



# LEARNING TOXICOLOGY THROUGH OPEN EDUCATIONAL RESOURCES

## POLUARE DE INTERIOR

Dana PERNIU, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Brasov

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



## 1. INTRODUCERE

Poluarea de interioar, un subiect important considerand ca oamenii moderni petrec majoritatea timpului - in casa, la locul de munca , in spatii pentru petrecerea timpului liber. Interioarele sunt foarte diverse, calitatea aerului este caracterizata de eterogenitatea si de mai multe ori poate produce efecte negative asupra sanatatii.

## 2. MICROMEDII IN CARE TRAIESC OAMENII

Expunerea umana la poluanti apare atunci cand indivizii sunt in contact cu un poluant de o anumita concentratie, intr-o anumita perioada de timp. Expunerea se petrece astfel in locuri unde oamenii petrec timp adesea, intr-o zona denumita generic "micromediul". Micromediul este definit ca spatiul tridimensional in care nivelul poluantului la un moment dat este uniform. Micromediul este astfel caracterizat de o concentratie statistica constanta a speciilor. Considerand o schema pentru clasificarea mediului global, inclusiv mediul natural si mediul socio-economic si de asemenea luand in considerare statisticile internationale, se poate deduce ca majoritatea populatiei traieste, in majoritatea timpului in micromediile interioare rurale, in tarile in curs de dezvoltare. Cu toate acestea, o parte semnificativa a populatiei traieste in mediul urban si munceste la birou, intrucat industria postindustriala a adus o schimbare de la sectorul productiei catre sectorul serviciilor si al cunoasterii.

In acesta sectiune, vom prezenta aspecte legate de problema calitatii aerului, in diferite micromedii, din diferite zone. Obisnuit, calitatea interioara a aerului depinde de factori precum calitatea mediului inconjurator, caracteristicile socio-economice din interior, precum si de activitatea si stilul lor de viata.



indoor vs  
outdoor

- people spend the majority of time (80 - 90%) in **indoors**

developed vs  
developing  
countries

- over 80% of the world's population lives in **developing countries**

urban vs rural

- urbanization is occurring rapidly: ~55% of population live in **urban** area
- in developed countries: ~75% of population live in urban area
- in developing countries: ~60% live in **rural** area

### 3. CALITATEA INTERIOARA A AERULUI - TERMINOLOGIE

Considerand terminologia, ar trebui sa fim atenti asupra mai multor termeni utilizati frecvent.

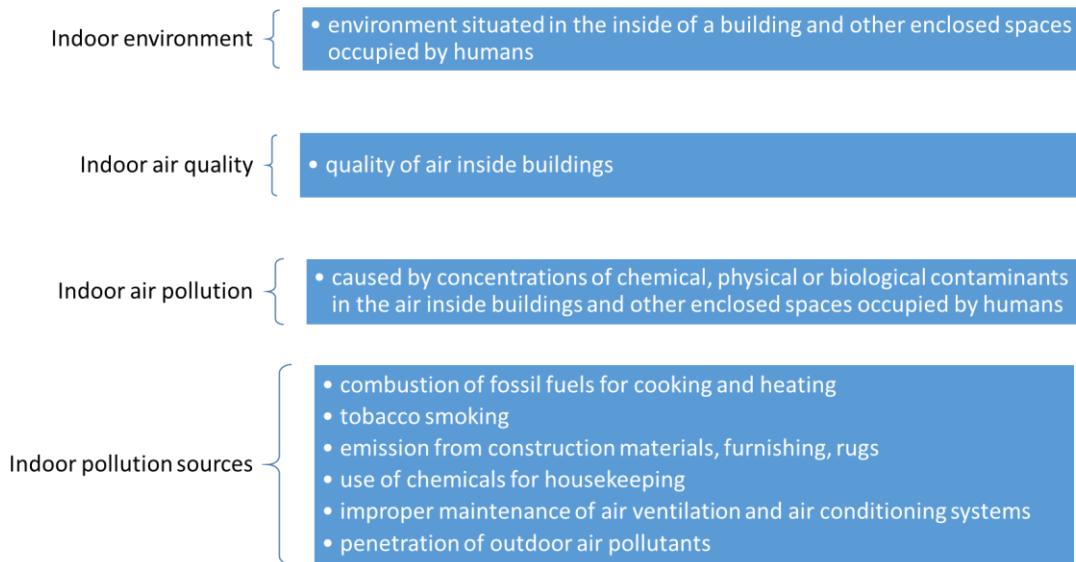
*Mediul interior* este situat intr-o cladire sau in alte spatii, ocupate de oameni. Ca exemplu, o cladire de birouri, un apartament intr-un bloc, interiorul unui autobuz.

*Calitatea aerului de interioar* este calitatea aerului din interiorul cladirii sau a spatiului inchis) unde este analizata.

*Poluarea interioara* este cauzata de prezenta in aerul interior a unor concentratii crescute de specii chimice (de exemplu, monoxidul de carbon), procese fizice (de exemplu zgomotul) sau contaminanti biologici (de exemplu acarienii din praf)

Printre *surselle de poluare ale aerului de interior*, mentionam arderea combustibililor fosili pentru incalzire si gatit , fumatul, emisiile din materialele de constructie, mobilierul, covoarele, utilizarea substanelor chimice pentru menaj, ventilarea incorecta sau intretinerea necorespunzatoare a sistemelor de aer conditionat, infiltrarea de poluanti atmosferici din proximitatea exterioara.





## 4. FACTORI CE AFECTEAZA CALITATEA INTERIOARA A AERULUI

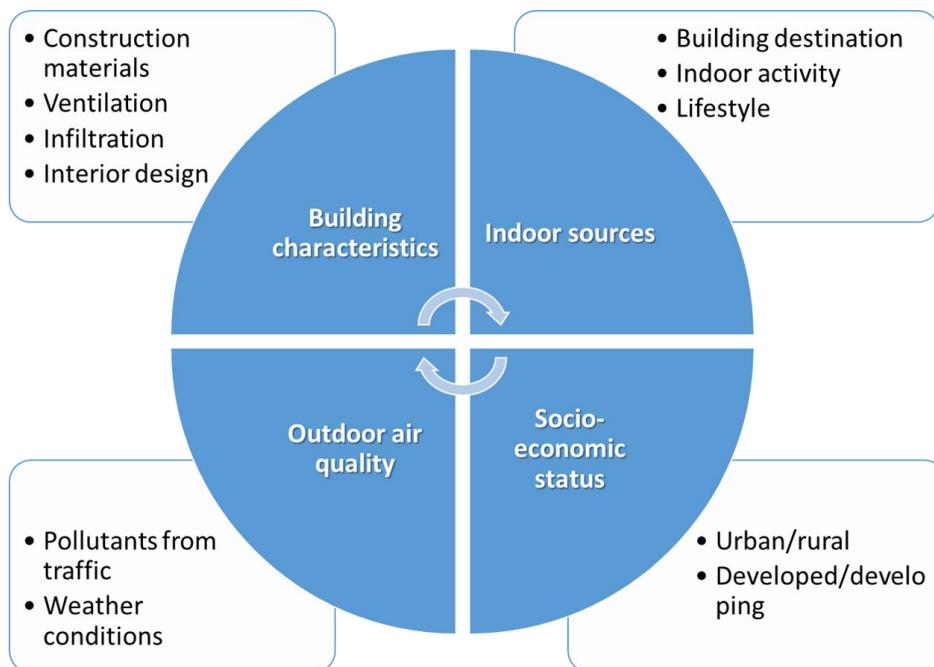
Calitatea interioara a aerului depinde de mai multi factori, aici mentionati.

In primul rand, de statutul socio-economic al zonei in care exista cladirea. Apoi, cladirile difera in functie de caracteristicile de constructie si design. Astfel, prin design si constructie cladirea permite ventilatia naturala sau artificiala si /ori favorizeaza infiltrarea poluantilor. Ventilarea si infiltrarea sunt procese care implica schimbul de poluanti intre exterior si interior. Ventilarea, procesul intentionat, este legat de obiceiurile ocupantilor si depinde de sezon si de conditiile meteorologice. Infiltratia este neintentionata si permite patrunderea in aer liber a poluantilor cu dimensiuni foarte mici, de obicei sub forma de particule submicronice.

Din *exterior*, de obicei poluantii pot proveni din traficul rutier fiind introdusi in interior. Astfel, amplasarea cladirilor in apropierea unei surse de poluare este unul din factorii importanți care afectează calitatea aerului de interior, dar aceasta depinde foarte mult de statutul socio-economic al ocupantilor.

Nu cel putin, *sursele de poluare interioara* depind de destinatia cladirii, activitatile ocupantilor, stilul lor de viata si obiceiurile, elemente care influenteaza foarte mult calitatea interioara a aerului.





## 5. POLUANTI INTERIORI SI EXEMPLELE SURSELOR LOR

In interior pot exista o multime de poluanti si , asa cum am mentioant, ei sunt produsi atat de surse din activitati din interior, cat si de surse din aer liber.

Gazele poluante ca monoxidul de carbon, dioxidul de azot, dioxidul de sulf sunt generate in principal de arderea combustibililor fosili. In cazul utilizarii aparatelor de combustie nevazuta, concentratia dioxidului de azot in locuinte poate depasi in mare masura cele din exterior, in special in bucatarii, in timpul gatitului. Monoxidul de carbon este un gaz fara gust, incolor si neiritant produs prin arderea incompleta a materiei organice si este una din principalele cauze ale otravirii. Se emite in incinte unde se folosesc aparate de gaz, incalzitoare cu kerosen si este prezent de asemenea fumul de tigara. Principalul efect al CO este rezultatul capacitatii sale de a afecta capacitatea de legare a oxigenului de hemoglobina. Efectul otravirii depinde de concentratie si de starea generala de sanatate a persoanei expuse.

Radicalii liberi, cum ar fi radicalii hidroxil, hidroxiperoxil si, de asemenea, ozonul sunt produsi prin reactii chimice. Ozonul, un poluant secundar, este in mare parte penetrat din exterior, in special in zilele de vara, in zile insorite, in cladiri situate in apropierea drumurilor cu trafic intens. O sursa importanta pentru ozonul interior este utilizarea purificatoarelor de aer care asigura scutirea de numeroase boli respiratorii sau reducerea miosurilor si distrugerea microbilor.

Particulele care pot gazdui o mare varietate de poluanti, cum ar fi hidrocarburile aromatice policiclice, pesticidele, compusii organici volatili, contaminanii biologici sunt rezultatul arderii,

in interior, a combustibililor, tutunului, si de asemenea formeaza penetrarea in aer liber. Particulele pot fi eliberate in mod direct, acestea putand fi rezultatul reactiilor chimice ale precursorilor de faza gazoasa, (particulele secundare) provenind atat in surse din care sunt produse si de procesele post-emise care implica particulele.

O alta sursa de poluare interioara, care genereaza aerosoli bogati in compusi organici volatili si semiperivici, este utilizarea de substante chimice pentru curatare.

Printre sursele de emisii de compusi organici volatili (COV) in interiorul cladirilor se numara mobilierul nou, covoarele, placile, vopsele pe baza de vinil, vopsele, adezivii. *Formadelhida*, un compus toxic, poate exista in incinte unde se utilizeaza mobilier din lemn si diferiti adezivi. Combinatia de surse care elibereaza COV in interior poate rezulta la expunerea ocupantilor la o "sursa chimica" complexa, care cuprinde de la 50 la 300 de COV individuale diferite.

*Fumul de tutun* contine mai mult de 4000 de substante chimice sub forma de particule si gaze , dintre care multe sunt cunoscute sub numele de agenti cancerogeni. Exista incaperi in care , datorita solului sau materialelor de constructie, *radonul* eliberat este radioactiv. Nu in ultimul rand, trebuie mentionata prezenta contaminantilor biologici in interior, cum ar fi acarienii de acasa, bacteriile.

<b>Carbon monoxide</b> fuel/tobacco combustion; outdoor	<b>Nitrogen oxides</b> fuel combustion; outdoor (traffic)	<b>Sulfur dioxide</b> coal combustion; outdoor	<b>Free radicals and ozone</b> indoor chemistry; outdoor
<b>Fine particles</b> fuel/tobacco combustion, cleaning operations, cooking; outdoor (traffic)	<b>Polycyclic aromatic hydrocarbons</b> fuel/tobacco combustion, cooking; outdoor (traffic)	<b>Asbestos</b> remodeling/demolition, construction materials	<b>Pesticides</b> household products, dust from outside
<b>Aldehydes (formaldehyde)</b> furnishings, construction materials, cooking, adhesives	<b>Volatile organic compounds</b> fuel/tobacco combustion, housekeeping operations, furnishings, construction materials; outdoor (traffic)	<b>Radon</b> soil under building, construction material	<b>Biological contaminants</b> damp materials, furnishings, components of climate control systems, occupants, outdoor air, pets

## 6. EFECTELE EXPUNERII LA AERUL POLUAT INTERIOR

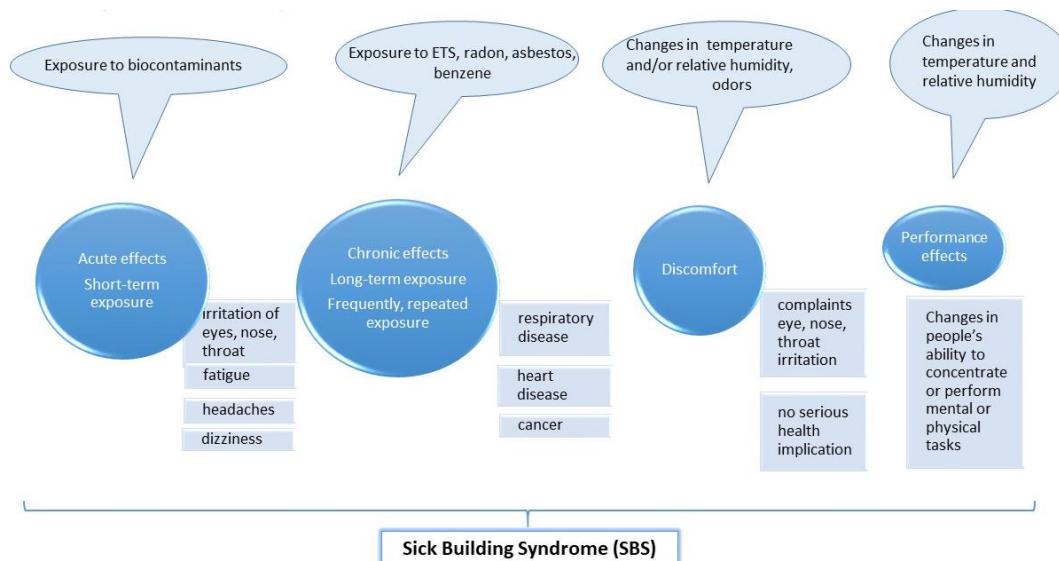
Efectul expunerii individualui asupra poluarii interioare depinde in principal de tipul de poluant si durata expunerii. Timpul de raspuns dupa expunere este un factor important in evaluarea efectului. Imediat dupa expunere, se manifesta efecte acute precum iritatii, oboseala, dureri de cap si ameteala. De obicei, acestea sunt cauzate de expunerea la contaminanti biologici, emisiile



din materialele de constructie, dar in principal sunt cauzate de ventilarea necorespunzatoare a spatiului.

Ca raspuns la expunerea pe termen lung sau la expuneri repeatate, se manifesta efecte cronice, cancerul fiind un exemplu. Printre poluanti, fumul de tutun, radonul, azbestul. Efectele fara implicatii grave asupra sanatatii sunt disconfortul si diminuarea performantelor de munca cauzate de modificarile parametrilor fizici ai aerului interior .

In general, se foloseste conceptul de "umbrela"-concept pentru a integra aparitia unor efecte acute a expunerii la poluarea interioara, 'boala sindromului cladirii'. Ca urmare a ventilatiei necorespunzatoare si a poluantilor gazosi si a acumularii de contaminanti biologici in interior, ocupantii cladirilor raporteaza o serie de plangeri pentru care nu exista o cauza evidenta, iar testele medicale nu dezvaluie anomalii particulare. Simptomele sunt prezente atunci cand persoanele sunt in cladire, dar dispar atunci cand persoanele parasesc locul. Dar, de obicei, acestea conduc la absentism si diminuarea performantei si eficientei muncii persoanelor expuse.



## EXAMPLE

O multime de poluanti interiori, avand natura anorganica, organica sau biologica, cu un potential risc asupra sanatatii omului cei interiori au nivelul de concentratie mai mare decat al celor exteriori. Astfel, expunerea populatiei poate fi semnificativ mai mare la interior decat la exterior.

In acest context selectam exemple ale micromediilor cu un potential risc de sanatate a ocupantilor.

## 7. ACCESUL LA ENERGIE IN GOSPODARII

Utilizarea energiei in case este o trasatura vitala a societatii umane. Energia este utilizata pentru o gama larga de scopuri, inclusiv gatit, incalzire spatiala, iluminat, diverse activitati casnice,



divertisment. Accesul la energie este definit ca "o gospodarie care are un acces fiabil si la preturi accesibile atat la instalatiile de gatit curate , ceea ce este suficient pentru a furniza initial un pachet de servicii energetice de baza si apoi un nivel de energie ridicata pentru a ajunge la media regionala" (I.E.A)

Asa cum s-a mentionat la inceputul acestei sectiuni, majoritatea populatiei petrece cea mai mare parte a timpului in mediul interior, in mediu, in tarile in curs de dezvoltare. Din cauza veniturilor scazute si a nivelului scazut al vietii, accesul la resurse pentru nevoile de baza ca hrana si casa definesc existenta unei parti semnificative a populatiei lumii.

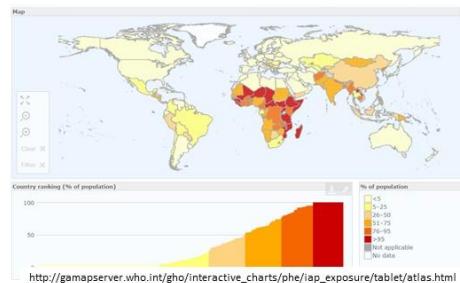
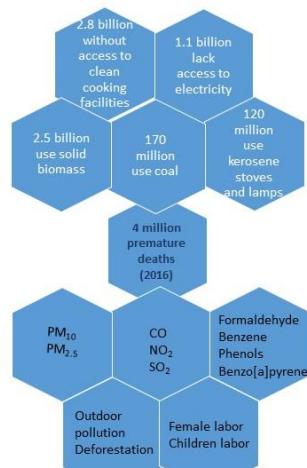
Statisticile internationale recente mentioneaza 2,8 miliarde de oameni fara acces la combustibil curat pentru gatit si 1,1 miliarde de oameni nu au acces la energie electrica. Pentru a asigura nevoile de baza pentru gatit si incalzire, 2,5 milioane de oameni folosesc biomasa solida , 170 milioane carbunii, iar 120 de milioane kerosen folosesc pentru incalzire si gatit. Astfel, un numar mare de persoane este expus in propriile lor case, poluanti cum ar fi particule, monoxid de carbon, dioxid de azot, dioxid de sulf, compusi organici volatili si semi-volatili. Asa cum a mentionat Organizatia Mondiala a Sanatatii, poluarea aerului din gospodarii combustibil este cel mai important risc de sanatate la nivel mondial de sanatate de azi. Ca rezultat al poluarii aerului din interior in 2016, au fost inregistrate 4 milioane de decese premature provocate in tarile in curs de dezvoltare prin boli cardiovasculare, cancer pulmonar, boli respiratorii acute.

Efectele directe asupra sanatatii umane, poluarea interna cauzata de utilizarea combustibililor fosili pentru gatit si incalzire, conduce la poluarea aerului in exterior, afectand cartierul, la defrisari - ca rezultat al utilizarii lemnului ca sursa de energie.

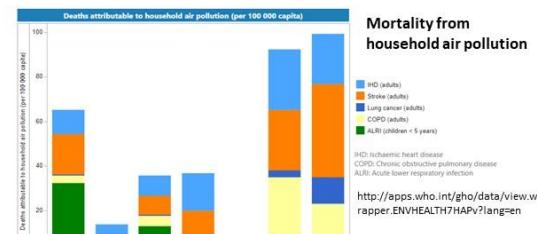
Femeile si copiii sunt cei mai afectati de acest tip de poluare. Femeile sunt cel care asigura in mod traditional hrana pentru intreaga familie, astfel expunerea la poluarea interioara este lunga. Copii, datorita sistemului imunitar incomplet dezvoltat, sunt puternic afectati de poluantii din interior.



#### ENERGY ACCESS IN HOUSEHOLDS



Exposure to household air pollution  
 Population using solid fuels - 2013



Mortality from household air pollution

\* low- and middle-income countries

IHD: Ischaemic heart disease

COPD: Chronic obstructive pulmonary disease

ALRI: Acute lower respiratory infection

<http://apps.who.int/gho/data/view.w?rapp=ENVHEALTH7HAPV?lang=en>

## 8. SOMNUL MICRO-MEDIU

In intreaga lume se apreciaza ca oamenii dorm in medie, 8-9 ore pe zi, ceea ce inseamna o treime din timp. Astfel,micromediul in timpul somnului este semnificativ in ceea ce priveste expunerea la poluantii interiori. Mediul de somn poate fi definit ca spatiu care cuprinde o saltea, materiale de asternut, perna, cadru de pat si volumul de aer deasupra acestor elemente.Totale aceste elemente pot fi considerate surse de poluare interioara, deoarece acesta se afla in imediata vecinatate a indivizilor, astfel expunandu-se pe o perioada lunga in timp prin inhalare si contact dermic. Expunerea este mult mai intensa in cazul copiilor , in special in cazul celor mici , avand in vedere timpul lung alocat acestora pentru somn si, de asemenea , greutatea redusa a corpului. In micro-medii de somn se poate gasi un spectru larg de specii cu efecte daunatoare asupra sanatatii umane. Saltelele, pernele, materialele de asternut acumuleaza material biologic, ca acarieni de praf, ciuperci,bacterii. Ele sunt, de asemenea, surse pentru poluanti fie direct emise, fie acumulate de particule de praf. Prezentam aici cateva exemple.

Compusii chimici pentru categoria de plastifianti si a substantelor ignifuge adaugati in saltele cu spuma sunt cunoscuti ca substante cu efecte adverse asupra sistemului respirator, care pot provoca daune cutanate si cancer. Chiar si unele dintre aceste produse chimice sunt interzise pentru introducerea in articolele de pat, ele pot fi prezente in dormitoare.

Componenetele ignifuge sunt introduse in procesul de fabricare in saltele cu suma poliuretanica. De-a lungul timpului au fost utilizati diferiti compusi organici persistenti cum ar fi difenili polibromurati, organofosfati.

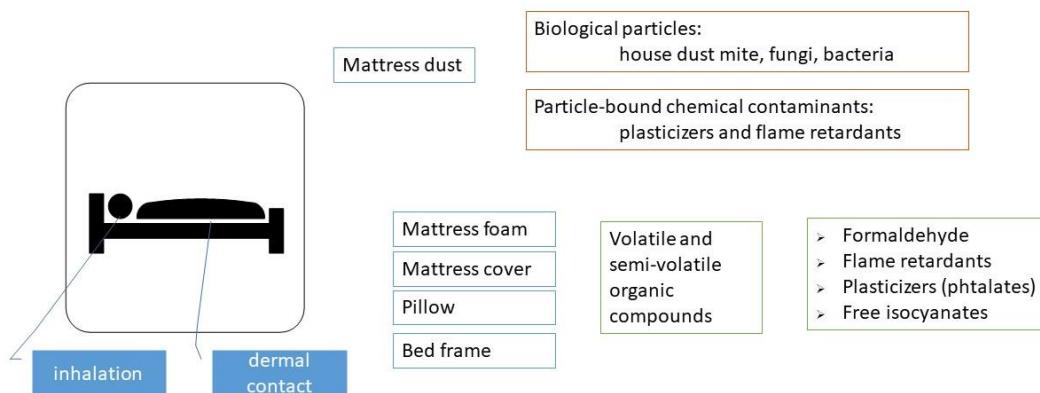


Plastifiantii, ca ftalatii, sunt adaugati pentru a spori confortul moliciunelor si flexibilitatea pentru majoritatea saltelelor pentru copii.

Diisocianații se utilizeaza ca aditivi in saltelele cu suma poliuretanica, astfel incat acestea pot fi sursa de emisie a izocinatului rezidual foarte toxic.

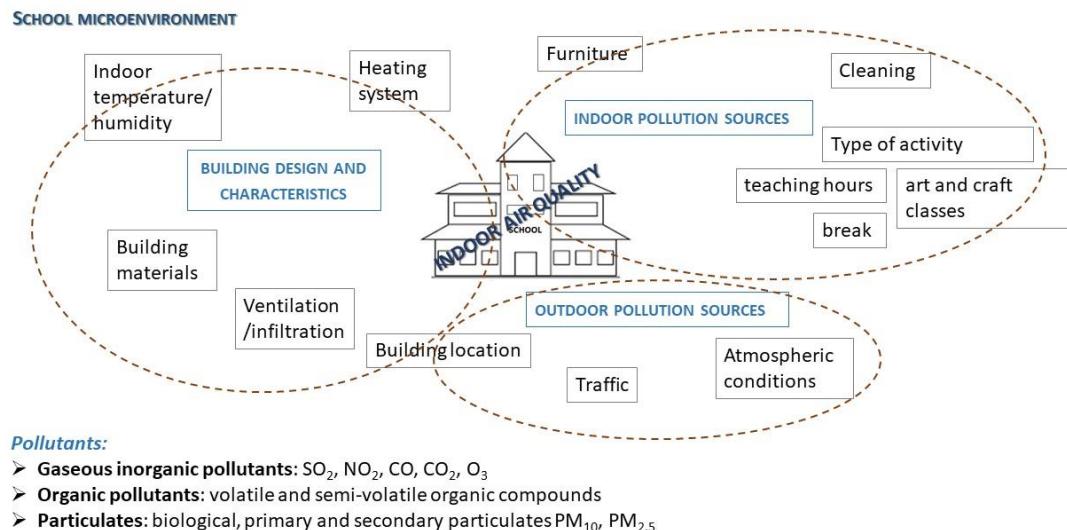
Din categoria compusilor organici volatili emisi in micromediul de somn se mentioneaza formaldehida, deoarece este utilizata in mare masura in compositie din lemn, adezivi pentru constructia structurii patului.

Concentratia poluantilor este influentata de ventilatia in camera, dar si de factorii personali cum ar fi temperatura corpului, igiena personala si comportamentul personal in timpul somnului.



## 9. SCOALA MICRO-MEDIU

Fara indoială, scoala este elementul-cheie in dezvoltarea umanitatii, astfel oferind copiilor scoli de calitate este obligatoriu pentru fiecare generatie. Calitatea scolii nu se refera doar la probleme didactice, dar, de asemenea la calitatea micro-mediului pe care invata si se dezvolta copiii.



Scolile micro-medii critice din punct de vedere al calitatii aerului din interior, deoarece acestea sunt situate de obicei in apropierea zonelor cu trafic intens. Pe de alta parte, elevii au vulnerabilitate sporita fata de calitatea aerului nesigur, datorita varstei lor, dar ca urmare a timpului lung petrecut in scoli. In scoala, densitatea ocupatiei este mare, copiii sunt foarte activi, iar spatiile nu sunt intotdeauna bine ventilate.

Datorita activitatilor din mediul scolar, datorita infiltrarii in aer liber si datorita caracteristicilor constructive ale cladirii ca functie a obiceiurilor si comportamentelor sezonului si a ocupantilor , in scoli exista un numar mare de poluanti gazosi, cu natura anorganica, organica sau biologica. Cand combustibilii fosili sunt utilizati pentru incalzire, sunt emisi poluanti gazosi ca oxid de sulf, dioxid de azot, oxid de carbon si dioxid de carbon. Daca nu sunt ventilate incaperile, acesti poluanti pot ajunge la concentratii ridicate.

Ca rezultat a infiltrarii poluantilor in aerul liber, ozonul este prezent in scoli situate aproape de trafic intens , in zilele insorite de vara..

*Dioxidul de carbon* poate ajunge la concentratii foarte mari in camere slab ventilate,cu activitate intensa datorită numarului mare de copii. Dioxidul de carbon este, de obicei,considerat un parametru de referinta pentru calitatea aerului de interior si pentru o ventilatie adevarata.Efectul este o performanta redusa a elevilor si, de asemenea acumularea posibila a altor poluanti de interior.

Cresterea semnificativa a concentratiei de *poluanti organici* este inclusa in utilizarea vopselelor si adezivilor si au loc si in timpul activitatilor de curatare, atunci cand se utilizeaza *detergenti*. De asemenea, mobilierul, materiale de constructie pot fi o sursa a componentelor organice cu efecte adverse mari asupra sanatatii copiilor, ca *formaldehida, bifenili policlorurati*.



In cazul *particulelor materiale*, susele de interior si de exterior joaca un rol important. Uneori valoarea PM poate fi semnificativ mai mare in interior decat in aer liber, in mare parte datorita resuspendarii si in special a celei mai fine fractii de dimensiuni a particulelor. Potentialul daunator al particulelor este legat de capacitatea lor de a patrunde in zonele cele mai adanci ale tractului respirator uman, care transporta compusi cu metale grele, hidrocarburi aromatice policiclice si dioxine/furani atasate pe suprafata particulelor.

Pe timpul iernii, usile si geamurile inchise conduc la acumularea poluantilor in mediul interior, strangerea aerului poate de asemenea sa conduca la cresterea concentratiei unor contaminatii biologice, ca bacterii, ciuperci si mucegai.

## 10. REFERENCES

- <http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/en/>
- <http://www.who.int/indoorair/publications/household-fuel-combustion/en/>
- [http://www.who.int/gho/phe/indoor\\_air\\_pollution/burden/en/](http://www.who.int/gho/phe/indoor_air_pollution/burden/en/)
- [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/HAP\\_BoD\\_results\\_March2014.pdf?ua=1](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1)
- <http://apps.who.int/gho/data/view.wrapper.ENVHEALTH7HAPv?lang=en>
- [http://gamapserver.who.int/gho/interactive\\_charts/phe/iap\\_exposure/tablet/atlas.html](http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/iap_exposure/tablet/atlas.html)
- <https://www.iea.org/energyaccess/>
- [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport\\_EnergyAccessOutlook.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_EnergyAccessOutlook.pdf)

Bernstein, J., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I.L., Friz P., Horner E., Li, N., Mason S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., reponen, T., Selzer, J., Smith A., Tarlo, S., The health effects on nonindustrial indoor air pollution, in: The Journal of Allergy and Clinical Immunology, vol. 121 (3), 2008, 585 - 591

Barron, M., Torero, M., Household electrification and indoor air pollution, in: Journal of Environmental Economics and Management, 86 (2017) 81-92.

Boor, B.E., Spilak, M.P., Laverge, J., Novoselak, A., Xu, Y., Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review, in: Building and Environment, 125 (2017) 528-555

Salthammer, T., Udhe, E., Schripp, T., Schieweck, A., Morawska, L., Mazaheri, M., Clifford, S., He, C., Buonanno, G., Querol, X., Viana, M., Kumar, P., Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution, in: Environmental International, 94 (2016) 196-210

Pacitto, A., Stabile, L., Viana, M., Scungio, M., Reche, C., Querol, X., Alastuey, A., Rivas, I., Alvarez-Pedrerol, M., Sunyer, J., van Drooge, B.L., Grimalt, J.O., Sozzi, R., Vigo, P., Buonanno., Particle related exposure, dose and lung cancer risk of primary school children in two European countries, in: Science of the Total Environment, 616-617 (2018) 729-729





VNiVERSiDAD  
DE SALAMANCA

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland  
University of Applied Sciences



UNIVERZITA  
KARLOVA



<https://toxoer.com>

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



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