

Wojciech Mniszek

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Jarosław Rogiński

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Wady konstrukcyjne budynków przyczyną zagrzybienia pomieszczeń

Streszczenie

Grzyby, w tym pleśnie, są poważnym zagrożeniem mikrobiologicznym dla zdrowia ludzi przebywających w pomieszczeniach zamkniętych. Najczęściej przyczynami rozwoju grzybów są wady konstrukcyjne budynków, które stwarzają warunki do ich rozwoju. W publikacji przedstawiono najczęściej występujące błędy konstrukcyjne budynków powodujące rozwój grzybów i sposoby ich unikania.

Słowa kluczowe: *grzyby w pomieszczeniach zamkniętych, błędy konstrukcyjne w budynkach*

Abstract

Fungi, including moulds are serious microbiological health hazard for people living in closed compartments. Construction of building defects are the most often causes of fungi growth in apartments and offices. In this publication the principal construction defects affecting fungi growth inside the buildings were discussed as well as the methods to avoid this hazard.

Keywords: *fungi in closed compartments, construction defects in buildings*

1. Wprowadzenie

Coraz częściej obserwuje się pogorszenie stanu zdrowia osób przebywających w pomieszczeniach tzw. zamkniętych. Dotyczy to zarówno mieszkań, biur, placówek służby zdrowia, lokali gastronomicznych i wszystkich innych miejsc stanowiących zamkniętą przestrzeń budowlaną. Zespół chorób, związanych z przebywaniem w „nadmiernie zanieczyszczonym środowisku wewnętrznym nazywa się chorobami związanymi z budynkiem (BRI – Building Related Illness)” [1]. Mają one miejsce przede wszystkim w przypadku budynków wyposażonych w źle eksploatowane systemy wentylacyjno-klimatyzacyjne. Wiele z chorób, których przyczyną jest przebywanie

w pomieszczeniach, może być spowodowana czynnikami, na które niejednokrotnie człowiek posiada wpływ. Można tu zaliczyć niehigieniczne nawyki, trzymanie w mieszkaniach różnych zwierząt, zbyt rzadkie wietrzenie mieszkań, itp. Część jednak jest wynikiem wielu przyczyn niezależnych od użytkowników pomieszczeń, a szczególnie wad konstrukcyjnych pomieszczeń, które sprzyjają rozwojowi grzybów, a w tym pleśni, które wytwarzają jedne z najbardziej znanych nam toksycznych substancji, czyli mykotoksyny. Często brak wiedzy o zagrożeniach, lekceważenie oznak złego samopoczucia decyduje o przegranej walce z zagrożeniami, które nieraz wydają się błahe. Znane jest pojęcie SBS, czyli „Sick Building Syndrome”, co w tłumaczeniu na język polski oznacza „Syndrom Chorego Budynku” [1]. Jest to niezbyt jeszcze poznany temat związany z problemami zdrowotnymi osób przebywających w budynkach. Fakt nazwania tak pewnej nowej jednostki chorobowej świadczy dobitnie o rosnącym znaczeniu zagadnienia. To, jak czuje się człowiek, uzależnione jest zarówno od rodzajów czynników szkodliwych, na które jest narażony, ale i od czasu narażenia, i liczby mikroorganizmów w powietrzu w pomieszczeniach. Najczęstszą drogą przenoszenia czynników biologicznych, prowadzącą do infekcji są bioaerozole. Składają się one głównie z elementów biologicznych oraz kropeł wody i innych zanieczyszczeń. Człowiek będący „celem ataku” przypuszczanego przez drobnoustroje może wchłonąć te bioaerozole przez układ oddechowy, skórę, oczy, czy też w mniejszym stopniu – włosy. To czy mieszkaniec lub użytkownik zachoruje, w jakim stopniu i na co, zależy nie tylko od czasu narażenia i stężenia bioaerozolu, ale i od cech osobniczych, przebytych chorób czy nawet rodzaju przebytej terapii, która niejednokrotnie zwiększa podatność na infekcję [2].

Ocenia się, że około 8 milionów osób zamieszkujących Polskę (w tym około 2,7 mln mieszkań) jest zagrożonych mikotoksynami i alergenami wydzielanymi przez grzyby pleśniowe [1], stanowi to wystarczająco poważny powód do obaw o utratę zdrowia z tego powodu.

Cytując definicję przyjętą przez Zespół Ekspertów ds. Czynniki Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. najwyższych dopuszczalnych stężeń i najwyższych dopuszczalnych natężeń należy powiedzieć, że „Szkodliwe czynniki biologiczne stwarzające zagrożenie zawodowe są to takie mikro- i makroorganizmy oraz struktury i substancje wytwarzane przez te organizmy, które, występując w środowisku pracy, wywierają szkodliwy wpływ na organizm ludzki i mogą być przyczyną chorób oraz dolegliwości pochodzenia zawodowego” [8]. Przytoczona wyżej definicja ogranicza się jedynie do środowiska pracy. Trudno jest jednak oddzielić od siebie środowisko pracy i zamieszkania, przecież i praca, i dom mogą jednocześnie nieść ze sobą różne zagrożenia. Często mogą się one na siebie nakładać stanowiąc poważny i niedoceniany problem.

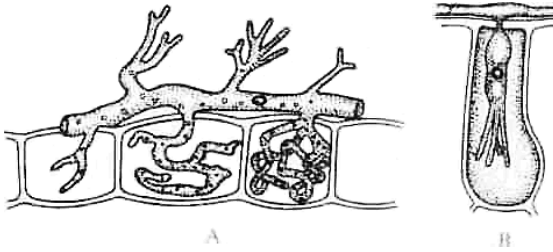
Już w latach trzydziestych ubiegłego wieku niemiecki uczony Bruno Schulze sformułował zakres dyscypliny naukowej pod nazwą biologia materiałów. Zajmuje

się ona relacjami pomiędzy materiałami a żywymi organizmami z uwzględnieniem zmian, które zachodzą w samych materiałach pod wpływem bakterii, grzybów i niektórych grup zwierząt [3]. Obecnie oddziaływanie organizmów na materiały budowlane jest dosyć dobrze poznane. Budynki pod względem biologicznym stanowią siedlisko dla wielu różnych organizmów. Ze względu na zróżnicowany mikroklimat można tam wyodrębnić wiele przestrzeni nazywanych niszami ekologicznymi. To ich charakter warunkuje możliwość lub jej brak dla rozwoju życia różnych organizmów. Mają na to wpływ zarówno rodzaje użytych materiałów budowlanych, wykończeniowych, jak i wady konstrukcyjne budynków oraz wiele innych czynników fizycznych i chemicznych, które działają w obrębie tych przestrzeni. W tej publikacji ograniczono się do wad konstrukcyjnych budynków i niektórych nawyków mieszkańców, które to czynniki sprzyjają rozwojowi grzybów, a w tym pleśni.

2. Charakterystyka grzybów i ich siedlisk

Grzyby to organizmy pozbawione chlorofilu, rozwijające się na roślinach i zwierzętach, często wywołując przy tym różne choroby [4]. Nauka o grzybach to mikologia. Jej pionierem był Włoch Per Antonio Micheli (1679–1737), który, będąc nadwornym botanikiem księcia Toskanii, jako pierwszy nadał nazwy rodzajowe niektórym grzybom (*Aspergillus* oraz *Mucor*). W 1878 roku botanik i leśnik niemiecki wykazał, że gnicie drewna powodują tylko grzyby [3]. Grzyby stanowią liczną grupę obejmującą, około 100 tysięcy gatunków (jest to jedynie wartość szacunkowa). Ze względu na brak możliwości fotosyntezy są cudzożywne (heterotrofy). Występują we wszystkich niemal środowiskach. Są obecne na lądzie, w wodzie słodkiej i nieliczne w słonej. Najwięcej występuje ich w glebie [9]. Tryb życia grzyba ma charakter pasożytniczy, saprofityczny lub symbiotyczny. Ściany komórkowe zbudowane są, podobnie jak u owadów z chityny, nieraz celulozy. Występują jako organizmy jednokomórkowe lub wielokomórkowe plechowate zbudowane ze strzępek wielojądrowych albo podzielonych na komórki. Grzyby, które pasożytują na roślinach, wytwarzają grzybnię w obrębie ich tkanek miękkich. Rozwija się ona w przestrzeniach międzykomórkowych zapuszczając do żywych komórek krótkie ssawki, zwane haustoria (rys. 1).

Pleśniaki to grzyby, które przypominają swoją budową glony z grupy zielenic, dlatego też funkcjonują równolegle inne ich nazwy – grzyby glonowe lub ostatnio częściej glonowce. Glonowce to komórczaki, tzn. ich plecha zbudowana jest z wielojądrowej komórki, tworzącej rozgałęzione, rurowate strzępki, nie podzielone jednocześnie ścianami poprzecznymi. Ich ściany komórkowe zawierają chitynę oraz celulozę. Natomiast niektóre gatunki mają ściany zbudowane wyłącznie z celulozy. Są saprofitami. Żyją zatem na rozkładających się szczątkach roślinnych



Rys 1. Ssawki grzybów pasożytniczych unikające do komórek żywiciela
<http://adam.imir.agh.edu.pl/staff/rudnicki/Joasia/mycophyta/grzyby.btm>

i zwierzęcych lub jako pasożyty roślin i zwierząt. Powodują między innymi poprzez fermentację mineralizację materii organicznej.

Ogólnie należy stwierdzić, że grzyby to organizmy, które muszą mieć stały dostęp do pokarmu obecnego w podłożu, na którym się rozwijają. Proste cukry czy też aminokwasy są bezpośrednio pobierane przez strzępki natomiast te składniki pożywienia, które wykazują strukturę złożoną, np. celuloza, mogą być wykorzystane dopiero po ich wcześniejszym rozłożeniu na proste związki. Aby tego dokonać grzyby potrzebują energii, podobnie jak inne organizmy żywe. Wszystkie grzyby czerpią tlen konieczny do tego procesu z powietrza lub tlen rozpuszczony w wodzie. Nie ma wśród grzybów bezwzględnych beztlenowców. Natomiast nie potrzebują one do życia dużych ilości składników pożywienia. W 1983 roku R.N. Smith i L.M. Nadim przeprowadzili badania, które dowiodły, że grzyby pleśniowe mogą w przeciągu od 2 do 3 tygodni rozwinąć się na czystym szkle, na którym pozostawione będą chociażby odciski palca. Jest zatem rzeczą oczywistą, że tak bogate w składniki organiczne przedmioty, jakimi są materiały budowlane lub też powłoki malarskie i inne wykończenia ścian, podłóg stanowią w odpowiednich warunkach doskonale podłoże do ich rozwoju [3].

Życie grzyba składa się z kilku faz:

- faza wegetatywna, czyli wzrost,
- faza generatywna, na którą składa się:
 - o owocowanie (powstawanie owocników zawierających zarodniki);
 - o tworzenie konidii służących do wegetatywnego rozmnażania się wśród grzybów niedoskonałych.

Na rozwój grzybów wpływa wiele czynników. Można do nich zaliczyć:

- temperaturę,
- wilgotność względną powietrza,
- wilgotność podłoża,
- światło,
- ciśnienie hydrostatyczne,
- promieniowanie,
- kwasowość i zasadowość środowiska.

Trudno stwierdzić, który czynnik ma największy wpływ na tempo rozwoju. Z pewnością zarówno temperatura i wilgotność są tymi parametrami, które w największym stopniu determinują możliwości rozwoju grzybów.

Zakres temperatur, w których możliwy jest wzrost grzybów jest ograniczony, ale szeroki. Liczne obserwacje wskazują, że nawet w temperaturze poniżej 0°C grzyby mogą przetrwać. Nie mają one wprawdzie możliwości rozwoju, ale mogą przetrwać. Temperatury przekraczające natomiast wartości, w których i organizm ludzki nie może już funkcjonować, a więc 50°C są barierą przy której większość grzybów zamiera lub przynajmniej zahamowuje swój wzrost. Są jednak grzyby tzw. termofilne, które mogą rozwijać się jedynie w wyższych temperaturach. Przedstawicielem tej grupy jest grzyb z podgromady workowców *Thermoascus aurantiacus*. Może on rozwijać się dopiero w temperaturach 20–35°C, optymalne warunki ma w zakresie od 40 do 46°C, a możliwy jest wzrost nawet w przedziale pomiędzy 55–62°C. Badacze amerykańscy zbadali żywotność zarodników workowych i konidiów u grzybów z rodzaju *Aspergillus*, które ogrzewano przez 10 minut w różnych temperaturach. W wyniku tych obserwacji można z całą pewnością stwierdzić, że nawet tak wysoka temperatura jak 70°C, nie dająca praktycznie szans na rozwój innych organizmów, nie zahamowuje kiełkowania zarodników tego grzyba [5]. Jest to jedynie informacja pokazująca zakres tolerancji temperaturowej grzybów. W normalnych warunkach takie temperatury nie występują w pomieszczeniach. Wilgotność jest drugim ważnym parametrem wpływającym na możliwości rozwojowe grzybów. Przy czym ważna jest zarówno wilgotność podłoża jak i wilgotność względna powietrza. Oba te czynniki współdziałają ze sobą i poziom tego oddziaływania zależy od higroskopijności podłoża. Ten temat bardzo dokładnie omówiony jest w [3]. Nie wnikając zatem w szczegóły, można powiedzieć, że grzyby mogą rozwijać się już przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej 60% oraz większej. Zatem jest to niezwykle istotna informacja dla użytkowników pomieszczeń. Przekroczenie tej wartości powoduje nieodwołalnie wzrost grzybów na materiałach budowlanych i wykończeniowych. Dotyczy to zarówno mieszkań, domów jak i budynków użyteczności publicznej czy też pomieszczeń inwentarskich, w których to przebywają zarówno zwierzęta, jak i ludzie. Światło wpływa stymulująco, hamująco lub też nie ma znaczenia dla rozwoju grzybów. Jednak patrząc na to, gdzie ich występuje najczęściej – lasy, można wnioskować, że większość grzybów choć potrzebuje światła, to jednak niezbyt intensywnego. Wpływ ciśnienia, choć ma znaczenie, to jednak jest najmniej zbadanym czynnikiem. Większość grzybów lubi środowisko poniżej pH=7, a więc można by przyjąć, że bardziej odpowiada im środowisko kwaśne. Grzyby, które rozkładają drewno najlepiej czują się przy pH=3. Należy jednak zaznaczyć, że są wśród grzybów takie, które lubią środowisko nawet o wartości bliskiej pH=1, ale są i takie, które rosną przy pH 11 [3].

Miejsca występowania grzybów w pomieszczeniach są wielorakie. Wszędzie tam, gdzie jest wilgoć i choćby „film” substancji organicznej w postaci np. wyschniętej kropli soku owocowego czy też strzępek kartki papieru następuje wzrost grzybów. Doskonale czują się w zbiorach bibliotecznych. Rzadko ruszane książki, fotografie czy celuloide, zbyt duża wilgotność i dodatnie temperatury to doskonałe warunki do ich rozwoju. To człowiek swoim niedbałym postępowaniem przyczynia się do rozwoju grzybów. Nie obywają się to jedynie kosztem książek. Człowiek pracujący w tych pomieszczeniach jest również zagrożony atakiem grzybów i pleśni. „Pierwszym objawem szkodliwego działania grzybów pleśniowych mogą być schorzenia dróg oddechowych, zapalenie spojówek, bóle stawów, osłabienie odporności i chroniczne zmęczenie. Później mogą się pojawić poważniejsze choroby, które noszą nazwę grzybic. W sytuacji nieprawidłowych warunków magazynowania grzyby mogą być wtedy przyczyną grzybic powierzchniowych: skóry, włosów, paznokci, zapalenia spojówek. „Grzyby są też silnymi alergenami i u osób z atopią mogą wywołać alergiczne zapalenie spojówek, nosa i gardła, astmę oskrzelową oraz skórne choroby alergiczne. W dużych stężeniach niektóre gatunki grzybów produkują aflatoksyny o potencjalnym działaniu rakotwórczym” [2].

Początek wieku XIX to czas pierwszych udokumentowanych badań pod kątem szkodliwości grzybów w budynkach. Najpierw w Kopenhadze potem w Padwie badacze wykryli obecność grzybów z rodzaju *Penicillium*, *Cladosporium* i *Mucor*. Natomiast z początkiem lat 50. ubiegłego wieku P.J. van der Werff porównał występowanie grzybów w powietrzu na zewnątrz i wewnątrz budynków w czterech różnych miejscowościach (tab. 1). Z dokonanego zestawienia wynika, że we wnętrzach budynków, a szczególnie w trzech z badanych liczba gatunków grzybów była większa, co oznacza, że budynki te są bardziej zawiłgocone, a ludzie w nich mieszkający przebywają w bardziej niezdrowym otoczeniu [3].

Tab. 1. Porównanie liczb gatunków grzybów w powietrzu wewnątrz i na zewnątrz budynków w czterech miejscowościach Holandii [3]

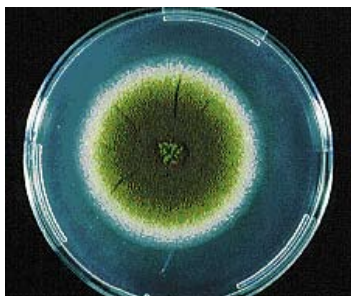
Miejscowość	Powietrze wewnątrz budynków	Powietrze na zewnątrz budynków
Deotinchem	9 gatunków	7 gatunków
Limburg	17 gatunków	13 gatunków
Enschede	14 gatunków	9 gatunków
Amsterdam	7 gatunków	10 gatunków

Niektóre grzyby występujące w pomieszczeniach wytwarzają mikotoksyny, które są grupą wtórnych metabolitów pleśni, a które z kolei mają ostre działanie rakotwórcze. Są to zwłaszcza grzyby z rodzaju *Cladosporium*, *Penicillium* (rys. 1), *Aspergillus* (rys. 2) i *Alternaria*. Do mikotoksyn wywołujących działanie mutagenne, karcinogenne i teratogenne w organizmie człowieka należą: aflatoksyny,

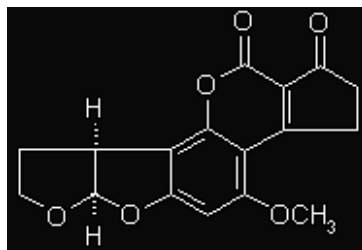
ochratoksyny, trichotecyny i fumonisyny. Jedną z najsilniejszych znanych trucizn jest aflatoksyna (rys. 3). Jej działanie zostało dokładnie przebadane. Aflatoksyna wytwarzana jest przez pleśń *Aspergillus* i *Penicillium*.



Rys. 1. Kolonia *Penicillium* na powierzchni pomarańczy
(<http://www.mycology.adelaide.edu.au/gallery/photos/pen1.html>)



Rys. 2. Kolonia grzyba *Aspergillus flavus*.
([http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_\(hyaline\)/Aspergillus/flavus](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_(hyaline)/Aspergillus/flavus)).



Rys. 3. Aflatoksyna B₂; C₁₇H₁₄O₆; silnie muta- i teratogenna, rozkłada się dopiero w ok. 300°C.
(<http://www.gronkowiec.pl/aflatoksyna.html>)

Zarodniki grzybów do pomieszczeń mogą dostać się w różny sposób. Same materiały budowlane w trakcie budowy mogą ulec zainfekowaniu grzybami, wówczas gdy są przechowywane na zewnątrz i niezabezpieczone przed kontaktem z podłożem, na którym są składowane. Również w trakcie eksploatacji przewietrzanie pomieszczeń przyczynia się do migracji konidiów grzybów ze środowiska zewnętrznego do wnętrza pomieszczeń. Jeżeli tam napotkają na sprzyjające warunki to zaczyna się ich rozwój.

Często błędy na etapie projektowania lub w trakcie budowy przesądzają o tym, że znajduje się miejsce, w którym bez przeszkód i praktycznie niezauważalnie następuje rozwój grzybów. Wystarczy skondensowana para wodna na dowolnej powierzchni, która może tworzyć się w źle izolowanych kanałach wentylacyjnych, na wewnętrznych powierzchniach okien, na fugach w łazienkach, na sufitach w domach, w których użytkowana jest tylko jedna kondygnacja przy jednoczesnej niedostatecznej izolacji stropu, itd. Doskonałym podłożem mogą być magazynowane w pomieszczeniach kuchennych, spiżarniach, piwnicach, na strychach

i w magazynach warzywa, owoce, zboża i inne produkty żywnościowe. Siedlisk grzybów może być wiele. Dużym problemem są budynki na terenach popowodziowych. Tam grzyby napotykać szczególnie dobre warunki do rozwoju. Wielka powódź, która nawiedziła nasz kraj w roku 1997 spowodowała, że wiele domów, zwłaszcza podpiwniczonych, stało się bombą mikrobiologiczną. To właśnie piwnice tych domów są wylęgarnią grzybów pleśniowych, które stamtąd przedostają się do domów bez żadnych przeszkód i są przyczyną wielu schorzeń nie zdających sobie z tego sprawy użytkowników.

W wielu krajach prowadzone są badania mające na celu ustalenie faktycznej skali problemu. W Polsce zagadnienie to najobszerniej zbadali Smyk i Rywotycki [3]. Efektem badań przeprowadzonych w uprzemysłowionym budownictwie mieszkaniowym na terenie Krakowa była wydana w 1983 roku publikacja. Dokonali w niej w oparciu o dostępną literaturę zestawień liczby rodzajów grzybów w mieszkaniach w Krakowie i w Wielkiej Brytanii. Oznaczyli 25 rodzajów grzybów, które należą do 54 gatunków (tab. 2). Z porównania danych zawartych w ostatnim wierszu tabeli wynika, że w obydwu krajach liczba gatunków grzybów, stwarzających zagrożenie dla zdrowia jest duża. Jest to o tyle ważne, że w bardzo dużym tempie rośnie ilość chorób nowotworowych, na które zapada współczesny człowiek, a mikotoksyny mogą być jedną z przyczyn tego zjawiska. To właśnie przebywanie w pomieszczeniach „nafaszerowanych” mikotoksynami może być przyczyną tego stanu rzeczy. Ludzie zamieszkujący te pomieszczenia w ogóle nie zdają sobie sprawy z zagrożeń.

Tab. 2. Porównanie zbiorów grzybów wyizolowanych z powietrza mieszkań angielskich i szkockich ze zbiorem grzybów wyizolowanych w uprzemysłowionym budownictwie mieszkaniowym na terenie Krakowa [3]

Wyszczególnienie	Grzyby z mieszkań w Krakowie	Grzyby z mieszkań angielskich i szkockich
Liczba rodzajów grzybów łącznie	25	40
Liczba gatunków grzybów łącznie	54	54
Liczba rodzajów grzybów wyizolowanych w obydwu krajach	15	15
Liczba gatunków grzybów wyizolowanych w obydwu krajach	13	13
Liczba gatunków grzybów rozkładających drewno	4	0
Liczba gatunków grzybów szkodliwych dla zdrowia	24	26

Każdy potrafi opisać zagrożenia wywołane paleniem tytoniu, zanieczyszczeniem powietrza różnego rodzaju substancjami, produkowanymi przez przemysł i samego człowieka. To, co kryją w sobie mury przeciętnego domu jest czasem zupełnie niewidoczne. Wiedza na ten temat jest mała lub żadna. Nawet fachowe poradniki adresowane do przeciętnego człowieka często nie poruszają tego za-

gadnienia więc w książce pod tytułem *Rodzinna encyklopedia zdrowia* nie ma nawet hasła „grzyby”, czy „grzybice”, choć wiadomo, że są to obecnie dolegliwości trapiące dużą liczbę ludzi. Trudno więc wygrać walkę z wrogiem, o którym się nic nie wie lub prawie nic. Mikotoksyny znajdują się nie tylko w powietrzu, którym się oddycha. Pożywienie na wszystkich etapach jego wytwarzania i magazynowania, łącznie z przechowywaniem w domach jest narażone na ataki grzybów. Mikotoksyny występują we wszystkich porażonych nimi produktach.

Nie wszystkie z nich są groźne dla zdrowia. Część z nich, choć nie powoduje śmiertelnych chorób może przyczynić się do występowania poważnych alergicznych chorób układu oddechowego (AZPP, astmy oskrzelowej, nieżyty nosa) u osób narażonych na pył ze spleśniałych surowców i materiałów. Jednak duża ich grupa to właśnie omawiane już wcześniej gatunki. Nie ma zatem możliwości całkowitej ucieczki przed nimi. Należy jednak podejmować wysiłki, aby choć w części rozwiązać problem zagrożenia ludzi ze strony grzybów.

3. Konstrukcja i użytkowanie pomieszczeń przyczyną rozwoju grzybów

Prawidłowo wykonany projekt przez architekta już na wstępie musi uwzględniać możliwy wpływ czynników zewnętrznych na materiały budowlane. Jak ważny jest to problem niech świadczy fakt, że ustawodawca w jednym z najważniejszych aktów wykonawczych, a mianowicie w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, poświęcił temu zagadnieniu osobny rozdział zatytułowany „Ochrona przed zawilgoceniem i korozją biologiczną”. Najpoważniejszym źródłem zagrożeń biologicznych są ponad wszelką wątpliwość grzyby. Nie jeden raz zdarzyło się każdemu z nas obserwować stare zagrzybiałe budynki. Wydaje się też, że takie coś może zdarzyć się tylko u kogoś – my przecież dbamy o nasz dom. Nic bardziej błędnego. To, co jest najbardziej uderzające w tematyce związanej z zagrożeniami ze strony grzybów dla zdrowia człowieka to fakt, że nie są to zagrożenia w pełni doceniane, a co za tym idzie zagrożenie jest o wiele większe.

Warunki, które zachęcają grzyby do wzrostu to wilgotność względna powietrza powyżej 60%, wytwarzanie się na powierzchniach ścian i okien wilgotnej powłoki lub pary i dodatnie temperatury. Powierzchnie wilgotnieją wówczas, gdy stworzy się warunki do osiągnięcia temperatury punktu rosy. Dzieje się tak dlatego, że na skutek niedostatecznej izolacji przegród budowlanych, niska temperatura panująca na zewnątrz przenika do wewnętrznych elementów przegrody. Jeżeli wewnątrz pomieszczenia jest intensywnie ogrzewane, wówczas dochodzi do skraplania wilgoci

na tych powierzchniach i tworzy się tym samym doskonały klimat do rozwoju grzybów. Warunki takie mogą powstawać niemal wszędzie. Najgorszymi miejscami są takie, których nie widać, np. kanały wentylacyjne, poddasza, zakamarki piwnic, itp. Wówczas nic nie wiadomo mieszkańcom o niechcianym sąsiedztwie.

Grzyby pleśnie atakują nie tylko stare, nieogrzewane domy. Coraz częściej zdarza się to w nowo oddanych domach, w niedawno remontowanych łazienkach czy też innych obiektach. Wynika to z wielu czynników i każdy z nich ma jakiś swój wkład. Można je podzielić na błędy budowlane, projektowe, prace remontowe prowadzone w eksploatowanych już budynkach oraz niewłaściwe użytkowanie lokali.

Błędy, które najczęściej przytrafiają się projektantom to:

- brak zapewnienia doprowadzenia odpowiedniej ilości świeżego powietrza do pomieszczeń lub też zaprojektowanie pomieszczeń, które pozbawione są wentylacji,
- niewłaściwy dobór materiałów,
- niewłaściwe zaprojektowanie zabezpieczeń chroniących budynek przed wilgocią i zmianami temperatury (zwłaszcza piwnic i stropów).

Często na etapie realizowania budowy popełnia się takie błędy jak:

- mostki cieplne, polegające na zbyt słabym izolowaniu jakiegoś elementu, np. niewykonanie izolacji ściany w obrębie otworów okiennych lub drzwiowych,
- składowanie materiałów budowlanych bezpośrednio na mokrym podłożu, np. glebie zawierającej zarodniki grzybów,
- zbyt krótki cykl budowy,
- błędna technologia wykonywania robót tzw. mokrych wewnątrz budynku w okresie zimowym, z jednoczesnym brakiem ogrzewania w tym okresie,
- stosowanie materiałów na wykończenia, które nie posiadają możliwości akumulacji wilgoci oraz jej oddawania (tapety winylowe, ceramiczne płytki, itp.),
- instalowanie drzwi wewnętrznych w budynku bez wyposażenia je w otwory umożliwiające właściwą wentylację pomiędzy pomieszczeniami.

Na etapie eksploatacji pomieszczeń mieszkalnych błędów do zrobienia jest wiele. Największe „grzechy” to (jak się wydaje) zbyt szybkie zasiedlanie mieszkań zaraz po ukończeniu budowy. Ma to związek z dzisiejszą sytuacją na rynku deweloperskim, gdzie bardzo istotną sprawą jest szybkie przekazanie lokalu. Mieszkania nie mają możliwości naturalnego „sezonowania”, czyli odparowania wody zawartej w materiałach budowlanych. Wiele mówi się o prawidłowej wentylacji pomieszczeń, która warunkuje często zachowanie określonej wilgotności względnej. Aby ją zachować należy spełnić szereg warunków [7], a przede wszystkim:

- trzeba zapewnić możliwość dopływu świeżego powietrza do pomieszczeń,
- nie należy montować zupełnie szczelnych okien,
- każde pomieszczenie powinno mieć własną kratkę wentylacyjną,

- kanały wentylacyjne powinny być usytuowane przy samym wylocie z poszczególnych kratok,
- kanały wentylacyjne muszą być izolowane na tyle skutecznie, aby:
 - umożliwić wytworzenie się naturalnej różnicy temperatur pomiędzy wlotem a wylotem, co jest koniecznym warunkiem do prawidłowego przepływu powietrza,
 - nie dopuszczać do zbyt dużych różnic temperatur pomiędzy wnętrzem domu a wnętrzem kanału wentylacyjnego (temperatura punktu rosy),
- wysokość komina ponad kalenicę winna być tak dobrana, aby zapewniała prawidłowy ciąg, ale niezbyt wysoka, bo doprowadza to do tworzenia mas zbyt zimnego powietrza, które z kolei blokują prawidłową wymianę,
- dobór mocy grzejnej kotła i grzejników (zbyt mała różnica temperatur pomiędzy pomieszczeniem a wnętrzem komina utrudnia lub wręcz uniemożliwia przepływ powietrza w odpowiednim kierunku).

Najsukuteczniejszą jednak bronią jest niedopuszczanie do zasiedlania się grzybów, a więc tworzenie takich warunków fizycznych i rozwiązań konstrukcyjnych, które połączone z czujnością użytkownika stworzą realną przewagę nad tym czynnikiem szkodliwym dla ludzkiego zdrowia. Niestety, nie zawsze jest to wykonalne. Czasem nawet dobra konstrukcja i prawidłowe użytkowanie nie zapobiegą nieraz przypadkowym zagrzybieniom. Należy wówczas niezwłocznie zaopatrzyć się w środek grzybobójczy i przystąpić do likwidacji grzyba. Nie wolno czekać ani chwili, gdyż to nie sam grzyb obecny na ścianie stwarza zagrożenie, ale to czego nie widać „gołym okiem” – jego zarodniki i mikotoksyny. Przy poważniejszym zagrzybieniu należy wezwać firmę specjalizującą się w tego typu pracach, gdyż z jednej strony zrobi to w sposób profesjonalny, a więc skuteczny, a z drugiej jest to praca z preparatami chemicznymi, często będącymi na bazie chloru czy siarczaniu miedzi, stwarzającymi duże zagrożenie dla osób nieprawidłowo zabezpieczonych przed kontaktem z nimi. Na rysunkach 4, 5 i 6 przedstawiono zdjęcia wykonane w jednym z domów na terenie gminy Myślenice na południe od Krakowa. Zrobiono je w domu dwukondygnacyjnym z częściowym podpiwniczeniem. Stolarka okienna wykonana z PCV. Zamieszkuje w nim rodzina składająca się z trzech osób dorosłych oraz trójki dzieci w wieku od siedmiu do piętnastu lat. Od dawna występują w tym domu okresowe zagrzybienienia. Kratka wentylacyjna została dorobiona w późniejszym okresie i nie spełnia swej roli, pomimo tego jak widać na zdjęciu, właściciele w obawie, że zbyt dużo ucieka ciepła przytykają kratkę. Raz jest to folia, innym razem gazeta, ale zawsze zimną kratka jest zasłonięta. W dwóch pokojach, służących za sypialnię, widoczna jest pleśń grzyba. W kuchni okresowo zimną również przysłonięta jest kratka wentylacyjna, widoczne i wyczuwalne są pleśnie. Dom został wybudowany samodzielnie przez amatorów. Jedynie stropy i dach wykonywała ekipa budowlana. Nietrudno jest domyśleć się dlaczego ściany tego domu wyglądają tak, jak pokazano na zdjęciach.

Domów podobnych do tego jest na tym terenie i w innych miejscach Polski sporo. Z własnych obserwacji wynika, że mieszkańcy tych zaniedbanych pomieszczeń nie należą do bardzo ubogich. Niejednokrotnie temperatura wewnątrz pomieszczeń w okresie grzewczym była stanowczo zbyt wysoka. Dziwi zatem „zapobiegliwość”, która karze zakrywać kratki i wymieniać okna na zbyt szczelne.



Rys. 4. Przysłonięta folią kratka wentylacyjna w łazience z widocznymi fragmentami grzyba.

(Zbiory własne. 2006)



Rys. 5. Widoczne wyraźne zagrzybienia pod sufitem w narożu pokoju sypialnego.

(Zbiory własne. 2006)

Rys. 5. Sufit łazienki wykonany styropianowymi płytami z widocznymi śladami grzyba na złączeniach płyt.

(Zbiory własne. 2006)



4. Podsumowanie i wnioski

To, że pomieszczenia, które winny kojarzyć się raczej z poczuciem bezpieczeństwa, stwarzają dla swoich lokatorów mnóstwo zagrożeń wiadomo od dawna. Choć jak należy sądzić, nie wszyscy rozumieją ten problem tak samo. W większości, domowe zagrożenia kojarzą się raczej z typowo fizycznymi zdarzeniami typu pożar, poparzenia, albo co najwyżej zatrucia tlenkiem węgla. Pleśń w mieszkaniu jest rzeczą wstydliwą, ale kratka wentylacyjna kojarzy się najczęściej tylko z utratą „tak cennego ciepła”. Niegdyś budowanie domostw było sztuką, dzisiaj to często jedynie

interes. Pracownicy, którzy wykonują poszczególne etapy budowy, zaznajamiają się jedynie z technicznymi umiejętnościami mającymi na celu jak najszybsze oddanie obiektu inwestorowi. Pracownicy budowlani często nie posiadają wiedzy, więc nie potrafią pracy wykonać w taki sposób, aby jej efektem był bezpieczny i postawiony zgodnie z zasadami dom mieszkalny. Brak jest szkół z prawdziwego zdarzenia, które kształciłyby adeptów tej sztuki w sposób interdyscyplinarny. Bo budowa, zwłaszcza w dzisiejszych czasach, w których mamy tak duże ilości materiałów budowlanych o bardzo różnych charakterystykach, to nie tylko zwykła robota, to fach, który odpowiednio wykonywany daje mieszkańcom wybudowanych domów poczucie bezpieczeństwa. Osoby biorące udział w którymkolwiek etapie, związanym z budową powinny posiadać szeroką wiedzę, bo tylko ona daje pewność inwestorowi, że otrzyma budynek bezpieczny. Inwestor przecież nie jest w stanie skontrolować każdego etapu budowy, zwłaszcza, że najczęściej nie ma odpowiedniej wiedzy i nie wie na co zwracać szczególną uwagę.

1. W programach nauczania dla techników i inżynierów budowlanych powinno się wprowadzić przedmioty traktujące o zagrożeniach biologicznych występujących w pomieszczeniach, a szczególnie w takich, które nie spełniają kryteriów ograniczających występowanie tych zagrożeń.
2. Do szczególnie istotnych błędów budowlanych, które sprzyjają rozwojowi szkodliwego dla człowieka życia biologicznego w pomieszczeniach zaliczyć można:
 - niewłaściwe zabezpieczenie przeciwwilgociowe piwnic,
 - niewłaściwy drenaż przeciwwilgociowy budynku lub wręcz jego brak,
 - zbyt małą ilość otworów wentylacyjnych w pomieszczeniach lub zbyt małe przekroje,
 - brak izolacji kanałów wentylacyjnych, a co za tym idzie kondensacja wilgoci na ścianach kanałów,
 - niewłaściwą wysokość, zbyt małą średnicą lub błędne zakończenie kanałów wentylacyjnych, które z tych powodów nie zapewniają właściwego ciągu,
 - brak zabezpieczeń kanałów wentylacyjnych (np. zadaszenia/okapturzenia), co jest powodem ich zalewania w trakcie opadów atmosferycznych,
 - wadliwe uszczelnienie miejsc zetknięcia połączenia dachu z kanałem wentylacyjnym,
 - niewłaściwa izolacja stropów nad ostatnią kondygnacją,
 - mostki termiczne wokół okien i drzwi,
 - złe wykonanie ścian zewnętrznych pozwalające na penetrację wody opadowej do wnętrza,
 - niewłaściwy montaż rynien (brak odpowiedniego spadku, nieszczelności),
 - montaż drzwi wyposażonych w uszczelniacze w łazienkach i kuchniach,
 - montaż progów w drzwiach wewnątrz lokali mieszkalnych i użytecznych,
 - brak wentylacji podpodłogowej w budynkach bez podpiwniczenia,
 - brak wentylacji przestrzeni dachu,

- składowanie materiałów budowlanych w trakcie trwania budowy bezpośrednio na gruncie,
- montaż konstrukcji dachu z niewłaściwie zabezpieczonego drewna,
- nieszczelności instalacji wodnej,
- montaż zbyt szczelnej stolarki otworowej.

Równie często sami lokatorzy czy też użytkownicy stwarzają swoim postępowaniem doskonale warunki do rozwoju różnych organizmów, które wcale nie mają zamiaru za gościnność się odwdziżyć. Przyroda, a raczej natura nie zna sentymentów. Z pewnością wielu nieszczęść związanych z chorobami udałooby się uniknąć, gdybyśmy większą uwagę poświęcali naszym czterem kątom. Warto czasem zaglądnąć do zakamarków naszego mieszkania, odchylić rzadko odsuwane zasłony w poszukiwaniu śladów pleśni, a w okresach zimowych odkręcić zwór grzejnika, nie zaś zakrywać kratkę wentylacyjną. Premia w postaci zwrotów za ogrzewanie lub zakup wystarczającej ilości opału na zimę, może okazać się marnym zyskiem w porównaniu z utraconym zdrowiem.

3. Złe nawyki użytkowników pomieszczeń, a szczególnie wynikające z braku wiedzy o podstawowych zasadach higieny i właściwego użytkowania mieszkań często są przyczynami sprzyjającymi rozwojowi zagrożeń biologicznych, a szczególnie grzybów pleśniowych.

Należy zatem propagować zasady ograniczające ten problem.

LITERATURA

- [1] J.S. Pastuszka, D.O. Lis, A. Wlazło, B. Łudzeń-Izbińska: *Badanie narażenia na bioaerozole bakteryjne i grzybowe w środowisku mieszkalnym w warunkach Polski*, Praca Statutowa Instytutu Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu, 2001–2004.
- [2] J. Wasilewska, B. Skoczyńska: *Co zagraża książkom, a co zagraża ludziom w kontakcie z książkami*, KUL 2004.
- [3] B. Zyska: *Zagrożenia biologiczne w budynku*, Arkady 1999.
- [4] B. Zyska: *Ochrona Księgozbioru przed zniszczeniem*, tom 2: *Czynniki niszczące materiały w zbiorach bibliotecznych*, Katowice 1993.
- [5] B. Zyska: *Mikrobiologiczna korozja materiałów*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
- [6] K. Marek: *Choroby zawodowe*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2003.
- [7] J. Rogiński: *Korozja w Budownictwie*, WSZOP, Katowice 2005.
- [8] M. Gołofit-Szymczak, M. Skowroń: *Zagrożenia mikrobiologiczne w pomieszczeniach biurowych*, „Bezpieczeństwo Pracy” nr 3, CIOP Warszawa 2005.
- [9] A. Czubaj (red.): *Biologia*, PWRiL 1999.