

prof. dr hab. inż. Jerzy Zb. Piotrowski
Wydział Inżynierii Środowiska Geomatyki i Energetyki
Politechnika Świętokrzyska
al. Tysiąclecia PP 7
25-314 Kielce

Kielce, 21 marzec 2022r.



RECENZJA
osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej
oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego
dra inż. Szymona Firląga
w związku z postępowaniem habilitacyjnym
w dziedzinie nauk technicznych,
w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

1. Podstawa opracowania recenzji

1.1. Podstawa formalna

Recenzję sporządzono na podstawie umowy o dzieło nr 1160/00007/2022, zawartej 24 stycznia 2022 r. z Dziekanem Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Umowę podpisano z uwagi na wyznaczenie mnie przez Radę Doskonałości Naukowej na recenzenta (decyzja Z2.4000.122.2021.4.IB z dnia 29 listopada 2021 r.) i powołanie do komisji habilitacyjnej (uchwała nr 329/2022 z dnia 11 stycznia 2022 r.) przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej.

1.2. Podstawa prawna

Recenzja przygotowana została zgodnie z wymogami:

- Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 t.j.),
- Umowy o dzieło nr 1160/00007/2022, zawartej 24 stycznia 2022 r. z Dziekanem Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej (cytowanej wyżej).

1.3. Podstawa merytoryczna i zakres recenzji

Recenzję opracowano w oparciu o wniosek Kandydata z dnia 16 września 2021 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport, nie zawierającego danych na nośniku informatycznym, z załącznikami nie posiadającymi numeracji, które można uporządkować w sposób następujący:

- Autoreferat (Kandydat nie dołączył kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych);
- Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport, w tym informacje: o monotematycznym cyklu publikacji, stanowiących osiągnięcie w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt 2 lit b) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo

o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 t.j.), o istotnej aktywności naukowej (art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy), a także o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzujących naukę oraz informacje naukometyczne i dotyczące kariery zawodowej;

- Zestaw publikacji wchodzących w skład cyklu monotematycznego;
- Oświadczenia współautorskie;

- Książkę, deklarowaną przez Kandydata jako monografia: Firląg Szymon „Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 163 s., 2021, Warszawa wraz z zestawem trzech publikacji uznanych przez Kandydata jako istotne, powiązane z osiągnięciem.

Opracowana recenzja obejmuje ogólną charakterystykę sylwetki Kandydata, ocenę Jego osiągnięcia naukowego, ocenę istotnej aktywności naukowej, a także ocenę dorobku dydaktycznego i organizacyjnego.

2. Ogólna sylwetka Kandydata

Dr inż. Szymon Firląg studiował na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, broniąc w 2003 r. pracę magisterską pt. „Charakterystyka i projektowanie budynków pasywnych na przykładzie budynku jednorodzinne”. W latach 2003 – 2008 był słuchaczem studiów doktoranckich w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W tym czasie został laureatem VIII edycji konkursu Fundacji im. Prof. Nowickiego i Deutsche Bundesstiftung Umwelt, co pozwoliło na skorzystanie z półrocznego stypendium naukowego w Passivhaus Institut w Darmstadt w Niemczech. Ostatecznie rozprawę doktorską pt. „Wpływ rodzaju systemu ogrzewczego na komfort cieplny i zużycie energii w jednorodzinnych budynkach pasywnych” obronił w 2009 roku, uzyskując stopień doktora nauk technicznych.

Po doktoracie Kandydat opublikował 7 prac w bazie Web of Science, co przy liczbie cytowań (bez autocytowań) 96 pozwoliło na osiągnięcie Indeksu Hirscha 6. Dla porównania w bazie Scopus liczba prac 11, cytowania 127 i IH 7. Łączny IF za wszystkie publikacje za ten okres w dziedzinie inżynieria lądowa i transport wynosi 15,546 a sumaryczna punktacja MNiSW 743 pkt.

3. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydata

We wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, dr inż. Szymon Firląg wskazał jako swoje osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit b) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 t.j.). Tytuł cyklu: „Modelowanie i wyznaczenie standardów efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych”, przy czym Kandydat podzielił zestawienie na część studialno – teoretyczną („Modelowanie efektywności energetycznej”) i część praktyczną („Wyznaczenie standardów efektywności energetycznej”). Ponadto zaprezentował 4 publikacje jako wynik pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych i zakwalifikował je jako "istotne, powiązane z osiągnięciem".

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Modelowanie i wyznaczenie standardów efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych” zawiera 5 publikacji autorstwa (2) i współautorstwa Kandydata (3). Łącznie wszystkie wskazane publikacje posiadają IF 10,362 i sumę punktów MNiSW 255.

Pierwsza wskazana publikacja (część studialno - teoretyczna) to: Firląg Szymon, Zawada Bernard „Impacts of airflows, internal heat and moisture gains on accuracy of modeling energy

consumption and indoor parameters in passive building” *Energy and Buildings*, Elsevier S.A., vol. 64, 2013, s. 372 – 383. Porusza wpływ wielkości i zmienności parametrów wejściowych takich jak wewnętrzne zyski ciepła i wilgotności oraz przepływ powietrza między strefami na dokładność określenia charakterystyki energetycznej budynków pasywnych. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu programu symulacyjnego TRNSYS (Transient Simulation Programme). Wielostrefowy model budynku jednorodzinny stworzony za pomocą programu TRNSYS był modelem bilansowym z jednym węzłem powietrznym na strefę. Uzyskane wyniki obliczeń potwierdziły, że poprawne określenie parametrów wejściowych ma istotne znaczenie dla dokładności uzyskanych wyników. Zdaniem Autorów jest to szczególnie istotne w przypadkach budynków o bardzo małym zapotrzebowaniu na energię. Dane wejściowe odniesienia określone zostały na podstawie przeprowadzonych pomiarów. Wyniki symulacji potwierdziły istotny wpływ wewnętrznych zysków ciepła i wilgoci oraz przepływów powietrza pomiędzy strefami budynku na charakterystykę energetyczną. Jak pokazały wyniki obliczeń, o tym czy projektowany budynek spełni wymagania, decyduje metoda obliczeniowa i przyjęte na tę okoliczność dane wejściowe.

Druga ze wskazanych publikacji: Firląg Szamon „Ograniczenie ryzyka przegrzewania budynków pasywnych” COW, Sigma-NOT Sp. z o.o., vol. 44, nr 3, 2013, s. 111-116 - opisuje wpływ elementów przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych. Mają one, uwzględniając straty ciepła i zyski ciepła w aspekcie m.in. elementów zacinających i systemów wentylacji, decydujący wpływ na komfort cieplny. Do określenia ryzyka przegrzewania wykorzystano złożone, wzajemnie ze sobą powiązane, modele numeryczne stworzone przy użyciu programu TRNSYS. W ramach analizy opracowano wielostrefowy model budynku pasywnego i modele systemów technicznych. Opracowane modele zostały wykorzystane do przeprowadzenia dynamicznych obliczeń symulacyjnych, z uwzględnieniem wymogów dotyczących temperatury powietrza wewnętrznego i komfortu cieplnego wynikających z norm PN-78/B-03421 i PN-EN 15251. Celem ograniczenia zysków ciepła od słońca w czasie lata wprowadzono elementy zacinające w postaci żaluzji we wszystkich oknach i dodatkowo zmieniono schemat pracy systemu wentylacji mechanicznej, szczególnie w okresie nocnym. Przeprowadzone badania, zdaniem Autora pokazały, że prawidłowo zaprojektowane i użytkowane budynki energooszczędne mogą zapewnić komfortowe warunki nie tylko w zimie, ale i w okresie letnim. W klimacie zdominowanym przez ogrzewanie należy dążyć do możliwie niskich współczynników przenikania ciepła U_w oraz wysokich wartości współczynnika przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g zimą. Z kolei latem ryzyko przegrzewania maleje wraz ze zmniejszeniem współczynnika g .

Kontynuacją zagadnień wpływu elementów przezroczystych o zmiennych parametrach na modelowanie charakterystyki energetycznej budynków jednorodzinnych był temat kolejnej publikacji: Firląg Szymon et all „Control algorithms for dynamic windows for residential buildings” *Energy and Buildings*, Elsevier S.A., vol. 109, 2015, s. 157 – 173. Przedmiotem badań było określenie wpływu różnych algorytmów sterowania inteligentnych okien (np. wyposażonych w zintegrowane automatyczne rolety międzyszybowe) na zapotrzebowanie na energię, ilość godzin z dostępem do światła dziennego oraz sposób działania rolet. Do modelowania charakterystyki energetycznej budynku wykorzystano powszechnie stosowany na świecie i zwalidowany program EnergyPlus. Obliczenia wykonane zostały dla USA i obejmowały cztery lokalizacje o zróżnicowanym klimacie. Wykonanie obliczeń dla różnych klimatów dało możliwość na sprawdzenie wpływu dynamicznych okien na zróżnicowany bilans energetyczny, obejmujący zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania, chłodzenia, napędu urządzeń pomocniczych oraz całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną. Obliczenia wykazały, że niskie współczynniki U_w i wysokie parametry g nie są zaletą we wszystkich klimatach i są bardziej efektywne w obszarach zdominowanych przez

ogrzewanie. Badania pokazały, że inteligentne okna mogą mieć zastosowanie w nowych budynkach energooszczędnych lub istniejących, poddanych termomodernizacji. Takie rozwiązania ograniczają jednocześnie ryzyko przegrzewania w okresie letnim w klimacie chłodnym. W klimacie z przewagą zapotrzebowania na energię do chłodzenia, redukcję słonecznych zysków ciepła należy osiągnąć przede wszystkim poprzez obniżenie wartości g , w tym zastosowanie automatycznych elementów zacieniających.

Oceniając tę część, określoną przez Kandydata jako **studialno – teoretyczną**, należy stwierdzić, że nie zawiera ona istotnej tezy naukowej, rozwijanej w poszczególnych publikacjach. Badania prezentowane w trzech artykułach tej części polegają przede wszystkim na modelowaniu oprogramowaniem systemowym. Sprowadza się to ostatecznie do bardzo rzetelnej, obfitującej w dużą ilość wyników symulacyjnych, pracy eksperckiej. Trafne spostrzeżenia o wpływie np. zacinienia czy pracy wentylacji i udowodnienie tych stwierdzeń, jest tego potwierdzeniem.

Druga część osiągnięcia składa się z dwóch publikacji i, jak to określił Kandydat, jest częścią praktyczną. Pierwszy z artykułów: Firląg Szymon, Piasecki Michał „NZEB Renovation Definition in a Heating Dominated Climate: Case Study of Poland” Applied Sciences – Basel, vol. 8, nr 9, 2018, s. 1 – 25, poświęcony jest głównie wymaganiom dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych poddanych termomodernizacji. Proces określenia wymagań dla termomodernizacji do standardu NZEB, optymalnego kosztowo, podzielony został na dwa etapy: wyznaczenia optymalnych współczynników przenikania ciepła U i optymalnego kosztowo wariantu termomodernizacji. W analizie Autorzy uwzględnili usprawnienie wentylacji, centralnego ogrzewania i instalacji c.w.u., wspomaganej OZE. Bazując na wynikach analiz, głównie kosztowych, zaproponowano definicję termomodernizacji do standardu NZEB dla budynków jednorodzinnych opartą o wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_{co} \leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ (nie odbiegającą od standardu NF40) i procentową redukcję wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP.

W drugim artykule z tej części: Firląg Szymon „Cost – Optimal Plus Energy Building in a Cold Climate” Energies, vol. 12, nr 5, 2019, s. 1 – 20, Autor zaproponował wymagania dla budynku mieszkalnego plus energetycznego w klimacie zdominowanym przez ogrzewanie. Analiza przeprowadzona została przy najniższych kosztach skumulowanych (inwestycji i utrzymania), z uwzględnieniem trzech standardów efektywności energetycznej odniesione do zapotrzebowania na ogrzewanie i wentylację ($WT_{2021} \leq 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, $NF_{40} \leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, $NF_{15} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$). Przeprowadzone analizy pozwoliły Autorowi do zaproponowania możliwych wymagań dla opłacalnych ekonomicznie budynków jednorodzinnych w standardzie plus energetycznym: zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_{co} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ oraz system ogrzewania i przygotowania c.w.u. bazujący na bezpośredniej konwersji energii elektrycznej w ciepło, przy minimalnym wskaźniku produkcji energii elektrycznej z OZE na miejscu $E_{Kp} > 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

Słusznie Kandydat zakwalifikował te dwie publikacje do części praktycznej. Bazując na standardach NZEB, WT2021, NF40, NF15 podjął próbę kompleksowej analizy w aspekcie optymalizacji kosztowej w celu znalezienia opłacalnych ekonomicznie budynków, szczególnie plus energetycznych. Ostatecznie sformułowane wymagania, zgodnie z przewidywaniem oparte na wykorzystaniu OZE, są bardzo konkretne i mają wartość aplikacyjną.

Kandydat przedstawił również 4 inne publikacje, które określił jako powiązane z osiągnięciem. Zawierają one opracowanie szczegółowych wymagań dla krajowych standardów efektywności energetycznej budynków, analizę wymagań stawianych budynkom NZEB, analizę wpływu zmierzonych całkowitych stężeń lotnych związków organicznych, określenie poziomu zanieczyszczenia powietrza nad powierzchnią mórza (Bałtyckiego

i Północnego) w porównaniu z sytuacją w portach, łącznie z badaniem wpływu statków na poziom stężenia pyłu zawieszonego. Tematyka dwóch ostatnich artykułów znacznie odbiega od tematyki przedstawionego osiągnięcia, ale świadczy pozytywnie o szerokich horyzontach badawczych prezentowanych przez kandydata.

Z pierwszych dwóch publikacji, powiązanych tematycznie z osiągnięciem, zwraca uwagę publikacja książkowa: Firląg Szymon „Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2021. Kandydat określa ją mianem monografii, aczkolwiek jest to kwalifikacja dyskusyjna, w aspekcie przedstawienia zagadnień, gdzie brakuje elementów oryginalnych i twórczych. Zarówno tytuł jak i cel publikacji sugeruje uporządkowanie zagadnienia standardów i podanie w formie do wykorzystania praktycznego. Ważną propozycją ze strony Kandydata było zaproponowanie nowego, alternatywnego wskaźnika odzwierciedlającego efektywność energetyczną budynków $Q_{D,netto}$, będącego różnicą między energią dostarczoną do budynków a energią wyeksportowaną do systemu z pominięciem współczynników nakładów (modyfikacja wskaźnika ED_{netto}). Wskaźnik $Q_{D,netto}$ zweryfikowano na przykładzie wyznaczonych w ramach osiągnięcia standardów, czyli: plus energetycznego oraz termomodernizacji do poziomu NZEB i optymalnego kosztowo, a także z uwzględnieniem wymagań NZEB dla nowych budynków. W podsumowaniu Kandydat formułuje ogólne wnioski dotyczące standardów, aby ostatecznie dokonać porównania między nimi.

W publikacji książkowej Kandydat obszernie, aczkolwiek rzeczowo określił standardy efektywności energetycznej, w tym zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i wentylacji, przygotowania c.w.u. i minimalny wskaźnik produkcji energii elektrycznej z OZE. Jednak w odczuciu Autora recenzji zabrakło w podsumowania lub w specjalnie zredagowanym rozdziale jasnych i syntetycznych sformułowań lub schematów, które mogłyby zostać wykorzystane do aplikacyjnych zastosowań, szczególnie przez projektantów.

Podsumowując, opisane wyżej osiągnięcie naukowe jest w mojej ocenie istotne dla poprawy efektywności energetycznej oraz opracowania standardów efektywności energetycznej w obrębie budynków mieszkalnych jednorodzinnych i mimo mankamentów wymienionych w ocenach cząstkowych poszczególnych części, stanowi znaczny wkład Kandydata w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w innych jednostkach naukowych

Badania nad wpływem dynamicznych okien i sposobów ich kontroli na charakterystykę energetyczną budynku było przedmiotem stażu dwumiesięcznego w Building Technology and Urban Systems Department w Berkeley Lab w USA. Obliczenia symulacyjne określiły wpływ na zróżnicowany bilans energetyczny (zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania i chłodzenia, napędu urządzeń pomocniczych i całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną) Ostatecznie badania wykazały, że inteligentne okna w znaczący sposób ograniczają ryzyko przegrzewania w okresie letnim. Efektem była jedna z publikacji w części pierwszej osiągnięcia naukowego.

Kandydat odbył również w latach 2015 – 2020 kilka krótkich wyjazdów do The Buildings Performance Institute Europe (BPIE) w Brukseli w Belgii. Przedmiotem pobytów było omówienie działań w ramach realizowanych projektów międzynarodowych oraz krajowych dotyczących efektywności energetycznej budynków.

Dr inż. Szymon Firląg brał udział w 7 międzynarodowych grantach europejskich. Z oczywistych względów, przy tej okazji, jest potrzeba intensywnych kontaktów i aktywności naukowej z innymi jednostkami naukowymi i instytucjami europejskimi. I tak np. w projektach: „Zebra2020 – Nearly – Zero Energy Building Strategy 2020” uczestniczyło 17 krajów,

a w "Intelligent Energy Saving Measures for Municipal Housing in Central and Eastern European Countries (INTENSE)" – 11 krajów europejskich. .

Konkludując, uważam, że wyżej omówiona istotna aktywność naukowa Kandydata w innych jednostkach naukowych spełnia wymagania stawiane przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

5. Analiza dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Dr inż. Szymon Firląg prowadzi na Wydziale Inżynierii Lądowej zajęcia w języku polskim i angielskim z przedmiotów: Hydraulika i hydrologia, Instalacje sanitarne i Low-energy buildings design. Był promotorem 58 prac inżynierskich i licencjackich oraz 12 prac magisterskich. Prowadził seminaria, szkolenia oraz programy popularyzujące zagadnienia budownictwa energooszczędnego.

Kandydat jest współtwórcą wynalazku „Petopian ekstrudowany – materiał termoizolacyjny na bazie poli(tereftalanu) etylenu (PET)”. Wynalazek wyróżniony został I nagrodą w konkursie firmy Swisspor w kategorii przegrody termoizolacyjnej przyszłości. W 2017 twórcy wynalazku dokonali nowego zgłoszenia patentowego P.421221 dotyczącego wytwarzania termoizolacyjnego elementu budowlanego, w którym jako rdzenie termoizolacyjne przewidziano wypełnienie z pianki zamkniętokomorowej na bazie ekstrudowanego poli(tereftalanu) etylenu (PET)”

Dr inż. Szymon Firląg recenzował 28 artykułów dla 4 czasopism o wysokim IF wg JCR. Uczestniczył w 2 projektach badawczych z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego oraz Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Był recenzentem wniosków składanych w ramach programu Horyzont 2020, jest ekspertem zewnętrznym ds. Weryfikacji Technologii Środowiskowych. Aktywnie współpracował z Narodową Agencją Poszanowania Energii, Krajową Agencją Poszanowania Energii i Fundacją Poszanowania Energii. Wdrożył (udział w projektowaniu, budowie i certyfikacji) pierwszego w Polsce pasywnego budynku jednorodzinne. Jest autorem lub współautorem 7 opracowań naukowo – badawczych i eksperckich. Brał udział w konsorcjach i sieciach badawczych związanych z realizacją grantów europejskich lub krajowych.

Podsumowując, aktywność Kandydata w zakresie dydaktycznym i organizacyjnym oceniam dobrze i jest całkowicie wystarczająca przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

6. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę podane w punktach 3 oraz 4 niniejszej recenzji wnioski częściowe, uważam, że dr inż. Szymon Firląg wykazał się po doktoracie znacznym dorobkiem naukowym, szczególnie w aspekcie praktycznym, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

Moim zdaniem, Jego osiągnięcia naukowe w zakresie istotnej aktywności naukowej i odbytych staży zagranicznych, (a także osiągnięcia z zakresu działalności dydaktycznej i organizacyjnej) spełniają wymagania stawiane doktorom habilitowanym w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

W związku z powyższym popieram wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Szymonowi Firlągowi i wnioskuję o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Jerzy Zb. Piotrowski