

EMISJA SUBSTANCJI CHEMICZNYCH Z MATERIAŁÓW WYKOŃCZENIOWYCH I ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA POMIESZCZEŃ

INDOOR EMISSION OF CHEMICAL COMPOUNDS FROM ENDOGENOUS SOURCES

*Marzena Zaciera¹, Jolanta Kurek¹, Lidia Dzwonek¹, Andrzej Sobczak^{1,2},
Piotr Z. Brewczyński³*

1 Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Zakład Szkodliwości Chemicznych, Sosnowiec

2 Zakład Chemii Ogólnej i Nieorganicznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Sosnowiec

3 Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Poradnie alergologiczne dla dorosłych i dzieci, Sosnowiec

Streszczenie

W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi mamy do czynienia z wydzielaniem się szkodliwych substancji chemicznych z elementów wyposażenia i wykończenia pomieszczeń, a więc pokryć ścian, podłóg, z mebli. Źródłem szkodliwych substancji chemicznych mogą być także same budynki, a właściwie materiały użyte do ich budowy np.: izolacje, ocieplenia. W przypadku pomieszczeń biurowych dodatkowym źródłem zanieczyszczeń powietrza mogą być użytkowane w tych pomieszczeniach urządzenia: drukarki laserowe, kserokopiarki. Skład chemiczny powietrza wewnątrz pomieszczeń może być bardzo bogaty i mieć niewątpliwy wpływ na samopoczucie i zdrowie człowieka.

Słowa kluczowe: powietrze wewnątrz; lotne związki organiczne

Abstract

This article presents problem of exposure to chemical compounds in indoor air. Harmful chemical compounds are emitted from various furnishings sources and finishing materials such as: wall and floor finishing materials, furniture. The main source of these compounds can be buildings, especially materials used to build them, such as isolations, thermal buildings materials. Additional source of chemical compounds can be office equipment in office rooms, such as laser printers, photocopiers. Structure of different chemical compounds in indoor air can possibly have influence on malaise and human health.

Keywords: indoor air; volatile organic compounds

Nadesłano: 05.11.2010

Zatwierdzono do druku: 18.11.2010

Substancje chemiczne emitowane z elementów wyposażenia pomieszczeń

W myśl Dyrektywy 89/106/EE6: „Zdrowe powietrze w pomieszczeniach zamkniętych możemy osiągnąć jedynie poprzez kontrolę jego źródeł oraz eliminowanie i redukcję emitowanych do powietrza zanieczyszczeń.”

Badania identyfikacyjne próbek powietrza pobranych w pomieszczeniach mieszkalnych wykazały obecność ponad 200 lotnych związków organicznych [1], z których najczęściej identyfikowanymi i oznaczanymi ilościowo są: benzen, toluen, etylobenzen, ksyleny, naftalen, chloroform, terpeny [1–6]. Rzadziej prowadzone są badania ilościowe dotyczące związków karbonylowych takich jak: formaldehyd, acetaldehyd, akroleina, aceton, aldehyd propionowy, aldehyd krotonowy, heksanal, aldehyd walerianowy i izowalerianowy i inne [3, 7–13]. Wymienione wyżej substancje chemiczne są identyfikowane nie tylko w mieszkaniach, ale również w muzeach, szpitalach, biurach, oraz w miejscach użyteczności publicznej takich jak sklepy, stacje kolejowe, lotniska, biblioteki, garaże samochodowe [3, 4, 7–12, 14,].

Substancje szkodliwe mogą być emitowane z: mebli, wykładzin podłogowych, paneli podłogowych, dywanów, boazerii, tapet, materiałów tekstylnych, farb i lakierów itp.

Emisja związków chemicznych z mebli, paneli, boazerii wynika ze stosowania do produkcji płyt wiórowych, sklejki, stolarki budowlanej różnego rodzaju żywic, utwardzaczy, barwników, impregnatów. Najczęściej mamy do czynienia z żywicami aminowo-formaldehydowymi, żywicami klejowymi: mocznikowo-formaldehydowymi, melaminowo-mocznikowo-formaldehydowymi, melaminowo-mocznikowo-fenolowo-formaldehydowymi. Użytkowanie tego typu materiałów stwarza ryzyko emisji tak szkodliwych związków jak m.in.: formaldehyd, akroleina, toluen, ksyleny, fenol, naftalen, etylobenzen, aceton oraz inne lotne związki organiczne. [1, 15]

Stosowanie farb malarskich, może być związane z emisją takich związków jak: toluen, etylobenzen, aceton, ksyleny, ketony, rtęć, arsen, kadm, antymon, chrom i inne. Przy czym rozpuszczalniki stanowią tutaj około 60% składu farby i ze względu na fakt, że muszą one odparować, stanowią największe zagrożenie dla osób przebywających w pomieszczeniach. Ograniczeniem w stosowaniu tego typu farb i lakierów jest dyrektywa 2004/42/UE. Alternatywą dla tradycyjnych farb rozpuszczalnikowych są farby ekologiczne, tj.: farby wodorozcieńczalne, proszkowe, które również nie są całkowicie nieszkodliwe. Farby wodorozcieńczalne zawierają wiele rozpusz-

czalników organicznych w mniejszych lub śladowych ilościach, natomiast podczas utwardzania farb proszkowych następuje emisja różnych substancji w zależności od rodzaju zastosowanej żywicy [15]. Lakiery mogą powodować emisję: etylobenzenu, toluenu, ksylenów, propylobenzenu, metyloetylobenzenu, trimetylobenzenu, formaldehydu, acetonu, izobutyloketonu i innych [5].

Wykładziny podłogowe mogą być źródłem emisji: etylobenzenu, toluenu, izopropanolu, butanolu fenolu, formaldehydu i cykloheksanonu. Tapety mogą emitować formaldehyd, toluen, aceton, 2-butanon, ftalany dibutyli, natomiast kleje mogą być źródłem emisji: benzenu, toluenu, heptanu, cykloheksanu, trimetylobenzenu, octanu metylu, octanu etylu, octanu winylu, formaldehydu, acetonu, pinenu, karenu [5]. Tekstylia mogą być źródłem emisji: chromu, kobaltu, formaldehydu, amin aromatycznych, akrylanów, akrylonitryli, akryloamidów i ich pochodnych; diizocyanianów. Tworzywa sztuczne mogą emitować: estry kwasu akrylowego; akrylonitryle, akryloamidy i ich pochodne, diizocyaniany, bezwodniki kwasowe, kobalt (żywic poliestrowe).

Poza emisją z elementów wyposażenia pomieszczeń zamkniętych, możemy mieć do czynienia z emisją związków chemicznych, której źródłem są środki czystości – środki dezynfekujące, detergenty, odświeżacze powietrza i inne. W tym wypadku może występować narażenie na: aceton, chloroform, etanol, propanol, amoniak, acetaldehyd, octan etylu, etylobenzen, cykloheksan, związki z grupy terpenów i inne [16, 17].

Badania stężeń substancji chemicznych w powietrzu wewnątrz w odniesieniu do badań powietrza zewnętrznego w bezpośrednim otoczeniu pomieszczenia wskazują ewidentnie na obecność źródeł emisji wewnątrz pomieszczeń [5, 8,].

Do najbardziej niebezpiecznych związków identyfikowanych w powietrzu pomieszczeń zaliczyć należy benzen i formaldehyd. Benzen wchłania się głównie z dróg oddechowych, rzadko przez skórę i z przewodu pokarmowego. Na pierwszy plan działania toksycznego benzenu wysuwa się działanie narkotyczne na ośrodkowy układ nerwowy. Ponad to, benzen wykazuje duże powinowactwo do szpiku kostnego, gdzie uszkadza młode komórki krwinek czerwonych lub białych, co prowadzi do wystąpienia niedokrwistości aplastycznej lub białaczki. Benzen zaliczony został do czynników rakotwórczych dla ludzi. Formaldehyd jest substancją toksyczną i prawdopodobnie rakotwórczą dla ludzi. W małych stężeniach wywołuje on łzawienie oczu, zaczerwienienie spojówek, w większych stężeniach powoduje kaszel, ból głowy, uczucie duszności, kołatanie serca.

Innymi często identyfikowanymi w powietrzu związkami z grupy lotnych związków organicznych są: toluen i izomery ksylenu. Toluenu dobrze wchłania się przez drogi oddechowe, przewód pokarmowy, skórę i błony śluzowe. Toluenu działa toksycznie na układ nerwowy i wywołuje działanie drażniące. Jest silnym narkotykiem i działa drażniaco na skórę i błony śluzowe. Izomery ksylenu wchłaniają się z dróg oddechowych, z przewodu pokarmowego i przez nieuszkodzoną skórę. Mechanizm działania toksycznego jest ściśle powiązany z ich powinowactwem do tkanki tłuszczowej, do tkanki nerwowej i szpiku kostnego. [18] Obserwuje się słabsze niż przy zatruciu benzenem objawy narkotyczne oraz zmiany hematologiczne.

Substancje szkodliwe emitowane przez urządzenia biurowe

Jak już wspomniano dodatkowym źródłem narażenia w pomieszczeniach biurowych, poza elementami wyposażenia pomieszczeń, mogą być urządzenia biurowe, tj.: drukarki laserowe, kserokopiarki. Podczas pracy tego typu urządzeń mogą być emitowane: ozon, tlenek azotu, dwutlenek azotu. Ponadto pracownicy obsługujący ksero i mający kontakt z tuszem drukarskim mogą być narażeni na: estry kwasu akrylowego: (metakrylan metylu); triakrylan pentaerytritolu, triakrylan trimetylopropanu oraz diakrylan heksanediolu w tuszach drukarskich; żywice epoksydowe i akrylowe. Narażenie na związki emitowane z tych urządzeń zależy od natężenia pracy urządzeń [4, 14].

Normy i akty prawne dotyczące emisji substancji chemicznych z elementów wyposażenia pomieszczeń

Wymagania odnośnie zawartości formaldehydu w płytach meblowych określają normy: PN-EN 312-1:2000 „Płyty wiórowe – Wymagania techniczne – Wymagania ogólne dla wszystkich rodzajów płyt” oraz PN-EN 622-1:2000 „Płyty pilśniowe – Wymagania techniczne – Wymagania ogólne”. Ponadto ponieważ nie ma pewnej korelacji pomiędzy zawartością formaldehydu w materiale a jego stężeniem w powietrzu pomieszczenia przeprowadza się badania emisji formaldehydu i lotnych związków organicznych z materiałów w komorze laboratoryjnej wg normy PN-F-06106-2:1994 „Materiały meblarskie i meble – Metody oznaczania substancji szkodliwych dla zdrowia – Oznaczanie emisji formaldehydu metodą komorową”. Stężenie związków chemicznych w powietrzu komory odnosi się do normatywów higienicznych dla pomieszczeń (Monitor Polski 1996 nr 19 poz. 231). Dla materiałów wykazujących nadmierną emisję, a jednocześnie

wiadomo, że emisja zanika w czasie, zaleca się wykonanie ponownych badań po dłuższym okresie. Dla materiałów dla których poziom emisji substancji szkodliwych nie ulega szybkim zmianom w czasie, przy przekroczeniu normatywu higienicznego zastrzega się w atescie stosowanie ich w gotowym wyrobie (meblu) w ograniczonej ilości (m^2/m^3 kubatury pomieszczenia).

Aktem prawnym normującym stężenia dopuszczalne w powietrzu pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi jest Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, (M.P. 1996 nr 19 poz. 231). Natomiast w przypadku dopuszczalnych stężeń na stanowiskach pracy obowiązuje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. Nr 217, poz. 1833) z późniejszymi zmianami

Pomimo tych przepisów prawnych, tematyka zleceń wpływających do IMPiZŚ wskazuje na występowanie przypadków zatrucia lub złego samopoczucia mieszkańców lub pracowników przebywających w pomieszczeniach zamkniętych wynikających z emisji substancji szkodliwych z elementów wyposażenia pomieszczeń lub z samego budynku. Zatem problem narażenia na szkodliwe substancje chemiczne w pomieszczeniach zamkniętych jest ciągle aktualny.

Podsumowanie

Niewątpliwy wpływ na jakość powietrza w pomieszczeniu zamkniętym mają:

- szczelne zamknięcie okien
- słaba wymiana powietrza z zewnątrz – wentylacja
- wysoka temperatura w pomieszczeniu – szczególnie zimą przy zamkniętych oknach
- niska wilgotność powietrza
- długie przebywanie w jednym pomieszczeniu
- rodzaj/jakość elementów wykończeniowych pomieszczenia (farb, lakierów), elementów wyposażenia wnętrza (meble, dywany, wykładziny)
- materiały budowlane zastosowane do budowy domu/bloku, szczególnie materiały izolacyjne
- stosowane detergenty
- obecność substancji lub preparatów chemicznych w domu, szczególnie wszelkiego typu rozpuszczalników
- palenie tytoniu w pomieszczeniu
- lokalizacja pomieszczenia zamkniętego – napływ związków chemicznych z zewnątrz (pomieszczę-

nie usytuowane w sąsiedztwie zakładów przemysłowych, dróg, skrzyżowań o znacznym nasileniu ruchu samochodowego, indywidualnych palenisk domowych) [17].

Elementy wyposażenia pomieszczeń, jak również sam budynek emitują wiele związków chemicznych w różnych stężeniach. Długotrwałe przebywanie w pomieszczeniach o tak bogatym składzie chemicznym może mieć wpływ na samopoczucie i zdrowie człowieka. Dorosły człowiek spędza w pomieszczeniu zamkniętym około 80% czasu. Dzieci przebywają w pomieszczeniach zamkniętych jeszcze dłużej, tak więc ryzyko zdrowotne wynikające z narażenia na szkodliwe czynniki chemiczne w połączeniu z mniejszą odpornością ich organizmu może być większe.

Literatura

1. Volatile organic compounds in the indoor air of normal and sick houses, Environmental Laboratory of Helsinki, Atmospheric Environment 1995; 26/ 6: 693-702.
2. Pośniak M., Kowalska J, Makhniashvili I.: Narażenie na szkodliwe substancje chemiczne w przemyśle meblarskim. Medycyna Pracy 2005; 56 (6): 461-465.
3. Huixiong Lu, et al.: Indoor and outdoor carbonyl compounds and BTEX in the hospitals of Guangzhou, China. Science of the Total Environment 2006; 368: 574-584.
4. Pośniak M., Makhniashvili I., Kozieł E., i wsp.: Zanieczyszczenia chemiczne w pomieszczeniach pracy biurowej-ocena narażenia. Bezpieczeństwo Pracy 2004; 6: 21-25.
5. Zabiegała B.: Jakość powietrza wewnętrznego : lotne związki organiczne jako wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego (w:) Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej, t. 2 red. J. Ozonek; A. Pawłowski, Lublin, Komitet Inżynierii Środowiska PAN 2009: 303-315.
6. Chunrong Jia, Batterman S., Godwin Ch.: VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods—Part 2: Factors affecting indoor and outdoor concentrations. Atmospheric Environment 2008; 42/ 9: 2101-2116.
7. Santarsiero A., Fuselli S.: Indoor and outdoor air carbonyl compounds correlation elucidated by principal component analysis. Environmental Research 2008; 106/2: 139-147.
8. Marchand C., Bulliot B., Le Calvé S., et al.: Aldehyde measurements in indoor environments in Strasbourg (France). Atmospheric Environment 2006; 40/7: 1336-1345.
9. Báez A., Padilla H., García R., et al.: Carbonyl levels in indoor and outdoor air in Mexico City and Xalapa, Mexico. The Science of The Total Environment 2003; 302/1-3: 211-226.
10. Marchand C., Le Calvé S., Mirabel Ph., et al.: Concentrations and determinants of gaseous aldehydes in 162 homes in Strasbourg (France). Atmospheric Environment 2008; 42/3: 505-516.
11. Liu W., Zhang J., Zhang L., et al.: Estimating contributions of indoor and outdoor sources to indoor carbonyl concentrations in three urban areas of the United States. Atmospheric Environment 2006; 40/12: 2202-2214.
12. Clarisse B., Laurent A. M., Seta N., et al.: Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings. Environmental Research 2003; 92/3: 245-253.
13. Pengelly I., Groves J. A., Levin J. O., et al.: An investigation into the differences in composition of formaldehyde atmospheres generated from different source materials and the consequences for diffusive sampling. The Annals of Occupational Hygiene 1996; 40/ 5: 555-567.
14. Gawęda E.: Szkodliwe substancje chemiczne emitowane przez wybrane urządzenia biurowe podczas ich pracy. Bezpieczeństwo Pracy 2004; 4: 18-23.
15. Benczek K.M.: Ocena szkodliwości farb. Bezpieczeństwo Pracy 2006; 3: 8-10.
16. Ki-Dong Kwon et al.: Characterization of emissions composition for selected household products available in Korea. Journal of Hazardous Materials 2007; 148: 192-198.
17. Habib R. R. et al.: Women's strategies for handling household detergents. Environmental Research 2006; 101: 184-194.
18. Toksykologia współczesna pod red. W. Seńczuka, PZW, Warszawa, 2006.

Adres do korespondencji
dr Marzena Zaciera
Zakład Szkodliwości Chemicznych
Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego
ul. Kościelna 13
41-200 Sosnowiec;
Tel.: (32) 63 41 298 (32) 266 08 85 wew. 298;
Fax.: (032) 266 11 24