



EPECTELE EXPUNERII LA POLUANȚI ÎN SPAȚII ÎNCHISE

Tiberiu RUSU, Andreia Brigita BLAGA, Tudor Andrei RUSU

EFFECTS OF EXPOSURE TO POLLUTANTS IN ENCLOSED SPACES

Air quality enclosed spaces such as schools, offices etc., and influences in health workers of those spaces. Due to the presence of the numerous sources of pollution inside/outside school and taking into account the danger of volatile organic compounds on health, their study has become important worldwide. In this context, management of indoor air quality in schools must be maintained continuously for disease control and prevention acute and chronic, particularly those related to chemical and biological pollution

Keywords: air pollution, volatile organic compounds

Cuvinte cheie: poluarea aerului, compuși organici volatili

1. Aspecte generale

Creșterea gradului de urbanizare, uneori necontrolată, continuă să cauzeze impacte majore asupra societății umane.. Creșterea populației, chiar suprapopularea unor zone și poluarea mediului înconjurător au modificat spectrul bolilor relaționate mediului. În egală măsură, creșterea populației și dezvoltarea industrială contribuie la degradarea calității mediului înconjurător, aceasta afectând în mod disproporționat copiii. Calitatea aerului din interior și impactul asociat asupra sănătății, la fel ca și măsurile de remediere, au fost studiate cu mult mai puțin în școli decât în alte tipuri de clădiri. O calitate bună a aerului din interior în școli este esențială pentru a

asigura un mediu sigur, sănătos și confortabil nu numai pentru elevi, dar și pentru profesori și personalul auxiliar.

Este cunoscut faptul că poluarea exterioară, sursele interioare de poluare, caracteristicile clădirilor și stilul de viață al rezidenților influențează calitatea aerului din interior. Dacă în perioada de pionierat a studiului calității aerului din interior accentul era pus pe poluanții rezultați din arderea combustibililor, apariția ulterioară a noi materiale de construcții, adezivi, vopsele, materiale pentru mobilier, produse de curățenie și odorizante a deplasat polul de atenție de la particulele în suspensie, oxizi de azot și oxid de carbon spre compușii organici volatili, în special spre formaldehida cunoscută pentru efectele iritante asupra ochilor, nasului și căilor respiratorii.

Pentru copii, poluarea aerului este o amenințare severă din partea mediului, constituind un factor de risc pentru bolile respiratorii acute și cronice și pentru o serie de alte îmbolnăviri. Calitatea aerului din interior în școli a captat atenție în ultimii ani. În acest mediu copii sunt expuși constant la mixturi de substanțe din aer dintr-o mare varietate de surse atât din sala de clasă cât și din împrejurimile școlii.

Datorită dezvoltării fiziologice dinamice, copii sunt frecvent mai expuși decât adulții la contaminanți din aer, apă sau alimente, în fața cărora organele și sistemele imature ale copilului pot fi depășite. Mai mult decât atât, fiziologia copilului în dezvoltare se schimbă, diferențierea, maturarea și creșterea în etape fiind cunoscută sub termenul "ferestre de dezvoltare". Aceste ferestre de dezvoltare, considerate ferestre critice de vulnerabilitate și care nu au echivalent în fiziologia adultului creează riscuri unice și majore în cazul copiilor expuși la diferite pericole, inclusiv poluarea anterioară.

Datorită prezenței numeroaselor surse de poluare în interiorul/exteriorul școlilor și luând în considerare pericolul reprezentat de compușii organici volatili asupra sănătății, studiul acestora a devenit important la nivel mondial. În acest context, managementul calității aerului interior trebuie menținut continuu în școli pentru prevenția și controlul bolilor acute și cronice, în mod particular a celor relaționate poluării chimice și biologice

2. Compuși organici volatili

Compușii organici volatili (COV) sunt un grup mare de compuși chimici care au o presiune crescută a vaporilor, de unde rezultă și volatilitatea ridicată a acestora. Există mii de specii diferite de COV produse și utilizate în viața noastră de zi cu zi (printre care formaldehida, benzenul, pinenul sau limonenul). Capacitatea acestora de a produce efecte negative asupra sănătății umane depinde foarte

mult de toxicitatea fiecărui compus în parte. Ca și în cazul altor poluanți, gradul și natura efectelor depinde de mai mulți factori, inclusiv de nivelul și durata de expunere. Studiile au arătat existența mai multor tipuri de COV-uri în concentrații medii de la 2 până la 5 ori mai mari în aerul din interior decât în mediul exterior (EPA, 2013). Câteva exemple comune includ: Metan, Formaldehida, Acetaldehida, Benzen, Limonen, Toluen, Xilen, Izopren etc.

Există nenumărate surse pentru compușii organici volatili. Printre surse antropice se numără: folosirea solvenților (curățarea diverselor suprafețe, tipografii, industria pielăriei și încălțăminteii, laminarea lemnului și a materialului plastic, conversia cauciucului); industria petrolieră și manipularea produselor petroliere; industria chimică (ex. fabricarea vopselelor, lacurilor, adezivilor); surse de ardere la scară mică (ex. încălzirea locuințelor și boilere industriale mici); industria alimentară; industria metalurgică; industria farmaceutică; gestionarea și tratarea deșeurilor; agricultura etc.

3. Poluarea cu formaldehidă

Formaldehida este un gaz incolor și cu miros înțepător și este foarte activ cu multe substanțe. Este cea mai simplă aldehydă și are formula chimică H_2CO sau CH_2O . Din oxidarea acestei substanțe derivă acidul formic, așadar compusul se numește aldehydă formică sau formaldehydă. Este solubilă în apă și în majoritatea solvenților. Reacționează rapid cu substanțele chimice/poluante din atmosferă, motiv pentru care durata sa de viață în aerul urban este foarte redusă; în absența dioxidului de azot, pe durata zilei, timpul de înjumătățire al formaldehydei este de 50 de minute, iar în prezența dioxidului de azot scade la 35 de minute. Formaldehyda poate deriva din arderea metanului sau al altor compuși bogați în carbon (combustibili fosili, lemn, tutun etc.).

Sursele de formaldehydă în mediile de interior includ: mobila și produsele din lemn care conțin rășini pe bază de formaldehydă, cum ar fi plăcile aglomerate, placajul și panourile fibrolemnoase; materialele izolatoare (la începutul anilor 1980, izolarea cu spumă ureoformaldehydică a fost o sursă majoră de poluare în mediul interior); textilele; produsele de bricolaj, cum ar fi vopsele, tapete, cleiuri, adezivi, lacuri; produse de curățenie de uz casnic, cum ar fi detergenți, dezinfectante, emoliente, soluții de curățat covoare și produse pentru pantofi; cosmeticele, cum ar fi săpunuri lichide, șampoane, lacuri de unghii și întăritori pentru unghii; echipamentele electronice, inclusiv calculatoare și fotocopiatoare; și alte articole de consum, cum ar fi insecticide și produse din hârtie.

4. Căi de expunere la poluanți

Căile de expunere posibile pentru oameni sunt ingestia, inhalarea, absorbție cutanată și, foarte rar, prin transfuzii/dializă. Efectele asupra sănătății depind de timpul și doza de expunere.

Principala cale de expunere pentru formaldehidă este inhalarea. Retenția nazală de formaldehidă în straturile umede care acoperă mucoasa nazală depășește 90-95 %. Ultimele calcule computaționale privind dinamica fluidelor în condiții limită pentru absorbția rapidă a formaldehidei indică o extracție nazală totală similară la adulți și copii (în medie 90 %) și astfel, o cantitate limitată de formaldehidă poate traversa cavitatea nazală.

Aerul din mediul exterior nu contribuie la poluarea din mediul interior (sau contribuția este minoră), deoarece nivelurile ambientale sunt în general destul de scăzute. Concentrațiile medii ale aerului ambiental de fond rămân scăzute în comparație cu cele din mediul interior, de obicei în jurul valorii de 1-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Datele din raportul HEXPOC (EC, 2005), colectate din Brazilia, Canada, Germania, Italia, Mexic, Olanda și Statele Unite ale Americii, conțin concentrații ambientale de 1,5-16,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cu o valoare medie de 7,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SD = 5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). În consecință, raportul interior:exterior este întotdeauna cu mult peste 1. Formaldehida poate fi calificată ca fiind un poluant de mediu interior foarte specific.

Deși pot să existe concentrații de peste 0,2 mg/m^3 în clădirile noi sau renovate, în mobilierul nou și în perioadele calde și umede ale anului, în medie nivelurile sunt mai mici de 0,05 mg/m^3 în locuințe și aproximativ jumătate din acesta în clădirile publice. Cel mai important mod de a controla concentrația de formaldehidă este rata de schimb al aerului și utilizarea de materiale și produse cu emisii reduse. Fumul de tutun din mediul ambiental și reacțiile alchenelor inițiate de ozon pot să scadă, mai puțin în orașele mari.

5. Efectele asupra sănătății

Efectele după o expunere acută la formaldehidă pe termen scurt la niveluri din mediul interior pot afecta mirosul (poate provoca disconfort), iritația senzorială a ochilor și căilor respiratorii superioare. În urma unei expuneri la concentrații mai mari poate apărea tusea, respirația șuierătoare, dureri în piept sau efecte pulmonare (astm, bronșită) sau în cele din urmă alergii și eczeme. Ingestia poate duce la inflamații gastro-intestinale, ulcerării la nivelul gurii, esofagului și a stomacului (Josje H.E. Arts, 2008). Două studii recente, efectuate în

condiții controlate olfactometric, au indicat situarea pragului de miros între 0,2 și 0,4 mg/m³ (Lang et al., 2008; Nagata, 2003).

În general, iritația senzorială (mirosul înțepător) este percepută ca o senzație neplăcută la ochi și căile respiratorii, cauzate de stimularea terminațiilor nervului trigemen de către iritanții senzoriali din aer (Doty et al., 2004).

Ochii sunt considerați mai sensibili la acești iritanți decât căile respiratorii superioare. S-au propus valori de la 0,15 până la 1,25 mg/m³ (WHO, 2010).

În ceea ce privește studiul efectelor asupra sistemului pulmonar în urma unei expuneri în mediul interior, unele studii caz-control și transversale au indicat o posibilă asociere între expunerea scăzută la formaldehidă și astm sau sensibilizarea la anumiți alergeni.

Aceste studii conțin co-expuneri complexe, care împiedică stabilirea relațiilor directe cauză-efect și doză-răspuns pentru formaldehidă și evaluarea efectelor care creează confuzie (Gilbert, 2005). Cel mai important factor de confuzie este prezența produselor de combustie, după cum indică concentrațiile mari raportate de poluanți din trafic, cum ar fi benzenul, toluenul, xilenii, dioxidul de azot și dioxidul de sulf din locuințele copiilor.

Expunerea prin inhalare pe termen lung a formaldehidei poate fi asociat cu simptome respiratorii și iritarea ochilor, nasului, gâtului.

Contactul repetat cu soluții lichide cu conținut de formaldehidă duce la iritarea pielii și dermatite de contact. Agenția pentru Substanțe Toxice și Registrul Bolilor (ATSDR) din SUA a stabilit concentrația care poate prezenta un risc minim pentru sănătatea umană de 0,003 ppm în aer (0,004 mg/m³) pentru o expunere pe termen lung (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2013).

Cel mai important efect după o expunere cronică la formaldehidă este cel cancigen. IARC au clasificat acest poluant ca fiind cancerigen pentru om (Grupa 1). Pe lângă dovezile suficiente obținute pe animale de laborator privind carcinogenitatea căilor respiratorii superioare, IARC a concluzionat că există suficiente dovezi epidemiologice potrivit cărora formaldehida cauzează cancer nazofaringian la om.

S-au găsit doar dovezi epidemiologice limitate că formaldehida cauzează cancer sinonazal la oameni iar ponderea totală de dovezi epidemiologice nu a sprijinit rolul cauzal pentru cancerul indus de formaldehidă cu alte localizări, inclusiv cavitatea orală, oro și hipofaringe, pancreas, laringe, plămâni și creier. IARC a acceptat recent că există dovezi suficiente că formaldehida poate provoca leucemie mieloidă la om (Baan et al., 2009).

6. Concluzii

■ În urma evaluării posibilelor efecte asupra sănătății, a fost nevoie de stabilirea unor recomandări în ceea ce privește expunerea la formaldehidă în aerul din mediul interior. Și acesta deoarece expunerile din mediul interior contribuie în mod predominant la expunerile personale prin inhalare și concentrațiile din mediul interior pot fi suficient de mari pentru a provoca efecte adverse asupra sănătății. Cea mai mică concentrație raportată care cauzează iritații senzoriale ale ochilor la oameni este de $0,38 \text{ mg/m}^3$ timp de patru ore.

■ La $0,6 \text{ mg/m}^3$ apar creșteri ale frecvenței clipitului ochilor și roșeață conjunctivală, acest nivel fiind considerat egal cu nivelul la care nu se observă efecte adverse.

BIBLIOGRAFIE

[1] Adams, T.B., Gavin, C.L., McGowen, M.M., Waddell, W.J., Cohen, S.M., Feron, V.J., Marnett, L.J., Munro, I.C., Portoghese, P.S., Rietjens, I.M.C.M., Smith, R.L., (2011). *The FEMA GRAS assessment of aliphatic and aromatic terpene hydrocarbons used as flavor ingredients*. Food Chem. Toxicol. 49, 2471–2494.

[2] Annesi-Maesano I, Baiz N., Banerjee, S., Rudnai, P., Rive, S., & on behalf of the SINPHONIE Group (2013). *Indoor Air Quality and Sources in Schools and Related Health Effects*. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews, 16:8, 491 – 550.

[3] Baan, R., et al., (2009). *A review of human carcinogens – Part F: chemical agents and related occupations*. Lancet Oncology, 10, 1143–1144.

[4] Blaga, Andrea Brigita, *Model de evaluare a expunerii la poluanți din interiorul claselor de școală din România – Teza de doctorat* 2015.

[5] Buonanno, G., Marini S., Morawska, I., Fuoco, F.C., (2012). *Individual dose and exposure of Italian children to ultrafine particles*, Science of the Total Environment, 438: 271-277.

[6] Ghita, S.A., Catalina, T., (2015), *Energy efficiency versus indoor environmental quality in different Romanian countryside schools*, Energy and Buildings, 92, 140–154.

Prof.Dr.Ing. Tiberiu RUSU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Dr.Andreia Brigita BLAGA
Universitatea Babeș Bolyai Cluj-Napoca
Șef.lucr.Dr.Ing.Tudor Andrei RUSU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca