

## Co zagraża naszemu zdrowiu w domach, miejscach pracy i wypoczynku

Środowisko wewnętrzne, przez które rozumiemy wszystkie składniki powietrza otaczające człowieka w pomieszczeniach zamkniętych, to swoisty mikroklimat, różniący się niekorzystnie od powietrza atmosferycznego znajdującego się na zewnątrz pomieszczeń. Przyczyny tego stanu należy upatrywać, nie tylko w niedoskonałej wentylacji, lecz także w licznych źródłach emisji tych zanieczyszczeń. Powietrze wewnątrz budynku jest systemem dynamicznym, podlega ono zmianom jakościowym i ilościowym, nawet w stosunkowo krótkim czasie. Za istotne wskaźniki czystości powietrza wewnątrz pomieszczeń uważa się stężenia stanowiące zanieczyszczenia powietrza, jak: lotne związki organiczne, radon, pyły i aerozole, tlenki węgla, siarki i azotu, zanieczyszczenia biologiczne oraz poziom hałasu [16].

Większość przepisów normujących poziom zanieczyszczenia powietrza, wód i potencjalnie groźnych dla zdrowia i życia odpadów przemysłowych jest dostosowanych do warunków zewnętrznych. Koncentracja zainteresowań w ochronie środowiska na emisji zanieczyszczeń, a nie na rzeczywistym narażeniu człowieka nie uwzględnia faktu, że substancje toksyczne wywołują zaburzenia zdrowotne tylko wówczas, gdy dostają się do organizmu.

Dzięki regulacjom prawnym jakość powietrza atmosferycznego zdecydowanie się poprawiła. Jednak w pomieszczeniach zamkniętych poziom zanieczyszczeń nie uległ zmianie i jest dziś niejednokrotnie znacznie wyższy niż na ruchliwej ulicy. Jest to do pewnego stopnia zrozumiałe, albowiem zbyt długo nie było wiadomo o stopniu ekspozycji większości obywateli na zanieczyszczenia panujące wewnątrz pomieszczeń.

Jakością powietrza wewnątrz pomieszczeń interesowano się już od początków XX w. Zakładano jednak, że zanieczyszczeniami wewnętrznymi są głównie: dwutlenek węgla, para wodna, nieprzyjemne zapachy, kurz, pył i mikroorganizmy, a jedynym źródłem toksycznych substancji jest otaczająca skażona atmosfera, wywołana dzięki działalności człowieka.

Na szczęście w ostatnich latach dwudziestego i początkach XXI wieku, nauka rozwinęła metody pozwalające na ocenę ekspozycji ludzi na substancje toksyczne. Zostały opracowane przyrządy do bardzo czułego pomiaru i analizy jakościowej zanieczyszczeń powstających wewnątrz pomieszczeń. Niektóre z nich są przenośne i są przystosowane do stałego monitorowania otoczenia. Sprzęt ten pozwolił na zorganizowanie wielu zespołów badawczych, które w różnych warunkach i wielu rejonach USA i Kanady prowadziły wnikliwie badania [20]. Pierwsze badania nad stanem zanieczyszczeń powietrza w USA rozpoczęto

w roku 1980. Program ten był początkowo realizowany przez *Research Triangle Institute* w Karolinie Północnej, a następnie został rozszerzony na obszar 14 stanów, gdzie realizowano już 20 zagadnień badawczych. Program ten finansowany przez prywatny przemysł zawitał również na Alaskę i do jednej z prowincji w Kanadzie. Badania były wykonywane przy wykorzystaniu tych samych metod i zestawów aparatury. Badano ekspozycje ludzi na związki toksyczne: lotne związki organiczne, dwutlenek węgla, pestycydy oraz szkodliwe dla zdrowia cząstki pyłów. Dodatkowo analizowano stan skażenia żywności, wody oraz zawartość toksyn we krwi ludzi biorących udział w eksperymencie (ogółem uczestniczyło w nim 3 tys. osób). W wyniku tych badań okazało się, że kontakt z potencjalnymi toksynami był znacznie większy w pomieszczeniach zamkniętych, które były uważane za „czyste”, takie jak dom, biuro, czy samochód, niż na otwartej przestrzeni. Podobne zależności stwierdzono nawet na obszarach z dobrze rozwiniętym przemysłem chemicznym, np. w miastach Boyonne i Elizabeth (New Jersey), gdzie stężenie 11 lotnych związków organicznych było znacznie wyższe w pomieszczeniach, niż w powietrzu atmosferycznym. Za główne źródło emisji tych związków uznano przedmioty codziennego użytku, takie jak odświeżacze powietrza, środki czystości, materiały budowlane i wykończeniowe, a również dym tytoniowy.

W Polsce nad skażeniem powietrza w pomieszczeniach pracują: L.R. Górny, A. Jędrzejczak, J. S. Pastuszka, G. Oparczyk i J. Koniecznyński [4, 9-12, 14, 15] M. Partyka, B. Zabiegała i J. Namieśnik [16] i inni. Wyniki ich badań potwierdzają znacznie większe zagrożenia skażonym powietrzem we wnętrzach pomieszczeń, niż na terenach otwartych. W pomieszczeniach zagrażają nam zarówno zanieczyszczenia gazowe, jak i różnej wielkości pyły, łącznie z bioaerozolami.

### Pochodzenie zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach

Zanieczyszczenia gazowe pochodzą głównie ze spalania paliw (gazu, węgla, drewna) w piecach i kuchenkach, dymu tytoniowego oraz środków czystościowych (dezodorantów) pestycydów stosowanych w zwalczaniu insektów lub fungicydów do zwalczania grzybów. Nadto źródłami zanieczyszczeń są materiały budowlane, wykończeniowe i przedmioty wyposażenia.

Do najczęstszych zanieczyszczeń gazowych zalicza się trichloroetan, którego stężenie w pomieszczeniach dochodzi do 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  powietrza, gdy na zewnątrz było czterokrotnie niższe. Na drugim miejscu plasuje się M.P. ksylen, którego stężenie we wnętrzach pomieszczeń kształtuje się w granicach 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  powietrza, natomiast na terenach zewnętrznych notowano

o połowę mniej. Na trzecim miejscu znalazł się benzen około 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , na czwartym etylobenzen i tetrachloroetylen w granicach 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , na piątym i szóstym miejscu plasują się chlorofor i trichloroetylen, a nieznaczny udział miały: czterochlorek węgla i styren. Stwierdzono również znaczną zawartość pestycydów, z których znaczny udział miały: chlordan, propoksur i chlorpiryfos (200-230 nonogramów na metr sześcienny powietrza), heptachlor około 150, diazynon 100, a dichlorfos 80, zaś O-fenylofenol 60 nonogramów na metr sześcienny powietrza. Natomiast na zewnątrz w powietrzu atmosferycznym zanotowano zaledwie ślady tylko trzech pestycydów: chlordanu, chlorpiryfosu i heptachloru [18]. Autor ten zebrał również wszelkie dostępne informacje dotyczące narażenia na benzen setek ludzi na terenie USA, którzy zamieszkiwali w pięciu różnych stanach. Stwierdził on, że ludzie ci oddychali powietrzem, w którym zawartość benzenu była trzykrotnie większa niż w powietrzu atmosferycznym. Obliczył, że 45% przypadków całkowitej ekspozycji na ten związek pochodzi z palenia tytoniu (lub biernego wdychania dymu tytoniowego), a 36% pochodzi ze spalin samochodowych, lub z innych produktów stosowanych w pomieszczeniach, np. klejów, natomiast 16% z różnych innych źródeł domowych. Ocenia się, że zaledwie 3% zanieczyszczeń benzenem pochodzi ze źródeł przemysłowych.

Inaczej widzą to ustawodawcy, którzy biorą pod uwagę jedynie całkowitą emisję benzenu do środowiska. W USA uważa się, że 82% emisji pochodzi od samochodów, 14% od przemysłu, a 3% od różnych źródeł znajdujących się w domu.

Palenie tytoniu wg tych danych wnosi zaledwie 0,1% emisji benzenu. Praca A. L. Wallacae [18] bezspornie wskazuje na to, że zmniejszenie emisji benzenu z innych źródeł niewiele wpłynie na stan ekspozycji ludzi w pomieszczeniach. Natomiast nawet nieznaczne obniżenie palenia tytoniu wpłynęłoby wyraźnie na zmniejszenie zagrożenia naszego zdrowia.

Szczególną uwagę zwraca się w zanieczyszczeniach powietrza wewnątrz pomieszczeń na dym tytoniowy. Uzyskał on odpowiednią nazwę Środowiskowy dym tytoniowy (*ETS – Environmental Tobacco Smoke*). Zajmuje on bowiem czołowe miejsce w zanieczyszczaniu powietrza we wnętrzach pomieszczeń. Jego skład zależy od wielu czynników: od rodzaju tytoniu, typu papierosów, ich wilgotności, dodatków chemicznych do tytoniu, a także od sposobu zaciągania się. W dymie tytoniowym występuje około 4 tysięcy różnych związków chemicznych oraz cząsteczki pyłów respirabilnych (o wielkości mniejszej niż 3  $\mu\text{m}$ ). Zanieczyszczenia dymem papierosowym można podzielić (wg WHO) na :

- substancje toksyczne - nikotyna, nikoteina, kotinina (metabolit nikotyny), tlenek węgla, cyjanowodór, tlenki azotu;
- substancje drażniące – akroleina, tlenek siarki, amoniak;
- substancje ciliotoksyczne, czyli substancje blokujące aktywność wielu enzymów oddechowych, a także ruch rzęsek wyścielających drogi oddechowe, cyjanowodór, akroleina, aldehyd octowy, formaldehyd;
- kokancerogeny – substancje nie mające właściwości rakotwórczych, lecz wzmacniające ten proces w razie wystąpienia śladowych ilości właściwych kancerogenów – formaldehyd, piren, fluoranten, naftalen, katehol;
- kancerogeny – substancje bezpośrednio rakotwórcze – benzen, dimetylnitrozoamina, etylometylnitrozoamina, dietylnitrozoamina, hydrazyna, chlorek winilu;

- inicjatory nowotworów – substancje odpowiedzialne za proces powstawania uśpionych ognisk w materiale genetycznym poszczególnych komórek – toluen, fenol, uretan.

Bierne palenie jest znacznie większym zagrożeniem niż palenie czynne. Przez bierne palenie określamy wdychanie dymu tytoniowego wraz z zanieczyszczonym powietrzem we wnętrzu pomieszczeń. Ekspozycja na dym tytoniowy u niepalących może wywoływać wiele zaburzeń chorobowych.

Znaczącym źródłem zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach są materiały budowlane i wykończeniowe zestawione w tabeli 1.

W zamieszczonym zestawieniu materiałów budowlanych i wykończeniowych są zawarte liczne związki chemiczne o zróżnicowanym działaniu na zdrowie ludzkie, niektóre z nich są bardzo agresywne i wywołują nawet choroby nowotworowe.

Aktywnym źródłem lotnych związków organicznych w naszych pomieszczeniach może być również ciepła chlorowana woda, z której powstaje trichlorometan  $\text{CHCl}_3$  (chloroform). Stężenie tego związku wzrasta w powietrzu pomieszczeń w czasie prania, gotowania, kąpieli, zwłaszcza pod prysznicem. Związek ten podejrzewany jest o właściwości rakotwórcze [13]. Dlatego w wielu miastach zaprzestano chlorowania wody, a obecnie jest ona ozonowana. Nadmiar jednak ozonu powoduje uszkodzenie błon komórkowych wskutek tworzenia nadtlenku wodoru i krótkołańcuchowych aldehydów. Nadto źródłem ozonu jest emisja z filtrów powietrza, lamp kwarcowych, wadliwie funkcjonujących kopiarek, drukarek, a szczególnie laserowych. Ozon powoduje również blokadę niektórych enzymów. Długotrwała ekspozycja może doprowadzić do zwłóknienia tkanki płucnej oraz do zmniejszenia zdolności obronnej organizmu.

W Polsce w badaniach nad stanem czystości powietrza w pomieszczeniach, wcześniej wymienionych uczonych, określano stężenie formaldehydu w pomieszczeniach mieszkalnych i biurowych oraz tlenku węgla w pomieszczeniach mieszkalnych. Dużo uwagi poświęcono również zawartości mikropyłów w powietrzu wewnątrz pomieszczeń.

Powietrze wewnątrz naszych pomieszczeń jest niezwykle bogate w związki organiczne. W powietrzu wewnętrznym wykryto ponad 500 różnych związków chemicznych, z których ponad 300 to lotne związki organiczne. Są one dominującymi składnikami powietrza ze względu na dużą prężność par i łatwość ich przemieszczania się na duże odległości. Klasyfikacja tych lotnych zanieczyszczeń organicznych zależy od ich wielkości i lotnych zdolności. Definicja podana przez WHO różnicuje te związki na cztery zasadnicze grupy (tab. 2).

Rozwój nowych technologii w budownictwie i wykańczaniu wnętrza stał się przyczyną pojawienia się lotnych związków organicznych. Powszechne stosowanie w budownictwie syntetycznych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych, a także środków czystościowych i dezynfekcyjnych wzmacnia proces powstawania zanieczyszczeń organicznych. Szkodliwość dla zdrowia tych związków zależy od wielkości ich stężeń.

Również wiele innych lotnych związków organicznych o działaniu toksycznym w dużych ilościach występuje w naszych pomieszczeniach. Przykładem może być tetrachloroetylen (znany również pod nazwą perchloroetylen), związek ten ma działanie rakotwórcze, mimo to jest on powszechnie stosowany

Tab. 1 Substancje emitowane przez niektóre materiały budowlane

Źródło	Emitowane substancje	
Farby i emalie	węglowodory alifatyczne węglowodory aromatyczne alkohole estry ketony termeny	pentan, heptan, oktan, nonan, dekan, metylocykloheksan etylobenzen, toluen <i>o.o.p.</i> ksylen metylopropanol oktan metylu, oktan diametylu, oktan butylu formaldehyd, aceton, metylobutanon pinen, karen
Lakiery	węglowodory alifatyczne  węglowodory aromatyczne  alkohole estry ketony	heptan, oktan, tetrametylooktan, nonan, dekan, undekan, dimetyloheptan, trimetyloheptan, etylocykloheksan etylobenzen, toluen, <i>o.o.p.</i> ksylen, propylo-benzen, metyloetylobenzen, trimetylobenzen etanol, izopropanol, butanol oktan butylu, propionian butylu formaldehyd, aceton, izobutyloketon 2 butanon metakrylan metylu
Wykładziny podłogowe	węglowodory alifatyczne  węglowodory aromatyczne alkohole estry ketony	dimetyloheptan, pentametyloheptan dimetylononan, trimetylodekan etylobenzen, toluen izopropanol, butanol, fenol, glikol, propanol oktan etylu, oktan butylu formaldehyd, cykloheksanon
Płyty styropianowe	węglowodory alifatyczne węglowodory aromatyczne estry ketony	pentan, metylobutan, 1-penten toluen, etylobenzen, styren oktan etylu formaldehyd, 2-butanon
Tapety	węglowodory aromatyczne ketony	toluen formaldehyd, aceton, 2-butanon
Kleje	węglowodory alifatyczne  węglowodory aromatyczne alkohole estry ketony terpeny	metylopentan, dimetylopentan, metyloheksan, heptan, cykloheksan, metylocykloheksan benzen, toluen, trimetylobenzen etanol, fenoksyetanol oktan metylu, oktan etylu, oktan winylu, ftalan dibutylu formaldehyd, aceton, 2-butanol pinen, karen, limonen, kamfen

Źródło: Kańczalik J.: Uwarunkowania środowiskowe zdrowia dzieci, X Konferencja Naukowa, s.17-21, Legnica 2001  
Meininghaus R., Salthammer T., Knöppel H.: *Atmos. Environ.*, 33, pp. 2395-2401, 1999

Tab. 2. Klasyfikacja lotnych związków organicznych zanieczyszczeń powietrza wewnątrz pomieszczeń

Akronim anglojęzyczny	Kategoria związku	Zakres temperatur, °C	
VVOC	<i>Very Volatile Organic Compounds</i> (bardzo lotne związki organiczne)	0	50-100
VOC	<i>Volatile Organic Compounds</i> (lotne związki organiczne)	50-100	240-260
SVOC	<i>Semi Volatile Organic Compounds</i> (średnie związki organiczne)	240-260	380-400
POM	<i>Particulate Organic Matter</i> (pyły i aerozole organiczne)		>380

Źródło: [2]

do czyszczenia ubrań. Podobne działanie mają środki antymolowe i środki dezynfekcyjne w naszych toaletach. Związki te są wytwarzane na bazie p-dichlorobenzenu – badania wskazują, że ludzie narażeni są na p-dichlorobenzen głównie w domach, a nie na skutek emisji przemysłowej.

Lotne zanieczyszczenia organiczne są głównie podejrzewane jako przyczyny nadmiernego zanieczyszczenia wewnątrz i przyczyny różnych chorób mieszkańców. Budynki takie otrzymały nazwę chorych budynków (*BRI Bilding Related Illnes*). Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) stwierdza, że przyczynami chorych budynków są głównie zanieczyszczenia lotnymi związkami organicznymi (*VOC – Volatile Organic Componts*). Do chorób związanych z chorymi budynkami zalicza się zatrucie tlenkiem

węgla, astmę i chorobę legionistów (wywołowaną zakażeniem bakterią *Legionella*), chorobę o nazwie gorączki klimatyzacyjnej oraz choroby nowotworowe.

Tab. 3. Stopień zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach a ich szkodliwość dla zdrowia

Poziom zanieczyszczeń, µg/m <sup>3</sup>	Szkodliwość
< 100	nieszkodliwe
200-300	może być szkodliwe
3000-5000	szkodliwe dla zdrowia

Źródło: [2]

Tab. 4. Częstotliwość pojawiania się objawów chorobowych (*SBS - Sick Building Syndrome*)

Rodzaj objawów		Pomieszczenia biurowe		Pomieszczenia mieszkalne	
		mężczyźni	kobiety	mężczyźni	kobiety
Objawy ogólne	średnie	15-20	25-35	8-12	15-20
	min.	5	15		
Podrażnienia błon śluzowych	średnie	15-20	25-35	5-10	10-15
	min.	5	15		
Objawy skórne	-	-	-	-	-

Źródło: [3]

Objawy zdrowotne chorego budynku dzieli się na:

- objawy ogólne (ból głowy, nienaturalne zmęczenie, przygnębienie i zawroty głowy);
- porażenie błon śluzowych (suchość lub podrażnienie oczu, nosa i gardła);
- objawy skórne (przesuszenie, zaczerwienienie, złuszczenie naskórka).

W krajach skandynawskich przeprowadzono badania nad częstotliwością występowania objawów chorobowych (tab. 4).

Z badań Skandynawskich można wnioskować, że istnieje zróżnicowanie w stopniu zagrożenia zdrowia w zależności od rodzaju pomieszczenia i płci. W pomieszczeniach biurowych jesteśmy w większym stopniu narażeni na zagrożenia zdrowia, niż w pomieszczeniach mieszkalnych. Kobiety są również znacznie bardziej podatne na czynniki chorobotwórcze zarówno w mieszkaniach, jak i pomieszczeniach biurowych. (tab. 4).

W Krakowie przeprowadzono badania dotyczące stopnia zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach w 20 domach w okresie zimy w latach 2004/2005. Wyniki tych badań wykazały, że zanieczyszczenia mikropyłkami wynosiły:

- 119 dni PM 10 > 20 µg/m<sup>3</sup>
- 79 dni PM 10 > 50 µg/m<sup>3</sup>

Stwierdzono również w okresie badań liczną hospitalizację mieszkańców – w 2614 wypadkach, w tym częstotliwość hospitalizacji utrzymywała się w granicach 22 dziennie [17].

Okazuje się, że najgroźniejsze dla zdrowia są pyły o średnicy poniżej 10 µm. Pyły te unoszą się na skutek naszego przemieszczania się w pomieszczeniach. Osobista chmura mikropylu podnosi się w dzień w wielkości około 150 mikrogramów na metr sześcienny powietrza, a w okresie nocy około 80. Wskaźniki te są znacznie wyższe w pomieszczeniach niż na zewnątrz budynków [19].

### Zanieczyszczenia biologiczne

Stan powietrza w naszych pomieszczeniach – dobrze utrzymanych pod względem higienicznym powietrza – nieznacznie tylko różni się od stanu powietrza atmosferycznego. W powietrzu egzystują różne mikroorganizmy (bakterie, wirusy, promieniowce, grzyby i ich zarodniki, roztocza i inne). Unoszą się one w postaci bioaerozoli. Aerozole to układ dwufazowy składający się z gazu i cząstek w nim zawieszonych. Ogólnie ocenia się, że cząstki w pomieszczeniach nieprzemysłowych kształtują się w granicach < 2,5 µm średnicy aerodynamicznej. Pył taki określamy jako respirabilny PM 2,5, pochodzi on głównie z palenia tytoniu. Inną znaczącą frakcją areozolu wewnętrznego są cząstki o średnicy 2,5–10 µm. Tworzą się one na skutek wymieszania się kurzu

domowego z włóknami, fragmentami skóry ludzkiej i zwierzęcej, odchodami roztoczy i wielu innych.

Kurz domowy to zbiór cząstek stałych zawieszonych w powietrzu. Kurz domowy jest substancją heterogenną pochodzenia organicznego. Zawiera bakterie, wirusy strzępki grzybni i zarodniki, toksyny ustrojowe, a także cząstki pochodzenia roślinnego (pyłki kwiatowe, drobne fragmenty tkanek roślinnych), części ciała owadów i pajęczaków oraz ich wydzieliny, drobne fragmenty naskórka, sierść zwierząt, drobne fragmenty włókna, resztki pokarmów i pyły nieorganiczne. Skład pyłów jest niejednorodny, ulega on zmianom w zależności od charakteru wnętrza.

Cząstki kurzu mogą być przyczyną licznych chorób alergicznych lub immunologicznych. Zaburzenia zdrowotne są głównie wywoływane przez mikroorganizmy znajdujące się w powietrzu, ich źródłem są zwykle organizmy ludzkie i zwierzęce zamieszkujące pomieszczenia. Najczęściej spotykane zaburzenia to:

- syndrom toksyczny wywołany pyłem organicznym (*Organic Dust toxic Syndrome*);
- mikotoksykozy (choroby wywoływane przez mikotoksyny);
- bisynozy (choroby wywoływane przez pył bawełniany);
- gorączka nawilżaczowa;

Za najczęstsze choroby wywoływane przez kurz uważa się:

- astmę oskrzelową;
- alergiczny całoroczny nieżyt nosa;
- alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych;
- pyłkownicę (alergiczny całoroczny nieżyt nosa);
- pokrzywkę;
- alergiczne zapalenie oskrzeli;
- alergiczne zapalenie spojówek

Często żywe komórki w aerozolu biologicznym są przyczyną nawet groźnych chorób, jak zapalenie płuc i gruźlica. Szczególne zagrożenie stanowią bakterie Gram – ujemne. Z reguły obecność bakterii Gram – ujemnych nie stanowi większego zagrożenia, gdyż występują one w niewielkiej ilości. Natomiast, gdy wzrasta ich liczba, zwiększa się ich zagrożenie zdrowotne. Również i wirusy unoszące się w powietrzu wywołują u ludzi, zwłaszcza w stanie obniżonego poziomu odpornościowego, np. *Histoplasma*, *Blastomyces*, *Coccidioides* choroby zakaźne [15].

Duże zagrożenie dla zdrowia stanowią zarodniki i strzępki grzybów – pleśni rozwijającej się na ścianach budynków, sufitach, przedmiotach znajdujących się w kuchni i łazience oraz na żywności, są to głównie grzyby z rodziny *Aspergillus*, *Stachybotrys* i *Penicillium*. Grzyby te produkują spory – zarodniki i mikotoksyny – metabolity, które są zagrożeniem dla zdrowia. Szczególnie niebezpieczne są one dla osób starszych, dzieci i osób o obniżonej odporności, a także dla kobiet w ciąży.

Mikotoksyny dostają się do organizmu różnymi drogami, przez oddychanie, skórę i błony śluzowe. Związki te mają działania szerokie (kancerogenne, immunotoksyczne, neurotoksyczne, mutagenne i teratogenne). Szkodliwy wpływ mikotoksyn powoduje nadto, uszkodzenia wątroby, nerek, konwulsje, wymioty i inne. [21].

Niektóre gatunki grzybów pleśniowych produkują lotne związki organiczne (MVOOC – *Microbial Volatile Organic Compounds*), w których skład wchodzi alkohole, ketony, terpeny i związki aromatyczne. Związki te charakteryzują się specyficznym zapachem wskazującym na obecność pleśni [7]. Badania specjalistów pozwalają na stwierdzenie, że w powietrzu naszych mieszkań jest niedopuszczalna obecność pleśni z rodzaju *Stachylobortys* i *Aspergillus*, natomiast obecność innych gatunków jest ściśle unormowana [3].

Czystość w naszych domach, zaniechanie stosowania szkodliwych płynów czystościowych, ograniczenie transportu grzybów z zewnątrz pozwoli na zmniejszenie naszego zagrożenia. W tym celu istnieje potrzeba szerokiej edukacji społeczeństwa i stały monitoring i kontrola powietrza wewnątrz pomieszczeń.

## Edukacja i kontrola

Wielu z nas nie zdaje sobie sprawy z istniejącego stanu w naszych domach, w którym liczne zagrożenia czyhają na nas. Często zagrożenia te powstały niezależnie od nas (wynikają z materiałów budowlanych, instalacyjnych, wykończeniowych lub nieświadomie dobrane wyposażenia). Nasza nieświadomość może być również przyczyną niektórych dolegliwości, np. wynikających z korzystania z urządzeń klimatyzacyjnych (choroba legionistów lub gorączka klimatyzacyjna). Ograniczenia tych dolegliwości możemy dokonać poprzez szeroką edukację społeczeństwa, wdrożenie w psychikę dbałości o czystość naszych pomieszczeń, ubrań i nas samych i ograniczenie korzystania z chemii oraz zrozumienia od czego zależy nasze zdrowie [21]. Proces ten wymaga jednak długotrwałego działania i zmniejszenia powszechnej biedy.

Kontrola poziomu zanieczyszczenia powietrza jest dziś możliwa pod względem technicznym. Dysponujemy bowiem dostatecznie czułą aparaturą do tego celu.

Ogólnie sposób oznaczenia stopnia zanieczyszczenia powietrza możemy uzyskać w procesie bezpośredniego pomiaru (ostateczny wynik jest odczytywany na miejscu) i pośredni (ostateczny wynik uzyskujemy w laboratorium, gdzie dokonujemy oznaczeń pobranych prób). Wyniki konfrontujemy z normami przewidzianymi dla czystości powietrza wewnątrz pomieszczeń.

## Podsumowanie

Najczęściej uważamy, że zamknięte pomieszczenia strzegą nas przed negatywnymi czynnikami zewnętrznego środowiska, zmianami warunków klimatycznych (temperatur, opadami, wiatrem), a nie zdajemy sobie sprawy z negatywnych skutków zamkniętych wewnątrz. W zamkniętych wewnątrz, mieszkaniach, przedszkolach, salach szkolnych i uczelniach oraz w pracy spędzamy 80-90% naszego życia. Nie zdajemy sobie sprawy, że w pomieszczeniach następuje dość często kumulacja

toksycznych związków organicznych i nieorganicznych, które źródło swe mają w materiałach budowlanych, wykończeniowych, instalacyjnych, wyposażeniowych oraz użytkowaniu. Wynikiem tych zagrożeń są liczne choroby układu oddechowego, skóry, a nawet choroby nowotworowe. Zagrożenia te wywoływane są zarówno przez organizmy żywe, bakterie, promieniowce i grzyby, jak również przez odchody niektórych gatunków owadów oraz związki chemiczne (organiczne i nieorganiczne), a także przez pyły i mikroaerozole. Ograniczenie tych zagrożeń wymaga kompleksowych działań ze strony budownictwa, działań wykończeniowych, urządzeniowych, jak eksploatacji oraz szerokiego pojęcia czystości wewnątrz. Całość wymaga powszechnej edukacji w zakresie ekologii wewnątrz.

## LITERATURA

- [1] „Air Quality Guidelines for Europe” WHO Publication European Series No 91, WHO Kopenhaga 2000
- [2] EPA Indoor Air Quality Implementation Plan DC:EPA600/87/014, Waszyngton 1987
- [3] Egret J.: Schimmelpilze im Innenraum: Wachstumsbedingungen, gesundheitliche Gefährdung, Bekämpfung, Umwelt, Messverfahren, Anwendungen, Berlin 7/8.10. 1999
- [4] Górny R.L., Jedrzejczak A., Pastuszka S. J.: Cząstki pyłu i metali w powietrzu zewnętrznym i pomieszczeniach na górnym Śląsku, Rocznik PZH 2, s. 151-161, 1995
- [5] Kakkonen E., Skanet E., Sundell J., Valbjorn O.: Indoor climate problems. Investigation and remedial measures, NT Tech. Report 204 Espoo. Finland 1993
- [6] Kończalik J.: „Uwarunkowania środowiskowe zdrowia dzieci” X Konferencja Naukowa, s. 17-21, Legnica 2001
- [7] Menetrez M. Y.: *Indoor Built Environ.* 4, pp. 10-11, 2002
- [8] Meininghaus R., Salthammer T. and Knöppel H.: *Atmos. Environ.*, 33, pp. 2395-2401, 1999
- [9] Oparczyk G., Koniecznyński L.: Badania stężenia formaldehydu w powietrzu pomieszczeń biurowych, *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów*, Nr 3, s. 91-94, 2002
- [10] Oparczyk G., Koniecznyński L.: Tlenek węgla w pomieszczeniach jako efekt eksploatacji kuchni gazowych. Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce. Politechnika Warszawska s. 251-258, 2002
- [11] Oparczyk G., Koniecznyński L.: Pomiary formaldehydu w powietrzu w pomieszczeniach mieszkalnych. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów*, Nr 4 s. 136-139, 2002
- [12] Oparczyk G., Koniecznyński L.: Badania nad zanieczyszczeniem powietrza w Powszechnym budownictwie mieszkaniowym w Polsce. X Międzynarodowa Konferencja Air Conditioning Air Protection District Heating, Szklarska Poręba 27-30.06.2002, s. 421-426, 2002
- [13] Ott W. R. I Roberts J. W., : *Świat Nauki*, 4, s. 72-78, 1998
- [14] Pastuszka S. J.: Narazenie na aerozole ziarniste, włókniste i biologiczne (bakterie i grzyby mikroskopijne) populacji generalnej Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego – Monografia nr 40 Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej 2001
- [15] Pastuszka S. J., :Aerozole w pomieszczeniach *Ekologia*, s. 12-15, 2004
- [16] Patryka M., Zabiegała B. I Namieśnik J.: Powietrze wewnętrzne – Wpływ na ludzkie zdrowie, *Chemia i Inżynieria Ekologiczna*. T. 10 Nr 10, 2003
- [17] Szafraniec A., Kiełtyka A., Rzepecka M.: Health effects air pollution in Kraków population – [www.krakow.pios.gov.pl/ispra/hea.ppt](http://www.krakow.pios.gov.pl/ispra/hea.ppt) – 2006
- [18] Wallace L. A.: Exposure assessment from field studies (in) *Environmental Carcinogenesis. Methods of Analysis and Exposure Measurements* vol. 12 – indoor Air (Eds) B. Sefert, H. J. Van der Wiel, B. Dpdet and J. K. O'Neill – JAR. Lyon Frances pp. 136-152. 1993
- [19] Wallace L. A.: *Clinical and Experimental Allergy*, vol. 25, nr.1, pp.4-5, 1995
- [20] Wayne R., Ott i John W. Roberts.: Co nam grozi w czterech ścianach, *Świat Nauki*, Kwiecień 1998
- [21] Wilczyńska-Poźniak D. i Paszkiewicz M., : SANEPID 4, s.10-11, 2002)
- [22] Zimny H., *Ekologia wewnątrz (w) H. Zimny, Ekologia miasta*, s.321-233, Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzcyk 2005