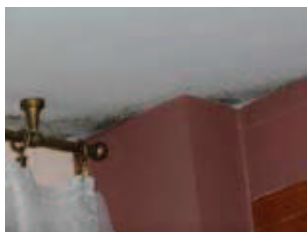


# Grzyby pleśniowe w oazach sprzyjającego mikroklimatu

Dr hab. inż., prof. nadzw. UZ Bohdan Stawiski, Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

## 1. Wprowadzenie

Wiadomo, że utrzymująca się w mieszkaniu podwyższona wilgotność powietrza prowadzi do pojawienia się grzybów pleśniowych. Typowymi miejscami rozwoju kolonii pleśni są najwilgotniejsze miejsca, a więc najchłodniejsze obszary, bo tam najdłużej trwa proces kondensacji, najpierw naroża przy suficie i podłodze (rys. 1, 2), a w następnej kolejności w narożach ścian lub



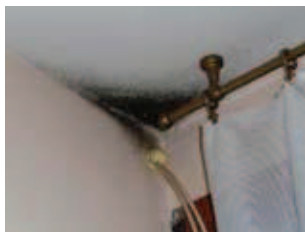
Rys. 1. Kolonie pleśni na suficie i ścianie



Rys. 2. Kolonie pleśni na ścianie przy podłodze



Rys. 3. Kolonie pleśni w narożu ścian ze stropodachem



Rys. 4. Grzyby pleśniowe na styku ścian ze stropodachem

ścian i stropodachu (rys. 3, 4). W skrajnych przypadkach także na powierzchniach ścian oddalonych od naroży (rys. 5). Taka kolejność pojawiania się pleśni jest typowa dla przypadków, gdy przegrody nie są obciążone znaczącymi usterkami w zakresie izolacji termicznych. W zasadzie nie jest podnoszony problem grzybów pleśniowych w mieszkaniach, w których wilgotność względna powietrza nie przekracza 40–50%.

Obliczeniowa temperatura punktu rosy na ścianie, przy wilgotności względnej powietrza 50% i temperaturze wewnętrznej 20°C wynosi 9,3°C. We współczesnych mieszkaniach, przy  $U < 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  i normowej temperaturze wewnątrz, nigdy nie zdarzy się na zewnątrz tak niska temperatura, aby na wewnętrznej stronie ściany



Rys. 5. Przemarza ściana pod parapetem okiennym (w miejscu mostka termicznego)

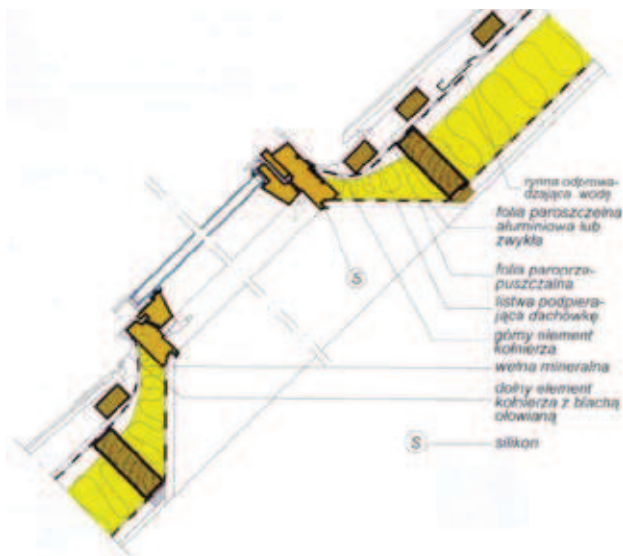
temperatura obniżyła się do 9,3°C, a więc za pojawienie się grzybów pleśniowych odpowiada wyłącznie wilgotność powietrza.

## 2. Przypadek rozwoju grzybów pleśniowych w pokoju o niskiej wilgotności względnej i dobrej izolacyjności termicznej

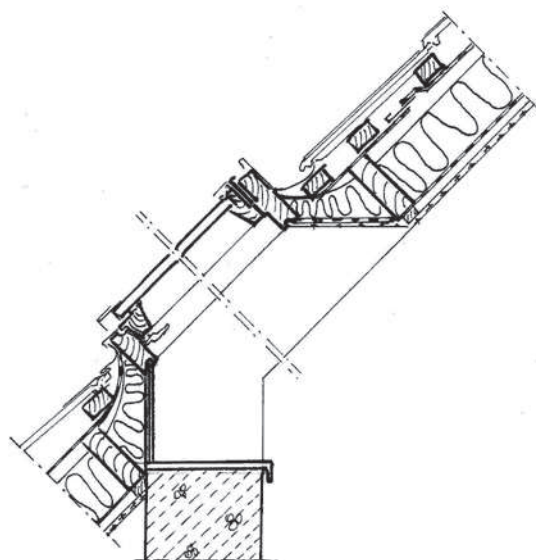
Pokój, w którym doszło do tak zwanego przemarzania, a mówiąc dokładniej do rozwoju grzybów pleśniowych, miał drobną wadę budowlaną polegającą na nieprawidłowym wykonaniu parapetu dolnego (rys. 6, 7).

Pomimo tej wady dopóki parapet pozostawał odsłonięty, to swobodny opływ powietrza uniemożliwiał rozwój grzybów pleśniowych. Pozioma płaszczyzna parapetu z czasem została zastawiona książkami, które zablokowały ruch powietrza przy oknie. Pomiędzy rzędem książek a oknem połaciowym powstała strefa z własnym mikroklimatem. Przede wszystkim niewielkie ilości skroplonej pary wodnej na detalach okna nie odparowywały szybko i nie były odprowadzone do wentylacji, zaczęła wzrastać wilgotność powietrza w tej strefie, proces kondensacji nie zatrzymywał się, doprowadziło to do rozwoju grzybów pleśniowych.

Po usunięciu książek z parapetu okazało się, że obszar ten (przy oknie) zamienił się w hodowlę różnych gatunków pleśni (rys. 8–11). W pomieszczeniu o wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 50% i temperaturze utrzymującej się na poziomie 19–20°C nastąpił gwałtowny rozwój grzybów pleśniowych. Przyczyną



**Rys. 6.** Okno połaciowe bez parapetu. Poprawny sposób wykonania [8]



**Rys. 7.** Okno połaciowe zaczyna się tuż nad ścianą kolankową, na której wykonano parapet; rozwiązanie jest obarczone błędem



**Rys. 8.** Poziomy parapet pod oknem połaciowym, utrudnia opływ powietrza



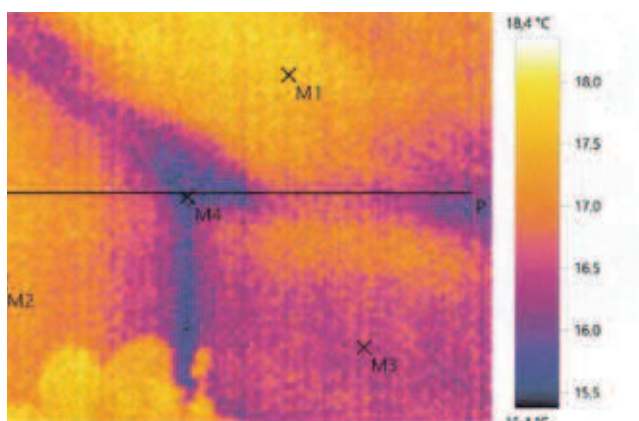
**Rys. 9.** Pionowa ścianka podokienna pokryta grzybami pleśniowymi



**Rys. 10.** Ościeżnice pokryte grzybami pleśniowymi



**Rys. 11.** Styk między szybą a ramą okienną wypełniał się kondensatem i zaopatrywał mikrostrzęfę w wodę niezbędną do rozwoju grzybów pleśniowych



ermogram potwierdza niewystarczającą ilość lub brak materiału izolacji termicznej

**Rys. 12.** Przykład termogramu, który został uznany za dowód na źle wykonaną termoizolację ściany ocieplonej od zewnątrz 12 cm styropianu;  $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

wytworzenia się opisanego mikroklimatu w obszarze okna połaciowego było zatrzymanie wentylacji przy oknie przez zastawienie parapetu książkami.

Na dowód słuszności opisanego zjawiska warto podkreślić, że w dwóch sąsiednich pokojach o takich samych warunkach ciepło-wilgotnościowych i takich samych parapetach nie doszło do rozwoju grzybów pleśniowych. Po usunięciu książek i zmyciu pleśni przegrody wyschły i nie pojawiły się już na nich grzyby pleśniowe. Podobnym problemem, jeszcze częściej spotykanym, jest zastąpienie ściany szafą wbudowaną lub meblościanką dosuniętą do ściany.

Do oceny przyczyny przemarzania często wykorzystywana jest metoda termograficzna pozwalająca rejestrować temperaturę na powierzchni ścian, drzwi, okien. Niewielkie różnice temperatury na ścianach i w narożach uznawane są często, niesłusznie, za błędy w wykonanej izolacji cieplnej. W jednym z sprawdzanych przypadków



**Rys. 13.** Pseudowentylacja grawitacyjna za pomocą rur spiro prowadzonych poziomo przez 2 m z łazienki i przez 8 m z przedpokoju

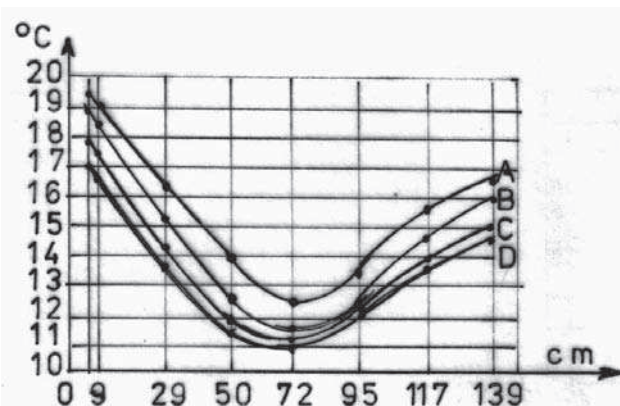
(ściany ocieplone 12 cm styropianu) stwierdzono różnicę temperatury w narożu i poza nim wynoszącą niecałe 2°C (rys. 12) i uznano to za błąd ocieplenia, zalecając jego naprawę. Absurdalne jest oczekiwanie, że na całej powierzchni ścian będzie taka sama temperatura. „Ekspert” wykonujący badania termowizyjne nie zainteresował się ani wilgotnością powietrza w mieszkaniu, ani sprawnością wentylacji. Jak wykazano w punkcie 1 przy prawidłowej wilgotności powietrza, aby doszło do kondensacji na powierzchni ściany, temperatura zewnętrzna musiałaby być niższa od temperatury bezwzględnej, co jest oczywistym absurdem.

Gdyby interpretacja termogramu była poprawna, to wniosek powinien być taki, że ocieplenie ściany wykonano właściwie. Maksymalna różnica temperatury między narożem i ścianą jest mniejsza od 2°C.

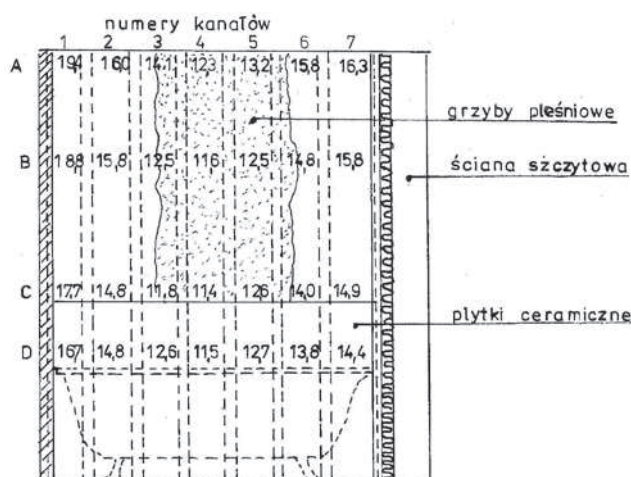
### 3. Przypadek rozwoju grzybów pleśniowych jako efekt błędnych przeróbek w mieszkaniu

W budynku 5-kondygnacyjnym z lat 90. XX w. zaprojektowana była wentylacja grawitacyjna z indywidualnymi przewodami. Okna zespolone drewniane zapewniały duży napływ powietrza, a kanały wentylacyjne, pomimo że mieszkanie jest na najwyższej kondygnacji, wyprowadzały je na zewnątrz. Nie było ognisk grzybów pleśniowych w mieszkaniu. Ostatnio przeprowadzono „modernizację” mieszkania polegającą na wymianie okien na szczelne bez nawiewników powietrza, obudowano grzejniki osłonami utrudniającymi wymianę ciepła, a wentylację „poprawiono” w taki sposób, że z sufitu łazienki wyprowadzono rurę spiro do przestrzeni wentylacyjnej stropodachu, a następnie przez zimną strefę poddasza, poziomo wyprowadzono ją na zewnątrz. Drugą rurę spiro poprowadzono z sufitu przedpokoju, poziomo około 8 m i wyprowadzono ją na zewnątrz (rys. 13).

Aby potwierdzić brak wentylacji w pomieszczeniach z rurami poziomymi, wykonano pomiary prędkości przepływu powietrza: przy zamkniętych oknach i drzwiach przepływu



**Rys. 14.** Temperatura powierzchni ściany z kanałami wentylacyjnymi jest zróżnicowana; pomiary wykonano na poziomach A, B, C i D (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) nr kanału; kanał nr 4 nie jest używany



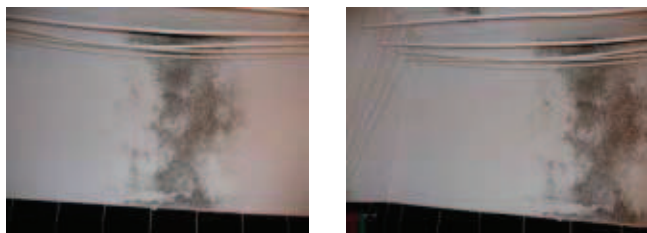
**Rys. 15.** Usytuowanie kanałów wentylacyjnych pionowych w ścianie łazienki na 5 kondygnacji; zakropkowano strefę pokrytą grzybami pleśniowymi

powietrza  $V = 0,0$  m/s, uchylenie okien nie skutkowało ruchem powietrza w przewodach, natomiast otwarcie drzwi wywoływało przepływ 0,2 m/s. Prawdopodobnie na wysokości 5 kondygnacji ruch powietrza w klatce schodowej wywołał pewne nadciśnienie, co wywołało ten nieznaczny ruch powietrza w poziomych rurach spiro. Brak wentylacji powoduje wzrost wilgotności powietrza, zwłaszcza w łazience. Jedną ze ścian w tym pomieszczeniu jest ściana z przewodami wentylacyjnymi. Pomiary temperatury na powierzchni tej ściany wykazały, że kanały środkowe nr 4 i 5 są wyziębione, prawdopodobnie nie są używane (rys. 14, 15).

Skutkiem błędnego rozwiązania (brak wymiany powietrza i wyziębiona ściana) było pojawienie się grzybów pleśniowych na ścianie (rys. 16, 17).

Ta sama ściana od strony pokoju jest zastawiona meblóścianką, ale stan ubrań w szafie i zapach stęchlizny świadczą o rozwoju pleśni za tym meblem.

Mechanizm rozwoju korozji biologicznej w mieszkaniu jest prosty. Kanały wentylacyjne pionowe w ubikacji



**Rys. 16, 17.** Kratka wentylacyjna w suficie podłączona do niesprawnej wentylacji, skutkiem braku wentylacji są grzyby pleśniowe na ścianie w łazience

i w kuchni na tyle skutecznie wentylują mieszkanie, że nie dochodzi do rozwoju pleśni poza łazienką. Podczas korzystania z łazienki wytwarza się dużo pary wodnej, która najpierw skrapla się na ścianie kominowej, a pozostała część musi być odprowadzona na zewnątrz przez sprawne kanały w kuchni i WC. Zanim do tego dojdzie, proces wykrapiania wody odbywa się na tych przegrodach, które są chłodne i nie mają swobodnego dopływu powietrza (za meblościanką). Wilgotne powietrze, które dostanie się do rur spiro, kondensuje się w nich (są zimne), a kondensat kapie z otworu wentylacyjnego w suficie.

#### 4. Podsumowanie

Przedstawiono dwa przypadki pojawienia się grzybów pleśniowych na ścianach zawinione przez użytkowników lokali. Zjawisko wytworzenia sprzyjającego mikroklimatu dla rozwoju grzybów pleśniowych nie jest często prezentowane w literaturze technicznej, a skutki zagrzybienia są takie same jak w przypadku popełnienia wyraźnych błędów budowlanych. Świadomość tego, jak łatwo jest wytworzyć zagrożenie dla własnego zdrowia, może uchronić przed stwarzaniem takich warunków i uczeniem się na własnych błędach.

Drugi przykład prezentowany wyżej świadczy o gorszym zjawisku, a mianowicie o tym, że błędne rozwiązania proponują często wykonawcy nie posiadający podstawowej wiedzy budowlanej. Jeszcze mniej optymistyczne jest obserwowane dość często przekazywanie do realizacji nowych projektów z podobnymi rozwiązaniami do opisanych wyżej. Projektanci nadużywają rozwiązania z użyciem rur spiro, całkowicie zapominając o podstawowych prawach fizyki, co źle świadczy o ich przygotowaniu zawodowym.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Stawiski B., Korozja biologiczna więźby dachowej jako efekt błędów projektowych w zakresie wentylacji, V Sympozjum PSMB, Kielce, 1999, str. 97–104
- [2] Żakowska Z., Piotrowska M., Goździecki T., Niebezpieczne właściwości grzybów mikroskopowych, VI Warsztaty Mykologiczno-Budowlane PSMB, Wrocław, 2008, str. 53–57
- [3] Budak A., Przegląd zakażeń wywołanych przez grzyby *Aspergillus*, Zakażenia 2/2005, str. 38043
- [4] Matkowski K., Grzyby chorobotwórcze najczęściej spotykane w budynkach. Ochrona budynków przed wilgocią i korozją biologiczną, PSMB Monografie, nr 3, Wrocław, 2010, str. 129–132
- [5] Nacko K., Wentylacja w budynkach mieszkalnych. Wymagania i zagrożenia, IV Warsztaty Rzecznawcy Mykologiczno-Budowlanego, PSMB, Wrocław, 2004, str. 69–84
- [6] Wiszniewska M., Skutki zdrowotne narażenia na grzyby pleśniowe, PSMB, Seria Monografie nr 10/2014, str. 246–253
- [7] Karyś J., Stasiak H., Grzyby pleśniowe występujące po powodzi na przegrodach budowlanych, VI Warsztaty Mykologiczno-Budowlane, PSMB, Wrocław, 2008, str. 19–27
- [8] Markiewicz P., Vademecum Projektanta, Archi-Plus, Kraków, 1998
- [9] Ważny J., Karyś J. i inni, Ochrona budynków przed korozją biologiczną, Arkady, Warszawa, 2001
- [10] Rymśza B., Biodeteriolacja pleśniowa obiektów budowlanych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2003
- [11] PN-83/B-03430/Az3: Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej
- [12] PN-89/B-10425: Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne

## DLA POPRAWY JAKOŚCI DRÓG LOKALNYCH

– Tymi spotkaniami chcemy zainicjować działania zmierzające do poprawy jakości dróg lokalnych poprzez wybór najbardziej ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań oraz połączenie ich z lokalnym potencjałem wykonawczym i miejscowymi surowcami – mówi Marek Surowiec, członek zarządu Grupy Ożarów S.A. – Zapraszamy samorządowców, inwestorów przemysłowych, środowiska akademickie, wykonawców i projektantów dróg oraz wszystkie podmioty gospodarcze zainteresowane wprowadzaniem efektywnych rozwiązań na drogach lokalnych.

**I LUBELSKA KONFERENCJA DRÓG BETONOWYCH** – Lublin, 25 października 2017 r., organizatorzy: Grupa Ożarów S.A., Wydział Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej, Stowarzyszenie Producentów Cementu, Chryso Poland

**II PODKARPACKA KONFERENCJA DRÓG BETONOWYCH** – Rzeszów, 29 listopada 2017 r., organizatorzy: Grupa Ożarów S.A., Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej, Stowarzyszenie Producentów Cementu, Chryso Poland

Zgłoszenia uczestników:

e-mail: drogibetonowe@ozarow.com.pl, tel. 501 035 014