

Prof. dr hab. inż. JERZY WYRWAL
Politechnika Opolska
Wydział Budownictwa i Architektury

Opole, 16 sierpnia 2023 r.

OCENA
osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej
dr inż. BOŻENY ORLIK-KOŹDOŃ

Podstawa opracowania:

Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej, dra hab. inż. MARCINA STAŃKA, prof. PŚ, z dnia 12 lipca 2023 r.

Wykorzystane akty prawne:

Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dziennik Ustaw z dnia 20 stycznia 2020 r., poz. 85, z późniejszymi zmianami).

1. Podstawowe informacje o kandydatce

Dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ studiowała na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej, uzyskując w 2004 roku tytuł magistra inżyniera w specjalności Inżynieria Procesów Budowlanych. W roku 2022 ukończyła studia podyplomowe z zakresu Konserwacji Zabytków Architektury i Urbanistyki w Wyższej Szkole Technicznej w Katowicach. Uczestniczyła też w wielu kursach i szkoleniach podnoszących Jej kompetencje zawodowe.

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa uzyskała w 2009 roku na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej za pracę „*Wpływ zróżnicowania struktury styropianu na kinetykę procesów transportu ciepła i wilgoci w przegrodzie budowlanej*”. Promotorem rozprawy był profesor JAN ŚLUSAREK, zaś recenzentami profesorowie HALINA GARBALIŃSKA i JANUSZ SZWABOWSKI.

Od 2009 roku jest zatrudniona na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej, początkowo jako asystent, a następnie jako adiunkt w Katedrze Procesów Budowlanych i Fizyki Budowli.

Głównym obszarem zainteresowań naukowych dr BOŻENY ORLIK-KOŹDOŃ są zagadnienia związane z systemami ociepleń od wewnątrz ścian budynków historycznych z cegły, a w szczególności badania *in situ* zjawisk cieplno-wilgotnościowych zachodzących w tak ocieplonych ścianach, a także analiza teoretyczna i modelowanie numeryczne tych zjawisk.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ przedstawiła monografię pod tytułem „*Progno-*

Wpłynęło dnia 22.08.2023 r.

zowanie stanu wilgotnościowego ścian ocieplonych od wewnątrz w budynkach historycznych z cegły” wydaną przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w 2022 roku. Recenzentami monografii byli LECH LICHOLAI oraz JERZY ZBIGNIEW PIOTROWSKI, profesorowie o uznanym dorobku i renomie w specjalności fizyka budowli.

Monografia ta jest poświęcona ważnemu i aktualnemu zagadnieniu budownictwa, jakim jest analiza przyczyn i skutków obecności wody w ścianach budynków historycznych wykonanych z cegły i ocieplonych od wewnątrz, a także prognozowanie ich stanu wilgotnościowego. Wilgoć w postaci pary wodnej i wody wnika do wnętrza takich ścian, degradując ich strukturę wewnętrzną, obniżając właściwości fizyczne i mechaniczne, a także zwiększając straty ciepła do otoczenia. Chociaż świadomość istnienia tych problemów znalazła swój wyraz w wielu pracach badawczych oraz przeznaczonych dla inżynierów budownictwa opracowaniach technicznych i normach, to nie wszystkie one zostały wystarczająco zbadane i wyjaśnione.

Z naukowego punktu widzenia podjęta przez Habilitantkę tematyka badawcza jest złożona i trudna, gdyż wymaga dużej wiedzy interdyscyplinarnej z zakresu fizyki budowli, fizykochemii, a także technik eksperymentalnych i metod numerycznych. Tematyka ta jest ważna także z praktycznego punktu widzenia, gdyż obecnie trwają szeroko zakrojone prace poświęcone opracowaniu metod i technologii zabezpieczeń przegród zewnętrznych obiektów zabytkowych przed ich nadmiernym zawilgoceniem, które powoduje dodatkowe straty ciepła, a w konsekwencji zwiększone zużycie energii na ogrzewanie, skutkujące zanieczyszczeniem środowiska i nadmierną emisją gazów cieplarnianych.

Oceniana monografia przedstawia wyniki rozważań teoretycznych, badań eksperymentalnych oraz analiz numerycznych dotyczących procesów przenoszenia ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych, ze szczególnym uwzględnieniem ścian ceglanych ocieplonych od wewnątrz.

W rozdziale pierwszym Habilitantka przedstawiła tematykę monografii, uzasadniła podjęte badania, zaprezentowała istniejący stan wiedzy, podając przy tym podstawowe pozycje literatury, a także określiła układ, cel i zakres monografii.

Rozdziały drugi i trzeci poświęciła budynkom historycznym z cegły. Zawarła w nich przepisy i zalecenia definiujące stosowane rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe, a także zmieniające się zalecenia projektowe i wykorzystywane materiały. Przedstawiła wymagania stawiane ścianom ocieplanym od wewnątrz oraz metody i narzędzia pozwalające określić ich stan wilgotnościowy. Zaprezentowała również rozwiązania stosowane w tego typu systemach izolacyjnych oraz wskazała na zagrożenia i niekorzystne zjawiska, które mogą inicjować. Przedstawiła też własną propozycję wyrobu izolacyjnego do ocieplenia ścian od wewnątrz w postaci paneli recyklingowych.

W rozdziale czwartym zaprezentowała wyniki własnych badań wybranych parametrów oraz właściwości fizycznych cegieł i zapraw stosowanych w murach historycznych, czyli ich wilgotność masową, absorpcję wody, skład chemiczny, zawartość jonów siarczanowych i chlorkowych, a także rozkład wielkości porów i skład fazowy.

Rozdział piąty zawiera wyniki przeprowadzonych długoterminowych badań *in situ* dwóch rodzajów ocieplenia ścian od wewnątrz (w postaci lekkiego betonu komórkowe-

go i paneli recyklingowych). Pomiary trwające 3 lata były prowadzone w istniejącym budynku historycznym i w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Ich celem było określenie zmian temperatury i wilgotności względnej na powierzchni ściany oraz w warstwie jej styku z materiałem izolacyjnym, w funkcji zmieniających się parametrów otoczenia, rodzaju izolacji oraz miejsca odczytu.

W rozdziale szóstym Habilitantka przedstawiła wyniki analizy numerycznej rozkładu parametrów ciepło-wilgotnościowych w przegrodzie ocieplonej od wewnątrz betonem komórkowym i ich zmian w czasie w zależności od warunków eksploatacyjnych, wewnętrznych i zewnętrznych warunków klimatycznych, grubości materiału izolacyjnego i rodzaju cegły. Zaprezentowała też własną procedurę prognozowania zmian wilgotności muru w czasie, bazującą na maksymalnych wartościach amplitudy zmian zawartości wilgoci w danym okresie. Procedura ta może być przydatna do przewidywania efektywności termicznej izolowanych układów i ich trwałości przy zmieniającym się zawilgoceniu.

Rozdział siódmy zawiera wyniki badań ciepło-wilgotnościowych wewnątrz 11 budynków zlokalizowanych na Górnym Śląsku, różniących się sposobem ocieplenia ścian zewnętrznych. Pomiary były prowadzone w centralnej części pomieszczenia modelowego i przy powierzchni jego naroża zewnętrznego. Uzyskane wyniki pomiarów pozwoliły wyznaczyć wzajemną relację (związek statystyczny) między wartościami temperatury i wilgotności względnej w centralnej części pomieszczenia a lokalnymi wartościami tych parametrów w obszarze naroży. Na podstawie wyników tych badań Habilitantka zaproponowała, aby przy obliczaniu maksymalnego obliczeniowego czynnika temperaturowego w narożach zewnętrznych, czyli miejscach szczególnie narażonych na rozwój pleśni, wprowadzić poprawkę do wartości wilgotności względnej powietrza.

W rozdziale ósmym Habilitantka wykonała analizę numeryczną wybranych parametrów klimatu wewnętrznego w pomieszczeniach, czyli wyznaczyła rozkłady przestrzenne: temperatury, wilgotności względnej powietrza i jego prędkości. Przeprowadzone symulacje komputerowe potwierdziły niejednorodny rozkład tych parametrów wewnątrz pomieszczeń, a tym samym wskazały na konieczność uwzględnienia wyższej wartości wilgotności względnej w narożach zewnętrznych jako parametru determinującego rozwój pleśni.

Rozdział dziewiąty zawiera podsumowanie najważniejszych wyników przeprowadzonych badań – wraz z podaniem zagadnień, które Habilitantka rozwiązała i narzędzi badawczych, które w tym celu wykorzystwała – a także wnioski poznawcze oraz kierunki dalszych badań. Wskazała również te rozwiązania, które mogą zostać wykorzystane przy termomodernizacji budynków ocieplanych od wewnątrz, usprawniając proces projektowania i eliminując niekorzystne zjawiska w postaci wzrostu zawilgocenia ścian, ich przemarzania i ryzyka rozwoju pleśni.

Monografię zamyka spis cytowanych publikacji, zawierający 316 pozycji o dużej aktualności i znaczeniu, oraz zestawienie 54 wykorzystanych norm i dokumentów.

Chociaż monografia zredagowana jest starannie i napisana dobrą polszczyzną, to zauważyłem w niej kilka błędów i niedokładnych sformułowań, a mianowicie: symbole występujące w objaśnieniach są pod większością wzorów napisane inną czcionką (prostą) niż w samych wzorach (pochyłą); w punktach 7.3 i 7.5 niepotrzebnie wydzielono

pojedyncze podpunkty (7.3.1 i 7.5.1); w wielu miejscach przy wymiarach wielkości fizycznych brakuje nawiasów okrągłych po kresce ułamkowej, np. [kcal/m²h°C]; str. 20₃ – powinno być: murów ceglanych, z kamienia łamanego; str. 32₃ – powinno być: HENCKEY'A; str. 33 – w opisie pod wzorem (2.6) brak wyjaśnienia znaczenia symbolu t_s ; str. 74₁₂ – powinno być: HÄUPLA; str. 192¹¹ – powinno być: określenie; str. 204 – w opisie pod wzorem (7.1) powinno być: β ; str. 204₃ – we wzorze (7.2) nie występuje symbol Y . Tak niewielka liczba błędów zasługuje na uznanie, jednak warto, aby Habilitantka pamiętała o ich unikaniu w kolejnych swoich pracach.

Monografia zawiera wiele istotnych i oryginalnych rezultatów; do najważniejszych z nich zaliczam:

1. Eksperymentalne rozpoznanie przebiegu procesów cieplno-wilgotnościowych zachodzących w ścianach ocieplanych od wewnątrz w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych oraz analizy numeryczne tych procesów. Uzyskane w trakcie długotrwałych badań *in situ* wyniki dostarczyły wielu nowych danych o wpływie warunków otoczenia i parametrów materiałowych na stan wilgotnościowy izolowanych ścian.

2. Ocenę – na podstawie badań laboratoryjnych oraz *in situ* – efektywności nowego wyrobu do ocieplania ścian od wewnątrz, czyli paneli recyklingowych. Panele powstały w wyniku współpracy Habilitantki z przemysłem i są obecnie wdrożone do jednostkowego stosowania budynkach historycznych.

3. Opracowanie procedury pozwalającej prognozować zmiany wilgotności muru, która bazuje na algorytmie wykorzystującym maksima lokalne zmian jego wilgotności w określonym czasie. Może ona służyć do przewidywania wzrostu przewodności cieplnej muru na skutek zawilgocenia lub przekroczenie stopnia nasycenia i ryzyko uszkodzeń mrozowych.

4. Eksperymentalne wykazanie niejednorodności rozkładu temperatury i wilgotności względnej powietrza w zamkniętym pomieszczeniu oraz wyznaczenie związku statystycznego między wartościami temperatury i wilgotności względnej w centralnej części pomieszczenia a lokalnymi wartościami tych parametrów w obszarze jego naroży zewnętrznych.

5. Zaproponowanie korekty wartości wilgotności względnej przy obliczaniu granicznej wartości obliczeniowego czynnika temperaturowego w narożach zewnętrznych, czyli miejscach, w których występuje wyższa wilgotność względna i tym samym zwiększone ryzyko rozwoju pleśni.

6. Wykazanie – na podstawie badań *in situ* oraz analiz numerycznych – że w izolowanym od wewnątrz układzie ściennym szczególnie narażona na zwiększoną degradację jest warstwa łącząca mur z izolacją i otoczenie tej warstwy.

7. Uzasadnienie, że przy niestacjonarnych analizach zmian wilgotności w warstwach układów ściennych, wymagających określenia warunków brzegowych (czyli temperatury i wilgotności względnej pomieszczeń), konieczny jest podział budynku na strefy klimatyczne.

8. Wykazanie, że w przypadku ścian ocieplanych od wewnątrz, obszarami wymagającymi szczególnej uwagi, i to zarówno w odniesieniu do zmian temperatury jak i zawilgocenia ich poszczególnych warstw, są naroża.

9. Określenie wpływu i zasięgu oddziaływania temperatury zewnętrznej na rozkład izoterm oraz gęstość strumienia ciepła w przekroju ściany płaskiej oraz naroża zewnętrznego ocieplonego od wewnątrz. Sformułowanie związków między oporem cieplnym izolacji i temperaturą otoczenia, a temperaturą styku warstwy izolacji i muru w ścianie płaskiej i narożu.

Uważam, że monografia świadczy o dojrzałości naukowej Habilitantki, umiejętności samodzielnego formułowania i rozwiązywania zagadnień naukowych, a zawarte w niej rezultaty wymagały długotrwałych oraz precyzyjnych badań i analiz. Habilitantka pogłębiła w niej znacznie dotychczasowy stan wiedzy, wykorzystując w tym celu osiągnięcia naukowe z zakresu szeroko rozumianej fizyki budowli oraz fizykochemii materiałów budowlanych. Uzyskane przez Nią wyniki wskazują na bardzo dobre przygotowanie do prowadzenia badań eksperymentalnych – laboratoryjnych i *in situ* – oraz numerycznego modelowania procesów przenoszenia ciepła i wilgoci w materiałach o strukturze porowatej. Poziom monografii w zakresie kluczowych rozdziałów 4-8 jest wysoki, zawiera ona też szereg elementów oryginalnych i wartościowych. Uważam, że Habilitantka osiągnęła w monografii zamierzony cel, gdyż opracowała szereg wskazówek, rozwiązań i procedur, które pozwolą precyzyjniej prognozować stan wilgotnościowy budynków o ścianach ocieplonych od wewnątrz.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam zatem, że dr inż. BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ spełnia określone w Ustawie wymagania w zakresie osiągnięcia naukowego.

3. Ocena aktywności naukowej

Poza monografią będącą Jej osiągnięciem naukowym, dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ jest autorką 4(0)¹ i współautorką 12(0) publikacji w takich czasopismach indeksowanych, jak: *Energies* (IF=3,252; 6 artykułów), *Journal of Building Physics* (IF=2,692; 4 artykuły), *ACEE Architecture Civil Engineering Environment* (IF=0,500; 2 artykuły), *Construction and Building Materials* (IF=7,693; 3 artykuły), czy też *International Journal of Heat and Mass Transfer* (IF=5,431; 1 artykuł). W większości publikacji współautorskich rola Habilitantki była wiodąca. Jest też Ona współautorką 1 monografii i 1 książki, a także autorką bądź współautorką 27(6) rozdziałów w monografiach i książkach. Opublikowała również 43(1) artykuły w czasopismach krajowych, takich jak np.: *Materiały Budowlane*, *Izolacje*, czy też *Builder*. W swoim dorobku Habilitantka posiada również 31(11) referatów wygłoszonych na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

Sumaryczny IF publikacji wydanych po doktoracie – według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania – wynosi 42,47. W bazie Web of Science (WoS) wyróżniono 16 prac Habilitantki (4 autorskie i 12 współautorskich), sumaryczna liczba ich cytowań według tej bazy wynosi 120 (82 z wykluczeniem autocytowań), zaś indeks HIRSCHA według tej samej bazy wynosi 8. Według bazy danych Politechniki Śląskiej sumaryczna liczba punktów MEiN za publikacje wynosi 1983 pkt. Wartości powyższych wskaźników bibliometrycznych (IF, cytowania, indeks HIR-

¹ W nawiasie liczba prac przed uzyskaniem stopnia doktora.

SCHA), będących miernikami oceny aktywności naukowej i świadczące o rozpoznawalności prac Habilitantki na arenie międzynarodowej, oceniam bardzo wysoko.

Dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ od 2021 roku jest członkiem rady programowej czasopisma *Izolacje*. Po doktoracie wykonała 15 recenzji dla 8 czasopism naukowych, w tym 12 dla czasopism posiadających Impact Factor.

W 2021 była członkiem Komitetu Naukowego V Międzynarodowej Konferencji *Jakość powietrza, a efektywność energetyczna* organizowanej przez Małopolskie Centrum Budownictwa Energooszczędnego oraz jest członkiem Komitetu Organizacyjnego 68 Konferencji Krynickiej organizowanej w 2023 roku przez Politechnikę Śląską.

Habilitantka była wykonawcą 2 grantów krajowych (NCN i NCBiR) oraz uzyskała rektorski grant habilitacyjny i 2 rektorskie granty projakościowe. Po doktoracie zrealizowała na macierzystej uczelni 19 projektów w ramach prac naukowych, w tym 8 samodzielnych.

W 2019 roku odbyła miesięczny staż naukowy na Politechnice Lwowskiej. Efektem tego stażu było opracowanie dotyczące diagnostyki budynków zabytkowych. Współpracowała też z pracownikami naukowymi Instytutu Techniki Budowlanej, Politechniki Krakowskiej, Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego (Sieć Badawcza Łukasiewicz), a także z pracownikami biur projektowych. Świadczy to o umiejętności współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych.

Za swoją działalność naukową otrzymała 4 zespołowe nagrody Rektora oraz zespołową nagrodę na III Międzynarodowej Konferencji *Jakość powietrza, a efektywność energetyczna*.

Podsumowując powyższe stwierdzam, że dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ spełnia określone w Ustawie wymagania w zakresie istotnej aktywności naukowej.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzującej naukę

Dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ na swoim macierzystym wydziale prowadziła zajęcia dydaktyczne (wykłady i ćwiczenia) z takich przedmiotów, jak: *Budownictwo ogólne z fizyką budowli, Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie, Historia budownictwa i architektury, Remonty i modernizacja obiektów budowlanych*, a także prowadziła *Seminarium dyplomowe inżynierskie*. Wypromowała 20 inżynierów i 35 magistrów inżynierów budownictwa.

Wykładała również na studiach podyplomowych z zakresu *Audytingu energetycznego w budownictwie* na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (2011) oraz na Wydziale Nauk Technicznych Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach (2013).

Opracowała program i została kierownikiem studiów podyplomowych *Audyting i certyfikacja energetyczna w budownictwie na potrzeby termomodernizacji i oceny energetycznej budynków*.

Do wkładu w popularyzację nauki można zaliczyć wykłady wygłoszone na 8 ogólnopolskich konferencjach szkoleniowych i kursach z zakresu renowacji i konserwacji budynków, projektowania izolacji cieplnych, a także ochrony budynków przed korozją – przeznaczonych dla studentów i inżynierów budownictwa.

W celu pogłębienia swoich kompetencji naukowych Habilitantka ukończyła w 2022 roku studia podyplomowe *Konserwacja zabytków architektury i urbanistyki*, zaś w celu podniesienia swoich kompetencji inżynierskich i dydaktycznych uczestniczyła w 7 specjalistycznych szkoleniach i kursie przygotowującym do działalności audytora energetycznego.

Habilitantka jest autorką 2 i współautorką 2 rozwiązań w zakresie wyrobów i systemów podnoszących standard energetyczny budynków. Są to: *Kanałowa płyta izolacyjna*, *Elastyczna płyta izolacyjna*, *Panel termiczny do ociepleń od wewnątrz z barierą paraizolacyjną* oraz *Zintegrowany system ocieplania budynku i podgrzewu powietrza wentylacyjnego*. Pierwsze trzy rozwiązania uzyskały status wzoru przemysłowego, zaś ostatnie zostało opatentowane. W ramach współpracy z przemysłem Habilitantka opracowała panele recyklingowe, które zostały wykorzystane do ocieplenia wielu budynków na Górnym Śląsku.

W latach 2018-22 dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ jako współautorka sporządziła 6 ekspertyz, analiz i opracowań naukowo-technicznych wykonanych na zamówienie przedsiębiorców z całego kraju. Opracowania te dotyczyły szeroko rozumianej ochrony cieplnej budynków oraz projektowania przegród pod względem cieplno-wilgotnościowym.

Habilitantka jest członkiem Polskiego związku Inżynierów i Techników Budownictwa, Zrzeszenia Audytorów Energetycznych oraz Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa.

Za swoją działalność dydaktyczną i organizacyjną Habilitantka otrzymała 2 zespołowe nagrody Rektora.

Wszystkie te osiągnięcia oceniam wysoko i stwierdzam, że dr BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ w działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę wykazała się dużą aktywnością i zaangażowaniem.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując moją recenzję stwierdzam, że tematyka osiągnięcia naukowego w postaci monografii pod tytułem „*Prognozowanie stanu wilgotnościowego ścian ocieplanych od wewnątrz w budynkach historycznych z cegły*” jest aktualna i ważna dla dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Poziom merytoryczny monografii jest w wielu miejscach bardzo wysoki i zawiera ona szereg wyszczególnionych wyżej oryginalnych i wartościowych wyników. Świadczy to o dojrzałości Habilitantki, umiejętności samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych, a także osiągania założonych celów. Rozwój naukowy Habilitantki jest widoczny i prawidłowy, zaś jej dorobek naukowy opublikowany w uznanych czasopismach i wydawnictwach, a także zaprezentowany na konferencjach krajowych i zagranicznych – znaczący i ważny. Dorobek dydaktyczny, organizacyjny, popularyzatorski, doświadczenie we współpracy międzynarodowej, a także aktywny udział w grantach uzupełniają we właściwy sposób działalność naukowo-badawczą Habilitantki.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że dr inż. BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ przedstawiła osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład

w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, zaś jej pozostały dorobek świadczy o istotnej aktywności naukowej. Popieram zatem Jej wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego i wnoszę o dopuszczenie do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Recenzję podpisał
Jerzy Wyrwał

* wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz. U. z 2026 r. poz. 1764)
Marzena Gaura