AQUAPOL®
osuszanie murów



20 lat w Polsce **39 lat** w Europie **1700** osuszonych budynków w Polsce **55 000** osuszonych budynków w Europie

Kondensacja i wentylacja

bezpłatna infolinia
800 808 828

www.aquapol.pl

Kondensacja powierzchniowa a powstawanie pleśni

Specjalna grupa grzybów to **pleśnie**. Mogą one rozwijać się na materiałach o minimalnej zawartości pokarmu – na tynku, murach, a nawet na papierze, plastiku czy szkle. Tworzą się szybciej niż grzyby domowe. Często występują w miejscach zawilgoceń, zacieków, na przemarzających ścianach. Grzybnia pleśni najczęściej występuje w postaci szarych i czarnych plam lub proszkowatych nalotów.

Ustalono, że kondensacja pary wodnej, czyli jej skraplanie się, jest głównym źródłem wilgoci potrzebnej do powstania i wzrostu grzybów i pleśni. Powierzchniowa i wgłębna kondensacja pary wodnej może wystąpić na porowatych materiałach, takich jak beton, cegła, tynk, jeżeli temperatura tych materiałów jest na poziomie punktu rosy. Proces gromadzenia się wilgoci powoduje wzrost grzybów, do czego nie dochodziłoby w normalnych warunkach. Zarodniki grzybów i pleśni gotowe w sprzyjających warunkach do tworzenia kolonii znajdują się praktycznie na powierzchniach wielu surowców i materiałów budowlanych. Grzyby i pleśnie nie potrzebują wiele tlenu ani światła; zaczynają wzrastać na podłożach z odczynem od kwaśnego do słabego zasadowego (pH od 2 do 8), pożywienie czerpią z kurzu drobinek cieczy, tłuszczów. Pleśnie mogą powstawać już wtedy, gdy temperatura ściany jest o 3°C wyższa od temperatury punktu rosy (dla wilgotności względnej wynoszącej 60% oraz temperatury powietrza wewnętrznego 20°C temperatura punktu rosy wynosi t_r=12,01°C, natomiast temperatura punktu pleśni wynosi $t_p=\theta_{si\ min}$=14,2°C.).

Aby wyeliminować warunki do powstawania pleśni należy zastosować hasło „grzej i wietrz!":

- **Podnieść temperaturę ściany.** Należy określić współczynnik przenikalności cieplnej ścian i zmniejszyć go poprzez „docieplenie" ściany od zewnątrz. Nie zaleca się stosowania ocieplenia ścian od wewnątrz. Wyeliminowanie zawilgocenia kapilarnego ściany powoduje również zmniejszenie przenikalności cieplnej. Podobny efekt podniesienia temperatury ściany uzyskamy również poprzez intensywne ogrzewanie pomieszczeń. Wszystkie te czynniki mają spowodować podniesienie temperatury ściany powyżej punktu rosy.

- **Obniżyć wilgotność powietrza.** Należy usprawnić wentylację. Dobrze rozumiana wentylacja to nawiew i wywiew zapewniający minimalną wymianę powietrza wynoszącą ½ kubatury pomieszczenia na godzinę. Do pomieszczeń o niskiej temperaturze (np. nieogrzewana piwnica) nie powinno być czerpane zewnętrzne powietrze o wyższej temperaturze, gdyż ochładzając się powoduje wzrost swej wilgotności względnej. Bezpieczna wilgotność powietrza w pomieszczeniach – poniżej 55%.



Mostek termiczny przy oknie – rosa osiada na zimnej ścianie, na mokrym podłożu rozwija się pleśń.



„Zimny narożnik". W narożnikach maleje ruch powietrza, a zatem jego wilgotność jest większa. Narożnik jest ze względów konstrukcyjnych najzimniejszym miejscem ściany. Struktura muru sucha <1%. Wilgotność względna powietrza 66%, t=19°C. Mieszkanie znajduje się na drugim piętrze. Mur nieocieplony gr. 60 cm.

Materiał opracował Technik © 2008 **Józef Piotr Nogieć**
mail: pnogiec@aquapol.pl, www.aquapol.pl

Co to jest wilgoć kondensacyjna?

Kondensacja powierzchniowa to zjawisko polegające na skraplaniu (kondensacji) pary wodnej na powierzchni przegrody. Możliwość wystąpienia kondensacji na przegrodzie budowlanej sprawdza się, porównując temperaturę punktu rosy, która wynika z zawartości pary wodnej w powietrzu pomieszczenia, z temperaturą powierzchni przegrody od strony wewnętrznej.

Kondensacja pary wodnej na powierzchni wewnętrznej może wystąpić, jeżeli powierzchnia przegrody ma temperaturę niższą od temperatury punktu rosy powietrza znajdującego się przy przegrodzie. W pewnych sytuacjach, szczególnie w pomieszczeniach mokrych, można dopuścić skraplanie się pary na powierzchni wewnętrznej przegrody, pod warunkiem zabezpieczenia jej za pomocą odpowiednich warstw wykończeniowych odpornych na działanie skraplającej się wody.

Kondensacja w głębi muru polega na skraplaniu się pary wodnej w jego strukturze. Skraplanie to następuje w objętości muru, którego temperatura osiąga tzw. punkt rosy. Kondensacja wgłębna również prowadzi do zawilgocenia muru. Obecność wody w murze jest skutkiem schłodzenia wilgotnego powietrza migrującego od strony pomieszczenia w strefie kontaktu z chłodniejszym materiałem.

Skutki zawilgocenia kondensacyjnego

Kondensacja powierzchniowa na przegrodzie budowlanej prowadzi do problemów eksploatacyjnych, takich, jak:

- zawilgocenie przegrody lub jej elementów,
- powstawanie zagrzybienia,
- utraty izolacyjności cieplnej ściany a tym samym nasilenie zjawiska zawilgocenia, a w okresie zimy przemarzania,
- niszczenia ściany, a w szczególności jej powierzchni,
- w skrajnych sytuacjach – zalewania pomieszczeń.

Najbardziej typowym objawem kondensacji jest występowanie na ścianie pleśni i związanego z nimi charakterystycznego zapachu stęchlizny w pomieszczeniu oraz w próbkach odwierconych z muru, szczególnie tynku i spoiny. Pleśnie to specjalna grupa grzybów. Mogą one rozwijać się na materiałach o minimalnej zawartości pokarmu – na tynku, murach, a nawet na papierze, plastiku czy szkle. Tworzą się szybciej niż grzyby domowe. Często występują w miejscach zawilgoceń, zacieków, na przemarzających ścianach. Grzybnia pleśni najczęściej występuje w postaci szarych i czarnych plam lub proszkowatych nalotów.



Objawy kondensacji na ścianie pod stropem. Ściana ma obniżoną temperaturę, bo nad pomieszczeniem jest nieogrzewany strych. Widoczny otwór został zatkany przez mieszkańców szmatą, bo zimne powietrze „dmuchało" ze strychu. Zbyt krótki kanał wentylacyjny nie wytwarzał ciągu, zimne powietrze ze strychu opadało. Mostek termiczny przy oknie – rosa osiada na zimnej ścianie, na mokrym podłożu rozwija się pleśń.



Objawy zawilgocenia kondensacyjnego – w narożnikach górnych i dolnych – pleśń, uszkodzenia ściany, czy zakres wilgotnej plamy układają się w charakterystyczny kształt trójkąta. W narożnikach, wskutek braku ruchu, powietrze przy ścianie ma niższą temperaturę i wyższą wilgotność, niż na środku pomieszczenia. Podobna sytuacja występuje za meblami przysuniętymi zbyt blisko ścian zewnętrznych.

Badania naukowe dowodzą, że kondensacja pary wodnej, czyli jej skraplanie się, jest głównym źródłem wilgoci potrzebnej do powstania i wzrostu grzybów i pleśni. Proces osiadania wilgoci kondensacyjnej powoduje wzrost grzybów, do czego nie dochodziłoby w normalnych warunkach. Zarodniki grzybów i pleśni, gotowe w sprzyjających warunkach do tworzenia kolonii, znajdują się praktycznie wszędzie, w powietrzu, w tapicerce i w materiałach budowlanych. Grzyby i pleśnie nie potrzebują wiele tlenu ani światła, zaczynają wzrastać na podłożach z odczynem od kwaśnego do słabego zasadowego (pH od 2 do 8), pożywienie czerpią z kurzu, drobinek cieczy, tłuszczów. Pleśnie mogą powstawać już wtedy, gdy temperatura ściany jest o 3°C wyższa od temperatury punktu rosy.



Objawy kondensacji na nadprożu okna. Jeżeli okno jest osadzone zbyt blisko powierzchni nieocieplonej elewacji lub popełniono błędy technologiczne przy osadzaniu okna (zbyt szeroka szczelina wypełniona pianką monta-żową, błędy w dociepleniu), powstaje wychłodzone miej-sce na ścianie przy ościeżnicy okna.

Sposoby zapobiegania kondensacji

Aby zapobiegać zawilgoceniu kondensacyjnemu należy wpłynąć na 2 elementy:

- Obniżać wilgotność powietrza poniżej 55% w drodze prawidłowej wentylacji.
- Podwyższać temperaturę ścian - docieplenie pod i nad gruntem, ogrzewanie pomieszczeń.

Doraźnie można wykonać działania zmierzające do usunięcia pleśni, np przez zmycie ściany środkiem chlorowym lub spryskanie środkiem odgrzybiającym, np. „SAVO". Zabieg taki należy powtarzać co 2 tygodnie. Dobrym sposobem usunięcia pleśni i innych niekorzystnych czynników biologicznych (bakterie, roztocza, przykre zapachy) jest ozonowanie pomieszczeń. Należy je zlecić specjalistycznej firmie (można znaleźć w Internecie). Widoczny na zdjęciu u góry po prawej pochłaniacz wilgoci jest całkowicie nieskuteczny.

Docelowo trzeba jednak podjąć działania aby trwale wyeliminować przyczyny skraplania się wilgoci i jej skutek, czyli pleśń.



Objawy zawilgocenia kondensacyjnego - charakterystyczny kształt trójkąta plamy w narożniku. Pleśń w postaci siwego nalotu jest widoczna również na stałej wysokości nad posadzką wzdłuż całej ściany. Ściana wychładza się od strony niedocieplonego fundamentu. Wilgotność względna powietrza w mieszkaniu 70%, temperatura powietrza 19,7°C, punkt rosy dla tych parametrów = 14,0°C, temperatura ściany przy posadzce wynosi 10,8°C. W mieszkaniu brak pionów wywiewnych.

Co to jest wilgoć kondensacyjna?

Poniżej omawiane są metody wpływania na obniżanie wilgotności powietrza.

Wentylacja pomieszczeń rozumiana jako wymiana powietrza w drodze **nawiewu** (np. przez nawiewniki okienne) i **wywiewu** (np. piony kominowe służące do wentylacji grawitacyjnej) służy, poprzez obniżenie wilgotności względnej powietrza, **zapobieżeniu zawilgoceniu kondensacyjnemu i związanemu z nim rozwojowi mykoorganizmów**.

Brak sprawnej wentylacji powoduje:

- wzrost wilgotności powietrza w pomieszczeniach,
- możliwość skraplania się wilgoci na ścianach,
- powstanie wilgotnych plam,
- pojawianie się pleśni w miejscach największego wychłodzenia się ścian,
- pogorszenie jakości powietrza – powstanie zbyt dużych stężeń szkodliwych lub nieprzyjemnych gazów (np. wzrostu stężenia dwutlenku węgla), oparów i zapachów.

Człowiek dorosły w ciągu doby wydycha i wydziela przez skórę około 1 litra wody. Wilgoć wytwarzana jest też w gospodarstwie domowym przy praniu i gotowaniu, suszeniu bielizny. Dlatego woda ta jak i zanieczyszczone dwutlenkiem węgla powietrze muszą być z pomieszczeń usuwane w drodze wentylacji. **Masa powietrza potrzebna człowiekowi codziennie do życia, to około 16 kg, czyli więcej, niż waży pokarm przez niego spożywany. Dlatego zapewnienie czystego powietrza do oddychania jest bardzo ważnym czynnikiem zachowania zdrowia.**

Badania higieniczne wskazują, że w ciągu godziny wymiana powietrza winna wynosić od 0,5 do 1,0 kubatury pomieszczenia. Wyższe wartości powinny być przyjmowane dla mieszkań palaczy tytoniu lub gdy kubatura przypadająca na jedną osobę jest nieduża (do 15 m3). Wartości krotności wymiany powietrza zawarte są w obowiązujących w Polce przepisach budowlanych. Należy pamiętać, że powietrze powinno być doprowadzane do pokoi, natomiast z kuchni i łazienki winno być usuwane.

Jak realizujemy wymianę powietrza?

Wietrzenie czyli otwieranie okien. Przy tych rozwiązaniach krotność wymiany powietrza jest wielkością niekontrolowaną i może wynosić 0,5 do 40 kubatur zależnie od położenia okna. Znaczna krotność wymiany wpływa z kolei na nadmierną stratę energii grzewczej, stąd też taki sposób wentylowania powinien być stopniowo eliminowany przez nowoczesne układy wentylacyjne nawiewno – wywiewne.

Wentylacja grawitacyjna to nawiew przez nawiewniki okienne lub otwory w ścianach, wywiew przez pion kominowy. Ciąg kominowy występuje wtedy, gdy temperatura na zewnątrz jest niższa niż w pomieszczeniu i jednocześnie zapewniony jest nawiew chłodniejszego powietrza z zewnątrz, które wytwarza ciąg przez wypychanie ciepłego, a zatem lżejszego powietrza ku górze. Tak więc grawitacyjna wymiana powietrza może zachodzić w zimie, gdy występuje wspomniana różnica temperatur. Aby zapewnić nawiew powietrza konieczne jest rozszczelnienie okien. Można to osiągnąć przez utrzymywanie klamki okna pod katem 45° lub wycięcie części gumowej uszczelki. Pierwszy sposób nie jest automatyczny i powoduje zablokowanie wentylacji, gdy przez zapomnienie lub celowo nie ustawimy tak klamki. Drugi sposób powoduje nadmierne przepływy powietrza, gdy w stronę okna wieje wiatr oraz okno jest trwale uszkodzone.

Otwór w ścianie na zewnątrz nie jest wentylacją grawitacyjną, gdyż nie wytwarza ciągu. Funkcjonuje wyłącznie na zasadzie różnicy ciśnień wywołanej wiatrem, chyba że zaopatrzymy go w wentylator pracujący bez przerwy.

Wiatraczki montowane na otworach wentylacji grawitacyjnej (częste w łazienkach) z reguły ograniczają ciąg, zatykając otwór swoją konstrukcją, gdy nie pracują (a nie pracują przez większość czasu, bo są zwykle sprzężone z włącznikiem światła).

Zalecanym sposobem na zapewnienie regulowanego automatycznie nawiewu jest montaż na frezach (rząd otworów jest rozwiązaniem niedopuszczalnym)

wykonanych w ramie okiennej nawiewników lub zakup okien z już wmontowanymi nawiewnikami. Sposób ten jest prosty do wykonania i względnie najtańszy.

Montaż nawiewników nie jest optymalny, gdy w mieszkaniu brak jest pionów wentylacji grawitacyjnej (kratek wentylacyjnych) w każdym pomieszczeniu. W większości przypadków starych mieszkań, piony takie znajdują się jedynie w łazienkach i kuchniach. Wtedy trudno jest osiągnąć normatywną wymianę powietrza z powodu zamykania drzwi pomiędzy pomieszczeniami i małej przepustowości systemu wywiewu.

Przy zupełnym braku pionów kominowych w mieszkaniu wentylacja przez zamontowane nawiewniki okienne możliwa jest, jeśli okna są na dwóch elewacjach, między którymi wskutek wiatru występuje różnica ciśnień (przy otwarciu okien objawia się to tzw. przeciągiem).

Dla takich pomieszczeń **możliwym rozwiązaniem kwestii wentylacji jest wykonanie pionów wentylacyjnych wewnętrznych poprzez strych, najlepiej ponad dach**. Aby powstał ciąg niezbędne jest, aby taki przewód był ocieplony (rura w rurze) i miał wysokość przynajmniej 2,5 m. Nie należy zapominać o odprowadzaniu skroplin. Z reguły stosuje się przewody z blachy nierdzewnej.

Innym rozwiązaniem jest **zastosowanie rekuperatorów** dościennych.. Należy dobrać rekuperator w zależności od kubatury pomieszczenia. System taki często wyposażony jest w czujnik wilgotności powietrza, który włącza rekuperator, gdy jest to potrzebne. Wadą jest szum, gdy rekuperator pracuje, oraz możliwość oszronienia w zimie.

Idealnym sposobem na likwidację wilgoci kondensacyjnej jest zastosowanie **system klimatyzacyjnego nawiewno – wywiewnego lub centrali rekuperacyjnej**. Głównym zadaniem klimatyzatorów jest w zasadzie obniżanie temperatury w pomieszczeniu, ale niektóre ich rodzaje mogą też ogrzewać, oczyszczać, osuszać bądź nawilżać znajdujące się w nim powietrze. Klimatyzator skrapla nadmiar wilgoci z zasysanego powietrza i jednocześnie sterując jego temperaturą zapewnia właściwe parametry powietrza nawiewanego.

Rury rozprowadzające i odprowadzające powietrze montuje się wtedy, np. na strychu nad wentylowanymi pomieszczeniami lub pomiędzy stropem właściwym a podwieszanym w mieszkaniach, gdzie wysokość pomieszczeń na to pozwala. W innych przypadkach trzeba wykonać osłonięte płytami G-K kanały na rury.

Wentylacja piwnic
(dotyczy również budowli o grubych murach, mających dużą bezwładność termiczną)

Mury piwniczne mają niską temperaturę, co ułatwia skraplanie się wilgoci na ścianach. Nawiew powietrza z zewnątrz do piwnicy (wietrzenie), gdy powietrze na zewnątrz jest cieplejsze i zawiera więcej wilgoci, powoduje, że powietrze wchodząc do piwnicy, oziębia się, a jego wilgotność względna rośnie. W zetknięciu ciepłego powietrza z zimnymi ścianami i posadzką skrapla się na ich powierzchni woda. Dlatego wietrzenie piwnicy w upalny dzień powoduje wyraźne zwilgotnienie posadzki i ścian. Poniżej alternatywne sposoby ograniczenia kondensacji w piwnicy od najmniej do najbardziej skutecznego:

Wietrzenie. Piwnice należy wietrzyć (otwierać nawiewniki), gdy temperatura na zewnątrz jest niska, np. nocą i w suche, chłodne dni. Równoległym sposobem ograniczenia ryzyka wystąpienia kondensacji jest podniesienie temperatury ścian i powietrza – ogrzewanie piwnicy i docieplenie ścian pod gruntem.

Wentylacja grawitacyjna (nawiew przez nawiewniki okienne lub otwory w ścianach, wywiew przez pion kominowy) lub rekuperacja za pomocą rekuperatorów dościennych skutkuje osuszeniem powietrza jedynie w zimie, gdy występuje różnica temperatur.

Idealnym sposobem na likwidację wilgoci kondensacyjnej w piwnicy jest schładzanie powietrza czerpanego do piwnicy latem i skroplenie z niego nadmiaru wilgoci. Zadanie takie spełnia tylko **system klimatyzacyjny**

nawiewno – wywiewny. Głównym zadaniem klimatyzatorów jest w zasadzie obniżanie temperatury w pomieszczeniu, ale niektóre ich rodzaje mogą też ogrzewać, oczyszczać, osuszać bądź nawilżać znajdujące się w nim powietrze. Klimatyzator skrapla nadmiar wilgoci z zasysanego powietrza i jednocześnie sterując jego temperaturą, zapewnia właściwe parametry powietrza nawiewanego do piwnicy. System taki stosowany jest w archiwach i piwnicach użytkowanych komercyjnie.

Drugim czynnikiem wpływającym na ograniczenie kondensacji jest podniesienie temperatury ściany. Można to uzyskać przez **docieplenie budynku,** również pod gruntem. Docieplenie w strefie zawilgocenia kapilarnego należy wykonać tzw. „styropianem oddychającym".

W przypadku braku możliwości docieplenia od zewnątrz (budynki zabytkowe) można zastosować inne rozwiązania. Niewskazane jest docieplanie ścian od wewnątrz styropianem. Dopuszczalną technologią dociepleń od środka są tzw. płyty klimatyczne. Można też użyć zewnętrznie lub wewnątrz pomieszczeń farbę odbijającą promieniowanie cieplne.

Meble i inne przedmioty (np. materac) ustawiane zbyt blisko ściany zewnętrznej powodują jej wychłodzenie, blokując dopływ ciepłego powietrza z pomieszczenia. Należy odsuwać takie meble od ściany (na 10 cm), stosować meble na nóżkach. Jeśli jest taka możliwość, ustawiać meble przy ścianach wewnętrznych.

Zapobieganie wychłodzeniu murów od strony fundamentu. Na parterze, szczególnie gdy brak jest piwnicy, występuje wychłodzenie ściany przy posadzce od strony gruntu w sytuacji, gdy poziom posadzki parteru jest porównywalny z poziomem gruntu (przy różnicy poziomów mniejszej niż 60 cm). W takim przypadku należy docieplić fundamenty co najmniej 60 cm poniżej poziomu gruntu, optymalnie do strefy przemarzania. Docieplenie takie wykonuje się styropianem ekstrudowanym lub styrodurem – musi to być styropian twardy i wodoodporny (nienasiąkliwy). **Styropian stosowany na elewację nie nadaje się do tego celu**, ponieważ nasiąkając wodą traci własności termoizolacyjne. Należy przy okazji zabezpieczyć ścianę fundamentową przed wilgocią przez pokrycie powierzchni mikroszlamami uszczelniającymi do poziomu gruntu.

Materiał opracował Technik © 2008 **Józef Piotr Nogieć**
www.aquapol.pl

Bezpieczniej dla środowiska i bez przykrego zapachu będzie, jeśli zamiast wybielacza chlorowego do usuwania pleśni użyjemy 9 -15 procentowego nadtlenku wodoru (stężony substrat wody utlenionej zwany perhydrolem). Roztwory o tym stężeniu stosowane są w zakładach kosmetycznych do rozjaśniania włosów. W przypadku użycia perhydrolu o stężeniu 30% należy rozcieńczyć go z wodą w stosunku 1:1. Można zamówić przez Internet – cena 1 litra 30% perhydrolu to około 15 złotych.

Umyć powierzchnię zaatakowaną przez pleśń wodą z mydłem, następnie spryskać powyż-szym roztworem z nadtlenku wodoru. Pozostawić tak na godzinę, następnie spryskać ponownie. Pozostawić do wyschnięcia nie zmywając.

Uwaga – nadtlenek wodoru jest substancją silnie żrącą – należy zachować ostrożność przy używaniu – okulary na oczy i rękawice w celu ochrony rąk.

Produkowane obecnie okna, zarówno z PVC, jak i drewniane charakteryzują się dużą szczelnością. Jest to zaleta pod względem oszczędności w ogrzewaniu, ale jednocześnie okna stają się barierą dla powietrza zewnętrznego, które jest niezbędne do zapewnienia wentylacji mieszkania. Brak doprowadzenia powietrza wpływa na samopoczucie mieszkańców oraz może doprowadzić do zwiększenia wilgoci w pomieszczeniu oraz powstania pleśni. Skutecznym sposobem przeciwdziałania powstaniu grzyba jest zamontowanie nawiewników okiennych, które doprowadzają odpowiednią ilość powietrza oraz ograniczają straty ciepła powstałe podczas stałego otwierania okien.

Rodzaje nawiewników

Nawiewniki higrosterowane – sterowane automatycznie. Strumień przepływu powietrza jest uzależniony od zawartości pary wodnej (wilgotności względnej) wewnątrz pomieszczenia, tzn. od zanieczyszczenia powietrza wynikającego z wykonywania czynności, takich jak pranie, gotowanie, suszenie itp. Czujnikiem sterującym jest taśma poliamidowa, która pod wpływem zmian wilgotności względnej w powietrzu zmienia swoją długość, co powoduje większe, bądź mniejsze otwarcie przepustnicy, a tym samym doprowadzenie większego bądź mniejszego strumienia powietrza do pomieszczenia. Nawiewniki pracują w zakresie od 35 do 70% wilgotności względnej. Jeżeli wilgotność w pomieszczeniu jest mniejsza lub równa 35% nawiewnik jest przymknięty do pomieszczenia doprowadzany jest minimalny strumień powietrza. Wraz ze wzrostem wilgotności nawiewnik otwiera się i przy wartości 70% lub więcej uzyskuje wydajność maksymalną. Nawiewniki są tak skonstruowane, że powietrze zewnętrzne nie styka się bezpośrednio z czujnikiem. Dzięki temu analizowane są warunki panujące w pomieszczeniach, a nie na zewnątrz. Istnieje możliwość blokady w pozycji, przy której osiągany jest minimalny stały dopływ powietrza. W zależności o sposobu montażu zmienia się kierunek nawiewu powietrza (pionowo w górę lub ukośnie). Nawiewnik działa bez udziału człowieka oraz nie wymaga zasilania elektrycznego.



Nieprawidłowy i niezgodny z instrukcją producenta sposób przygotowania okna pod nawiewniki. Nie osiągną one zakładanej przepustowości, miejsce montażu jest za nisko. (fot. 1)



Przykład poprawnie wyfrezowanej szczeliny w górnej części ramy okiennej i skrzydła, zapewniającej nominalną przepustowość montowanego nawiewnika. (fot. 2)

Nawiewniki ciśnieniowe – samoregulujące. Ilość dostarczanego powietrza zależy od różnicy ciśnienia na zewnątrz i wewnątrz pomieszczenia. Dzieje się tak do poziomu różnicy ciśnień, przy którym wydajność nawiewnika osiąga wartość maksymalną. Przy dalszym wzroście skrzydełka odchylają się ograniczając ilość doprowadzanego powietrza. Taka sytuacja może być spowodowana, np. podmuchem wiatru. Użytkownik ma możliwość zamknięcia przysłony ograniczając przepływ powietrza do minimum.

Nawiewniki sterowane ręcznie – ilość dostarczanego powietrza zależy od położenia przysłony. Użytkownik reguluje stopień otwarcia nawiewnika, decydując o ilości dostarczanego powietrza. Ręcznie zmieniając położenie przepustnicy nawiewnika. Nawiewniki sterowane

Nawiewniki okienne

ręcznie najczęściej stosowane są w miejscach, gdzie przepisy ograniczają użycie nawiewników higrosterowanych i ciśnieniowych, np. w przypadku doprowadzenia powietrza do pomieszczeń mieszkalnych z urządzeniami gazowymi takimi jak piece, termy, podgrzewacze.

Montaż nawiewników

Pamiętać należy o przepisach! Jeżeli nawiewnik ma być w kuchni wyposażonej w urządzenie gazowe pobierające powietrze z pomieszczenia (np. kotły gazowe jedno i dwu-funkcyjne, termy, przepływowe podgrzewacze wody, itp.), wówczas powinien zostać zamontowany nawiewnik o stałym przepływie powietrza.

Nawiewniki okienne montowane są w górnej części okna, na skrzydle lub w ościeżnicy. Wszyscy producenci nawiewników zalecają **montaż na wyfrezowanej w ramie okiennej szczelinie, jak to pokazano na fot. 2.** Najlepiej skontaktować się z producentem lub dystrybutorem okien, ponieważ montażu powinna dokonać osoba przeszkolona przez dostawcę nawiewników. Jeśli na oknie nie ma miejsca na nawiewnik, można zastosować nawiewnik ścienny, który również doprowadzi powietrze zewnętrzne niezbędne do skutecznej wentylacji mieszkania.

Materiał opracował Technik © 2018 **Józef Piotr Nogieć**
www.aquapol.pl

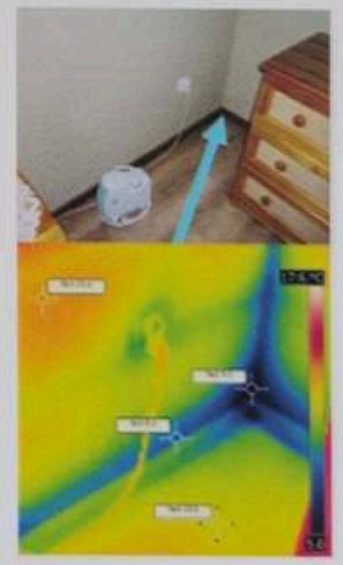
Termoizolacyjność muru a osuszanie budynku

Dlaczego jest zalecane zaizolowanie termiczne ściany również poniżej poziomu gruntu?

Gdy poziom posadzki niepodpiwniczonego parteru jest w przybliżeniu równy poziomowi gruntu, następuje ucieczka ciepła do podłoża i wychłodzenie się ściany w dolnej strefie.

Na poniższych zdjęciach widać typowe mostki termiczne wokół cokołu fundamentowego. Brak izolacji powoduje znaczną ucieczkę dużej części ciepła gromadzonego w pomieszczeniach co widać na zdjęciach zrobionych na zewnątrz budynku jak i wewnątrz pomieszczeń badanego obiektu.





Należy pamiętać, że mostki stanowią także inne zagrożenia dla budynku – mogą występować tutaj procesy erozji biologicznej. W badanym budynku na ścianie wewnętrznej w narożniku temperatura powierzchni wynosiła ledwo +3°C, gdzie pozostała powierzchnia ściany miała +18°C. W takim przypadku może tutaj zachodzić kondensacja pary wodnej, zawilgocenie, zagrzybianie i zmiany strukturalne (pęknięcia, wykruszenia itp.).

Może to skutkować również kondensacją w głębi muru pary wodnej, która wnika w kapilary i skrapla się, powodując zawilgocenie dolnej strefy muru. Zawilgocenie muru przez zjawisko kondensacji w kapilarach powoduje utratę jego termoizolacyjności, skutkiem jest zwiększenie intensywności kondensacji – proces zaczyna się sam napędzać.

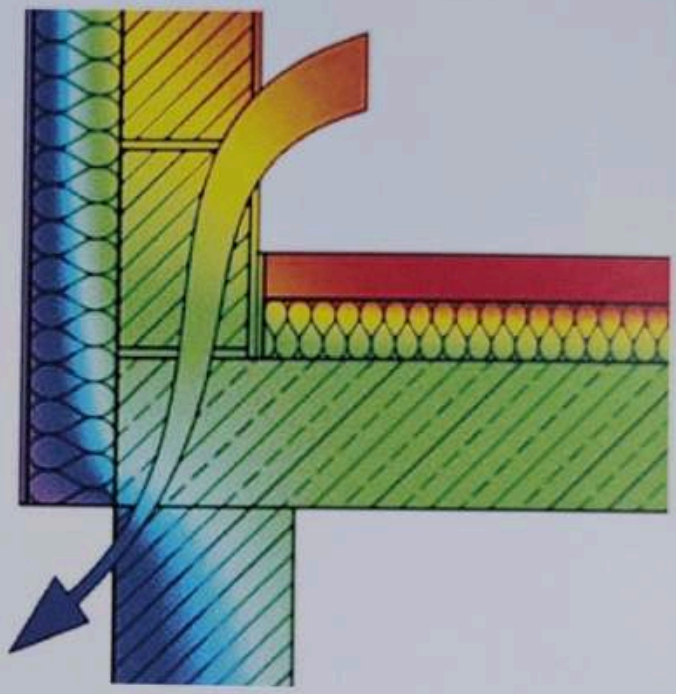
Dlatego docieplenie zewnętrzne jedynie do poziomu posadzki czy gruntu nie rozwiązuje problemu, a nawet wzmaga różnicę temperatur, gdyż ciepło nadal ucieka ze ściany do podłoża. Izolację termiczną należałoby wykonać 60 cm poniżej poziomu posadzki, (o ile warunki techniczne na to pozwolą), co wiąże się odkopaniem ściany fundamentowej.

Poniżej poziomu gruntu należy użyć styropianu wodoodpornego i twardego (styroduru). Warto również przy okazji odkopania ściany zaizolować ją pionową izolacją przeciwwilgociową w postaci mikrozaprawy nałożonej na ścianę fundamentu.

W tym celu należy:

- Odkopać ściany fundamentowe (**systemem odcinkowym**) do głębokości minimum 60 cm poniżej posadzki parteru, optymalnie do głębokości strefy przemarzania, nie głębiej jednak niż ława fundamentu.
- Oczyścić powierzchnię odkopanej ściany oraz uzupełnić i wyrównać spoiny.
- Pokryć powierzchnię ściany mikrozaprawą uszczelniającą ściśle przestrzegając technologii producenta środka izolacyjnego.
- Docieplić mur pod gruntem styropianem twardym i wodoodpornym (styrodur lub styropian ekstrudowany o grubości minimum 6-8 cm). **Nie używać pod gruntem styropianu przeznaczonego do ocieplania elewacji!** Docieplenie połączyć później z ociepleniem elewacji. Zapobiegnie to ucieczce ciepła do gruntu przez ścianę fundamentu i nadmiernemu wychłodzeniu ściany przy posadzce. Jest to zabieg eliminujący jedną z przyczyn zawilgocenia kondensacyjnego.
- Zabezpieczyć wykonaną w ten sposób izolację folią przed uszkodzeniami mechanicznymi. W przypadku użycia styroduru wystarczy gruba folia budowlana.
- Wykonać właściwą opaskę, odizolowaną od muru styrodurem docieplenia fundamentu, który powinien być wyprowadzony ponad jej poziom.

Dlaczego jest zalecane docieplanie wyniesionego ponad grunt cokołu?



W przypadku docieplenia tylko do poziomu posadzki, ciepło ucieka przez cokół pod dolną krawędzią docieplenia, powodując wychłodzenie ściany przy posadzce.

Docieplenie elewacji nie powinno li tylko sięgać do górnej krawędzi cokołu, Dolna krawędź docieplenia powinna być minimum 60 cm poniżej posadzki, co oznacza, że w praktyce budynek należy docieplić do poziomu lub poniżej terenu, w zależności jak jest wyniesiona posadzka ponad grunt. Pozwoli to uniknąć ucieczki ciepła ze ściany przy posadzce poniżej krawędzi docieplenia, jak to jest pokazane na rysunku po prawej.

Docieplenie budynku bez zablokowania podciągania kapilarnego wilgoci może wzmocnić intensywność zawilgocenia.

Pionowy zasięg zawilgocenia kapilarnego zależy od wielu czynników, jak średnica kapilar, nawodnienie gruntu, potencjały elektryczne występujące w murze (elek-

Termoizolacyjność muru a osuszanie budynku

trochemiczny wpływ niewłaściwego tynku!). Jednym z czynników jest również prędkość odparowania wody z muru. Nakładanie na mur nieprzepuszczalnych powłok (cementowy tynk, glazura, farba olejna, styropian, płyty G-K), ograniczających odparowanie wody, zaburza równowagę wilgoci w murze i może spowodować podwyższenie pionowego zasięgu zawilgocenia. Wilgoć będzie dążyć tam, gdzie ma możliwość odparowania. Docieplanie budynku styropianem ogranicza dyfuzyjność ściany (uniemożliwienie odparowania wilgoci). Dlatego docieplanie strefy zawilgoconej kapilarnie zalecane jest dopiero po usunięciu tego zawilgocenia (np. przez system Aquapol). Często jednak tok remontu jest tak zaplanowany, że docieplenie wykonuje się przed osiągnięciem przesz mur dopuszczalnej wilgotności. Należy wtedy zastosować się do następujących zasad:

- Najpierw zablokować podciąganie kapilarne wilgoci – zastosować system Aquapol.
- Maksymalnie opóźnić docieplanie strefy zawilgoconej aby mur był osuszony.
- Zapewnić prawidłową wentylację w budynku.
- Higroskopijny tynk z elewacji powinien być przed dociepleniem dokładnie usunięty.
- W tej strefie dolnej zastosować wysokodyfuzyjne systemy dociepleń – perforowany styropian

Materiał opracował Technik © 2014 **Józef Piotr Nogieć**
www.aquapol.pl

Ocieplanie od wewnątrz ma wiele wad

Kiedy nie można ocieplić domu od zewnątrz trzeba zastanowić się nad innym rozwiązaniem. Nie jest to najkorzystniejsze ale w niektórych sytuacjach jedyne rozwiązanie. Nasz czytelnik zapytał nas co ma zrobić chcąc zmniejszyć koszty ogrzewania i ocieplić strop (ze względów technicznych nie jest możliwe ocieplenie go od strony dachu) oraz zaizolować od wewnątrz ścianę przylegającą do strychu. Jak się ma skuteczność takiego rozwiązania w stosunku do metody zewnętrznej?

Budownictwo energooszczędne wymaga dokładnego opisu dwóch związanych ze sobą zagadnień: transportu energii czyli ciepła oraz dyfuzji pary wodnej w przegrodach warstwowych. O ile dość łatwo policzyć współczynnik przenikania ciepła o tyle trudno przychodzi obliczenie a choćby oszacowanie dyfuzji pary wodnej. W pana sytuacji współczynnik przenikalności cieplnej w obu przypadkach – zarówno przy izolacji zewnętrznej jak i wewnętrznej – pozostanie taki sam. Jednak potencjalny punkt skroplenia znacznie przesunie się do wnętrza ściany, być może nawet do warstwy izolacyjnej. Ustalić to można mając konkretne informacje dotyczące grubości i rodzaju materiału z jakiego zbudowana jest ściana zewnętrzna – są do tego przeznaczone specjalne programy. Warto tu jednak wytłumaczyć kilka zasad natury ogólnej. Do zalet stosowania izolacji po stronie zewnętrznej należy zaliczyć:

- mur znajduje się zawsze w ciepłej strefie poza strefą przemarzania
- mur nagrzewa się razem z pomieszczeniem i praktycznie ma tę samą temperaturę co powietrze w pomieszczeniu – stwarza to właściwy komfort temperaturowy w mieszkaniu
- występuje niska średnia różnica temperatur w objętości muru między latem a zimą co zapewnia stabilność konstrukcji
- mur stanowi pojemność cieplną dla układu grzewczego co stabilizuje pracę tego układu
- nie następuje skraplanie się pary wodnej w objętości muru
- izolacja cieplna stanowi jednolitą powierzchnię izolacyjną

Ocieplanie od wewnątrz ma wiele wad

Przy ocieplaniu domów od strony zewnętrznej trzeba jedynie pamiętać że izolacja ta wymaga od ekipy wykonawczej staranności w celu uniknięcia mostków cieplnych.

Jeżeli zaizolujemy wnętrze od środka wówczas jedyną zaletą tego rozwiązania jest łatwość wykonania izolacji oraz to że pomieszczenie szybko nagrzewa się po włączeniu układu grzewczego. Jednak wady zdecydowanie przeważają tu nad zaletami. Oto one:

- w zimie przy temperaturach ujemnych cała objętość rdzenia np. muru ceglanego znajduje się w strefie przemarzania gdyż punkt przemarzania (zero stopni Celsjusza) przesuwa się do izolacji
- występuje możliwość skraplania się pary wodnej (zawilgocenia) w objętości muru szczególnej staranności wymaga zatem dobór materiałów ocieplających by uniknąć nasycenia parą wodną w objętości muru
- w lecie mur nagrzewa się znacznie powyżej temperatury otoczenia
- w objętości muru występuje duża różnica temperatur miedzy latem a zimą co jest niekorzystne dla materiałów konstrukcyjnych ze względu na ich wzajemną rozszerzalność cieplną
- układ grzewczy pomieszczenia nagrzewa tylko przedmioty i powietrze znajdujące się w pomieszczeniu
- mała pojemność cieplna ww. elementów pomieszczenia wymaga starannego dobrania układu grzewczego gdyż utrzymanie w miarę stałej temperatury wymaga jego częstego załączania
- wykonawstwo izolacji wymaga staranności w celu uniknięcia mostków cieplnych

Podsumowując – ocieplenie budynku od wewnątrz jest rozwiązaniem technicznie możliwym do wykonania ale niestety niewłaściwym z wielu powodów. Przede wszystkim ocieplenie od wewnątrz powoduje przesunięcie strefy przemarzania ściany – mróz wchodzi w nią głębiej powiększa się ilość skraplanej w ścianie pary wodnej a strefa skraplania przesuwa się również w stronę wnętrza. Czynniki te powodują zmniejszenie trwałości ścian zewnętrznych. Ściany odizolowane od ogrzewanego wnętrza są zimne nie pełnią więc ważnej funkcji akumulacji ciepła jak jest to w przypadku ocieplenia na zewnątrz. Ocieplenie od wewnątrz nie likwiduje również mostków termicznych np. w poziomie stropów. Jeżeli ociepli się ściany od wewnątrz to niestety należy liczyć się ze zwiększonym zawilgoceniem pod materiałem izolacyjnym utrudnionym jego odparowaniem a w konsekwencji rozwojem korozji biologicznej – pleśń grzyb.



Mikotoksyny

W obowiązującej klasyfikacji organizmów żywych grzyby zaliczane są do królestwa Mycota/Fungi, stąd nazwa ich toksyn – mykotoksyny.

Mikotoksyny są toksycznymi metabolitami wtórnymi grzybów (pleśni), należących przede wszystkim do rodzajów Aspergillus, Penicillium i Fusarium. Mogą powstawać w wielu produktach rolnych i w bardzo różnych warunkach. Mikotoksyny mają różnorodne działania toksyczne oraz charakteryzują się wysoką odpornością na temperaturę i dlatego ich obecność w żywności oraz w paszach niesie ze sobą potencjalne zagrożenie dla zdrowia zarówno ludzi jak i zwierząt. Do mikotoksyn wywołujących działanie mutagenne, karcinogenne i teratogenne w organizmie człowieka należą: aflatoksyny, ochratoksyny, trichotecyny i fumonisyny. **Mykologia** to nauka o grzybach chorobotwórczych dla człowieka. Drożdże i pleśnie pod nazwą ogólną – grzyby należą do roślin, które nie zawierają chlorofilu, w związku z czym nie mogą odżywiać się samodzielnie, jak rośliny zielone. Dlatego pasożytują na żywych organizmach lub żywią się ich butwiejącymi szczątkami.

Określenie „grzyby" zastępuje się często przez „pleśnie" ze względu na ich zdolność rozkładania białek, węglowodanów i alkoholi. W szerszym języku nazwa „pleśnie" obejmuje zarówno pleśnie (wielokomórkowe) jak i drożdżyce (jednokomórkowe).

Znamy 2 rodzaje grzybów wielokomórkowych (pleśni):

1. **grzybnie wegetatywną**, której zadaniem jest przyswajanie z podłoża substancji odżywczych;
2. **grzybnię powietrzną**, rozrodczą, wytwarzającą spory (komórki rozrodcze), których wygląd stanowi ważna cechę różnicującą w diagnostyce grzybów.

Spory znamy pod popularną nazwą jako SPORYSZ.

Pleśnie wytwarzają jedne z najbardziej toksycznych znanych nam substancji czyli mykotoksyny, szczególnie szkodliwe dla małych dzieci. Niektóre pleśnie wytwarzają bardzo toksyczne substancje, a nawet jedne z najsilniejszych, znanych nam trucizn. Do nich należy AFLATOKSYNA.

Testy dr H. R. Clark potwierdzają obecność aflatoksyny w wielu przypadkach raka, w chorobach wątroby, a szczególnie w przypadku jej oburnierania i marskości. Z doświadczeń dr J.Jonas wynika, iż 0,01 mg tej substancji zaaplikowane trzem szczurom, niezawodnie wywoła u nich w ciągu roku raka wątroby. Toksyna ta zawarta jest w orzeszkach oraz zbożach. Dzięki skażonej paszy dociera też do mleka krowiego i do mięsa zwierząt rzeźnych.

Stare ziemniaki, kukurydza, pszenica, zagęszczone soki owocowe, lody, cukierki, piwo (powód raka układu moczowego), ciastka, soki pitne, stare warzywa – wszystkie te produkty zawierają duże ilości pleśni, ich zarodników, toksyn i szkodliwych enzymów produkowanych przez grzyby. Grzyby te szkodzą człowiekowi bezpośrednio, jak też są coraz częściej sprawcami zastraszającej ilości rosnącej liczby alergii. Wystarczy jeden spleśniały, orzeszek ziemny, pistacjowy, jakiś owoc lub warzywo, aby skazić całą dostawę soku, dżemu lub innego produktu. Mimo, iż są metody na wyeliminowanie pleśni (np. jej odcięcie), to nie można tego zrobić z produktami jej metabolizmu – toksynami, które w pożywieniu muszą zostać zneutralizowane w naszym organizmie, dopiero przez wątrobę. Z powodu silnej toksyczności, już niewielka ilość mykotoksyn, potrafi zatrzymać prawidłową prace wątroby na kilka dni!

Grzyby Candida i gronkowiec złocisty żyją w symbiozie. Kiedy grzyby zaczynają chronić gronkowce, system immunologiczny przestaje działać, a gronkowiec bez obaw może wykonywać swą życiowa działalność, a z naszego punktu widzenia – chorobotwórczą dla organizmu. To spowoduje stany zapalne, anginy, alergie. Podobnie katary alergiczne mają bardziej złożona etiologię i głębsze przyczyny ich powstawania, niż tylko zwykła nietolerancja na kurz czy pyłki lub pierze.

Mykotoksyny są niebezpieczne dla zdrowia ludzi i zwierząt, wywołując choroby lub pośrednio wpływając na

funkcjonowanie organizmu. Charakteryzują się wyjątkową stabilnością i nie ulegają rozkładowi nawet przy zastosowaniu obróbki w procesach technologicznych. Mogą powodować uszkodzenie wątroby, nerek i centralnego układu nerwowego zarówno u zwierząt, jak i u ludzi. Mięso zwierząt, które jadły pasze porażone mykotoksynami nie jest tak niebezpieczne jak mleko, które stanowi zagrożenie zwłaszcza dla dzieci.

Szkodliwość grzybów zdrowotna i techniczna

Występowanie w budynkach biologicznych czynników niszczących, takich jak grzyby domowe, pleśnie, owady niszczące drewno, jest szkodliwe nie tylko dla budowli, ale także dla zdrowia mieszkańców. Pleśnie i grzyby wytwarzają zarodniki oraz mikotoksyny, które wraz z cząstkami samych grzybów unoszą się w powietrzu i dostają do organizmu drogą oddechową lub przez skórę. Potwierdzone badaniami medycznymi chorobotwórcze działanie grzybów i pleśni na organizm człowieka polega na:

- wywołaniu chorób układu oddechowego (astma oskrzelowa, alergiczny nieżyt nosa) w wyniku alergizującego działania zarodników i cząstek grzybów unoszących się w powietrzu,
- toksycznym i rakotwórczym działaniu mikotoksyn wydzielanych przez pleśnie,
- wywoływaniu dermatoz,
- wywoływaniu grzybic narządów wewnętrznych w skutek zakażenia drogą powietrzno-pyłową.

W budynkach grzyb dokonuje zniszczeń na drodze chemicznej i mechanicznej. Mechaniczne uszkodzenia powoduje przerastanie grzybem elementów zaatakowanych, a w drodze reakcji chemicznych związanych z rozwojem biologicznym grzyba wydziela się dwutlenek węgla, wilgoć oraz kwasy i alkohole. Szkody w elementach drewnianych to: murszenie drewna oraz utrata wytrzymałości elementów na zginanie, ściskanie i spadek twardości. Szkody w murach to: wilgoć (grzyb sznurami sam sobie transportuje potrzebną wilgoć), korozja , odparzanie i odpadanie tynków, zmurszenie cegły i kruszenie zaprawy użytej do spoin.

Pod względem siły niszczącej i częstotliwości występowania na elementach drewnianych grzyby domowe można podzielić na trzy grupy:

I-sza grupa grzybów, najczęściej występujących w budynkach i powodujących bardzo szybki i rozległy rozkład drewna. Grzyby z tej grupy mogą w optymalnych warunkach całkowicie rozłożyć drewno w ciągu kilku lat, a nawet jednego roku. Są to grzyby:

- **Grzyb domowy właściwy** (*Serpula lacrymans*). Uznawany jest za najbardziej niebezpieczny w stosunku do drewna wbudowanego. Występuje na elementach drewnianych wewnątrz budynków (stropy, podłogi, różnego rodzaju elementy drewniane w piwnicach, ościeżnice, schody, materiały wykończeniowe, rzadziej na elementach więźby dachowej). Na zewnątrz budynków raczej nie spotykany (są wyjątki) ponieważ nie znosi ani światła, ani przewiewów. Atakuje drewno iglaste i liściaste. 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 odspajających się od podłoża, staje się krucha. Sznury o przekroju płaskim i szerokości do 10 mm mają barwę biało-szarą. Potrafią przerastać przez tynki, mury ceglane, ceglano-kamienne i ściany betonowe powodując ich korozję. Owocnik jest płaski o średnicy dochodzącej do 50 cm. Początkowo barwy kremowej, później przybiera kolor brunatny z charakterystyczną białą otoczką wokół hymenoforu. Zapotrzebowanie na wilgoć jest największe w początkowej fazie rozwoju grzyba, później wystarcza mu podłoże o wilgotności ok. 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. Lubi temperatury poniżej 22°C (15÷18°); jest wrażliwy na temperatury powyżej 30°C. Grzyb domowy właściwy wywołuje silną i szybko postępującą brunatną zgniliznę drewna, połączoną z jego destrukcją o charakterze pryzmatycznym. Drewno staje się kruche i łatwo rozciera się na proszek. W przypadku

drewna sosnowego, przy optymalnych warunkach rozwoju grzyba, gęstość objętościowa drewna obniża się o ok. 7% miesięcznie, wytrzymałość na ściskanie i na zginanie ulega obniżeniu odpowiednio o ok. 20% i 50% w ciągu 30 dni

- **Grzyb piwniczny** (*Coniophora puteana*) Trudny do oderwania od podłoża. Znany bywa pod nazwą gnilicy mózgowatej. Rozkłada drewno gatunków iglastych i liściastych i to na całym przekroju (biel i twardziel). Optimum wilgotnościowe rozwoju tego grzyba to w = 30÷40%, zaś najkorzystniejsza temperatura – ok. 23°C. Hamująco na jego rozwój wpływa światło. Grzybnia jest barwy żółto-kremowej do brunatnej, zbudowana z nikłych, płożących się strzępek o średnicy do 2,5 m. Obraz diagnostyczny pod mikroskopem – na strzępkach występują sprzążki tzw. okółkowe. Inną ważną cechą diagnostyczną jest to, iż sznury grzybniowe są ciemne, na ogół czarne (jedyny przypadek wśród grzybów domowych), swym rozłożeniem przypominające bruzdy kory mózgowej. Owocnik przybiera kształt płaski, nieco podobny do Serpula lacrymans, lecz mniejszy i w barwie jaśniejszy – rdzawy. Grzyb piwniczny występuje w wilgotnych i zacienionych partiach budynku, to jest w stropach, piwnicach, rzadziej na więźbie dachowej. Powoduje jednak bardzo silny i szybki brunatny rozkład drewna. Jak w przypadku porażenia przez Serpula lacrymans, drewno pęka w strukturę pryzmatyczną, staje się kruche i łatwo ścieralne na proszek.

- **Grzyb domowy biały** (*Poria vaporaria Pers.*) – grzybnia jest puszysta i biała, sznury okrągłe, owocniki zaś – z drobnymi otworkami. Trudny do oderwania od podłoża. Występuje w budynkach na więźbie dachowej, na stropach, podłogach, atakuje również drewno znajdujące się na zewnątrz budynków, m.in. podkłady kolejowe, drewniane elementy mostów, składy drewna, szklarnie, widoczny jest też w kopalniach. Powoduje destrukcyjny rozkład drewna, które pęka pryzmatycznie, przybierając wcześniej barwę jasnobrunatną. Gęstość objętościowa drewna sosnowego po 6 miesiącach bytowania grzyba zmniejsza się



Stanowisko grzyba domowego właściwego. (fot. 1)



Owocnik, który wyrósł z wykładziny podłogowej zasilanej fekaliami z uszkodzonej kanalizacji. (fot. 2)



Sznury grzybniowe. (fot. 3)



Grzyb piwniczny - sznury są ciemne, na ogół czarne (jedyny przypadek wśród grzybów domowych). (fot. 4)

o 40%, natomiast spadek wytrzymałości na ściskanie dochodzi do 60%.

Uwaga! Dla drewna najgroźniejsze są: grzyb domowy właściwy oraz piwniczny. W ciągu roku mogą spowodować ubytek masy drewna nawet do 70 procent!

II-ga grupa grzybów, mniej szkodliwych, o dość wysokiej, ale już nieco mniejszej sile niszczenia i o występowaniu gniazdowym:

- **grzyb kopalniany** (*Paxillus panuoides*),
- **grzyb podkładowy** (*Lentinus lepideus*),
- **grzyb słupowy** (*Gloeophyllum sepiarium*),
- **wrośląk rzędowy** (*Trametes serialis*),
- **gmatwek dębowy** (*Daedalea quercina*),
- **hubka różnobarwna** (*Trametes versicolor*).
- **III-cia grupa grzybów**, powodująca powolny i powierzchniowy rozkład drewna:
- **grzyb składowy** (*Peniophora gigantea*),
- **powłocznik gładki** (*Corticium laeve*),
- **czuprynka kulista** (*Chaetomium globosum*).

Czynniki sprzyjające rozwojowi grzybów w budynkach

Grzyby domowe są grupą grzybów występujących w budynkach oraz konstrukcjach drewnianych zbudowanych na otwartej przestrzeni. Powodują one rozkład drewna oraz materiałów lignocelulozowych i innych organicznych, takich jak sklejka, płyty wiórowe i pilśniowe, papier itp. Grzyby te, jak wszystkie organizmy cudzożywne, wymagają do swojego rozwoju jednoczesnego spełnienia czterech warunków na optymalnym poziomie. Pierwszym z tych warunków jest dostarczenie grzybom odpowiedniej pożywki w formie niezabezpieczonego chemicznie drewna lub innego materiału lignocelulozowego. Drugim czynnikiem jest odpowiednia temperatura w zakresie około 5-35°C (optimum 18-27°C), sprzyjająca efektywnemu rozwojowi tych organizmów. Należy zauważyć, że temperatury poniżej i powyżej podanego zakresu działają zwykle hamująco na rozwój grzyba, ale nie muszą dla niego być zabójcze. Drewniane elementy są pożywką dla grzybów, a temperatura wewnątrz budynków jest zwykle zbliżona do optymalnej dla ich rozwoju, powietrze zaś ma zawsze łatwy dostęp do drewna, więc jedynym parametrem, na jaki możemy wpływać – to nie dopuszczać do zawilgocenia drewna.

Grzyby rozkładające drewno rozwijają się głównie wewnątrz tkanki drzewnej, co oznacza, że substrat drzewny jest przerośnięty licznymi strzępkami grzybni. Grzybnia ta składa się z licznych strzępek (nitkowatych tworów) rosnących pojedynczo lub łączących się w większe skupiska. Grzybnia rosnąca wewnątrz drewna jest to tak zwana grzybnia substratowa, służąca do odżywiania grzyba. Ze względu na bardzo małe wymiary strzępek są one niewidoczne gołym okiem, a jedynym dostrzegalnym objawem obecności grzyba w drewnie jest obraz rozłożonego drewna. Niemniej jednak bardzo często się zdarza, że grzyb wytwarza powierzchniowe twory pozwalające nam stwierdzić obecność grzyba w drewnie jeszcze we wczesnym stadium rozwojowym, a także ułatwiające określenie gatunku grzyba i szybkie podjęcie odpowiednich metod zwalczania.

Makroskopowo dostrzegalne formy grzyba

Grzybnia powierzchniowa porasta elementy drewniane i sąsiadujące z nimi mury, tworząc zbite z licznych strzępek płaty, dostrzegane gołym okiem na powierzchni elementów. W zależności od gatunku grzyba grzybnia może mieć formę bardzo puszystą i watowatą o grubości kilku – kilkunastu centymetrów, silnie zbitą i mięsistą, przypominającą pergamin lub zamsz, lub bardzo nikłą, przypominającą pajęczynę. Grubość tej grzybni i wytwarzane przez nią wzory, jak również kolor i łatwość oddzielania się od podłoża są cechami ułatwiającymi rozpoznawanie gatunku grzyba.

Sznury grzybniowe (ryzomorfy) wyrastają z grzybni w postaci wstęg i zbudowane są z silnie splątanych strzępek o różnej budowie anatomicznej. Mają one zdolność rozrastania się na powierzchni materiałów niedrzewnych, a nawet przerastania przez mury i beton. Służą one zwykle do rozprzestrzeniania się grzyba wewnątrz budynku i przenoszenia z jednego siedliska

na drugie. Sznury mogą składać się ze strzępek normalnych, strzępek naczyniowych o dużej średnicy i cienkich ścianach przewodzących różne substancje, oraz cienkich strzępek wzmacniających o grubych ścianach, nadających całości sznura wytrzymałość. Grubość sznurów grzybowych, w zależności od gatunku, wynosi od jednego do kilkunastu milimetrów, zaś ich długość może sięgać do kilkunastu metrów. W przekroju sznury mogą być okrągłe, owalne lub płaskie. Średnica sznurów, ich przekrój poprzeczny a także ich kolor oraz elastyczność lub kruchość są cechami rozpoznawczymi gatunku grzyba. **Uwaga! Istnienie sznurów wskazuje na zaawansowany proces korozji, gdyż ich rozwój następuje po ok. pół roku.**

Owocniki. Najbardziej charakterystycznym elementem, pozwalającym określić gatunek grzyba jest owocnik. Owocniki grzybów przybierają różne kształty, od najbardziej znanych – jak kapelusz na trzonku (np. pieczarka), i kopytowata konsola (np. huby), do form mniej znanych, takich jak przyrośnięte bokiem listwy, muszelki i wachlarze, lub płaskie talerzowate narośla na powierzchni, zwane resupinatami. Istotnym elementem budowy owocnika jest warstwa wytwarzająca zarodniki, tak zwany hymenofor. Kształt tego hymenoforu pozwala na określenie gatunku grzyba. Może być on blaszkowy (jak u pieczarki), rurkowy (jak u borowika), ale także pofałdowany, labiryntowaty, kolczasty lub gładki. Cechami owocników, na które należy zwrócić uwagę, jest ich kształt, kolor, oraz typ hymenoforu.

Jak zapobiegać i usuwać zagrzybienie?

Zanim przystąpimy do pracy, należy bezwzględnie usunąć przyczyny zawilgocenia. Budynek powinien zostać zabezpieczony przed napływem wody i wilgoci, o ile takie warunki występują – należy więc naprawić pokrycia dachowe, rynny i rury spustowe, wykonać ewentualny drenaż i izolacje przeciwwilgociowe. Podczas suszenia wilgotnego domu trzeba szczególnie dokładnie sprawdzić styki drewna z murem lub ziemią, stropy w miejscach przejścia instalacji kanalizacyjnych, belki stropowe nad pomieszczeniami mokrymi, takimi jak łazienki, pralnie i wilgotne piwnice, zwłaszcza w pobliżu ścian zewnętrznych budynku. Ściany po zalaniach należy poddać dosuszaniu przez wstawienie do uszczelnionych i pozbawionych tynku pomieszczeń osuszaczy kondensacyjnych.

Kondensacja powierzchniowa a powstawanie pleśni

Specjalna grupa grzybów to **pleśnie**. Mogą one rozwijać się na materiałach o minimalnej zawartości pokarmu – na tynku, murach, a nawet na papierze, plastiku czy szkle. Tworzą się szybciej niż grzyby domowe. Często występują w miejscach zawilgoceń, zacieków, na przemarzających ścianach. Grzybnia pleśni najczęściej występuje w postaci szarych i czarnych plam lub proszkowatych nalotów.



Mostek termiczny przy oknie – rosa osiada na zimnej ścianie, na mokrym podłożu rozwija się pleśń. (fot. 5)



„Zimny narożnik". W narożnikach maleje ruch powietrza, a zatem jego wilgotność jest większa. Narożnik jest ze względów konstrukcyjnych najzimniejszym miejscem ściany. Struktura muru sucha <1%. Wilgotność względna powietrza 66%, t= 19°C. Mieszkanie znajduje się na drugim piętrze. Mur nieocieplony gr. 60 cm

Ustalono, że kondensacja pary wodnej, czyli jej skraplanie się, jest głównym źródłem wilgoci potrzebnej do powstania i wzrostu grzybów i pleśni. Powierzchniowa i wgłębna kondensacja pary wodnej może wystąpić na porowatych materiałach, takich jak beton, cegła, tynk, jeżeli temperatura tych materiałów jest na poziomie punktu rosy. Proces gromadzenia się wilgoci powoduje wzrost grzybów, do czego nie dochodziłoby w normalnych warunkach. Zarodniki grzybów i pleśni gotowe w sprzyjających warunkach do tworzenia kolonii znajdują się praktycznie na powierzchni wielu surowców i materiałów budowlanych. Grzyby i pleśnie nie potrzebują wiele tlenu ani światła; zaczynają wzrastać na podłożach z odczynem od kwaśnego do słabego zasadowego (pH od 2 do 8), pożywienie czerpią z kurzu drobinek cieczy, tłuszczów. Pleśnie mogą powstawać już wtedy, gdy temperatura ściany jest o 3°C wyższa od temperatury punktu rosy (dla wilgotności względnej wynoszącej 60% oraz temperatury powietrza wewnętrznego 20°C temperatura punktu rosy wynosi t_r=12,01°C, natomiast temperatura punktu pleśni wynosi $t_p=\theta_{si\ min}$=14,2°C.).

Aby wyeliminować warunki do powstawania pleśni należy zastosować hasło **„grzej i wietrz!"**:

- **Podnieść temperaturę ściany.** Należy określić współczynnik przenikalności cieplnej ścian i zmniejszyć go poprzez „docieplenie" budynku. Spowoduje to podniesienie temperatury ściany powyżej punktu rosy. Podobny efekt podniesienia temperatury ściany uzyskamy oczywiście również poprzez intensywne ogrzewanie pomieszczeń.
- **Obniżyć wilgotność powietrza.** Należy usprawnić wentylację. Dobrze rozumiana wentylacja to nawiew i wywiew zapewniający minimalną wymianę powietrza wynoszącą ½ kubatury pomieszczenia na godzinę. Do pomieszczeń o niskiej temperaturze (np. nieogrzewana piwnica) nie powinno być czerpane zewnętrzne powietrze o wyższej temperaturze, gdyż ochładzając się powoduje wzrost swej wilgotności względnej. Bezpieczna wilgotność powietrza w pomieszczeniach – poniżej 60%.

Usuwanie grzyba

Jeżeli mamy problem ze zidentyfikowaniem grzyba, warto zasięgnąć porady eksperta, tzw. **mykologa**, który określi rodzaje grzybów, które zaatakowały nasz budynek i wskaże sposoby walki z nimi. Takiego specjalistę możemy znaleźć w oddziałach Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budowlanych.

Przy odgrzybianiu budynków należy przestrzegać następujących zasad:

- trzeba koniecznie działać szybko, bo czas jest sprzymierzeńcem grzybów;
- należy pamiętać, że wszystkie preparaty do zwalczania grzybów są szkodliwe dla ludzi i zwierząt, dlatego koniecznie trzeba stosować się do wszystkich zaleceń podanych na opakowaniach tych preparatów i nie lekceważyć ostrzeżeń fachowców;
- podczas odgrzybiania budynku trzeba zachować dużą ostrożność;
- należy chronić oczy i skórę, zakładać odzież ochronną, rękawice, okulary, odpowiednią maskę ochronną na twarz;
- koniecznie trzeba chronić dzieci przed dostępem do środków grzybobójczych;
- odgrzybiane pomieszczenia trzeba koniecznie wietrzyć, jeśli to możliwe przy zastosowaniu wentylatorów mechanicznych;
- intensywne odkurzanie powoduje unoszenie się zarodników pleśni, które są tak małe, że przechodzą przez filtry zwykłego odkurzacza i mogą unosić się w powietrzu przez kilka godzin, a nawet dni; jeżeli trzeba, należy używać odkurzaczy centralnych lub odkurzaczy z filtrami wodnymi, które zmniejszają ryzyko rozsiewania zarodników pleśni;
- nie należy używać narzędzi ocynkowanych, ocynowanych oraz aluminiowych; w kontakcie ze środkami grzybobójczymi mogą wydzielać szkodliwe substancje;
- skuć zagrzybione tynki około 1 metra poza miejsce porażone grzybem i osuszyć podłoże (na ile jest to możliwe);

- zdrapać grzyby i naloty pleśni; należy pamiętać, że mogą być one także w spoinach ścian; trzeba wtedy usunąć spoiny na głębokości 2-3 cm; należy dokładnie obejrzeć wszelkie szczeliny, załamania ścian i jeśli trzeba, usunąć stamtąd rozwijające się grzyby;
- jeżeli to konieczne, można oczyszczać ściany przez piaskowanie, szlifowanie bądź struganie;
- zeskrobane naloty grzybów trzeba głęboko zakopać lub spalić, im dalej od zabudowań, tym lepiej;
- należy pamiętać, że do budynku, w którym użyte były środki grzybobójcze, można wprowadzić się ponownie wtedy, gdy zastosowane środki nie będą zagrażały zdrowiu ludzi i zwierząt, to znaczy po okresie tzw. karencji (zalecenia te podawane są na opakowaniach preparatów grzybobójczych);

Środki odgrzybiające przeznaczone są do odgrzybiania podłoży z różnych materiałów: drewna, cegły ceramicznej, niewypiaskowanej, klinkierowej, tynków mineralnych oraz powłok malarskich. Preparaty można stosować na zewnątrz i wewnątrz budynków, trzeba jednak dokładnie sprawdzić w instrukcji, czy dany środek może być stosowany wewnątrz domu. Niektóre z nich mogą być szkodliwe dla ludzi i zwierząt nawet po wyschnięciu. Odpowiednio przygotowane podłoże należy pokryć środkiem odgrzybiającym w sposób opisany na opakowaniu. Najczęściej preparaty nakłada się na odgrzybianą powierzchnię pędzlem, smarując lub natryskując gotowy środek lub przygotowany roztwór. Czynności te najczęściej trzeba powtarzać 2-3 razy, co kilka godzin.

Aby zapewnić skuteczność odgrzybiania środek grzybobójczy powinien być dobrany stosownie do stwierdzonego rodzaju grzyba. Najlepiej zasięgnąć porady u mykologa.

Materiał opracował Technik © 2008 **Józef Piotr Nogieć**
www.aquapol.pl

Wentylacja

Europejczyk spędza średnio codziennie w czterech ścianach aż 70-90 proc. czasu, a stężenie zanieczyszczeń w pomieszczeniach jest dwa do pięciu razy większe niż na zewnątrz – pisze „Gazeta Prawna". Troska o jakość powietrza wewnątrz budynków to jedna z kluczowych profilaktyk zdrowotnych. Na zabójcze oddziaływanie zanieczyszczeń w zamkniętych pomieszczeniach najbardziej podatne są osoby, które we wnętrzach spędzają najwięcej czasu, np. pracownicy biur.

Jakość powietrza

Choć nie zawsze łączy się złe samopoczucie ze słabą cyrkulacją powietrza w pomieszczeniach, kolejne badania nie pozostawiają wątpliwości: – niska jakość powietrza we wnętrzach budynków jest powodem: ogólnie złego samopoczucia, bólów i zawrotów głowy, zmęczenia i rozdrażnienia, problemów z koncentracją, podrażnienia błon śluzowych nosa, gardła, skóry, uczuleń i chorób dróg oddechowych – zgodnie ostrzegają uczestnicy konferencji „Wyprzedzić alergię", zorganizowanej przez Stowarzyszenie Polska Wentylacja.

Zbyt duża zawartość wilgoci w powietrzu sprzyja zagnieżdżaniu się grzyba i pleśni na nadprożach, ościeżach okiennych, pod parapetami, w narożach pokoi, za meblami.

Nie służy też samemu budynkowi – powoduje bowiem powolne niszczenie konstrukcji budynku poprzez wnikanie wilgoci do ścian, pęcznienie drewnianych mebli i podłóg.

Zagrożenia w budynkach

Czynniki wywołujące alergię: zarodniki pleśni i grzybów, roztocza i pyłki roślin, dym papierosowy, substancje chemiczne (np. formaldehyd) emitowane przez materiały budowlane, meble, lakier, farby, zasłony, wykładziny, narzuty itd., zbyt wysoka temperatura i wilgotność będące w dużym stopniu pochodną aktywności człowieka.

Zagrożenia dla zdrowia

W jaki sposób chronić się przed zgubnym wpływem przebywania w zanieczyszczonej atmosferze? Sprawnie działająca wentylacja może skutecznie usuwać zanieczyszczenia z pomieszczeń. Z analiz Stowarzyszenia Polska Wentylacja wynika, że w ostatnich latach pogorszenie się jakości powietrza w budynkach związane jest z termomodernizacją budynków. Termomodernizacja polega na zastosowaniu w budynku takich rozwiązań konstrukcyjnych i instalacyjnych, które powodują zmniejszenie zużycia energii, a tym samym zmniejszenia kosztów ogrzewania (wymiana okien na szczelne, izolacja ścian i stropów, wymiana źródła ciepła w kotłowni itp.).

Po termomodernizacji zwiększa się liczba osób uskarżających się na dolegliwości związane z zanieczyszczeniem powietrza, czyli brakiem prawidłowej wentylacji. Z badań Anny Lis z Politechniki Częstochowskiej wynika, że po termomodernizacji liczba osób narzekających na złą jakość powietrza w pomieszczeniach wzrasta o około 30 proc. Aż prawie o połowę rośnie liczba osób narzekających m.in. na: złe samopoczucie, bóle głowy, zmęczenie, senność, podrażnienia gardła i kaszel, problemy z koncentracją i podrażnienia oczu.

Przed termomodernizacją istniała wentylacja naturalna dzięki nieszczelnościom budynku, okien itd. Wprawdzie była ona niedoskonała, ale umożliwiała napływ świeżego powietrza zewnętrznego, które zastępowało powietrze zużyte, wypychając je przez kratki wentylacyjne. Po wymianie okien na szczelne i ociepleniu budynku nawet ta niedoskonała wentylacja została zniweczona. W ten sposób mieszkańcy i użytkownicy znaleźli się jakby w szczelnej puszce. Brak wymiany powietrza szybko powoduje wzrost stężenia zanieczyszczeń i przyczynia się do narastania zagrożeń dla zdrowia.

Kontrola zanieczyszczeń

Problemy z wentylacją, będące następstwem termomodernizacji, stały się kłopotem wielu krajów europejskich. Do dziś zmagają się z nimi m.in. Szwecja i Holandia – kraje uznawane za liderów w zakresie wentylacji budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej.

Stowarzyszenie Polska Wentylacja podaje za National Safety Counsil (amerykańską organizacją ochrony zdrowia), że jakość powietrza wewnętrznego szczególnie wpływa na astmatyków. Z badań opublikowanych przez American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine wynika, że można uniknąć 65 proc. przypadków astmy przez kontrolę narażenia na alergeny obecne w powietrzu w budynkach. Kontrolując zanieczyszczenia biologiczne w powietrzu (cząstki kurzu i alergeny pochodzenia zwierzęcego) przypadki astmy można zredukować o 55-60 proc.

Wentylacyjne remedium

Gdy system wentylacyjny pracuje w sposób ciągły i przewidywalny, ze stałą wydajnością, zapewnia odpowiednie warunki życia i pracy. Jest to możliwe, pod warunkiem że nie sprowadza się on wyłącznie do systemu najprostszego – naturalnego. Organizacje polskie i światowe, w tym Stowarzyszenie Polska Wentylacja, zalecają wentylację mechaniczną. Umożliwia ona ciągłą wymianę powietrza dostosowaną do potrzeb użytkowników, zapewnia dopływ świeżego powietrza bez hałasu i wyziębiania pomieszczeń i filtrację powietrza wchodzącego z zewnątrz.

Z punktu widzenia oszczędności zużycia energii i obniżania kosztów ogrzewania, warto zastosować system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (tzw. rekuperacji), zwłaszcza w budynkach, które przeszły termomodernizację.

AQUAPOL osuszanie murów
bezpłatna infolinia 800 808 828
www.aquapol.pl

Skąd się bierze wilgoć w domu?

Wilgoć jest wszechobecna w powietrzu. W mieszkaniu, jeżeli jest jej więcej niż tego potrzebuje człowiek, należy ją traktować jak substancję zanieczyszczającą powietrze. Nadmiar należy usuwać za pomocą wentylacji.

Zawartość pary wodnej w powietrzu może się znacząco zmieniać, przy czym maksymalna zawartość wilgoci w powietrzu zależy od ciśnienia atmosferycznego i temperatury.

Ze względów zdrowotnych i dla utrzymania komfortu cieplnego wilgotność względna powietrza w temperaturze 20-22 stopnie Celsjusza może wynosić 30-65%. W temperaturze około 26 stopni wilgotność nie powinna przekraczać 55%.

Gdy wilgotność przekracza 70%, warunki zaczynają sprzyjać powstawaniu grzybów i pleśni, które są szkodliwe dla ludzi i niszczą konstrukcję budynku.

Źródeł wilgoci w mieszkaniu jest wiele. Dostaje się ona do pomieszczenia wraz z powietrzem zewnętrznym, powstaje także w wyniku czynności wykonywanych przez domowników. Kąpiele, pranie, gotowanie produkują najwięcej pary wodnej. Także wszystkie organizmy żywe emitują wilgoć jako produkt metabolizmu.

Ile powietrza do wentylacji mieszkań?

Według normy PN-83/B-03430 strumień objętości powietrza wentylującego dla mieszkań określa się jako sumę strumieni powietrza usuwanego z pomieszczeń kuchni, łazienki, oddzielnego ustępu i ewentualnie garderoby, w temperaturze wewnętrznej zgodnie z PN-82/B-02402, bez uwzględnienia różnicy ciśnień spowodowanej działaniem wiatru.

W takich warunkach wymagany normatywny strumień powietrza wywiewanego (niezależnie od wielkości mieszkania) wynosi:

- kuchnia z oknem zewnętrznym wyposażona w kuchenkę gazową lub węglową - 70m^3/h
- kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażona w kuchenkę elektryczną - 30 m^3/h w mieszkaniu do 3 osób, - 50 m^3/h w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób.
- kuchnia bez okna zewnętrznego wyposażona w kuchenkę elektryczną - 50 m^3/h
- kuchnia bez okna zewnętrznego, wyposażona w kuchenkę gazową, obowiązkowo z mechaniczną wentylacją wywiewną - 70 m^3/h
- łazienka z wc lub bez - 50m^3/h
- oddzielny wc - 30m^3/h
- pomieszczenie bezokienne (garderoba) - 15m^3/h
- pokój mieszkalny oddzielony od pomieszczeń kuchni, łazienki i wc więcej niż dwojgiem drzwi lub pokój znajdujący się na wyższym poziomie w wielopoziomowym domu jednorodzinnym lub w wielopoziomowym mieszkaniu domu wielorodzinnego - 30 m^3/h. Wymiana powietrza w ciągu godziny powinna być równa co najmniej kubaturze pokoju.

Łączny strumień objętości powietrza wentylującego w zależności od układu mieszkania może wynosić:

- dla mieszkania typu A - 120m^3/h
- dla mieszkania typu B - 150m^3/h
- dla mieszkania typu C - 165m^3/h

mieszkanie typu A - lokal, gdzie łazienka i WC to jedno pomieszczenie, mieszkanie typu B - łazienka oraz WC to oddzielne pomieszczenia,
mieszkanie typu C - łazienka i WC jako oddzielne pomieszczenia oraz dodatkowo w tym mieszkaniu znajduje się pomieszczenie bezokienne.

Nocą strumień objętości powietrza wentylującego może być zredukowany do 20m^3/h/osobę.

Zaleca się projektowanie urządzeń, które pozwalają zwiększyć ilość powietrza usuwanego z kuchni w czasie jej użytkowania. Ich wydajnść powinna wynosić co najmniej 120 m^3/h.