



Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor
Agenția Națională pentru Protecția Mediului



AGENȚIA PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI BRAȘOV

Nr. 4162 / 27.03.2023

*Raport preliminar privind Calitatea Aerului Ambiental în
județul Brașov*

pentru anul 2022



AGENȚIA PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI BRAȘOV

Adresa Str.Politehnicii, nr.3, Brașov, Cod 500019

E-mail: office@apmbv.anpm.ro ; Tel/Fax. 0268.419013, 0268.417292

Operator de date cu caracter personal, conform Regulamentului (UE) 2016/679

Cuprins

Sumar	2
1. Introducere	7
2. Prezentarea Rețelei Locale de Monitorizare a Calității Aerului Ambiental	13
3. Pulberi în suspensie, PM	15
3.1 Surse și efecte ale PM.....	15
3.2 Obiective de calitate a aerului pentru PM	16
3.3 Monitorizarea PM	16
3.4 Evoluția concentrației de PM în perioada 2017-2022.....	19
4. Ozon, O3	22
4.1 Surse și efecte ale O3.....	22
4.2 Obiective de calitate a aerului pentru O3.....	22
4.3 Monitorizarea O3 în Brașov	23
4.4 Evoluția concentrației de O3 în perioada 2017-2022.....	25
5. Dioxid de azot, NO2	27
5.1 Surse și efecte ale NO2.....	27
5.2 Obiective de calitate a aerului pentru NO2.....	27
5.3 Monitorizarea NO2 în Brașov.....	28
5.4 Evoluția concentrației de NO2 în perioada 2017-2022.....	29
6. Dioxid de sulf, SO2	31
6.1 Surse și efecte ale SO2.....	31
6.2 Obiective de calitate a aerului pentru SO2.....	31
6.3 Monitorizarea SO2 în Brașov.....	32
6.4 Evoluția concentrației de SO2 în perioada 2017-2022.....	34
7. Monoxid de carbon, CO	35
7.1 Surse și efecte ale CO.....	35
7.2 Obiective de calitate a aerului pentru CO.....	35
7.3 Monitorizarea CO în Brașov.....	36
7.4 Evoluția concentrației de CO în perioada 2017-2022.....	37
8. Benzenul	38
8.1 Surse și efecte ale benzenului.....	38
8.2 Obiective de calitate a aerului pentru benzen.....	38
8.3 Monitorizarea benzenului în Brașov.....	38
8.4 Evoluția concentrației de benzen în perioada 2017-2022.....	39
9. Metale grele	41
9.1 Surse și efecte ale metalelor grele	41
9.2 Obiective de calitate a aerului pentru metale grele.....	42
9.3 Monitorizarea metalelor grele în Brașov.....	43
9.4 Evoluția concentrației de metalelor grele în perioada 2017-2022.....	43
10. Concluzii	45

Sumar

Prezentul raport este o sinteză și analiză a calității aerului în Brașov, bazată pe datele achiziționate la stațiile de monitorizare a calității aerului ambiental din Brașov, parte integrantă a Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului.

În ultimii ani a fost înregistrat un trend descrescător al emisiilor de poluanți atmosferici, riscul expunerii la unele substanțe, cum ar fi dioxidul de sulf (SO₂) și plumbul (Pb) fiind redus semnificativ. Cu toate acestea, datorită relațiilor complexe dintre emisiile de poluanți și calitatea aerului înconjurător s-a observat că **reducerea emisiilor nu a determinat întotdeauna o scădere corespunzătoare a concentrațiilor atmosferice** în special pentru PM10 și O₃. În baza măsurărilor efectuate în Rețeaua Locală de Monitorizare a Calității Aerului în Brașov au fost înregistrate depășiri ale obiectivelor de calitate a aerului protejarea sănătății umane la PM10, NO₂ și O₃.

Raportul subliniază **impactul transportului rutier** asupra calității aerului, o problemă discutată tot mai des în ultima vreme, în special în legătură cu marile orașe. Transportul rutier este principala **sursă de dioxid de azot (NO₂)**, unul dintre poluanții care dăunează sănătății. Acest poluant este, de asemenea, un precursor al ozonului și al pulberilor în suspensie care se pot forma în aer. Transportul este, de asemenea, o **sursă importantă de pulberi în suspensie** primare, nu numai din cauza arderii combustibilului, ci și din cauza uzurii pneurilor și a plăcuțelor de frână și, nu în ultimul rând, transportul este o sursă foarte importantă de emisii de gaze cu efect de seră. În plus, transportul rutier ocupă o mare parte din spațiile noastre publice, de exemplu congestia traficului. De asemenea, transportul cauzează zgomot. Prin urmare, acesta constituie o problemă multidimensională.

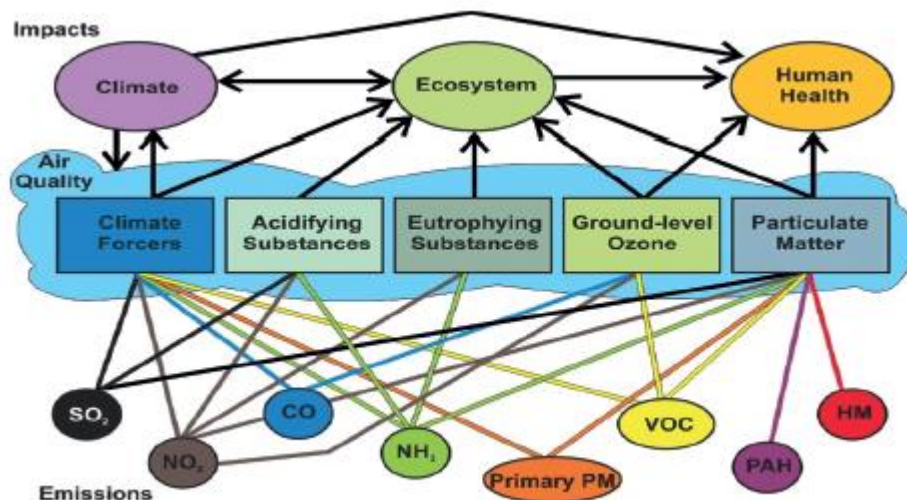
Desigur, nu se pune la îndoială rolul important pe care transportul și mobilitatea îl joacă în viața zi cu zi, dar deplasarea s-ar putea face mai durabil. Se poate observa cum multe orașe iau deja măsuri în întreaga Europă, încercând să creeze sisteme de mobilitate mai durabile. Măsurile precum taxele de congestie sunt măsuri pe termen scurt și, de aceea, trebuie luate în considerare schimbări fundamentale și inovatoare pe termen lung ale sistemului de transport pentru a îmbunătăți calitatea vieții.

De asemenea, raportul evidențiază că **încălzirea rezidențială**, în special cea cu lemne, este **o problemă mai mare decât s-ar putea crede**, în special pe timp de iarnă. Multe persoane, în special din zona rurală, utilizează centrale termice sau sobe cu lemne, care emit o cantitate mare de pulberi. Arderea combustibililor de orice tip pentru încălzirea locuințelor, a clădirilor comerciale și a altor instituții este o sursă importantă de PM_{2,5}.

O altă problemă pe timp de iarnă poate fi faptul că, în **condiții meteorologice calme**, emisiile au tendința de a se acumula aproape de sol din cauza inversiunii termice. În aceste condiții, aerul mai rece rămâne în straturile inferioare ale atmosferei și fiind mai dens previne amestecul și dispersia emisiilor în atmosferă, astfel încât poluarea rămâne aproape de sol. Condițiile meteorologice defavorabile dispersiei poluanților și favorabile acumulării poluanților în apropierea solului: calm atmosferic, inversiune termică, umiditate ridicată, precum și topografia zonei sunt reprezentative pentru **vulnerabilitatea pe care factorii naturali o conferă Brașovului pentru poluarea aerului**.

În figura 1 sunt prezentați principalii poluanți și impactul potențial al acestora asupra sănătății umane, ecosistemelor și climei.

Figura 1: Principalii poluanți atmosferici grupați în funcție de impactul asupra sănătății umane, ecosistemelor și cliimei



Notă: Poluanții indicați sunt: dioxid de sulf (SO₂), oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO), amoniac (NH₃), pulberi în suspensie (PM), compuși organici volatili (VOC), hidrocarburi aromatice polinucleare (PAH) și metale grele (HM).

Emisiile de poluanți atmosferici provin din aproape toate activitățile economice și sociale, uneori reprezentând un risc pentru climă, sănătatea umană și ecosisteme. În județul Brașov politicile și acțiunile desfășurate la nivel local au determinat reducerea emisiilor antropice și în consecință riscul de expunere a populației la concentrații dăunătoare, dar unii poluanți atmosferici pot afecta încă sănătatea umană. Emisiile de poluanți acidifianți s-au redus în ultima perioadă, astfel încât excedentul de azot atmosferic nu amenință semnificativ biodiversitatea din ecosistemele sensibile din mediul terestru și acvatic.

În ceea ce privește protecția sănătății umane, în prezent, pulberile în suspensie (PM), dioxidul de azot (NO₂) și uneori ozonul troposferic (O₃) sunt substanțele poluante care ridică probleme în județul Brașov, în special în aglomerările urbane. Unii poluanți atmosferici, cum ar fi NO_x și SO₂, sunt emiși direct în aerul ambiental din procesele de ardere a combustibililor sau din procesele industriale. Alți poluanți, cum ar fi O₃ și cea mai mare parte a PM, se formează în atmosferă în urma emisiilor de precursori, iar concentrația lor depinde în mare măsură de (schimbările în) condițiile meteorologice. Acest lucru este valabil mai ales pentru formarea O₃, inițiată la temperaturi atmosferice și intensitate a radiației solare ridicate - episoadele de concentrații ridicate de O₃, fiind astfel mai frecvente în timpul verii în perioada valurilor de căldură. În ultimii ani au fost înregistrate scăderi ale emisiilor de poluanți atmosferici specifici în județul Brașov. Cu toate acestea, în ciuda acestor reduceri, concentrațiile măsurate de poluanți relevanți pentru sănătate, cum ar fi PM și NO₂ nu au evidențiat o îmbunătățire similară. Astfel populația din mediul urban este încă expusă, uneori, la concentrații de poluanți atmosferici peste valoarea limită.

Referitor la protecția vegetației se poate afirma că există risc scăzut ca ecosistemele să fie afectate de eutrofizare, acidifiere, datorat în special reducerii concentrației de SO₂. În prezent compuși cu azot (N), emisiile de NO_x din procesele de ardere și amoniac (NH₃) din activitățile agricole ar putea reprezenta un risc pentru ecosisteme din punct de vedere al prezenței poluanților acidifianți în atmosferă. În plus față de efectele acidifiante, N, de asemenea, contribuie la excesul de nutrienți din ecosistemele terestre și acvatice, ceea ce ar putea produce modificări ale biodiversității, dar expunerea ecosistemelor sensibile afectate de azot atmosferic în exces s-a diminuat în ultima

perioadă. De asemenea, în ultimii ani au fost înregistrate scăderi ale concentrației ambientale de O₃ troposferic, riscul expunerii vegetației și recoltelor fiind astfel în scădere.

De asemenea trebuie menționat că unii poluanți ai atmosferei au impact asupra climei, fiind implicați în procese care au ca efect creșterea temperaturii globale.

Pentru a reduce poluarea aerului este necesară continuarea și intensificarea cooperării la nivel regional, național, inclusiv internațional, punând accent pe legăturile dintre politicile privind schimbările climatice și poluarea aerului.

Pulberile în suspensie

Reducerea semnificativă a unor emisii de precursori de PM sunt parțial reflectate în concentrațiile înregistrate de PM₁₀, care au scăzut ușor. Populația care trăiește în localități urbane, în special în aglomerări urbane este expusă la concentrații medii zilnice de PM₁₀ care nu respectă obiectivul de calitate a aerului pentru PM₁₀. În Brașov în zona B-dul Gării, Calea București și Memorandului și în Codlea unde a fost monitorizată continuu concentrația de PM₁₀ au fost înregistrate valori care au depășit valoarea limită, în mai puțin de 35 zile, cerință impusă prin L104/2011.

Studiile epidemiologice indică faptul că cele mai severe efecte ale expunerii populației la poluanți atmosferici sunt asociate cu pulberile în suspensie și într-o măsură mai mică ozonului.

Pulberile în suspensie ajung în atmosferă direct din emisii (pulberile primare) și sunt un produs al reacțiilor (pulberile secundare) gazelor precursore: dioxid de sulf (SO₂), oxizi de azot (NO_x), amoniac (NH₃) și compuși organici volatili (COV).

Deși în ultimii ani a fost înregistrată o scădere a emisiilor de PM primar și a precursorilor PM, populația din mediul urban este încă expusă la concentrații ambientale de PM₁₀ aflate în apropierea valorii limită.

Ozon

Reducerea concentrației precursorilor ozonului troposferic au fost reflectate parțial în concentrațiile medii anuale de ozon, în zona suburbană concentrația menținându-se la valori ridicate. În zona urbană numărul depășirilor valorii țintă (120 μg/m³) este scăzut, dar populația și vegetația din jurul aglomerației urbane este încă încă expusă la concentrații ridicate de ozon troposferic.

Ozonul este un agent oxidant puternic și un gaz cu efect de seră. La nivel european este un poluant care afectează sănătatea populației și vegetația.

Ozonul nu este emis direct în atmosferă, dar se formează dintr-un lanț de reacții fotochimice între gazele precursore: oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO) și compuși organici volatili (COV).

În ultimii ani a fost înregistrată o creștere a emisiilor de precursori ai ozonului iar populația a fost expusă la concentrații ambientale de O₃ care nu respectă obiectivele de calitate a aerului. Cele mai mari concentrații de ozon au fost înregistrate în zona suburbană (Sânpetru).

Dioxidul de azot

Concentrațiile de dioxid de azot din aerul ambiental au scăzut ca urmare a reducerii emisiilor de NO_x. Totuși scăderea emisiilor de NO_x a fost considerabil mai mare decât scăderea înregistrată pentru concentrațiile NO₂.

În unele zone urbane, unde există străzi cu trafic intens s-au înregistrat concentrații de NO₂ ridicate. Aceasta s-ar putea datora fracției crescute de NO₂ în emisiile de NO_x din trafic, ca urmare a intrării noilor vehicule diesel pe piață. În aceste vehicule sistemele de tratare a gazelor reduc emisiile de monoxid de carbon, hidrocarburi și pulberi în suspensie, dar pot crește emisiile de NO₂.

Populația din Brașov a fost expusă în 2022 la concentrații mai ridicate, concentrația medie anuală a înregistrat depășirea valorii limită în zonele cu trafic intens.

Trebuie menționat faptul că NO_x alături de NH₃ sunt principalii componenți acidifianți din aer responsabili pentru eutrofizarea ecosistemelor. Pentru a determina zonele cu ecosisteme sensibile afectate de eutrofizare datorită N atmosferic în exces trebuie efectuate studii suplimentare. Pe de altă parte, se poate afirma că zonele cu ecosisteme sensibile afectate de acidifierea excesivă din poluarea aerului a scăzut considerabil din 1990 (în special datorită reducerii emisiilor de SO₂).

Dioxidul de sulf

Concentrațiile ambientale de SO₂ și a depunerilor acide din Brașov au scăzut în ultima perioadă ca urmare a scăderii emisiilor de SO₂ datorită reducerii unor activități industriale (producerea de energie electrică și termică din cărbune, etc.).

În anul 2022, populația din Brașov nu a fost expusă la valori de concentrații mari de SO₂, dioxidul de sulf nefiind un motiv de îngrijorare pentru sănătatea populației.

Monoxidul de carbon

Concentrațiile ambientale scăzute de CO înregistrate la stațiile de monitorizare din Brașov sunt datorate emisiilor scăzute de CO.

În zonele în care a fost monitorizată continuu concentrația de CO în aerul ambiental în anul 2022 au fost înregistrate concentrații mici de CO, valori mai ridicate fiind înregistrate sporadic în zonele cu trafic intens sau în perioada de iarnă.

Benzenul

Concentrațiile ambientale scăzute de benzen înregistrate la stațiile de monitorizare din Brașov sunt datorate, în special, emisiilor provenite din traficul rutier.

În zonele în care a fost monitorizată continuu concentrația de benzen din aerul ambiental în anul 2022 nu au fost înregistrate concentrații mai mari decât valoarea limită, dar benzenul alături de alți compuși organici volatili, NO₂ și CO este un precursor al ozonului troposferic, cu efectele asociate asupra sănătății populației și a ecosistemelor.

Metalele grele

Concentrațiile atmosferice de plumb (Pb), cadmiu (Cd), arsen (As) și nichel (Ni) sunt mici în Brașov și nu depășesc valorile limită sau țintă. Cu toate acestea, acești poluanți pot contribui la acumularea metalelor grele în soluri, sedimente și în organisme.

Având în vedere că nivelul concentrațiilor atmosferice de metale grele este mic, în Brașov nu există risc de contaminare cu metale grele.

Gestionarea calității aerului

Începând cu anul 2009, Agenția pentru Protecția Mediului în colaborare cu administrațiile locale au elaborat și au pus în aplicare programul integrat de gestionare a calității aerului în aglomerarea Brașov, unde este necesară reducerea concentrației de PM₁₀ și dioxid de azot, fiind implementate în special măsuri pentru reducerea emisiilor la sursă și reducerea expunerii. Este necesară implementarea în continuare a planurilor de gestionare a calității aerului la nivel local, care să includă inițiative ca declararea unor zone cu emisii scăzute sau taxarea pentru aglomerarea traficului în zonele cu aer poluat, sau reducerea transportului motorizat. Aceste acțiuni completează măsurile luate la nivel național, ca de exemplu politicile de stabilire a plafoanelor naționale de emisie (limite naționale de emisie pentru SO₂, NO_x, NMVOCs și NH₃), care reglementează emisiile din surse mobile (standardele de emisie Euro pentru autovehicule) și surse staționare (reducerea emisiilor de PM, NMVOCs, NO_x și SO₂ provenite de la instalațiile mari de ardere), introducerea

unor reglementări privind calitatea carburanților și stabilirea standardelor privind calitatea aerului ambiental.

Conform prevederilor OM 1206/2015 și OM 598/2018 municipiul Brașov este încadrat în regimul I de gestionare a calității aerului, deoarece după evaluarea calității aerului s-a înregistrat depășirea valorii limită prevăzută în L 104/2011 pentru concentrația de NO₂ și PM₁₀. Astfel Primăria Municipiului Brașov a elaborat Planul integrat de calitate a aerului în municipiul Brașov, pentru perioada 2018-2022, care a fost aprobat cu HCL nr. 628 din 31.10.2018.

Planul integrat de calitate a aerului în municipiul Brașov, pentru perioada 2018-2022 și HCL nr.628/31.10.2018 pot fi accesate de pe site-ul APM Brașov la <http://apmbv.anpm.ro/web/apm-brasov/calitatea-aerului>

În OM 1206/2015 restul localităților din județul Brașov sunt încadrate în regimul II de gestionare a calității aerului, deoarece după evaluarea calității aerului s-a înregistrat respectarea valorii limită prevăzută în L 104/2011 pentru toți poluanții și NO₂ cu excepția Municipiului Brașov. Pentru aceste localități Consiliul Județean Brașov a elaborat Planul de menținere a calității aerului în județul Brașov pentru perioada 2018-2022, care a fost aprobat prin HCJ nr. 418 din 28.11.2018.

Planul de menținere a calității aerului în județul Brașov, pentru perioada 2018-2022 și HCJ nr. 418/28.11.2018 pot fi accesate de pe site-ul APM Brașov la <http://apmbv.anpm.ro/web/apm-brasov/calitatea-aerului>

Reducerea cu succes a poluării aerului necesită o cooperarea internațională. Având în vedere transportul pe distanțe lungi al poluanților și relația dintre poluarea aerului și schimbările climatice, se impune luarea unor decizii la nivel internațional cu privire la atingerea obiectivelor privind schimbările climatice și calitatea aerului care pot asigura că implementarea politicilor privind schimbările climatice și poluarea aerului vor oferi beneficii mai mari societății.

1. Introducere

1.1 Poluarea aerului

Calitatea necorespunzătoare a aerului afectează sănătatea umană și ecosistemele, cele mai vizibile efecte fiind: generarea unor costuri ridicate pentru asigurarea sănătății populației pe termen scurt și lung, afectarea ecosistemelor și producerea fenomenului de eroziune, coroziune, precum și deteriorarea materialelor, inclusiv a obiectelor de patrimoniu cultural.

Atingerea unui nivel de calitate a aerului care nu prezintă riscuri și nu are impact negativ semnificativ asupra sănătății umane și a mediului este obiectivul pe termen lung stabilit în al șaselea program de acțiune pentru mediu la nivelul UE. Ulterior au fost stabilite obiective intermediare pentru îmbunătățirea sănătății umane și a mediului, prin îmbunătățirea calității aerului prin strategia tematică privind poluarea aerului a Comisiei Europene.

În județul Brașov au fost realizate progrese în reducerea emisiilor antropice de poluanți atmosferici în principal în ultimul deceniu. Cu toate acestea, calitatea aerului rămâne o problemă pentru sănătatea populației în Brașov. În prezent, pulberile în suspensie (PM), dioxidul de azot (NO₂) și ozonul (O₃) troposferic (de la nivelul solului) sunt substanțele poluante cele mai problematice în ceea ce privește afectarea sănătății umane și a ecosistemelor. Expunerea pe termen lung și/sau scurt la concentrații ridicate a acestor poluanți în aerul ambiental poate provoca efecte adverse asupra sănătății, variind de la iritații minore ale sistemului respirator, contribuții la creșterea incidenței bolilor respiratorii și cardiovasculare până la reducerea speranței de viață. Acești poluanți pot afecta sistemul cardio-respirator al populației de toate vârstele, dar prezintă un risc suplimentar pentru categoriile sensibile copii, bolnavi de inimă și boli respiratorii cronice precum și persoanele în vârstă (OMS, 2005).

Un succes evident al politicii privind limitarea poluării aerului a fost reducerea semnificativă a emisiilor de poluanți acidifișanți, în special dioxid de sulf (SO₂). Dar în ceea ce privește azotul (N), este necesară implementarea unor măsuri pentru reducerea concentrației compușilor cu azot, aceștia fiind acum principalul component acidifiant din aerul ambiental. Excesul de poluare cu N poate provoca, de asemenea, eutrofizarea. Astfel, excesul de nutrienți cu azot din depunerile atmosferice și, în special, din utilizarea îngrășămintelor cu azot pe terenurile agricole pot duce la eutrofizarea ulterioară a ecosistemelor terestre, de apă dulce, marine și de coastă.

1.2 Obiectivele raportului

Prezentul raport privind calitatea aerului înconjurător în județul Brașov, pentru anul 2022, destinat informării publicului este elaborat pe baza datelor de calitate a aerului validate de către operatorul local din cadrul Agenției pentru Protecția Mediului Brașov. Aceste date au caracter preliminar, fiind în curs de certificare de către Agenția Națională pentru Protecția Mediului.

Raportul prezintă progresele înregistrate referitoare la îndeplinirea cerințelor directivei 50/2008 privind calitatea aerului în vigoare, transpusă prin Legea 104/2011 (actualizată) privind calitatea aerului și este elaborat pentru a sprijini dezvoltarea și implementarea politicilor din domeniul calității aerului la nivel județean și național, pentru a realiza o politică preventivă în domeniul protecției atmosferei. De asemenea, poate fi utilizat în gestionarea calității aerului și pentru informarea publicului interesat cu privire la starea actuală și evoluția calității a aerului în Brașov, Codlea, Sânpetru și Fundata.

1.3 Efectele poluării aerului

Poluarea aerului este o problemă locală, regională și transfrontieră cauzată de poluanți specifici emiși direct sau formați în atmosferă prin intermediul reacțiilor chimice, efectele negative, incluzând:

- efecte asupra sănătății umane cauzate de expunerea la poluanți atmosferici prin inspirarea poluanților transportați în aer sau acumulați în lanțul alimentar a celor depozitați;
- acidificarea ecosistemelor terestre și acvatice, putând determina pierderea florei și a faunei;
- eutrofizarea ecosistemelor terestre și acvatice, putând determina schimbări în diversitatea speciilor;
- distrugerea pădurilor, altor plante și culturilor sau reducerea randamentului agricol al culturilor, ca urmare a expunerii la ozon troposferic;
- impactul metalelor grele și al poluanților organici persistenti asupra ecosistemelor, ca urmare a toxicității lor pentru mediu și din cauza bioacumulării acestora;
- efectele asupra schimbării climei;
- reducerea vizibilității atmosferice;
- distrugerea materialelor și a patrimoniului cultural ca urmare a depunerilor de particule și a expunerii la poluanți acidifișanți și ozon.

Impactul asupra sănătății populației

Poluarea aerului este un risc major de mediu pentru sănătatea populației. Numeroase studii științifice au legat poluarea aerului de următoarele efecte asupra sănătății populației:

- efecte asupra sistemului respirator, determinând apariția sau agravarea unor boli respiratorii, reducerea funcției pulmonare, creșterea frecvenței și severității simptomelor respiratorii, cum ar fi tuse și dificultăți de respirație sau susceptibilitate crescută la infecții respiratorii;
- efecte asupra sistemului cardiovascular;
- efecte asupra sistemului nervos, afectând procesul de învățare, memoria și comportamentul;
- efecte asupra sistemului de reproducere;
- cancer.

Unele dintre aceste efecte pot duce chiar la moarte prematură. Persoanele sensibile, cum ar fi persoanele în vârstă, copiii și persoanele cu boli pre-existente de inimă și boli pulmonare sau diabet, prezintă cel mai mare risc asupra sănătății datorat poluării aerului.

Impactul asupra ecosistemelor

Poluarea aerului afectează și ecosistemele. De exemplu, ozonul troposferic poate dăuna culturilor agricole sau altor plante, afectând creșterea acestora, poate reduce capacitatea plantelor de a prelua CO₂ din atmosferă și afectează în mod indirect ecosisteme întregi și clima planetei.

Depunerile atmosferice de compuși cu sulf și cu azot au efecte acidifișante asupra solurilor și a apelor dulci. Acidificarea produce tulburări în funcționarea și structura ecosistemelor, cu efecte ecologice nocive, inclusiv pierderea biodiversității. De asemenea, depunerea compușilor de azot poate duce la eutrofizarea (surplus de nutrienți din azot) ecosistemelor terestre și acvatice. Consecințele includ modificări în diversitatea speciilor, invazii de noi specii și creșterea concentrației de azotat în apele subterane.

Impactul asupra mediului nu depinde numai de ratele de emisie a poluanților în aer, ci și de locul și condițiile de emisie și de locul de amplasare al receptorului. Factorii care determină transportul, transformările chimice și depunerea poluanților atmosferici, inclusiv condițiile meteo și topografia sunt de asemenea importante. Mai mult, impactul poluării aerului asupra ecosistemelor depinde, de asemenea, de sensibilitatea ecosistemelor la acidifișare, eutrofizare, depunere de metale grele și expunerea directă a ecosistemelor la concentrațiile de poluanți.

Impactul asupra schimbării climei

Poluarea aerului poate influența, de asemenea, clima Pământului. Unii poluanți atmosferici, gaze (de exemplu, ozon) sau pulberile în suspensie (aerosoli) pot modifica balanța energetică a Pământului, determinând astfel modificarea climei, fie prin reflexia radiației solare (de exemplu, aerosoli de tip sulfat), determinând răcirea atmosferei, fie prin absorbția radiațiilor solare (aerosoli – “black carbon”, format prin arderea incompletă a combustibililor fosili, biocombustibililor și biomasei), încălzind astfel atmosfera. În plus, aerosolii pot influența formarea, microfizica și proprietățile optice ale norilor, cu efecte climatologice indirecte. Depunerea unor aerosoli (de exemplu, black carbon) poate schimba, de asemenea, reflexia suprafeței pământului, mai ales pe gheață și suprafețele acoperite de zăpadă, accelerând astfel topirea.

Impactul asupra materialelor

Poluarea aerului poate deteriora materiale. Este recunoscut faptul că poluanții atmosferici au accelerat foarte mult procesul de degradare a clădirilor și patrimoniului cultural fizic, cum ar fi clădiri istorice, lucrări de artă și comori arheologice. Principalele forme de degradare sunt coroziune sau eroziune (cauzate de acidifiere și oxidare) și depunerile de pulberi.

Tabelul 1 prezintă o sinteză a principalelor efecte ale poluanților atmosferici monitorizați în Rețeaua Locală de Monitorizare a Calității Aerului din Brașov. Fiecare poluant produce o gamă largă de efecte asupra sănătății umane, mediului și climei, variind de la ușor până la sever pe măsură ce concentrația sau expunerea crește.

Tabelul 1: Efectele poluanților atmosferici asupra sănătății umane, mediului și climei

<i>Poluant</i>	<i>Efecte asupra sănătății</i>	<i>Efecte asupra mediului</i>	<i>Efecte asupra climei</i>
Pulberi în suspensie (PM)	Pot provoca sau agrava bolile cardiovasculare și pulmonare (ex: reduc funcția pulmonară, provoacă atacuri de astm, bronșită cronică, sensibilitate la infecții respiratorii), atacuri de cord și aritmii. Pot afecta sistemul nervos central, sistemul de reproducere și pot cauza cancer. Rezultatul poate fi moartea prematură.	Pot afecta animalele în același mod ca și oamenii. Afectează creșterea plantelor și procesele din ecosisteme. Pot provoca daune și murdărirea clădirilor, inclusiv a monumentelor și obiectelor de patrimoniului cultural. Reduc vizibilitatea.	Efectele climatice variază în funcție de dimensiunea și compoziția PM: unele sunt reflectorizante și conduc la o răcire netă, în timp ce altele absorb radiația solară determinând încălzirea atmosferei. Pot duce la schimbarea modelelor de precipitații. Unele depuneri pot schimba reflectivitatea suprafeței terestre.
Dioxid de azot (NO ₂)	Poate afecta ficatul, plămâni, splina și sângele. Poate agrava bolile pulmonare, simptomele respiratorii și sensibilitatea crescută la infecții respiratorii.	Contribuie la acidifierea și eutrofizarea solului și a apei, ceea ce duce la schimbări în diversității speciilor. Crește sensibilitatea la unii factori de stres ai vegetației (cum ar fi seceta). Este un precursor al ozonului și al PM cu efectele asociate asupra mediului. Formând acidul azotic poate degrada fațadele clădirilor.	Contribuie la formarea ozonului și PM, cu efectele climatice asociate.
Ozon (O ₃)	Irită ochii, nasul, gâtul și plămâni. Poate afecta gâtul și țesuturile pulmonare, ceea ce duce la scăderea funcției pulmonare;	Afectează vegetația: distruge frunzele, reduce fotosinteza, afectează reproducerea și creșterea plantelor și scade randamentul	Ozonul este un gaz cu efect de seră contribuind la încălzirea atmosferei.

	simptome respiratorii, cum ar fi tuse și întreruperi de respirație, astm bronșic agravat și alte boli pulmonare. Poate determina mortalitate prematură.	recoltelor. Ozonul poate modifica structura ecosistemului, poate reduce biodiversitatea și capacitatea plantelor de asimilare a CO ₂ .	
Dioxid de sulf (SO ₂)	Agravează astmul și poate reduce funcția pulmonară și inflama tractul respirator. Poate provoca dureri de cap, în general disconfort și anxietate.	Contribuie la acidifierea solului și a apei de suprafață. Contribuie indirect la transformarea mercurului, la bioacumularea metilmercurului (toxic). Cauzează prejudiciu vegetației și pierderi locale de specii din sistemele acvatice și terestre. Contribuie la formarea pulberilor anorganice cu efectele asociate de mediu. Degradează materialele construcțiilor.	Contribuie la formarea particulelor de tip sulfat, răcind atmosfera.
Monoxid de carbon (CO)	Poate duce la apariția bolilor de inima și deteriorarea sistemului nervos (ex: modificări de personalitate și memorie, confuzie mentală și pierderea vederii). Poate provoca dureri de cap, amețeli și oboseală.	Poate afecta animalele în același fel ca oamenii, deși concentrațiile care cauzează aceste efecte sunt puțin probabile în mediu ambiantal, cu excepția unor evenimente extreme, cum ar fi incendiile de pădure.	Contribuie la formarea gazelor cu efect de seră, cum ar fi emisiile de CO ₂ și ozon.
Benzen	Poate provoca leucemie și defecte la naștere. Poate afecta sistemul nervos central și producția normală de sânge și poate afecta sistemul imunitar.	Are un efect toxic acut asupra vieții acvatice. Se bioacumulează în special la nevertebrate. Poate duce la apariția unor probleme de reproducere și modificări ale aspectului sau comportamentului. Poate deteriora frunzele culturilor agricole și poate provoca moartea plantelor.	Benzenul este un gaz cu efect de seră, care contribuie la încălzirea atmosferei. De asemenea, contribuie la formarea ozonului și PM secundare, care pot determina schimbări climatice.
Plumb	Poate afecta aproape orice organ și sistem, în special sistemul nervos. Poate provoca naștere prematură, afectează dezvoltarea mentală și reduce creșterea. Poate avea, de asemenea, efecte cardiovasculare și renale la adulți și efecte legate de anemie.	Se bioacumulează și are impact advers atât asupra sistemelor terestre cât și sistemelor acvatice. Are efecte asupra vieții animalelor, provoacă probleme în reproducere și schimbări în aspect sau comportament.	Nu sunt efecte specifice.
Nichel	Mai mulți compuși ai nichelului sunt clasificați drept cancerigeni.	Nichelul și compușii săi pot avea efecte toxice acute și cronice pentru viața acvatică.	Nu sunt efecte specifice.

	Efectele necancerigene includ reacții alergice cutanate, efecte asupra tractului respirator, sistemului imunitar și sistemului endocrin.	Poate afecta animalele în același fel ca oamenii.	
Cadmiu	Cadmiul, în special oxidul de cadmiu este probabil cancerigen. Poate avea efecte asupra sistemului de reproducere și este toxic pentru sistemul respirator. Poate afecta permanent rinichii, poate produce anemie, oboseală și pierderea mirosului. Poate provoca, de asemenea, deteriorarea sistemului pulmonar, a respirației, dureri în piept și acumularea de lichid în plămâni.	Este toxic pentru viața acvatică, fiind absorbit de organisme din apă. Interacționează cu componentele citoplasmatică, cum ar fi enzimele, cauzând efecte toxice în celule. Cadmiul este foarte persistent în mediu și se bioacumulează.	Nu sunt efecte specifice.
Arsen	Arsenul anorganic este cancerigen pentru om. Poate cauza scăderea producției de celule roșii și albe din sânge, poate afecta vasele de sânge, poate cauza anomalii ale ritmului cardiac și în funcționarea ficatului și rinichilor. Poate deteriora sistemul nervos periferic	Foarte toxic pentru viața acvatică, păsări și animale terestre. Unde solul are un conținut ridicat de arsen, creșterea plantelor și randamentele culturilor pot fi reduse. Compușii organici de arsen sunt foarte persistenti în mediu și se bioacumulează.	Nu sunt efecte specifice.

1.4 Calitatea aerului – problemă pentru mediul din aglomerarea Brașov

În ciuda progreselor semnificative înregistrate în reducerea principalelor emisii de poluanți antropici sănătatea umană și mediul înconjurător sunt în continuare afectate de calitatea aerului. După cum s-a menționat mai sus, poluarea aerului are efecte adverse asupra sănătății și ecosistemelor, influențează vizibilitatea, contribuie la schimbările climatice și la degradarea materialelor, inclusiv a patrimoniului cultural.

Necesitatea îmbunătățirii calității aerului a fost recunoscută la nivel european în urmă cu mult timp, dezastrul din valea Meuse din 1930 și smogul din Londra din 1952, determinând adoptarea legislației de calitate a aerului. În ultimele decenii a fost implementată legislația și au fost luate măsuri la nivel local, regional, național și al UE, precum și prin convenții internaționale, cum ar fi Convenția asupra poluării atmosferice transfrontiere pe distanțe lungi, (CEE-ONU, 1979). Legislația specifică a fost adoptată și implementată în România, inclusiv în Brașov, în ultimul deceniu.

În ultimii ani, factorii de decizie au recunoscut din ce în ce mai mult legăturile dintre poluarea aerului și schimbările climatice, precum și beneficiile elaborării unei politici cu răspunsuri coerente și integrate. Poluarea aerului poate afecta schimbările climatice, la fel cum schimbarea climei poate influența dispersia poluanților în atmosferă, formarea și transformarea chimică a acestora în atmosferă, precum și depunerea lor. Producerea energiei termice și electrice,

transporturile și agricultura sunt surse majore de gaze cu efect de seră și poluanți atmosferici. Sectorul transporturilor este în mare măsură responsabil și pentru poluarea fonică.

Politicile de combatere a schimbărilor climatice sau zgomotului pot să contribuie substanțial la reducerea poluării aerului, dar unele măsuri de combatere a schimbărilor climatice pot înrăutăți calitatea aerului. De asemenea, politicile privind calitatea aerului și măsurile implementate pentru reducerea concentrației de poluanți în aerul ambiental pot avea atât impact pozitiv, cât și negativ asupra schimbărilor climatice. Din acest motiv, este important ca politicile și măsurile implementate să maximizeze co-beneficiile, să gestioneze integrat emisiile de poluanți ai aerului ambiental și gazele cu efect de seră, la cel mai mic cost pentru societate. Astfel, este necesară continuare dezvoltării unor modele, care explorează efectele politicilor prin cuplarea costurilor cu înțelegerea actuală a transportului și chimiei din atmosferă, climei și ecosistemelor.

Deoarece impactul poluării aerului poate să apară la orice scară, politicile de gestionare a calității aerului trebuie să fie implementate și coordonate la nivel local regional, național, european și intercontinental. Este important să fie aplicat conceptul subsidiarității în domeniul gestionării calității aerului, ceea ce înseamnă că deciziile trebuie luate la cel mai adecvat nivel. Acțiunile ar trebui să urmărească reducerea la minimum a expunerii și efectelor poluării aerului, cât mai eficient și efectiv posibil, folosind trei tipuri principale de măsuri:

- reducerea emisiilor la sursă;
- măsuri structurale, de exemplu planificarea urbană, care pot reduce emisiile și minimiza expunerea;
- măsuri de comportament, inclusiv minimizarea presiunilor asupra calității aerului prin modificarea stilului de viață și a consumului de energie, sau reducerea expunerii prin evitarea unor zone (inclusiv rămânând în interior, acasă) în zilele foarte poluate.

Politicile și programele de gestionare a calității aerului, la orice nivel, ar trebui să vizeze minimizarea riscurilor și a efectelor prin adoptarea progresivă a unei abordări integrate pentru reducerea concentrației mai multor poluanți, îndepărtarea mai multor riscuri implementând, când și unde este posibil, măsuri care au efect în îmbunătățirea calității aerului, încetinirea schimbărilor climatice și reducerea zgomotului.

Conform prevederilor legale referitoare la evaluarea calității aerului, rezultatele obținute din măsurări sunt completate cu date obținute din modelarea dispersiei poluanților emiși în atmosferă.

Planul integrat de calitate a aerului în municipiul Brașov, pentru perioada 2018-2022 și HCL nr.628/31.10.2018 pot fi accesate de pe site-ul APM Brașov la <http://apmbv.anpm.ro/web/apm-brasov/calitatea-aerului>

În OM 1206/2015 restul localităților din județul Brașov sunt încadrate în regimul II de gestionare a calității aerului, deoarece după evaluarea calității aerului s-a înregistrat respectarea valorii limită prevăzută în L 104/2011 pentru toți poluanții și NO₂ cu excepția Municipiului Brașov. Pentru aceste localități Consiliul Județean Brașov a elaborat Planul de menținere a calității aerului în județul Brașov pentru perioada 2018-2022, care a fost aprobat prin HCJ nr. 418 din 28.11.2018.

Planul de menținere a calității aerului în județul Brașov, pentru perioada 2018-2022 și HCJ nr. 418/28.11.2018 pot fi accesate de pe site-ul APM Brașov la <http://apmbv.anpm.ro/web/apm-brasov/calitatea-aerului>

Reducerea cu succes a poluării aerului necesită o cooperarea internațională. Având în vedere transportul pe distanțe lungi al poluanților și relația dintre poluarea aerului și schimbările climatice, se impune luarea unor decizii la nivel internațional cu privire la atingerea obiectivelor privind schimbările climatice și calitatea aerului care pot asigura că implementarea politicilor privind schimbările climatice și poluarea aerului vor oferi beneficii mai mari societății.

2. Prezentarea RLMCA Braşov

Calitatea aerului ambiental a fost monitorizată în anul 2022 în Reţeaua Locală de Monitorizare a Calităţii Aerului Braşov (RLMCA Braşov) gestionată de Laboratorul APM Braşov. Concentraţiile poluanţilor specifici reglementaţi în legislaţia naţională, care transpune Directiva 2008/50/EC privind calitatea aerului ambiental, au fost măsurate continuu în 7 staţii automate de monitorizare a calităţii aerului, amplasate, conform criteriilor indicate în legislaţie, în zone reprezentative pentru fiecare tip de staţie:

- **Staţie de trafic: staţia BV1 – B-dul Calea Bucureşti** – amplasată în zonă cu trafic intens;
- **Staţie de trafic: staţia BV3 – B-dul Gării** – amplasată în zonă cu trafic intens;
- **Staţie de fond urban: staţia BV2 – str. Castanilor și din 19 noiembrie 2018 relocată pe str. Memorandului** – amplasată în zonă rezidenţială, pentru a evidenţia gradul de expunere a populaţiei la nivelul de poluare urbană;
- **Staţie de fond industrial: staţia BV5 – B-dul Al. Vlahuţă** – al cărei amplasament a rezultat din evaluarea preliminară a calităţii aerului pentru a evidenţia influenţa emisiilor din zona industrială asupra nivelului de poluare din zona de sud a municipiului Braşov;
- **Staţie de fond suburban: staţia BV4 – comuna Sânpetru** – având ca obiectiv evaluarea expunerii la ozon a populaţiei și vegetaţiei de la marginea aglomeraţiei;
- **Staţie de fond urban: staţia BV6 – str. 9 Mai, Codlea** - amplasată în zonă rezidenţială, pentru a evidenţia gradul de expunere a populaţiei la nivelul de poluare urbană din judeţul Braşov;
- **Staţie de tip EMEP: EM1** – comuna Fundata – monitorizează și evaluează poluarea aerului în context transfrontier, la lungă distanţă.

Poluanţii monitorizaţi, metodele de măsurare, valorile limită, pragurile de alertă și de informare s-au stabilit în legislaţia naţională privind protecţia atmosferei și respectă reglementările europene.

În staţiile de monitorizare din Braşov, parte integrantă a reţelei naţionale de monitorizare a calităţii aerului, s-au efectuat măsurări continue pentru: dioxid de sulf (SO_2), oxizi de azot (NO, NO_2 , NO_x), monoxid de carbon (CO), pulberi în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}) automat (prin nefelometrie ortogonală) și gravimetric, ozon (O_3) și precursori organici ai ozonului (benzen, toluen, etilbenzen, o-xilen, m-xilen și p-xilen). Datele referitoare la concentraţiile probelor aspirate prin sistemul de distribuţie al aerului, furnizate de analizoare la fiecare 6 secunde, au fost achiziţionate, procesate și stocate în valori medii de un data logger.

Pentru a caracteriza condiţiile de prelevare și a corelarea nivelului concentraţiei poluanţilor cu sursele de poluare au fost înregistrate continuu valorile pentru următorii parametrii meteo relevanţi pentru prelevare: direcţie și viteză vânt, temperatură, presiune, umiditate, precipitaţii și intensitate a radiaţiei solare. Semnalele furnizate de senzorii meteorologici au fost achiziţionate, procesate și stocate în valori medii de un data logger.

Metodele de măsurare folosite pentru determinarea poluanţilor specifici sunt metodele de referinţă prevăzute în Legea 104/2011 (actualizată).

În tabelul următor sunt indicate metodele de măsurare a poluanţilor în reţeaua automată de monitorizare a calităţii aerului.

Tabelul 2: Metode de referință pentru monitorizarea poluanților în rețeaua locală de monitorizare a calității aerului din Brașov

Nr. Crt.	Poluant	Metoda de determinare	Standard de referință
1	Dioxidul de sulf	fluorescență în UV	SR EN 14212 Calitatea aerului înconjurător. Metodă standard de măsurare a concentrației de dioxid de sulf prin fluorescență în ultraviolet
2	Oxizi de azot	chemiluminiscentă	SR EN 14211 Calitatea aerului înconjurător. Metodă standard de măsurare a concentrației de dioxid de azot și oxizi de azot prin chemiluminiscentă
3	Monoxid de carbon	spectrometrie în IR nedispersiv	SR EN 14626 Calitatea aerului înconjurător. Metodă standard de măsurare a concentrației monoxid de carbon prin spectroscopie în infraroșu nedispersiv
4	Ozon	fotometrie în UV	SR EN 14625 Calitatea aerului înconjurător. Metodă standard de măsurare a concentrației de ozon prin fotometrie în ultraviolet
5	Pulberi în suspensie PM 10 și PM 2,5	gravimetrie	SR EN 12341 Calitatea aerului înconjurător – Metodă standardizată de măsurare gravimetrică pentru determinarea fracției masice de PM10 sau PM 2,5 a particulelor în suspensie
6	Benzen	gaz cromatografie	SR EN 14662 partea 3 Calitatea aerului înconjurător. Metodă standard de măsurare a concentrației de benzen
7	Metale grele (Pb, Cd, Ni)	spectrometrie de absorbție atomică	SR EN 14902 Calitatea aerului înconjurător. Metoda standardizată pentru măsurarea Pb, Cd, As și Ni în fracția PM 10 a particulelor în suspensie

Realizarea monitorizării calității aerului se desfășoară în cadrul legal, stabilit prin transpunerea cerințelor din directivele europene și prin implementarea acestora la nivel național, local și regăsite în Capitolul 22 – Protecția mediului înconjurător și particularizat la specificitatea problemelor din Brașov. Acțiunile de monitorizare au la bază îmbunătățirea condițiilor de viață la toate nivelurile și asigurarea unei dezvoltări durabile în condiții de compatibilitate a schimbului de date.

În ultimii ani se poate observa o îmbunătățire a calității aerului, dar și accelerarea procesului de încălzire globală. Pentru a menține și îmbunătăți calitatea aerului ambiental și a realiza o protecție eficientă prin metode moderne și eficiente este important să fie implementate cele mai bune tehnici disponibile pentru diversele domenii de activitate, măsurile de ameliorare și combatere a poluării fiind evaluate prin monitorizarea calității aerului ambiental.

3. Pulberi în suspensie, PM

3.1 Surse și efecte ale PM

Pulberi în suspensie (PM) este termenul generic folosit pentru un amestec de particule de aerosoli (solide și lichide), cu dimensiuni și compoziție chimică diferită. PM_{2,5} se referă la „particule fine” care au diametrul aerodinamic mai mic de 2,5 μm, iar PM₁₀ se referă la particulele cu diametrul aerodinamic mai mic de 10 μm, incluzând fracția de particule grosiere, pe lângă fracția PM_{2,5}.

PM sunt emise direct ca particule primare sau se formează în atmosferă din reacția chimică a emisiilor de gaze primare – precursori – acestea fiind numite particule secundare. Cei mai importanți precursori pentru particule secundare sunt dioxidul de sulf, oxizi de azot, amoniac și compușii organici volatili (COV). Unii precursori (SO₂, NO_x, NH₃) reacționează în atmosferă și formează sulfat și azotat de amoniu sau alți compuși care condensează și formează în aer aerosoli secundari anorganici. COV sunt oxidați la produși mai puțin volatili, care formează aerosoli secundari. PM pot proveni din surse naturale (sare de mare, praf suspendat, polenul, cenușa vulcanică), sau din surse antropice, în special din arderea combustibililor pentru producerea de energie termică și electrică, incinerare, sau pentru încălzirea locuințelor din gospodăriile populației și a vehiculelor. În orașe gazele emise de vehicule, resuspensia prafului de pe carosabil și arderea combustibililor pentru încălzirea locuințelor sunt surse importante locale.

Ca indicatori de risc pentru sănătatea populației, OMS recomandă utilizarea concentrației masice de PM₁₀ și PM_{2,5} măsurată în micrograme (μg) pe metru cub (m³) de aer (OMS, 2005; OMS, 2007). Frația grosieră de PM₁₀ poate afecta căile respiratorii și plămâni. Frația fină (PM_{2,5}) reprezintă o problemă de sănătate, în special pentru că poate pătrunde în sistemul respirator până la nivelul alveolelor și să fie absorbită în fluxul sangvin sau poate rămâne în țesutul pulmonar pentru perioade lungi de timp. Pentru protecția sănătății umane, Directiva privind calitatea aerului (CE/2008), stabilește, pe lângă valorile limită pentru PM₁₀ și valori limită pentru PM_{2,5}.

Studiile epidemiologice atribuie efecte severe asupra sănătății poluării aerului provocate de PM și într-o mai mică măsură ozonului. Efectele asupra sănătății provocate de particule fine (PM_{2,5}) sunt cauzate de inhalarea și pătrunderea acestora în plămâni. Atât interacțiunile chimice cât și cele fizice cu țesuturile pulmonare pot induce iritații sau distrugerii ale acestora. Particulele pătrund cu atât mai mult în plămâni cu cât sunt mai mici.

Expunerea la aerul poluat cu PM poate afecta sănătatea, atât pe termen scurt cât și pe termen lung, fiind asociată cu probleme respiratorii, cum ar fi astmul, efecte cardiovasculare, dezvoltarea deficitară a plămânilor și a funcției pulmonare la copii, greutate redusă la naștere și deces (OMS, 2005; OMS, 2006). Studiile epidemiologice indică faptul că nu există nici o concentrație prag sub care să nu existe efecte negative asupra sănătății în urma expunerii la PM, atât în caz de mortalitate cât și de morbiditate. În multe cazuri, doar rezultatele grave de sănătate, cum ar fi riscul crescut de mortalitate și speranța redusă de viață, sunt luate în considerare în studiile epidemiologice și analizele de risc, din cauza lipsei de date colectate pentru alte probleme de sănătate.

Exemple de efecte pe termen scurt ale poluării aerului cu PM includ iritații ale ochilor, nasului și gâtului, inflamații și infecții respiratorii, bronșita și pneumonia. Alte simptome pot include dureri de cap, greață, și reacții alergice. Efectele pe termen lung asupra sănătății includ boli cronice respiratorii, cancer pulmonar, boli de inimă și chiar afecțiuni ale creierului, nervilor, ficatului și rinichilor.

Pe lângă efectele asupra sănătății umane, PM pot avea efecte negative asupra schimbărilor climatice și ecosistemelor, așa cum este indicat în tabelul 1. De asemenea se depun și pot avea un efect coroziv asupra patrimoniului material și cultural, în funcție de compoziția chimică.

3.2 Obiective de calitate aerului pentru PM

Limita pentru PM10 și PM2,5, precum și valorile țintă pentru protecția sănătății sunt indicate în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambianatal și sunt prezentate în tabelul 3. Valoarea limită pentru PM10 este în vigoare de la 1 ianuarie 2007. Termenul limită pentru respectarea valorii țintă pentru PM2,5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a fost 1 ianuarie 2010, în timp ce termenele pentru îndeplinirea altor limite și valori „obligatorii” pentru PM2,5 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sunt 2015 sau 2020.

Tabelul 3: Obiective de calitate aerului pentru PM

Nr. Crt.	Fracția de PM	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	PM 10, valoarea limită	zi	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	A nu se depăși de mai mult de 35 ori într-un an calendaristic
2	PM 10, valoarea limită	an	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
3	PM 2,5, valoarea țintă	an	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	a se atinge la 1 ianuarie 2010
4	PM 2,5, valoarea limită	an	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	a se atinge la 1 ianuarie 2015
5	PM 2,5, valoarea limită	an	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	a se atinge la 1 ianuarie 2020
6	Ținta națională de reducere a expunerii	Reducere cu 0 – 20% a expunerii (în funcție de indicatorul mediu de expunere în anul de referință, care urmează să fie îndeplinite până în 2020.		

Pentru PM10 există valori limită pentru expunere pe termen scurt (24 ore) și pe termen lung (anual), în timp ce pentru PM2,5 sunt numai valori pentru expunere pe termen lung (anual). Pe termen scurt valoarea limită zilnică pentru PM10 (concentrația medie zilnică de peste $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, care nu trebuie depășită de mai mult de 35 de zile pe an) este valoarea limită de cele mai multe ori depășită în zonele urbane.

3.3 Monitorizarea particulelor în suspensie, fracția PM10 și PM2,5

Rezultatele monitorizării PM10, în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator:

- ✓ valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane **nu a fost depășită** în nicio stație de monitorizare, vezi tabelul 4 și figura 2;

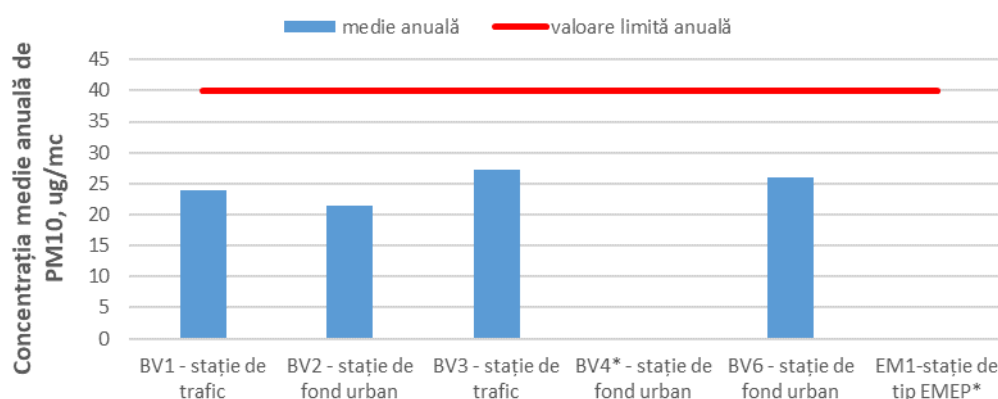
Tabelul 4: Concentrația de PM10 gravimetric, în anul 2022

Stația	Valoarea maximă a mediei zilnice, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită zilnică, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Captura de date valide, %
Stația BV1	129,7	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a nu se depăși de mai mult de 35 ori într-un an calendaristic)	24,0	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	97,3
Stația BV2	128,9		21,5		94,5
Stația BV3	122,4		27,3		86,3
Stația BV4	-		-		-
Stația BV6	145,0		26,1		98,1
Stația EM1	-		-		-

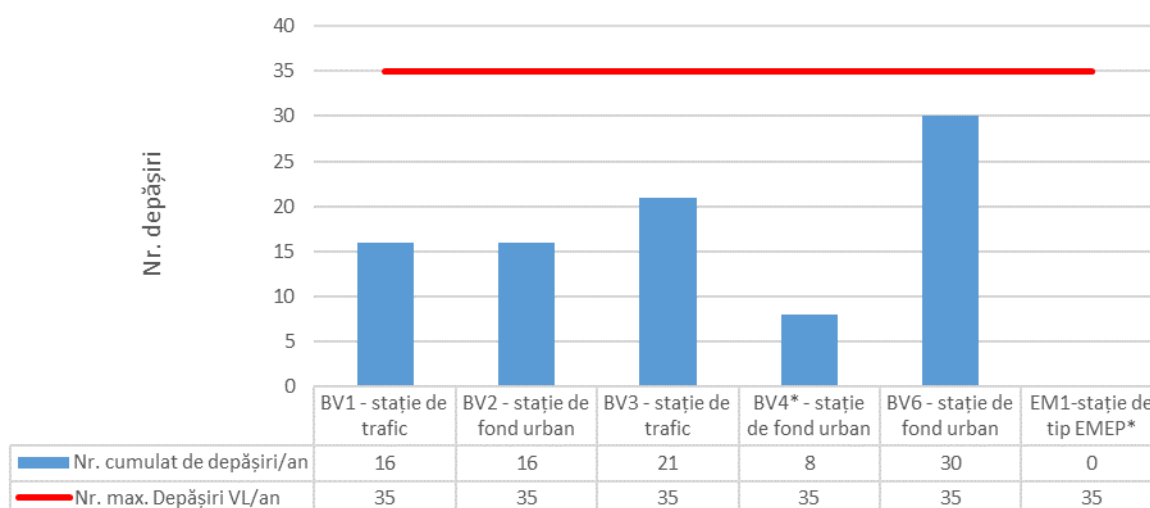
- ✓ deși s-au înregistrat depășiri ale valorii limită zilnice pentru protecția sănătății umane, în nicio stație de monitorizare **nu s-a depășit numărul maxim de zile permis**, vezi tabelul 5 și figura 3;

Tabelul 5: Număr depășiri ale valorii limită zilnică de PM10 gravimetric, în anul 2022

Stația	Număr depășiri ale valorii limită zilnică	Valoare limită zilnică pentru protecția sănătății umane
Stația BV1	16	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a nu se depăși de mai mult de 35 ori într-un an calendaristic)
Stația BV2	16	
Stația BV3	21	
Stația BV4	-	
Stația BV6	30	
Stația EM1	-	

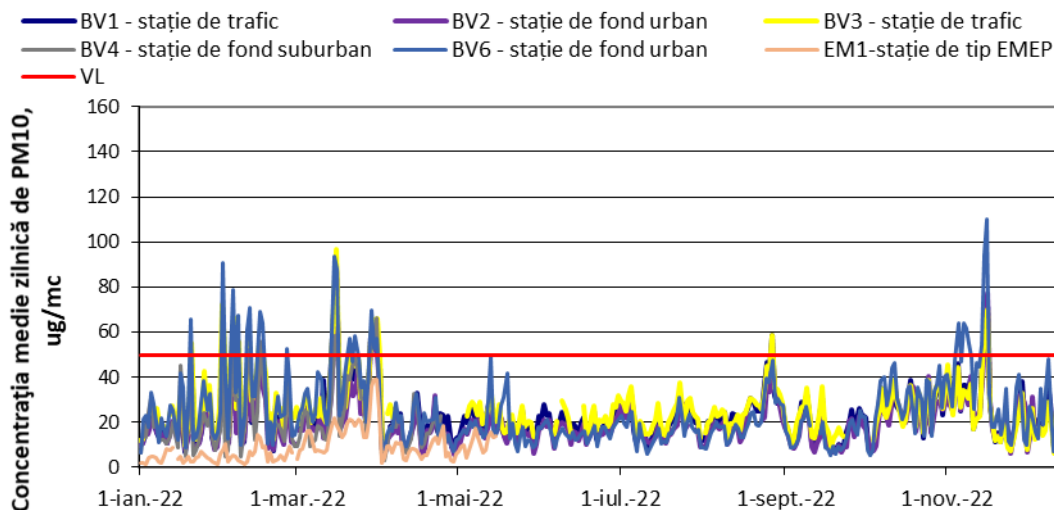
Figura 2: Concentrația medie anuală de PM10 gravimetric în raport cu valoarea limită anuală, în anul 2022

*în stația BV4 și EM1 captura de date a fost insuficientă pentru evaluarea calității aerului pentru anul 2022 din motive tehnice (analizor defect)

Figura 3: Numărul de depășiri în raport cu numărul maxim de depășiri permis ale VL zilnice / an calendaristic, în anul 2022

În figura 4 este prezentată evoluția mediilor zilnice de PM10, în anul 2022, la stațiile de monitorizare a calității aerului din Brașov. Conform datelor prezentate se observă că au fost înregistrate valori medii zilnice mai mari decât valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la stațiile de monitorizare în care au fost efectuate măsurări prin metoda de referință gravimetrică.

Figura 4: Evoluția concentrației medii zilnice de PM 10 gravimetric în raport cu valoarea limită zilnică, în anul 2022



Există mai multe surse care contribuie la apariția particulelor în suspensie, cum ar fi arderea incompletă a combustibililor în motoarele autovehiculelor, alte procese de combustie (arderi pentru încălzirea rezidențială, incinerarea deșeurilor, etc), procese industriale (prelucrarea metalelor), dar trebuie avute în vedere și fenomenele de transport a PM la distanță (ex: înregistrat în perioada 27 august 2022 - praf saharian), resuspensia particulelor în urma tratării carosabilului cu nisip sau sare, gradul de curățenie al drumurilor și al autovehiculelor, precum și sursele naturale.

De asemenea, condițiile meteorologice defavorabile dispersiei PM10 și favorabile acumulării lor în apropierea solului: calm atmosferic, inversiune termică, umiditate ridicată precum și topografia zonei au permis, în unele perioade, acumularea pulberilor provenite de la sursele locale dar și a celor transportate pe distanțe lungi. Aceste condiții sunt reprezentative pentru **vulnerabilitatea pe care factorii naturali o conferă Brașovului pentru poluarea aerului cu pulberi în suspensie**.

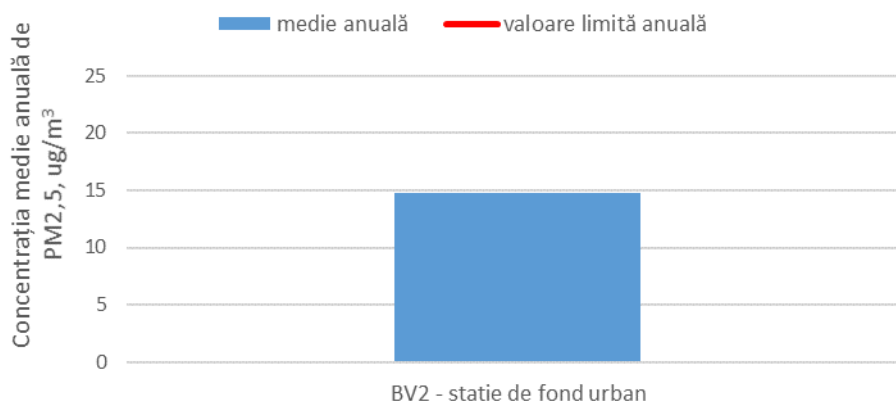
Din figura anterioară, se observă că în perioada de vară valorile înregistrate au fost mai mici decât în perioada de iarnă. De asemenea se observă că în lunile februarie, noiembrie și decembrie 2022 au fost înregistrate valori mai ridicate de PM10 decât cele obișnuite ca urmare a manifestării unor condiții de stabilitate atmosferică ridicată, respectiv frecvență mare a calmului atmosferic și a inversiunilor termice. **Trebuie subliniat faptul că inversiunile termice reprezintă o caracteristică intrinsecă a condițiilor climatice specifice regiunii în care este situat județul Brașov**, cu o frecvență de manifestare mai ridicată în perioada rece a anului. Inversiunile termice reprezintă în mod obișnuit un factor ce favorizează creșterea poluării atmosferice prin stabilitatea atmosferică cu care sunt asociate. Cu toate acestea, **inversiunile termice nu cauzează direct poluarea atmosferică în lipsa emisiilor naturale sau antropice**.

Pulberile în suspensie PM2,5, se monitorizează doar în stația de fond urban BV2, din municipiul Brașov, prin metoda de referință - gravimetrică. Din tabelul 6, se observă că **media anuală pentru PM2,5 se situează sub valoarea limită anuală** pentru protecția sănătății umane.

Tabelul 6: Concentrația de PM2,5 gravimetric, în anul 2022

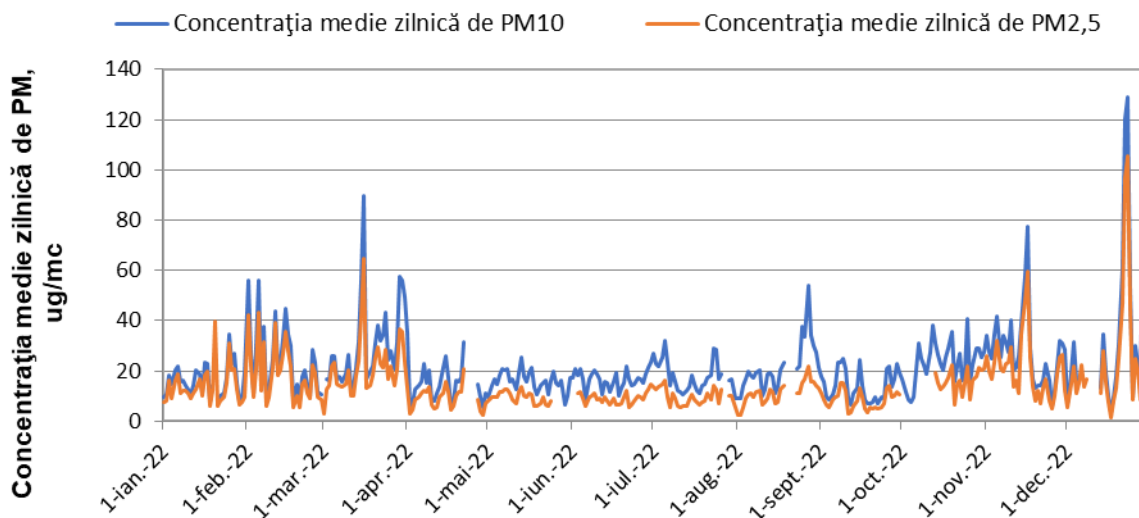
Anul	Valoarea medie anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoarea maximă a mediei zilnice, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Captura de date valide, %
2022	14,8	20	105,5	90,4

Figura 5: Concentrația medie anuală de PM_{2,5} gravimetric în raport cu valoarea limită anuală, în anul 2022



Evoluția concentrației medii zilnice de PM_{2,5} și PM₁₀, măsurată la stația BV2 în anul 2022 este prezentată în figura de mai jos.

Figura 6 : Evoluția concentrației medii zilnice de PM_{2,5} și PM₁₀ gravimetric la stația BV2

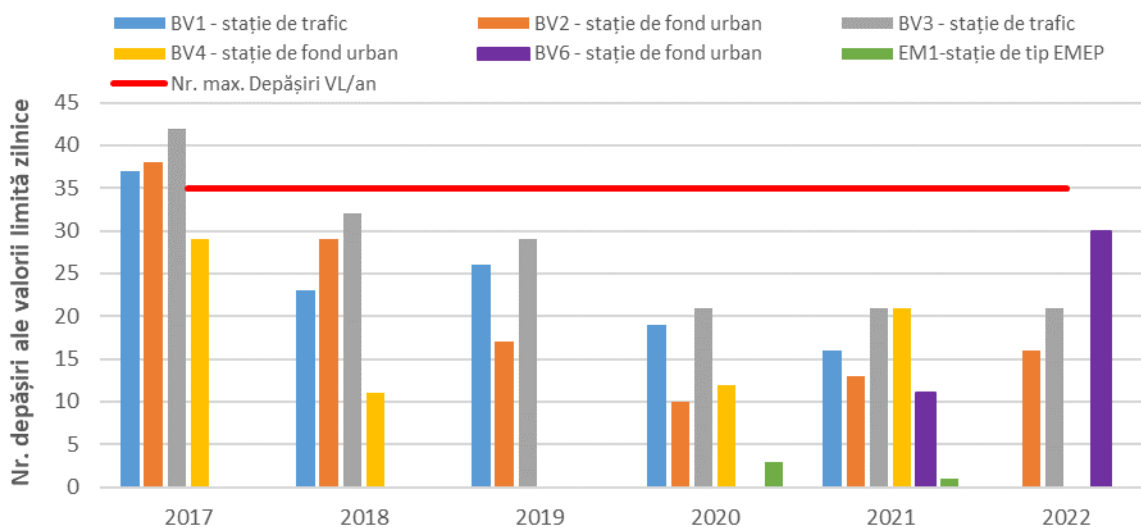


Din graficul anterior se observă că valorile concentrațiilor medii zilnice de PM_{2,5} și PM₁₀ înregistrate în Brașov (la stația BV2 - stație de fond urban) au același trend, cresc simultan pe același interval de timp, în 83% din zilele în care s-au efectuat măsurări simultane, raportul PM_{2,5}/PM₁₀ fiind mai mare de 0,5 – ceea ce indică faptul că particulele fine (cu diametrul mai mic de 2,5μm) au fost componenta principală a pulberilor în suspensie măsurate în anul 2022, o *sursă importantă fiind traficul rutier și încălzirea rezidențială*.

3.4 Evoluția concentrației de PM în perioada 2017-2022

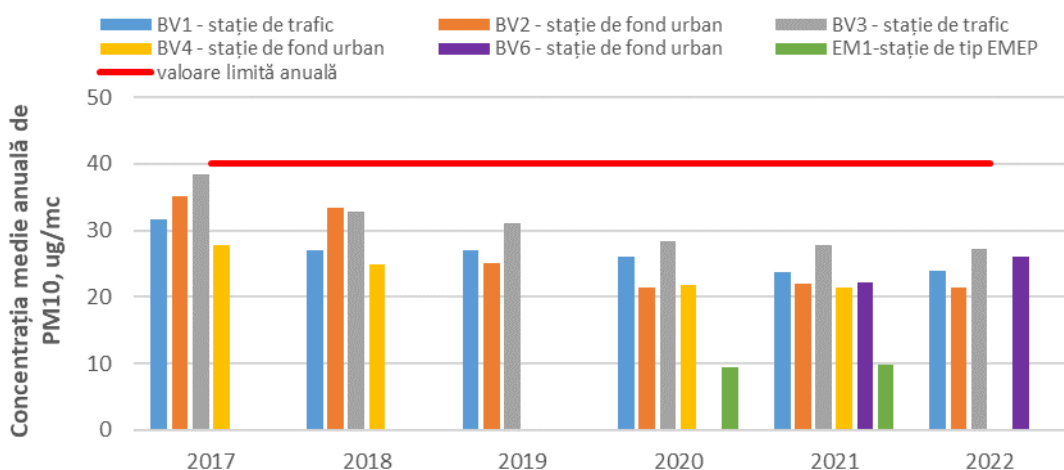
În perioada 2017 – 2022 populația, în special în mediul urban, a fost expusă uneori la concentrații mai mari decât valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane de 50 μg/m³, care nu trebuie depășită de mai mult de 35 ori pe an.

Figura 7 : Evoluția numărului de depășiri ale valorii limită zilnice pentru PM10 în raport cu numărul maxim de depășiri permis / an calendaristic, în perioada 2017-2022



Analizând datele prezentate în figura de mai sus se observă că la stațiile de monitorizare din Brașov a fost înregistrată depășirea valorii limită zilnice pentru sănătatea umană în anul 2017. În perioada 2018 – 2022 numărul de depășiri ale valorii limită a fost mai mic de 35 ori/an calendaristic la toate stațiile de monitorizare din Brașov, Codlea, Sânpetru și Fundata. Astfel se poate observa în ultimii ani, *menținerea numărului de depășiri pentru valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane pentru PM10 în jurul numărului maxim permis, evoluția fiind influențată de condițiile meteorologice defavorabile* (calm atmosferic și inversiune termică în perioada rece a anului).

Figura 8: Evoluția concentrației medii anuale de PM10 în raport cu valoarea limită anuală, în perioada 2017-2022

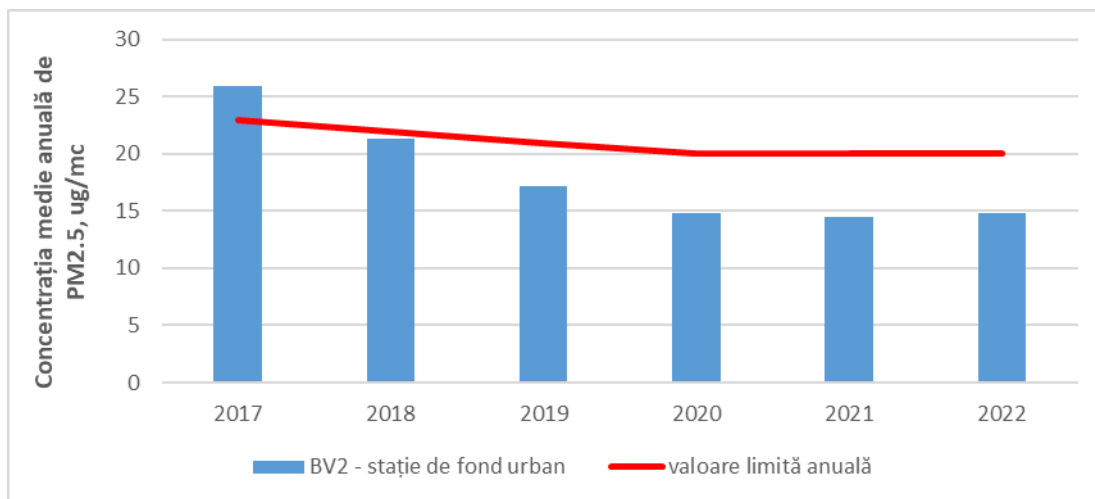


Conform datelor din figura de mai sus se observă că la toate stațiile de monitorizare din Brașov, Codlea, Sânpetru și Fundata au fost înregistrate valori mai mici decât valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De asemenea, *se observă o tendință de menținere a concentrațiilor medii anuale în perioada 2020 - 2022*.

Aceste date confirmă necesitatea evaluării calității aerului ambiental prin măsurări continue în puncte fixe și a implementării unor măsuri de reducere a concentrației de PM10 în aerul ambiental pentru a proteja grupurile de populație sensibilă.

Rezultatele monitorizării fracției PM 2,5 din pulberile în suspensie prin metoda gravimetrică de referință la stația de fond urban BV2, în perioada 2017 – 2022, sunt prezentate în figura 8.

Figura 9: Evoluția concentrației medii anuale de PM2,5 în raport cu valoarea limită anuală, în perioada 2017-2022



Din datele prezentate în figura anterioară, se observă că la stația de fond urban BV2 din Brașov a fost înregistrată depășirea valorii limită zilnice pentru sănătatea umană în anul 2017. În perioada 2018 – 2022 valorile de PM2,5 în aerul ambiental au fost mai mici decât **valoarea limită de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** care trebuie atinsă la 1 ianuarie 2020. De asemenea, *se observă o tendință de menținere a concentrațiilor medii anuale în perioada 2020 - 2022.*

4. Ozon, O₃

4.1 Surse și efecte ale O₃

Ozonul troposferic nu este emis direct în atmosferă, ci se formează în urma reacțiilor chimice între gazele precursorare: oxizi de azot NO_x, monoxid de carbon CO și compuși organici volatili COV. NO_x sunt emiși la arderea combustibilului în instalațiile industriale și din transportul rutier și au un rol complex în chimia ozonului; în vecinătatea sursei de NO_x vor consuma ozonul, ca urmare a reacției dintre monoxid de azot (NO) proaspăt emis și ozon.

COV sunt emiși de un număr mare de surse instalații de vopsire, curățare chimică, curățare uscată, transportul rutier, rafinării, tipografii și alte utilizări ale solvenților. COV biogenici sunt emiși de vegetație, cantitatea fiind dependentă de temperatură. Metanul (CH₄) este de asemenea un COV și este emis la extracția cărbunelui, extracția și distribuția gazelor naturale, depozitele de deșeuri, apele uzate, rumegătoare, cultivarea orezului și biomasă de ardere.

Norul de poluant din arderea pădurilor sau alte incendii de biomasă conține CO și poate contribui la formarea ozonului. Există, de asemenea, o concentrare de fond de ozon în aerul ambiental, în parte, rezultată din formarea fotochimică a ozonului la nivel global și parțial de la transportul de ozon stratosferic în troposferă.

Nivelurile ridicate de ozon troposferic (la nivelul solului) sunt asociate cu astm și alte probleme respiratorii, precum și cu un risc crescut de infecții respiratorii. Pe termen lung, expunerea repetată la niveluri ridicate de O₃ poate duce la reduceri ale funcției pulmonare, inflamație a mucoasei pulmonare și disconfort respirator mai frecvent și mai sever. Poluarea cu ozon este, de asemenea, legată de moartea prematură. Este deosebit de periculos pentru copiii, persoanele în vârstă, și persoanele cu afecțiuni pulmonare cronice și boli de inimă, dar poate afecta, și oameni sănătoși care desfășoară activități (lucrative, sportive, sau de recreere) în aer liber. Copiii sunt expuși unui risc deosebit, deoarece plămânii lor sunt încă în creștere și în curs de dezvoltare. Ei respiră mai rapid și mai profund decât adulții. De asemenea, copiii petrec în aer liber mai mult timp, mai ales vara atunci când nivelurile de O₃ sunt mai mari.

Nivelurile ridicate de O₃ pot afecta funcțiile de reproducere și de creștere a plantelor, determinând reducerea randamentului culturilor agricole, scăderea ritmului de creștere a pădurilor, reducerea biodiversității, dar și reducerea capacității plantelor de a asimila CO₂, influențând astfel procesul de fotosinteză.

De asemenea, ozonul crește rata de degradare a clădirilor și patrimoniului cultural. Pe lângă efectele asupra sănătății oamenilor, plantelor și culturilor, ozonul este un gaz cu efect de seră care contribuie la încălzirea atmosferei.

4.2 Obiective de calitate aerului pentru O₃

Obiectivele de calitate aerului pentru ozon sunt stabilite în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambiental, fiind indicate valori pentru protecția sănătății umane și pentru protecția vegetației și sunt prezentate în tabelul 7.

Tabelul 7: Obiective de calitate a aerului pentru O₃

Nr. Crt.	Obiectiv de calitate	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Protecția sănătății	maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore	120 μg/m³	A nu se depăși de mai mult de 25 ori într-un an calendaristic
2	Protecția vegetației	mai – iulie	18000 μg/m³x oră	
3	LTO sănătate	maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore	120 μg/m³	
4	LTO vegetație	mai – iulie	6000 μg/m³xoră	
5	Prag de informare	oră	180 μg/m³	
6	Prag de alertă	oră	240 μg/m³	Depășirea pragului este măsurată sau prognozată 3 ore consecutiv

Pentru protecția sănătății umane este specificată valoarea de 120 μg/m³ pentru maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore. Valoarea țintă, care se aplică de la 1 ianuarie 2010, presupune ca pragul să nu fie depășit la o stație de monitorizare pe mai mult de 25 de zile din an, determinat ca o medie pe trei ani începând din 2010. Obiectivul pe termen lung (LTO) presupune ca nivelul de prag să nu fie depășit niciodată. Pentru protecția sănătății populației există, de asemenea, praguri de informare și de alertă. Când pragul de alertă este depășit, trebuie elaborat un plan de acțiune pe termen scurt în conformitate cu dispozițiile din Legea 104/2011.

Valoarea pentru protecția vegetației este specificată ca expunere cumulată peste o valoare de prag, AOT40. Aceasta se calculează ca suma tuturor valorilor orare ale ozonului care depășesc 40 μg/m³ în timpul perioadei de creștere intensă, din mai până în iulie, determinat ca medie pe 5 ani.

4.3 Monitorizarea O₃ în Brașov

În anul 2022, la stațiile BV2, BV4, BV5, BV6 și EM1, s-a îndeplinit cerința legală privind captura de date pentru stabilirea mediei anuale: 75% din valorile orare măsurate în timpul verii (aprilie – septembrie) și 75% din valorile măsurate în timpul iernii (ianuarie-martie, octombrie-decembrie), măsurate separat. De asemeni a fost respectată cerința legală privind acoperirea cu măsurători a 5 din 6 luni de vară, așa încât, sunt relevante și se pot raporta datele privind numărul de depășiri ale valorii țintă și valorile maxime anuale ale mediilor mobile pe 8 ore.

Tabelul 8: Concentrațiile de O₃ măsurate, în anul 2022

Stația	Concentrații maxime orare, μg/m ³	Prag de informare, μg/m ³	Concentrații maxime zilnice ale mediilor de 8 ore, μg/m ³	Valoare țintă pentru protecția sănătății umane, μg/m ³	Nr depășiri ale valorii țintă în anul 2022/ medie 3 ani	Concentrații medii anuale, μg/m ³	Captura de date valide %
Stația BV2	162,0	180 μg/m³	143,8	120 μg/m³	12/4	50,67	83,1
Stația BV4	181,6		168,9		91/31,3	67,64	95,0
Stația BV5*	159,7		147,9		35/11,6	49,87	95,5
Stația BV6	128,9		122,0		2/-	52,41	95,9
Stația EM1	97,5		89,0		0/0	51,87	92,6

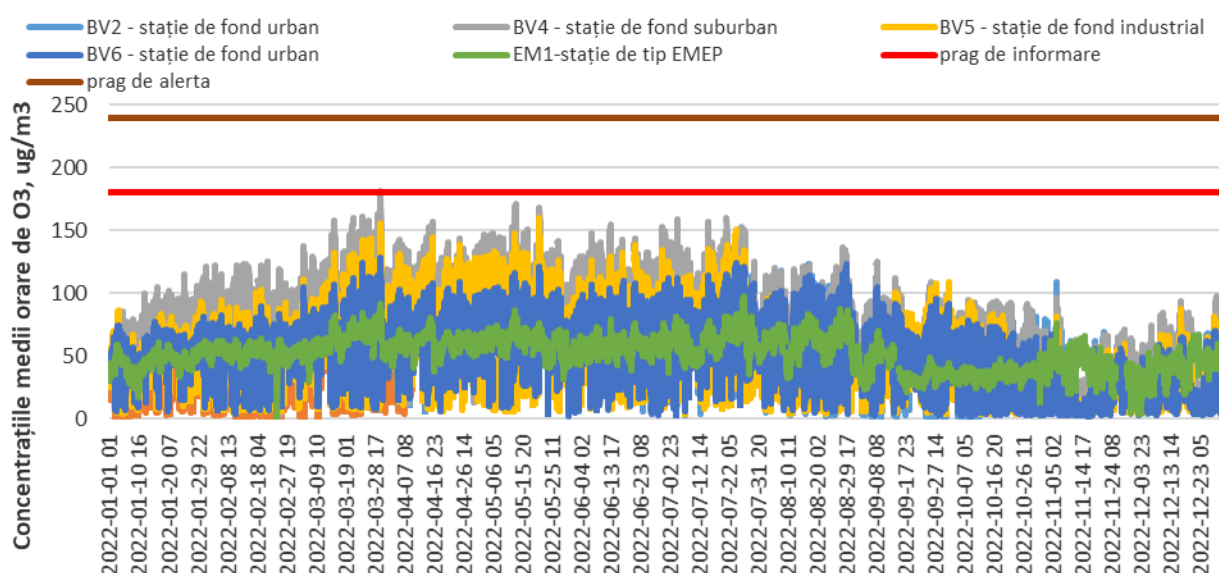
*Deoarece stația BV5 este de tip industrial, datele au status "incert", nefiind relevante în ceea ce privește calitatea aerului.

Rezultatele monitorizării O₃, în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator sunt următoarele:

- ✓ nicio concentrație medie orară a O₃ nu a atins pragul de informare a publicului de 180 μg/m³, cu excepția unei valori la stația BV4 în data 30.03.2022 de 181,6 μg/m³ sau pragul de alertă de 240 μg/m³ (valoare măsurată sau prognozată pentru 3 ore consecutive), vezi tabel 8 și fig. 10;
- ✓ valoarea țintă pentru protecția sănătății umane (maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore) – (120 μg/m³, a nu se depăși în mai mult de 25 de zile pe an calendaristic, mediat pe 3 ani) a fost depășită în mai mult de 25 de zile pe an în anul 2022, la stația de fond suburban BV4 – Sânpetru, vezi tabel 8 și fig. 11.

În figura 10 este prezentată evoluția concentrațiilor orare în baza datelor achiziționate la cele cinci stații de monitorizare în anul 2022 și comparate cu pragul de informare a publicului și pragul de alertă.

Figura 10: Evoluția concentrațiilor medii orare de O₃ în raport cu pragul de informare și pragul de alertă, în anul 2022



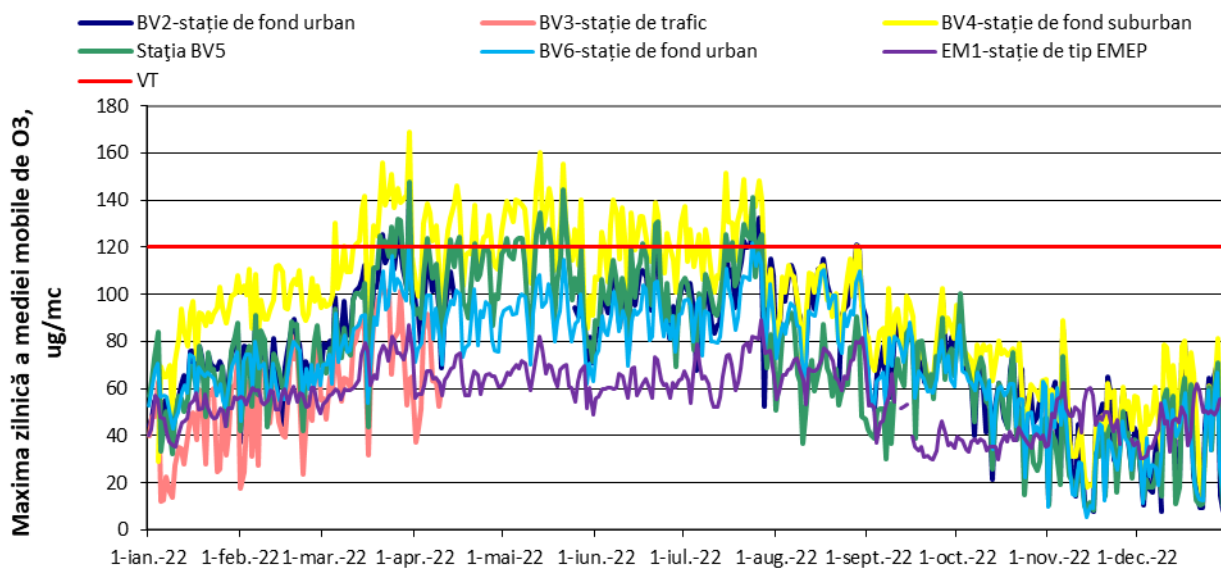
La stațiile din municipiul Brașov, unde O₃ contribuie la oxidarea poluanților primari, valorile înregistrate au fost mai mici.

La stația EM 1 Fundata, ozonul are o variație mică în timpul zilei, ca urmare a faptului că aportul de poluanți precursori ai ozonului este minim, aproape inexistent, iar reacțiile fotochimice la care participă NO₂ și O₃ sunt aproape la echilibru.

Conform datelor prezentate în figurile 10 și 11, concentrațiile de O₃ prezintă valori mai mari la stația de fond suburban BV4, unde au fost condiții propice formării ozonului. Picurile pentru concentrația de ozon au apărut când au fost înregistrate, individual sau simultan: intensitatea radiației solare ridicată, viteza vântului mică, temperatura ridicată și / sau vânt din direcții în care au existat concentrații mari de precursori.

În figura 11 este prezentată evoluția maximelor zilnice ale mediilor mobile pe 8 ore de ozon calculate în baza datelor achiziționate la cele cinci stații de monitorizare în anul 2022 și comparate cu valoarea țintă pentru protecția sănătății umane.

Figura 11: Evoluția maximelor zilnice ale mediilor mobile pe 8 ore de O₃, în raport cu valoarea țintă, în anul 2022

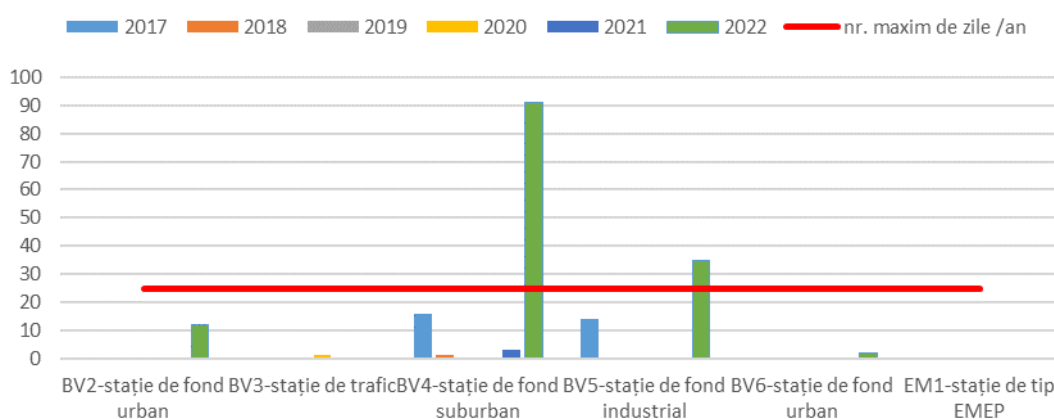


Din perspectiva respectării valorii țintă și a obiectivului pe termen lung pentru a asigura protecția sănătății umane și a mediului se impune continuarea implementării măsurilor, care nu presupun costuri exagerate, pentru reducerea precursorilor ozonului la nivel regional.

4.4 Evoluția concentrației de O₃ în perioada 2017-2022

În figura 12 este prezentat numărul de depășiri ale valorii țintă pentru ozon înregistrate la stațiile de monitorizare din Braşov, Codlea, Sânpetru și Fundata în perioada 2017 – 2022.

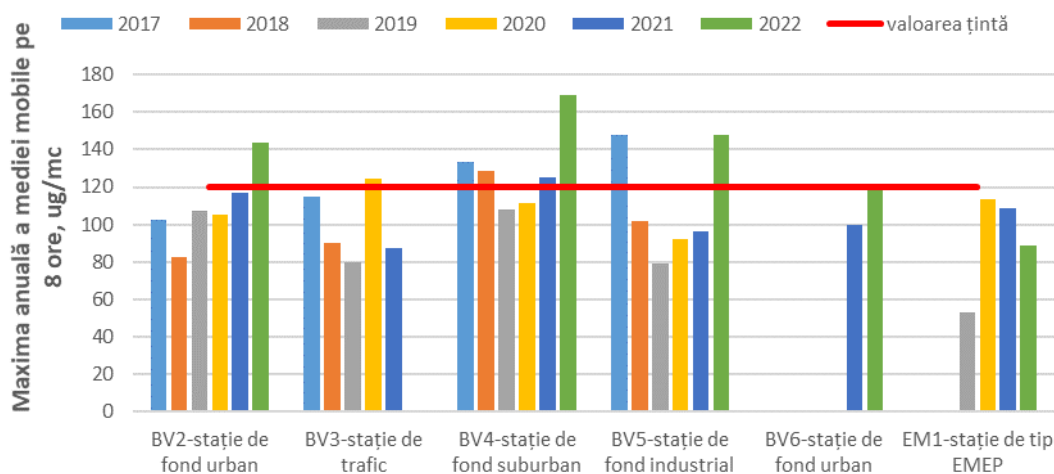
Figură 12: Evoluția numărului de depășiri ale valorii țintă pentru O₃ în perioada 2017 - 2022



Din figura prezentată mai sus se observă că la stația BV4 au fost înregistrate valori care **au depășit valoarea țintă pentru protecția sănătății umane de 120 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ timp de mai mult de 25 zile în anul 2022, nefiind respectat obiectivul pe termen lung (LTO), (pragul să nu fie depășit la o stație de monitorizare pe mai mult de 25 de zile din an, determinat ca o medie pe trei ani).**

Spre deosebire de alți poluanți, concentrațiile de ozon sunt în general, mai mari în zonele suburbane, pe direcția predominantă a vântului dinspre zona urbană. Acest lucru se datorează faptului că la distanțe scurte din surse de NO_x, așa cum este cazul la stațiilor urbane, și de trafic, ozonul este consumat chimic de NO emis.

Figura 13: Evoluția maximei anuale a mediilor mobile pe 8 ore de O₃ în raport cu valoarea țintă, în perioada 2017-2022



Măsurările efectuate în stațiile de monitorizare din Braşov evidențiază o **tendință de creștere a valorilor concentrațiilor de ozon în 2021 și respectiv 2022, după scăderea concentrațiilor în perioada 2018 – 2020.**

Există o discrepanță evidentă între reducerile substanțiale ale emisiilor de gaze precursori ale ozonului și stagnarea concentrației medii anuale de ozon observată la nivel european, ca urmare a intensificării transportului pe distanțe lungi a O₃ și precursorii săi sau a altor factori care pot masca efectele măsurilor de reducere a emisiilor de precursori: schimbările climatice, variabilitatea condițiilor meteo, emisiile de NMVOC biogene dificil de cuantificat, emisiile provenite de la incendiile de pădure și vegetație.

Evident concentrațiile de ozon sunt determinate de emisiile de precursori și de condițiile meteorologice. Deoarece intensitatea radiației solare și temperaturile ridicate favorizează formarea ozonului, episoadele cu niveluri ridicate de ozon apar în timpul perioadelor cu vreme caldă. Cu toate acestea, independent de caracterul episodic al poluării cu ozon influențată de condițiile meteorologice, emisiile de gaze precursori ale ozonului determină existența unui nivel de fond de ozon și depășirea pragurilor de ozon. Scăderea din ultimele decenii a emisiilor antropice ale unor precursori ai ozonului (NO_x, CO și unele COVNM) a redus numărul depășirilor. Problema poluării cu ozon necesită în continuare eforturi suplimentare de reducere.

5. Dioxidul de azot, NO₂

5.1 Surse și efecte ale NO₂

Dioxidul de azot este un gaz reactiv, care se formează, în principal, prin oxidarea monoxidului de azot (NO). Procesele de ardere care au loc la temperatură înaltă (ex: cele care apar în motoarele autovehiculelor și în centralele electrice) sunt surse majore de oxizi de azot. NO_x, este un termen utilizat pentru a descrie suma de NO și NO₂. Monoxidul de azot (NO) este principalul component al emisiilor de NO_x. O mică parte este emisă direct ca NO₂, de obicei 5-10% pentru majoritatea surselor de ardere, cu excepția vehiculelor diesel. În ultimii ani s-a observat că fracția de NO₂ emis direct din traficul rutier este în creștere în mod semnificativ ca urmare a creșterii numărului de vehicule diesel, în special vehiculele diesel noi (Euro 4 și 5). Astfel de vehicule pot emite NO₂ până la 50% din NO_x. (Grice et al, 2009.), deoarece sistemele de tratare a emisiilor acestora cresc emisiile de NO₂ direct. Acest lucru poate duce la creșterea nivelului de NO₂, inclusiv la creșterea numărului de depășiri ale valorilor limită de NO₂ în special în zonele cu trafic intens.

Efectele asupra sănătății pot să apară ca urmare a expunerii pe termen scurt la NO₂ (ex: modificările funcției pulmonare la grupele sensibile de populație) sau pe termen lung (ex: susceptibilitate crescută la infecții respiratorii).

Sunt studii epidemiologice care arată că la nivel european simptomele de bronșită la copii astmatici se intensifică în urma expunerii pe termen lung la NO₂. Reducerea funcției pulmonare este, de asemenea, legată de expunerea la concentrații de NO₂ întâlnite în orașele din Europa și America de Nord (OMS, 2008). Trebuie menționat faptul că NO₂ este corelat cu alți poluanți (în special PM), fiind astfel dificilă diferențierea efectelor provocate de dioxid de azot de cele ale altor poluanți în studiile epidemiologice.

Compușii azotului au efecte acidifiante, dar sunt, de asemenea, substanțe nutritive importante. Depunerile excesive de azot atmosferic pot duce la un surplus de nutrienți ai N în ecosisteme, provocând eutrofizarea (surplus de nutrienți) în ecosistemele terestre și acvatic. Surplusul de azot poate duce la schimbări în comunitățile de animale din mediul terestru, acvatic sau marin și cele de plante, inclusiv pierderea biodiversității.

Oxizi de azot joacă un rol important în formarea ozonului troposferic. Ei contribuie, de asemenea, la formarea de aerosoli secundari anorganici, prin formarea de nitrați, determinând creșterea concentrației de PM₁₀ și PM_{2,5}.

5.2 Obiective de calitate aerului pentru NO₂

Obiectivele de calitate aerului pentru dioxidul de azot sunt stabilite în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambiental, fiind indicate valori pentru protecția sănătății umane și pentru protecția vegetației și sunt prezentate în tabelul 9.

Pentru protecția sănătății umane sunt specificate 2 valori limită și un prag de alertă. Valorile limită sunt specificate pentru expunerea pe termen scurt (o oră) și pe termen lung (anual), și trebuie respectate de la 1 ianuarie 2010, valoarea limită orară putând fi depășit de până la 18 ori pe an.

Pentru protecția vegetației este stabilit un nivel critic pentru media anuală a oxizilor de azot (NO_x), definit ca sumă a NO și NO₂ și exprimat în unități de concentrație masică a NO₂.

Tabelul 9: Obiective de calitate a aerului pentru NO₂

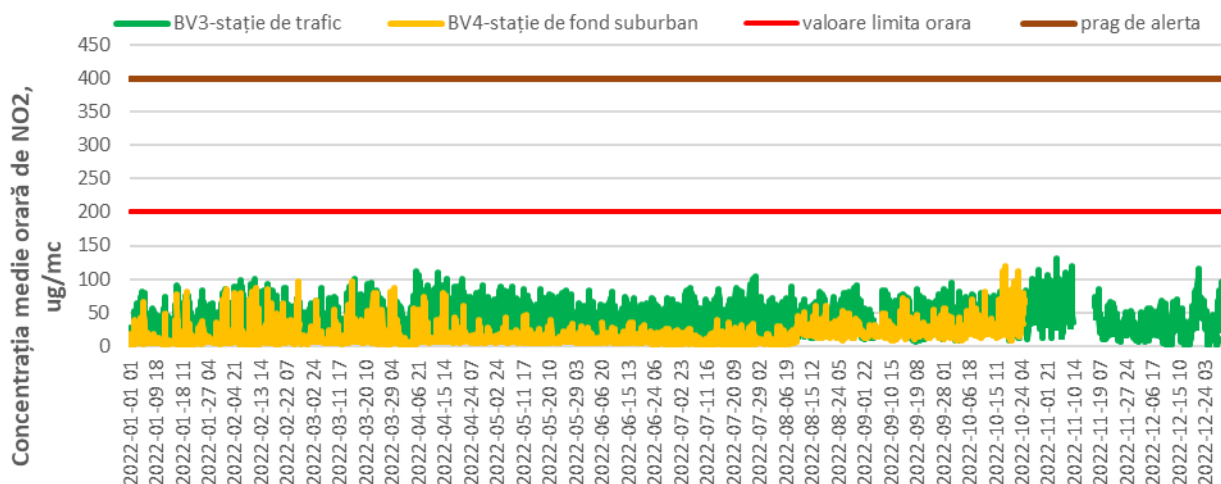
Nr. Crt.	Obiectiv de calitate	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Protecția sănătății	oră	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	A nu se depăși de mai mult de 18 ori într-un an calendaristic
2	Protecția sănătății	an	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
3	Prag de alertă	oră	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Depășirea pragului este măsurată sau prognozată 3 ore consecutiv
4	Protecția vegetației	an	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

De asemenea, Legea 104/2011 (actualizată) stabilește o valoare prag de alertă de 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dacă este depășit trei ore consecutive în zone reprezentative pentru calitatea aerului pe cel puțin 100 km², într-o zonă de gestionare a calității aerului sau în aglomerare, APM Brașov trebuie să pună în aplicare planul de acțiune pe termen scurt, care conține măsuri referitoare la traficul auto, lucrările de construcție și activitățile industriale care emit NO₂, precum și încălzirea locuințelor. În cadrul planului de acțiune pot fi luate în considerare acțiuni specifice vizând protecția grupurilor de populație sensibilă, inclusiv copiii.

5.3 Monitorizarea NO₂ în Brașov

Evoluția concentrațiilor medii orare de NO₂ înregistrate în anul 2022, la stația de monitorizare a calității aerului BV3 din Brașov și BV4 din Sânpetru este prezentată în figura de mai jos.

Figura 14: Evoluția concentrațiilor medii orare de NO₂ în raport cu valoarea limită orară și pragul de alertă, în anul 2022



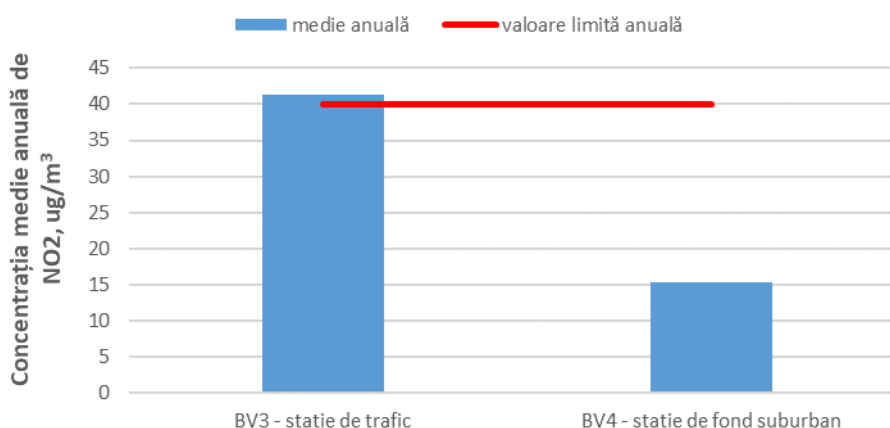
Rezultatele monitorizării NO₂, în anul 2022, raportat la obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator au indicat următoarele:

- ✓ **concentrațiile medii orare de NO₂ s-au încadrat sub valoarea limită orară** pentru protecția sănătății umane (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, *a nu se depăși mai mult de 18 ori într-un an calendaristic*) și respectiv sub pragul de alertă (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, *depășirea trebuie înregistrată timp de 3 ore consecutiv*) în toate stațiile de monitorizare din județul Brașov, vezi figura 14 și tabelul 10;
- ✓ **concentrația medie anuală de NO₂ în anul 2022 la stația BV3, a depășit valoarea limită zilnică** pentru protecția sănătății umane, vezi figura 15 și tabelul 10;

Tabelul 10: Concentrațiile de NO₂, în anul 2022

Stația	Concentrații maxime orare, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită orară, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrații medii anuale, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Captura de date valide, %
Stația BV1*	-	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a nu se depăși mai mult de 18 ori într-un an calendaristic)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Stația BV2*	-		-		-
Stația BV3	130,1		41,42		93,2
Stația BV4	119,9		15,38		77,9
Stația BV5*	-		-		-
Stația EM1*	-		-		-

*Din motive tehnice, în anul 2022, la stațiile BV1, BV2, BV5 și EM1 nu s-a atins obiectivul de calitate a datelor pentru evaluarea calității aerului înconjurător în ceea ce privește captura minimă de date pe perioada de mediere de 1 an, aceasta fiind de 90% (se acceptă 85% pentru pierderile de date datorate calibrării, verificărilor și întreținerilor curente) conform Legii nr.104/2011, anexa nr. 4

Figura 15: Concentrația medie anuală de NO₂ în raport cu valoarea limită anuală, în anul 2022

Concentrațiile cele mai mari au fost înregistrate în perioada rece (ianuarie, februarie, noiembrie, decembrie) când sistemele de încălzire a populației funcționează intens și de condițiile locale – condiții meteo și emisie - care au favorizat acumularea NO₂ pentru scurt timp în zona stațiilor de monitorizare.

Numărul de depășiri ale PIE, PSE – pragul inferior / superior de evaluare – raportate la valoarea VL orară pentru anul 2022 este prezentată în tabelul 11.

Tabelul 11: Număr depășiri PIE, PSE și VL în anul 2022

Stația de monitorizare	Captura de date valide	Număr depășiri PIE > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Număr depășiri PSE > 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Număr depășiri VL = 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		înregistrat	permis	înregistrat	permis	înregistrat	permis
Stația BV3	93,2%	26	18	0	18	0	18
Stația BV4	77,9%	4	18	0	18	0	18

5.4 Evoluția concentrației de NO₂ în perioada 2017-2022

Valorile concentrației medii anuale de NO₂ calculate în baza datelor achiziționate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata și numărul de ore pentru care concentrația medie de NO₂ a depășit valoarea limită orară de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, în perioada 2017 – 2022 sunt prezentate în figurile următoare.

Figura 16: Evoluția numărului anual de ore pentru care concentrația medie de NO₂ a depășit valoarea limită orară de 200 μg/m³

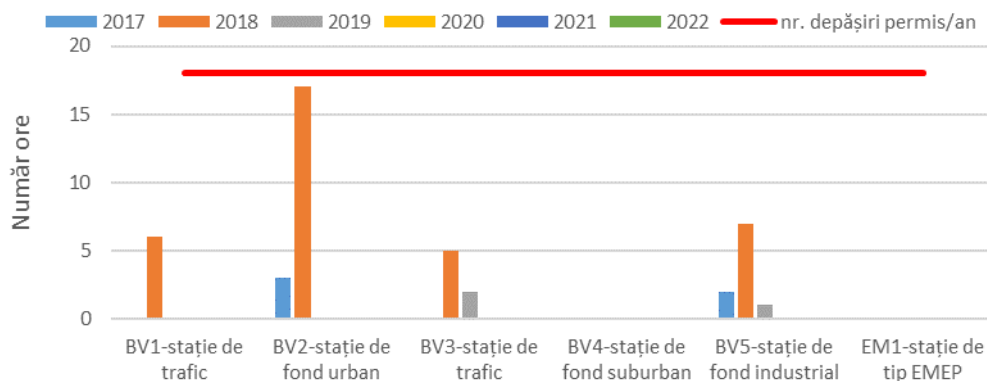
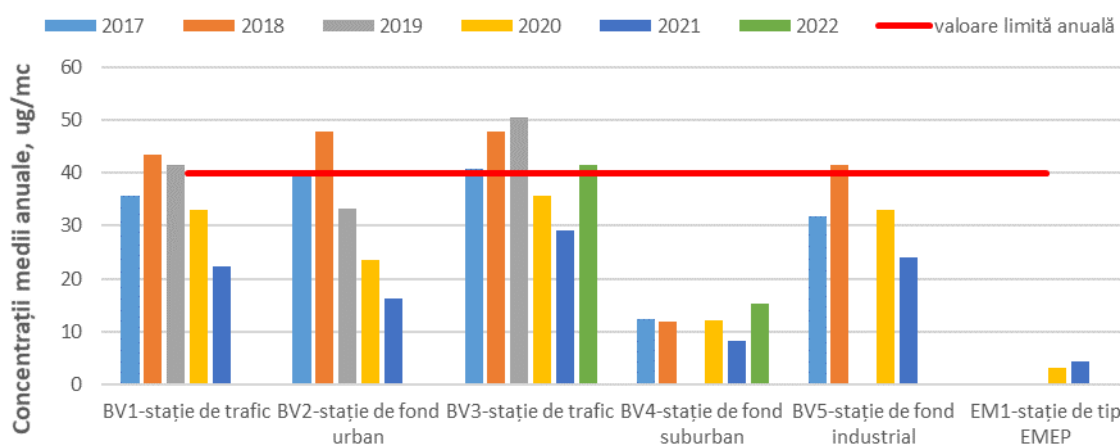


Figura 17: Evoluția concentrațiilor medii anuale de NO₂ în raport cu valoarea limită anuală, în perioada 2017-2022



Din figura 16 se observă că începând cu anul 2020, la stațiile din Brașov nu s-a mai depășit valoarea limită orară de 200 μg/m³. Din figura 17, se observă că în perioada **2017-2019 a crescut nivelul concentrației de NO₂ în aerul ambiental din Brașov, fiind depășită valoarea limită anuală** la stațiile de trafic BV1 Calea București și BV3 Bdul Gării, dar în anul 2020 și 2021 concentrația de NO₂ a scăzut, încadrându-se sub valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane, de 40 μg/m³. **În anul 2022, nivelul concentrației de NO₂ în Brașov a crescut în mod semnificativ față de anii 2020 și 2021 și a fost depășită valoarea limită anuală la stația BV3 Bdul Gării.**

În urma comparării datelor achiziționate în anii 2020 și 2021 când nivelul de poluare cu NO₂ s-a redus pentru că au fost introduse măsurile de prevenire a infecției cu coronavirus și a datelele achiziționate în anii 2017, 2018, 2019 și 2022 când nu au fost restricții de deplasare se poate concluziona ipoteza conform căreia traficul rutier este o sursă relevantă de poluare a aerului în aglomerarea Brașov. Creșterea concentrației de NO₂ în Brașov a fost cauzată de creșterea în mod semnificativ a fracției de NO₂ emis direct din traficul rutier ca urmare a creșterii numărului de vehicule în special diesel, dar și a creșterii numărului de centrale individuale pentru încălzirea rezidențială, ca urmare a dezvoltărilor imobiliare.

Datele achiziționate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata indică faptul că populația din municipiul Brașov trăiește în zone cu concentrații care uneori depășesc valoarea limită anuală de 40 μg/m³ de dioxid de azot. Totuși valorile limită sunt probabil depășite și în alte zone urbane, mai ales în locațiile critice cu o densitate ridicată de trafic.

Aceste date confirmă necesitatea evaluării calității aerului ambiental prin măsurări continue în puncte fixe și a implementării unor măsuri de reducere a concentrației de NO₂ în aerul ambiental pentru a proteja grupurile de populație sensibilă.

6. Dioxidul de sulf, SO₂

6.1 Surse și efecte ale SO₂

Dioxidul de sulf (SO₂) este emis din procesele de ardere a combustibililor care conțin sulf. Surse importante pentru SO₂ în aerul înconjurător sunt arderile combustibililor fosili și biocombustibililor pentru încălzirea rezidențială sau generarea de energie în centralele termoelectrice, din procesele industriale-siderurgie, rafinărie, producerea acidului sulfuric, industria celulozei și hârtiei și din emisiile provenite de la motoarele diesel în mai mică proporție). Erupțiile vulcanice, fitoplanctonul marin, fermentația bacteriană în zonele mlăștinoase, oxidarea gazului cu conținut de sulf rezultat din descompunerea biomasei sunt cele mai importante surse naturale de SO₂.

Studiile epidemiologice sugerează că dioxidul de sulf poate afecta sistemul respirator și funcțiile pulmonare, și poate provoca iritații ale ochilor. Inflamațiile tractului respirator poate cauza tuse, secreții ale mucusului, agravarea astmului bronșic și bronșită cronică și creează predispoziții pentru infecțiile tractului respirator. Mortalitatea și zilele de spitalizare pentru boli cardiace cresc cu creșterea nivelului de SO₂ (OMS, 2008). SO₂ este un precursor important al pulberilor în suspensie (PM_{2,5}), care este asociat cu efecte grave pentru sănătate (descrise în secțiunea 3.1).

Dioxidul de sulf și compușii obținuți la oxidarea SO₂ contribuie la depunerile acide, având efecte adverse asupra ecosistemelor acvatice din râuri și lacuri, cauzând distrugerea pădurilor și acidificarea solurilor. Cele mai importante efectele ale compușilor de sulf depuși sunt pierderea capacității de neutralizare a acidului din soluri și ape, pierderea de nutrienți, cum ar fi potasiu și magneziu din soluri și eliberarea aluminiului (toxic) în sol și ape. În funcție de condițiile biogeochimice, sulful poate fi inițial stocat în soluri și eliberat lent ulterior (acidificare întârziată). Efectele măsurilor de reducere a emisiilor de SO₂ pot fi astfel amânate zeci de ani.

6.2 Obiective de calitatea aerului pentru SO₂

Obiectivele de calitatea aerului pentru dioxidul de sulf sunt stabilite în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambiental, fiind indicate valori pentru protecția sănătății umane și pentru protecția vegetației, și sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 12: Obiective de calitatea aerului pentru SO₂

Nr. Crt.	Obiectiv de calitate	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Protecția sănătății	oră	350 μg/m ³	A nu se depăși de mai mult de 24 ori într-un an calendaristic
2	Protecția sănătății	zi	125 μg/m ³	A nu se depăși de mai mult de 3 ori într-un an calendaristic
3	Prag de alertă	oră	500 μg/m ³	Depășirea pragului este măsurată sau prognozată 3 ore consecutiv
4	Protecția vegetației	an	20 μg/m ³	
5	Protecția vegetației	iarnă	20 μg/m ³	Perioada: 1 octombrie – 31 martie

Pentru protecția sănătății umane sunt specificate 2 valori limită și un prag de alertă. Valorile limită sunt specificate pentru expunerea pe termen scurt (o oră și o zi), și trebuie respectate de la 1 ianuarie 2007, valoarea limită orară putând fi depășit de până la 24 ori pe an, iar cea zilnică de 3 ori pe an.

Pentru protecția vegetației este stabilit un nivel critic pentru media anuală și pentru perioada de iarnă (1 octombrie – 31 martie).

De asemenea, Legea 104/2011 stabilește o valoare prag de alertă de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dacă este depășit trei ore consecutive în zone reprezentative pentru calitatea aerului pe cel puțin 100 km^2 , într-o zonă de gestionare a calității aerului sau în aglomerare, APM Brașov trebuie să pună în aplicare planul de acțiune pe termen scurt, care conține măsuri referitoare activitățile industriale care emit SO_2 , precum și încălzirea locuințelor. În cadrul planului de acțiune pot fi luate în considerare acțiuni specifice vizând protecția grupurilor de populație sensibilă, inclusiv copiii.

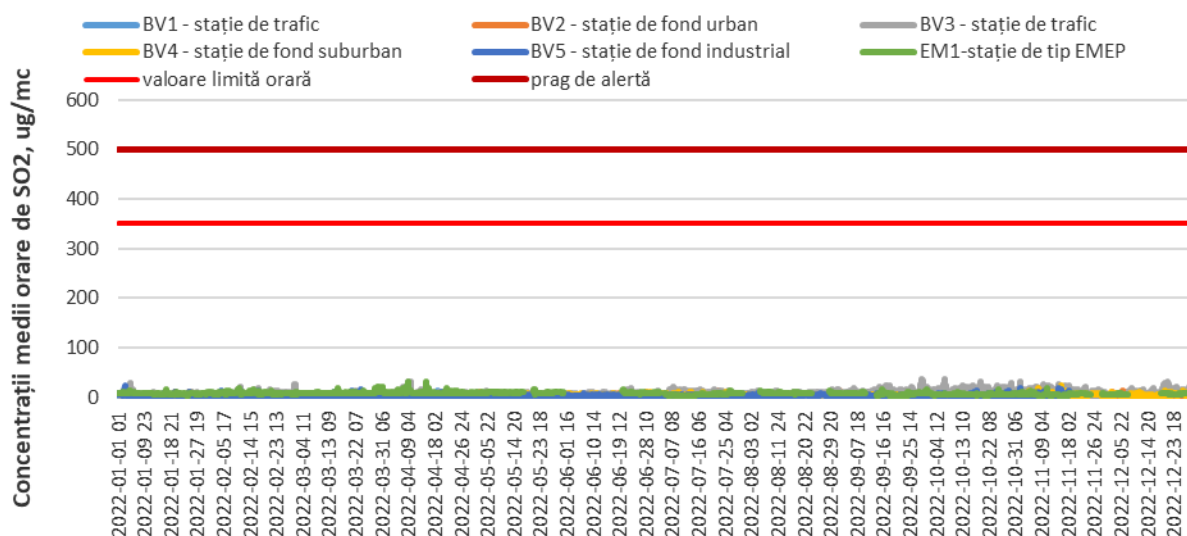
6.3 Monitorizarea SO_2

Evoluția concentrațiilor medii orare de SO_2 înregistrate în anul 2022, la stațiile de monitorizare a calității aerului din Brașov, Sânpetru și Fundata este prezentată în figura 18.

Rezultatele monitorizării SO_2 , în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator sunt următoarele:

- ✓ **concentrațiile medii orare de SO_2 s-au situat mult sub valoarea limită orară** pentru protecția sănătății umane ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, *a nu se depăși mai mult de 24 ori într-un an calendaristic*) și sub pragul de alertă ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, *depășirea trebuie înregistrată timp de 3 ore consecutiv*) în toate stațiile de monitorizare din județul Brașov, vezi tabel 13 și fig. 18;
- ✓ **concentrațiile medii zilnice de SO_2 s-au situat sub valoarea limită zilnică** pentru protecția sănătății umane ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, *a nu se depăși mai mult de 3 ori într-un an calendaristic*) în toate stațiile de monitorizare din județul Brașov, vezi tabel 13 și fig. 19;

Figura 18: Evoluția concentrațiilor medii orare de SO_2 în raport cu valoarea limită orară și pragul de alertă, în anul 2022

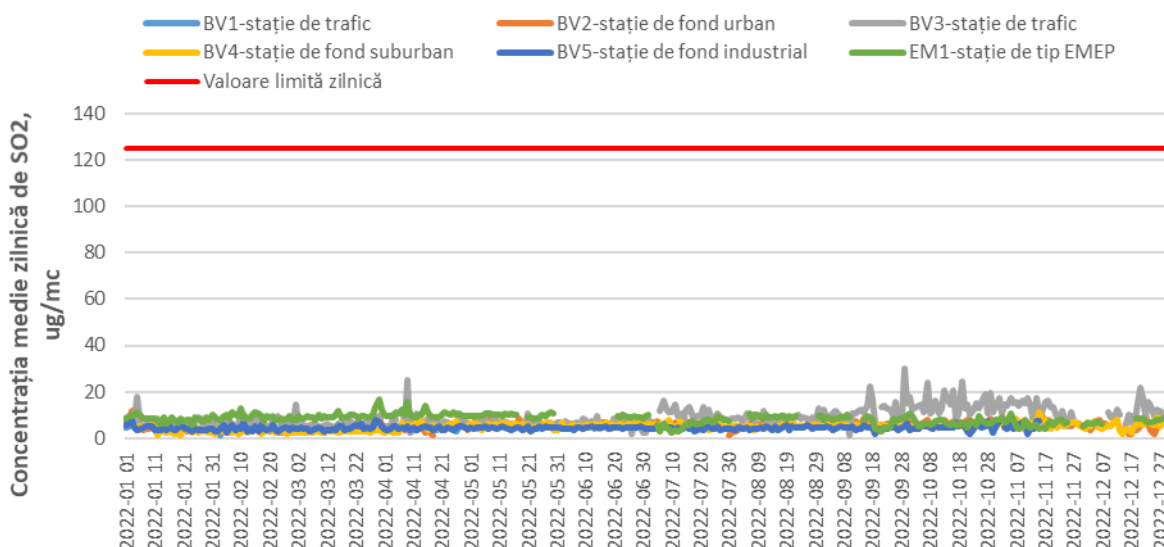


Tabelul 13: Concentrațiile de SO₂, în anul 2022

Stația	Concentrații maxime orare, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită orară, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrații maxime zilnice, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită 24 ore, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrații medii anuale, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Captura de date valide, %
Stația BV1	-	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a nu se depăși mai mult de 24 ori într-un an calendaristic)	-	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a nu se depăși mai mult de 3 ori într-un an calendaristic)	-	-
Stația BV2	19,5		12,0		5,6	88,3
Stația BV3	37,2		30,0		8,9	91,9
Stația BV4	24,0		11,5		4,9	94,8
Stația BV5	23,1		8,0		4,4	84,1
Stația EM1	33,0		16,8		8,4	81,6

*Din motive tehnice, în anul 2022, la stația BV1 nu s-a atins obiectivul de calitate a datelor pentru evaluarea calității aerului înconjurător în ceea ce privește captura minimă de date pe perioada de mediere de 1 an, aceasta fiind de 90% (se acceptă 85% pentru pierderile de date datorate calibrării, verificărilor și întreținerilor curente) conform Legii nr.104/2011, anexa nr. 4

Evoluția concentrațiilor medii zilnice de SO₂ înregistrate în anul 2022, la stațiile de monitorizare a calității aerului din Brașov, Sânpetru și Fundata este prezentată în figura 19.

Figura 19: Evoluția concentrațiilor medii zilnice de SO₂ în raport cu valoarea limită zilnică, în anul 2022

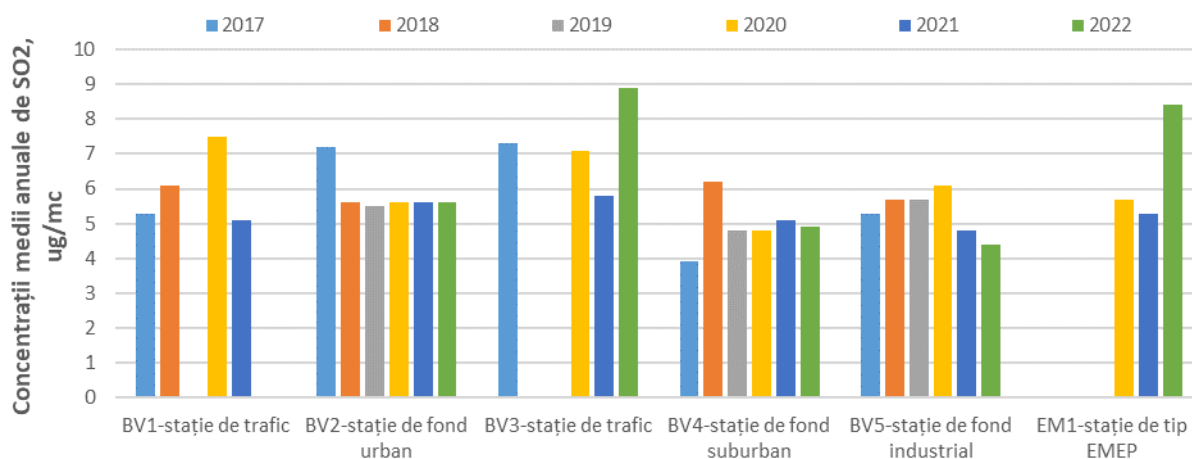
Conform datelor prezentate anterior valorile medii zilnice înregistrate în anul 2022 sunt mai mici decât valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane de 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valoarea pragului superior de evaluare raportat la valoarea limită zilnică de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ și pragul inferior de evaluare raportat la valoarea medie zilnică de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Valorile înregistrate sunt mici, variațiile fiind cauzate în special de condițiile meteo, care au favorizat acumularea poluantului în zona stațiilor de monitorizare.

Având în vedere aceste date evaluarea calității aerului pentru SO₂ s-ar putea realiza prin modelarea matematică a dispersiei SO₂ în aerul ambiental, dar pentru a obține informații în timp real în episoadele scurte cu concentrații mari de SO₂ necesare pentru a se lua măsuri de gestionare a calitatea aerului, dacă se înregistrează eventuale depășiri ale pragului de alertă este necesară folosirea combinată a modelelor cu măsurătorile efectuate în puncte fixe.

6.4 Evoluția concentrației de SO₂ în perioada 2017-2022

În ultimii ani populația din Brașov și Sânpetru nu a fost expusă la concentrații mari de dioxid de sulf. Valorile concentrației medii anuale de SO₂ calculate în baza datelor achiziționate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata în perioada 2017 – 2022 sunt prezentate în figura 20.

Figura 20: Evoluția concentrațiilor medii anuale de SO₂, în perioada 2017-2022



În anii 2017, 2019 și 2022 la unele stații de monitorizare din cadrul RLMCA Brașov, mediile anuale la poluantul SO₂ nu au avut captură, deoarece din motive tehnice (analizor defect), nu au existat date sau datele colectate au fost insuficiente pentru a respecta criteriile de calitate conform Legii 104/2011 (actualizată).

Conform datelor din figura anterioară se observă că valorile concentrațiilor medii anuale înregistrate la cele șase stații de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata sunt mici, dioxidul de sulf nefiind un motiv de îngrijorare pentru sănătatea populației din Brașov, Sânpetru și Fundata.

7. Monoxidul de carbon, CO

7.1 Surse și efecte ale CO

Monoxidul de carbon provine din surse naturale (arderea pădurilor, emisiile vulcanice și descărcările electrice) sau din surse antropice (arderea incompletă a combustibililor fosili, biocombustibililor, dar și de la producerea oțelului și a fontei, rafinarea petrolului și din trafic). Introducerea convertoarelor catalitice a redus semnificativ emisiile din traficul rutier. Concentrațiile de CO variază în timpul zilei în funcție de intensitatea traficului rutier, cele mai ridicate concentrații fiind în zonele urbane, de obicei, în timpul orelor de vârf. Monoxidul de carbon se poate acumula la un nivel periculos în special în perioada de calm atmosferic din timpul iernii și primăverii (fiind mult mai stabil din punct de vedere chimic la temperaturi scăzute) când arderea combustibililor fosili atinge un maxim.

Monoxidul de carbon pătrunde în organism prin intermediul plămânilor, de unde ajunge în sânge și se leagă puternic de hemoglobină. Expunerea la CO poate reduce capacitatea sângelui de a transporta oxigen, reducând astfel cantitatea de oxigen livrată organelor și țesuturilor corpului. Astfel, persoanele care suferă de boli cardiovasculare sunt cele mai sensibile, deoarece deja au o capacitate redusă de pompare a sângelui oxigenat la inimă și expunerea la CO poate să provoace ischemie miocardică (cantitate de oxigen redusă la inimă), adesea însoțită de angină pectorală (dureri în piept), în condiții de efort fizic sau stres crescut. Expunerea pe termen scurt la CO afectează capacitatea organismului de a răspunde la cereri crescute de oxigen, iar la niveluri extrem de ridicate CO poate provoca moartea.

Timpul de remanență în atmosferă al CO este de aproximativ trei luni. Acesta se oxidează încet la dioxid de carbon și în timpul procesului de oxidare formează ozon, contribuind astfel la nivelul de fond al concentrației de ozon, cu efectele asociate asupra sănătății populației și a ecosistemelor.

7.2 Obiective de calitate aerului pentru CO

Obiectivul de calitate aerului pentru CO este stabilit în Legea 104/2011 (actualizată) privind calitatea aerului ambiental, fiind indicată o valoare limită pentru protecția sănătății umane, ca maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore și este prezentată în tabelul 14.

Tabelul 14: Obiective de calitate aerului pentru CO

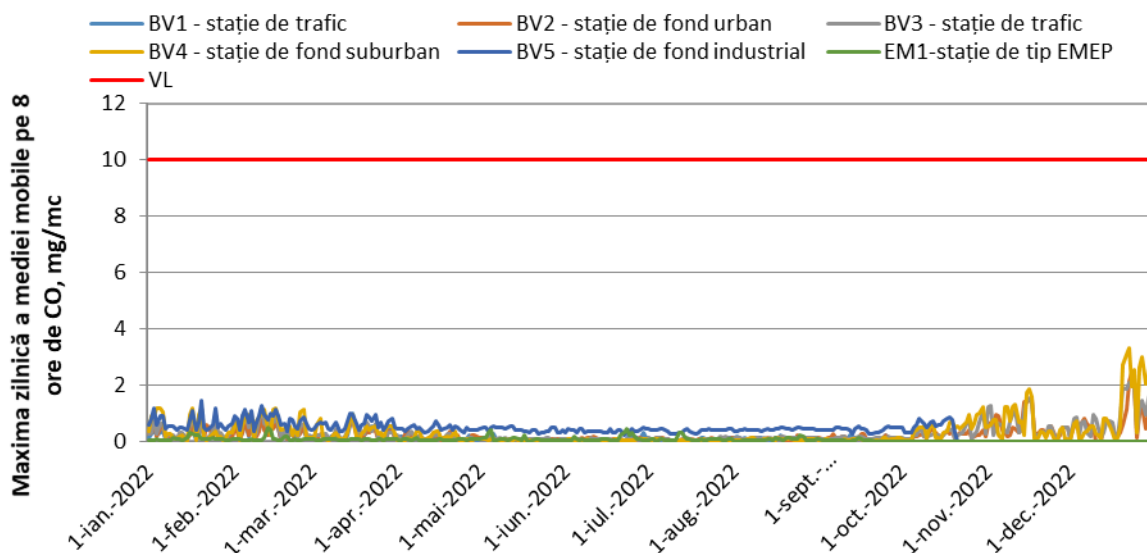
Nr. Crt.	Obiectiv de calitate	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Protecția sănătății	maxima zilnică a mediei mobile pe 8 ore	10 mg/m³	

Valoarea este în vigoare din anul 2007.

7.3 Monitorizarea CO

Evoluția valorilor maxime zilnice ale mediilor mobile pe 8 ore înregistrate în anul 2022 este prezentată în figura 21.

Figura 21: Evoluția valorilor maxime zilnice a mediilor mobile pe 8 ore de CO în raport cu valoarea limită zilnică a mediei mobile pe 8 ore, în anul 2022



Conform datelor prezentate anterior în perioada de iarnă au fost înregistrate cele mai mari valori, datorită emisiilor provenite de la încălzirea rezidențială și din traficul rutier, dar și stabilității atmosferice, care a împiedicat dispersia poluanților. Se poate observa că valorile maxime zilnice ale mediei mobile pe 8 ore pentru CO înregistrate în anul 2022 la stațiile de monitorizare sunt mai mici decât valoarea limită de 10 mg/m^3 . Cele mai mari valori au fost înregistrată în luna decembrie, dar au fost mai mici decât PIE – pragul inferior de evaluare raportat la valoarea limită a mediei mobile pe 8 ore de 5 mg/m^3 .

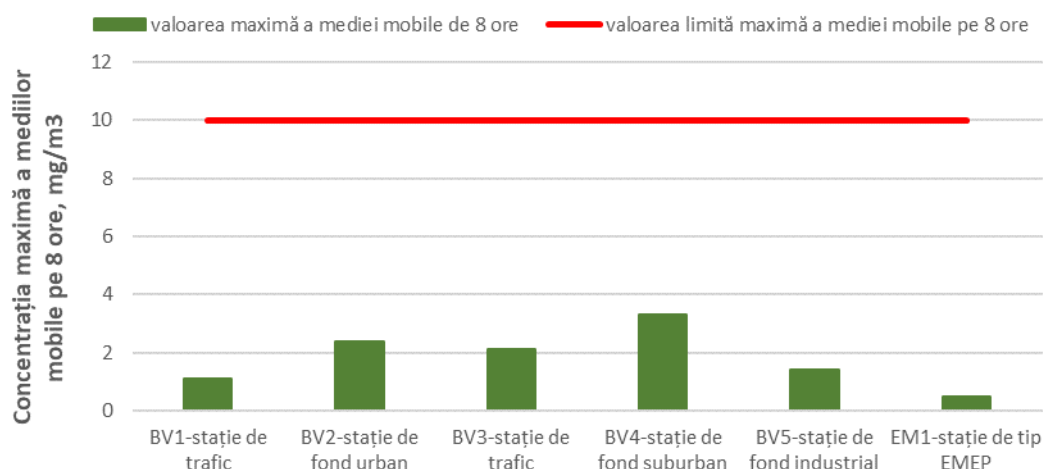
În urma monitorizării CO, în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator se poate concluziona că **concentrațiile maxime zilnice ale mediilor de 8 ore la CO s-au situat mult sub valoarea limită** pentru protecția sănătății umane (10 mg/m^3), așa cum se constată din tabelul 15 și figura 21.

Tabelul 15: Concentrațiile de CO, în anul 2022

Stația	Concentrații maxime orare, mg/m^3	Valoare limită orară, mg/m^3	Concentrații maxime zilnice ale mediilor mobile de 8 ore, mg/m^3	Valoare limită zilnică a mediilor mobile pe 8 ore, mg/m^3	Concentrații medii anuale, mg/m^3	Captura de date valide, %
Stația BV1*	2,1	nu este cazul	1,1	10 mg/m^3	0,08	71,1
Stația BV2	3,2		2,4		0,16	94,5
Stația BV3	2,5		2,1		0,18	98,5
Stația BV4	5,1		3,3		0,13	98,6
Stația BV5	2,1		1,4		0,41	79,4
Stația EM1*	-		0,5		0,04	67,2

**Din motive tehnice (analizor defect) la stația BV1 și EM1, datele valide colectate nu au fost distribuite uniform pe parcursul întregului an și nu s-a atins obiectivul de calitate a datelor pentru evaluarea calității aerului înconjurător în ceea ce privește captura minimă de date pe perioada de mediere de 1 an, aceasta fiind de minim 85% conform Legii nr.104/2011, anexa nr. 4*

Figura 22: Concentrația maximă a mediilor mobile pe 8 ore de CO în raport cu valoarea limită a mediei mobile pe 8 ore, în anul 2022

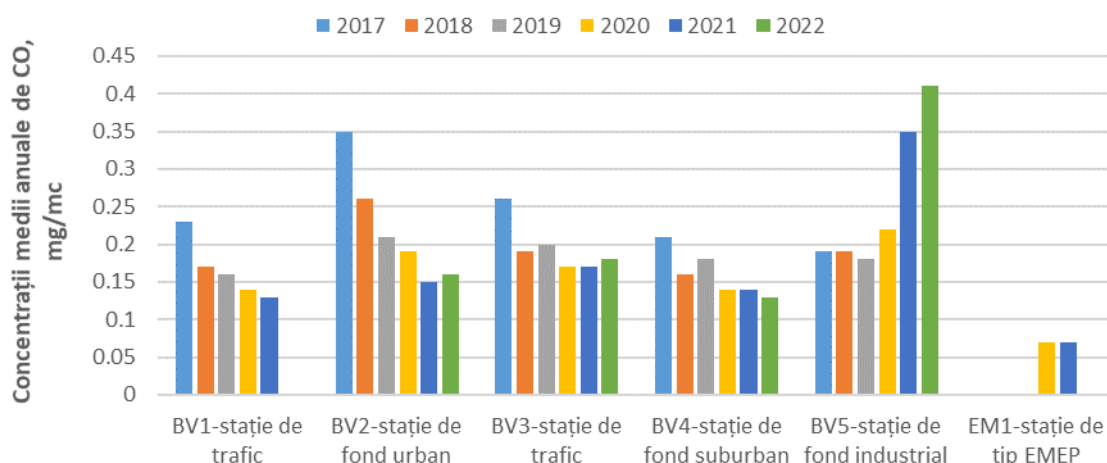


7.4 Evoluția concentrației de CO în perioada 2017-2022

Populația din Brașov, Sânpetru și Fundata nu a fost expusă la concentrații mari de monoxid de carbon în anul 2022.

Valorile concentrației medii anuale de CO calculate în baza datelor achiziționate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata, în perioada 2017 – 2022, sunt prezentate în figura 23.

Tabelul 23: Valorile concentrației medii anuale de CO, mg/m³



Conform datelor din figura de mai sus se observă că valorile concentrațiilor medii anuale înregistrate la cele șase stații de monitorizare din Brașov, Sânpetru și Fundata sunt mici, monoxidul de carbon nefiind un motiv de îngrijorare pentru sănătatea populației.

8. Benzenul, C₆H₆

8.1 Surse și efecte ale benzen

Benzenul provine în special din arderea incompletă a combustibililor (benzină), dar și din rafinarea petrolului, evaporarea solvenților organici folosiți în diferite activități industriale și evaporarea în timpul proceselor de producere, transport și depozitare a produselor care conțin benzen. Benzenul este un aditiv pentru benzină și 80-85% din emisiile de benzen, la nivel european, sunt datorate traficului rutier. În general, contribuția de la încălzirea locuințelor este mică (aproximativ 5%), dar arderea lemnului poate fi o sursă locală importantă de benzen.

Datorită stabilității chimice ridicate, benzenul are timp mare de remanență în straturile joase ale atmosferei, unde se poate acumula. Benzenul este îndepărtat din atmosferă prin dispersie, la apariția condițiilor meteorologice favorabile acestui fenomen sau prin reacții fotochimice la care benzenul este reactant, determinând formarea ozonului. Având timp de remanență de câteva zile în atmosferă benzenul poate fi transportat pe distanțe lungi.

Inhalarea este principala cale pentru expunerea la benzen, fumatul fiind o sursă importantă de expunere personală. Benzenul este un poluant cancerigen, expunerea prelungită la benzen provocând efecte semnificative adverse (hematotxicitate, genotoxicitatea și cancerigenitate). Expunerea cronică la benzen poate deteriora măduva osoasă și are efecte hematologice (scăderea numărului de celule roșii și albe din sânge).

8.2 Obiective de calitate aerului pentru benzen

Obiectivul de calitate aerului pentru benzen este stabilit în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambiental, fiind indicată o valoare limită pentru protecția sănătății umane, ca medie anuală și este prezentată în tabelul 16.

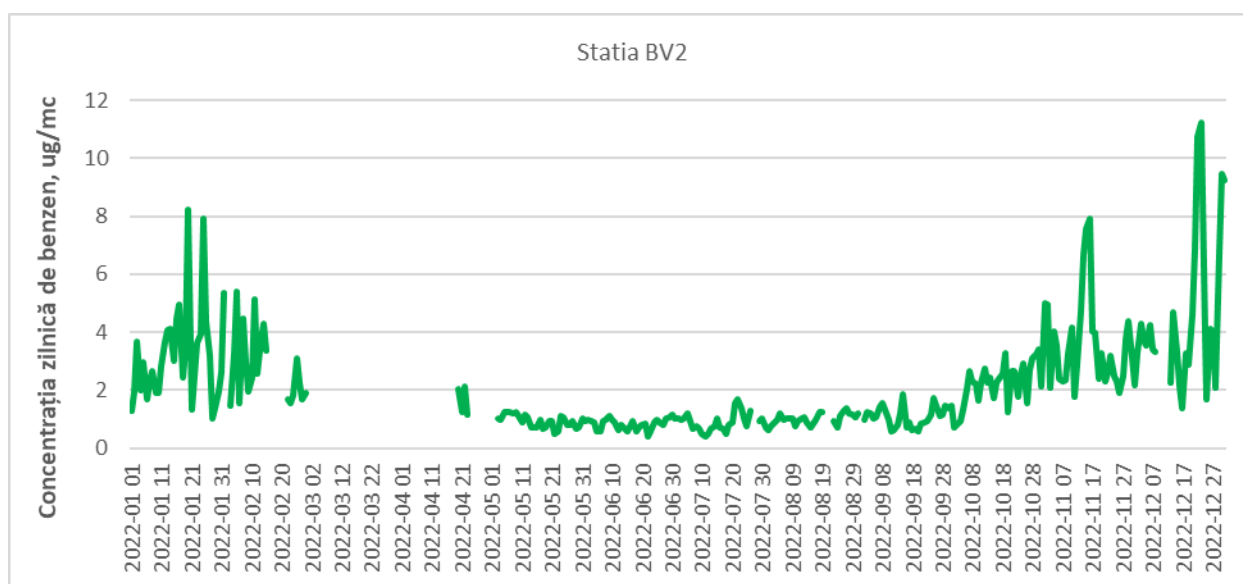
Tabelul 16: Obiective de calitate aerului pentru C₆H₆

Nr. Crt.	Obiectiv de calitate	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Protecția sănătății	an	5 μg/m ³	

Valoarea este în vigoare din anul 2010.

8.3 Monitorizarea benzenului

Evoluția mediilor zilnice înregistrate la stația de fond urban BV2 din municipiul Brașov, este prezentată în figura 24.

Figura 24: Evoluția mediilor zilnice de benzen în anul 2022

În figura de mai sus se observă că cele mai mari valori au fost înregistrate în lunile de iarnă, ca urmare a stabilității atmosferice ridicate și a intensificării emisiilor din **încălzirea rezidențială** în perioada de iarnă (rece). De asemenea, **traficul rutier** este o sursă importantă pentru benzenul prezent în aerul ambiental din Brașov, dar au fost și alte surse care au emis benzen în aerul ambiental în anul 2022: lucrări de asfaltare a străzilor și a trotuarelor din zona stațiilor, activitățile de marcaje rutiere.

În urma monitorizării benzenului, în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acest indicator se poate concluziona că **concentrația medie anuală de benzen s-a situat sub valoarea limită anuală** pentru protecția sănătății umane ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), așa cum se prezintă în figura 25 și în tabelul 17.

Tabelul 17: Concentrațiile de benzen, în anul 2022

Stația	Concentrație medie anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valoare limită anuală, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stația BV1	-	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Stația BV2	2,1	
Stația BV3	-	
Stația BV4	-	
Stația BV6	-	
Stația EM1	-	

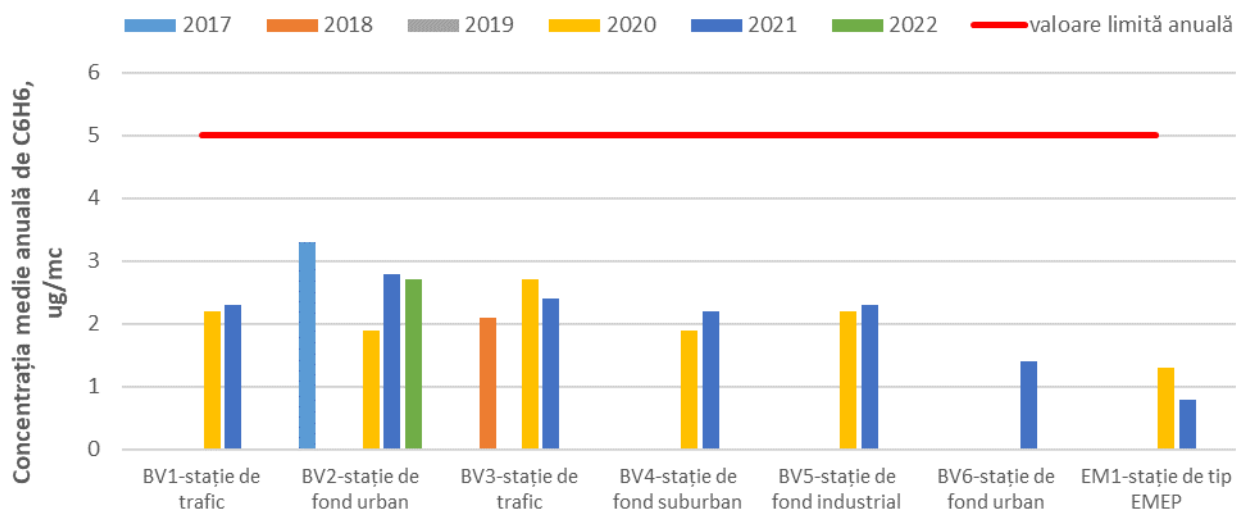
Din motive tehnice, în anul 2022, la stațiile BV1, BV3, BV4, BV5, BV6 și EM1 nu s-a atins obiectivul de calitate a datelor pentru evaluarea calității aerului înconjurător în ceea ce privește captura minimă de date pe perioada de mediere de 1 an, aceasta fiind de 90% (se acceptă 85% pentru pierderile de date datorate calibrării, verificărilor și întreținerilor curente) conform Legii nr.104/2011, anexa nr. 4

8.4 Evoluția concentrației de benzenului în perioada 2017-2022

Populația din Brașov, Sânpetru, Codlea și Fundata nu a fost expusă la concentrații mari de benzen.

Valorile concentrației medii anuale de benzen calculate în baza datelor achiziționate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru, Codlea și Fundata, în perioada 2017 – 2022, sunt prezentate în figura 25.

Figura 25: Evoluția concentrațiilor medii anuale de benzen în raport cu valoarea limită anuală, în perioada 2017-2022



Conform datelor din figura anterioară se observă că valorile concentrațiilor medii anuale înregistrate sunt mici, cele mai mari valori fiind măsurate la stațiile amplasate în zone cu trafic intens. Valoarea medie anuală calculată din datele disponibile nu a depășit valoarea limită anuală de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ și pragul superior de evaluare de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dar la stațiile amplasate în zone cu trafic intens valorile înregistrate au fost mai mari decât pragul inferior de evaluare de $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Astfel, benzenul nu este un motiv de îngrijorare pentru sănătatea populației din Brașov, Codlea, Sânpetru și Fundata, dar este alături de alți compuși organici volatili, NO_2 și CO un precursor al ozonului troposferic, cu efectele asociate asupra sănătății populației și a ecosistemelor.

9. Metale grele

9.1 Surse și efecte ale metalelor grele

Metalele grele se găsesc în aerul ambiental sub formă de aerosoli, a căror dimensiune influențează remanența în atmosferă și implicit posibilitatea de a fi transportați la distanță.

Plumbul este eliberat în atmosferă de surse naturale și surse antropice. Sursele naturale sunt: resuspensia solului de vânt, aerosolii marini, vulcanii, incendiile de pădure. Aceste emisii nu sunt în întregime naturale, ci conțin contribuții de la depunerile anterioare provenite din surse antropice. Sursele antropice de plumb includ arderea de combustibili fosili pentru obținerea energiei și în motoarele vehiculelor, incinerarea deșeurilor, producția de metale neferoase, fier, oțel și de ciment. Contribuția la emisiile de plumb provenite din benzină a fost eliminată după eliminarea aditivilor cu plumb din benzină. De asemenea, contribuțiile depunerilor atmosferice și a utilizării îngrășămintelor minerale și organice sunt relativ mici în comparație cu plumbul deja depus și acumulat, precum și cu cel din surse naturale.

Plumbul este un metal toxic pentru organism, care se acumulează și afectează: rinichii, ficatul, creierul și sistemul nervos. Expunerea la niveluri ridicate determină leziuni cerebrale grave, inclusiv retard mental, tulburări de comportament, probleme de memorie și modificări ale dispoziției. Încetinirea dezvoltării sistemului nervos la copii este efectul cel mai critic, fiind cauzată de expunerea intrauterină, în timpul alăptării sau în copilăria timpurie. Plumbul se acumulează în schelet și eliberarea acestuia din oase în timpul sarcinii și alăptării expune fătul sau copilul alăptat, astfel că expunerea femeii înainte de sarcină este importantă. Expunerea prin inhalare poate fi semnificativă atunci când nivelul din aer este mare. Expunerile la concentrații mari sunt cauzate în general de surse locale, și sunt mai puțin rezultatul transportului la distanțe mari.

Cel mai adesea, produsele alimentare sunt sursa predominantă de absorbție a plumbului. Cu toate acestea, poluarea aerului poate contribui în mod semnificativ la conținutul de plumb din culturi prin depunere directă.

Deși preluarea plumbului prin rădăcinile plantelor este relativ limitată concentrațiile de plumb ridicate din sol pe termen lung sunt un motiv de îngrijorare și ar trebui să fie reduse având în vedere posibilele riscuri pentru sănătate la un nivel scăzut de expunere.

Plumbul se bioacumulează și afectează negativ atât sistemele terestre cât și cele acvatice. Ca și în cazul populației, efectele asupra vieții animalelor includ probleme de reproducere și modificări ale aspectului sau de comportament.

Nichelul este un metal prezent în sol, apă, aer și în biosferă. Emisiile de nichel în atmosferă pot să provină din surse naturale, cum ar fi resuspensia solului, vulcani și vegetație. Principalele surse antropice de emisii de nichel în aerul ambiental sunt procesele de ardere pentru obținerea energiei electrice sau termice, obținerea nichelului, incinerarea deșeurilor și nămolurilor de la stațiile de epurare, obținerea oțelului, galvanizarea și arderea cărbunelui.

Există diferite căi de expunere la nichel: alimentele, inhalarea aerului, apa potabilă sau inhalarea fumului de tutun care conține nichel, contactul pielii cu solul, apa sau suprafețele placate cu nichel. În cantități mici nichelul este esențial pentru organism, dar în cantități mari este periculos. Unii compuși ai nichelului sunt cancerigeni, crescând riscul apariției cancerului pulmonar, de nas, laringe sau de prostată Alte efecte asupra sănătății sunt reacțiile alergice ale pielii (în general, nu sunt cauzate de inhalare) și efectele asupra tractului respirator, sistemului imunitar sistemului

endocrin. Cel mai frecvent efect dăunător sănătății umane este reacția alergică, aproximativ 10-20% din populație fiind sensibilă la nichel.

Nichelul este un element esențial pentru animale în cantități mici, dar în concentrație mare nichelul și compușii acestuia pot provoca efecte acute și cronice toxice pentru viața acvatică și pot afecta animalele în același mod ca și oamenii. Este cunoscut faptul că nichelul din solurile nisipoase poate deteriora plantele și concentrațiile mari în apele de suprafață pot diminua ratele de creștere ale algelor și microorganismelor. Nichelul nu se acumulează în plante sau animale și nu se va bioacumula în lanțul alimentar.

Cadmiul este eliberat în atmosferă de surse naturale și antropice. Vulcanii, resuspensia solului și emisiile biogene sunt considerate principalele surse naturale de cadmiu în atmosferă. Sursele antropice de cadmiu includ producția de metale neferoase, arderea combustibilului fosil, incinerarea deșeurilor, producția de fier și oțel, precum și producția de ciment.

Alimentele sunt principala sursă de expunere la cadmiu a populației, reprezentând mai mult de 90% din aportul total de la nefumători. În zonele puternic contaminate, resuspensia solului poate fi o sursă substanțială a expunerii pentru populația locală.

Poluarea aerului și utilizarea îngrășămintelor minerale și organice contribuie la expunerea la cadmiu. Aceste surse pot contribui la acumularea unor niveluri relativ mari de cadmiu în solul fertil, crescând astfel riscul de expunere în viitor prin intermediul alimentelor. Rinichii și oasele sunt organele critice afectate de expunerea la cadmiu. Principalele efecte includ o excreție crescută a proteinelor cu masă moleculară mică în urină și risc crescut de osteoporoză, precum și cancer pulmonar prin inhalare.

Cadmiul este toxic pentru viața acvatică, deoarece este direct absorbit de către organismele din apă. Acesta interacționează cu componentele citoplasmice, cum ar fi enzimele, producând efecte toxice în celule. Poate produce, de asemenea, cancer pulmonar la om și la animalele expuse prin inhalare. Cadmiul este foarte persistent în mediu și se bioacumulează.

Arsenul este eliberat în atmosferă din surse naturale și antropice. Cele mai frecvente surse antropice de emisii de arsen sunt topitoriile de metale și arderea combustibililor. Fumul de tutun poate conține arsen, fiind astfel o sursă de expunere în aerul ambiant.

Cea mai importantă cale de expunere este ingestia prin alimente și apă potabilă. Efectele necancerigene ale inhalării aerului cu niveluri ridicate de arsen sunt mortalitatea crescută din cauza bolilor cardiovasculare, neuropatie și gangrenă a extremităților. Există dovezi că compușii anorganici ai arsenului pot cauza cancer de piele și pulmonar.

Arsenul este foarte toxic pentru viața acvatică și pentru animale în general. Creșterea plantelor și randamentele culturilor pot fi reduse acolo unde conținutul de arsen al solului este ridicat. Compușii organici de arsen sunt foarte persistenți în mediu și se bioacumulează în lanțul alimentar.

9.2 Obiective de calitate aerului pentru metale grele

Obiectivele de calitate aerului pentru metale grele sunt stabilite în Legea 104/2011 privind calitatea aerului ambiant, fiind indicate o valoare limită pentru plumb și valori țintă pentru nichel și cadmiu pentru protecția sănătății umane, ca medii anuale. Aceste valori sunt prezentate în tabelul 18.

Tabelul 18: Obiective de calitate aerului pentru metale grele

Nr. Crt.	Poluant	Perioada de mediere	Valoarea	Comentarii
1	Plumb	an	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
2	Nichel	an	20 ng/m^3	
3	Cadmiu	an	5 ng/m^3	
4	Arsen	an	6 ng/m^3	

Valoarea limită pentru plumb este în vigoare din anul 2007, iar valorile țintă pentru nichel, cadmiu și arsen trebuie respectate din 2013.

9.3 Monitorizarea metalelor grele în Brașov

Monitorizarea metalelor grele (Pb, Cd, Ni, As) în anul 2022, s-a realizat în stația BV2, stație de fond urban, prin **măsurări indicative**. A fost îndeplinită cerința legală privind timpul minim acoperit de 14%, precum și cerința privind colectarea minimă de date de 90% din timpul acoperit.

Concluziile monitorizării metalelor grele, în anul 2022, în raport cu obiectivele de calitate stabilite de lege pentru acești indicatori sunt că valorile concentrațiilor medii anuale pentru metale grele sunt mici și nu depășesc valoarea limită / valoarea țintă, așa cum se prezintă și în tabelul 19.

Tabelul 19: Concentrațiile de metale grele, în anul 2022

Stația	Poluant	Concentrații medii anuale	Valoare limită anuală	Valoare țintă anuală
Stația BV2	Pb	0,0056	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	Cd	0,17	-	5 ng/m^3
	Ni	2,06	-	20 ng/m^3
	As	0,23	-	6 ng/m^3

9.4 Evoluția concentrației de metale grele în perioada 2017-2022

Populația din Brașov și Sânpetru nu a fost expusă la concentrații mari de metale grele.

Valorile concentrației medii anuale de metale grele (Pb, Ni, Cd, As) calculate în baza datelor obținute după prelucrarea și măsurarea probelor prelevate la stațiile de monitorizare din Brașov, Sânpetru și în perioada 2017 – 2022 sunt prezentate în figurile următoare.

Figura 26: Evoluția concentrației medii anuale de Pb determinat din PM10 în raport cu valoarea limită anuală, în perioada 2017-2022

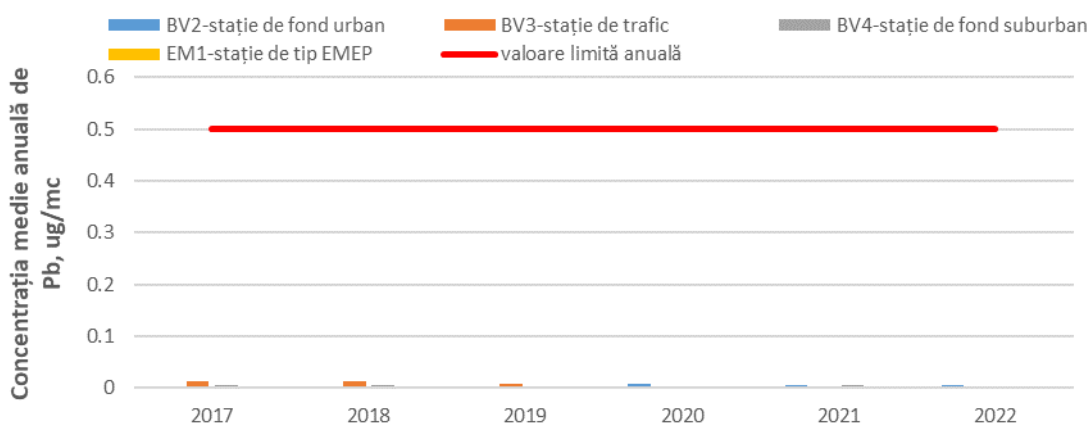


Figura 27: Evoluția concentrației medii anuale de Ni determinat din PM10 în raport cu valoarea țintă anuală, în perioada 2017-2022

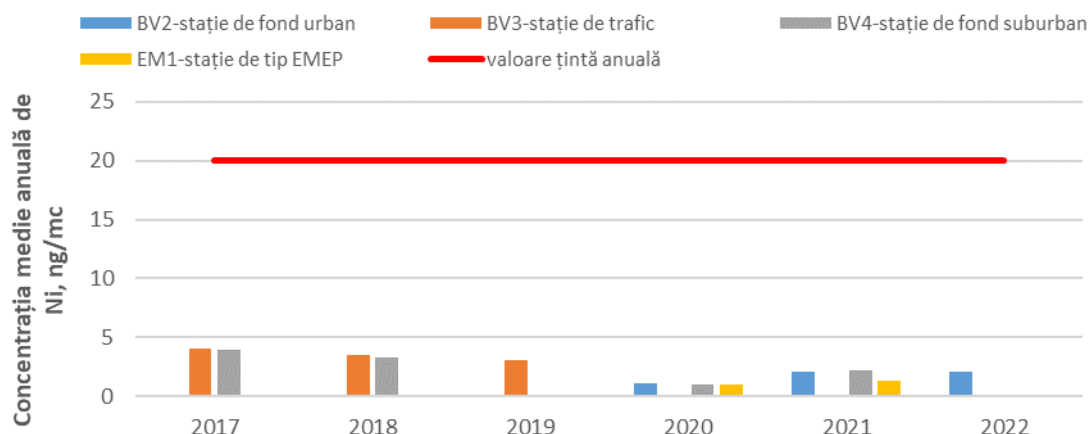


Figura 28: Evoluția concentrației medii anuale de Cd determinat din PM10 în raport cu valoarea țintă anuală, în perioada 2017-2022

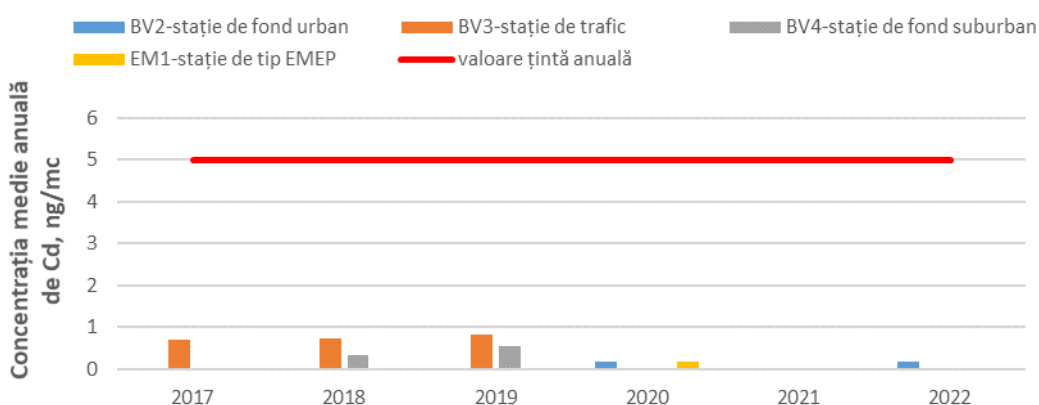
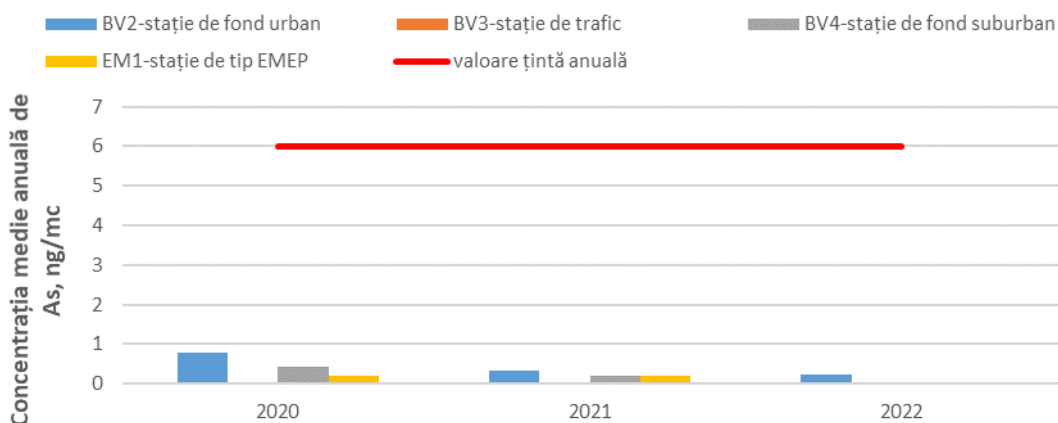


Figura 29: Evoluția concentrației medii anuale de As determinat din PM10 în raport cu valoarea țintă anuală, în perioada 2020-2022



Conform datelor din graficele anterioare se observă că valorile concentrațiilor medii anuale pentru metale grele sunt mici și nu depășesc valoarea limită / valoarea țintă. Astfel, metalele grele nu sunt un motiv de îngrijorare pentru sănătatea populației din Brașov, Sânpetru și Fundata.

10. CONCLUZII

Evaluarea calității aerului din județul Brașov este realizată de către APM Brașov cu ajutorul celor 7 stații automate de monitorizare a calității aerului, 4 stații în amplasate în municipiul Brașov, 1 stație în municipiul Codlea, 1 stație în comuna Sânpetru și 1 stație în comuna Fundata. Aceste stații fac parte din rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului.

Măsurările efectuate prin intermediul stațiilor automate pun în evidență valori ale concentrațiilor pentru indicatorii: SO₂, NO, NO₂, și NO_x, CO, O₃, particule în suspensie PM₁₀ și PM_{2.5}, COV (benzen, toluen, etibenzen, o-xilen, m-xilen și p-xilen) și metale grele (Pb, Ni, Cd, As). Valorile concentrațiilor acestor indicatori sunt comparate cu valorile limită, valorile-țintă, pragurile de alertă sau de informare, stabilite în legislația specifică domeniului calitate aer, pentru fiecare poluant monitorizat.

Din analiza datelor de calitate a aerului achiziționate și validate pentru anul 2022 se constată următoarele:

- ✓ nu au fost înregistrate depășiri ale valorii limită pentru indicatorii dioxid de sulf (SO₂), monoxid de carbon (CO), benzen (C₆H₆), metalele grele (Pb, Ni, Cd și As), particule în suspensie PM_{2,5};
- ✓ au fost înregistrate depășiri ale valorii limită / valorii țintă la următorii indicatori:

○ dioxid de azot (NO₂)

Stația	Concentrație medie anuală, μg/m ³	Valoare limită anuală, μg/m ³
Stația BV3, stație de trafic	41,42	40

○ ozon (O₃)

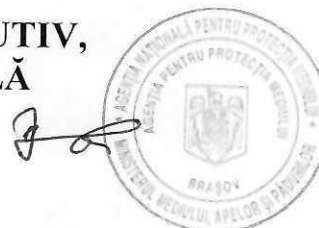
Stația	Număr depășiri ale valorii țintă	Număr depășiri ale valorii țintă, permis
Stația BV2, stație de fond urban	12	25
Stația BV4, stație de fond suburban	91	
Stația BV6, stație de fond urban	2	

○ particule în suspensie PM₁₀

Stația	Număr depășiri ale valorii limită zilnică	Număr depășiri ale valorii limită zilnică, permis
Stația BV1, stație de trafic	16	35
Stația BV2, stație de fond urban	16	
Stația BV3, stație de trafic	21	
Stația BV6, stație de fond urban	30	

În județul Brașov, principalele surse de emisie care influențează calitatea aerului sunt: traficul rutier, lucrările de pe șantierele de construcții, încălzirea rezidențială și într-o mai mică măsură, activitatea industrială.

DIRECTOR EXECUTIV,
Ciprian BĂNCILĂ



Nume și Prenume	Funcția	Data	Semnătura
Verificat:	Șef Serviciu ML	Simona PASCU	
Întocmit:	Consilier	Marcela MILOȘAN	