

## Korozja biologiczna w budownictwie

### Plan wykładu

1. Zagrożenia dla budynków i materiałów budowlanych
2. Grzyby
  - grzyby pleśniowe
  - grzyby domowe
3. Owady
4. Ochrona budynków przed rozwojem korozji biologicznej w budownictwie

### 1. Zagrożenia dla budynków i materiałów budowlanych

Minimalna zawartość wody w materiałach budowlanych, przy której rozpoczyna się rozwój mikroorganizmów i grzybów:

- w drewnie – 20% (grzyby domowe), 40% (grzyby pleśniowe)
- w murze ceglanym – 4% (bakterie i grzyby)

### 2. Grzyby

#### Grzyby pleśniowe

**Występowanie.** Na zawilgoconych ścianach i drewnie może występować co najmniej kilkadziesiąt gatunków grzybów tzw. pleśniowych lub mikroskopowych. Ich naturalnym środowiskiem jest gleba, ale mogą niszczyć także zawilgocone wytwory papiernicze, tkaniny, wyroby skórzane a także źle zabezpieczone lub zbyt długo przechowywane produkty spożywcze. Występują w powietrzu, które nie jest co prawda miejscem ich rozwoju, ale środowiskiem, w którym mogą się przemieszczać i rozprzestrzeniać. W powietrzu atmosferycznym jest zazwyczaj więcej zarodników grzybów pleśniowych niż w powietrzu pomieszczeń, o ile w pomieszczeniach nie występują tzw. wewnętrzne źródła zagrzybienia, np. zapleśniałe ściany.

**Budowa grzybów pleśniowych** – są to mikroorganizmy, ich budowa jest dostrzegalna tylko pod mikroskopem. Tworzą tzw. strzępki, czyli nitkowate, rozgałęziające się komórki, które płożą się na powierzchni materiałów lub wrastają w

głęb tych podłoży, oraz mikroskopijne, zazwyczaj barwne komórki służące do rozmnażania się – zarodniki.

**Znaczenie.** Strzępki grzybów pleśniowych wytwarzają enzymy, które rozkładają materiały organiczne (drewno, tapety, kleje), oraz kwasy organiczne, które powoli nadtrawiają i uszkadzają materiały nieorganiczne (tynki, cegły, kamień, szkło). Barwne zarodniki, a u niektórych grzybów także barwne strzępki lub pigmenty wydzielane do podłoża powodują szare, czarne, zielone względnie różowe zaplamienia lub naloty.

Innym, niemniej istotnym skutkiem występowania grzybów pleśniowych na przegrodach budowlanych jest ich szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi. Zarodniki grzybów pleśniowych są bowiem bardzo lekkie i z łatwością odrywają się od przegród budowlanych, na których rosną, a następnie unoszą się w powietrzu pomieszczeń i są wdychane przez obecnych tam ludzi. Cząsteczki pyłu lub kurzu uważa się za „wdychalne”, jeśli mają średnicę aerodynamiczną mniejszą niż 7  $\mu\text{m}$ , natomiast jeśli są większe, określa się je jako „niewdychalne”. Najłatwiej osadzają się w płucach cząstki o wielkości 1-5  $\mu\text{m}$ , a w tym przedziale mieszczą się rozmiary większości grzybów pleśniowych, głównie z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus*.

Grzyby pleśniowe mogą wywoływać u ludzi trzy rodzaje chorób: alergię, grzybicę (mykozy) i zatrucia grzybowe (mykotoksykozy):

- alergię - lista alergizujących grzybów pleśniowych obejmuje co najmniej 14 gatunków, głównie z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus*, a także *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Wallemia*, *Eurotium*. Wśród chorób wywoływanych przez alergeny grzybowe u osób na nie uczulonych najczęściej wymienia się alergiczny katar i kaszel, a w poważniejszych przypadkach astmę oskrzelową, alergiczne zewnątrzpochodne zapalenie pęcherzyków płucnych (*alveolitis allergica*), atopowe zapalenie spojówek i inne;

- grzybicę - narażenie na zarodniki grzybów pleśniowych może prowadzić do rozwoju infekcji w tkankach ludzkich spowodowanych wtargnięciem i rozwojem grzybów pleśniowych. Inhalacyjne zakażenie układu oddechowego zarodnikami grzybów pleśniowych sprzyja powstawaniu różnych postaci grzybic narządów układu oddechowego (np. grzybicę płuc).

- mikotoksykozy są to zatrucia wywoływane wprowadzaniem toksyn grzybów pleśniowych (mikotoksyn) do organizmu człowieka (drogą pokarmową lub przez wdychanie). Co prawda, najczęściej do narażenia na mikotoksyny dochodzi drogą

pokarmową, jednak badania ostatnich lat wykazały, że wdychanie cząstek pleśniowych zawierających toksyny może być nawet bardziej niebezpieczne niż wprowadzanie ich drogą pokarmową. Zazwyczaj w środowisku człowieka mikotoksyny występują w bardzo niskich stężeniach, jeśli jednak człowiek oddycha powietrzem, w którym stężenie zarodników grzybów jest wysokie, to mikotoksyny powodują zatrucia przewlekłe. Drogą inhalacyjną w większych ilościach dostają się one do organizmu człowieka głównie przy niewłaściwie (bez środków ochrony osobistej) wykonywanych remontach, a szczególnie podczas usuwania nalotów pleśni ze ścian. Początkowo mikotoksykozy charakteryzują się objawami takimi jak uczucie przewlekłego zmęczenia, bóle głowy, biegunki, bóle mięśni, katar, częste zachorowania podobne do grypy, a po latach mogą prowadzić do uszkodzenia wątroby, nerek a nawet nowotworu.

W budynkach, gdzie w materiałach budowlanych stwierdzono występowanie grzybów toksynogennych, u mieszkańców występowały niespecyficzne objawy prawdopodobnie związane obecnością mikotoksyn – kaszel, podrażnienie oczu, skóry, dróg oddechowych, bóle stawów, bóle głowy oraz zmęczenie. W niektórych przypadkach, kiedy stwierdzano *Stachybotrys chartarum*, skutkiem narażenia były krwotoki w płucach. U osób, u których wykryto choroby płuc, a które pracowały w zapleśniałych budynkach, wskazano jako grzyby odpowiedzialne *Stachybotrys chartarum* i *Aspergillus versicolor*. W przypadku tych dwóch gatunków udało się jednoznacznie wskazać na związek pomiędzy narażeniem na działanie mikotoksyn a chorobami związanymi z mieszkaniem w zagrzybionych budynkach.

### **Grzyby domowe – grzyby niszczące drewno i mury w budynkach**

Jak zbudowane są grzyby domowe?

- Grzybnia – składa się ze strzępek jak u grzybów pleśniowych; czasami jest niewidoczna, obecna w głębi drewna, niekiedy widoczna gołym okiem, białokremowa i puszysta
- Sznury – składają się ze strzępek o wzmocnionych ścianach i ułożonych równolegle
- Owocniki – płaskie narośla na drewnie lub murze, w których powstają zarodniki grzybów domowych. Przeważnie dość duże, u niektórych grzybów dochodzące do kilkudziesięciu cm średnicy.

W jakich warunkach żyją grzyby domowe i pleśniowe w drewnie?

Czynnik środowiskowy	Grzyby domowe	Grzyby pleśniowe
Zawartość wody w drewnie	min. 20-24% opt. 38% maks. 70%	min. 40% opt. 98% maks. 220%
Temperatura	opt. 26-28°C	opt. 20-35°C
pH	opt. 6	opt. 3-9
Chemiczne środki ochrony drewna	bardziej wrażliwe	mniej wrażliwe

### Rodzaje zniszczeń drewna spowodowane przez grzyby

1. Zgnilizna brunatna
2. Zgnilizna jasna
3. Zgnilizna szara (pleśniowa)
4. Sinizna

### Charakterystyka zgnilizny brunatnej

- Grzyby rozkładają na drodze enzymatycznej celulozę i hemicelulozy, pozostawiają nienaruszoną ligninę,
- Drewno zmienia kolor na ciemniejszy – brunatny,
- W drewnie pojawiają się spękania poprzeczne i podłużne w stosunku do włókien, drewno kruszy się,
- Drewno staje się lżejsze, traci właściwości wytrzymałościowe,
- W zaawansowanych stadiach zgnilizny brunatnej drewno daje się rozetrzeć na proszek,
- Zgnilizna brunatna występuje głównie w budynkach.

### Trzy najczęściej spotykane grzyby domowe powodujące zgniliznę brunatną

**Stroczek łzawy** – wytwarza białokremową, puszystą grzybnię, szare sznury o szerokości do 5 cm i długości do kilku m oraz owocniki cynamonowobrązowe, z białym brzegiem, owalne lub okrągłe.

**Grzyb piwniczny** – wytwarza białokremową, puszystą grzybnię, sznury kremowożółte (u młodych osobników) lub ciemnobrązowe, rozgałęziające się,

szerokości do 5 mm, długości do 1 m, i owocniki cynamonowobrzazowe, z białym brzegiem, nieregularne.

**Grzyb domowy biały** – wytwarza śnieżnobiałą grzybnię i sznury oraz owocnik żółtobiały, gąbczasty.

#### **Charakterystyka zgnilizny jasnej drewna**

- Grzyby rozkładają na drodze enzymatycznej zarówno celulozę, hemicelulozy jak i ligninę,
- Drewno przybiera barwę jaśniejszą (jaśniejsze plamki lub jednolite jasne zabarwienie),
- W drewnie powstają spękania podłużne, drewno się rozwłóknia lub rozpada na cienkie blaszki, ale się nie kruszy,
- Drewno staje się lekkie i traci właściwości wytrzymałościowe,
- Zgnilizna jasna występuje rzadziej w budynkach, częściej na drewnie eksponowanym na zewnątrz lub na martwych pniach w lasach.

#### **Charakterystyka zgnilizny szarej (pleśniowej)**

- Grzyby powoli rozkładają celulozę i w pewnym stopniu ligninę,
- Powierzchniowa warstwa drewna staje się szarobrunatna i miękka, a po wyschnięciu ulega spękaniu,
- Zgnilizna szara występuje na drewnie przebywającym w warunkach stałej dużej wilgotności.

#### **Charakterystyka sinizny drewna**

- Grzyby rozkładają plazmatyczną treść komórek bielu – białka i skrobię,
- Grzyby siniznowe powodują zabarwienie bielu drewna na kolor od niebieskiego do zielonoczarnego,
- Grzyby siniznowe powodują pogorszenie wyglądu estetycznego drewna oraz niewielkie spadki jego właściwości wytrzymałościowych,
- Sinizna występuje na drewnie świeżym, w tartakach, i świadczy o złych warunkach składowania.

### 3. Owady niszczące drewno - chrząszcze

#### **Cykl rozwojowy chrząszczy niszczących drewno**

Larwy drążą w drewnie korytarze (chodniki, tunele). Żerowanie larw może trwać kilka miesięcy lub lat. Po tym czasie niedaleko powierzchni drewna larwy wygryzają komorę, tzw. kolebkę poczwarkową, w której następuje przepoczwarczenie. Poczwarka jest nieruchoma i się nie odżywia. Przepoczwarczenie się odbywa się przeważnie w miesiącach wiosennych lub wczesnoletnich. Z poczwarki powstaje postać doskonała (imago), która wygryza w ścianie komory niewielki otwór wylotowy i wydostaje się na zewnątrz. Wielkość i kształt otworu wylotowego są charakterystyczne dla gatunku. Postacie doskonałe łączą się w pary, odbywają gody, po czym samica składa jajeczka do materiału stanowiącego pożywienie dla larwy. Postacie doskonałe nie odżywiają się, żyją krótko i giną zaraz po odbyciu czynności prokreacyjnych. Z jajeczek rozwijają się larwy, które rozpoczynają żerowanie.

#### **Najpospolitsze owady-techniczne szkodniki drewna**

- Kołatek domowy
- Kołatek uparty
- Wyszlik grzebykorożny
- Tykotek pstry
- Miazgowiec parkietowy
- Spuszczel pospolity

#### **Spuszczel pospolity (*Hyloptrupes bajulus*)**

**Znaczenie.** Spuszczel pospolity jest najczęściej występującym i najgroźniejszym w Europie północnej szkodnikiem budowli drewnianych, więźb dachowych, słupów, pali, murów pruskich, rzadziej mebli. Chętnie atakuje konstrukcje drewniane, jeśli są dobrze nasłonecznione (ściany południowe budynków). Larwy żyją w suchym drewnie gatunków iglastych, głównie sosny i świerka. W niezabytkowych budowlach drewnianych stwierdzono jego żerowiska w 70-80% zbadanych obiektów. Wielkie niebezpieczeństwo stanowi również dla budowli zabytkowych, skansenów, a także mebli i eksponatów etnograficznych.

Larwy nie rozwijają się na ogół w drewnie starszym niż 150-letnie. Drażąc korytarze, larwy niszczą mechanicznie strukturę drewna, osłabiają jego wytrzymałość, co może doprowadzić nawet do zawalenia się drewnianego budynku czy drewnianej konstrukcji dachu. Ponadto porażone drewno staje się higroskopijne i wskutek tego bardziej podatne na infekcję grzybami domowymi. Dolną granicę wilgotności masowej drewna dla rozwoju larw stanowi 8-10%, a optymalna temperatura rozwoju wynosi 28-30°C.

**Wygląd i rozwój owadów.** Dorosłe osobniki spuszczela mają ciało czarne, długości 8-20 mm. Samice są większe i w końcowej części odwłoka posiadają pokładełko, przez które składają jajeczka. Larwy są białe i niekiedy tak długie jak postacie dorosłe. Ciało larw jest w części przedniej szersze, zwężające się u tyłowi, a ostatnich segmentach znów się rozszerza. W zależności od różnych czynników rozwój larw może trwać od 2 do kilkunastu lat, ale najczęściej okres rozwoju tego owada wynosi 3-6 lat. Lot godowy tych owadów odbywa się od połowy czerwca do połowy sierpnia w najcieplejsze dni i o najcieplejszej porze dnia. Po odbyciu godów, jeśli dopisuje słoneczna, ciepła pogoda, samica może złożyć do 400 jajeczek, a jeśli jest zimno, może zginąć nie składając ich wcale. Jajeczka są składane na nowych, ciepłych partiach drewna lub do wnętrza żerowisk.

**Charakterystyka żerowiska.** Larwy owadów drążą w porażonym drewnie korytarze o szerokości od 1 mm (młode larwy) do 6 mm (dojrzałe larwy). Przekrój chodnika ma kształt silnie spłaszczonego owalu. Całe żerowisko jest szczelnie wypełnione mączką drzewną i odchodami larw. Odchody mają kształt walcowaty i wymiary ok. 1mm x 0,6mm. Zabarwienie trocin i odchodów nie różni się od zabarwienia drewna. W pomieszczeniach zamkniętych lub osłoniętych dachem larwy żerują w strefie bielu i tylko cienka warstewka drewna oddziela mączkę drzewną w korytarzach od zewnątrz. Postacie doskonałe owada wygryzają się na zewnątrz przez owalne otwory wylotowe o wymiarach 2-4 x 5-11 mm. Otwory wylotowe na belkach konstrukcji dachowych z reguły mają postrzępione brzegi.

### **Kołatek domowy**

**Znaczenie.** Kołatek domowy jest jednym z najpospolitszych i najgroźniejszych owadów niszczących drewno użytkowe – meble, rzeźby, okładziny książek, belki przyziemia, legary podłogowe, podłogi. Kołatek domowy atakuje zarówno drewno zdrowe jak i zagrzybione, raczej znajdujące się pod dachem niż na otwartej

przestrzeni. Atakuje zarówno drewno stare (najchętniej użytkowane przez 4-7 lat), jak i świeże, bez wyraźnych zmian zewnętrznych. Występuje masowo głównie w konstrukcjach drewnianych krytych dachem. Czynne żerowiska kołatka są spotykane w drewnie XVII-, XVI-, a nawet XV-wiecznym.

**Wygląd i rozwój owadów.** Długość cyklu życiowego kołatka bywa różna - w pomieszczeniach zamkniętych może się wydłużać do kilkunastu lat. Samica składa jaja w rysy, szpary drewna lub na ścianach starych otworów wylotowych. Wykluwająca się larwa wgryza się w przyległy materiał za pomocą silnie rozwiniętych żuwaczek, przesuwając się w chodniku dzięki silnie rozwiniętym mięśniom powłok ciała. W końcowym okresie larwa wygryza kolebkę poczwarkową, w której przechodzi stadium poczwarki (6-8 tygodni). Po przepoczwarczeniu się owad doskonały pozostaje w kolebce aż do odpowiedniego stwardnienia pokryw ciała, po czym wygryza otwory wylotowe.

Postać dorosła ma 2,5-5 mm długości i zależnie od wieku zmienne ubarwienie - od czerwonego do brązowocznego. Na pokrywach występuje 9 podłużnych, ciemno punktowanych bruzd. Skrzydła drugiej pary są dobrze rozwinięte, dzięki czemu owady te dobrze latają. Postacie doskonałe, pojawiają się od kwietnia do lipca.

**Charakterystyka żerowiska.** Otwory wylotowe są okrągłe i mają 0,7-2,2 mm średnicy. Często powoduje on całkowite zniszczenie danego elementu - pozostaje tylko cienka warstwa zewnętrzna z otworami wylotowymi, a całe wnętrze jest całkowicie zniszczone i wypełnione mączką drzewną.

**Wyschlik grzebykorożny** - pospolity owad atakujący niezagrzybione drewno gatunków liściastych, zwłaszcza dębu i buka. Postacie doskonałe długości 3-5 mm, brązowe. Szerokość korytarzy do 2 mm, otwory wylotowe o średnicy 1,0-2,5 mm. Całe żerowisko i odchody larw przypominają żerowisko kołatka domowego.

**Kołatek uparty** – postać doskonała brązowoczerwona, długości ok. 5 mm. Średnica korytarzy – do 3 mm. Atakuje tylko drewno zawilgocone i zagrzybione, dlatego przy zwalczaniu należy ograniczyć się do zwalczania zagrzybienia.

**Tykotek pstry** - największy gatunek wśród kołatkowatych (9 mm długości); drąży najszersze korytarze (3-4 mm szerokości). Jest to groźny szkodnik starych,

zabytkowych budowli, występuje głównie na Podhalu i w regionie pn.-wsch. Atakuje chętniej drewno gatunków liściastych, rzadziej iglastych, nawet kilkusetletnie. Całe żerowisko jest wypełnione szczelnie ubitą mączką drzewną i odchodami, które mają kształt silnie spłaszczonych kuleczek. Otwory wylotowe są okrągłe, o średnicy 4 mm.

#### **4.Ochrona budynków przed korozją biologiczną**

Rodzaje zabiegów wchodzących w zakres zwalczania grzybów i owadów w drewnie:

- Odgrzybianie – zwalczanie grzybów domowych w drewnie i na murze.
- Dezynfekcja – zwalczanie grzybów pleśniowych na przegrodach budowlanych.
- Dezynsekcja – zwalczanie owadów–technicznych szkodników drewna.
- Zabezpieczanie – stosowanie środków chemicznych lub biologicznych w celu ochrony świeżego drewna przed korozją biologiczną.

Do odgrzybiania, dezynfekcji lub dezynsekcji drewna stosuje się metody:

- chemiczne
  - gazy (metoda fumigacji). Fumigant to związek chemiczny o biologicznej aktywności, który w określonych warunkach temperatury i ciśnienia utrzymuje się w stanie gazowym w stężeniu wystarczającym do zabicia szkodliwego organizmu. Przykład – fosforowodór, dawniej bromek metylu;
  - preparaty wodorozpuszczalne, solne. Najczęściej zawierają związki boru i czwartorzędowe sole amoniowe. Środki rozpuszczalne w wodzie zwiększają wilgotność materiału. Drewno zabezpieczane takimi środkami musi przeschnąć przed wbudowaniem min. 2 dni;
  - preparaty rozpuszczalnikowe. Jako rozpuszczalniki są stosowane m.in. benzyna, alkohol. W rozpuszczalniku organicznym są rozpuszczone biocydy w ilości 4-6%, kupowane w postaci gotowej do stosowania. Mogą zawierać fungicydy, np. pochodne triazolu (tebukonazol, propikonazol, azakonazol) lub tiazolu (1,2-benzo-izotiazol-3-on BIT, 2-metylo-izotiazol-3-on MIT, 2n-oktylo-izotiazol-3-on OIT) oraz insektycydy, np. syntetyczne pyretroidy (alfametrynę, permetrynę i in.);

- emulsje wodno-oleiste - nowa grupa środków, frakcja wodna wnika głębiej, oleista osadza się na powierzchni;
- biologiczne - pułapki feromonowe, preparaty zakłócające wylinkę larw owadów;
- fizyczne – promieniowanie  $\gamma$ , ciepło (temperatura powyżej 55°C).

### **Metody stosowania preparatów chemicznych:**

- Pędzlowanie – metoda wygodna, ale uzyskujemy niewielką głębokość wnikania.
- Spryskiwanie – metoda ułatwiająca dotarcie środka do trudno dostępnych zakamarków, np. w skomplikowanych więźbach dachowych, jednak wiąże się z większym zużyciem preparatu (o ok. 20-30%) i niebezpieczeństwem wdychania rozpylonych kropelek.
- Kąpiel – zapewnia większą głębokość i dokładność wnikania. Podstawowa metoda impregnacji drewna świeżego przed wbudowaniem. Możliwość sterowania czasem i temperaturą zabiegu. Kąpiel drewna 15-minutowa na zimno daje głębokość wnikania niewiele większą niż pędzlowanie, najczęściej dla drewna stosuje się kąpiel na zimno od 0,5 do 3 godzin.
- Metoda zastrzykowa (Kobra) – do dezynfekcji drewna zabytkowego, polegająca na włożeniu w otwory w drewnie igieł lekarskich połączonych przewodami ze zbiornikiem z preparatem (jak kroplówka).

W przypadku impregnacji drewna metodą pędzlowania lub spryskiwania zabieg należy przeprowadzić dwukrotnie w odstępie 0,5 - 2 godzin – w pierwszym zabiegu impregnat ma zwilżyć ściany komórek drewna, wtedy drugie naniesienie głębiej dotrze.

Metody pędzlowania, spryskiwania i kąpiel krótkotrwała w przypadku drewna pozwalają na wnikanie środka na głębokość do 8 mm. Są to metody impregnacji powierzchniowej. Natomiast metody impregnacji wgłębnej to kąpiele długotrwałe (od kilku godzin do 6-8 dni) i impregnacje ciśnieniowe w specjalnych autoklawach. Pozwalają one na wnikanie środków na głębokość większą niż 8 mm, co jest potrzebne, jeśli drewno będzie pracowało w warunkach silnego zagrożenia.

Nie przeprowadza się zabiegów dezynfekcji i zabezpieczania poniżej 5°C.

### **Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu zabiegów zwalczania grzybów i owadów w drewnie:**

1. Unikać bezpośredniego kontaktu z cieczą oraz wdychania par,
2. pracować w dobrze wentylowanym pomieszczeniu
3. Nie jeść, nie pić, nie palić na stanowisku pracy
4. Stosować odzież ochronną: rękawice ochronne i ubranie ochronne z tkanin powlekanych, okulary
5. Nie używać zanieczyszczonej odzieży ochronnej
6. Natychmiast usunąć rozlaną ciecz
7. Zapobiegać pożarom – nie używać otwartego ognia, nie palić
8. Środki mogą podrażniać skórę i oczy
9. Chronić przed dostępem osób niepowołanych, zwłaszcza dzieci
10. Środki przechowywać w oryginalnych opakowaniach, z oryginalnymi etykietkami, roztwory dobrze opisać nie przechowywać – przygotować tyle, ile będzie potrzebne
11. Przeszkolić personel wykonujący zabiegi w zakresie bhp

### **Literatura**

1. Baran E. (red.), Zarys mikologii lekarskiej, Volumed, Wrocław, 1998 Baran i wsp., 1998
2. Czajnik M., Z. Lehnert, S. Lerczyński, J. Ważny, Impregnacja i odgrzybianie w budownictwie, Arkady, Warszawa, 1970
3. Kozarski P., Konserwacja domu, Polskie Stowarzyszenie Mikologów Budownictwa, Wrocław, 1997
4. Piontek M., Grzyby pleśniowe i ocena zagrożenia mikotoksycznego w budownictwie mieszkaniowym, Zielona Góra, 2004
5. Strzelczyk A.B., J. Karbowska-Berent, Drobnoustroje i owady niszczące zabytki oraz ich zwalczanie, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2004
6. Ważny J., Karyś J. (red.), Ochrona budynków przed korozją biologiczną, Arkady, Warszawa, 2001