

Syndrom chorego budynku

Syndrom chorego budynku



O **syndromie chorych budynków** (*sick building syndrome*) mówimy wtedy, gdy użytkownicy uskarżają się na dolegliwości zdrowotne. Występują one w wyniku przebywania w budynku. Dolegliwości te są tym silniejsze- im dłużej się przebywa w pomieszczeniach. Ponadto trudno konkretnie określić co właściwie jest ich przyczyną. **Większość z tych objawów mija po opuszczeniu budynku.**

Postać wieloczynnościowa nadwrażliwość chemiczna, która jest najczęściej spowodowana materiałami użytymi do budowy lub wykończenia budynku
Postać neurotoksyczna najczęściej spowodowana źle działającą wentylacją i klimatyzacją.

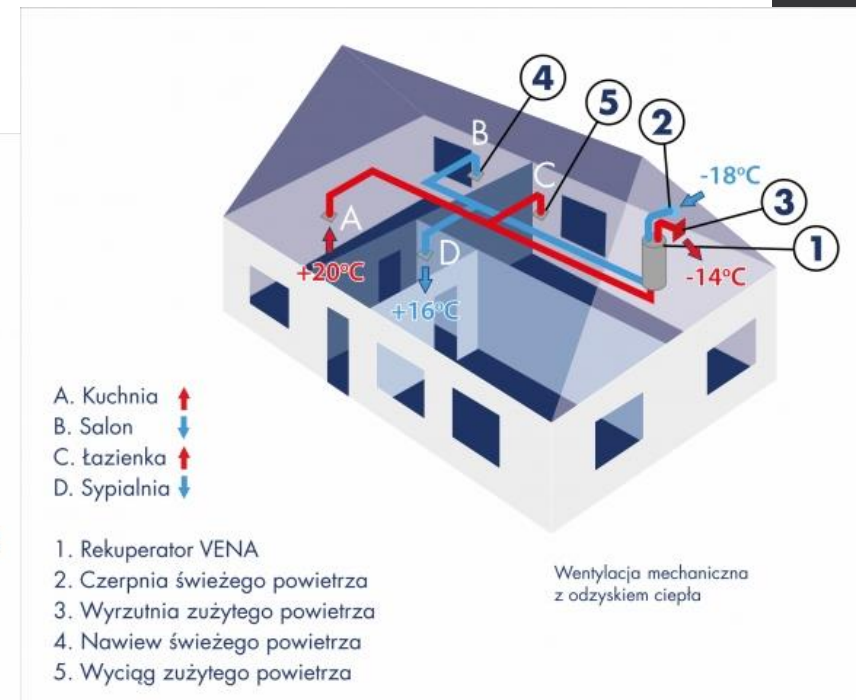
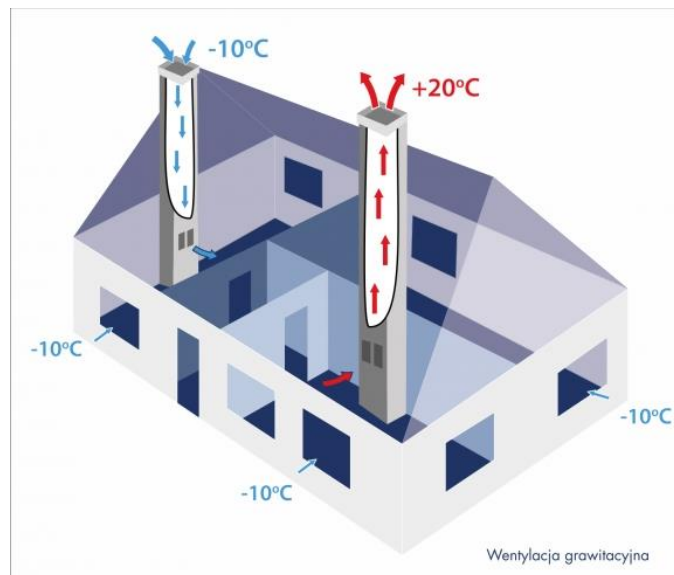
Wadliwa wentylacja i klimatyzacja

Przyczyny problemów:

- okna zarówno PCV jak i drewniane są bardzo szczelne
- kominy do wentylacji grawitacyjnej czasem tworzą nadmierny ciąg powietrza lub zbyt słaby, a czasami tworzą ciąg odwrotny
- dobrze docieplone ściany
- stosowanie tynków silikonowych
- zatykanie kratki wentylacyjnych

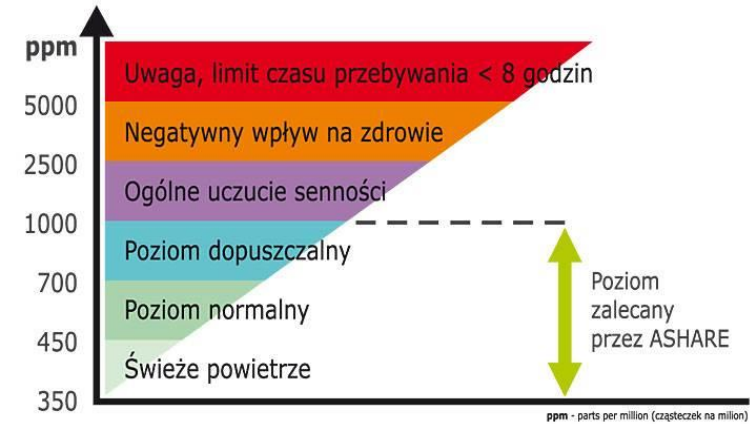
Możliwe rozwiązania:

- montowanie nawietrzników i mikrouchyłów w oknach
- wentylacja hybrydowa
- wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła

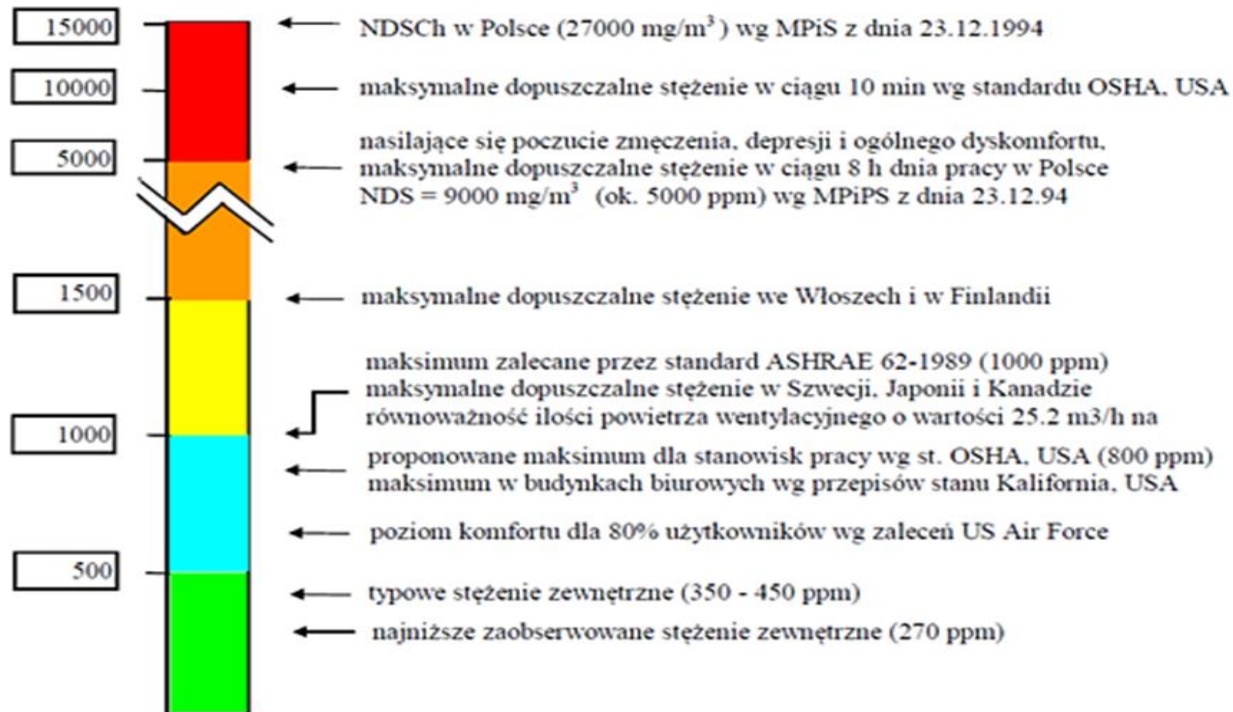


system wentylacji	elementy systemu	porównanie kosztów budowy	porównanie kosztów użytkowania
wentylacja grawitacyjna/naturalna/tradycyjna	<ul style="list-style-type: none"> •kanał wentylacyjny zakończony kratką •nawiewniki/ okna z mikrowentylacją •drzwi z podcięciami 	najtańszy	bez kosztów
wentylacja mechaniczna wywiewna	<ul style="list-style-type: none"> •kanał wentylacyjny zakończony wentylatorem •nawiewniki/ okna z mikrowentylacją •drzwi z podcięciami 	koszt zakupu wentylatorów zależy od ich ilości oraz jakości	cena prądu
wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna (rekuperacja)	<ul style="list-style-type: none"> •centrala rekuperacyjna 	najdroższy	cena prądu plus oszczędności na ogrzewaniu
wentylacja hybrydowa	<ul style="list-style-type: none"> •kanał wentylacyjny zakończony nasadą hybrydową •nawiewniki/ okna z mikrowentylacją •drzwi z podcięciami 	koszt zakupu nasad zależy od ich ilości oraz jakości	cena prądu

Problemy z CO₂

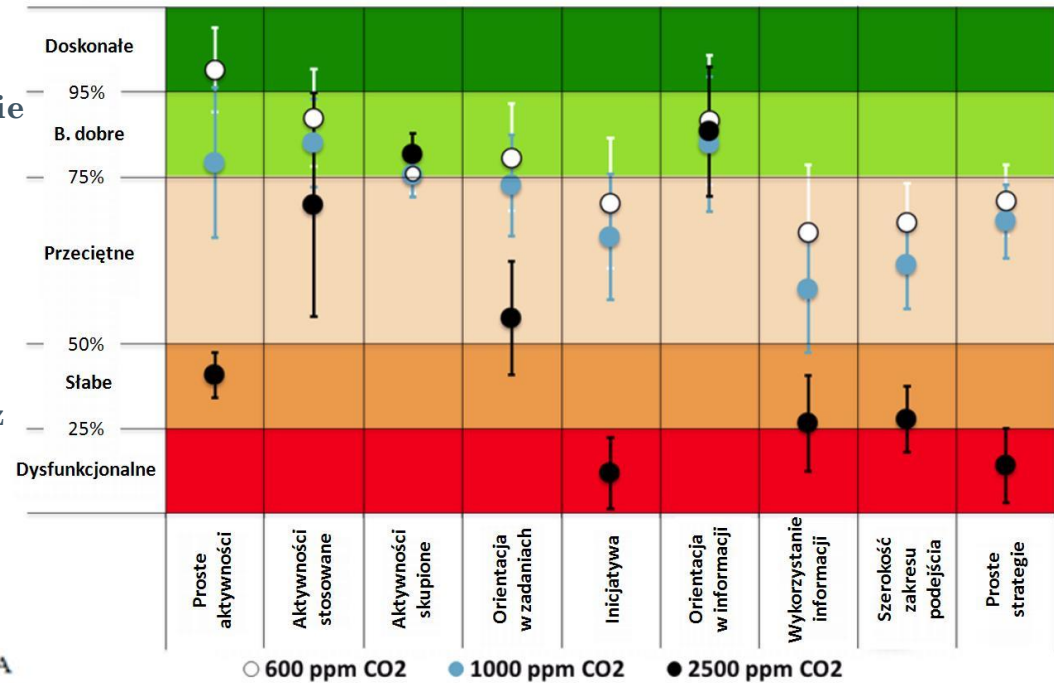


Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) - wartość średnia stężenia określonego toksycznego związku chemicznego lub pyłu, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina

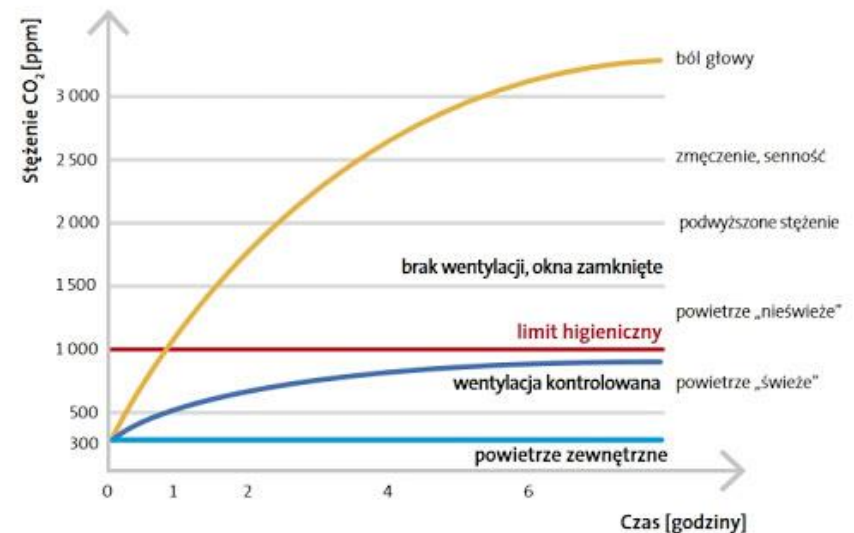


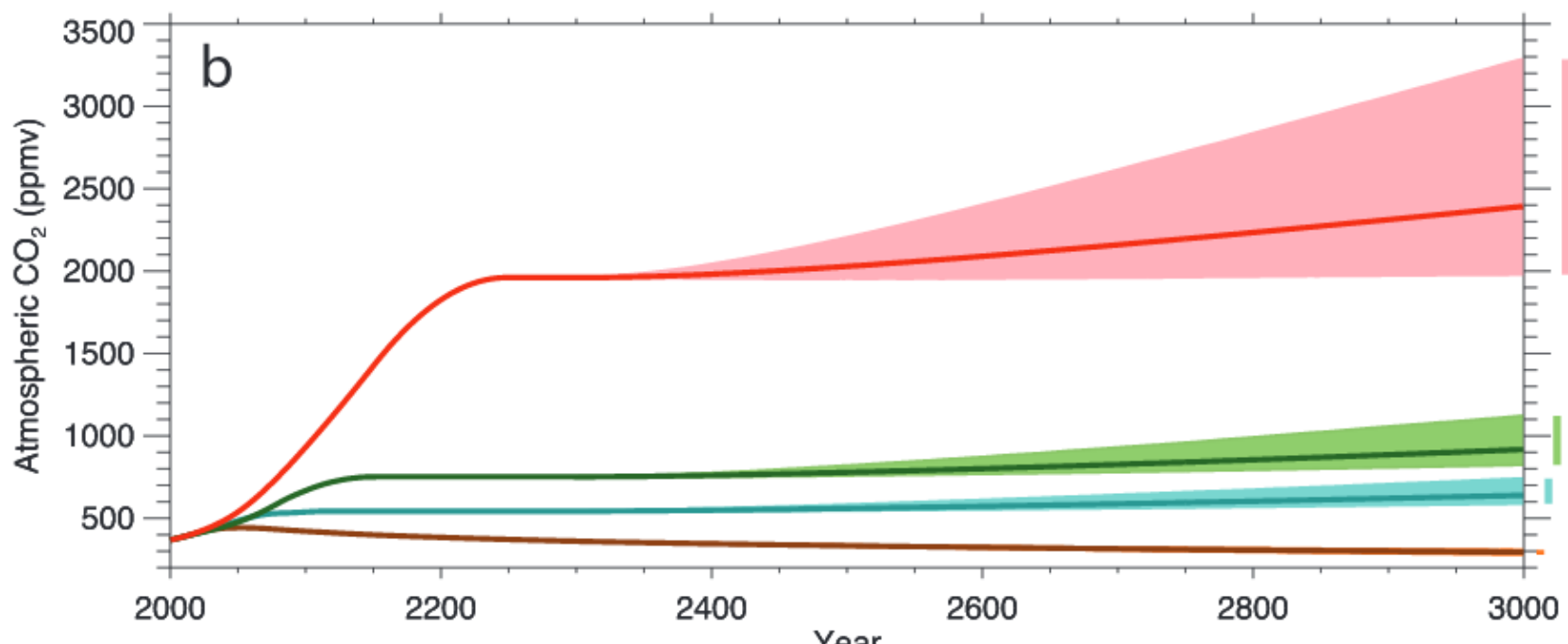
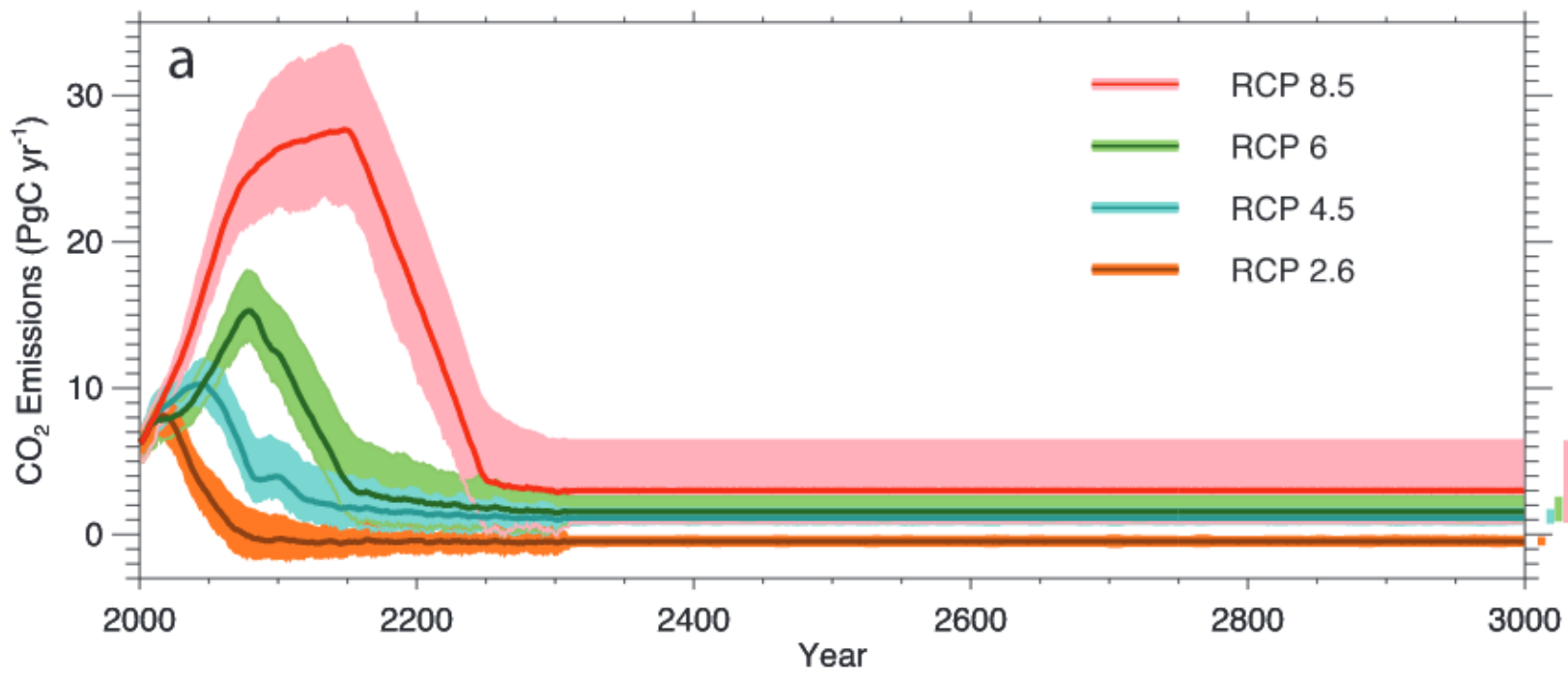
Rys. 2. Dopuszczalne normy stężenia CO₂ wewnątrz pomieszczeń, w których przebywają ludzie

Wpływ stężenia CO₂ na zdolności decyzyjne ludzi



Wykres stężenia CO₂ wydzielanego przez 2 osoby w pomieszczeniu





Argumenty podważające wpływ CO₂ na pogłębianie się efektu cieplarnianego:

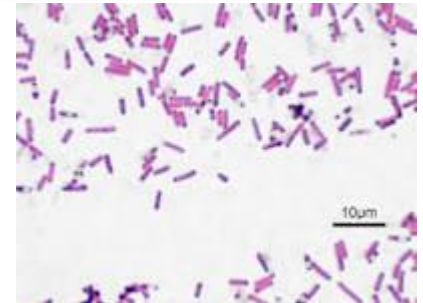
- procentowy udział w atmosferze wynosi tylko 0,0333% i powstaje on głównie w procesach naturalnych jak erupcje wulkanów, naturalny rozkład biomasy i w procesach erozji skał- z całkowitej ilości tego gazu w atmosferze tylko 4% jest wynikiem działalności człowieka!!!
- Pary wodnej, której stężenie w atmosferze jest zależne od temperatury i ciśnienia, jest ponad 120 razy więcej niż CO₂.
- Po uwzględnieniu różnicy w spektrum absorpcji promieniowania słonecznego przez CO₂ i przez parę wodną oraz różnicy ich zawartości w atmosferze, procentowe udziały tych gazów w efekcie cieplarnianym wynoszą: 95% dla pary wodnej i 3,618% dla CO₂ (bilans zamykają metan – 0,36%, tlenki azotu – 0,95%, chlporowcopochodne – 0,072%).
- Związek pomiędzy ilością CO₂ w atmosferze a średnio temperaturą na Ziemi istnieje, ale nie jest on taki jak się go przedstawia – to nie wzrost CO₂ powoduje wzrost temperatury, ale wzrost temperatury na Ziemi powoduje uwolnienie CO₂ zaabsorbowanego w oceanach; bezwładność cieplna, związana z dużym ciepłem właściwym wody a więc i duża pojemność cieplna oceanów wynosi 800 lat (±100 lat) – co tyle lat następuje globalne ocieplenie lub ochłodzenie klimatu.

Bioareozole

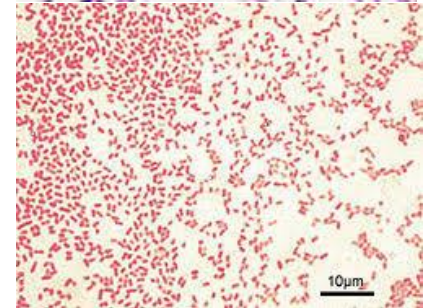
- Bioareozol to różnorodny kompleks cząstek składających się m.in. z materiałów biologicznych takich jak wirusy, pierwotniaki, komórki bakteryjne, fragmenty komórkowe, fragmenty grzybni i zarodniki grzybów.
- W skład mieszaniny bioareozoli zaliczymy także produkty ich mikrobiologicznego metabolizmu: endotoksyny, enterotoksyny, enzymy i mikotoksyny, występujące w postaci różnych substancji chemicznych o złożonym składzie.
- W zawieszynie bioareozoli można wyróżnić pyłki kwiatowe, szczątki roślin, łupież zwierzęcy, cząsteczki pochodzące ze złuszczenia się naskórka u ludzi oraz zwierząt.
- Drobnoustroje w powietrzu występujące w postaci bioareozoli mogą być w postaci układów zawierających fazę rozpraszającą (powietrze) oraz fazę rozproszoną w postaci drobnych cząsteczek cieczy, kurzu pochodzenia roślinnego, zwierzęcego czy też mineralnego.

Bioaerozole stanowią około 5-34 % zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego.

Bacillus sp. – laseczka, tlenowiec lub względny beztlenowiec, bardzo odporna na warunki atmosferyczne, może wytwarzać przetrwalniki



Pseudomonas sp. – pałeczka, tlenowiec lub beztlenowce, występują w wodzie, ściekach i w powietrzu, niektóre bardzo groźne dla zdrowia, np. pałeczka ropy błękitnej.



Cladosporium sp. - mikroskopijne grzyby, rozwijające się zazwyczaj na obumarłych szczątkach roślinnych; niektóre gatunki silnie alergizujące.



Wpływ czynników biologicznych na zdrowie człowieka

Inhalacja bioareozoli może powodować występowanie szeregu niepożądanych skutków zdrowotnych:

- ze strony układu oddechowego występują reakcje alergiczne, astma, przewlekłe i powtarzające się zapalenia oskrzeli
- infekcje i reakcje toksyczne wywołane przez mikotoksyny (toksyny grzybowe), składniki ściany komórkowej bakterii oraz metabolity tych organizmów
- niespecyficzne i bardzo zróżnicowane objawy określone „syndromami chorego budynku”
(SDS-Sick Building Syndrome)

OBJAWY:

- nudności, zawroty i bóle głowy,
- drażliwość, depresje,
- zaburzenia pamięci i koncentracji,
- bóle mięśniowe, zmniejszona wydolność wysiłkowa (nawet do 50%), osłabienie,
- podwyższona temperatura,
- podrażnienie, a także wysychanie błon śluzowych (nawet w przypadku optymalnej wilgotności powietrza),
- napadowe duszności, napady kaszlu, astma,
- częstsze nieżyty górnych i dolnych dróg oddechowych,
- bezsenność,
- wysypki i pokrzywki.

Legionelloza (choroba legionistów)

- choroba wywołana bakteriami *Legionella pneumophilla*. Bakteria ta doskonale rozwija się w środowisku wodnym, często zagnieżdża się w źle oczyszczonej klimatyzacji.
- ma postać ciężkiego, szybko postępującego zapalenia płuc z wysoką gorączką (powyżej 40°C), dreszczami, złym samopoczuciem, suchym kaszlem, biegunką, objawami neurologicznymi, uszkodzeniem wątroby, bradykardii.
- okres wylegania płucnej legionellozy trwa od 2 do 10 dni (najczęściej 5-6).
- trudno jest ją także leczyć, bowiem bakteria odporna jest na wiele antybiotyków
- Choroba legionistów cechuje się bardzo dużą śmiertelnością. Umiera 15-30 proc. zakażonych osób u których prawidłowo ją rozpoznano i podjęto leczenie. Wśród osób nie zdiagnozowanych śmiertelność przekracza 80 proc. Najbardziej narażeni są na nią mężczyźni powyżej 40 roku życia oraz osoby z obniżoną odpornością. Na tą postać choruje około 5 proc. narażonej populacji.

Gorączka Pontiac

- charakteryzuje się łagodniejszym przebiegiem, podobnym do grypy
- rzadziej występują wymioty, biegunka, mdłości. Najczęściej objawy ustępują samoistnie po 2-5 dniach.

Gorączka nawilżaczowa

- charakteryzuje się przebiegiem, podobnym do grypy - nagły wzrost temperatury, kaszel, dreszcze, bóle mięśniowe
- występuje głównie na tle alergicznym. Pojawia się niemal natychmiast po ekspozycji na alergen i utrzymuje się 4-12 godzin.
- wywołują je głównie bakterie i pleśnie.

Grzyby pleśniowe mogą wywoływać u ludzi trzy rodzaje chorób:

alergie

Grzyby alergizujące wywołują katar i kaszel, astmę oskrzelową, alergiczne zewnątrzpochodne zapalenie pęcherzyków płucnych, atopowe zapalenie spojówek

Penicillium i *Aspergillus*,
Cladosporium, *Alternaria*,
Aureobasidium, *Wallemia*,
Eurotium



Alternaria sp. *Penicillium* sp.

grzybice (mykozy)

Grzybice tkanek (np. grzybica płuc, powierzchniowe zakażenia skóry)



grzybice skóry

zatrucia (mykotoksykozy)

wywoływane wprowadzaniem toksyn grzybów pleśniowych (mikotoksyn) do organizmu człowieka (drogą pokarmową lub przez wdychanie)

uczucie przewlekłego zmęczenia, bóle głowy, biegunki, bóle mięśni, katar, częste zachorowania podobne do grypy, uszkodzenia wątroby, nerek a nawet nowotworu

Bakterie i grzyby bioareozoli pomieszczeń mieszkalnych:

- **Grzyby:** *Pencillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Curvuralia*
- **Bakterie:** *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus*, *Staphylococci*,
- .., *Streptococcus spp.*,
- *Diphtheroid* , *Bacillus*, *Streptomyces spp.*

Zidentyfikowane mikroorganizmy oraz ich stężenia w pomieszczeniach mieszkalnych

Miejsce badania	Zidentyfikowane mikroorganizmy	Stężenie
Australia (Lee i Jo, 2006)	<u>Grzyby:</u> <i>Pencillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i>	<u>Grzyby:</u> 810 CFU/m ³ <u>Bakterie:</u> 284-465 CFU/m ³ 326-449 CFU/m ³
Australia (Hargreaves i in., 2003)	<u>Grzyby:</u> <i>Pencillium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Curvuralia</i>	<u>Grzyby:</u> 810±389 CFU/m ³ 692±385 CFU/m ³ 499±521 CFU/m ³
Finlandia (Meklin i in., 1995)	Brak danych	<u>Grzyby:</u> <17-83 CFU/m ³ 20-140 CFU/m ³
Finlandia (Tuomainen i in., 2003)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 10-570 CFU/m ³
Polska (Pastuszka i in., 2000)	<u>Bakterie</u> - <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Micrococcus</i> <u>Grzyby:</u> - <i>Cladosporium cladospories</i> - <i>Penicillium</i>	<u>Bakterie :</u> 1000 CFU/m ³ <u>Grzyby</u> 60 - 800 CFU/m ³
Rzym (Sessa i in., 2002)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 92-182 CFU/m(-3) 66-80 CFU/m(-3) <u>Grzyby:</u> 147-297 CFU/m (-3) 102-132 CFU/m (-3)
Zjednoczone Emiraty Arabskie (Jaffa i in., 1997)	<u>Bakterie:</u> - kogulazo – ujemne <i>Staphylococci</i> , <i>Micrococcus spp.</i> , <i>Streptococcus spp.</i> , <i>Diphtheroid</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Streptomyces spp.</i>	Brak danych

Bakterie i grzyby w pomieszczeniach biurowych

Zidentyfikowane mikroorganizmy w biurach oraz ich stężenia.

Miejsce badania	Zidentyfikowane mikroorganizmy	Stężenie
Francja (Parat i in., 1996)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 25 - 1142 CFU/m ³ 171 - 724 CFU/m ³ <u>Grzyby:</u> 17 - 208 CFU/m ³
Hong Kong (Law i in., 2001)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 1286 CFU/m ³ <u>Grzyby:</u> 3852 CFU/m ³
Polska (Gołofit-Szymczak i Skowron, 2005)	<u>Bakterie:</u> <i>Micrococcus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus</i> <u>Grzyby:</u> <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus nigeri</i> , <i>Candida spp.</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Pencillium</i>	
Rzym (Sessa i in., 2002)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 126 - 493 CFU/m ³ <u>Grzyby:</u> 224 - 858 CFU/m ³
Tajwan (Wu i in., 2005)	<u>Grzyby:</u> <i>Pencillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i>	<i>Pencillium</i> i <i>Aspergillus</i> : >100 CFU/m ³ <i>Cladosporium</i> - >200CFU/m ³
USA i Brazylia (Gołofit-Szymczak i Skowron, 2005)	<u>Bakterie:</u> <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Micrococcus</i> <i>Streptomyces</i> <u>Grzyby:</u> <i>Pencillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i>	Brak danych
Arizona, USA (Zhu i in., 2003)	<u>Bakterie:</u> <i>Bacillus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Microbacterium</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Shigella</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Paenibacillus</i> <u>Grzyby:</u> <i>Alternaria</i> , <i>Pencillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i>	Brak danych
USA (Tsai i Macher, 1995)	Brak danych	<u>Bakterie:</u> 29- 48 CFU/m ³
Włochy – Turyn (Bonetta i in., 2009)	<u>Bakterie:</u> - <i>Micrococcus: M.lyale</i> , <i>M.luteus</i> - <i>Staphylococcus: S.haemolyticus</i> , <i>S.saprophyticus</i> , <i>S.auricularius</i> , <i>S.capitis</i> , <i>S.warner</i> , <i>S.hominis</i> , - <i>Kourtia gibsonii</i> , <i>Kocuria rosea</i> – <i>Erythromixa</i> - <i>Tsakamurella</i> <i>inchonnsis</i>	<u>Grzyby:</u> > 2,000 CFU/m ³ 100 CFU/m ³ <500 CFU/m ³ <u>Bakterie:</u> 50-500 CFU/m ³

Normy prawne

Tabela 3. Propozycje dopuszczalnych stężeń drobnoustrojów i endotoksyny w powietrzu, opracowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN.

Czynnik mikrobiologiczny	Dopuszczalne stężenie	
	Pomieszczenia robocze zanieczyszczone pyłem organicznym	Pomieszczenia mieszkalne i użyteczności publicznej
Bakterie mezofilne	100 000 CFU/m ³	5000 CFU/m ³
Bakterie Gram-ujemne	20 000 CFU/m ³	200 CFU/m ³
Termofilne promieniowce	20 000 CFU/m ³	200 CFU/m ³
Endotoksyna bakteryjna	200 ng/ m ³ (2000 EU/ m ³)	5 ng/ m ³ (50 EU/ m ³)
Grzyby	50 000 CFU/m ³	5000 CFU/m ³

Gdzie: CFU = jednostki tworzące kolonie;
EU = jednostki endotoksyczne

Materiały budowlane i elementy wyposażenia wnętrz

- materiały budowlane i elementy wyposażenia wnętrz - rozpuszczalniki, impregnaty, związki emitowane przez farby malarskie, azbest, materiały syntetyczne
- zabudowa meblami od ściany do ściany
- dywan na całej podłodze
- podwyższona temperatura i wilgotność powietrza w pomieszczeniach sprzyja uwalnianiu się chemikaliów zgromadzonych w materiałach wykończeniowych
- wysoka zawartość celulozy w niektórych materiałach (tapety, kasetony)



Użytkowanie pomieszczeń

- czynności domowe: gotowanie, palenie, odkurzanie czy zamiatanie
- artykuły spożywcze i ich obróbka w kuchni
- kwiaty doniczkowe
- kurz i sierść zwierząt domowych
- materiały drewniane oraz meble
- elementy sanitarne w łazienkach
- nawilżacze powietrza
- pościel, koce, kapy, zasłony
- zamiatanie podłogi, zmiana pościeli

Zanieczyszczone powietrze z zewnątrz

- pyły, sadze
- tlenki węgla
- tlenki siarki
- tlenki azotu
- węglowodory
- jony metali ciężkich

Rodzaje zanieczyszczeń antropogenicznych atmosfery

- Gazy i pary związków chemicznych, np.: tlenki węgla, siarki i azotu, fosfor, ozon, radon, amoniak i węglowodory
- Drobne kropelki cieczy, np. kropelki zasad, kwasów i rozpuszczalników
- Drobne ciała stałe, np. popioły, pyły sadze, związki metali ciężkich (głównie kadmu, arsenu, rtęci i ołowiu); azbest
- Mikroorganizmy, których ilość lub rodzaj jest charakterystyczny dla naturalnego składu powietrza wraz z produktami ich metabolizmu – w znacznych ilościach z oczyszczalni ścieków, składowisk odpadów oraz terenów rolniczych nawożonych obornikiem, kompostem i gnojowicą
- Skażenia promieniotwórcze,

Sposoby na oczyszczanie powietrza w budynkach

- Oczyszczacze powietrza przeciwdziałające alergiom **na pyłki**
- **Oczyszczacze powietrza usuwające zanieczyszczenia**
- **Oczyszczacze powietrza w walce z wirusami i bakteriami**
- Oczyszczacze powietrza w zwalczaniu pleśni
- Oczyszczacze powietrza do usuwania dymu tytoniowego

Filtr elektrostatyczny (jonowy)

W urządzeniach z takim wkładem zanieczyszczenia wpadają do komory, w której są poddane jonizacji (przyjmują ujemny ładunek), po czym są przyciągane przez metalową siatkę o przeciwnym ładunku. Po czasie wystarczy więc wypłukać taki filtr pod bieżącą wodą. Jest najbardziej skuteczny w przypadku mechanicznych zanieczyszczeń powietrza.

Filtr elektrostatyczny (jonowy)

W urządzeniach z takim wkładem zanieczyszczenia wpadają do komory, w której są poddane jonizacji (przyjmują ujemny ładunek), po czym są przyciągane przez metalową siatkę o przeciwnym ładunku. Po czasie wystarczy więc wypłukać taki filtr pod bieżącą wodą. Jest najbardziej skuteczny w przypadku mechanicznych zanieczyszczeń powietrza.

Filtr elektrostatyczny (jonowy)

W urządzeniach z takim wkładem zanieczyszczenia wpadają do komory, w której są poddane jonizacji (przyjmują ujemny ładunek), po czym są przyciągane przez metalową siatkę o przeciwnym ładunku. Po czasie wystarczy więc wypłukać taki filtr pod bieżącą wodą. Jest najbardziej skuteczny w przypadku mechanicznych zanieczyszczeń powietrza.

Filtr termodynamiczny

Taka wkładka sprawia, że zanieczyszczenia są spalane, zwykle za pomocą ceramicznego rdzenia sterylizującego. Element ten rozgrzewa się nawet do 200°C i niszczy szkodliwe mikroorganizmy (grzyby, roztocza, wirusy). Następnie powietrze jest chłodzone, tak by sprzęt nie emitował ciepła na zewnątrz.

Filtr fotokatalityczny

Zanieczyszczenia są rozkładane w wyniku reakcji chemicznej, w której bierze udział tlenek glinu. Takie urządzenia są jednak rzadko spotykane, ponieważ nie działają bez lampy UV lub światła słonecznego.

Filtr wstępny

Jest to zwykle płytko zamontowana tuż przy wlocie powietrza, która mechanicznie wypałuje największe zanieczyszczenia, takie jak kurz czy sierść. Zapobiega zapychaniu się mechanizmu urządzenia. Znajduje się w zasadzie w każdym modelu oczyszczacza powietrza.

Filtr węglowy

Węgiel aktywny ma bardzo ciekawą strukturę cząsteczkową, dzięki której absorbuje związki organiczne. Wychwytuje nawet bardzo drobne zanieczyszczenia, a także inne szkodliwe bądź uciążliwe substancje. Świetnie radzi sobie z nawet z metalami ciężkimi, brzydkimi zapachami czy dymem tytoniowym. Wkład węglowy jest często stosowany równocześnie z innymi filtrami

Filtr termodynamiczny

Taka wkładka sprawia, że zanieczyszczenia są spalane, zwykle za pomocą ceramicznego rdzenia sterylizującego. Element ten rozgrzewa się nawet do 200°C i niszczy szkodliwe mikroorganizmy (grzyby, roztocza, wirusy). Następnie powietrze jest chłodzone, tak by sprzęt nie emitował ciepła na zewnątrz.

Filtry EPA, HEPA, ULPA

Grupa nowoczesnych, bardzo skutecznych filtrów powietrza. Są najczęściej stosowane w oczyszczaczach domowych, ale także fabrycznych czy laboratoryjnych. Usuwają grzyby, bakterie, pyły lotne wchodzące w skład smogu itp. Poszczególne rodzaje różnią się od siebie skutecznością. Kolejno – EPA (Efficiency Particulate Air), HEPA (High Efficiency Particulate Air), ULPA (Ultra Low Penetration Air) – to wyższe klasy tego samego systemu oczyszczania.