recenzja spełnia wymagania formalne

Prof. dr hab. inż. Halina KOCZYK
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych
Zakład Ogrzewnictwa, Klimatyzacji i Ochrony Powietrza
ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

Poznań, 20.01.2022

RECENZJA

w postępowaniu habilitacyjnym

dr inż. PAWŁA KRAUSE

opracowana na podstawie Uchwały nr 72/2021 Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 25 listopada 2021 r. (Ldz. RDILT/48/2021/2022)

1. Podstawa formalna i prawna recenzji

Podstawą formalną recenzji jest pismo dr hab. inż. Marcina Staniek, prof. PŚ, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej, informujące o powołaniu na Recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr inż. Pawła Krausego (Ldz. RDILT/48/2021/2022) oraz pismo zlecające mi wykonanie przedmiotowej recenzji wysłane przez Biuro Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej. Pierwsze pismo dotarło do Instytutu Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych PP 29.11.2021, a drugie 8.12.2021.

Otrzymałam równolegle dokumentację opracowaną przez Pana dr inż. Pawła Krausego, przedłożoną Radzie Doskonałości Naukowej z prośbą o wszczęcie postępowania habilitacyjnego (w wersji papierowej i elektronicznej).

Podstawą prawną recenzji są:

- Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. RP nr 65 poz. 595) wraz z późniejszymi zmianami (obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 15 września 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki, Dz. U. 2017 poz. 1789)
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz.85, 374, 695, 875, 1086, z 2021 r. poz. 159)
- Ustawa z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z 2019 r. poz. 39, 534, z 2020 r. poz. 695, 875, 1086)

Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego zostały unormowane w art. 219 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce.

wpłynęła 27.01.2022
RDILT/27/2022 nr

RDILT.532.4.2022
27.01.2022 r.

W recenzji oceniono monografię habilitacyjną pt. **„Analiza imperfekcji cieplnych systemu ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany"** stanowiącą osiągnięcie habilitacyjne. Przeanalizowano, czy stanowi ona *znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej i dokumentuje istotną aktywność naukową.*

2. Podstawowe dane o Kandydacie

Pan dr inż. Paweł Krause ukończył studia wyższe w 2001 roku na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Po studiach podjął Studia Doktoranckie, a od 2005 roku rozpoczął pracę na macierzystym Wydziale początkowo jako asystent, a od 2006 roku jako adiunkt.

Od 2017 roku do chwili obecnej pracuje jako adiunkt w Katedrze Procesów Budowlanych i Fizyki Budowli Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej.

Doktoryzował się w zakresie budownictwa na Politechnice Śląskiej na podstawie rozprawy pt. **„Wpływ oporu cieplnego osłony termoizolacyjnej na warunki dojrzewania betonu w niskich temperaturach otoczenia".**

Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Janusz Szwabowski, a recenzentami prof. dr hab. inż. Piotr Klemm i dr hab. inż. Jerzy Skrzypczyk, prof. PŚl.

Dr inż. Paweł Krause posiada bogaty dorobek naukowo-techniczny i zawodowy, który jest również związany z posiadanymi kompetencjami zawodowymi (uprawnienia budowlane do kierowania i projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej oraz uprawnienia rzeczoznawcy budowlanego). Dorobek dydaktyczny i organizacyjny też jest znaczący.

Opinię opracowano po zapoznaniu się z:

- wnioskiem habilitacyjnym - rozprawą habilitacyjną pt. **„Analiza imperfekcji cieplnych systemu ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany",**
- autoreferatem,
- zestawem załączników dokumentujących dorobek naukowy, techniczny, dydaktyczny i zawodowy,
- załączonymi pracami naukowymi i naukowo-technicznymi.

3. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

3.1. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydata w przewodzie habilitacyjnym

We wniosku o przeprowadzenie przewodu habilitacyjnego zatytułowanym: **„Analiza imperfekcji cieplnych systemu ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany"** Pan dr inż. Paweł Krause wskazał jako swoje osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zmianami) monografię habilitacyjną.

Tak sformułowany temat jest ściśle związany z oceną stanu ochrony cieplnej budynków, ich termomodernizacją oraz auditingiem energetycznym.

Monografię podzielono na następujące rozdziały:

1. WPROWADZENIE
   - 1.1. Uwagi wstępne
   - 1.2. Cele i zakres pracy
2. ZŁOŻONY SYSTEM OCIEPLANIA ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH
   - 2.1. Uwarunkowania stosowania systemu ETICS
   - 2.2. Imperfekcje systemu ETICS
   - 2.3. Wstępne badania diagnostyczne imperfekcji cieplnych
   - 2.4. Defekty i dyslokacje cieplne ETICS
   - 2.5. Izolacyjność cieplna ścian z systemem ETICS
   - 2.6. Podsumowanie wyników wstępnych badań diagnostycznych
3. PRZENIKANIE CIEPŁA PRZEZ ŚCIANY
   - 3.1. Przenikanie ciepła przez przewodzenie
   - 3.2. Przenikanie ciepła przez konwekcję
   - 3.3. Przenikanie ciepła przez promieniowanie
   - 3.4. Zastosowanie teorii podobieństwa w zagadnieniach przenikania ciepła przez ścianę z systemem ETICS
   - 3.5. Termoizolacyjne charakterystyki pomiarowe
   - 3.6. Podsumowanie zagadnień dotyczących przenikania ciepła przez ściany
4. DIAGNOSTYKA TERMOGRAFICZNA IMPERFEKCJI CIEPLNYCH
   - 4.1. Czynniki wpływające na pomiar termograficzny
   - 4.2. Charakterystyki pomiarowe
   - 4.3. Podsumowanie zagadnień diagnostyki termograficznej systemu ETICS
5. BADANIA LABORATORYJNE ŚCIANY Z SYSTEMEM ETICS
   - 5.1. Założenia badawcze
   - 5.2. Pomiar temperatury metodą stykową
   - 5.3. Pomiar gęstości strumienia ciepła
   - 5.4. Radiacyjny pomiar temperatury
   - 5.5. Podsumowanie wyników badań laboratoryjnych
6. BADANIA ŚCIANY Z SYSTEMEM ETICS W WARUNKACH RZECZYWISTYCH
   - 6.1. Ustalenie zakresu badań
   - 6.2. Program badań
   - 6.3. Przedmiot badań
   - 6.4. Badania towarzyszące zróżnicowania temperatury powietrza
   - 6.5. Badania zasadnicze rozkładu temperatury wewnątrz ściany – pomiary stykowe
   - 6.6. Badania zasadnicze zmian gęstości strumienia ciepła – pomiary stykowe
   - 6.7. Badania zasadnicze rozkładu temperatury na zewnętrznej powierzchni ściany – pomiary zdalne
   - 6.8. Podsumowanie wyników badań towarzyszących i zasadniczych realizowanych w warunkach rzeczywistych
7. ANALIZA NUMERYCZNA ŚCIAN Z IMPERFEKCJAMI ETICS
   - 7.1. Wprowadzenie do problemu
   - 7.2. Niestacjonarne warunki wymiany ciepła
   - 7.3. Stacjonarne warunki wymiany ciepła
   - 7.4. Podsumowanie wyników obliczeń numerycznych
8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI
   - 8.1. Podsumowanie

8.2. Wnioski
8.3. Kierunki dalszych badań

Przedmiotem badań był złożony system ocieplania ścian zewnętrznych **ETICS** w dwóch aspektach: występujących w nim nieprawidłowości cieplnych obejmujących wady i przemieszczenia oraz stanu ochrony cieplnej.

Głównym celem naukowym była precyzyjna analiza jakościowa i ilościowa (wraz z wprowadzeniem systematyki imperfekcji cieplnych) izolacyjności cieplnej ścian z ociepleniem **ETICS**. Badania doświadczalne przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistych z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych.

Wkład pracy Habilitanta polegał, oprócz pomysłu i tez badawczych, głównie na opracowaniu koncepcji badań, przeprowadzeniu pomiarów, analizie wyników, opracowaniu wniosków i zredagowaniu tekstu manuskryptu. Badania laboratoryjne zostały w całości przygotowane i zrealizowane przez Kandydata w latach 2018–2020. Ponadto samodzielnie sfinansował i stworzył stanowiska badawcze zarówno w przypadku badań laboratoryjnych jak i rzeczywistych.

Analizując całość dokonań Kandydata można stwierdzić, że Jego badania powiązane zostały również z Jego działalnością i aktywnością ekspercką jako rzeczoznawcy budowlanego.

W ocenianej rozprawie habilitacyjnej zrealizowano następujące cząstkowe cele badawcze:

- Opracowanie autorskiej systematyki imperfekcji cieplnych systemów ETICS, w podziale na: defekty cieplne, dyslokacje cieplne oraz dyslokacje cieplne połączone z infiltracją powietrza wewnątrz ściany;
- Prezentacja metody wyznaczania całkowitego zastępczego oporu cieplnego ścian zewnętrznych z występującymi imperfekcjami cieplnymi systemu ETICS, z wykorzystaniem bezwymiarowych liczb kryterialnych: Biota, Rayleigha i Pecleta;
- Zastosowanie klasycznych technik pomiarowych w powiązaniu z metodami termografii pasywnej i aktywnej do diagnostyki wad cieplnych systemu **ETICS.** Uzależniono ich zastosowanie od pory roku (warunki zimowe i letnie);
- Określenie wpływu niedoskonałości systemu **ETICS** na stan ochrony cieplnej ścian zewnętrznych w warunkach quasi-stacjonarnych i rzeczywistych;
- Zastosowanie profesjonalnego narzędzia komputerowej mechaniki płynów - systemu **ANSYS-FLUENT** do oceny wpływu nieprawidłowości systemu **ETICS** na stan ochrony cieplnej ścian zewnętrznych obudowy budynku;
- Określenie wpływu infiltracji powietrza na izolacyjność cieplną ścian zewnętrznych z wentylowaną warstwą powietrzną.

Układ przedstawionej do recenzji rozprawy podporządkowany jest głównym celom pracy.

Recenzowana rozprawa prezentuje logiczny i uporządkowany temat badawczy związany z kompleksową oceną niedoskonałości i wad systemu złożonego systemu zewnętrznej izolacji cieplnej z komponentów o zróżnicowanych własnościach fizycznych **ETICS** (ocieplenie z warstwą zbrojoną i tynkiem).

Autor łączy umiejętnie badania doświadczalne realizowane na stanowiskach dedykowanych tematowi, badania eksperckie *„in situ"* i badania numeryczne oraz proponuje hybrydową metodę oceny jakości ochrony cieplnej ścian zewnętrznych w warunkach niskich i wysokich temperatur zewnętrznych.

Prezentując tak interdyscyplinarny temat łączący: budownictwo, inżynierię środowiska, mechanikę płynów i wymianę ciepła Autor nie ustrzegł się pewnych niedociągnięć czy uproszczeń opisu. Z obowiązku recenzenta wymieniam najważniejsze z nich:

1. Autor nie ustrzegł się nieścisłości w nazewnictwie. W rozdziale 3 (podrozdziały 3.1, 3.2, 3.3) została użyta nieprawidłowo nazwa procesu przenikania ciepła. Zgodnie z klasycznymi podręcznikami z wymiany ciepła należałoby w nazwach i w treści tych podrozdziałów użyć kolejno: wymiana ciepła przez przewodzenie, wymiana ciepła przez konwekcję, wymiana ciepła przez promieniowanie. W technicznym procesie wymiany ciepła te trzy sposoby wymiany nachodzą na siebie wielokrotnie. Przenikanie ciepła to proces złożonej wymiany ciepła obejmującej: przejmowanie ciepła na powierzchni wewnętrznej (na sposób konwekcji i promieniowania), przewodzenie przez warstwy materiałowe oraz przejmowanie na powierzchni zewnętrznej.

2. Rozpatrując nazewnictwo użyte w treści pracy można zauważyć tendencję Autora do używania neologizmów/anglicyzmów np. imperfekcja zamiast nieprawidłowość, defekt zamiast wada, stopień zdefektowania zamiast wielkość wady, dyslokacja zamiast przemieszczenie itp. Jednak, co istotne, powyższa tendencja jedynie w małym stopniu utrudnia odbiór warstwy merytorycznej pracy.

3. Pomimo ogólnego tematu rozprawy, w treści nie uwzględniono imperfekcji związanych z mocowaniem mechanicznym izolacji (kołki) oraz występujących przy montażu izolacji w dwu warstwach, często wymaganym w budynkach niemal zeroenergetycznych.

4. Duża część badań i obliczeń dotyczyła przegród o niskiej izolacyjności cieplnej, niespełniających aktualnych, minimalnych wymagań prawnych w tym zakresie (np. s.102). Zastosowana w całych badaniach laboratoryjnych d_{izol}=5cm odpowiada wymaganiom izolacyjności cieplnej sprzed kilkudziesięciu lat, natomiast praktyczne zastosowanie metod opisanych w pracy wystąpi najprawdopodobniej w budynkach nowych lub w okresie gwarancji (~5lat). Nie znaleziono opinii nt. stosowalności uzyskanych wyników we współczesnym budownictwie. Na s. 126 analizowano dużą wadę – odstęp 30mm miedzy izolacją a murem, bez klejenia obwodowego. Obecnie często spotyka się wymóg obwodowego klejenia płyt izolacyjnych. Czy wnioski można ekstrapolować na bardziej typowe przypadki?

5. W obliczeniach numerycznych posłużono się profesjonalnym narzędziem **ANSYS FLUENT 2D.** Narzędzie to umożliwia modelowanie **3D**, dlaczego użyto tylko **2D**? Na s.222 nie oszacowano ilościowo wpływu pominiętych "placków" kleju zlokalizowanych w warstwie powietrza, łączących warstwy muru i izolacji. Na s. 230 *„Założono, że izolacja termiczna została przytwierdzona do ściany za pomocą punktowego nanoszenia zaprawy klejącej"*. Takie założenie wymaga modelowania **3D** – lub choć ilościowego oszacowania wielkości możliwego błędu. Na s. 233 i innych - powoływanie się na „długi czas obliczeń" nie jest przekonujące, szczególnie przy symulacji **2D**. Czas obliczeń często można wielokrotnie skrócić np. przez optymalizację siatki.

Istnieje ponadto trochę nieścisłości i przeoczeń, literówek np.:

- s. 17 Obecnie największy udział w stratach ciepła przenikania mają zwykle okna, nie ściany. Powołano źródło sprzed ok. 20 lat.
- s. 29 Imperfekcje stanowią istotną część strat ciepła – ciekawe byłoby podanie wartości liczbowych (%), dla przykładowych przypadków. Może to być np. mała wielkość.
- s. 41 *„złożone systemy izolacji termicznej ścian zewnętrznych charakteryzują się w warunkach rzeczywistych występowaniem licznych imperfekcji cieplnych"* – cenna byłaby informacja ilościowa, np. % wpływ na Htr
- s. 104, s. 145 Nie określono bezwzględnego błędu/niepewności pomiaru temperatury. Podstawą do wyciągania wniosków są Δt rzędu 0,2-1,0°C – więc dokładność przyrządów pomiarowych powinna być odpowiednio (kilka razy?) lepsza od tej wartości.
- s. 105 stratyfikacja ti może utrudniać wyciągnięcie uogólnionych wniosków z pomiaru. Wpływ stratyfikacji (jeśli jest konieczny) lepiej byłoby ocenić niezależnie – tzn. przeprowadzić pomiar z/bez stratyfikacji i ocenić różnice.
- s. 108 Wniosek, że temperatura między warstwami ściany jest bardziej związana z ti niż z te wynika z proporcji obliczonych oporów cieplnych i moim zdaniem nie wymaga badań. Nie jest jasne czemu służy ten wniosek i gdzie został wykorzystany w pracy?
- s. 120 (ostatnia linia, lewa kolumna w tabeli) Zamiast „Maksymalny różnicowy kontrast temp. ETICS" powinno być „Minimalny różnicowy kontrast temp. ETICS"
- s. 127 Tabl. 6.2 – zgodne z obecnymi wymaganiami są tylko ostatnie 2 z 16 analizowanych przypadków. Pozostałe mają ograniczone zastosowanie praktyczne.
- s. 136 bardzo słaba dokładność przyrządów pomiarowych (+/-0,5°C) w stosunku do ocenianych Δt (również ok. 0,5°C, Rys. 6.6)
- s. 137 Czy „stratyfikacja" i „gradient" nie opisują +/- tego samego zjawiska?
- s. 138 Rejestratory ST-171 wg danych producenta mają dokładność +/-1°C, a mierzono nimi różnice temperatury rzędu 2°C i mniejsze. Może być b. duży błąd pomiaru.
- s. 138 Uwzględnienie w analizie dwu różnych źródeł ciepła nie jest bezpośrednio związane z celem pracy, wysnucie ogólnych wniosków jest dodatkowo utrudnione w takim przypadku.
- s. 140 Wykresy są b. słabo czytelne, ostatni (21.) wykres nie jest opisany.
- s. 143 Wykres 6.16 ma b. przydatną formę, lecz brak opisu warstwic – przez co jest nieczytelny. Dlaczego nie zapewniono w przybliżeniu stałej temperatury ściany? W obecnej konfiguracji wyciągnięcie przydatnych - uogólnionych wniosków jest bardzo trudne.
- s. 277 Podstawowa dla metod i treści pracy norma PN-EN 13187 *Właściwości cieplne budynków -- Jakościowa detekcja wad cieplnych w obudowie budynku -- Metoda podczerwieni* została wymieniona w literaturze, ale nigdzie nie jest powołana w treści pracy.

Powyższe uwagi w niczym **nie umniejszają mojej całościowej pozytywnej oceny pracy.**

W podsumowaniu należy stwierdzić, że recenzowana rozprawa wraz z innymi opublikowanymi wynikami badań powiązanymi z osiągnięciem:

- Realizuje cel badań: ocena efektów (teoretycznych i rzeczywistych) stosowania systemu **ETICS** w aspekcie ochrony cieplnej budynków. Jako główny wskaźnik oceny przyjęto niedoskonałości systemu i ich wpływ na izolacyjność cieplną ścian zewnętrznych.

- Zawiera sformułowanie, analizę i rozwiązanie problemu naukowego dotychczas jednoznacznie nie rozstrzygniętego. Jest spójnym odniesieniem do tego problemu, połączonym myślą przewodnią i ma wartość utylitarną.

- **W związku z powyższym, może być uznany jako znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej „Inżynieria lądowa i transport" w zakresie fizyki budowli.**

3.2. Pozostałe opublikowane prace naukowe nie wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

Opublikowane prace ukazały się w:

- czasopismach znajdujących się w bazie ***Journal Citation Reports*** i posiadających współczynnik ***IF*** oraz indeksowanych w bazie ***Scopus***: *Journal of Building Engineering, Energies, Applied Sciences, Heat and Mass Transfer, Construction and Building Materials, Periodica Polytechnica-Civil Engineering, Cement Wapno Beton i Bauphysik.*
- czasopismach znajdujących się na liście *B **MNiSzW*** : *Materiały Budowlane, Izolacje*
- innych czasopismach np. *Fizyka Budowli w teorii i praktyce, Zeszyty Naukowe, Politechniki Śląskiej, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Czasopismo Techniczne, Builder Przegląd Budowlany.*
- materiałach konferencji naukowych i naukowo-technicznych zagranicznych, międzynarodowych organizowanych w Polsce oraz krajowych.
- w formie monografii, rozdziałów w monografiach oraz książek.

W czasopismach posiadających ***IF*** znajduje się **11** artykułów naukowych opublikowanych przez Kandydata po doktoracie (9 współautorskich i 2 samodzielne). Łączna wartość współczynnika ***IF***, zgodnie z rokiem opublikowania, wyniosła **18,242**.
Kandydat opublikował łącznie **53** publikacji w czasopismach znajdujących się na liście *B **MNiSzW***, **30** artykułów w innych czasopismach (po doktoracie **26**), **18** referatów publikowanych na konferencjach międzynarodowych (po doktoracie **17**), **74** referatów publikowanych na konferencjach krajowych (po doktoracie **65**) oraz jest Autorem **26** rozdziałów w monografiach i książkach.
Łączna liczba prac naukowych, naukowo-technicznych i innych opublikowanych w okresie po doktoracie jest duża i odpowiada jej znaczna liczba pkt ***MNiSzW***.

Monografie, w których Kandydat zamieścił rozdziały zostały opublikowane przez: *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Archmedia, Grupa Medium, PWN, Basel: MDPI, Bristol: Institute of Physics, Bielsko-Biała PZIiTB.*

Dominującą tematyką tych publikacji są: termomodernizacja, diagnostyka cieplna budynków, rozwiązania materiałowe docieplеń, cieplno-wilgotnościowe projektowanie ścian, rewitalizacja obiektów budowlanych, budownictwo energooszczędne i pasywne.

Aktywność publikacyjną Kandydata po doktoracie można uznać za znaczną liczbowo i wartościową merytorycznie. Widoczny jest stały rozwój i polepszanie rangi czasopism, w których Kandydat publikuje.

3.3. Wskaźniki dokonań naukowych Habilitanta

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Podane parametry cytowań obejmują:

- liczbę cytowań wg Web of Science: **55** (bez autocytowań **33**),
- wg Scopus **54** (bez autocytowań **34**),
- wg Google Scholar **152** (bez autocytowań 76)

Indeks Hirscha opublikowanych prac według bazy Web of Science (WoS)

Wyliczony przez Kandydata indeks Hirscha wynosi odpowiednio: według bazy Web of Science (WoS) - **5**, Scopus - **5**, Scholar Google – **6**.

4. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Pierwsza aktywność naukowa na uczelni zagranicznej obejmowała współpracę z University of Applied Sciences Zittau/Görlitz, w ramach której Kandydat odbył staż naukowy **w wymiarze czasowym przekraczającym okres jednego miesiąca**. Efektem współpracy były cztery artykuły naukowe, w tym 1 publikacja w czasopiśmie posiadającym współczynnik ***IF***. Aktywność ta dotyczyła zagadnień ochrony cieplnej budynków, w szczególności rozwoju metod badawczych w zakresie oceny efektywności energetycznej budynków i miała miejsce na Wydziale Budownictwa (Fachbereich Bauwesen). Opiekunem naukowym był Prof. Dr.-Ing. Henning Löber, zajmujący się tematyką fizyki budowli. Staż miał formę warsztatów z naukowcami i studentami Uczelni.

Część badawcza była realizowana na budynku niskoenergetycznym NEH w Zittau, a także w zabytkowym budynku szkolnym w Olbersdorf. Kandydat badał skuteczność wykorzystania zróżnicowanych materiałów termoizolacyjnych, w tym izolacji próżniowej, w ociepleniach ścian zewnętrznych przy pomocy nieniszczących metod diagnostycznych.

W ramach tej współpracy Habilitant wystąpił na trzech konferencjach naukowych z referatami wygłoszonymi w języku niemieckim.

Aktualnie Habilitant współpracuje i prowadzi wspólne badania z 3 uczelniami zagranicznymi:

- **University of Applied Sciences** *(Zittau/Görlitz)*,
- **Kaunas University of Technology Institute of Architecture and Construction** *(Litwa)*,
- **University of Malta** *(Malta)*.

Kandydat również współpracuje z polskimi uczelniami i instytucjami badawczymi:

- **Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy** *(Bydgoszcz)*; aktualnie **Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich,**
- **Uniwersytet Ekonomiczny** *(Katowice)*,
- **Instytut Techniki Budowlanej,**
- **Laboratorium Materiałów Budowlanych "Izolacja"** *(Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego)*.

Współpraca, często wielostronna, zaowocowała **9** publikacjami, w tym **4** w czasopismach posiadającym współczynnik ***IF*, 3** w czasopismach znajdujących się na liście ***B MNiSzW*, 1** referat **w** materiałach konferencji naukowych międzynarodowych oraz **1** rozdział w monografii naukowej.

Habilitant wykazuje się również aktywnością w opracowywaniu recenzji dla czasopism i wydawnictw. Po doktoracie wykonał **32** recenzje dla 11 czasopism naukowych, w tym 5 posiadających wskaźnik ***IF*** według bazy ***JCR*** oraz **4** recenzje monografii i **4** recenzje rozdziałów monografii.

Część badań Kandydata została wykonana w ramach programu Saksońskiego Ministerstwa Nauki i Sztuki (SMWK) dotyczącego renowacji energetycznej zabytkowych budynków mieszkalnych.

Habilitant współpracuje również z Laboratorium Materiałów Budowlanych "IZOLACJA" IMBiGS w Katowicach stanowiącym oddział zamiejscowy sieci Łukasiewicz w zakresie badania zmian parametrów fizycznych polistyrenu z dodatkami atermicznymi poddawanego oddziaływaniu promieniowania słonecznego.

Habilitant uczestniczył w 10 zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż granty.

Uczestniczył również jako ekspert w zespołach oceniających wnioski: o finansowanie badań, o przyznanie nagród naukowych i w innych konkursach.

Dr inż. Paweł Krause był m.in. ekspertem **NCBiR** oceniającym projekty B+R, m.in. w Programie Operacyjnym Innowacyjnej Gospodarki Oś priorytetowa: Badania i rozwój nowoczesnych technologii, ekspertem Parku Naukowo – Technologicznego Euro-Centrum w branży technologii i materiałów budowlanych oceniającym wnioski o finansowanie badań wdrożeniowych w zakresie zagadnień oszczędności energii w budownictwie oraz przewodniczącym Komisji Konkursowej Targów Silesia Building Expo.

Zgodnie z zapisami ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, art. 219, ust. 1 pkt 3 – Habilitant spełnia warunek do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego – **wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.**

5. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe zatytułowane **„Analiza imperfekcji cieplnych systemu ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany" dra inż. Pawła Krausego spełnia warunki, aby uznać je za znaczący wkład do rozwoju dyscypliny naukowej**: wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zmianami).

Ponadto, mając na uwadze kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo - badawczych stwierdzam, że **Habilitant wykazuje się dużą aktywnością naukową w Polsce i za granicą.**

W związku z powyższym **pozytywnie opiniuję wniosek dra inż. Pawła Krausego o nadanie stopnia doktora habilitowanego** w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie **Inżynieria lądowa i transport"** i wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych czynności w postepowaniu habilitacyjnym.

Recenzję podpisała
Halina Koczyk

* 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