

**PRZYCZYNY ZAGRZYBIENIA BUDYNKÓW  
I METODY ICH ZWALCZANIA**

**Praca zbiorowa pod redakcją  
Jana Antoniego RUBINA**

**WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ  
GLIWICE 2022  
UIW 48600**

***Opiniodawcy***

Dr hab. inż. Dariusz HEIM, prof. Politechniki Łódzkiej

Dr hab. inż. Krzysztof MATKOWSKI, prof. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

***Kolegium redakcyjne***

REDAKTOR NACZELNY – Dr hab. inż. Barbara KULESZ, prof. PŚ

REDAKTOR DZIAŁU – Prof. dr hab. inż. Łukasz DROBIEC

SEKRETARZ REDAKCJI – Mgr Jolanta NIDERLA-WITKOWSKA

**Wydano za zgodą**

**Rektora Politechniki Śląskiej**

***Projekt okładki***

Dr inż. Jan Antoni RUBIN

ISBN 978-83-7880-780-3

© Copyright by

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

Gliwice 2022

## SPIS TREŚCI

Oznaczenia i symbole zastosowane w pracy .....	9
Jan Antoni Rubin	
1. Mykologia budowlana .....	13
Jan Antoni Rubin	
2. Czynniki biotyczne w środowisku mieszkalnym człowieka .....	16
2.1. Syndrom chorego budynku .....	16
2.2. Korozja w budownictwie .....	17
2.3. Zwalczenie korozji biologicznej .....	43
Małgorzata Piotrowska	
3. Grzyby pleśniowe w budynkach.....	49
3.1. Czynniki biologiczne w obiektach budowlanych .....	49
3.2. Grzyby pleśniowe – charakterystyka .....	50
3.3. Zagrożenia wynikające z rozwoju grzybów pleśniowych w budynku .....	58
3.4. Analiza mykologiczna w budynku .....	64
3.5. Metody zwalczania grzybów pleśniowych .....	71
Agnieszka Szymanowska-Gwiżdż	
4. Status prawny mykologii budowlanej .....	79
4.1. Aspekty korozji biologicznej w wybranych zapisach prawnych omówienie zagadnień, przykłady .....	80
4.2. Podsumowanie .....	95
Bożena Orlik-Koźdoń	
5. Szacowanie ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych na powierzchni przegród budowlanych .....	100
5.1. Wprowadzenie .....	100
5.2. Rozwój pleśni i korozja biologiczna elementów budowlanych .....	101
5.3. Szacowanie rozwoju grzybów pleśniowych w budynkach .....	108
5.4. Miejsca krytyczne w ścianach obiektów murowanych w aspekcie rozwoju grzybów pleśniowych .....	117
5.5. Studium przypadku .....	119
5.6. Podsumowanie .....	125

Tomasz Steidl	
6.	Liniowe mostki cieplne w ujęciu numerycznym ..... 128
6.1.	Wprowadzenie – symbole i definicje ..... 128
6.2.	Modele geometryczne ..... 129
6.3.	Konstruowanie modeli dla przegród przyległych do gruntu ..... 132
6.4.	Uproszczenia modelu geometrycznego ..... 134
6.5.	Metodyka obliczeń dla modelu geometrycznego ..... 135
6.6.	Mostki cieplne – programy komputerowe ..... 139
6.7.	Przykłady obliczeniowe ..... 141
Janusz Belok	
7.	Termografia w budownictwie mieszkaniowym ..... 152
7.1.	Podstawy teoretyczne oraz podstawowe definicje ..... 152
7.2.	Badania termowizyjne ..... 155
7.3.	Rodzaje badań wykonywanych przy użyciu termowizji, mające zastosowanie w budownictwie ..... 157
7.4.	Diagnostyka izolacyjności przegród zewnętrznych z wykorzystaniem termografii ..... 162
7.5.	Identyfikacja wad izolacyjności termicznej w budownictwie ..... 165
7.6.	Prezentacja kamer termowizyjnych ..... 172
7.7.	Podsumowanie ..... 174
Cezariusz Magott	
8.	Wtórne hydroizolacje przegród ceramicznych, osuszanie budynków..... 176
8.1.	Przyczyny i skutki zawilgocenia budynków ..... 176
8.2.	Bezpośrednie oraz pośrednie metody pomiarów wilgoci ..... 187
8.3.	Odtwarzanie izolacji wodochronnych poziomych i pionowych ..... 194
8.4.	Naturalne i sztuczne metody osuszania budynków oraz sposoby ukrywania wilgoci w przegrodach ..... 211
Beata Wilk-Słomka	
9.	Wentylacja obiektów budowlanych – wybrane zagadnienia..... 222
9.1.	Wprowadzenie ..... 222
9.2.	Podstawowe zadania i rodzaje wentylacji ..... 226
9.3.	Wymagania formalnoprawne związane z wentylacją ..... 229
9.4.	Zagrożenia dla zdrowia oraz skutki nieprawidłowego działania wentylacji .... 252
9.5.	Podsumowanie ..... 253
Streszczenie ..... 257	
Abstract ..... 262	
Zusammenfassung ..... 267	
Biogramy autorów ..... 272	

Jan Antoni RUBIN

## 1. MYKOLOGIA BUDOWLANA

Biodegradacja (biokorozja, korozja biologiczna, korozja mikrobiologiczna) to rodzaj korozji zachodzącej pod wpływem działania mikroorganizmów – w mikrośrodku mieszkalnym człowieka – głównie bakterii oraz grzybów, a także produktów ich przemiany materii, które tworzą środowisko ewidentnie korozyjne.

Wspomniana już biokorozja jest w zasadzie wynikiem działania jednej tylko grupy czynników korodujących, tzw. czynników biologicznych (biotycznych). Zjawisko korozji biologicznej ma ścisłe powiązanie z innymi zespołami korodującymi, a w szczególności z destrukcyjnym działaniem wszelkiego rodzaju zewnętrznych i wewnętrznych czynników klimatycznych, a zwłaszcza zawilgoceń [10][11][1].

W wyniku zaistnienia tychże czynników powstają warunki sprzyjające rozwojowi organizmów żywych, czyli wspomnianych już szkodników biologicznych (biotycznych). Należy jeszcze raz podkreślić, że duży wpływ na występowanie szkodników biotycznych ma wspomniana już wilgoć zawarta w materiałach i przegrodach budowlanych. Stąd z kolei wynika ważna rola efektywnych izolacji wodochronnych [5] i prawidłowej wentylacji [11].

Ochrona budynków przed korozją biologiczną jest problematyką złożoną i wymagającą szerokiego spektrum wiedzy oraz umiejętności nie tylko budowlanych, połączonych z dużym doświadczeniem praktycznym i sumiennością zawodową. Nie jest to jednak problematyka nowa. Kwestia utraty właściwości użytkowych – w tym trwałości, materiałów budowlanych i/lub konstrukcji w wyniku oddziaływania czynników biologicznych, była znana i uwzględniana w zaleceniach budowlanych już w starożytności [7]. 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 [9]. Marcus Vitruvius Pollio wypowiedział się także na temat podatności niektórych materiałów na korozję biologiczną. W rozdziale ósmym księgi drugiej jego autorstwa czytamy na temat ścian wiklinowych: (...) *Fundament*

trzeba 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 (...) [9].

Wracając do czasów współczesnych, w literaturze przedmiotu można znaleźć pojęcie *biodeterioracji*, które służy do określenia zjawiska obniżenia sprawności i przydatności oraz pogorszenia właściwości technicznych materiałów i wyrobów budowlanych w wyniku oddziaływania czynników biologicznych [7][3][2]. W szczególności biodeterioracja pleśniowa to zjawisko utraty właściwości użytkowych wywołane rozwojem grzybów pleśniowych. Przejawem wystąpienia wspomnianego zjawiska są [7][3][2]:

- mikotoksyczne skażenie pomieszczeń kubaturowych (wbudowanych materiałów oraz powietrza „wewnętrzne” w tychże pomieszczeniach);
- biodegradacja zastosowanych materiałów budowlanych.

Rozpoznawaniem przyczyn i skutków korozji biologicznej w budownictwie, jak również zabezpieczaniem przed nią oraz jej zwalczaniem zajmuje się *mykologia budowlana* [4][3].

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 [6], które jest dokumentem wykonawczym do ustawy *Prawo budowlane* [8].

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.

## Bibliografia

1. Bobociński A.: Ocena stanu wilgotnościowego przegród budowlanych z uwzględnieniem kondensacji pary wodnej. Instrukcje, wytyczne, poradniki. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2011.
2. Gutarowska B., Piotrowska M., Koziróg A.: Grzyby w budynkach – zagrożenia, ochrona, usuwanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
3. Praca zbiorowa pod redakcją J. Karysia: Poradnik – Ochrona przed wilgocią i korozją biologiczną w budownictwie. Wydawnictwo Grupa Medium, Warszawa 2014.
4. Praca zbiorowa pod redakcją J. Ważnego i J. Karysia: Ochrona budynków przed korozją biologiczną. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2001.
5. Rokiel M.: Poradnik – Hydroizolacje w budownictwie. Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2006.
6. 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.
7. Rymśza B.: Biodeterioracja pleśniowa obiektów budowlanych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003.
8. 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.
9. Witruwiusz (Marcus Vitruvius Pollio): O architekturze ksiąg dziesięć. Wydawca Prószyński i S-ka, Warszawa 2004.
10. Wyrwał J., Świrski J.: Problemy zawilgocenia przegród budowlanych. Polska Akademia Nauk, Warszawa 1998.
11. Zyska B.: Zagrożenia biologiczne w budynku. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1999.

# PRZYCZYNY ZAGRZYBIENIA BUDYNKÓW I METODY ICH ZWALCZANIA

## Streszczenie

Niniejsza monografia jest pokłosiem wykładów specjalistycznego kursu pt. „Ochrona budynków przed korozją biologiczną”. Kurs ten odbywał się w trzech transzach w latach 2019 – 2021 dla studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Raciborzu. Organizatorem kursu i inicjatorem powstania tej pracy jest Gliwicki Oddział Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa.

W monografii przedstawiono aktualny stan wiedzy z zakresu ochrony obiektów budowlanych przed wilgocią i korozją biologiczną – w szczególności przed biodeterioracją pleśniową.

Wilgoć i czynniki biologiczne stwarzają poważne zagrożenie nie tylko dla trwałości budynków, lecz także dla zdrowia użytkowników tychże obiektów, a w szczególności budynków przeznaczonych na stały pobyt ludzi. Niestety, ochrona budynków przed korozją biologiczną nie zawsze należy do docenianych elementów inżynierii budowlanej i jest rzadko lub tylko fragmentarycznie uwzględniana w programach dydaktycznych wydziałów budownictwa lub inżynierii lądowej. Kwestia ochrony budynków przed korozją jest tematem trudnym ze względu na interdyscyplinarny charakter tej dziedziny, wymaga bowiem m.in. łączenia problemów biologicznych i chemicznych z technicznymi.

Monografia składa się z dziewięciu rozdziałów, których autorami są wykładowcy kursu. Autorzy to specjaliści z dużym doświadczeniem zawodowym – działający na styku nauki oraz praktyki z zakresu przedstawionego w poszczególnych rozdziałach monografii. W dalszej części podano krótkie streszczenie każdego z rozdziałów.

**Rozdział 1.** W rozdziale wprowadzającym w tematykę całości monografii zdefiniowano pojęcie mykologii budowlanej jako dziedziny naukowej zajmującej się rozpoznawaniem przyczyn i skutków korozji biologicznej w budownictwie, jak również zabezpieczaniem przed nią oraz jej zwalczaniem. Ochrona budynków przed korozją biologiczną jest problematyką złożoną i wymagającą szerokiego spektrum wiedzy oraz



umiejętności – nie tylko budowlanych, połączonych z dużym doświadczeniem praktycznym i sumiennością zawodową.

**Rozdział 2.** Wśród ważkich zjawisk diagnozowanych w szeroko pojętym budownictwie występują również procesy korozyjne. Korozja jest określana jako proces/procesy niszczenia i stopniowej degradacji materiałów i wyrobów budowlanych w wyniku negatywnych zjawisk zachodzących pomiędzy ich powierzchnią a otaczającym je środowiskiem. Zależnie od rodzaju materiału dominujące procesy korozyjne mają charakter korozji: fizycznej, chemicznej, elektrochemicznej, fizykochemicznej lub biologicznej.

Korozja biologiczna wywoływana jest przez jeden rodzaj czynników korodujących – czynniki biotyczne. Czynniki biotyczne, zwane także szkodnikami biotycznymi substancji budowlanej, to w warunkach polskich: bakterie, glony, porosty, grzyby domowe i pleśniowe, mszaki oraz owady – techniczne szkodniki drewna. W przypadku tej korozji najbardziej zagrożone są materiały pochodzenia organicznego, przede wszystkim drewno i materiały drewnopochodne.

Wymienione powyżej czynniki biotyczne korelują w sposób istotny z zawilgoceciem środowiska ich bytowania – strukturami przegród budowlanych. Stąd wynika również ważna rola efektywnych izolacji wodochronnych i prawidłowej wentylacji pomieszczeń.

**Rozdział 3.** W rozdziale tym przedstawiono w sposób profesjonalny przebieg procesu zagrzybiania materii budowlanej, który jest poważnym problemem dotyczącym obiekty zarówno nowe, jak i zabytkowe. Rozwój grzybów stanowi spore zagrożenie z punktu widzenia strat ekonomicznych i kulturowych, ale głównie jest niebezpiecznym zjawiskiem dla zdrowia użytkowników. Istotne jest zatem kompleksowe podejście do tego zagadnienia, obejmujące nie tylko charakterystykę czynników biotycznych i abiotycznych korozji biologicznej, lecz także działania prewencyjne i naprawcze. Rozdział zawiera opis typowych metod badań stanu zanieczyszczenia powietrza i powierzchni w pomieszczeniach budowlanych, w których wystąpiły objawy rozwoju grzybów pleśniowych. W części końcowej przedstawiono sposoby pozbywania się grzybów pleśniowych oraz skutecznego zabezpieczania przed ich powstawaniem.

**Rozdział 4.** Ochrona budynków przed korozją biologiczną stanowi problematykę interdyscyplinarną. Z uwagi na specyfikę powstawania i charakter skutków rozwoju korozji biologicznej właściwe projektowanie i wykonywanie oraz utrzymanie obiektów budowlanych obejmuje zagadnienia: budownictwa, architektury, biologii, chemii,

a nawet medycyny. W rozdziale wskazano na odniesienia do zagadnień korozji biologicznej w budynkach, występujące w zapisach aktów prawnych, normach, instrukcjach i opracowaniach technicznych. Znajdują się wśród nich wymagania Prawa budowlanego (tzw. Warunków Technicznych), rozporządzeń związanych z bezpieczeństwem wykonywania robot budowlanych, bezpieczeństwem i ochroną zdrowia, szkodliwością czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochroną zdrowia pracowników.

**Rozdział 5.** Rozdział ten poświęcony jest tematyce związanej z genezą rozwoju grzybów pleśniowych na powierzchni przegród budowlanych oraz negatywnymi skutkami, które generują. Opisano czynniki inicjujące wzrost grzybów ze szczególnym wskazaniem temperatury, wilgotności względnej powietrza, rodzaju podłoża (kilka klas substratów), odczynu pH, czasu i wzajemnej relacji pomiędzy nimi.

Przybliżono dostępne metody i algorytmy obliczeniowe, które pozwalają na diagnostykę, prognozowanie oraz szacowanie rozwoju pleśni w zależności od przyjętych warunków brzegowych. Wymienić tutaj należy metodę izopletową, biohygrotermalną czy też czas zwilżania (TOW) lub powszechnie stosowany czynnik  $f_{Rsi}$ .

Na podstawie studium przypadku, tj. budynku, w którym zdiagnozowano kolonie grzybów pleśniowych na powierzchni przegród, wykonano ocenę, opierając się na dostępnych metodach obliczeniowych, np. metodzie biohygrotermalnej (porównuje biologiczne warunki wstępne rozwoju grzybów pleśniowych: temperaturę, wilgotność względną, substrat oraz przejściowe warunki wzrostu występujące w budynkach). Przedstawiono typową metodę analizy ciepłno-wilgotnościowej przegród budowlanych podaną w normie PN-EN ISO 13 788, a bazującą na współczynnikach  $f_{Rsi}$  (metoda oparta na stałych warunkach brzegowych).

**Rozdział 6.** Zawiera on podstawowe informacje dotyczące mostków cieplnych jako miejsc, w których zawilgocenie i zagrzybienie występują najczęściej. W skrócie zostały omówione tematy związane z modelowaniem elementów na potrzeby obliczeń pola temperatury i liniowych mostków cieplnych. Znaczną uwagę poświęcono prawidłowemu tworzeniu modeli geometrycznych elementów budowlanych 2D i 3D w zakresie stosowanych uproszczeń obliczeniowych. Przedstawiono metodykę wykonywania obliczeń rozkładu pola temperatury i strumienia ciepła w modelowanych elementach, ograniczając do minimum podstawy teoretyczne prowadzenia obliczeń na rzecz przykładów praktycznych.

Przed przykładami praktycznymi przedstawiono kilka popularnych programów komputerowych służących do obliczeń cieplnych na modelach 2D i 3D.

W dalszej części rozdziału omówiony został jeden z programów inżynierskich służący do modelowania rozkładu pola temperatury dla płaskich elementów budowlanych. Działanie programu zilustrowano kilkoma przykładami praktycznymi. Każdy z przykładów został dokładnie omówiony, tak aby czytelnik mógł w przyszłości samodzielnie wykonać prostą analizę płaskiego (2D) elementu budowlanego. Efekt takich obliczeń to rozkład pola temperatury w przekroju i na powierzchni elementu oraz wartości liczbowe liniowego mostka cieplnego i wskaźnika temperaturowego  $f_{Rsi}$  w wybranym miejscu.

**Rozdział 7.** Obejmuje on podstawowe informacje dotyczące diagnostyki termowizyjnej w budownictwie mieszkaniowym. We wstępie przedstawiono podstawy teoretyczne dla badań termowizyjnych wraz z omówieniem zastosowania badań przy użyciu kamery w budownictwie. Opisano rodzaje badań diagnostycznych, w tym badania jakościowe i ilościowe, oraz warunki ich prowadzenia od strony wewnętrznej i od strony zewnętrznej budynku. Na przykładach obrazów termowizyjnych omówiono podstawowe zasady interpretacji wyników wzmiankowanych badań. W jednym z podrozdziałów przedstawiono przykładową analizę wyników badań termowizyjnych wykonanych na obiekcie wraz z innymi niezbędnymi obliczeniami pozwalającymi wykonać prawidłową kompleksową ocenę przegrody budowlanej pod kątem jej stanu ochrony cieplnej i wilgotnościowej. Zaprezentowano przykładowe kamery termowizyjne stosowane w diagnostyce wad cieplnych w budownictwie wraz z podaniem ich parametrów technicznych oraz zaprezentowano zestaw sprzętu uzupełniającego badania termowizyjne in situ w terenie.

**Rozdział 8.** Termin „osuszanie budynków” powinien być rozumiany jako zespół czynności technicznych i technologicznych, powodujących trwale zmniejszenie poziomu zawilgocenia ścian, które umożliwia prowadzenie dalszych prac budowlanych lub konserwatorskich, a następnie właściwą eksploatację obiektów. Zabezpieczenia budynków i budowli przed wodą to przede wszystkim uzyskanie zakładanych cech użytkowych. Trwałość i skuteczność zabezpieczeń są podstawowymi parametrami branymi pod uwagę przy projektowaniu lub odtwarzaniu hydroizolacji, ponieważ w rachunku ciągłym przynoszą wymierne efekty ekonomiczne. Wykonanie odpowiednich izolacji części podziemnych budynków dokonywane podczas ich wznoszenia nie odbiega trudnością od innych czynności technologicznych wykonywanych podczas procesu budowlanego. Z kolei odtworzenie izolacji w budynkach, w których ich nigdy nie było lub gdy

są one zdegradowane, należy do trudniejszych prac projektowo-technologicznych oraz prac wykonawczych.

**Rozdział 9.** Wiedza użytkowników o zagrożeniach wynikających z nieprawidłowo działającej wentylacji, niezależnie od jej rodzaju oraz niewłaściwego sposobu eksploatacji pomieszczeń, wydaje się warunkiem niezbędnym do ograniczenia negatywnych wpływów złej jakości powietrza wewnętrznego na zdrowie człowieka.

W niniejszym rozdziale przedstawiono podstawowe zagadnienia dotyczące wentylacji obiektów budowlanych oraz przyczyny i skutki jej wadliwego działania. Opisano wentylację naturalną, jako dominującą w istniejących obiektach, oraz systemy wentylacji mechanicznej, coraz częściej stosowanej szczególnie w obiektach nowo realizowanych. Zwrócono uwagę na konieczność zapewnienia właściwego przepływu powietrza przez pomieszczenia, mającego na celu utrzymanie jego wymaganej jakości, w tym utrzymanie jego czystości mikrobiologicznej. Poruszono związane z tym zagadnienia skuteczności wentylacji oraz sprawności wymiany powietrza. Przedstawiono wymagania formalnoprawne oraz techniczne dotyczące wentylacji w szczególności w zakresie ilości powietrza wentylacyjnego, wymagań dotyczących jego jakości i związanego z tym komfortu użytkowania pomieszczeń. Poruszono tematykę dotyczącą stolarki okiennej i drzwiowej, przewodów kominowych, energooszczędności oraz bezpieczeństwa użytkowania.

W posumowaniu należy wyrazić nadzieję, że niniejsza monografia przyczyni się do podniesienia świadomości oraz kompetencji mykologicznych przez obecnych i przyszłych specjalistów z zakresu architektury i budownictwa, a tym samym do polepszenia stanu technicznego i ekologicznego obiektów budowlanych, jak również całej infrastruktury budowlanej. Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikacja ta była przydatna dla studentów, jak i czynnych zawodowo architektów oraz inżynierów budownictwa.