



Jan Antoni Rubin

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0551-6685>

Akademia Nauk Stosowanych w Raciborzu

Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Oddział Śląski

MYKOLOGIA BUDOWLANA

Streszczenie (abstrakt): Mykologia budowlana to dział budownictwa, zajmujący się rozpoznawaniem przyczyn i skutków korozji biologicznej, jak również zabezpieczaniem przed nią oraz jej zwalczaniem. Korozja biologiczna to rodzaj korozji zachodzącej pod wpływem działania mikroorganizmów – w mikrośrodku mieszkalnym człowieka to głównie bakterie oraz grzyby, a także produktów ich przemiany materii, które tworzą środowisko ewidentnie korozyjne. Inne czynniki biologiczne – odpowiedzialne za ten rodzaj korozji w odniesieniu do materii budowlanej, to w warunkach polskich przede wszystkim: glony, porosty, mszaki oraz owady – techniczne szkodniki drewna budowlanego.

Słowa kluczowe: mykologia budowlana, biodegradacja, biokorozja, korozja biologiczna, korozja mikrobiologiczna

BUILDING MYCOLOGY

Abstract: Building mycology is a branch of construction that deals with identifying the causes and effects of biological corrosion, as well as protecting against and combating it. Biological corrosion is a type of corrosion occurring under the influence of microorganisms – in the human residential microenvironment, it is mainly bacteria and fungi, as well as their metabolic products, which create an obviously corrosive environment. Other biological factors responsible for this type of corrosion in relation to building materials are, in Polish conditions, primarily: algae, lichens, bryophytes and insects – technical pests of construction wood.

Keywords: building mycology, biodegradation, biocorrosion, biological corrosion, microbial corrosion

Wprowadzenie

Ochrona obiektów budowlanych przed korozją biologiczną jest zagadnieniem złożonym i wymagającym posiadania szerokiego spektrum wiedzy oraz kwalifikacji (nie tylko budowlanych), dodatkowo połączonych ze sporym doświadczeniem praktycznym i starannością zawodową. Nie jest to jednak problematyka nowa. Kwestia utraty właściwości użytkowych – w tym również trwałości w funkcji czasu, materiałów budowlanych i/lub konstrukcji w wyniku oddziaływania czynników biologicznych, była znana i uwzględniana w zaleceniach budowlanych już w starożytności [13]. Ponad dwa tysiące lat temu Marcus Vitruvius Pollio – rzymski architekt żyjący w I wieku p.n.e. – stwierdził, że architektura polega na uwzględnieniu trzech zasad: trwałości, użyteczności i piękna [13]. Marcus Vitruvius Pollio wypowiedział się także na temat podatności niektórych materiałów na korozję biologiczną. W rozdziale ósmym książki drugiej jego autorstwa czytamy na temat ścian

wiklinowych: (...) „Fundamenty należy wyciągnąć wysoko, aby ściany wiklinowe nie dotykały ziemi ubitej z gruzem ani podłogi; tam bowiem umocowane butwieją z czasem, a następnie osiadając pochylają się i kruszą powierzchnię tynku (...)” [13].

Czynniki biologiczne

Korozja biologiczna wywoływana jest przez jeden rodzaj czynników korodujących, a mianowicie czynniki biologiczne. W przypadku tejże korozji najbardziej zagrożone są materiały pochodzenia organicznego, lecz nie tylko – m.in. tzw. grzyby domowe potrafią skorodować również ceramikę i zaprawę budowlaną oraz betony kruszywowe o matrycy cementowej. Zjawisko szeroko pojętej korozji biologicznej mogą powodować także rośliny za przyczyną rozsadzającego działania systemów korzeniowych. Do korozji tej zalicza się również aktywność pewnych drobnoustrojów [3][14][15], rozwijających się na podłożu nieorganicznym, przez co niszczą one niektóre podłoża betonowe oraz materiały kamienne, a także wyroby ceramiczne. Specyficznym rodzajem korozji biologicznej jest także destrukcyjna działalność zwierząt – a w szczególności ptaków, albowiem ich odchody zawierają mocno szkodliwe substancje chemiczne, takie jak mocznik oraz kwas fosforowy. Szkodnikami biologicznymi materii budowlanej w warunkach Europy Środkowej są w głównej mierze [4]: bakterie, glony, grzyby domowe i pleśniowe, porosty, mszaki oraz owady – techniczne szkodniki drewna budowlanego. Poniżej zaprezentowano i omówiono w sposób skrótowy, wzmiankowane szkodniki biologiczne [4]:

Bakterie (łac. Bacteria, od gr. βακτήριον baktērion „pałeczka, laseczka”) – są to najmniejsze znane mikrobiologom organizmy żywe. Tworzą one odrębne królestwo. Stanowią grupę organizmów o bardzo wysokiej i różnorodnej aktywności biochemicznej. Budowa bakterii może być jednokomórkowa (tzw. bakterie właściwe) lub nitkowata (promieniowce). Większość z nich to saprobionty (organizmy cudzożywne, pasożyty), inne to z kolei autotrofy (organizmy samożywne). Bakterie mogą rozwijać się na organicznych materiałach budowlanych, takich jak drewno i materiały drewnopochodne, na tkaninach technicznych i wykładzinach podłogowych itp. – szczególnie w miejscach ich silnego i stałego zawilgocenia. Bakterie powodują wówczas rozkład związków organicznych o charakterze mokrej zgnilizny, z jednoczesnym wydzielaniem substancji o przykrym zapachu, jak również powierzchnię biokorozję materiałów. Bakterie gnilne, rozkładając substancje organiczne, wydzielają jako produkty procesów biologicznych przede wszystkim dwutlenek węgla i kwas siarkowy oraz kwasy organiczne (np. kwas mlekowy), a także siarkowodór. Bakterie podobnie jak grzyby mogą być przyczyną chorób alergicznych mieszkańców. Badaniem bakterii zajmuje się bakteriologia.

Glony (łac. Algae, gr. Phykos) – zwane także algami, tworzą liczną i urozmaiconą grupę organizmów rozwijających się w środowiskach lądowych i wodnych. Algolodzy (fykologodzy) zajmujący się glonami określają liczbę ich gatunków na kuli ziemskiej na 30÷100 tys. Glony żyją w wodach zarówno słonych jak i słodkich. Niektóre gatunki są zdolne do życia nawet na śniegu i na lodowcach. Tylko bardzo nieliczne glony żyją poza środowiskiem wodnym, np. na skałach, jak również na obiektach budowlanych (na ścianach budynków, pokryciach dachowych, konstrukcjach ceglanych i betonowych oraz na tynkach i powło-

kach malarskich.). Glony mogą powodować mechaniczne uszkodzenia podłoża przez sam fakt ich zasiedlenia – wrastając na głębokość ok. 1÷2 mm, a także przez poszerzanie istniejących spękań, w czym wspomagają je mrozy, powodujące zamarzanie we wspomnianych spękaniach wody. Glony mogą powodować również powierzchniową, chemiczną korozję materiałów, gdyż drobnoustroje fotolitoautotroficzne, jakimi są glony, powodują przy pobieraniu dwutlenku węgla CO₂ powstawanie kwasu węglowego H₂CO₃, który działa korozyjnie m.in. na beton, albowiem występujący w kompozycji betonowym o matrycy cementowej węglan wapnia CaCO₃ ulega rozpuszczeniu.

Grzyby (Fungi) – to występująca w przyrodzie szeroko rozpowszechniona grupa organizmów w randze królestwa. Mykologowie określają ich liczbę na ok. 100 tys. gatunków mikroorganizmów niemal wyłącznie lądowych, takich jak: jednokomórkowe workowce (zwane drożdżami), pleśnie (grzyby strzępkowe rosnące na wielu substratach w postaci różnobarwnych kolonii o zmiennej fakturze powierzchni i różnorodnych mikroskopijnych strukturach), wiele pasożytów roślinnych (np. mączniaki prawdziwe i rdze) oraz zwierzęcych, powszechnie nam znane jadalne i niejadalne podstawczaki (grzyby kapeluszowe lub grzyby o mniej wyraźnie wykształconych owocnikach resupinatowych). Grzyby mogą rozwijać się z zarodnika powstającego w procesie rozmnażania płciowego – generatywnie (zarodniki workowe, podstawkowe) lub przez rozrost wprowadzonego do budynku fragmentu grzybni, sznura lub owocnika, bądź też różnego rodzaju zarodników konidialnych, powstających wegetatywnie przez podział prosty – mitotyczny. Grzyby mogą występować zarówno na powierzchni jak i we wnętrzu ciała ludzkiego, a także w otaczającym go środowisku mieszkalnym. W budownictwie przeznaczonym na stały pobyt ludzi wyróżniamy tzw. grzyby domowe oraz grzyby pleśniowe:

- a) **Grzyby domowe** to grzyby, które powodują rozkład materiałów i wyrobów budowlanych. Są to gatunki powodujące m.in. zgnilizny drewna i materiałów drewnopochodnych. Mogą występować na zawilgoconych elementach budynków. Grzyby te tworzą obfitą grzybnię na powierzchni przegród budowlanych oraz płasko rozpostarte owocniki. Grzyby domowe rozwijają się na martwych organizmach. Są one zaliczane do roztoczy.
- b) **Grzyby pleśniowe** to określenie potoczne. Ze względu na specyfikę morfologiczną, biochemiczną i fizjologiczną są organizmami dominującymi w mikrośrodku mieszkalnym człowieka. Grzyby te rozwijają się na wszystkich podłożach, w warunkach silnego ich zawilgocenia. W odróżnieniu od grzybów domowych, grzyby pleśniowe mogą rozwijać się na materiałach o minimalnej zawartości materii organicznej.

Porosty (łac. Lichenes, z gr. λειχήνα, leichena) – są to organizmy z królestwa grzybów, które dzięki symbiozie z glonami asymilującymi (fototrofami) uzyskały nowe możliwości życiowe. Lichenolodzy (biolodzy zajmujący się porostami) sklasyfikowali około 20 tys. gatunków porostów. W zależności od ułożenia glonów w obrębie plechy porostów wyróżnia się plechę homeomeryczną i plechę heteromeryczną. Komponentem fototroficznym jest z reguły sinica lub zielenica, a grzybem najczęściej workowiec. Fototrof dzięki procesowi fotosyntezy wytwarza substancje pokarmowe niezbędne ze względów życiowych dla

obu symbiontów. Z kolei grzyb dostarcza fototrofowi wodę oraz substancje mineralne, a także chroni przed wysychaniem. Innymi słowy, w porostach grzyb jest organizmem dominującym. Rozmnażają się wegetatywnie – za pomocą specyficznych rozmnożeń, zwanych urwistkami lub wyrostkami, które zawierają oba wspomniane komponenty. Porosty, podobnie jak ich pobratymcy glony, przyczyniają się do degradacji (destrukcji) zewnętrznych powierzchni tak współczesnych, jak i zabytkowych budynków oraz m.in. kamiennych pomników. Kolory porostów bywają różne – brązowe, oliwkowe, szare bądź żółtawe. Nauka zajmująca się porostami to lichenologia.

Mszaki (łac. Bryophytes) – to grupa roślin, które dzielone są opcjonalnie na trzy klasy: mchy, wątrobowce i glewiki. Do aktywnego rozmnażania się i wzrostu, rośliny te wymagają na ogół wilgotnego środowiska. Mszaki, występujące na wszelkiego rodzaju starych murach i ścianach oraz pokryciach dachowych, tworzą darnie, które zatrzymują znaczne ilości wody. Skutkuje to w okresie zimowym tym, że zamarzająca woda rozsadza podłoże, na którym one bytują, doprowadzając ostatecznie do jego technicznej destrukcji. Zasnęte i obumarłe oraz zbrylone fragmenty mszaków mogą skutecznie zablokować rynny i rury spustowe obiektów mieszkalnych. W tym przypadku podczas obfitych opadów przelewuująca się woda ścieka po ścianach, zawilgacając je dość obficie. Poza tym mszaki mają zdolność do penetrowania niektórych rodzajów kamieni naturalnych swoistymi chwytnikami, za pomocą których mogą także pobierać wodę z rozpuszczonymi w niej solami mineralnymi. Wiele gatunków mszaków potrafi bytować na podłożu betonowym oraz ceramicznym. W funkcji czasu, prędzej czy później, dochodzi do korozji nieorganicznych materiałów budowlanych inicjowanej przez mszaki. Dział botaniki badający mszaki to briologia.

Owady (Insecta) – to gromada stawonogów. Według współczesnej wiedzy w przyrodzie występuje ponad milion gatunków owadów. Ich ciało składa się z trzech części: głowy, tułowia i odwłoka. W budownictwie mówimy o tzw. technicznych szkodnikach drewna, czyli o owadach i ich larwach, żerujących na drewnie budowlanym (tzw. drewno martwe). Drewno dla poszczególnych gatunków owadów może pełnić następujące funkcje: pożywienia i kryjówki, wyłącznie pożywienia, wyłącznie kryjówki, miejsc rozwoju grzybów odgrywających rolę pożywienia. Zniszczenia powodowane przez owady mają charakter mechaniczny. Spowodowane są przecinaniem anatomicznych elementów drewna przy wygryzaniu chodników. Owady atakują nie tylko drewniane elementy konstrukcyjne (np. stropy, więźby dachowe itp.), lecz także drewniane elementy wystroju wnętrz (np. parkiety, boazerie, ołtarze itp.). Omawiane owady mogą porażać drewno budowlane w stanie powietrzno-suchym. Brak chemicznego zabezpieczenia takiego materiału powoduje wzrost zagrożenia korozją biologiczną. Dodatkowym czynnikiem powodującym powstanie szkód może być wbudowanie do obiektu zainfekowanego drewna rozbiórkowego. Nauka zajmująca się owadami to entomologia.

Biodeterioracja

W literaturze przedmiotu, odnoszącej się do współczesnych czasów, można odnaleźć pojęcie biodeterioracji, które służy do określenia zjawiska obniżenia sprawności i przydatności

oraz pogorszenia właściwości technicznych materiałów i wyrobów budowlanych w wyniku oddziaływania czynników biologicznych [1][4][9]. W szczególności biodeterioracja pleśniowa to zjawisko utraty właściwości użytkowych wywołane rozwojem grzybów pleśniowych. Przejawem wystąpienia wspomnianego zjawiska są [4][8][10]:

- mikotoksyczne skażenie np. pomieszczeń mieszkalnych (wbudowanych materiałów, a także powietrza „wewnętrznego” w tychże pomieszczeniach);
- biodegradacja zastosowanych wyrobów budowlanych.

O występowaniu i efektywnym rozwoju grzybów pleśniowych na powierzchniach i wewnątrz przegród budowlanych decyduje wiele czynników, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy [4]:

- po pierwsze – wady projektowe i techniczne, a także brak właściwej izolacji przeciwilgociowej oraz źle działająca wentylacja,
- po drugie – niewłaściwa eksploatacja pomieszczeń i/lub podwyższona wilgotność powietrza wewnętrznego na skutek zbyt skutecznej termoizolacji, a także nadmierna szczelność okien, która utrudnia infiltrację powietrza zewnętrznego do tychże pomieszczeń.

Praktycznie w każdym obiekcie kubaturowym na skutek zakłócenia stanu równowagi ekologicznej przez ww. czynniki dochodzi do rozwoju populacji grzybów – i to najczęściej pleśniowych. W zależności od mikroklimatu i rodzaju podłoża dominuje jeden lub dwa rodzaje pleśni, odpowiadające właściwościom enzymatycznym danego organizmu. Bywają również takie specyficzne przypadki, że tych rodzajów pleśni jest dużo więcej [4].

W wielu publikacjach na ten temat można spotkać się ze stwierdzeniem, że nowe budownictwo z występującymi wadami technologicznymi stwarza wręcz optymalne warunki dla omawianych mikroorganizmów. I jest to, niestety, niepodważalna prawda! Grzyby te, rozmnażając się na powierzchniach przegród budowlanych, tworzą kolorowe (brązowe, czarne, czerwone, różowe lub nawet zielone) naloty grzybni. Zabarwienie to spowodowane jest przez obecność licznych zarodników konidialnych, które wyrastają na trzonkach konidialnych. Grzyby pleśniowe są związane z podłożem za pomocą wyspecjalizowanych strzępek, wrastających na niewielką głębokość – rzędu 0,5÷1,0 mm. Strzępki te to haustoria (ssawki), rizoidy (chwytniki), ewentualnie apresoria (przyłgi) [4].

Z dostępnych wyników badań można wnioskować, że nie ma specjalnych gatunków grzybów pleśniowych zasiedlających przegrody budowlane. Na przykład na powierzchniach powłok malarskich i tapet oraz płyt gipsowo-kartonowych rozwijają się powszechnie spotykane w przyrodzie gatunki grzybów pleśniowych, w tym np. pleśń z gatunku *Stachybotrys atra*, należąca do niebezpiecznych dla zdrowia osób przebywających w miejscu jej występowania z uwagi na wytwarzane mikotoksyny z grupy trichotecyn [4].

Tabela 1. Grzyby pleśniowe występujące najczęściej w mikrośrodkowisku mieszkalnym człowieka [6]

Rodzaj	Najczęściej spotykane gatunki
<i>Alternaria (Nees) Wiltshire</i>	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Alternaria chartarum</i> , <i>Alternaria humicola</i>
<i>Aspergillus Micheli</i>	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus versicolor</i>
<i>Aureobasidium pullulans (de Bary) Arnauld</i>	–
<i>Chaetomium globosum (Kunze) Fr</i>	–
<i>Cladosporium Link ex Fries</i>	<i>Cladosporium herbarum</i> , <i>Cladosporium fulvum</i>
<i>Fusarium Link</i>	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Penicillium Link ex Fries</i>	<i>Penicillium brevicompactum</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>Penicillium commune</i>
<i>Stemphylium Wallnoth</i>	<i>Stemphylium botryosum</i>
<i>Trichoderma Persoon ex Fries</i>	<i>Trichoderma viride</i> , <i>Trichoderma koningii</i>
<i>Turula Persoon</i>	<i>Turula murorum</i> , <i>Turula herbarum</i>

Po stwierdzeniu pojawienia się w obiekcie budowlanym objawów korozji biologicznej należy [4]: rozpoznać rodzaj lub rodzaje zagrożenia, ocenić ich poziom, zdiagnozować miejsca wystąpienia czynników biotycznych, dobrać właściwe metody zwalczania przyczyn i objawów korozji, zabezpieczyć obiekt przed reemisją.

Przeciwdziałanie korozji biologicznej w budynkach wymaga stosowania różnorodnych środków, adekwatnych do zaistniałych czynników biologicznych. Środki te mogą być [4]:

- mechaniczne (np. ociosywanie, skuwanie, szlifowanie, zdrapywanie),
- chemiczne (o działaniu dezynfekcyjnym, dezynsekcijnym i zabezpieczającym),
- termiczne (np. nadmuch gorącego powietrza, opalanie, stosowanie mikrofal),
- przenikliwe promieniowanie jonizujące (lecz nie dotyczy to promieniowania Roentgena, z kolei promieniowanie gamma kwalifikuje się do stosowania jedynie w odpowiednich komorach radiacyjnych).

Wielką furorę w ostatnich latach na rynku budowlanym czynią chemiczne preparaty wielofunkcyjne, np. do zabezpieczania przed ogniem, grzybami domowymi i pleśniowymi oraz owadami – technicznymi szkodnikami drewna budowlanego równocześnie [2]. Mówiąc o zwalczaniu czynników biologicznych w obiektach budowlanych, nie należy zapominać o profilaktyce, czyli o sprawnej wentylacji, prawidłowych izolacjach przeciwwodnych (tak poziomych, jak i pionowych), właściwym odprowadzaniu wód opadowych poza obrys obiektu oraz o likwidacji tzw. mostków termicznych (punktowych i/lub liniowych).



Il. 1. Kolonia grzybów pleśniowych powstała na suficie pod kasetonami z tworzywa sztucznego

Statut prawny

Rozpoznawaniem przyczyn i skutków korozji biologicznej w budownictwie, jak również zabezpieczaniem przed nią oraz jej zwalczaniem, zajmuje się mykologia budowlana [5][6]. Status prawny mykologii budowlanej wynika wprost z przepisów legislacyjnych. Określa to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [7], które jest dokumentem wykonawczym do ustawy Prawo budowlane [12].

W dziale VIII tegoż Rozporządzenia, zatytułowanym Higiena i zdrowie, w rozdziale 4 pod tytułem Ochrona przed zawilgoceniem i korozją biologiczną, ujęto w § 322 następujące zapisy dotyczące zagrzybienia oraz innych form biodegradacji:

1. Rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne zewnętrznych przegród budynku, warunki ciepłno-wilgotnościowe, a także intensywność wymiany powietrza w pomieszczeniach powinny uniemożliwiać powstanie zagrzybienia.
2. Do budowy należy stosować materiały, wyroby i elementy budowlane odporne lub uodpornione na zagrzybienie i inne formy biodegradacji, odpowiednio do stopnia zagrożenia korozją biologiczną.
3. Przed podjęciem przebudowy, rozbudowy lub zmiany sposobu użytkowania budynku, w przypadku stwierdzenia występowania zawilgocenia i oznak korozji biologicznej, należy wykonać ekspertyzę mykologiczną i na podstawie jej wyników – odpowiednie roboty zabezpieczające.

Podsumowanie

Współczesny rynek pracy wymaga ciągłego, produktywnego udoskonalania użytecznych kwalifikacji zawodowych. Każdy pracobiorca zatrudniony, bądź ubiegający się o pracę, musi być osobą elastyczną i mogącą zaoferować to, czego oczekuje potencjalny pracodawca. Po uzyskaniu minimum tytułu zawodowego inżyniera lub licencjata, absolwenci mogą kontynuować naukę na studiach podyplomowych w zakresie szczegółowych zagadnień technicznych. Prowadząca zajęcia specjalistyczna kadra Akademii Nauk Stosowanych w Raciborzu pomaga zarówno poszerzyć wiedzę na dany temat, jak też zdobyć praktyczne umiejętności oraz doświadczenie. Oferta dotyczy m.in. dwusemestralnych studiów podyplomowych MYKOLOGIA BUDOWLANA i jest powiązana w sposób istotny z inżynierią architektury oraz inżynierią budowlaną [11].

Bibliografia

1. Gutarowska B., Piotrowska M., Koziróg A., *Grzyby w budynkach – zagrożenia, ochrona, usuwanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
2. Karyś J., *Zabezpieczenia istniejących konstrukcji drewnianych przed korozją biologiczną i pożarem*, Izolacje 2007, nr 6.
3. Kozarski P., *Konserwacja domu*, Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Wrocław 1997.
4. Rubin J.A. (red.), *Przyczyny zagrzybienia budynków i metody ich zwalczania. Monografia/Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2022, vol. 900.
5. Karyś J. (red.), *Poradnik – Ochrona przed wilgocią i korozją biologiczną w budownictwie*, Wydawnictwo Grupa Medium, Warszawa 2014.
6. Ważny J., Karyś J. (red.), *Ochrona budynków przed korozją biologiczną*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2001.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422), stan na dzień 17.07.2015 r.
8. Rubin J.A., Orszulik K., *Wpływ grzybów pleśniowych na zdrowie ludzi*, V Międzynarodowe sympozjum: Architektura i Technika a Zdrowie, Gliwice 2007.
9. Rymsza B., *Biodeterioracja pleśniowa obiektów budowlanych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003.
10. Stramski Z., *Szkodliwy wpływ grzybów domowych i pleśniowych na zdrowie ludzkie oraz przyczyny ich występowania w nowych wielkopłytowych budynkach mieszkalnych*, PZITB Oddział Wrocław, Wrocław 1994.
11. Uchwała nr 10/2022 Senatu Akademii Nauk Stosowanych w Raciborzu z dnia 31 marca 2022 roku w sprawie uruchomienia w Instytucie Architektury studiów podyplomowych z zakresu mykologii budowlanej.
12. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. nr 89 z 1994 r. poz. 414; Dz.U. z 2017 r. poz. 1332, 1529; Dz.U. z 2018 r. poz. 12, 317, 352, 650), stan na dzień 19.04.2018 r.
13. Witruwiusz (Marcus Vitruvius Pollio), *O architekturze ksiąg dziesięć*, Wydawca Prószyński i S-ka, Warszawa 2004.
14. Zyska B., *Mikrobiologiczna korozja materiałów*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977.

15. Zyska B., *Zagrożenia biologiczne w budynku*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1999.

Dane kontaktowe

Jan Antoni Rubin, jan.rubin@akademiarac.edu.pl