește poziționarea punctelor receptoare în model, Directiva aer mai precizează că poluanții ar trebui monitorizați la o înălțime cuprinsă între 1,5 și 4 m, zona de respirație pentru oameni (Anexa III.C). Cei care execută modelarea ar trebui să se conformeze, de asemenea, acestui principiu atunci când poziționează punctele receptoare în modelele lor.
- în cazul în care punctele fierbinți apar la intersecții de drumuri cu o lungime mai mică de 100 m, nu este suficient să se calculeze concentrațiile într-un singur punct, de exemplu, un punct de recepție folosind un model Gaussian; în schimb, ar fi necesare mai multe puncte care să reprezinte un segment de 100 m lungime.
- atunci când se evaluează siturile industriale cu ajutorul modelului Gaussian sau modele de tip pană non-Gaussiană, atunci concentrațiile trebuie calculate la o rezoluție nu mai mare de 250 m și de preferință chiar mai mică, pentru a stabili medii spațiale la 250 x 250 m² rezoluție.

În ceea ce privește protecția vegetației și a ecosistemelor naturale, Directiva aer este destinată să acopere nivelurile regionale de fond ale poluanților atmosferici în cadrul oricărei zone din zonele în care ecosistemele sunt dominante, adică nu în zonele urbane. Pentru măsurători în ceea ce privește protecția vegetației și a ecosistemelor naturale, acest lucru este exprimat în funcție de distanțele pe care le monitorizează stațiile, acestea ar trebui să fie plasate departe de sursele majore. Din perspectiva modelării, atunci când se utilizează modele grilă, acest lucru poate fi interpretat în termeni de rezoluție a modelului și de proximitate față de zonele urbane, după cum urmează:

- evaluarea ar trebui efectuată la o distanță mai mare de 20 km de o aglomerare și la o distanță mai mare de 5 km de zonele construite (intravilan) sau de alte surse de poluare, de exemplu, drumuri cu un volum de trafic > 50 000 de vehicule pe zi (Anexa III.B.2 Directiva aer).
- zona pentru care sunt valabile concentrațiile calculate este de 1 000 km², aproximativ o grilă 30 x 30 km² (Anexa III.B.2 Directiva aer).



- există excepții în cazul în care terenul este complex sau unde se găsesc ecosisteme la scară mică. Este posibil atunci să se redefină zona reprezentativă ca fiind mai mică, cu o creștere ulterioară a modelului rezoluție (Anexa III.B.2 Directiva aer).

Din punctul de vedere al modelării, rezoluțiile grilelor cuprinse între 20 x 20 km² și 30 x 30 km² sau mai puțin sunt adecvate pentru o evaluare care să răspundă nevoilor de protecție a ecosistemelor. O problemă poate apărea în legătură cu grilele mixte, în care emisiile provenite din surse importante, cum ar fi drumurile principale sau districtele industriale din zonele rurale, sunt incluse într-o grilă considerată ca fiind de natură rurală. În astfel de condiții, modelele euleriene cu o rezoluție de 20 x 20 km² până la 30 x 30 km² nu va trata eficient aceste surse. În acest caz, poate fi necesar să se utilizeze un anumit tip de modelare sub-grilă sau "plume-in-grid" pentru a aborda impactul surselor locale în cazul în care o evaluare reprezentativă se reduce la o rezoluție de 5km .

Tabelul nr. 2. Relația dintre perioada de mediere temporală a Directivei aer și aplicarea în regiune la rezoluția temporală și spațială a modelului.

Compus	Directiva AQ		Model	
	Media temporală	Regiunea spațială	Rezoluția temporală	Rezoluția spațială
PM ₁₀	Medie anuală Medie zilnică	Hotspot Urban Rural	orar	Hotspot individual 1-5 km 10-50 km
PM _{2.5}	Medie anuală	Urban Rural	anual	1-5 km 10-50 km
PM specificate	-	Rural	orar - zilnic	10-50 km
NO ₂	Medie anuală orară	Hotspot Urban	orar	Hotspot individual 1-5 km
NO _x	Medie anuală	Rural	orar	10-50 km
O ₃	Media/8ore	Suburban Rural	orar	5-50 km
SO ₂	Medie orară Medie zilnică Medie anuală Medie sezonul rece	Toate	orar	Toate
Pb	Medie anuală	Hotspot Urban	anual	Hotspot individual 1-5 km
Benzen	Medie anuală	Hotspot Urban	anual	Hotspot individual 1-5 km



Compus	Directiva AQ		Model	
	Media temporală	Regiunea spațială	Rezoluția temporală	Rezoluția spațială
CO	Media/8ore	Hotspot Urban	orar	Hotspot individual
Metale grele si B(a)P	Medie anuală	Hotspot Urban	anual	Hotspot individual 1-5 km

B. Rezoluția temporală a modelelor

Rezoluția temporală necesară modelelor este legată de valorile limită și de nivelurile critice ale poluantului luat în considerare. În cazuri precum dioxidul de azot (NO₂), în care se abordează depășirile orare, în principiu, un model va trebui să furnizeze concentrațiile medii orare ale acestui poluant. Același lucru este valabil și pentru particule (PM₁₀), ozon (O₃), dioxid de sulf (SO₂) și monoxid de carbon (CO), poluanți pentru care este necesară o medie orară sau medii zilnice pentru a calcula necesarul percentile. Acestea fiind spuse, este de asemenea posibil să se elaboreze un model statistic care să pună în relație media anuală de NO₂ cu depășirile orare, de exemplu, și apoi să se aplice acest model pentru a calcula depășirile NO₂. În astfel de caz, ar fi utilizate datele de monitorizare orară pentru a dezvolta relația.

Tabelul 2 rezumă rezoluțiile spațiale și temporale relevante necesare pentru modele, pentru diferiți compuși.

Cap. V Validarea modelelor

Modelele sunt validate de dezvoltatorii soluțiilor software dedicate în diverse studii (dacă acestea există se atașează la studiile ce stau la baza realizării planurilor). În plus, de obicei comparăm rezultatele cu măsurătorile pe teren utilizând obiectivele de calitate a datelor din cadrul Directivei aer, în acest sens se pot utiliza în cadrul modelărilor ca și receptori stațiile de monitorizare a calității aerului, comparând concentrațiile modelate cu cele înregistrate de stații.

Cerințe:

- scara(ile) spațială(e) și rezoluția(ile) ale sistemului de modelare ar trebui să fie astfel setat încât toate măsurătorile nivelurilor de concentrație a poluanților din domeniul de aplicare al aplicației să poată fi reproduse.



- numărul minim de stații pentru validarea modelării este de 5. Dacă numărul de stații disponibile este mai mic de 5, se recomandă alte abordări:
 - ✓ Extinderea domeniului de modelare cu zone și/sau aglomerări învecinate, adică mărirea dimensiunii domeniului de modelare pentru a include cel puțin numărul minim de stații.
 - ✓ Combinație de zone neînvecinate și aglomerări care sunt de așteptat să aibă caracteristici similare. Rețineți că același sistem de modelare ar trebui aplicat tuturor zonelor/aglomerărilor.
 - ✓ Extinderea rețelei de monitorizare prin (a) creșterea stațiilor de referință sau echivalente sau (b) permițând măsurători orientative (de exemplu, campanii de măsurare), dacă sunt comparabile în ceea ce privește incertitudinea de măsurare. În ambele cazuri, proiectarea rețelei ar trebui să fie prioritizată pe baza înțelegerii surselor semnificative.
- strategia de validare încrucișată „leaving one out (lăsând unul afară)” este recomandată ca metodologie pentru evaluarea rezultatelor asimilării sau fuziunii datelor.

În acest caz se poate utiliza software-ul FAIRMODE Delta Benchmarking <https://aqm.jrc.ec.europa.eu/> și de asemenea în etapele de realizare a studiilor și planurilor se pot utiliza întreaga suită de materiale și software puse la dispoziție în cadrul FAIRMODE.

Dacă este să facem o clasificare a modului în care se poate face validarea unui model acest lucru se poate rezuma în patru moduri diferite: operațional, de diagnostic, de evaluare a modelului dinamic și probabilistic ETC/ACM (2011). Pe lângă validarea concentrațiilor totale calculate în raport cu măsurătorile, contribuțiile individuale ale surselor ar trebui validate ori de câte ori este posibil. Deși acest lucru nu este în general posibil în cazul poluanților gazoși, în cazul particulelor, acesta poate fi susținut de analize chimice și modelarea receptorilor (EEA, 2011). Evaluarea dinamică, adică evaluarea răspunsului modelului la anumite aspecte ale schimbărilor în intrările modelului, este, de asemenea, de un interes deosebit atunci când se ocupă de contribuțiile sursei. O astfel de validare se poate concentra asupra situațiilor în care diferite tipuri de surse pot fi active în moduri diferite: diferențele pot apărea pe baza anotimpurilor (de exemplu, încălzirea clădirilor sau dezgăpezirea drumurilor în timpul iernii), în weekend (de exemplu, tipuri de trafic și volume diferite față de zilele lucrătoare) sau în timpul episoadelor determinate de condiții meteorologice specifice (de exemplu, furtuni de praf din Sahara sau când sursele relevante de emisie sunt în amonte de zona de interes). Acest lucru necesită o aplicație, model care rulează pe o perioadă semnificativă (posibil un an sau mai mult) sau în timpul episoadelor determinate de condiții meteorologice specifice. A avea un sistem de modelare



bazat pe sursă validat pe o perioadă semnificativă de timp oferă de obicei șanse mai bune de a verifica reprezentarea corectă a diferitelor surse, în diferite situații, în locul unui sistem de modelare validat doar pe perioade scurte de timp. În acest sens, sistemele de modelare care rulează operațional pe o anumită zonă pot oferi un bun punct de plecare. Cu cât este mai largă baza pe care sunt validate simulările, cu atât se poate pune mai multă încredere în estimările influenței sursei, fie pe termen lung, fie pe episoade specifice.



● Bibliografie

1. Legea nr. 104/15.06.2011 privind calitatea aerului înconjurător (publicată în Monitorul Oficial nr. 452/28.06.2011) cu modificările ulterioare;
2. 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;
3. Mircea M., Calori G., Pirovano G., Belis C.A., 2020 – *European guide on air pollution source apportionment for particulate matter with source oriented models and their combined use with receptor models*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.
4. *The application of models under the European Union's Air Quality Directive: A technical reference guide*, 2011 – European Environment Agency
5. FAIRMODE - Forum for air quality modelling in Europe_ <https://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>.
6. FAIRMODE Guidance Document on Modelling Quality Objectives and Benchmarking – Version 3,3 2022.
https://fairmode.jrc.ec.europa.eu/document/fairmode/WG1/Guidance_MQO_Bench_vs3.3_20220519.pdf.
7. The European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) - ETC/ACM Technical Paper 2011/3 July 2011. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exceedance-of-air-quality-limit-3/etc-acm-2011>.



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!

**Titlul proiectului: Consolidarea capacității instituționale pentru îmbunătățirea
politicilor din domeniul schimbărilor climatice și adaptarea la efectele schimbărilor
climatice**

**Codul proiectului: cod MySMIS 127579, cod SIPOCA 2014+:610/127579
Denumirea beneficiarului: Agenția Națională pentru Protecția Mediului (ANPM)
Data publicării: Iulie 2022**

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu
poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României.
