



LEARNING TOXICOLOGY  
THROUGH OPEN EDUCATIONAL  
RESOURCES

# SURSELE POLUANȚILOR GAZOȘI ÎN ATMOSFERA URBANĂ

Dana PERNIU, Ileana MANCIULEA

Universitatea Transilvania din Brașov

[d.perniu@unitbv.ro](mailto:d.perniu@unitbv.ro), [i.manciulea@unitbv.ro](mailto:i.manciulea@unitbv.ro)



Erasmus+

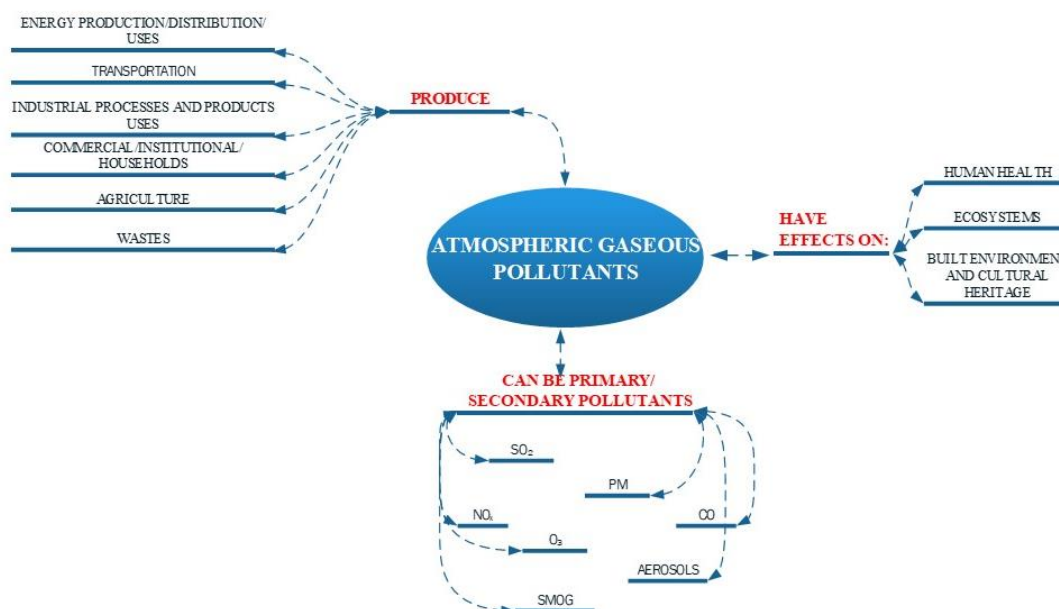
This work is licensed under a Creative  
commons attribution – non commercial 4.0  
international license



## 1. INTRODUCERE

Cursul este construit pentru a vă oferi o viziune integrată asupra poluanților atmosferici gazoși. Cursul abordează poluanții primari și secundari din diverse surse de poluare, care produc efecte adverse asupra sănătății umane și asupra mediului natural și / sau construit.

### COURSE DESCRIPTION



Scopul cursului este de a oferi informații pentru a înțelege conceptul de poluare a aerului, ceea ce înseamnă:

- să descri sursele principale de poluare a aerului și să exemplifice poluanții emiși de diferite surse;
- să descri transportului poluanților în atmosferă, ceea ce necesită cunoșterea unor proprietăți fizice și chimice ale poluanților;
- să exemplifici comportamentul poluanților în atmosfera de exterior, respective cea de interior.

**COURSE OBJECTIVES**

describe the major air pollution sources

exemplify gaseous air pollutants released by different sources

describe the key gaseous atmospheric pollutants impact on:

human health

ecosystems

built environment and cultural heritage

**understanding the air pollution concept**

describe the transport of key gaseous pollutants in atmosphere

physical properties

chemical properties

explain the behavior of air key gaseous pollutants in outdoor environment

explain the behavior of air key gaseous pollutants in indoor environment

În baza celor studiate, veți putea descrie efectele poluanților gazoși ai atmosferei le au asupra asupra sănătății umane și / sau a mediului natural și construit.

Vă mulțumim pentru că ați ales cursul și vă dorim succes în construirea propriilor cunoștințe.

## 2. POLUANȚII GAZOȘI DIN ATMOSFERĂ

Aerul curat constituie nevoia de bază pentru asigurarea unei vieți sănătoasă și a stării de bine. Cu toate acestea, lupta continuă a umanității pentru îmbunătățirea calității vieții, a condus la dezvoltarea tehnologică, creșterea economică în detrimental calității mediului în general și a aerului în mod special.

În prezentarea noastră vă vom familiariza cu problematica poluării aerului ca rezultat al emisiilor de poluanți gazoși prin activitatea antropogenică.

## 3. COMPOZIȚIA ATMOSFERICĂ

Pământul este înconjurat de un înveliș gazos, alcătuit din 5 straturi care diferă între ele prin compoziție și temperatură, care se modifică odată cu creșterea altitudinii: troposferă, stratosferă, mezosferă, termosferă și exosferă. Stratul cel mai apropiat de Pământ este troposfera, denumită aer atmosferic, conține aproximativ 80% din masa totală atmosferică și practic masa totală a apei. Excluzând apa, care are o concentrația variabilă, aerul are compoziția aproximativ constantă până la circa 10 km altitudine, fiind alcătuit din componenți majori, care reprezintă aproximativ 99,6% din masa atmosferică totală și componenți în urme.



Gazele majore din atmosferă reprezintă 99,96% (vol) din masa totală a acestora:

*Azotul,  $N_2$*  (78%, vol) - este cel mai comun gaz atmosferic. Nu reacționează cu alte substanțe în condiții atmosferice;

*Oxigenul,  $O_2$*  (21%, vol.) - este al doilea gaz comun, este necesar pentru respirația tuturor animalelor de pe pământ, de la oameni la bacterii. Este un gaz foarte reactiv;

*Argonul, Ar* (0,93%, vol.) - este un gaz inert;

*Dioxidul de carbon,  $CO_2$*  (aproximativ 0,03%, vol.) - este un gaz cu un procent redus în atmosferă, dar este o materie primă esențială pentru fotosinteză, fiind vital pentru viața de pe Pământ.

Dioxidul de carbon joacă un rol important în menținerea echilibrului termic al Pământului. În secolul trecut, ca urmare a activității antropice, concentrația atmosferică a dioxidului de carbon a crescut, determinând schimbări climatice.

Dintre gama de gaze în urme, care reprezintă 0,04% din masa totală sunt:

*Gaze nobile (cripton, xenon, heliu)*

*Amoniac ( $NH_3$ )*

*Materie organică*

*Metan ( $CH_4$ )*

*Oxizi de azot ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ )*

*Ozon ( $O_3$ )*

*Dioxid de sulf ( $SO_2$ )*

*Diverse săruri și particule solide în suspensie*

Apa (în stare de vapori) se găsește în cantități variabile, în funcție de temperatură, precipitații, viteză de evaporare, localizare. Acesta poate varia în intervalul de la 0,1% până la 5%. Dacă sunt

excluși vaporii de apă, compoziția aerului troposferic este constantă. Vaporii de apă reprezintă un element al ciclului hidrologic și reprezintă un important gaz cu efect de seră.

## 4. UNITĂȚI PENTRU CONCENTRAREA COMPOZIȚIEI AERULUI

Pentru a estima compoziția aerului, se utilizează diferite unități, ca de exemplu:

**% (m)** – procent de masă

**% (vol)** – procent volumetric

**mg/m<sup>3</sup>** – miligrame de component pe metru cub de aer

**μg/m<sup>3</sup>** – micrograme de component pe metru cub de aer

**părți per milion în volum (ppmv)** - părți volumetrice ale componentei pe milion de părți de aer în volum

**părți per miliard în volum (ppbv)** – volumele componente ale componentei pe miliard de volume de aer

Fracțiile de volum ppmv, respectiv ppbv, exprimă numărul de părți de volume de component al aerului într-un milion sau un miliard de părți de volum de aer sau numărul de molecule de component gazos într-un milion / miliard de molecule care compun aerul.

## 5. OPERAȚII DE CONVERTIRE

Dat fiind faptul că nu există consens pentru cea mai potrivită modalitate de exprimare a concentrație speciilor atmosferice, este necesară cunoașterea relațiilor de calcul care permit transformarea dintr-o unitate de măsură în alta.

Transformările se bazează pe legea generală a gazelor ideale ( $pV = nRT$ ) care prevede proporționalitatea dintre volumul de gaz și numărul total de molecule.

transformare		relație
din	în	
mg/m <sup>3</sup>	ppmv	$\text{ppmv} = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]}{M} \cdot 0.08205$
mg/m <sup>3</sup>	ppbv	$\text{ppbv} = \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \cdot \frac{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]}{M} \cdot 0.08205$
ppmv	mg/m <sup>3</sup>	$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = (\text{ppmv}) \cdot \frac{M}{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]} \cdot \frac{1}{0.08205}$
ppbv	mg/m <sup>3</sup>	$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = (\text{ppbv}) \cdot \frac{M}{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]} \cdot \frac{1}{0.08205}$

Unde,

numărul de fracții de volum de componentă gazoasă în aer:  $ppmv, ppbv, mg/m^3, \mu g/m^3$

masa moleculară a componentei gazoase:  $M$

constanta gazelor:  $R = 0.08205 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

temperatura  $T = [273.15 + (^{\circ}C)] \text{ K}$

presiunea atmosferică  $p = 1 \text{ atm}$

## 6. POLUAREA ATMOSFERICĂ - ISTORIE

Aerul “curat” conține doar substanțele menționate anterior, în proporția menționată. Ca urmare a activității antropice, concentrația anumitor gaze se modifică, ceea ce conduce la alterarea unora dintre proprietățile / funcțiile fundamentale ale aerului.

În istorie sunt cunoscute unele evenimente care au condus la modificări ale compoziției aerului, iar câteva exemple sunt prezentate în continuare..

Una dintre primele mărturii despre disconfortul cauzat de prezența în aer a compușilor eliberați prin arderea cărbunelui este cel al filozofului Seneca. Într-una din scrierile sale, el a menționat modificarea dispoziției sale provocată de aerului încărcat de la Roma, a fumului de la cosuri care aduce cu el un amestec de funingine, vapori cu miros dezagreant.

De-a lungul secolelor, cărbunii au fost folosiți ca sursă principală de energie pentru a satisface nevoile pentru încălzit și prepararea hranei.

În Anglia secolului al XIV-lea, în anul 1306, regele Edward I. a luat prima măsură pentru protecția mediului prin interzicerea arderii cărbunelui, însă acest lucru a fost ignorat de populație.

Mai târziu, în 1661, regele Charles al II-lea a solicitat unuia din cavalerii săi, John Evelyn, să scrie o carte din care să reiasă pericolele datorate arderii cărbunelilor. Rezultatul a fost primul studiu comprehensiv în care a fost abordată poluarea atmosferică - Fumifugium: sau Inconvenientul produs de către aerul și fumul disipat în Londra, precum și remedii propuse pentru Majestatea Sa și pentru Parlament. Fumifugium este un cuvânt compus din doi termeni, în limba latină - fumus înseamnă fum și fugit corespunde verbului a fugi, a evada.

Un alt moment esențial îl constituie publicarea, în 1556 de către Georg Bauer, sub pseudonimul Gerogius Agricola a cărții DeReMetallica, o prezentare extinsă a mineritului. Este prima monografie axată pe activitatea industrială, menționând elementele de poluare a aerului de exterior și de interior.

Odată cu revoluția industrială, datorită utilizării cărbunilor ca sursă principală de producere a aburului necesar funcționării utilajelor, în Marea Britanie, calitatea aerului a suferit modificări semnificative (sa înmulțit cu 100 între 1800 și 1900).

Smogul produs de cărbune, denumit de obicei "ceață", a fost cunoscut și destul de comun în ultima jumătate a XIX și începutul XX. Scriitorii, oamenii de știință și chiar pictorii l-au evocat în lucrările lor: Charles Dickens, Charles Darwin, James Russell Arthur Conan Doyle, Claude Monet, Camille Pissarro, Edgar Degas etc.

În 1952, în decembrie, după patru zile de "ceață", s-au înregistrat 4000 de decese ca urmare a expunerii la aerul încărcat cu specii poluante - dioxid de sulf și pulberi în suspensie. Evenimentul este bine cunoscut sub numele de "Smog Londonez".

În perioada contemporană, poluanții emiși ca rezultat al activității antropice sunt la fel de diverse, deoarece efectele poluării se dezvoltă nu numai la scară locală, ci și la scară regională și globală.



## 7. ABORDAREA POLUĂRII AERULUI

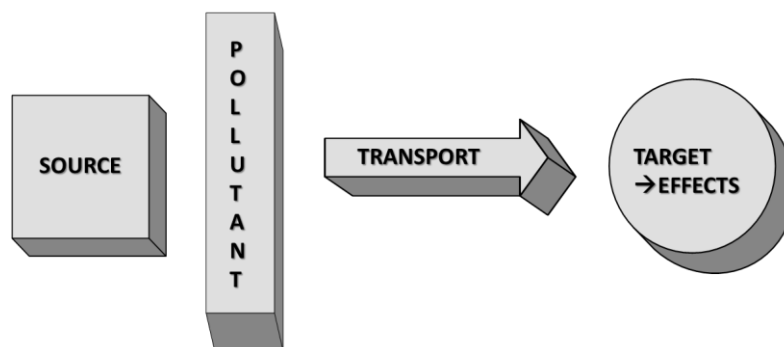
Schimbările semnificative ale calității aerului prin prezența în aer a contaminantului sau a speciilor poluante, la o concentrație care interferează cu sănătatea umană sau starea de bine produce alte efecte dăunătoare fiind cunoscută ca poluarea aerului.

Gazele poluante sunt cele prezente ca gaze sau vapori, adică ca molecule individuale capabile să treacă prin filtrele furnizate. Acestea nu se adsorbesc sau reacționează chimic cu mediul de



filtrare. Poluanții gazoși sunt luați cu ușurință în sistemul respirator uman, deși, dacă sunt solubili în apă, aceștia pot fi repede depozitați în tractul respirator superior și nu pătrund în plămân adânc. Datorită complexității poluării mediului, în special a poluării aerului, analiza trebuie să utilizeze o abordare integrată, luând în considerare emisiile de poluanți, transportul în aer și efectele pe care le au asupra sănătății umane și asupra mediului natural și construit.

Din motive didactice, în această secțiune discutăm despre sursele de poluare a mediului. În cadrul celei de-a doua unități vom aborda, pentru anumiți poluanți atmosferici, transportul acestora în mediu cu procesele fizico-chimice care se produc în aerul atmosferic, precum și efectele pe care aceștia le produc.



## 8. SURSE ALE POLUĂRII AERULUI

Diversificarea masivă a activității antropice are drept consecință diversificarea surselor de poluare a aerului. Există multe modalități de clasificare a surselor de poluare, în această secțiune prezentăm doar o descriere generală.

Având în vedere natura sursei, poluanții sunt emiși de surse naturale și / sau artificiale.

Printre sursele naturale exemplificăm: erupția vulcanică, praful deșertic, producția naturală de pulverizare marină, emisiile eliberate prin descompunerea materiei organice, emisiile biogene din copaci și alte vegetații.

Sursele antropice eliberează poluanții ca rezultat al activității sau intervenției umane. Este evident că acest tip de surse are cea mai mare contribuție la poluarea aerului.

Una dintre principalele distincții este între sursele staționare și sursele mobile.

Sursele staționare includ emisii industriale și de uz casnic.

Sursele mobile cuprind vehicule rutiere, caile feroviare, nave.

O clasificare utilă consideră sursele punct / linie / zonă.



Sursele punctuale se referă la surse care apar ca puncte individuale. Scara spațială este de obicei în zona 1 x 1 km. Exemple de surse punctuale: stația electrică, chiar dacă are mai mult de un coș de fum; site-uri industriale individuale.

Sursele de linie iau în considerare vehiculele rutiere, căi feroviare.

Sursele din zonă sunt mai difuze, răspândite pe o regiune spațială semnificativă. Exemplu: emisiile din cazanele utilizate pentru încălzirea spațiului, având în vedere că majoritatea locuințelor au cazanul propriu, fiecare fiind o sursă mică de emisii, dar nu este tratată individual în analiza de mediu.

Sursele antropice sunt analizate pe sectoare, acestea fiind prezentate în documentele oficiale ale Uniunii Europene:

**transportul rutier** care este utilizat pentru a descrie toate emisiile din traficul rutier, indiferent de mărimea sau utilizarea vehiculului. Emisiile din vehicule se exprimă de obicei în termeni de evacuare. Combustia de benzină sau de motorină conduce la gaze de eșapament care conțin o serie de poluanți dăunători.

**transportul non-rutier**, care include aviația, căile ferate,

**sectorul instituțiilor financiare și gospodăriilor populației,**

**sectorul proceselor industriale** și al utilizării produselor, produc poluarea aerului cu poluanți "tradiționali", dar și cu poluanți "esoterici" ca urmare a unor procese industriale specifice.

**producția și distribuția de energie** - arderea combustibililor fosili (în instalațiile staționare) este de departe cel mai important mod de producere a energiei în ceea ce privește poluarea aerului.

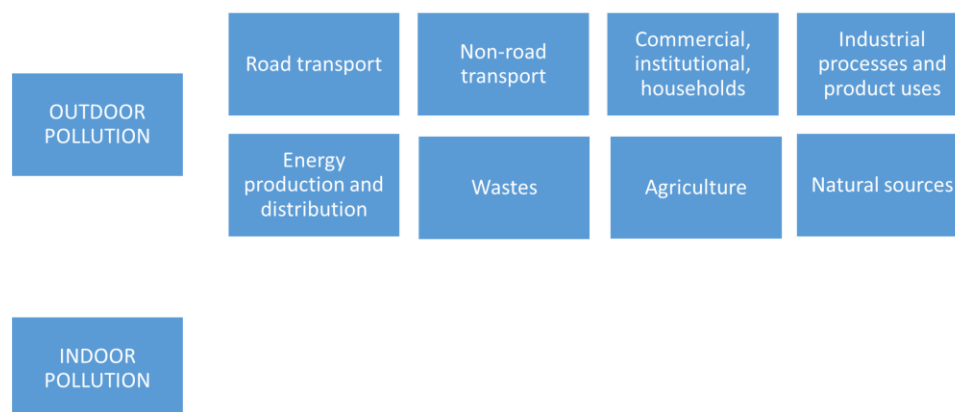
**agricultura** poate fi atât o sursă de poluare cât și un receptor de poluare, considerând că emisiile provenite din alte surse ar putea fi dăunătoare culturilor.

**sectorul deșeurilor** poate fi considerat o sursă de poluare intermitentă, deoarece emisiile sunt deseori neplanificate. De exemplu, în timpul incinerării deșeurilor sau a incendiilor accidentale, dioxinele sunt eliberate, produse sporadice, neintenționate, dificil de monitorizat, cu efecte adverse grave asupra sănătății.

Este important să menționăm diversitatea contribuției surselor de poluare a aerului de locația geografică și specificul activității din regiune. Astfel, poluarea aerului în mediul urban se caracterizează prin emisii generate de transportul rutier, activitățile industriale, activitățile comerciale, instituționale și gospodărești, precum și din sectorul deșeurilor. Producția și distribuția de energie contribuie și la emisiile poluante gazoase în mediul urban.

În mediul rural, activitatea în sectorul agricol aduce o contribuție importantă la scăderea calității aerului.

Dacă discutăm despre impactul poluanților atmosferici asupra sănătății umane, trebuie să menționăm că oamenii moderni petrec peste 90% din timp în interior. Astfel, în interior, prin activități specifice / produse este o sursă importantă de poluare. În a treia unitate este abordată poluarea interioară.



Pentru a exemplifica emisiile provenite din diferite surse, prezentăm contribuția fiecărui sector de activitate la emisiile de poluanți gazoși ai atmosferei. Datele corespund emisiilor înregistrate de țările Uniunii Europene în 2015 și sunt prezentate în Raportul "Calitatea aerului în Europa - 2017".

Sectorul cu cea mai mare contribuție la emisiile de dioxid de sulf este producția și distribuția de energie. Această contribuție nu este surprinzător, având în vedere că, în 2015, în Europa, 18,9% din producția de energie se bazează pe cărbune.

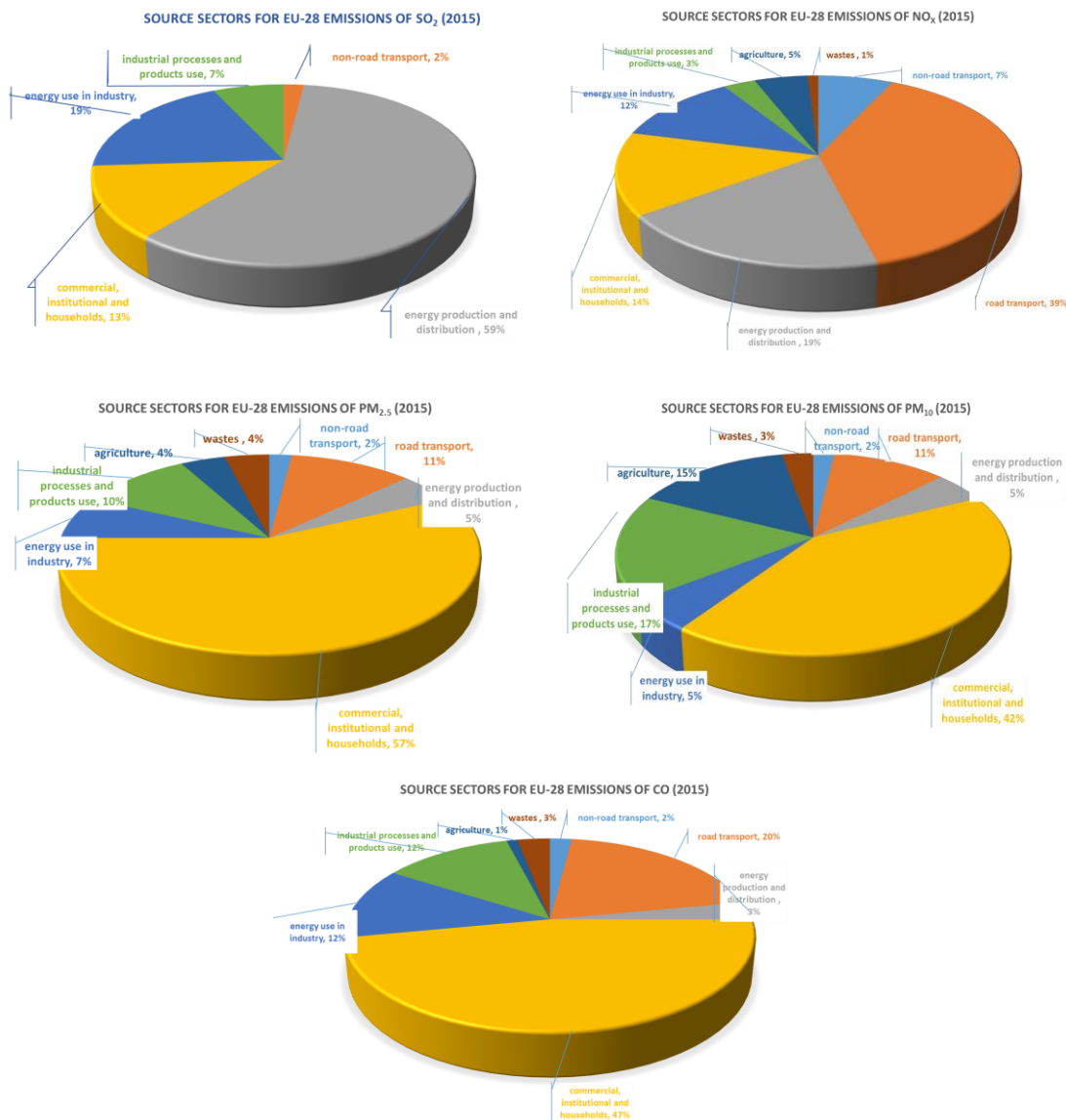
Cea mai importantă sursă de emisii de oxizi de azot este transportul rutier. Producția și distribuția energiei, activitățile comerciale, instituționale și gospodăriile populației au, de asemenea, o contribuție semnificativă.

Trebuie menționat că în perioada 2000-2015 emisiile de oxizi de azot au scăzut, aceasta fiind cauzată în principal de dezvoltarea tehnologică.

Pentru particulele materiale cu dimensiuni sub 2,5 micrometri, cea mai importantă sursă de emisie este activitatea comercială, instituționale și gospodăriile, unde principala sursă de energie este bazată pe combustibili fosili.

În mod analog, sursele care emit particule material cu dimensiuni de 10 micrometri sunt activitățile comerciale, instituționale și gospodărești. În acest caz, se înregistrează o creștere a contribuției proceselor industriale.

Monoxidul de carbon este produs în principal datorită activităților comerciale, instituționale și gospodării, precum și datorită transportului rutier.



Informațiile prezentate în această secțiune se bazează pe datele publicate de Comisia Europeană. În cea de-a doua unitate, pentru fiecare dintre poluanți vor fi discutate sursele de emisie specifice.

## 9. BIBLIOGRAFIE

1. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>
2. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2017/evolution-of-who-air-quality-guidelines-past,-present-and-future-2017>
3. <https://www.eea.europa.eu/help/glossary>
4. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf)
5. <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/>
6. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports)
7. <http://www.planetgreen.org/2012/03/edward-i-environmentalist-by-a.html>
8. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fumifugium>
9. Brimblecombe, P., Attitude and Response Towards Air Pollution in Medieval England, *Journal of the Air Pollution Control and Association*, Vol 26, issue 10, 1996, <https://doi.org/10.1080/00022470.1976.10470341>
10. Schorr, D., Art and History of Environmental Law July 19, 2015, Available at: <https://ssrn.com/abstract=2633175>
11. <https://www.brainpickings.org/2016/02/15/seneca-letter-18/>
12. <http://www.alamy.com/stock-photo/de-re-metallica.html>
13. <http://historytradeart.blogspot.ro/2010/05/art-and-artistic-reactions-to.html>
14. <https://aboutartnouveau.wordpress.com/2015/11/20/art-nouveau-is-back/dark-satanic-mills/>
15. <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2243732/Pea-souper-killed-12-000-So-black-screen-cinemas-So-suffocatingly-lethal-ran-coffins-How-Great-Smog-choked-London-60-years-ago-week.html>
16. <https://www.express.co.uk/life-style/life/771226/cough-air-pollution>

17. <http://thegreentimes.co.za/the-melting-arctics-dramatic-impact-on-global-weather-patterns/>



**VNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland  
University of Applied Sciences

**U. PORTO**



**Universitatea  
TRANSILVANIA  
din Brașov**



**UNIVERZITA  
KARLOVA**



**ИКИТ**

<https://toxoeer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales  
Headquarters office in Salamanca.  
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.  
Contact Phone: +34 663 056 665