

Zagrożenia i uciążliwości występujące w środowisku wewnętrznym pomieszczeń i budynków mieszkalnych

Znaczącym problemem ludności w Polsce staje się problem szeregu zagrożeń i uciążliwości występujących w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, będących często przyczyną pogorszenia ich stanu zdrowia. To pogorszenie stanu zdrowia stanowi całe spektrum objawów – od złego samopoczucia do poważnych, niekiedy śmiertelnych chorób. Do najczęściej pojawiających się chorób w następstwie przebywania w nadmiernie zanieczyszczonym środowisku wewnętrznym pomieszczeń i budynków należą z pewnością zatrucia tlenkiem węgla i astma. Do grupy chorób związanych z budynkiem zaliczyć należy także choroby nowotworowe będące przyczyną narażenia na substancje rakotwórcze jak np. „Xylamit” (substancja używana powszechnie w latach 60-tych i 70-tych XX wieku do konserwacji drewna i elementów konstrukcyjnych w budynkach i pomieszczeniach), formaldehyd (zawarty w meblach z płyt biurowych i niektórych materiałach izolacyjnych), azbest (stosowany najczęściej jako termiczna izolacja budynków w postaci płyt cementowo-azbestowych) czy też zawarty w niektórych materiałach budowlanych radon i produkty jego rozpadu. Znacznie mniej poważną w skutkach zdrowotnych, lecz z drugiej strony bardzo uciążliwą i często występującą chorobą jest tzw. syndrom chorego budynku (SBS – Sick Building Syndrome), który charakteryzuje się zespołem niespecyficznym objawów oraz zróżnicowanymi problemami zdrowotnymi, do których należą: objawy ogólne (ból głowy, nienaturalne zmęczenie, przygnębienie, zawroty głowy), podrażnienie błon śluzowych (suchość lub podrażnienie oczu, nosa, gardła) czy też objawy skórne (przesuszenie, zaczerwienienie, złuszczenie naskórka na twarzy, rekach, uszach). [1, 2, 3]

Przez pomieszczenia/budynki przeznaczone na pobyt ludzi należy rozumieć pomieszczenia nieprzemysłowe, czyli takie dla których podstawowym kryterium stanowi fakt przebywania ludzi i jednocześnie nie prowadzenie w tych pomieszczeniach żadnej formy działalności produkcyjnej, przemysłowej ani handlowej. Do tej grupy obiektów zaliczyć należy między innymi domy mieszkalne, pojedyncze mieszkania w budynkach mieszkalnych, biura, obiekty szkolne jak szkoły i przedszkola (zarówno sale dydaktyczne jak i pomieszczenia towarzyszące), przychodnie lekarskie, szpitale, muzea itp. Szczególną grupą pomieszczeń nieprzemysłowych są tak zwane pomieszczenia przeznaczone na pobyt stały ludzi. W odniesieniu do tej grupy pomieszczeń próbuje się wprowadzić formalno-prawne normatywy jakości środowiska wewnętrznego. Opracowanie norm dotyczących stężeń niektórych zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego wymaga przeprowadzenia szeregu badań relacji dawka-odpowiedź w odniesieniu do czynników szkodliwych, których stężenie lub natężenie próbuje się unormować. Obecnie jedynym aktem normatywnym dotyczącym jakości powietrza wewnętrznego 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 (M.P. Nr 19, poz. 231). [2, 4]

Zgodnie z art. 1, ust. 1 oraz art. 2 ustawy z dnia 14 marca 1985r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz. U. z 2011r., Nr 212, poz. 1263 z późn. zm.), Państwowa Inspekcja Sanitarna jest powołana do realizacji zadań z zakresu zdrowia publicznego, w szczególności poprzez sprawowanie zapobiegawczego i bieżącego nadzoru sanitarnego nad warunkami

higieny środowiska – w celu ochrony zdrowia ludzkiego przed niekorzystnym wpływem szkodliwości i uciążliwości środowiskowych, zapobiegania powstania chorób, w tym chorób powodowanych warunkami środowiska. Inspekcja sanitarna realizując zadania z zakresu zdrowia publicznego zajmuje się między innymi zagadnieniami dotyczącymi zagrożeń i uciążliwości występujących w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. [5]

Do najczęstszych zagrożeń i uciążliwości zdrowotnych na jakie mogą być narażone osoby przebywające w pomieszczeniach zamkniętych są zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne powietrza oraz hałas. W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi istnieje wiele różnych źródeł emisji substancji mniej lub bardziej szkodliwych dla zdrowia, które mogą powodować różnego rodzaju uciążliwości, w tym również uciążliwości zapachowe. Poniżej omówiono najistotniejsze i najczęściej występujące rodzaje zagrożeń w środowisku wewnętrznym pomieszczeń mieszkalnych.

Tlenek węgla

Tlenek węgla jest trucizną znaną człowiekowi od dawna. Objawy zatrucia tlenkiem węgla były z pewnością znane już od chwili rozpalenia pierwszego ogniska, czyli na długo przed odkryciem istnienia gazów. Do dnia dzisiejszego tlenek węgla pozostaje jedną z najgroźniejszych trucizn! Każdego roku z powodu zatrucia tlenkiem węgla, potocznie zwanego czadem, ginie kilkadziesiąt osób. Bardzo często nie ma to związku z powstaniem pożaru, a wynika jedynie z niewłaściwej eksploatacji budynku i znajdujących się w nich urządzeń i instalacji grzewczych. [7, 9]

Tlenek węgla jest tym groźniejszy, że nie posiada smaku, zapachu, barwy, nie szczypie w oczy i nie „dusi w gardle”. W bardzo dużym stężeniu (ok.75-100%) może lekko pachnieć czosnkiem. W powietrzu pali się niebieskawym płomieniem, posiada własności wybuchowe. Jest nieznacznie lżejszy od powietrza (gęstość 0,967), przez co łatwo przenika przez ściany, stropy i warstwy ziemi. W pomieszczeniach gromadzi się pod sufitem. [6, 7, 8, 9]

Tlenek węgla (CO) powstaje w wyniku niepełnego spalania węgla i substancji, które w swoim składzie zawierają węgiel, a więc drewna i paliw węglowodnorodnych (węgla kamiennego, węgla drzewnego, gazu ziemnego, oleju opałowego itp.) - dlatego też może być emitowany w trakcie nieprawidłowego użytkowania lamp oraz piecyków naftowych i gazowych, kotłów na paliwa stałe, płynne i gaz, kominków, podgrzewaczy wody, silników spalinowych. Szczególnie groźną sytuację stwarza samochód z pracującym silnikiem w garażu, gdyż spaliny z silnika na biegu jałowym zawierają ok. 4 – 13% tlenku węgla. [6, 7, 9]

Głównym składnikiem gazu ziemnego, stosowanego do opalania kotłów i podgrzewaczy wody, jest metan. W idealnych warunkach w wyniku całkowitego spalania metanu produktami reakcji jest dwutlenek węgla i para wodna. Natomiast w wyniku ograniczenia dostępu powietrza produktami spalania metanu oprócz pary wodnej może być tlenek węgla. W realnych warunkach spalania miejsce mają obie powyższe reakcje, ze znaczącą przewagą pierwszej. Podczas każdego spalania nieuniknione jest powstanie niewielkiej ilości tlenku węgla. Należy pamiętać, iż każda nawet niewielka ilość tlenku węgla, stanowi zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka. Z tego powodu niezbędne jest uwzględnienie zarówno odpowiednich wymagań technicznych, jak i zastosowanie właściwych zabiegów prewencyjnych podczas eksploatacji urządzenia w celu zapewnienia całkowitego wyeliminowania możliwości pojawienia się w otoczeniu spalin i w efekcie zatrucia. Aby instalacje uzyskujące energię poprzez spalanie paliw pracowały prawidłowo,

powinien być zapewniony stały dopływ powietrza umożliwiający całkowite spalanie, a produkty spalania powinny być prawidłowo usuwane (przez przewody kominowe, wywietrzniki itp.). Pomieszczenia, w których znajdują się urządzenia gazowe powinny być prawidłowo wentylowane. Należy pamiętać, iż na proces wentylacji składają się dwa bardzo ważne elementy jak nawiew i wywiew. W wentylacji grawitacyjnej stosuje się kratki wentylacyjne wywiewne o odpowiednim przekroju, zlokalizowane pod sufitem. Napływ świeżego powietrza zapewnia się uwzględniając nieszczelności drzwi i okien. W przypadku stolarki okiennej o wysokiej szczelności, wmontowuje się otwory nawiewne. Głównymi przyczynami powstawania tlenku węgla w pomieszczeniach zamkniętych są:

- uszkodzenia instalacji spowodowane wadami fabrycznymi, zaniedbaniem lub uszkodzonymi częściami,
- zatkane kominy lub uszkodzone wywietrzniki,
- ciąg odwrotny w kominach lub wywietrznikach, który może być spowodowany niesprawnym systemem wentylacyjnym, złym umiejscowieniem wywietrzników lub niesprzyjającymi warunkami atmosferycznymi (np. silny wiatr),
- nieprawidłowy montaż instalacji lub źle działające kominy lub wywietrzniki,
- niewystarczający dopływ powietrza do instalacji. [8]

Najczęstszymi źródłami zatrucia tlenkiem węgla w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi są pożary, a w rejonach stosowania gazu innego niż ziemny, również niesprawna domowa instalacja gazowa (gaz świetlny zawiera ok. 10 – 15% CO). Czynnikiem ten może również wydzielać się w trakcie nieprawidłowego działania urządzeń grzewczych, związanego z wystąpieniem jednej lub kilku ww. przyczyn. Przykładowo piecyk gazowy zainstalowany w niewielkiej łazience, pozbawionej odprowadzenia spalin (nie posiadającej przewodu kominowego, z niedrożnym kanałem odprowadzenia spalin lub w razie wystąpienia odwrotnego ciągu w przewodzie kominowym), może zabójczą dawkę tlenku węgla wytworzyć w ciągu jednej minuty. [7]

Tlenek węgla (nazwa zwyczajowa czad, nazwa systematyczna tlenek węgla (II)) łatwo miesza się z powietrzem. Jest to gaz, który stwarza zagrożenie w każdym stężeniu – w niższych stężeniach wywołuje utratę koordynacji ruchowej, zaś w dużych stężeniach powoduje nagłą śmierć. Oddziałuje na centralny układ nerwowy i układ sercowo-naczyniowy. Tlenek węgla wchłania się do organizmu przez układ oddechowy. Szybkość wchłaniania tlenku węgla zwiększają takie czynniki jak: wysiłek fizyczny czy wysoka temperatura, które wpływają na podwyższenie stopnia wentylowania płuc. Toksyczne działanie tlenku węgla wynika z jego silnego (ok. 250 – 300 razy większego w porównaniu z tlenem) powinowactwa do hemoglobiny zawartej w czerwonych ciałkach krwi (erytrocytach). Tlenek węgla łączy się z hemoglobiną, tworząc związek zwany karboksyhemoglobiną (HbCO), który jako trwalszy od oksyhemoglobiny (czyli połączenia tlenu z hemoglobiną) i nie może już służyć jako przenośnik tlenu w organizmie. W konsekwencji dochodzi do spadku zawartości tlenu we krwi czyli do niedotlenienia (hipoksja). Tlenek węgla jest toksyczny dla komórek (zakłóca procesy oddechowe zachodzące w mitochondriach). Połączenie to jest jednak odwracalne. Niestety skutek działania karboksyhemoglobiny uszkodzeniu ulegają organy najbardziej wrażliwe na niedotlenienie, a dla nas bardzo ważne, takie jak: ośrodkowy układ nerwowy, układ naczyniowo-sercowy. Obserwowane objawy zatrucia tlenkiem węgla nie są charakterystyczne, a ich ciężkość zależy nie tylko od wartości tlenkowęgłowej hemoglobiny we krwi, ale przede wszystkim od stężenia tlenku węgla w powietrzu wdychanym, czasu trwania narażenia i od aktywności ruchowej poszkodowanego. [6, 7, 12]

Zatrucie tlenkiem węgla można potwierdzić oceniając stężenie HbCO we krwi. Przy niskim stężeniu karboksyhemoglobiny we krwi (10-20%) obserwuje się takie objawy jak: przymglenie świadomości, niepamięć wsteczna, zawroty i bóle głowy, zaburzenia wzrokowe, uczucie odurzenia, nudności. Średnie stężenie HbCO we krwi (30-50%) powoduje przymglenie świadomości aż do utraty przytomności, wzmożone odruchy, pobudzenie, wymioty, hiperwentylacje, nadciśnienie. Natomiast przy wysokim stężeniu HbCO we krwi (wynoszącym ponad 50%) następuje utrata przytomności, napady drgawek toniczno-klonicznych, kurcze prostowników, hiperwentylacja, sinica, wstrząs z tachykardią i spadkiem ciśnienia. [12]

Objawy zatrucia tlenkiem węgla zależnie od stężenia objętościowego w powietrzu przedstawiają się następująco:

- 100-200 ppm (0,01% - 0,02%) – lekki ból głowy przy ekspozycji przez 2-3 godziny,
- 400 ppm (0,04%) – silny ból głowy zaczynający się ok. 1 godzinę po wdychaniu tego stężenia,
- 800 ppm (0,08%) – zawroty głowy, wymioty i konwulsje po 45 minutach wdychania; po dwóch godzinach trwała śpiączka,
- 1 600 ppm (0,16%) – silny ból głowy, wymioty, konwulsje po 20 minutach; zgon po dwóch godzinach,
- 3 200 ppm (0,32%) – intensywny ból głowy i wymioty po 5-10 minutach; zgon po 30 minutach,
- 6 400 ppm (0,64%) – ból głowy i wymioty po 1-2 minutach; zgon w mniej niż 20 minut,
- 12 800 ppm (1,28%) – śmierć po 3 minutach.

Jednak przy większych stężeniach CO w pomieszczeniach zamkniętych, śmierć może nastąpić błyskawicznie – już po kilku oddechach, na skutek uduszenia w wyniku porażenia ośrodków oddychania. Przy wysokich stężeniach CO nie występują żadne sygnały ostrzegawcze (jak bóle głowy, nagła słabość itp.), a osłabienie i utrata przytomności uniemożliwiają ucieczkę. Następstwem ostrego zatrucia tlenkiem węgla może być nieodwracalne uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego, niewydolność wieńcowa i zawał u osób ze zmianami w sercu (chorobą niedokrwienną serca). W przypadku przewlekłego zatrucia tlenkiem węgla początkowo obserwuje się kompensacyjne zwiększenie zawartości hemoglobiny i liczby erytrocytów, następnie zmniejszenie zdolności wysiłkowej u osób ze zmianami w naczyniach wieńcowych; zaburzenia krążenia wieńcowego i zmiany w EKG; bóle i zawroty głowy, zaburzenia pamięci, zmiany osobowości i zmiany neurologiczne. [6, 9, 10, 11]

Zgodnie z art. 11 ust. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2010r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.) „Dopuszczalne stężenia substancji chemicznych szkodliwych dla zdrowia w powietrzu pomieszczeń kategorii A i B”, w tym dopuszczalne stężenie tlenku węgla, określa załącznik nr 1 do zarządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi (Monitor Polski Nr 19, poz. 231). [4, 13]

W myśl § 1 punktu 2 ww. zarządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej, pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi, zwanymi dalej „pomieszczeniami”, są:

- a) pomieszczenia mieszkalne (w mieszkaniach – pokoje), a także pomieszczenia przeznaczone do przechowywania produktów żywnościowych (w mieszkaniach – kuchnie), zwane dalej „pomieszczeniami kategorii A”,
- b) pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi w budynkach użyteczności publicznej inne niż zaliczone do pomieszczeń kategorii A oraz pomieszczenia pomocnicze w mieszkaniach (w mieszkaniach np. łazienki) – zwane dalej „pomieszczeniami kategorii B”.

Zgodnie § 3 ust. 1 zarządzenia, najwyższe dopuszczalne stężenia substancji chemicznych w powietrzu pomieszczeń określa załącznik nr 1 do ww. zarządzenia. Według pkt. 31 załącznika, dopuszczalne 30-minutowe stężenie tlenu węgla w powietrzu pomieszczeń kategorii A i B wynosi $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, natomiast dopuszczalne średniodobowe (tj. 24-godzinne) stężenie tlenu węgla w pomieszczeniach kategorii A wynosi $3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w pomieszczeniach kategorii B – $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. [4]

Tak więc szybkość toksycznego działania tlenu węgla znalazła odzwierciedlenie w przepisach określających dozwolone zawartości zanieczyszczeń w powietrzu pomieszczeń – w odniesieniu do tlenu węgla, jako jedynej spośród 35 wymienionych tam substancji szkodliwych. Oprócz dopuszczalnego średniodobowego stężenia ustalono również dopuszczalne 30-minutowe stężenie tego czynnika.

Rtęć

Rtęć, zwana również żywym srebrem, jest pierwiastkiem unikalnym, ponieważ w normalnych warunkach występuje w stanie ciekłym. Jednocześnie jest uważana za jeden z najbardziej toksycznych metali nieradioaktywnych. Rtęć i jej związki są truciznami komórkowymi. Wykazują wysoki stopień powinowactwa do grup sulfhydrylowych, co oznacza, że mogą zakłócić prawie wszystkie reakcje enzymatyczne w organizmie. Choć trujące właściwości rtęci są znane od dawna, substancja ta nie stanowiła znaczącego problemu toksykologicznego do czasu rozpowszechnienia jej przez człowieka w wielu gałęziach przemysłu. Z danych literaturowych wynika, iż od 1890r. do środowiska przedostało się około 200 000 ton rtęci, z czego 95% przedostało się do powierzchniowych warstw gleby i osadów dennych, 3 % do oceanów, a pozostałe 2 % zdeponowane zostało w formie lotnej w atmosferze. Obecnie do atmosfery przedostaje się rocznie około 5500 ton rtęci pochodzenia antropogenne i naturalnego. Zagrożenia wobec środowiska naturalnego i zdrowia ludzi, jakie pociąga za sobą rtęć spowodowała, iż przemysł masowo wycofuje się ze stosowania rtęci. W ciągu ostatnich 20 lat zużycie rtęci w przemyśle zmalało o 75% głównie przez wyeliminowanie rtęci z produkcji baterii, pestycydów i farb. Jednak całkowite wyeliminowanie zastosowania rtęci w przemyśle jest bardzo trudne, ze względu na problem zastąpienia jej innym związkiem.[10, 14, 15]

Rtęć jest jedynym pierwiastkiem metalicznym występującym w warunkach naturalnych w postaci ciekłej. Rozpuszcza się w kwasie azotowym i stężonym kwasie siarkowym. Tworzy z większością metali nieżelaznych stopy zwane amalgamatami. Jako czysty metal występuje rzadko, czasem towarzyszy srebru. Najczęściej spotykanym w przyrodzie związkiem rtęci jest jej siarczek, tworzący czerwony minerał - cynober. Rtęć jest powszechnie stosowana w termometrach, barometrach, pompach próżniowych, prostownikach. Pary rtęci są również wykorzystywane jako źródło promieniowania ultrafioletowego w specjalnych lampach. Specyficzne właściwości fizyczne tego metalu mają

ogromny wpływ na jego rozprzestrzenianie. Prężność par rtęci w temperaturze pokojowej jest dostatecznie wysoka, aby stanowiła zagrożenie zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz pomieszczeń, co dotyczy większości występujących warunków klimatycznych. Dla przykładu w temperaturze 24°C wysycenie atmosfery parami rtęci wynosi około 18 mg/m³. [14]

I tak, po rozlaniu rtęci metalicznej w pomieszczeniach:

- duże napięcie powierzchniowe ułatwia podział rozlanej rtęci na drobne kulki, a wszelkie nieodpowiednio prowadzone czynności dodatkowe, proces podziału intensyfikują;
- bardzo duży ciężar właściwy tego pierwiastka (13,6 g/cm³), powoduje samoistne przemieszczanie się kuleczek rtęci po nierównościach powierzchni i ich umiejscawianie w najniższej położonych miejscach (w tym w różnego rodzaju szparach i szczelinach);
- znaczna prężność par rtęci w temp. pokojowej oraz duże rozwinięcie powierzchni (rozdrobionych kuleczek), są powodem intensywnego parowania płynnego metalu do otaczającego go powietrza, w tym powietrza wypełniającego nie tylko pomieszczenie skażone, ale i połączone z nim pomieszczenia sąsiednie, jak też przestrzenie kapilarne, znajdujące się we wnętrzu obecnych w tych pomieszczeniach materiałów budowlanych i elementów wyposażenia wnętrz;
- w konsekwencji, nawet po usunięciu poza obręb skażonych pomieszczeń całej rozlanej rtęci metalicznej - będącej źródłem tzw. emisji pierwotnej, a pozostawieniu w tych wnętrzach materiałów czy elementów nie poddanych procesowi dezaktywacji, występuje w nich proces tzw. emisji wtórnej, wywołanej opartą na procesie wyrównywania stężeń, powolną migracją par rtęci z zanieczyszczonych mikroprzestrzeni do powietrza już wydawałoby się oczyszczonych pomieszczeń. [15, 16]

Na stopień rozprzestrzeniania się rtęci i jej par w skażonym budynku ma więc wpływ wiele czynników, takich jak np.:

- wykonywanie niewłaściwych czynności po rozlaniu rtęci (rozcieranie szmatą, przenoszenie na butach do innych pomieszczeń, stosowanie nieprofesjonalnego pozbawionego filtrów pochłaniających rtęć odkurzacza, itp.);
- zwielokrotnienie parowania rtęci, przykładowo po uruchomieniu urządzenia grzewczego zanieczyszczonego jej pozostałościami;
- samoistne rozprzestrzenianie się par rtęci w powietrzu sąsiednich pomieszczeń zgodnie z kierunkami wewnętrznej cyrkulacji powietrza, zależnej od zastosowanych w skażonym budynku, mieszkaniu bądź zespole pomieszczeń, systemów wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej. [16]

Należy pamiętać, iż stosowane w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych systemy wentylacji, na ogół wymuszają dwa podstawowe kierunki przepływu powietrza:

- w mieszkaniach – od okien i drzwi wejściowych, poprzez pomieszczenia przejściowe, do krtek wentylacyjnych zainstalowanych w kuchniach, łazienkach, ewentualnie w pokojach usytuowanych w obrębie tych mieszkań,
- w budynkach – od drzwi wejściowych do budynku oraz okien w ciągach komunikacyjnych, poprzez klatki schodowe, drzwi do mieszkań i pomieszczenia przechodnie w tych lokalach, do krtek wentylacyjnych znajdujących się w pomieszczeniach jw., usytuowanych w poszczególnych mieszkaniach.

Tak więc prawidłowo przeprowadzona dezaktywacja mieszkania, zespołu pomieszczeń czy wnętrza budynku zanieczyszczonego rtęcią metaliczną, powinna obejmować:

- zebranie, usunięcie i właściwe unieszkodliwienie widocznej rtęci metalicznej;
- związanie przy użyciu właściwych sorbentów i usunięcie poza obręb dezaktywowanych pomieszczeń, rtęci metalicznej pozostającej w miejscach trudnodostępnych oraz par rtęci z przestrzeni kapilarnych zlokalizowanych w materiałach budowlanych i tych elementach wyposażenia, które mają być nadal wykorzystywane;
- podobne, może mniej zachowawcze dezaktywowanie tych elementów, które mają być unieszkodliwione przez składowanie (celem zabezpieczenia przez skażeniem środowiska lub pomieszczeń u kolejnych użytkowników). [16]

Rtęć metaliczna nie jest najgroźniejszą formą tego pierwiastka. Słabo wchłania się przez skórę lub błony śluzowe przewodu pokarmowego – tak więc doustne przyjęcie rtęci zwykle nie wiąże się z poważniejszym niebezpieczeństwem. Natomiast rtęć w postaci par i mgieł, szybko i efektywnie (retencja par rtęci metalicznej przy wdychaniu nosem wynosi 76%, a przy wdychaniu ustami 96%), wchłania się przez układ oddechowy człowieka. Przy dużym ich stężeniu może to powodować ostre zatrucie, którego skutkiem może być uszkodzenie płuc, niewydolność nerek, bezmocz. Objawia się nudnościami, wymiotami, bólami brzucha, biegunką, często krwawą, oraz uczuciem palenia w przewodzie pokarmowym. Leczenie polega na podawaniu środków wiążących metale. Zatrucie przewlekłe (przy długotrwałym podtruwaniu oparami rtęci) prowadzi do uszkodzenia nerek, mózgu, układu nerwowego i zmian w zachowaniu. Pojawiają się ślinotok, bóle głowy i karku, wypadają włosy i zęby. Na dziąsłach występuje charakterystyczne, niebieskawe przebarwienie. Wchłonięte przez organizm ludzki pary rtęci powodują upośledzenie funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego, a w następnej kolejności narządów wewnętrznych (głównie nerek).. W przebiegu zatrucia pojawiają się objawy ze strony układu nerwowego, jak zaburzenia snu i koncentracji, wzmożona pobudliwość, stan nieśmiałości z odczynem trwogi, czy zmienność nastrojów. Pierwsze łatwe do rozpoznania symptomy to drżenia (rąk czy całego ciała), będące objawem zespołu encefalopatii rtęciowej lub polineuropatia będące znakiem zmian w obwodowym układzie nerwowym. Z danych literaturowych wynika, że trudno określić dolną granicę ekspozycji, przy której nie występują objawy zatrucia, a zaburzenia umysłowe mogą wystąpić nawet przy ekstremalnie niskich stężeniach par rtęci w powietrzu. Rtęć oraz jej metabolity w pierwszym rzędzie są z ustroju wydalane z moczem i kałem, a objawy chorobowe - przy niezbyt dużej dawce i krótkim narażeniu - najczęściej ustępują po ustaniu narażenia. [14, 15, 16]

Pary rtęci metalicznej w procesie oddychania przedostają się do krwi. Pewna ilość rtęci elementarnej pozostaje we krwi na tyle długo, aby w tej formie przeniknąć barierę mózgowo-rdzeniową oraz barierę łożyska u kobiet w ciąży. W tym drugim przypadku efektem jest zdeponowanie rtęci w mózgu i tkankach płodu. Rtęć w mózgu jest szybko utleniana i zatrzymywana, gdyż powstałe jony rtęci nie mogą już przeniknąć z powrotem przez tę samą barierę, aby być wydalone. Półokres przebywania rtęci w organizmie człowieka wynosi średnio 72 dni. Większość rtęci zostaje zgromadzona w nerkach – co prowadzi do ich uszkodzenia. [10, 14]

Dopuszczalną zawartość rtęci w powietrzu pomieszczeń, określa zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi (Monitor Polski nr 19, poz. 231). [4, 13]

Zgodnie z pkt. 29 Załącznika nr 1 do ww. zarządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej pt. „Dopuszczalne stężenia substancji chemicznych szkodliwych dla zdrowia w powietrzu pomieszczeń kategorii A i B”, dopuszczalne stężenie rtęci w pomieszczeniach kategorii A wynosi $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w pomieszczeniach kategorii B - $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. [4] Pojęcia pomieszczeń kategorii A i B zostały wcześniej wyjaśnione.

Hałas komunalny

Zgodnie z definicją hałasem nazywamy wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka. W 1994 roku WHO przedstawiło definicję, zgodnie z którą szkodliwe oddziaływanie hałasu to: morfologiczne i fizjologiczne zmiany w organizmie, będące wynikiem uszkodzenia możliwości funkcjonowania organizmu, obniżenia możliwości kompensowania reakcji na dodatkowy stres nim wywołany lub wzroście wrażliwości organizmu na szkodliwe wpływy innych czynników środowiska. Mogą to być czasowe lub długotrwałe zmiany fizyczne, psychiczne lub behawioralne. [17, 18]

Zgodnie z podziałem uwzględniającym środowisko, w którym hałas występuje, rozróżniamy hałas przemysłowy (w tym występujący w środowisku pracy), komunalny oraz komunikacyjny. Zgodnie z zapisami ustawy z dnia 14 marca 1985r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz. U. z 2006r. r., Nr 122, poz. 851 z późn. zm.) Państwowa Inspekcja Sanitarna, jako instytucja, powołana do realizacji zadań z zakresu zdrowia publicznego w celu ochrony zdrowia ludzkiego przed wpływem czynników szkodliwych lub uciążliwych, prowadzi zapobiegawczy i bieżący nadzór sanitarny nad warunkami higienicznymi, w tym natężeniem szkodliwych i uciążliwych czynników akustycznych, występujących w środowisku pracy, zamieszkania, nauczania i wypoczynku. [5] Tym szkodliwym czynnikiem akustycznym występującym w środowisku zamieszkania, nauczania czy wypoczynku jest niewątpliwie hałas komunalny.

Najistotniejszymi źródłami hałasu komunalnego przenikającego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi są hałasy instalacyjne technicznego wyposażenia budynków, hałasy bytowe tzw. sąsiedzkie oraz hałasy zewnętrzne takie jak ruch uliczny, warsztaty rzemieślnicze lub obiekty rozrywkowe. W budynkach mieszkalnych oraz w ich otoczeniu, źródłem hałasu instalacyjnego mogą być urządzenia centralnego ogrzewania, systemy wentylacyjne i klimatyzacyjne, instalacje zaopatrujące w wodę, windy, urządzenia stosowane przez mieszkańców (np. pilarki, kosiarki trawy i inne). Tak więc klimat akustyczny pomieszczeń mieszkalnych oraz pomieszczeń użyteczności publicznej, często będący wynikiem zbyt niskiej izolacyjności przegród budowlanych (ścian i stropów między pomieszczeniami), na ogół kształtowany jest przez hałas: pochodzący z zewnątrz obiektu (hałas uliczny, kolejowy, lotniczy, osiedlowy, przemysłowy, usługowo-handlowy, dochodzący z obiektów sportowo-rekreacyjnych), przenikający z innych pomieszczeń tego samego budynku (sklepów, lokali gastronomicznych, generowany przez innych lokatorów), emitowany przez urządzenia i instalacje integralnie związane z budynkiem (kotłownie, instalacje centralnego ogrzewania, windy, wentylatory, klimatyzatory, stacje transformatorowe) oraz własny (wytwarzany przez użytkowników ocenianego pomieszczenia). [18, 20]

W wyniku długotrwałego i częstego narażenia na hałas, narządy i układy organizmu człowieka współdziałające ze słuchem mogą ulec przesterowaniu, co prowadzi do rozwoju stanów patologicznych. Stąd negatywne skutki wpływu hałasu (w tym hałasu komunalnego)

na człowieka są liczne i różnorodne: dotyczą funkcji psycho-intelektualnej oraz zdrowia fizycznego, postrzegane są w narządzie słuchu, w układach wegetatywnym i w ośrodkowym układzie nerwowym, polegają na utrudnianiu międzyludzkiej komunikacji wskutek pogarszania odbioru i rozumienia mowy, na zaburzaniu snu, zaburzeniach w sferze psychicznej, na zmianie socjalnych zachowań, na pogarszaniu psychicznej oraz intelektualnej sprawności i jej skuteczności, na stanach irytacji, lęku, niepokoju, rozdrażnienia i szeregu dalszych reakcji. [18, 19]

Skutkiem ekspozycji na hałas jest przemęczenie, rozdrażnienie, zawroty głowy oraz szum w uszach. Dźwięki powyżej 75 dB powodują odruchowe skurcze mięśni wokół szyi i oczu. Przy ekspozycji powyżej 120 dB obserwuje się zmniejszenie prędkości ruchu gałek ocznych, zawężenie widzenia, zmiany percepcji kolorów. Natomiast przy natężeniu dźwięku powyżej 125dB mogą nastąpić zaburzenia zmysłu równowagi. Nadmierna ekspozycja na hałas może skutkować bólem i dzwonieniem w uszach. Dźwięki poniżej 35dB nie są dla człowieka szkodliwe, w zakresie 35-70 dB powodują zmęczenie układu nerwowego, przy ekspozycji w granicach 70-85 dB hałas ujemnie wpływa na zdrowie, natomiast przy natężeniu powyżej 90 dB dźwięki określa się jako niebezpieczne dla zdrowia. [10]

Powszechnie wiadomo, że dostatecznie długi i głęboki sen jest niezbędny dla zdrowia i dobrego samopoczucia oraz że sen jest zakłócany przez hałas. Pierwotne zaburzenia snu wywołane przez hałas polegają na utrudnionym zasypianiu, zmianach dotyczących faz snu, spłycaaniu głębokości snu oraz na niejednokrotnym, zbyt wczesnym wybudzaniu ze snu i skracaniu czasu jego trwania. Do zaburzeń pierwotnych można zaliczyć także zdarzające się podczas snu w odpowiedzi na silniejsze bodźce słuchowe: reakcje ruchowe, naczyniowe oraz zmiany ciśnienia krwi, zmiany rytmu skurczów serca i oddychania. Zaburzenia wtórne (będące konsekwencją zaburzeń pierwotnych) występują następnego dnia, po przebudzeniu z zakłóconego snu i polegają na odczuwaniu niedostatku snu i zmęczenia, na gorszym samopoczuciu, zmniejszonej sprawności intelektualnej i psychicznej, na braku wystarczającej motywacji napędzającej do działania. Przewlekłe trwanie takiego stanu powoduje poczucie niezadowolenia z siebie, miejsca i warunków bytowania oraz ogólnej jakości życia. Nie jesteśmy w stanie usunąć całkowicie hałasu z naszego życia. Jedynie co możemy zrobić to ograniczyć hałas wytwarzany poprzez nas samych. Hałas powoduje zmiany w naszym trawieniu, przyczynia się również do powstania wielu chorób żołądka oraz serca. Hałas znacznie zwiększa naszą nerwowość, zmęczenie, osłabienie, bezsenność i agresję. Nadmierny hałas może być również przyczyną: choroby wrzodowej, nadciśnienia, nerwicy, braku koncentracji, lęku i niepokoju u dzieci oraz nadużywania leków farmakologicznych ułatwiających zasypianie. Wraz ze wzrostem hałasu podnosi się ciśnienie krwi, odczuwamy bóle głowy, mamy trudności ze skupieniem uwagi oraz orientacją. [18]

W przeciwieństwie do hałasu przemysłowego, który może być zawodową przyczyną rozpoznanego uszkodzenia słuchu i orzeczonej choroby zawodowej, w przypadku hałasu komunalnego, uszkodzenia słuchu są możliwe tylko w niektórych sytuacjach i nie są realnym zagrożeniem wszystkich narażonych. Zagrożeniem są natomiast zaburzenia pozasłuchowe, a więc zmiany zdrowia somatycznego i wszystkich funkcji związanych z naszą świadomością. Dominującą rolę odgrywają w tym przypadku właściwości hałasu, takie jak: subiektywnie odczuwana głośność hałasu i jej poziom, treść informacyjna hałasu i możliwość wywołania negatywnych skojarzeń, przewidywalność oraz nagłość jego pojawiania się, monotonia albo zmienność poziomu i składu widmowego, jego zachowanie się w czasie oraz pora dnia pojawiania się, cechy muzyczne i ogólny charakter. Biorąc powyższe pod uwagę należy podkreślić, iż ocena szkodliwości określonego hałasu komunalnego, prócz wyników pomiarów akustycznych winna uwzględniać również wyżej wskazane cechy ogólne hałasu oraz specyfikę scenerii jego występowania. [18]

Podstawę prawną do oceny wyników pomiarów akustycznych w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej, zgodnie z art. 11 ust. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [13], stanowi Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi [4]. Zgodnie z § 1 ww. zarządzenia hałas jest czynnikiem szkodliwym, jeżeli jego natężenie oraz czas trwania stwarzają zagrożenie dla zdrowia ludzi, a w myśl § 5 zarządzenia, dopuszczalny poziom hałasu emitowanego przez urządzenia i instalacje w pomieszczeniach określa Polska Norma PN-87/B-02151/02 pt.: “Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach”. Określa ona dopuszczalne wartości poziomu dźwięku dla zróżnicowanych pomieszczeń. [21]

Pomiary akustyczne dostarczają obiektywnych fizycznych parametrów hałasu, które mogą być odniesione do określonych kryteriów w celu stwierdzenia, czy wymagania zostały spełnione. W zależności od celu pomiaru wybiera się odpowiednią metodykę pomiarów oraz mierzone parametry. Norma PN-81/N-01306 pt.: “Hałas; Metody pomiaru; Wymagania ogólne” wyróżnia następujące metody pomiarów: orientacyjne, kontrolne, specjalne (przy czym pracownicy PIS wykonują pomiary kontrolne), norma PN-87/B-02156 pt.: “Metody pomiaru dźwięku A w budynkach”, dokładnie precyzuje metodę i warunki pomiaru hałasu w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, natomiast norma Polska Norma PN-87/B-02151/02 umożliwia interpretację uzyskanych wyników. [21, 22, 23]

Biorąc pod uwagę cytowane wyżej Normy Polskie oraz wnikający z ustawy zakres kompetencji Państwowej Inspekcji Sanitarnej, w zakresie hałasu komunalnego organy PIS zajmują się problematyką dotyczącą uciążliwości związanych z nadmiernym hałasem przenikającym do wnętrza pomieszczeń mieszkalnych, związanych z hałasem emitowanym przez urządzenia stanowiące techniczne wyposażenie budynków mieszkalnych. Natomiast w sprawach dotyczących ponadnormatywnego hałasu środowiskowego, jak hałas komunikacyjny pochodzący od dróg, autostrad czy szlaków kolejowych – właściwymi w tym zakresie są organy Inspekcji Ochrony Środowiska.

Zagrzybenie i zawilgocenie pomieszczeń

Szkodliwymi czynnikami biologicznymi wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych stwarzającymi zagrożenie dla zdrowia są mikro- i makroorganizmy oraz struktury i substancje wytwarzane przez te organizmy, które występując w środowisku wewnętrznym pomieszczeń wywierają szkodliwy wpływ na organizm ludzki i mogą być przyczyną chorób oraz dolegliwości. Biorąc pod uwagę rodzaj działania chorobotwórczego na organizm człowieka szkodliwe czynniki biologiczne można podzielić na:

- czynniki wywołujące choroby zakaźne i inwazyjne (np. wirusy, bakterie, grzyby),
- alergeny biologiczne (np. cząstki roślinne i zwierzęce),
- toksyny biologiczne (np. endotoksyna bakteryjna, mikotoksyny),
- czynniki rakotwórcze (aflatoksyny – toksyny o właściwościach rakotwórczych, wytwarzane głównie przez grzyby *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*),
- biologiczne wektory, czyli stawonogi przenoszące zarazki chorób transmisyjnych (np. kleszcze, komary).

Drobnoustroje w powietrzu (w tym między innymi zarodniki i konidia grzybów oraz bakterie i ich przetrwalniki) występują najczęściej w postaci bioaerozoli, czyli układów zawierających fazę rozpraszającą (powietrze) oraz fazę rozproszoną w postaci drobnych cząstek cieczy, kurzu pochodzenia roślinnego, zwierzęcego czy też mineralnego. Organizmy te, w wyniku procesów chemicznych, wydzielają także różne substancje chemiczne o bardzo złożonym składzie – endotoksyny, enterotoksyny, enzymy i mikotoksyny. [10, 24]

Bardzo wiele osób w naszym otoczeniu często skarży się na zmęczenie, uczucie duszności, bóle i zawroty głowy, drażliwość, obniżenie zdolności koncentracji uwagi, zaburzenia pamięci, podrażnienie błon śluzowych oczu i górnych dróg oddechowych, zmiany skórne oraz nieżyty dróg oddechowych. Dolegliwości te zostały nazwane „zespołem chorego budynku” (SBS – Sick Building Syndrome), których przyczynami mogą być zanieczyszczenia chemiczne, pyłowe, a także czynniki biologiczne, niewłaściwe parametry mikroklimatu, hałas, drgania mechaniczne, pola elektromagnetyczne, promieniowanie optyczne oraz elektryczność statyczna. Jednak większość problemów zdrowotnych związanych z jakością powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach biurowych wiąże się z narażeniem na grzyby, głównie na grzyby pleśniowe, należące do trzech gatunków z rodzaju: *Penicillium*, *Aspergillus* i *Cladosporium*. [1, 10, 24, 25]

Zawilgocenie ścian budynków może być spowodowane kondensacją pary wodnej zawartej w powietrzu, wodą przenikającą z nieszczelnej instalacji wodno-kanalizacyjnej, rur odprowadzających deszczówkę, wodą podsiąkającą z gruntu czy niszczyielskim żywiołem, jakim jest powódź. Zawilgocone miejsca to ogniska korozji biologicznej budynku, sprzyjające rozwojowi grzybów, które nie tylko niszczą ściany i stropy, lecz także zagrażają człowiekowi, rozsiewając zarodniki. Przykładem grzybów, atakujących podłóżę w pierwszej kolejności - są gatunki z rodzaju *Penicillium* i gatunek *Aspergillus versicolor*. W drugiej kolejności inwazji dokonują gatunki grzybów z rodzaju *Cladosporium*. Natomiast w trzeciej kolejności kolonizują grzyby takie jak *Fusarium moniliforme* oraz *Phoma herbarum*. Różne gatunki grzybów preferują różnego rodzaju podłóżę:

- wilgotne parapety i framugi okienne - *Alternaria alternata* oraz grzyby z rodzaju *Cladosporium*,
- zawilgocone ściany budynków - *Alternaria alternata*,
- zawilgocone ściany piwnic - grzyby z rodzaju *Rhodotorula*,
- wilgotne tapety pokojowe - grzyby z rodzaju *Penicillium* lub *Aspergillus repens*,
- elementy drewniane - *Aspergillus versicolor* i *Cladosporium*,
- fugi na glazurze w zawilgoconej, źle wentylowana łazience lub kuchni - *Aureobasidium pullulans*. [26]

Pleśnie rozkładają substancje organiczne w farbach, klejach, zaprawach i powłokach tynkarskich. W efekcie najpierw zmienia się barwa ściany. Pojawiają się na niej różnokolorowe plamy porożone pleśnią, następnie łuszczy się farba, tynk zaczyna odstawać, a nawet kruszy się i odpada, co powoduje dalszą korozję ściany. Z jakimi grzybami mamy do czynienia można zorientować się po zmianie koloru wilgotnej ściany. Zielone i oliwkowe – to objawy pędzłaka zielonego (*Aspergillus glaucus*), kropidlaka różnobarwnego (*Aspergillus versicolor*), i pleśniaka zielonego (*Mucor viride*), natomiast czarne – kropidlaka czarnego (*Aspergillus niger*). Tym, którzy mają wątpliwości, czy ściany w ich mieszkaniu są na razie tylko wilgotne, czy też rozwija się grzyb, powinni zwrócić się do ekspertów mykologów zrzeszonych w Polskim Związku Inżynierów i Techników Budowlanych. [27]

Przyczyny występowania grzybów pleśniowych w pomieszczeniach zamkniętych są związane z brakiem spełnienia podstawowych wymagań dotyczących oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności przegród budowlanych. Zasadniczymi przyczynami pojawienia się grzybów w pomieszczeniach są:

- niedostateczna izolacyjność cieplna przegród budowlanych – będąca główną przyczyną zawilgocenia prowadzącego do pojawienia się grzybów na ścianach i sufitach, najczęściej dotyczy to mieszkań na ostatniej kondygnacji budynku; przemarzanie ścian prowadzi do wykraplania się pary wodnej z powietrza na powierzchni zimnych ścian, co stwarza znakomite warunki do rozwoju grzybów (np. nieszczelność pokryć dachowych i obróbek blacharskich);
- niedostateczne ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych – dotyczy przede wszystkim okresu zimowego, gdy temperatura w mieszkaniu nie przekracza 15-16°C; spadkowi temperatury towarzyszy wzrost wilgotności względnej powietrza, co w efekcie skutkuje wykraplaniem się pary wodnej na chłodnych ścianach budynku;
- niedrożność lub wadliwie działająca wentylacja – brak wentylacji grawitacyjnej w pokojach nie sprzyja dobremu przewietrzaniu pomieszczeń; wytwarzana podczas eksploatacji mieszkania para woda nie jest należycie odprowadzana, co powoduje jej nagromadzenie i wykraplanie na powierzchni ścian;
- stan stolarki okiennej – czynnikiem pogarszającym przewietrzanie pomieszczeń jest zbyt szczelna stolarka okienna (okna PCV) co jest powodem niewystarczającego odprowadzenia wilgoci z pomieszczeń, stwarzając tym samym sprzyjające warunki do rozwoju grzybów i pleśni;
- nieszczelności połączeń przegród budowlanych – powodujące przenikanie wilgoci i wód opadowych do wnętrza budynku, powodując zawilgocenie przegród budowlanych;
- niewłaściwa eksploatacja mieszkania – nadmierne zaparowanie mieszkań (mające najczęściej miejsce w przypadku dużej liczby osób zamieszkujących na małej powierzchni); niedostateczne wietrzenie i zasłanianie otworów wentylacyjnych powoduje gromadzenie się pary wodnej w pomieszczeniach i wykraplanie jej na powierzchniach ścian; często spotykamy w mieszkaniach montowanie wylotu rury wyciągu nadkuchennego bezpośrednio do kratki wentylacyjnej, zasłaniającego cały przekrój kratki, uniemożliwiając tym samym prawidłowe działanie wentylacji grawitacyjnej. [28]

Postępujący proces zagrzybienia ścian ma istotny wpływ na zdrowie mieszkańców. Pojawiające się bóle i zawroty głowy, skłonności do chorób układu oddechowego są poważnym ostrzeżeniem, że rozwijająca się w mieszkaniu pleśń zagraża przebywającym tam stale ludziom. Przy mocno zagrzybionych ścianach dochodzi do trwałych schorzeń, np. astmy oskrzelowej czy różnego rodzaju alergii. Pojawiają się objawy infekcji (mikoza), zatrucia (mikotoksykoza) i uczulenia alergiczne (alergia mikologiczna). Alergia na grzyby może przybierać wiele postaci: dolegliwości spowodowane wziewaniem zarodników grzybów obecnych w powietrzu, alergię pokarmową, alergię kontaktową, uczulenie na antybiotyki oraz reakcje typu "id", zdefiniowane jako odczyn błon śluzowych w przypadku istniejących odległych ognisk zakażenia grzybiczego. Z dostępnych badań epidemiologicznych wynika, iż grzyby z rodzaju *Alternaria* i *Cladosporium*, a w dalszej kolejności *Penicillium* i *Aspergillus* są najważniejszym źródłem alergenów pleśniowych. Najczęstszą przyczyną uczulenia jest gatunek *Alternaria alternata*. [24, 26, 29]

Grzyby pleśniowe mogą być także przyczyną patologicznych zmian we krwi. Niektóre gatunki grzybów pleśniowych wytwarzają bardzo toksyczne metabolity wtórne zwane mikotoksynami. Substancje te u ludzi powodują zapalenia skóry oraz zatrucia powodując bóle głowy, biegunki, zaburzenia mechanizmów immunologicznych oraz uszkodzenia wątroby i nerek. Znaczna grupa mikotoksyn ma działanie mutagenne i rakotwórcze, np. aflatoksyny, wytwarzane przez gatunki z rodzaju *Aspergillus*. Mikotoksyny wywołują również zaburzenia

w funkcjonowaniu ośrodkowego układu nerwowego. Kropidlak żółty – *Aspergillus flavus* znaleziony w grobowcu polskiego króla Kazimierza Jagiellończyka występuje powszechnie i atakuje najsłabszy organ człowieka. Najczęściej powoduje zawały serca, wylewy krwi i kilkanaście odmian raka. [24, 30]

Państwowa Inspekcja Sanitarna nie zajmuje się bezpośrednio badaniem grzybów pleśniowych, jednak stoi na stanowisku, iż są one bardzo szkodliwe dla zdrowia i należy je bezwzględnie usuwać (w tym przede wszystkim przyczynę powstawania zagrzybienia). Niestety, obowiązujące wciąż zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, nie wymienia czynników biologicznych (w tym grzybów i pleśni) jako czynników szkodliwych dla zdrowia ludzi. [4] Sprawy zagrzybienia budynków mieszkalnych i innych pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi wymagają przede wszystkim rozpoznania, a następnie wyeliminowania przyczyny zagrzybienia. Zagrzybienie lokali jest najczęściej efektem zawilgocenia przegród budowlanych z powodu wad technicznych budynków, niewłaściwego działania wentylacji bądź niewłaściwego użytkowania pomieszczeń.

W świetle obowiązujących przepisów prawnych warunki zapewniające m.in. ochronę przed zawilgoceniem i korozją biologiczną budynków reguluje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz.690 z późn zm.). Zgodnie z § 315 i 318 cytowanego rozporządzenia budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby opady atmosferyczne, woda w gruncie i na jego powierzchni, woda użytkowana w budynku oraz para wodna w powietrzu w tym budynku nie powodowały zagrożenia zdrowia i higieny użytkownika, a rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe (...) powinny uniemożliwiać przenikanie wody opadowej do wnętrza budynków. Powyższe rozporządzenie jest aktem wykonawczym ustawy z dnia 7 lipca 1994r Prawo Budowlane (Dz. U. z 2006r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.), zgodnie z którym (art. 81 ust. 1) do podstawowych obowiązków organów nadzoru budowlanego należy kontrola nad przestrzeganiem przepisów prawa budowlanego, w tym między innymi wydawanie decyzji administracyjnych w sprawach określonych ustawą. Biorąc pod uwagę fakt, iż zagrzybienie czy zawilgocenie ścian pomieszczeń może być wynikiem złego stanu technicznego budynku, sprawy w powyższym zakresie należy kierować do właściwego miejscowo Państwowego Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego. W myśl bowiem art. 83, w związku z art. 66 Prawa Budowlanego, właściwy organ - jakim jest powiatowy inspektor nadzoru budowlanego, w przypadku stwierdzenia, iż obiekt budowlany:

- może zagrażać życiu lub zdrowiu ludzi, bezpieczeństwu mienia bądź środowiska albo
- jest użytkowany w sposób zagrażający życiu lub zdrowiu ludzi, bezpieczeństwu mienia lub środowisku, albo
- jest w nieodpowiednim stanie technicznym, albo
- powoduje swym wyglądem oszpecenie otoczenia

nakazuje w drodze decyzji usunięcie stwierdzonych nieprawidłowości, określając termin wykonania obowiązku. [13,33]

Lotne związki organiczne

Lotne związki organiczne, takie jak węglowodory alifatyczne i aromatyczne, związki karbonylowe, fenol i jego pochodne mają istotny wpływ na jakość powietrza w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. Źródłami emisji substancji chemicznych w pomieszczeniach mieszkalnych mogą być:

- zastosowane materiały budowlane i wykończeniowe jak farby, tapety, materiały ociepleniowe, wykładziny podłogowe;
- elementy wyposażenia pomieszczeń mieszkalnych – meble z płyt wiórowych np. regały, krzesła, fotele itp.;
- zanieczyszczenia chemiczne powietrza atmosferycznego wprowadzane przez funkcjonujące w pomieszczeniach systemy wentylacyjne;
- kosmetyki stosowane przez lokatorów;
- czynności wykonywane przez lokatorów w kuchni jak gotowanie i pieczenie;
- pestycydy, środki przeciwgrzybiczne i owadobójcze.

Z opublikowanych danych dotyczących chemicznych zanieczyszczeń powietrza pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi wynika, iż poziom stężenia niektórych związków chemicznych jak: formaldehyd, toluen, ksylen, fenol, naftalen – często przekraczają wartości dopuszczalne ustalone w odrębnych przepisach i mogą być przyczyną występowania objawów zespołu syndromu chorego budynku u mieszkańców tych pomieszczeń. [2, 10, 31]

Do najczęściej stwierdzanych zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych zalicza się formaldehyd oraz lotne substancje organiczne, takie jak: benzen i jego pochodne (np. toluen lub ksylen), aceton i inne ketony, aldehyd octowy, styren, octan etylu i estry z podwójnym wiązaniem tlenowym, octan butylu, cykloheksan i jego pochodne, heksan i inne węglowodory łańcuchowe, dekan, trimetylopentan, alkohol metylowy, propylowy i amyłowy, butanol i glikole. [4, 10]

Źródłem formaldehydu są sklejk i płyty wiórowe (używane głównie do wyrobu mebli) do wyrobu których użyto klejów fenyloaldehydowych, laminaty, materiały używane do wykonania powłok, izolacji termicznej, pianek i wykładzin. Jest również istotnym surowcem w produkcji żywic syntetycznych, farb i lakierów, stosowany jest w przemyśle włókienniczym, a także do dezynsekcji. Zapach formaldehydu jest wyczuwalny już na poziomie 1 ppm powodując pieczenie oczu, katar, podrażnienie górnych dróg oddechowych. Przy stężeniu 10-20ppm w powietrzu wywołuje kaszel, duszenie w klatce piersiowej, uczucie nacisku w głowie i palpacje serca. W przypadku osób chorych na astmę powyższe objawy mogą wystąpić już przy znacznie niższych stężeniach. Stwierdzono również, iż formaldehyd wykazuje działanie kancerogenne, jednak w stosunku do ludzi wpływ ten jest ograniczony. [10]

Źródłem emisji benzenu do powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych nie tylko są farby i ich rozpuszczalniki, ale także paliwa pojazdów zagarzowanych w piwnicach budynków mieszkalnych i w podziemiach budynków. Pochodne benzenu są mniej toksyczne niż benzen, ale mogą wykazywać silniejsze oddziaływanie na układ nerwowy. Skutki ekspozycji na opary benzenu i jego pochodnych przedstawiają się następująco:

- białaczka - uszkodzenie szpiku, czyli indukowanie tzw. szpiczaków ostre lub chroniczne, a także białaczki typu limfatycznego;
- zaburzenia chromosomalne;
- uszkodzenia wątroby;
- efekt upojenia – czyli skutki neuropsychologiczne (przy stężeniu benzenu powyżej 25 ppm)

W przeciwieństwie do alfatoksyn lub amin aromatycznych, benzen nie wykazuje właściwości mutagennych, nie wiąże się też silnie z DNA. Wiele danych wskazuje, iż szkodliwe działanie benzenu wynika przede wszystkim ze szkodliwości jego metabolitów, gdyż jest utleniany przez występujący w wątrobie cytochrom P-450 do fenoli (w ponad 40%), a w niewielkim stopniu do związków powstałych w wyniku rozerwania zamkniętego pierścienia benzenowego. Te ostatnie są transportowane do szpiku, gdzie następuje kolejna faza metabolizmu. Metabolity, w różny sposób oddziałują na krytyczne tkanki, powodując uszkodzenia przez rodniki tlenowe i wiązania kowalentne. [10]

Kolejnym źródłem emisji lotnych związków organicznych są impregnaty do drewna. Do najczęściej stosowanych substancji do ochrony drewna zaliczyć należy: kreozot i smołę, olej mineralny, sole miedzi, boru, rtęci i chromu, związki arsenu, tetra i pentachlorofenol, dwuchloroetan, związki azotowe. Najpopularniejszym związkiem stosowanym do impregnacji drewna jest arsenian chlorowo-miedziowy. Wiele z nich jest bardzo szkodliwych dla zdrowia i w wielu krajach dozwolone jest stosowanie tylko niektórych z nich. Do zakazanych w Polsce środków do impregnacji drewna należy „Xylamit” stosowany powszechnie w latach 60 i 70 ubiegłego wieku, należący do grupy olejowych środków wyprodukowanych na bazie chlorofenoli. Pomimo obowiązującego od wielu lat zakazu jego stosowania, do Organów Inspekcji Sanitarnej nadal wpływają skargi mieszkańców skarżących się na uciążliwy i intensywny, chemiczny zapach spowodowany przenikaniem składników preparatu z impregnowanych nimi przed laty elementów konstrukcyjnych do powietrza pomieszczeń mieszkalnych. Zawarty w „Xylamicie” pentachlorofenol charakteryzuje się wybitnie uciążliwym, chemicznym zapachem i posiada właściwości toksyczne. [3, 10]

Do rozpuszczalników chloroorganicznych zalicza się kilka kategorii związków charakteryzujących się między innymi dużą lotnością, jak alkohole, glikole, estry, eter, benzen i jego pochodne. Jednym z nich jest chloroform stosowany między innymi do odfuszczenia aparatury, ekstrakcji tłuszczów, jako rozpuszczalniki do farb i lakierów, a także jako środki owadobójcze i bakterio-bójcze. Negatywne skutki zdrowotne chloroformu mogą wystąpić nawet przy niskich stężeniach w środowisku. Objawami mogą być: złe samopoczucie, uczucie zmęczenia, bóle nerwowe, zaburzenia trawienia, zanik łaknienia, wychudzenie, nadpobudliwość, drżenie rąk, bezsenność. Odległym źródłem ekspozycji może być uszkodzenie wątroby i nerek. [10]

Polichlorek winylu (PCW) należy do tworzyw o najwyższym poziomie produkcji w skali światowej. Tradycyjne naturalne wyroby służące do budowy domu są zastępowane różnego rodzaju wyrobami z tworzyw sztucznych. Drewniane podłogi, drzwi i okna zastępowane są wyrobami z polichloru winylu. Skórzane, lniane i bawełniane pokrycia i dywany również są wymieniane na tworzywa sztuczne. Wyposażenie kuchni, łazienek, a także cały asortyment domowych gadżetów są wyrobami syntetycznymi. PCW ma pewne zalety, ale wydaje się stwarzać znacznie więcej zagrożeń dla zdrowia ludzi i dla środowiska. W procesie starzenia się PCW uwalnia się do środowiska monomer tego tworzywa, czyli chlorek winylu, substancja o znanej szkodliwości dla zdrowia o charakterze kancerogennym. [10, 32]

Jednym z podstawowych wymagań, które winny spełniać obiekty budowlane - zgodnie art. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994r Prawo Budowlane (Dz. U. z 2006r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) – jest zapewnienie odpowiednich warunków higienicznych, zdrowotnych i ochrony środowiska przy ich użytkowaniu. Wynikające z powyższego wymagania szczegółowe w zakresie ochrony czystości powietrza zawarte są w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.) – dział VIII „Higiena i zdrowie”. Zgodnie z § 310 ust. 1 ww. rozporządzenia „Budynek przeznaczony

na pobyt ludzi i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane tak, aby w pomieszczeniach zawartość w powietrzu stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez grunt, materiały i stałe wyposażenie oraz powstających w trakcie użytkowania zgodnie z przeznaczeniem pomieszczeń, nie przekraczała wartości dopuszczalnych, określonych w przepisach sanitarnych oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.” W związku z powyższym w budynkach przeznaczonych na pobyt ludzi nie należy stosować wyrobów emitujących związki szkodliwe dla zdrowia lub zapachowe w stopniu przekraczającym ich dopuszczalne stężenia określone w przepisach szczegółowych. Użytkowanie budynków i pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, w których zastosowano materiały emitujące substancje chemiczne w niedopuszczalnym stężeniu tylko przez powinien ograniczony czas, jest dopuszczalne po upływie określonej karencji lub po ocenie Organów Inspekcji Sanitarnej potwierdzającej osiągnięcie stanu czystości powietrza. Dopuszczalne wartości stężeń substancji szkodliwych dla zdrowia w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych określa zał. Nr 1 zarządzenia ministra Zdrowia i Opieki Społecznej 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. Nr 19, poz. 231). [4, 31]

Z zebranych danych wynika, iż na przestrzeni lat 2006-2011 Państwowa Inspekcji Sanitarna województwa śląskiego, w ramach nadzoru sanitarnego w zakresie higieny komunalnej i środowiska, rozpatrywały zarówno interwencje wnoszone przez mieszkańców, jak też przekazywane przez organy administracji publicznej, samorządowej itp. W okresie tym do Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych województwa śląskiego wpłynęło łącznie 3890 interwencji dotyczących różnego rodzaju zagrożeń i uciążliwości występujących wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, z czego:

- 281 spraw dotyczących uciążliwości zapachowych (związanych z przedostawaniem się do mieszkań dymów, zapachów i innych substancji szkodliwych);
- 248 spraw dotyczących zagrożeń tlenkiem węgla;
- 1 sprawa dotycząca skażenia rtęcią metaliczną;
- 229 spraw dotyczących uciążliwości hałasowych;
- 731 spraw dotyczących zawilgocenia i zagrzybienia mieszkań;
- 2400 innych spraw dotyczących np. złego stanu sanitarnego budynków, złej jakości wody do picia, zagrożeń obecnością zwierząt, gryzoni i insektów, awarii kanalizacji i innych problemów związanych z odcięciem wody do budynku, dezynfekcją mieszkań po zmarłych lokatorach, przebywaniem osób bezdomnych, mieszkaniem zalanymi przez sąsiadów i mieszkaniem po pożarach, prowadzenia uciążliwej działalności w sąsiedztwie lokalu mieszkalnego.

Z spośród ww. liczby interwencji 987 spraw zostało przekazanych do rozpatrzenia innym organom (zgodnie z właściwością rzeczową i miejscową), a pozostałe zostały rozpatrzone przez organy PIS województwa śląskiego – z czego 1916 interwencji okazało się zasadnych (40,4% rozpatrzonych interwencji).

Z analizy danych wynika, iż z roku na rok zmniejsza się liczba wpływających do Państwowej Inspekcji Sanitarnej województwa śląskiego interwencji dotyczących wykazanych zagrożeń i uciążliwości występujących w środowisku wewnętrznym pomieszczeń mieszkalnych – z 836 interwencji w roku 2006 do 493 w roku 2011. Powyższy fakt świadczy o coraz większym wzroście świadomości i wiedzy społeczeństwa na temat przyczyn występowania zagrożeń oraz zdrowotnych aspektów narażenia na wydzielający się tlenek węgla, rozlaną rtęć metaliczną, nadmierny hałas, zagrzybienie i zawilgocenie

mieszkania czy mogących wydzielać się z materiałów budowlanych i wykończeniowych szkodliwych lotnych związków organicznych.

mgr inż. Katarzyna Zapart
WSSE w Katowicach
Dział Nadzoru Sanitarnego
Oddział Higieny Komunalnej i Środowiska

PIŚMIENNICTWO

1. Pastuszka J. S. Problemy jakości zdrowotnej środowiska pomieszczeń mieszkalnych i biurowych. Materiały szkoleniowe Instytutu Ekologii Terenów Przemysłowych w Katowicach. Dostępny pod adresem http://www.ietu.katowice.pl/wpr/Dokumenty/Materialy_szkoleniowe/Szkol2/11-pastuszka.pdf [data pobrania 2009.04.15].
2. Pastuszka J. S. Zanieczyszczenie powietrza pomieszczeń. Program wieloletni „Środowisko a Zdrowie” [e-biuletyn] 2004; 4: 11-14. Dostępny pod adresem http://www.ietu.katowice.pl/wpr/Dokumenty/e-biuletyn/e-biuletyn_numer4.pdf [data pobrania 2009.04.15].
3. Maziarka D. Świąteczak J. Stanowisko Zakładu Higieny Komunalnej w sprawie zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi preparatami „Xylamit”. Dokument dostępny pod adresem http://www.pzh.gov.pl/page/fileadmin/user_upload/st_ZHK_w_sp_zan_pow_w_pomieszczeniach.pdf [data pobrania 2009.04.15].
4. 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 (Monitor Polski z 1996r. Nr 19, poz. 231).
5. Ustawa z dnia 14 marca 1985r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej. (Dziennik Ustaw z 2011r. Nr 202, poz. 1263 z późn. zm.).
6. Sawicki T. Oddziaływanie tlenku węgla na strażaków w warunkach akcji ratowniczo-gaśniczych. Bezpieczeństwo Pracy 2004; 4: 28-29.
7. Uber D. Tlenek węgla – cichy zabójca; Sp³ 2009; 1: 23-25.
8. Zakrzewski A. O przyczynach zatruc tlenkiem węgla podczas eksploatacji urządzeń gazowych i sposobach ich eliminacji. Instalacje Grzewcze 2008; 4: 20-21.
9. Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej. Kryteria zdrowotne środowiska. Tom 13 Tlenek węgla. PZWL; Warszawa; 1987, s.17-99.
10. Siemiński M. Środowiskowe zagrożenia zdrowia. Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa; 2007, s. 207-358.
11. Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych Zakład Biochemii. Hemoglobina. Materiały Dydaktyczne. Dokument dostępny pod adresem www.knfm.awf.katowice.pl/upload/hemoglobina.ppt [data pobrania 2009.05.11]
12. Patlewicz J. Zatrucie tlenkiem węgla, niewidzialny zabójca. Ratownictwo Górnicze 2008; 3(52): 32.
13. Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dziennik Ustaw z 2006r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.).
14. Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej. Kryteria zdrowotne środowiska. Tom 1 Rteć. PZWL; Warszawa; 1983, s.28-99.

15. Grzegorzczak M. Żywe srebro. Aptekarz Polski [biuletyn online] 2008; 24: 13-15. Dostępny pod adresem internetowym http://www.aptekarzpolski.pl/images/APpdfy/ap_2_1_24.pdf [data pobrania 2009.05.21].
16. Materiały własne WSSE w Katowicach. Wytyczne higieniczno-sanitarne dotyczące postępowania ppis/pgis województwa śląskiego w przypadku skażenia rtecją metaliczną pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. Katowice 2004.
17. Lipowczan A. Kompała J. Świder J. Wyniki badań ankietowych subiektywnej oceny hałasu na reprezentatywnej populacji narażonej na wieloletnie oddziaływanie hałasu komunikacyjnego. Program wieloletni „Środowisko a Zdrowie” [e-biuletyn] 2005; 9: 2-4. Dostępny pod adresem http://www.ietu.katowice.pl/wpr/Dokumenty/e-biuletyn/e-biuletyn_numer9.pdf [data pobrania 2009.01.08].
18. Dworak K. Domańska H. Paciej J. Hałas środowiskowy a zdrowie. Materiały z VII Ogólnopolskiej Sesji Popularnonaukowej „Środowisko a Zdrowie” 2005; 2005.06.2-3; Częstochowa 2005.
19. Puzyna Cz. Normalizacja w walce z hałasem. Wydawnictwo Normalizacyjne; Warszawa; 1971, s. 7-67.
20. Szudrowicz B. Ochrona przed hałasem i drganiami. Problemy ochrony przed hałasem w budynkach wielkopłytowych. Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe; Instytut Techniki Budowlanej; Warszawa; 2003, nr 383 (zeszyt 10).
21. PN-87/B-02151/02. Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach. Polski Komitet Normalizacyjny; Warszawa; 1987.
22. PN-81/N-01306. Hałas. Metody pomiaru. Wymagania ogólne. Polski Komitet Normalizacyjny; Warszawa; 1981.
23. PN-87/B-02156. Akustyka budowlana. Metody pomiaru dźwięku A w budynkach. Polski Komitet Normalizacyjny; Warszawa; 1987.
24. Gołofit-Szymczak M. Skowroń J. Zagrożenia mikrobiologiczne w pomieszczeniach biurowych. Bezpieczeństwo Pracy 2005; 3: 29-31.
25. Buczyńska A. Cyprowski M. Piotrowska M. Szadowska-Stańczyk I. Grzyby pleśniowe w powietrzu pomieszczeń biurowych – wyniki interpretacji środowiskowej. Medycyna Pracy 2007; 58 (6): 521-525.
26. Lipiec A. Grzyby – istotny alergen środowiskowy. Alergia 2001; 3 (10). Dostępny pod adresem http://www.alergia.org.pl/lek0/archiwum/01_03/grzyby.html [data pobrania 2009.05.22].
27. Kozarski P. Alergeny przestrzeni zamkniętych. Alergia. 2000; 1 (4). Dostępny pod adresem http://www.alergia.org.pl/lek0/archiwum/00_01/grzyby.html [data pobrania 2009.04.07].
28. Dohojda M. Jaworska K. Prejzner H. Odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne. Problemy higieniczne i zdrowotne w budynkach wielkopłytowych. Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe; Instytut Techniki Budowlanej; Warszawa; 2003, nr 383 (zeszyt 9).
29. Rajewski J. Zdrowotne aspekty oddziaływania grzybów pleśniowych i mikotoksyn. Alergia 2004; 3 (21): 45-49.
30. Piekarska M. K. Klątwy zza grobu. Victor gimnazjalista 2001. Artykuł dostępny na stronie <http://www.piekarska.net/?cat=72&sub=70&art=258> [data pobrania 2009.05.22].
31. Pośniak M. Makhniashvili I. Kozieł E. Jankowska E. Zanieczyszczenia chemiczne w pomieszczeniach pracy biurowej – ocena zagrożenia. Bezpieczeństwo Pracy 2004; 6: 21-25.
32. Wichrowska B. Lewandowska-Malinowska I. Stankiewicz A. Zdrowy dom a PVC. Księgarnia Akademicka Sp.z o.o.; Kraków; 1999, s. 17-31.
33. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw Nr 75, poz. 690, z późn. zm.).