

Wilgoć, Pleśń i Grzyby w budynkach

autorzy:

dr inż. Anna Charkowska

dr inż. Maciej Mijakowski

dr inż. Jerzy Sowa



Wydawnictwo
Verlag Dashofer

Warszawa 2005

Copyright 2005

Dashöfer Holding Ltd. & Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o. Warszawa

ISBN 978-83-7537-126-0

Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o.

ul. Senatorska 12

00-082 Warszawa

tel.: (022) 559 36 00(–05) – dział obsługi klienta,

(022) 559 36 35 – zawartość merytoryczna publikacji

fax: (022) 829 27 00, 829 27 27

www.dashofer.pl

Redaktor odpowiedzialny: Paulina Wziątek

e-mail: wziatek@dashofer.pl

Korekta i edycja: Jolanta Stypułkowska, Magdalena Sadecka-Makaruk

Skład: Dariusz Ziach

Wszelkie prawa zastrzeżone, prawo do tytułu i licencji jest własnością Dashöfer Holding Ltd. Kopiowanie, przedruk i rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji, również na nośnikach magnetycznych i elektronicznych bez zgody wydawcy jest zabronione. Ze względu na stałe zmiany w polskim prawie oraz niejednolite interpretacje przepisów Wydawnictwo nie ponosi odpowiedzialności za zamieszczone informacje.

Spis treści

1. Wilgotność powietrza

- 1.1. Wprowadzenie
- 1.2. Znaczenie wilgotności powietrza wewnętrznego
- 1.3. Wymagania w stosunku do wilgotności powietrza
- 1.4. Para wodna w powietrzu
- 1.5. Wilgoć w materiałach budowlanych i wykończenia wewnątrz
- 1.6. Procesy decydujące o wilgotności powietrza wewnętrznego

2. Wentylacja naturalna

- 2.1. Zasada działania wentylacji naturalnej
 - 2.1.1. Opory przepływu powietrza
 - 2.1.2. Siła napędowa procesu wentylacji naturalnej
- 2.2. Obowiązujące wymagania prawne
 - 2.2.1. Intensywność wymiany powietrza
 - 2.2.2. Wymagania dotyczące elementów nawiewnych systemu wentylacji naturalnej
 - 2.2.3. Wymagania dotyczące kanałów wentylacyjnych
- 2.3. Wspomaganie działania wentylacji naturalnej
 - 2.3.1. Okapy kuchenne
 - 2.3.2. Wentylatory łazienkowe
 - 2.3.3. Nasady kominowe
 - 2.3.4. Wentylacja higrosterowana
 - 2.3.5. Wymienniki do odzysku ciepła z powietrza usuwanego
 - 2.3.6. Wymienniki gruntowe

3. Czyszczenie przewodów wentylacyjnych

- 3.1. Wprowadzenie
- 3.2. Przepisy prawne
- 3.3. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w instalacjach klimatyzacyjnych i w powietrzu wewnętrznym

- 3.3.1. Środowiskowe warunki rozwoju zanieczyszczeń biologicznych i ich podstawowe źródła
 - 3.3.2. Rodzaje mikroorganizmów występujących w systemach klimatyzacyjnych
 - 3.3.3. Zagrożenia dla zdrowia człowieka spowodowane obecnością drobnoustrojów w budynku
 - 3.3.4. Wskaźniki ryzyka związane z zanieczyszczeniem przewodów wentylacyjnych
 - 3.3.5. Dopuszczalne stężenia grzybów i bakterii w powietrzu wewnątrz instalacji
 - 3.3.6. Dopuszczalne stężenia grzybów i bakterii w wodzie wewnątrz instalacji
 - 3.3.7. Wskaźniki ryzyka związane z zanieczyszczeniem powietrza wewnętrznego
 - 3.3.8. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego
 - 3.4. Metody usuwania zanieczyszczeń z przewodów wentylacyjnych oraz z urządzeń przygotowujących powietrze
 - 3.4.1. Czyszczenie mechaniczne
 - 3.4.2. Dezynfekcja środkami chemicznymi
 - 3.4.3. Inne metody czyszczenia (ozonowanie, promieniowanie UV)
 - 3.4.4. Czyszczenie urządzeń przygotowujących powietrze
 - 3.4.5. Czyszczenie instalacji kuchennych
 - 3.5. Ocena wielkości zanieczyszczenia mikrobiologicznego
 - 3.5.1. Metody poboru próbki pyłu do oznaczeń mikrobiologicznych
 - 3.5.2. Metody poboru próbki powietrza do oznaczeń mikrobiologicznych
 - 3.6. Kontrola stanu higienicznego instalacji
 - 3.6.1. Metody kontroli stanu higienicznego instalacji
 - 3.7. Częstotliwość kontroli stanu higienicznego instalacji i dopuszczalne poziomy czystości pyłowej
 - 3.8. Eksploatacja i konserwacja instalacji
- 4. Grzyby domowe i pleśń**
- 4.1. Wprowadzenie
 - 4.2. Ogólna charakterystyka grzybów
 - 4.2.1. Budowa grzybów

- 4.3. Grzyby domowe
 - 4.3.1. Warunki rozwoju zarodników grzybów domowych
 - 4.3.2. Uszkodzenia drewna przez grzyby domowe
 - 4.3.3. Klasyfikacja grzybów domowych
 - 4.3.4. Charakterystyka najczęściej występujących grzybów domowych
 - 4.3.5. Rozpoznawanie gatunków grzybów domowych
 - 4.3.6. Elementy i konstrukcje najczęściej ulegające zagrzybieniu przez grzyby domowe
 - 4.3.7. Podstawowe zasady postępowania z zagrzybionym domem
 - 4.3.8. Problemy zdrowotne spowodowane przez grzyby domowe
- 4.4. Grzyby pleśniowe
 - 4.4.1. Ogólna charakterystyka grzybów pleśniowych
 - 4.4.2. Grzyby pleśniowe powodujące korozję biologiczną
 - 4.4.3. Objawy biokorozji pleśniowej
 - 4.4.4. Charakterystyka grzybów pleśniowych najczęściej powodujących korozję biologiczną budynku
 - 4.4.5. Skutki występowania grzybów pleśniowych
 - 4.4.6. Charakterystyka schorzeń alergicznych spowodowanych przez zarodniki grzybów pleśniowych
 - 4.4.7. Schorzenia powodowane przez mitotoksyny
 - 4.4.8. Najczęstsze alergeny grzybów pleśniowych
 - 4.4.9. Schorzenia związane z występowaniem grzybów pleśniowych w miejscu pracy
- 4.5. Występowanie innych rodzajów mikroorganizmów na materiałach budowlanych
 - 4.5.1. Dopuszczalne stężenia zarodników grzybów
- 4.6. Ocena bioodporności drewna i powłok malarskich
- 4.7. Ochrona budowli przed korozją biologiczną
- 4.8. Ekspertyzy mikrobiologiczne pomieszczeń budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej
- 4.9. Akty prawne
- 5. Biokorozja nieorganicznych materiałów w budynkach**
 - 5.1. Wprowadzenie
 - 5.2. Naturalny kamień budowlany
 - 5.3. Beton

- 5.4. Metale
 - 5.5. Cegła ceramiczna i zaprawy murarskie
 - 5.6. Tynk
 - 5.7. Szkło
 - 5.8. Powłoki malarskie
 - 5.9. Wyroby papiernicze
 - 5.9.1. Tapety
 - 5.9.2. Książki
 - 5.9.3. Płyty gipsowo-kartonowe
 - 5.9.4. Papy dachowe
 - 5.10. Tkaniny
 - 5.10.1. Włókna naturalne
 - 5.10.2. Włókna syntetyczne
 - 5.11. Tworzywa sztuczne
 - 5.11.1. Polichlorek winylu (PVC)
 - 5.11.2. Poliuretany
 - 5.12. Podsumowanie
- 6. Środki chemiczne dostępne na rynku**

2. Wentylacja naturalna

2.1. Zasada działania wentylacji naturalnej

Zgodnie z przyjętymi standardami za wentylację uważa się proces wymiany powietrza w pomieszczeniu na powietrze czerpane z zewnątrz przez zaprojektowane do tego celu elementy i urządzenia. W przypadku wentylacji naturalnej elementami i urządzeniami są: nawiewniki, nieszczelności stolarki budowlanej, kanały wentylacyjne. Mechanizmem sprawczym wywołującym przepływ powietrza z jednego obszaru do drugiego jest zawsze różnica ciśnienia występująca między nimi. Podobna jest geneza powstawania wiatrów. W budynkach miejscowe zróżnicowanie ciśnienia decyduje o intensywności wymiany powietrza w poszczególnych strefach.

wentylacja

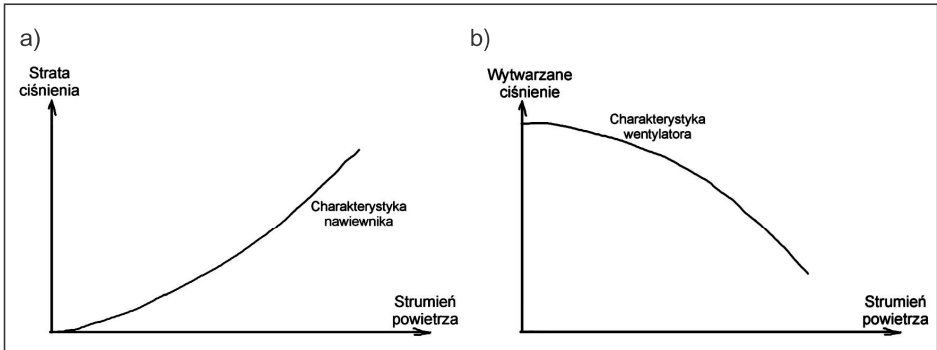
Źródłem zróżnicowania ciśnienia zarówno w przestrzeni budynku, jak i między wnętrzem budynku a otoczeniem zewnętrznym w przypadku wentylacji naturalnej są takie czynniki, jak:

- 1) różnica temperatury powietrza (siła wyporu),
- 2) wiatr (parcie dynamiczne).

Istnieją zatem z jednej strony opory na drodze przepływu powietrza, a z drugiej siły, które te opory są w stanie pokonać.

Opory przepływu powietrza przez elementy systemu wentylacji zależą od wielkości przepływu powietrza. Im więcej powietrza przepływa przez kanał wentylacyjny lub nawiewnik, tym więk-

szy opór on stawia. W przypadku wentylatora można stwierdzić, że im więcej powietrza przetłacza, tym mniejsze ciśnienie jest w stanie wytworzyć – mniejsze ciśnienie, czyli na mniejszą „odległość” popłynie powietrze. Zależności te zostały zilustrowane na (rys. 2.1/1).

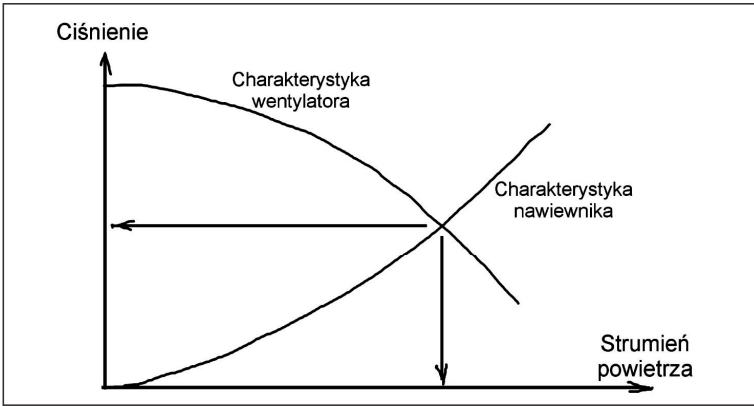


Rys. 2.1/1. Ilustracja zależności ciśnienie – ilość powietrza; a) – nawiewnik, b) – wentylator

Z tych zależności wynikają dwa istotne wnioski:

- 1) im mniejszy opór, tym większa ilość powietrza (istotne w przypadku nawiewników – rys. 2.1/1a),
- 2) im większa intensywność wentylacji, tym większa siła potrzebna do przetłoczenia powietrza (istotne np. w przypadku pracy wentylatora – rys. 2.1/1b).

Intensywność wymiany powietrza w każdym przypadku jest wypadkową straty ciśnienia, jaką „pokonuje” powietrze przepływające przez dany element lub całe mieszkanie/dom. Ta strata ciśnienia musi być zrównoważona ciśnieniem wynikającym z wporu cieplnego, parcia wiatru lub działania wentylatora.



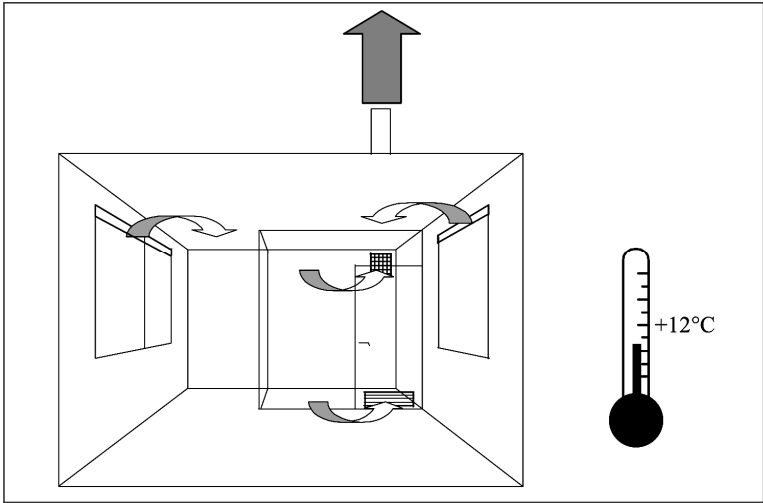
Rys. 2.1/2. Równowaga między oporami przepływu powietrza i siłami napędowymi

Zależność między ilością powietrza a stratą ciśnienia dotyczy każdego elementu systemu wentylacji. Jeśli zatem producent danego nawiewnika lub wentylatora informuje wyłącznie o wydatku powietrza, to dane takie są niepełne i powinny być uzupełnione o informację, przy jakiej różnicy ciśnienia na elemencie podany przepływ powietrza wystąpi.

W całorocznym cyklu funkcjonowania wentylacji naturalnej zakłada się następujący mechanizm wymiany powietrza:

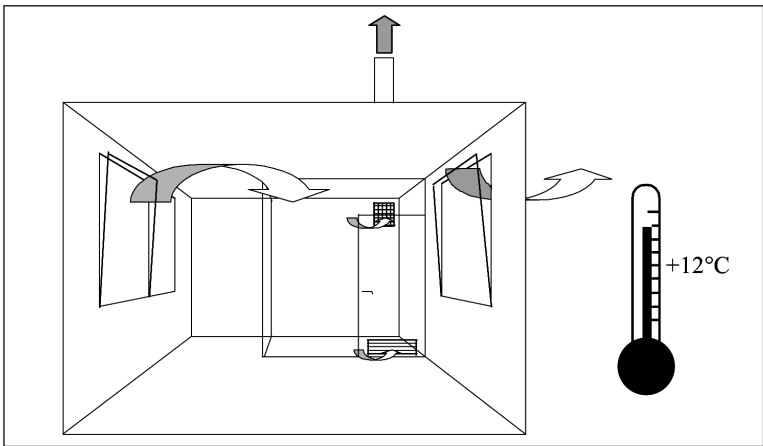
**mechanizm
wymiany
powietrza**

- 1) dla niskich temperatur zewnętrznych (poniżej $+12^{\circ}\text{C}$) powietrze napływa do pomieszczeń przez nieszczelności w obudowie zewnętrznej (nawiewniki powietrza i/lub szczeliny w stolarnie budowlanej), asymiluje zanieczyszczenia emitowane w pomieszczeniu, a następnie jest usuwane przez kanały wywiewne w danym lub w sąsiednim pomieszczeniu o większym zanieczyszczeniu powietrza (najczęściej kuchnia, łazienka, ubikacja);



Rys. 2.1/3. Mechanizm wymiany powietrza dla niskiej temperatury zewnętrznej (poniżej $+12^{\circ}\text{C}$)

2) przy wyższych wartościach temperatury powietrza zewnętrznego wymiana powietrza w pomieszczeniach realizowana jest przez otwieranie okien.



Rys. 2.1/4. Mechanizm wymiany powietrza dla wyższej wartości temperatury zewnętrznej (powyżej $+12^{\circ}\text{C}$)

4.3.4. Charakterystyka najczęściej występujących grzybów domowych

Poniżej zamieszczono krótki opis najgroźniejszych gatunków grzybów domowych.

Grzyb domowy właściwy (*Serpula lacrymans*)

Stosuje się także nazwy stroczek domowy, stroczek łzawy lub stroczek płaczący. Dawna nazwa łacińska: *Merulius lacrymans*.

występowanie Grzyb ten uznawany jest za najbardziej niebezpieczny grzyb domowy w stosunku do drewna wbudowanego. Szacuje się, że powoduje około 50% zniszczeń dokonywanych przez grzyby. Występuje wewnątrz budynków na elementach drewnianych, takich jak: stropy, podłogi, różnego rodzaju drewniane elementy w piwnicach, ościeżnice, schody, materiały wykończeniowe, rzadziej na elementach więźby dachowej. Na zewnątrz budynków raczej niespotykany (choć są wyjątki), ponieważ nie znosi ani światła, ani przewiewów. Atakuje zarówno drewno iglaste, jak i liściaste. Rozkłada on silnie sośninę i buczynę, rzadziej występuje na drewnie świerka i jodły.

grzybnia Młoda grzybnia jest kremowo-biała, często z żółtymi nalotami, puszysta, o cechach waty. W starszym wieku grzybnia zmienia zabarwienie na szare do brunatnego, przybiera formę płatów łatwo odpajających się od podłoża, staje się krucha. Strzępki (o średnicy 3-7,5 mikrometra) w płatach układają się równolegle, tworząc przy rozrywaniu podłużne paski. W warunkach optymalnych dobowy przyrost grzybni wynosi 7,5 mm. W niekorzystnych warunkach grzybnia zachowuje żywotność przez około 6 miesięcy.



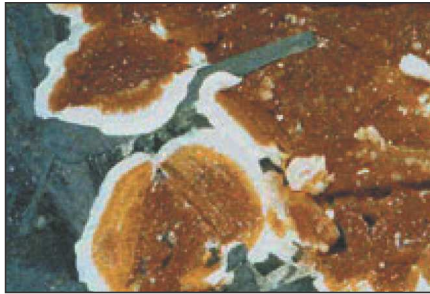
Rys. 4.3.4/1. Grzybnia grzyba domowego właściwego z widocznymi sznurami

Rozgałęziające się sznury o przekroju płaskim i szerokości 5-10 mm mają barwę białą-szarą. Są często przerośnięte grzybnią, zdrewniałe, kruche, łamliwe. Potrafią przerastać przez tynki, mury ceglane, ceglano-kamienne i ściany betonowe, powodując ich korozję. Po zamarciu grzybni sznury zachowują nadal swoją żywotność.

sznury

Owocnik jest płaski, mięsisty o średnicy dochodzącej do 50 cm. Tworzy skórzastą, talerzową narośl. Czasami ma kształt półodgiętych narośli. Początkowo ma barwę kremową, później przybiera kolor brunatny z charakterystyczną białą otoczką wokół hymenoforu (hymenofor – część owocnika, na której tworzy się warstwa rodzajna; wytwarzająca zarodniki. Górna jego powierzchnia jest pokryta labiryntem fałdek lub nieregularnych rurek. Owocniki powstają zazwyczaj w miejscach suchszych od tych, w których rozwija się grzybnia. Jeśli grzybnia rozwijała się pod podłogą, to owocnik narasta często pod listwami przyściennymi. Owocniki łatwo oddzielają się od podłoża. Na powierzchni owocnika tworzą się krople bezbarwnego płynu.

owocnik



Rys. 4.3.4/2. Owocnik grzyba domowego właściwego

zarodniki

Zarodniki są owalne, żółtobrązowe o wymiarach 8-12×4,5-6 mikrometrów.

warunki rozwoju

Zapotrzebowanie na wilgoć jest największe w początkowej fazie rozwoju grzyba, później wystarcza mu podłoże o wilgotności około 28–30%. Grzyb ten podczas swego rozwoju wytwarza duże ilości wody (stąd jego dawna nazwa – stroczek łzawy). Część tej wody zużywa wtórnie, dlatego też jego rozwój nie bywa hamowany z powodu braku wilgoci. Preferuje temperatury poniżej 22°C (15–18°); jest wrażliwy na temperatury powyżej 30°C. Światło działa hamująco, a często zabójczo na wzrost grzybni.

rozkład drewna

Grzyb domowy właściwy wywołuje silną i szybko postępującą brunatną zgniliznę drewna, połączoną z jego destrukcją o charakterze pryzmatycznym. Porażone drewno szybko zmienia kolor na jasnobrunatny, później na ciemnobrunatny, tworzą się podłużne i poprzeczne spękania. Drewno staje się kruche i łatwo rozciera się na proszek. Na przykład w przypadku drewna sosnowego, przy optymalnych warunkach rozwoju grzyba, gęstość objętościowa drewna obniża się o około 7% miesięcznie, wytrzymałość na ściskanie i na zginanie ulega obniżeniu odpowiednio o około 20% i 50% w ciągu 30 dni.



Rys. 4.3.4/3. Rozkład pryzmatyczny drewna spowodowany przez grzyb domowy właściwy



Rys.4.3.4/4. Rozkład pryzmatyczny drewna spowodowany przez grzyb domowy właściwy

Stroczek łąawy atakuje drewno iglaste i liściaste wyłącznie w budynkach (stropy, podłogi, boazeria, ościeżnice okienne i drzwiowe, elementy drewniane w piwnicach).

**drewno
atakowane**

Zniszczone drewno należy usunąć z budynku i spalić, usunąć zagrzebioną podsypkę, mury i podłogę oczyścić z nalotów i skruszałej warstwy materiału i posmarować preparatem odgrzybiającym. Drewno zniszczone powierzchniowo może być powtórnie użyte po oczyszczeniu i posmarowaniu preparatem odgrzybiającym. Należy przede wszystkim usunąć przyczyny zawilgocenia i poprawić lub założyć wentylację.

zwalczanie