

Wydział Inżynierii Lądowej - Politechnika
Warszawska Al. Armii Ludowej 16, 00-637
Warszawa

(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)
za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Szymon Firląg
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Instytut Inżynierii Budowlanej - Wydział Inżynierii Lądowej
– Politechnika Warszawska
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 16 września 2021

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie¹ inżynieria lądowa i
transport.

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia
doktora habilitowanego:

„Modelowanie i wyznaczanie standardów efektywności energetycznej budynków
jednorodzinnych” - monotematyczny cykl publikacji

Wnioskuje – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała
uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~tajnym~~/**jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:


*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w
sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej
z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

*Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.
Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c)
Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.
232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu
przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i
obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.*

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html



.....
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Oświadczenia współautorskie
2. Cykl publikacji składających się na osiągnięcie
3. Istotne publikacje powiązane z osiągnięciem

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Szymon Firląg

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

W latach 1994-1998 uczyłem się w Liceum Ogólnokształcącym im. K.I. Gałczyńskiego w Otwocku. Uczęszczałem do klasy o profilu matematyczno-fizycznym z rozszerzonym programem informatyki. Po szkole średniej studiowałem w latach 1998-2003 na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Dzięki zajęciom z śp. dr Aleksandrem Pankiem zainteresowałem się budownictwem energooszczędnym. Tej tematyce była poświęcona moja praca magisterska „Charakterystyka i projektowanie budynków pasywnych na przykładzie budynku jednorodzinnego” pisana pod kierunkiem dr Panka. Studia skończyłem z wynikiem bardzo dobrym i za namową promotora rozpocząłem studia doktorskie w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W latach 2003-2008 kontynuowałem badania nad efektywnością energetyczną budynków i pisałem pracę doktorską pod opieką początkowo śp. profesora Stanisława Mańkowskiego a następnie profesora Bernarda Zawady. Zostałem laureatem VIII edycji konkursu Fundacji im. prof. Nowickiego i Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Nagrodą było półroczne stypendium naukowe, które odbyłem w 2005 roku w Passivhaus Institut w Darmstadt w Niemczech. Po powrocie kontynuowałem prace nad rozprawą doktorską pt. „Wpływ rodzaju systemu ogrzewczego na komfort cieplny i zużycie energii w jednorodzinnych budynkach pasywnych”. Obroniłem ją w 2009 roku i otrzymałem tytuł doktora nauk technicznych.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

Po obronie doktoratu w 2009 roku podjąłem pracę na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w Instytucie Inżynierii Budowlanej. Obecnie jestem zatrudniony na stanowisku adiunkta i kieruję pracami Zespołu ds. efektywności energetycznej budynków w ramach Zakładu Budownictwa Ogólnego i Zrównoważonego Rozwoju. Na Wydziale Inżynierii Lądowej PW prowadzę badania naukowe i działalność dydaktyczką. Współpracuję ze środowiskiem gospodarczym i społecznym.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

4.1. Tytuł osiągnięcia

Modelowanie i wyznaczanie standardów efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych

4.2. Wprowadzenie

Efektywność energetyczna budynków oraz tworzenie dla nich standardów to istotny i aktualny obszar badań w zakresie budownictwa w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport. Obszar ten dotyczy jednocześnie budownictwa w kontekście architektury i urbanistyki, inżynierii środowiska i energetyki oraz ekonomii i finansów.

Celem naukowym podjętych przeze mnie badań było w pierwszej kolejności określenie wpływu danych wejściowych oraz elementów przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych. Analizowałem znaczenie wewnętrznych zysków ciepła i wilgoci oraz przepływu powietrza między strefami dla dokładności modelowania zapotrzebowania na energię. Badałem oddziaływanie elementów zacieniających i systemu wentylacji na ryzyko przegrzewania, porównując zmienność temperatury wewnętrznej oraz wartości wskaźników komfortu cieplnego PMV (Predictive Mean Vote) i PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). Sprawdzałem wpływ dynamicznych okien i sposobów ich kontroli na wyniki modelowania charakterystyki energetycznej budynku.

Uzyskane wyniki i zdobyte doświadczenie wykorzystałem do opracowania szczegółowych wymagań dla krajowych standardów efektywnych energetycznie budynków. Wytyczne te określiłem zarówno dla nowych jak i istniejących budynków mieszkalnych. Istotnym elementem metodologii badawczej był aspekt opłacalności ekonomicznej realizowanych przedsięwzięć. Opracowane przeze mnie modele numeryczne budynków były przedmiotem obliczeń wariantowych obejmujących różne zestawienia usprawnień. W przypadku nowych budynków mieszkalnych jednorodzinnych określiłem wymagania dotyczące rozwiązań konstrukcyjno-instalacyjnych pozwalających na osiągnięcie standardu plus energetycznego. Podobne wymagania wyznaczyłem dla termomodernizacji budynków istniejących do poziomu NZEB. W tym wypadku badania przeprowadziłem w pierwszej kolejności dla przegród budynków. Zdefiniowałem dla nich optymalne kosztowo wartości współczynników przenikania ciepła U. Podstawą do sformułowania wymagań szczegółowych dotyczących przegród były wskaźniki kosztu skumulowanego. Następnie stworzyłem na ich podstawie różne warianty termomodernizacji modeli budynków. Wyznaczona dla nich zależność pomiędzy kosztem skumulowanym a efektywnością energetyczną pozwoliła na znalezienie optymalnego kosztowo i niemal zero energetycznego poziomu wymagań.

Zwieńczeniem osiągnięcia habilitacyjnego jest zaproponowanie nowego, alternatywnego wskaźnika odzwierciedlającego efektywność energetyczną budynków. Wykorzystanie wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED_{netto} zamiast wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP uniezależnia obliczenia od wskaźników nakładu w_i i nadaje bardziej praktyczny wymiar wynikom. Na jego podstawie jesteśmy w stanie określić ile energii netto w bilansie rocznym trzeba dostarczyć do budynku aby zaspokoić jego potrzeby. Podejście takie pozwala na lepsze pokazanie efektów działań zmierzających do poprawy efektywności

energetycznej budynku. Sprawdzi się zarówno w procesie termomodernizacji, gdzie gwarantuje promocję kompleksowości realizowanych usprawnień jak i w przypadku nowych budynków.

Zaprezentowane metodologie obliczeniowe, opracowane przeze mnie standardy efektywności energetycznej budynków oraz propozycja nowego wskaźnika zapotrzebowania na energię mogą być wykorzystywane do określenia przyszłych i obecnych wymagań stawianych budynkom. Pozwoliłoby na zmniejszenie energochłonności krajowych zasobów budowlanych i ograniczenie ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Zapewniły jednocześnie podwyższenie jakości życia w budynkach oraz poza nimi, dzięki redukcji emisji szkodliwych zanieczyszczeń powietrza. Działania takie wpisują się bezpośrednio w realizację celu polityki Unii Europejskiej, jakim jest dekarbonizacja zasobów budowlanych do roku 2050.

4.3. Monotematyczny cykl publikacji składający się na osiągnięcie w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

Tytuł cyklu: Modelowanie i wyznaczanie standardów efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych

Cześć studialno-teoretyczna – modelowanie efektywności energetycznej

- *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, DOI:10.1016/j.enbuild.2013.04.024, 40 punktów, IF(2,465). (pozycja [A1] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon: Ograniczenie ryzyka przegrzewania budynków pasywnych, COW, SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 44, nr 3, 2013, s. 111-116, 10 punktów. (pozycja [A2] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon et all: Control algorithms for dynamic windows for residential buildings, Energy and Buildings, Elsevier S.A., vol. 109, 2015, s. 157-173, DOI:10.1016/j.enbuild.2015.09.069, 40 punktów, IF(2,973). (pozycja [A3] w załączniku nr 2)*

Cześć praktyczna – wyznaczanie standardów efektywności energetycznej

- *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, DOI:10.3390/app8091605, 25 punktów, IF(2,217). (pozycja [A4] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon: Cost-Optimal Plus Energy Building in a Cold Climate, Energies, vol. 12, nr 5, 2019, s. 1-20, DOI:10.3390/en12203841, 140 punktów, IF(2,707) (pozycja [A5] w załączniku nr 2)*

Treść publikacji dostępna jest w załączniku nr 1. Przedstawione publikacje stanowiące osiągnięcie zostały pozytywnie ocenione przez międzynarodowych i krajowych recenzentów oraz były zacytowane ponad 94 razy (wrzesień 2021, Scopus). Opracowane standardy efektywności energetycznej były popularyzowane na konferencjach naukowych i w czasopismach branżowych. Propozycja zastosowania nowego wskaźnika zapotrzebowania na energię znalazła się ekspertyzie dotyczącej metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku opracowanej na zlecenie Ministerstwo Rozwoju, Technologii i Pracy oraz opisana w mojej monografii *Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych*.

Jestem pomysłodawcą całego cyklu i każdej publikacji, autorem tez badawczych, autorem przebiegu eksperymentów, autorem opracowania wyników i przedstawienia dyskusji. Treść publikacji wysłanych do recenzji była przygotowana przeze mnie. We wszystkich publikacjach jestem pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. We wszystkich publikacjach odpowiadałem samodzielnie na recenzje. Część prac badawczych była współrealizowana z profesorem Bernardem Zawadą z Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, naukowcami z Windows and Envelope Materials Group, Lawrence Berkeley National Laboratory w USA oraz profesorem Michałem Piaseckim z Instytutu Techniki Budowlanej. Dokładny podział udziału wszystkich współautorów z rozbiem na realizowane zadania w każdej z publikacji przedstawiony jest w załączniku nr 2. W ramach osiągnięcia wykazuję tylko najbardziej istotne publikacje w czasopismach posiadających indeksowanie Journal Citation Report (IF) lub znajdujących się na liście MNiSW. Sumaryczny IF dla cyklu publikacji składających się na osiągnięcie wynosi **10,362** a suma punktów **MNiSW 255** wg Bazy Wiedzy Politechniki Warszawskiej. Inne publikacje, które nie zostały włączone bezpośrednio do cyklu przedstawiam w dalszej części wniosku.

4.4. Najważniejsze elementy osiągnięcia

Najważniejszym celem naukowym podjętych badań było przedstawienie procesu prowadzącego od uzyskania wymagań dla standardów efektywności energetycznej budynków mieszkalnych oraz zaproponowanie nowego sposobu ich wyrażania. Na główne elementy osiągnięcia składa się:

- Określenie wpływu danych wejściowych oraz elementów przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych,
- Zaproponowanie wymagań dotyczących ochrony cieplnej przegród, systemów technicznych i zapotrzebowania na energię dla nowych, plus energetycznych, jednorodzinnych budynków mieszkalnych,
- Zaproponowanie wymagań dotyczących ochrony cieplnej przegród, systemów technicznych i zapotrzebowania na energię dla istniejących, termomodernizowanych do poziomu NZEB i optymalnego kosztowo, jednorodzinnych budynków mieszkalnych,
- Zaproponowanie nowego, alternatywnego wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto odzwierciedlającego efektywność energetyczną budynków ED_{netto} .

Badania miały charakter analityczny i bazowały na modelowaniu charakterystyki energetycznej modelowych budynków oraz obliczaniu przepływów pieniężnych. Do najważniejszych oryginalnych efektów badań można zaliczyć:

- Zdefiniowanie i określenie kompleksowych wymagań dla jednorodzinnych budynków mieszkalnych w standardzie plus energetycznym w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych i systemów technicznych; wskazanie rozwiązań najbardziej opłacalnych z punktu widzenia ekonomicznego,
- Zdefiniowanie i określenie wymagań dla jednorodzinnych budynków mieszkalnych poddawanych termomodernizacji do standardu NZEB i optymalnego kosztowo; wymagania te obejmowały wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji oraz procentową redukcję zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną,
- Zdefiniowanie sposobu obliczania zapotrzebowania na energię dostarczoną netto.

Realizacja postawionych celów naukowych wymagała wykonania zadań dodatkowych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- Analizowanie wpływu wewnętrznych zysków ciepła i wilgoci oraz przepływu powietrza między strefami na dokładność modelowania zapotrzebowania na energię budynków energooszczędnych,
- Analizowanie wpływu elementów zacieniających i systemu wentylacji na ryzyko przegrzewania,
- Analizowano wpływ dynamicznych okien i sposobów ich kontroli na charakterystykę energetyczną budynku,
- Wykonanie dynamicznych obliczeń symulacyjnych przy wykorzystaniu programów TRNSYS, EnergyPlus i Window,
- Udział w praktycznym wdrożeniu i weryfikacji wymagań dla standardu NF40 i NF15 w ramach programu priorytetowego „Efektywne wykorzystanie energii. Dopłaty do kredytów na budowę domów energooszczędnych” Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
- Przeprowadzenie analizy porównawczej krajowych wymagań dla budynków NZEB oraz NF40 i NF15 oraz sprawdzenie ich spójności,
- Opracowanie modelu nowego budynku jednorodzinnego w różnych wariantach rozwiązań konstrukcyjnych i systemów technicznych, dla których przeprowadzono szczegółową analizę energetyczną i ekonomiczną; uzyskane wyniki posłużyły do określenia warunków brzegowych, które muszą być spełnione aby budynek spełnił standard plus energetyczny,
- Stworzenie modeli istniejących budynków jednorodzinnych, wykorzystywanych do obliczeń energetycznych i ekonomicznych,
- Zaproponowanie autorskiej metodologii obliczeń polegającej na wyznaczeniu w pierwszym etapie optymalnych kosztowo wymagań dla przegród budynku, które w drugim etapie posłużyły do określenia optymalnych kosztowo wariantów termomodernizacji.

4.5. Motywacja i uzasadnienie podjęcia badań

Decyzja o podjęciu badań w zakresie standardów efektywności energetycznej budynków wynikała z kilku powodów. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- zmiany w prawodawstwie Unii Europejskiej i krajowym,
- stan krajowych zasobów budowlanych,
- negatywny wpływ budynków na zdrowie Polaków i środowisko naturalne.

Uchwalona 19 maja 2010 roku Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) nałożyła na kraje członkowskie wymaganie, aby do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii, oraz po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii (NZEB). Zgodnie z dyrektywą Polska powinna podjąć działania mające na celu promowanie budynków NZEB a także zachęcać do opracowywania najlepszych praktyk w odniesieniu do opłacalnego ekonomicznie przekształcania istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii. Postanowienia dyrektywy zostały wdrożone do prawa krajowego w ramach Ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków i Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dodatkowo

podjęto Uchwałę nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie "Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii". Komisja Europejska opublikowała w dalszej kolejności zalecenie 2016/1318 z dnia 29 lipca 2016 r. w sprawie wytycznych dotyczących promowania budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz najlepszych praktyk służących zapewnieniu, aby w terminie do 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. wprowadziła zmiany w Dyrektywie 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Zgodnie ze znowelizowaną Dyrektywą EPBD do 2050 roku powinniśmy zdekarbonizować zasoby budowlane, które obecnie odpowiadają za około 36% wszystkich emisji CO₂ w UE. Każde państwo członkowskie ustanawia długoterminową strategię renowacji służącą wspieraniu termomodernizacji krajowych zasobów budynków mieszkalnych i niemieskalnych, zarówno publicznych, jak i prywatnych, aby zapewnić do 2050 r. wysoką efektywność energetyczną i niskoemisyjność zasobów budynków, przez umożliwienie racjonalnego pod względem kosztów przekształcenia istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii. Konieczne jest zatem podjęcie szeregu działań, głównie w obszarze budynków istniejących celem realizacji wymagań nałożonych przez znowelizowaną Dyrektywę. Pierwszym z nich powinno być określenie optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań dla termomodernizacji budynków do poziomu NZEB. Drugim ustalenie, w jakim kierunku powinny zmierzać wymagania dotyczące efektywności energetycznej budynków nowych po roku 2020. Oba z powyższych zagadnień były przedmiotem badań prowadzonych przeze mnie.

Kolejnym powodem i motywacją do podjęcia badań nad standardami efektywności energetycznej budynków jest stan krajowych zasobów budowlanych. Zgodnie z raportem Instytutu Ekonomii Środowiska o efektywności energetycznej w Polsce, 72% budynków jednorodzinnych ma niską lub bardzo niską efektywność energetyczną. Jednocześnie 70% z nich wykorzystuje jako paliwo węgiel, co odpowiada 3,5 mln kotłów węglowych, które łącznie zużywają ponad 9 mln ton węgla rocznie. W 28,8% budynków, wykorzystywane są kotły węglowe ponad 10-letnie, z czego około 3 miliony tych instalacji opiera się na przestarzałych rozwiązaniach technologicznych. Wynikające z tego krajowe zużycie energii w gospodarstwach domowych, w podziale na nośniki energii, różni się znacznie od innych krajów UE. Dotyczy to w szczególności bardzo wysokiego zużycia węgla na jednego mieszkańca. W Polsce jest ono dziesięciokrotnie wyższe od średniej w krajach Unii Europejskiej. Większość budynków, bez izolacji termicznej zostało wzniesionych przed 1989r. Zaledwie 1% wszystkich budynków w Polsce można uznać za energooszczędne, przede wszystkim te, które zostały zbudowane w ciągu ostatnich kilku lat. Dane Głównego Urzędu Statystycznego wskazują, że około 50% budynków mieszkalnych w Polsce zostało zaizolowanych termicznie, jednak poniżej poziomu optymalnego ekonomicznie. W rezultacie w 2015 r. gospodarstwa domowe miały największy udział w energii zużywanej w Polsce, wynoszący prawie 29%, w porównaniu do transportu - 25% i przemysłu - 27%. Większość energii zużywanej w gospodarstwach domowych - 65,5 %, wykorzystywane jest do ogrzewania pomieszczeń. Określenie standardów efektywności energetycznej dla budynków nowych jak i modernizowanych a następnie ich wdrożenie, przyczyni się do zmniejszenia energochłonności krajowych zasobów budowlanych.

Według danych Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), w 2015 roku 80,6% mieszkańców miast w Polsce było narażonych na stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ przekraczające normy unijne a w przypadku benzo(a)pirenu (BaP) było to 99,1% mieszkańców miast. W Polsce 46 020

przedwczesnych zgonów przypisuje się narażeniu na działanie pyłu PM2.5. Ogrzewanie budynków jest główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza i jest odpowiedzialne za: 78% emisji BaP, 41% emisji PM2.5 i 40% emisji PM10. Wysokie stężenia pyłów zawieszonych i BaP występują w całej Polsce, a szczególnie wysokie w południowej części kraju.

Zanieczyszczenia takie jak pyły zawieszone i BaP pochodzą głównie z procesu spalania paliw stałych węgla, drewna i innej biomasy, przy czym BaP emitowany jest w procesie (nieefektywnego) niepełnego spalania w niskich temperaturach. Węgiel pozostaje dominującym paliwem grzewczym w Polsce, ze względu na cenę i wsparcie rządowe. 84% węgla w sektorze mieszkaniowym w Europie jest zużywane w naszym kraju. W rezultacie w ostatnich latach emisja pyłów zawieszonych nie zmniejszyła się, a stężenie BaP wzrosło o 63% w okresie od 2007 do 2015. Badania łączą ekspozycję na wysokie stężenie pyłu zawieszonego i innych zanieczyszczeń (np. BaP) w powietrzu zewnętrznym ze zwiększoną śmiertelnością. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem uznała PM i BaP za rakotwórcze. Zła jakość powietrza pogarsza jakość życia i jest odpowiedzialna za zwiększoną śmiertelność, zachorowalność i wydłużoną hospitalizację.

Zanieczyszczeniu powietrza przez sektor mieszkaniowy można przeciwdziałać poprzez termomodernizację istniejących budynków - zwłaszcza domów jednorodzinnych - oraz poprzez przestawienie się na budynki plus energetyczne (nie tylko zużywające ale i produkujące energię ze źródeł odnawialnych). Największy potencjał oszczędności energii i ograniczenia emisji leży w zmniejszeniu zużycia energii na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Można to osiągnąć poprzez termomodernizację istniejących budynków do standardu NZEB oraz przestawienie się z wysokoemisyjnych, nieodnawialnych źródeł energii na źródła odnawialne. Oba działania powinny zostać wzmocnione programami wsparcia koncentrującymi się w szczególności na poprawie efektywności energetycznej budynków, co przyniesie dodatkowe korzyści w postaci poprawy komfortu życia, obniżenia rachunków za energię i poprawy bezpieczeństwa energetycznego kraju. Punktem wyjścia do tworzenia skutecznych programów wsparcia powinno być określenie opłacalnych ekonomicznie standardów efektywności energetycznej budynków.

4.6. Omówienie osiągniętych wyników i wskazanie możliwości ich wykorzystania w praktyce

Podstawowe tezy

W 2012 zdefiniowałem podstawowo pytanie badawcze: „czym cechuje się proces modelowania charakterystyki energetycznej, tworzenia standardów oraz metod ich przedstawiania dla budynków energooszczędnych”. Do rozwiązania problemu potrzebne było całościowe uporządkowanie istniejącej wiedzy oraz jej istotne uzupełnienie w kwestii wpływu różnych danych wejściowych oraz metod obliczeniowych na uzyskiwane wyniki. Zapotrzebowanie na energię budynków energooszczędnych różni się w znacznym stopniu od zapotrzebowania budynków istniejących. Może być one nawet o 90% mniejsze co ma istotny wpływ na stosowane metody obliczeniowe. Dla uzyskania wiarygodnych wyników potrzebne jest prawidłowe obliczenie składowych bilansu energetycznego wpływających zarówno na wielkość strat jak i zysków ciepła. Szczególnie istotne są wykorzystałem modele wewnętrznych zysków ciepła i cechy przegród przezroczystych, które mogą być źródłem zarówno strat jak i zysków. Do badań nad tymi wielkościami zastosowałem numeryczne modele budynków oraz dynamiczne obliczenia

symulacyjne. Przyjęte podejście umożliwiło mi na wybranie właściwego scenariusza i danych wejściowych wykorzystanych w procesie tworzenia standardów efektywności energetycznej. Prowadzone badania koncentrowały się na jednorodnych budynkach mieszkalnych. Chciałem określić w pierwszej kolejności wymagania dla optymalnego kosztowo i niemal zero energetycznego standardu termomodernizacji. Na podstawie analizy źródeł literaturowych wybrałem odpowiednie metody obliczeniowe. Szczególnie istotnym aspektem było wykorzystanie procedury oceny ekonomicznej bazującej na całkowitym koszcie skumulowanym. Powszechnie stosowana w auditingu energetycznym metoda oceny bazująca na prostym czasie zwrotu nakładów inwestycyjnych (SPBT), posiada liczne ograniczenia. Nie uwzględnia zmiany wartości pieniądza w czasie oraz kosztów związanych modernizacją lub wymianą poszczególnych komponentów. W konsekwencji przedsięwzięcia cechujące się krótkim SPBT mogą okazać się mniej korzystne w całym cyklu życia budynku. Jest to szczególnie istotne w przypadku budynków o bardzo małym zapotrzebowaniu na energię, gdzie stosowane rozwiązania i usprawnienia wymagają często dodatkowych nakładów inwestycyjnych związanych z ich użytkowaniem, np. system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła wymaga regularnych przeglądów, ma określoną żywotność oraz zużywa dodatkową energię elektryczną. Znaczna ilość analizowanych przeze mnie wariantów i modeli pozwoliła na przedstawienie zależności pomiędzy całkowitym kosztem skumulowanym a standardem efektywności energetycznej budynku. Miejsce osiągnięcia przez funkcję minimum odpowiadało optymalnemu ekonomicznie standardowi termomodernizacji. Podobną tezę przyjęto dla nowych budynków plus energetycznych – istnieje taki standard, dla którego poziom ograniczenia zapotrzebowania na energię i zwiększenia produkcji energii ze źródeł odnawialnych przyjmuje wartość optymalną z punktu widzenia ekonomicznego. Chciałem określić jak mogą wyglądać wymagania dla przyszłych budynków plus energetycznych w Polsce. Pozostaje to ciągle otwarte pytanie a dostępne w tym zakresie badania często pomijają aspekt ekonomiczny. Tymczasem jak wykazały prowadzone prace ma on kluczowe znaczenie dla wyboru właściwych rozwiązań technicznych. Bardzo małe zapotrzebowanie na energię może być osiągnięte na różne sposoby co wpływa na wielkość całkowitego kosztu skumulowanego. Usystematyzowanie dostępnej wiedzy na temat standardów budynków plus energetycznych pozwoliło na pokazanie różnych podejść w tym zakresie. Dotyczy to w szczególności sposobu bilansowania energii ze źródeł odnawialnych produkowanej na miejscu. Przyjęta przeze mnie definicja bazuje na bilansie rocznym i energii dostarczonej netto $Q_{D,netto}$. Stanowi ona różnicę między energią dostarczaną do budynków a energią wyeksportowaną do systemu z pominięciem współczynników nakładu. Energią wyeksportowaną może być energia elektryczna, energia cieplna lub energia chłodnicza. Za budynki plus energetyczne uznałem takie, dla których wartość energii dostarczonej netto jest w ciągu roku większa od zera – $Q_{D,netto} > 0$.

Powszechnie wykorzystywane zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną Q_P i wskaźnik zapotrzebowania na tę energię EP nie do końca informuje o efektywności energetycznej budynku. Jego wartość zależy w dużej mierze od wykorzystanych nośników energii i nie można na jego podstawie określić kosztów użytkowania budynku. Najcenniejsze w mojej ocenie są wyniki badań pokazujące, że wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla nowego budynku o standardzie plus energetycznych okazał się większy niż dla budynku zgodnego z wymaganiami z Warunków Technicznych na rok 2021. Dlatego bardzo istotnym elementem osiągnięcia naukowego jest zaproponowanie alternatywnego sposobu określania i ustalania wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków - wykorzystanie zapotrzebowania na energię dostarczoną netto $Q_{D,netto}$ jako jednego z głównych wskaźników charakterystyki energetycznej budynku.

Etapy osiągnięcia podzieliłem na część studialno-teoretyczną i praktyczną oraz zdecydowałem się przedstawić całość jako serię publikacji. Ciąg publikacji pozwolił mi na stopniowe prowadzenie badań i wykorzystanie wcześniej uzyskanych wyników oraz wniosków na dalszym etapie prac. Nie bez znaczenia było uwzględnianie nowych publikacji dotyczących budownictwa energooszczędnego, szczególnie tych pokazujących dokonania zagranicznych ośrodków naukowy. Wszystko pozwoliło mi na osiągnięcie założonego celu naukowego.

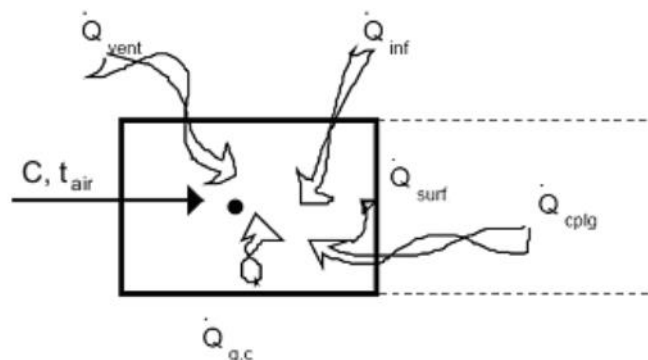
Określenie wpływu danych wejściowych na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych

Pierwszym etapem badań był wpływ wielkości i zmienności parametrów wejściowych takich jak wewnętrzne zyski ciepła i wilgoci oraz przepływu powietrza między strefami na dokładność określania charakterystyki energetycznej budynków pasywnych. Badania prowadziłem wspólnie z profesorem Bernardem Zwadą z Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W ich wyniku powstał pierwszy z cyklu artykułów składających się na osiągnięcie:

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, DOI:10.1016/j.enbuild.2013.04.024, 40 punktów, IF(2,465). (pozycja [A1] w załączniku nr 2)

Wcześniejsze publikacje dotyczące tej tematyki, na przykład D. Saelens, W. Parys, i R. Baetens, "Energy and comfort performance of thermally activated building systems including occupant behavior", Building and Environment 2011 oraz R. Pujol-Nadal, V. Martínez-Moll i A. Moià-Pol, "Prediction of the thermal behaviour of an office building using TRNSYS with proposal and evaluation of improvement actions" Renew. Energy Power Qual. J., 2006, dotyczyły budynków charakteryzujących się normalnym zapotrzebowaniem na energię i innym sposobem użytkowania (biurowych).

Obliczenia przeprowadzono przy użyciu programu symulacyjnego TRNSYS (Transient Simulation Programme). Jest on przeznaczony do symulacji dynamicznej budynków z systemami technicznymi oraz szczegółowej analizy zjawisk z zakresu fizyki budowli. W szczególności nadaje się do obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia, analizy komfortu cieplnego i temperatury wewnętrznej oraz zmian wilgotności. Wielostrefowy model budynku jednorodzinnego stworzony za pomocą programu TRNSYS był modelem bilansowym z jednym węzłem powietrznym na strefę. Bilans energetyczny węzła przedstawiono w sposób uproszczony na Rysunku 1 i opisano równaniem 1.



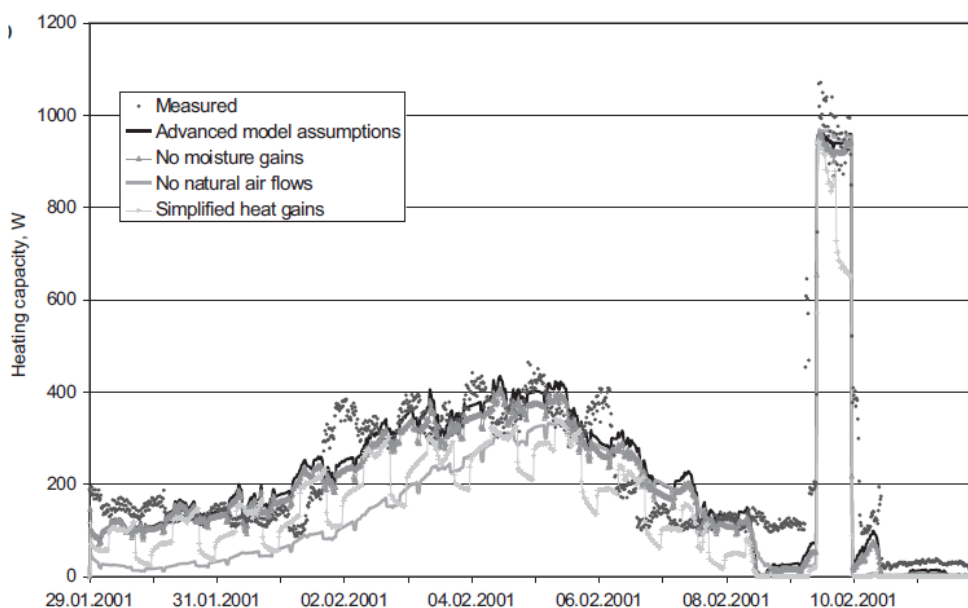
Rysunek 1. Uproszczony schemat bilansu cieplnego węzła powietrznego strefy

$$C \frac{dt_{air}(\tau)}{d\tau} = Q_{surf}(\tau) + Q_{inf}(\tau) + Q_{vent}(\tau) + Q_{g,c}(\tau) + Q_{cplg}(\tau) \quad (1)$$

gdzie:

- C – pojemność cieplna węzła powietrznego strefy,
- $t_{air}(\tau)$ – chwilowa temperatura powietrza wewnętrznego w strefie,
- τ – czas,
- $Q_{surf}(\tau)$ – chwilowy strumień ciepła przekazywany na drodze konwekcji od wewnętrznych powierzchni przegród do węzła powietrznego strefy,
- $Q_{inf}(\tau)$ – chwilowy strumień ciepła przekazywany przez infiltracje do węzła powietrznego strefy,
- $Q_{vent}(\tau)$ – chwilowy strumień ciepła przekazywany przez wentylacje do węzła powietrznego strefy,
- $Q_{g,c}(\tau)$ – chwilowy strumień wewnętrznych konwekcyjnych zysków ciepła pochodzących od ludzi, wyposażania, oświetlenia, grzejników itp. przekazywany do węzła powietrznego strefy,
- $Q_{cplg}(\tau)$ – chwilowy strumień ciepła przekazywany przez wentylacje od stref sąsiednich.

W ramach prowadzonych badań sprawdzano wpływ założeń upraszczających, dotyczących wewnętrznych zysków ciepła i wilgoci ($Q_{g,c}(\tau)$) oraz przepływu powietrza między strefami $Q_{cplg}(\tau)$ na dokładność wyników obliczeń. Podczas wyznaczania charakterystyki energetycznej za pomocą metod bilansowych dokonuje się w tym zakresie uproszeń zgodnie z wytycznymi normowymi lub dedykowanymi przepisami. Uzyskane wyniki obliczeń potwierdziły, że w tym wypadku prawidłowe określenie parametrów wejściowych ma kluczowe znaczenie dla dokładności uzyskanych wyników (Rysunek 2). Jest to szczególnie istotne w przypadku budynków o bardzo małym zapotrzebowaniu na energię. Dane wejściowe odniesienia były określane w sposób precyzyjny na podstawie dwutygodniowych pomiarów.



Rysunek 2. Porównanie wartości zmierzonych i symulowanych dla różnych danych wejściowych

Wyniki symulacji potwierdziły istotny wpływ wewnętrznych zysków ciepła i wilgoci oraz przepływów powietrza pomiędzy strefami budynku na charakterystykę energetyczną budynków. Różnica w zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania obliczonym przy zastosowaniu dokładnej i uproszczonej metody wyznaczania wewnętrznych zysków ciepła wyniosła 30,1%. Spadek zapotrzebowania na energię spowodowany był przewymiarowaniem zysków ciepła w metodzie uproszczonej. Różnica pomiędzy obliczonymi i zmierzonymi średnimi wartościami temperatury powietrza wewnętrznego w poszczególnych strefach nie przekraczała 0,6 K. Bardzo istotne jest właściwe modelowanie wymiany powietrza w budynku. Pominięcie naturalnych przepływów powietrza pomiędzy pomieszczeniami może prowadzić do znacznych błędów w obliczeniach zapotrzebowania na energię, temperatur wewnątrznych i wilgotności bezwzględnej. W analizowanym budynku pasywnym zapotrzebowanie na energię do ogrzewania w przypadku symulacji z zamkniętymi drzwiami między pomieszczeniami było o 25,5% niższe niż w przypadku drzwi otwartych (przy naturalnych przepływach powietrza). Jednocześnie średnia temperatura powietrza w domu była niższa o 0,27 K, a średnie odchylenie standardowe wyższe o 0,14 K. Prawidłowe określenie charakterystyki energetycznej budynków o bardzo niskim zużyciu energii (takich jak budynki pasywne, energooszczędne lub niemal zero energetyczne) jest szczególnie ważne w przypadku tworzenia wymagań dla standardów i ich weryfikacji. Jak pokazały wyniki obliczeń, o tym czy projektowany budynek spełni wymagania decyduje w dużej mierze metoda obliczeniowa i przyjęte na jej potrzeby dane wejściowe. Wyniki badań zostały wykorzystane przede wszystkim podczas tworzenia wytycznych dla polskich budynków o energooszczędnych. W latach 2013-2015 roku Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej zaczął wspierać finansowo budowę takich budynków. Brałem udział w tworzeniu dwóch standardów NF40 i NF15 charakteryzujących się zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji wynoszącym odpowiednio $\leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$ i $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$.

Określenie wpływu elementów przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych

Prowadzone badania dotyczące modelowania charakterystyki energetycznej budynków energooszczędnych ujawniły kolejny obszar wymagający uporządkowania i uzupełnienia dostępnej wiedzy. Budynki, w których dąży się do maksymalnego ograniczenia strat ciepła i zwiększenia zysków ciepła od promieniowania słonecznego mogą, łatwiej ulegać przegrzewaniu w okresie letnim. Kluczowe okazały się rozwiązania w zakresie przegród przezroczystych, elementów zacinających i systemów wentylacji. Badania nad tymi aspektami doprowadziły do postanie drugiego z cyklu artykułów składających się na osiągnięcie:

Firląg Szymon: Ograniczenie ryzyka przegrzewania budynków pasywnych, COW, SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 44, nr 3, 2013, s. 111-116, 10 punktów. (pozycja [A2] w załączniku nr 2)

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. Ich celem była analiza wpływu sposobu pracy systemu wentylacji oraz elementów zacinających na temperaturę powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach oraz wskaźniki komfortu cieplnego PMV (Predictive Mean Vote) – przewidywana średnia ocena dużej grupy osób określających swe wrażenia cieplne w siedmiostopniowej skali ocen: + 3 – gorąco, + 2 – ciepło, + 1 – dość ciepło, 0 – obojętnie, - 1 – dość chłodno, - 2 – chłodno, - 3 – zimno i PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) – przewidywany odsetek niezadowolonych w okresie lata.

Do określenia wymagań dotyczących temperatury powietrza wewnętrznego i komfortu cieplnego wykorzystano normy PN-78/B-03421 i PN-EN 15251. Zgodnie z pierwszą z nich, temperatura optymalna w okresie lata, przy małej aktywności fizycznej, powinna wynosić od 23 do 26 °C. Temperatura dopuszczalna w Warszawie, przy takiej samej aktywności fizycznej i małych zyskach jawnych mieści się w zakresie od 23÷33 °C. W celu określenia jakości warunków wewnętrznych podano dla każdej ze stref liczbę godzin z temperaturą wyższą niż 26 °C. Norma PN-EN 15251 wprowadza cztery kategorie wykorzystywane do klasyfikacji środowiska wewnętrznego. W odniesieniu do każdej kategorii zostały określone graniczne wartości wskaźników, np. PPD, co umożliwia dokonywanie oceny środowiska wewnętrznego. Czwarta klasa D to warunki, które nie mieszczą się w klasie A, B lub C (Tabela 1).

Tabela 1. Klasyfikacja warunków środowiska wewnętrznego wg PN-EN 15251

Kategoria pomieszczeń	Odczucie termiczne całego ciała	
	PMV	PPD w %
I – warunki na wysokim poziomie	-0,2 < PMV < +0,2	< 6
II – warunki normalne	-0,5 < PMV < +0,5	< 10
III – warunki na średnim ale jeszcze akceptowalnym poziomie oczekiwań	-0,7 < PMV < +0,7	< 15
IV – warunki niespełniające kryteriów	+0,7 < PMV lub PMV < -0,7	> 15

Szczegółową analizę wartości temperatury wewnętrznej oraz wskaźników PMV i PPD wykonano w czterech strefach modelowanego budynku: S1 – pokój dzienny, S7, S8 – pokoje dziecięce i S10 –

sypialnia uwzględniając miesiące od czerwca do sierpnia. Obliczenia porównawcze przeprowadzono w kilku seriach dotyczących różnych sposobów użytkowania. W pierwszej założono brak elementów zacinających oraz pracę systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła tak jak w zimie.

Tabela 2. Średnie wartości temperatury powietrza oraz wskaźników PMV i PPD w strefach, seria I

Strefa	Miesiąc	Temperatura średniomiesięczna, °C	Liczba godzin z temperaturą > 26°C	Średnie PMV	Średnie PPD,%
1	VI	29,14	2008	1,24	37,89
	VII	30,41		1,63	57,91
	VIII	30,61		1,67	60,23
7	VI	28,71	2008	1,10	31,71
	VII	29,89		1,47	49,21
	VIII	30,09		1,51	51,24
8	VI	29,79	2008	1,39	45,65
	VII	31,11		1,80	66,49
	VIII	31,31		1,84	68,90
10	VI	29,43	2008	1,33	42,32
	VII	30,63		1,70	61,33
	VIII	30,72		1,70	61,90

Jak pokazują uzyskane wartości temperatury i wskaźniki komfortu cieplnego (Tabela 2), warunki wewnętrzne nie spełniają kryteriów. Temperatura powietrza wewnętrznego we wszystkich pomieszczeniach przekracza 26°C przez całe trzy miesiące. Średnie wartości PMV przekraczają + 0,7 i pozwalają na sklasyfikowanie warunków pomiędzy ciepło a dość ciepło. Wartości średnie PPD są cały czas powyżej 15%, w rezultacie jakość środowiska wewnętrznego we wszystkich pomieszczeniach została sklasyfikowana jako IV.

Aby uzyskać komfortowe warunki wewnętrzne w czasie lato prowadzono kolejne obliczenia symulacyjne dla zmodyfikowanych modeli budynku i systemów technicznych. Celem ograniczenia zysków ciepła od słońca w czasie lata wprowadzono elementy zacinające na wszystkich oknach. Ich funkcję pełniły żaluzje o współczynniku absorpcji wynoszącym 0,1 i współczynniku przepuszczalności 0,15. Żaluzje były opuszczane, gdy natężenie promieniowania całkowitego przekraczało 300 W/m² w okresie od czerwca do sierpnia. Dodatkowo zmieniono schemat pracy systemu wentylacji mechanicznej tak, aby zintensyfikować wymianę powietrza w okresie nocnym. Wprowadzenie zmian doprowadziło do obniżenia temperatury powietrza w pomieszczeniach i poprawy wskaźników komfortu cieplnego (Tabela 3). Liczba godzin, kiedy temperatura przekracza 26 °C jest niewielka a średnie wartości współczynnika PMV wynoszą około 0,2, co odpowiada kategorii I. Część współczynników ma wartości ujemne, ponieważ warunki zaczynają być odczuwane nie jako za ciepłe, ale za chłodne.

Tabela 3. Średnie wartości temperatury powietrza oraz wskaźników PMV i PPD w strefach, seria III

Strefa	Miesiąc	Temperatura średniomiesięczna, °C	Liczba godzin z temperaturą > 26°C	Średnie PMV	Średnie PPD, %
1	VI	24,30	22	-0,14	6,60
	VII	24,94		0,07	5,70
	VIII	24,85		0,04	5,50
7	VI	23,34	0	-0,39	10,32
	VII	24,02		-0,17	6,80
	VIII	23,89		-0,21	6,96
8	VI	24,01	95	-0,20	8,30
	VII	24,76		0,03	6,29
	VIII	24,62		-0,02	6,06
10	VI	24,19	44	-0,15	7,42
	VII	24,87		0,07	6,16
	VIII	24,68		0,00	5,83

Przeprowadzone badania pokazały, że prawidłowo zaprojektowane i użytkowane budynki energooszczędne mogą zapewnić komfortowe warunki nie tylko w zimie ale i w okresie letnim. Modelując charakterystykę energetyczną budynków energooszczędnych należy zwrócić szczególną uwagę na przegrody przezroczyste będące źródłem nie tylko strat ale i zysków ciepła. Dla minimalizacji zapotrzebowania na energię oraz zapewnienia komfortu cieplnego okna w budynkach energooszczędnych powinny charakteryzować się zmiennością swoich parametrów w ciągu roku. W klimacie zdominowanym przez ogrzewanie należy dążyć do możliwie niskich współczynników przenikania ciepła U_w oraz wysokich wartości współczynnikiem przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g zimą. Z kolei latem ryzyko przegrzewania maleje wraz z zmniejszeniem współczynnika g .

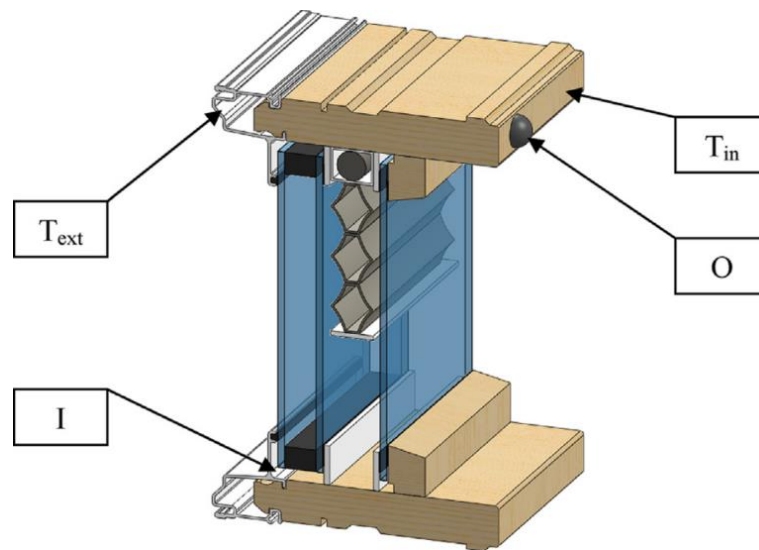
Określenie wpływu elementów przezroczystych o zmiennych parametrach na modelowanie charakterystyki energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych

Badania nad wpływem przegród przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej budynków jednorodzinnych kontynuowałem wspólnie z naukowcami z Building Technology and Urban Systems Department, Berkeley Lab, USA. Ich efektem była kolejny artykuł składających się na osiągnięcie:

Firląg Szymon et all: Control algorithms for dynamic windows for residential buildings, Energy and Buildings, Elsevier S.A., vol. 109, 2015, s. 157-173, DOI:10.1016/j.enbuild.2015.09.069, 40 punktów, IF(2,973). (pozycja [A3] w załączniku nr 2)

Przedmiotem badań było określenie wpływu różnych algorytmów sterowania inteligentnych okien (wyposażonych w zintegrowane automatyczne rolety międzyszybowe) na zapotrzebowanie na energię, ilość godzin z dostępem do światła dziennego oraz sposób działania rolet. Wcześniejsze badania prowadzone przez G. van Moeseke, I. Bruyère i A. De Herde, "Impact of control rules on the efficiency of shading devices and free cooling for office buildings," Building and Environment,

2007 lub A. Tzempelikos i H. Shen "Comparative control strategies for roller shades with respect to daylighting and energy performance," Building and Environment, 2013 dotyczyły głównie budynków biurowych. Bazując na tych analizach przeprowadziłem badania na przykładzie jednorodzinne go budynku mieszkalnego.



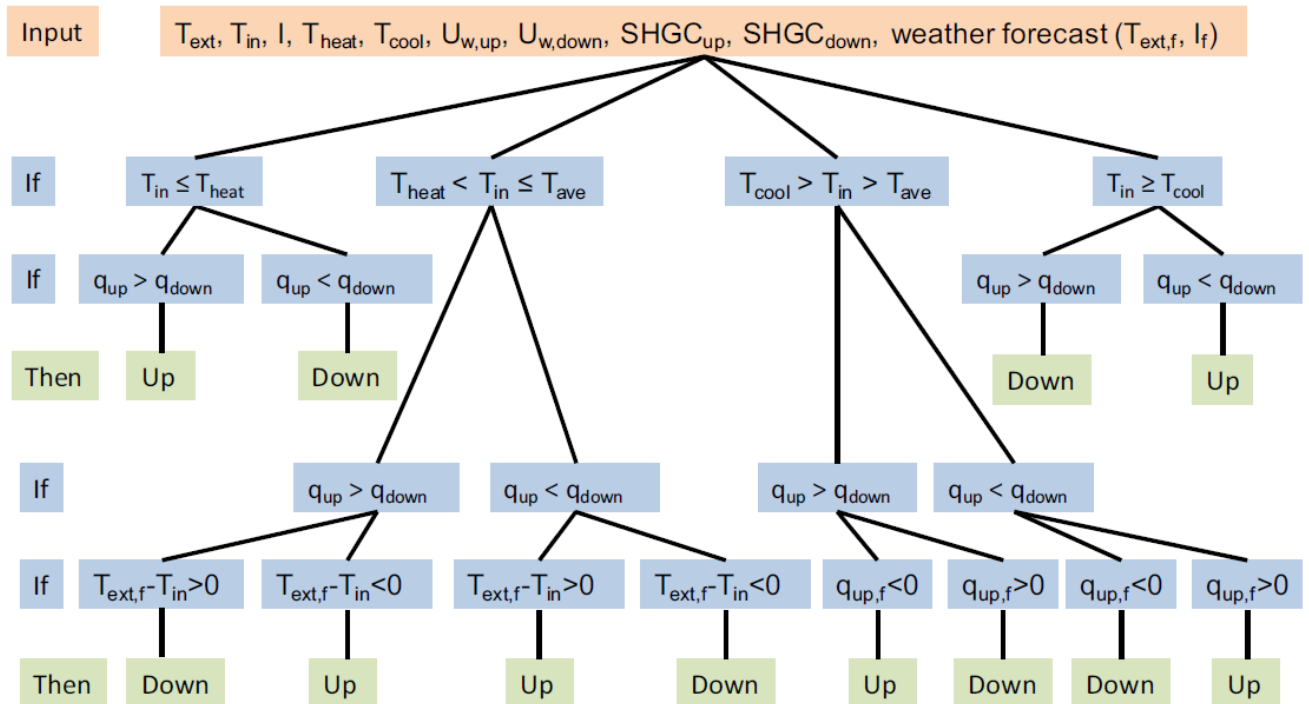
Rysunek 3. Schemat inteligentnych okien wyposażonych w zintegrowane rolety międzyszybowe oraz czujniki T_{ext} – temperatury powietrza zewnętrznego, I – natężenia promieniowania słonecznego, T_{in} – temperatury powietrza wewnętrznego i O – obecności.

Do modelowania charakterystyki energetycznej budynku wykorzystano powszechnie stosowany na świecie i zwalidowany program EnergyPlus. Symulacje wykonano dla całego roku w wersji programu 8.1 z 15 min krokiem czasowym. Obliczenia zostały wykonane dla USA, ale obejmowały cztery lokalizacje o zróżnicowanym klimacie. Atlanta ma klimat podzwrotnikowy wilgotny (gorące i wilgotne lata oraz chłodne, ale zmienne zimy), Phoenix ma klimat podzwrotnikowy pustynny (bardzo gorące lata i ciepłe zimy), Minneapolis ma klimat kontynentalny (zimy są mroźne i śnieżne, a lata łagodne i mogą być wilgotne), a Waszyngton DC jest w klimacie podzwrotnikowym wilgotnym (wiosna i jesień są ciepłe, zima jest chłodna, lato gorące i wilgotne). Wykonanie obliczeń dla różnych klimatów dało szansę 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.

Model budynku jednorodzinne go został opracowany na podstawie modeli budynków mieszkalnych Departamentu Energii USA (DOE). Został on zaktualizowany na potrzeby programu EnergyPlus w celu modelowania optycznie zespolonych systemów okiennych. Wielostrefowy model budynku posiadał dwie kondygnacje i nieogrzewane poddasze. Okna zostały rozmieszczone równomiernie na wszystkich elewacjach. Właściwości energooszczędnych okien były modelowane z pomocą programu Window 7.1 generującego dwukierunkową funkcję rozkładu odbicia eksportowaną do programu EnergyPlus. Wygenerowane dane wejściowe były podstawą do określenia charakterystyk optycznych i cieplnych każdej warstwy jak i całego okna.

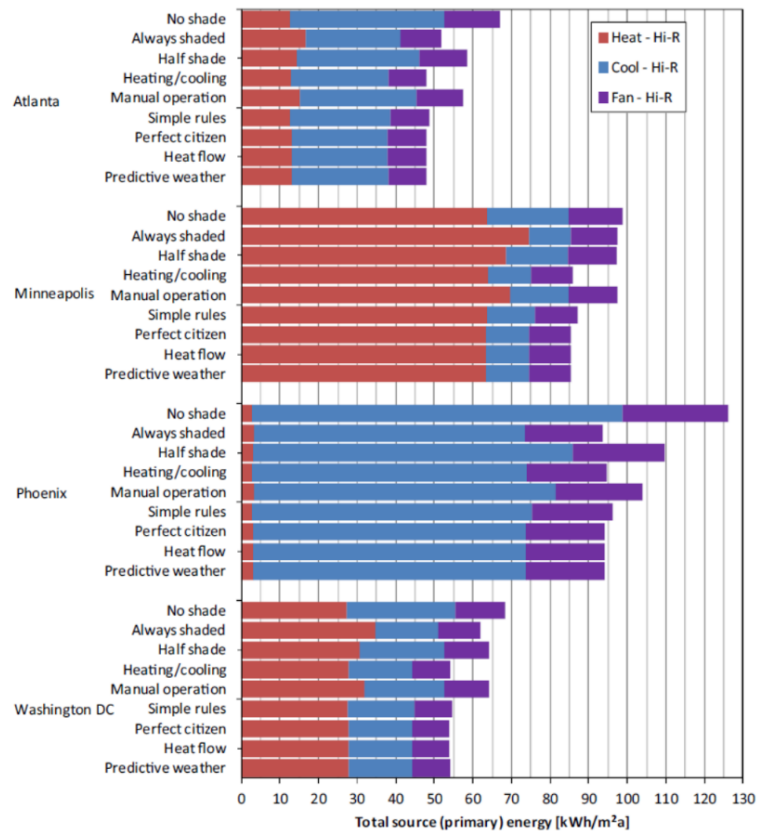
Wybrane do badań inteligentne okna były odpowiednie do stosowania w energooszczędnych budynkach mieszkalnych. Obliczenia wykazały jednak, że niskie współczynniki U_w i wysokie

wartości g nie są zaletą we wszystkich klimatach. Uwzględnienie dwóch typów dynamicznych okien, czterech lokalizacji i dziewięciu algorytmów sterowania zaowocowało 72 wariantami. Zadaniem algorytmów było sterowaniem pracą rolet w taki sposób aby minimalizować zapotrzebowanie na energię i maksymalizować dostępność światła dziennego. Jednym z najbardziej zaawansowanych algorytmów był ten oparty na prognozowaniu pogody (Rysunek 4), będący rozwinięciem schematu bazującego na analizie przepływu ciepła przez okno.



Rysunek 4. Schemat algorytmu bazującego na prognozowaniu pogody

Wyniki obliczeń pokazały, że zastosowanie nawet najprostszych algorytmów sterowania redukuje zapotrzebowanie na energię końcową w zakresie 11,6-13,0% i pierwotną 20,1-21,6%. Inteligentne okna są bardziej efektywne w klimatach zdominowanych przez ogrzewanie. W przypadku Phoenix zużycie energii końcowej można maksymalnie zredukować o 25,6%, a energii pierwotnej o 27,8%, podczas gdy w Minneapolis redukcja ta wynosi odpowiednio 6,3% energii końcowej i 13,6% energii pierwotnej.



Rysunek 4. Struktura rocznego zużycia energii pierwotnej dla czterech klimatów, różnych algorytmów sterowania

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

Wyznaczanie standardów efektywności energetycznej

Doświadczenia zdobyte na etapie studialno-teoretycznym zostały wykorzystane w kolejnej praktycznej części osiągnięcia. W trakcie prowadzonych badań nad wyznaczaniem standardów efektywności energetycznej budynków zastosowano doświadczenia i wiedzę dotyczącą procesu modelowania charakterystyki energetycznej. Dotyczyła ona głównie wpływu danych wejściowych na dokładności uzyskiwanych wyników i elementów istotnych z punktu redukcji zapotrzebowania całkowitego na energię. Kolejnym z cyklu artykułów, w którym opisano badania dotyczące budynków istniejących, składającym się na osiągnięcie jest:

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, DOI:10.3390/app8091605, 25 punktów, IF(2,217). (pozycja [A4] w załączniku nr 2)

Wspólnie z profesorem Michałem Piaseckim z Instytutu Techniki Budowlanej określiłem wymagania dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych poddawanych termomodernizacji.

Podobne badania dla warunków norweskich opublikował B. Wrålsen, R. O’Born i C. Skaar, “Life cycle assessment of an ambitious renovation of a Norwegian apartment building to nZEB standard” a dla Irlandii P. Moran, J. O’Connell i J. Goggins, “Sustainable energy efficiency retrofits as residential buildings move towards nearly zero energy building (NZEB) standards”. Proces określania wymagań dla definicji termomodernizacji do standardu NZEB i optymalnego kosztowo został podzielony na dwa etapy:

- wyznaczenie optymalnych kosztowo współczynników przenikania ciepła U dla przegród budynków istniejących poddawanych modernizacji; oraz
- określenie optymalnego kosztowo wariantu termomodernizacji budynku mieszkalnego jednorodzinne.

Pierwszy etap polegał na określeniu optymalnych kosztowo wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród poddawanych termomodernizacji. Obliczenia wykonałem dla różnych rodzajów źródeł, charakteryzujących się innymi kosztami ciepła. Na tej podstawie możliwe było określenie dwóch podstawowych wariantów modernizacji W1 i W2 wykorzystanych w drugim etapie obliczeń. Analizę przeprowadziłem dla dwóch modeli budynków jednorodzinnych, odpowiadających polskim zasobom mieszkaniowym. Konieczne było zdefiniowanie różnych wariantów modernizacji systemów technicznych i uwzględnienie zastosowania OZE. Ostatni etap obliczeń polegał na określeniu redukcji zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. W oparciu o analizę uzyskanych wyników możliwe było zdefiniowanie wymagań dla standardu optymalnego kosztowo i NZEB. Obliczenia wykonałem dla różnych źródeł, w trzech różnych lokalizacjach i dwóch modelach budynków jednorodzinnych.

Do wyznaczenia optymalnego kosztowo standardu termomodernizacji wykorzystałem procedurę oceny ekonomicznej bazującej na całkowitym koszcie skumulowanym podaną w normie EN 15459-1. Całkowity koszt skumulowany dla okresu 30 lat na potrzeby analizy został obliczony na podstawie następującego wzoru:

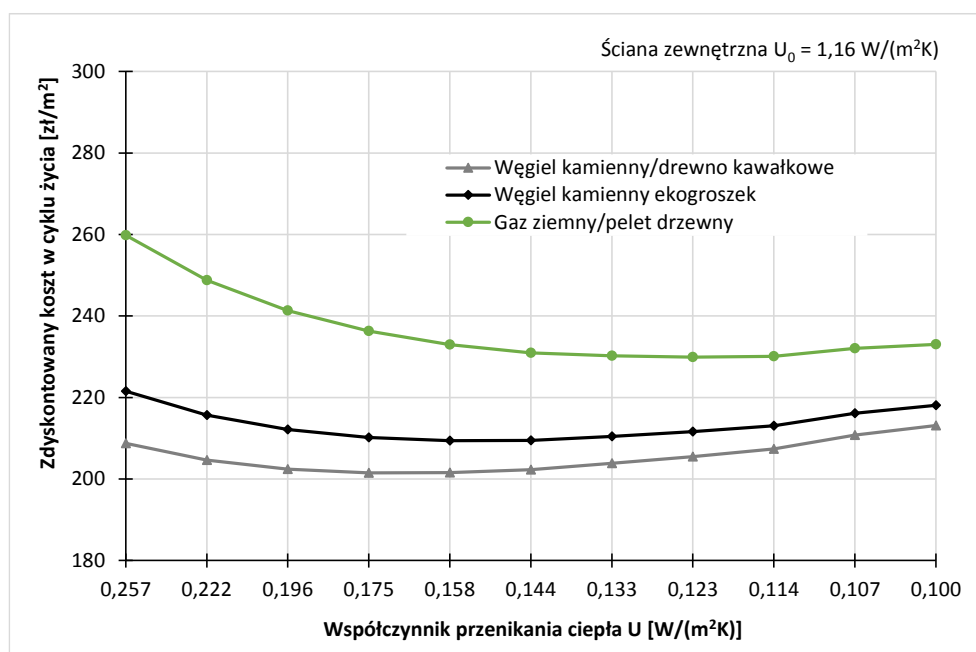
$$C_G = C_I + \sum_{i=1}^{30} (C_a(i) \cdot f_{pv}(i)) - \sum_{j=1} V_{30_f}(j) \quad (2)$$

gdzie:

- C_I —początkowy koszt inwestycji obejmujący koszt dodatkowych rozwiązań konstrukcyjnych i instalacyjnych, zł;
- $C_a(i)$ —roczny koszt posiadania odpowiadający sumie kosztów konserwacji, energii i wymiany poniesiony w roku i , zł;
- $f_{pv}(i)$ —współczynnik dyskontujący;
- $V_{30_f}(j)$ —wartość rezydualna komponentu j na koniec okresu obliczeniowego, zł.

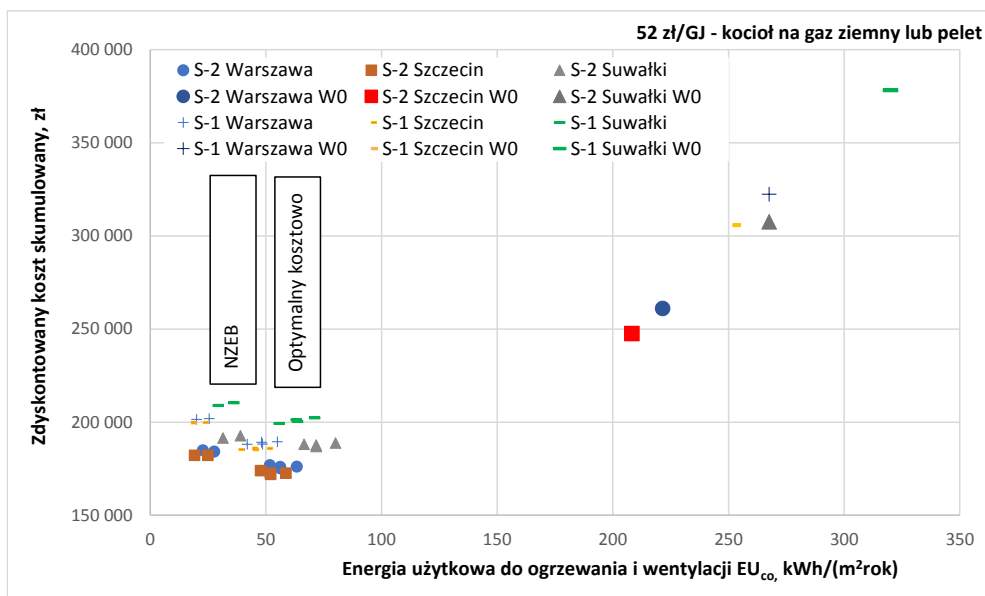
Pierwszym etapem obliczeń było określenie optymalnych kosztowo współczynników przenikania ciepła dla przegród (ściany zewnętrzne, dachy, podłogi, okna itp.) w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych poddawanych termomodernizacji. Uzyskane wyniki zależą od rodzaju przegród budynków (ścian zewnętrznych, dachów, itp.), ich wyjściowych wartości współczynnika przenikania ciepła, kosztów ocieplenia lub wymiany oraz rodzaju źródeł ciepła. Jako kryterium optymalizacyjne zastosowałem minimalny jednostkowy koszt skumulowany, obliczony na okres 30 lat. Dodatkowo opierając się na publikacji P. A. Fokaides i A. M. Papadopoulos, “Cost-optimal insulation thickness

in dry and mesothermal climates: Existing models and their improvement,” Energy Buildings, 2014, prezentującej przegląd literatury dotyczącej stosowanej metodologii obliczania optymalnej grubości izolacji dla różnych elementów budynków i w różnych warunkach klimatycznych. Przykładowe wyniki uzyskane dla ściany zewnętrznej pokazano na Rysunku 5.



Rysunek 5. Zależność pomiędzy zdyskontowanym kosztem skumulowanym, optymalnym współczynnikiem U a rodzajem paliwa

Na podstawie obliczeń wykonanych w I etapie stworzyłem dwa warianty termomodernizacji przegród, różniące się wartościami optymalnych współczynników przenikania ciepła (w zależności od źródeł ciepła). Dodatkowo uwzględniłem usprawnienie wentylacji (dwa warianty), centralnego ogrzewania i instalacji c.w.u. Wykorzystanie OZE założyłem jedynie w odniesieniu do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Przyjęte założenia pozwoliły mi na uzyskanie dużej liczby wyników (156 wariantów), które zostały dokładnie przeanalizowane. Celem było określenie krajowej definicji termomodernizacji do standardu NZEB w odniesieniu do budynków jednorodzinnych. Pierwszym etapem procesu było określenie różnicy między wymaganiami optymalnymi kosztowo a wymaganiami dla standardu NZEB (Rysunek 6).



Rysunek 6. Suma zdyskontowanego kosztu skumulowanego dla różnych wariantów termomodernizacji i wariantu bazowego (WO) w zależności od lokalizacji i modelu budynku S-1 oraz S-2 w odniesieniu do zapotrzebowania na energię (EU_{co})

Na podstawie zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji obliczyłem dla wszystkich wariantów zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną. W tym miejscu uwzględniłem modernizację instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, urządzenia pomocnicze oraz wykorzystanie kolektorów słonecznych do podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

Za poziom optymalny pod względem kosztów przyjąłem minimalne zapotrzebowanie na energię odpowiadające najniższemu kosztowi skumulowanemu dla danej ceny energii. Dla obu cen był to poziom około 60 kWh/(m²·rok). Odpowiednio procentowa redukcja zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną wynosi 75%. Bazując na tych wynikach zaproponowałem następującą definicję termomodernizacji do standardu optymalnego kosztowo, dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych:

- wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_{co} \leq 60$ kWh/(m²·rok) i
- procentowa redukcja wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, (w tym ogrzewanie, wentylacja, ciepła woda użytkowa, urządzenia pomocnicze), określona w stosunku do zapotrzebowania na energię w budynku przed termomodernizacją $\geq 75\%$.

Wymagania dla standardu termomodernizacji do poziomu NZEB będą wyższe niż dla standardu optymalnego kosztowo. Określiłem je bazując na wynikach uzyskanych przez drugi najlepszy (z punktu widzenia charakterystyki energetycznej) wariant termomodernizacji. Dla obu modeli, lokalizacji i cen energii uzyskano zapotrzebowanie na energię użytkową wynoszące około 40 kWh/(m²·rok). Odpowiednio procentowa redukcja zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną wynosi ponad 80%. Bazując na tych wynikach zaproponowałem następującą definicję termomodernizacji do standardu NZEB, dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych:

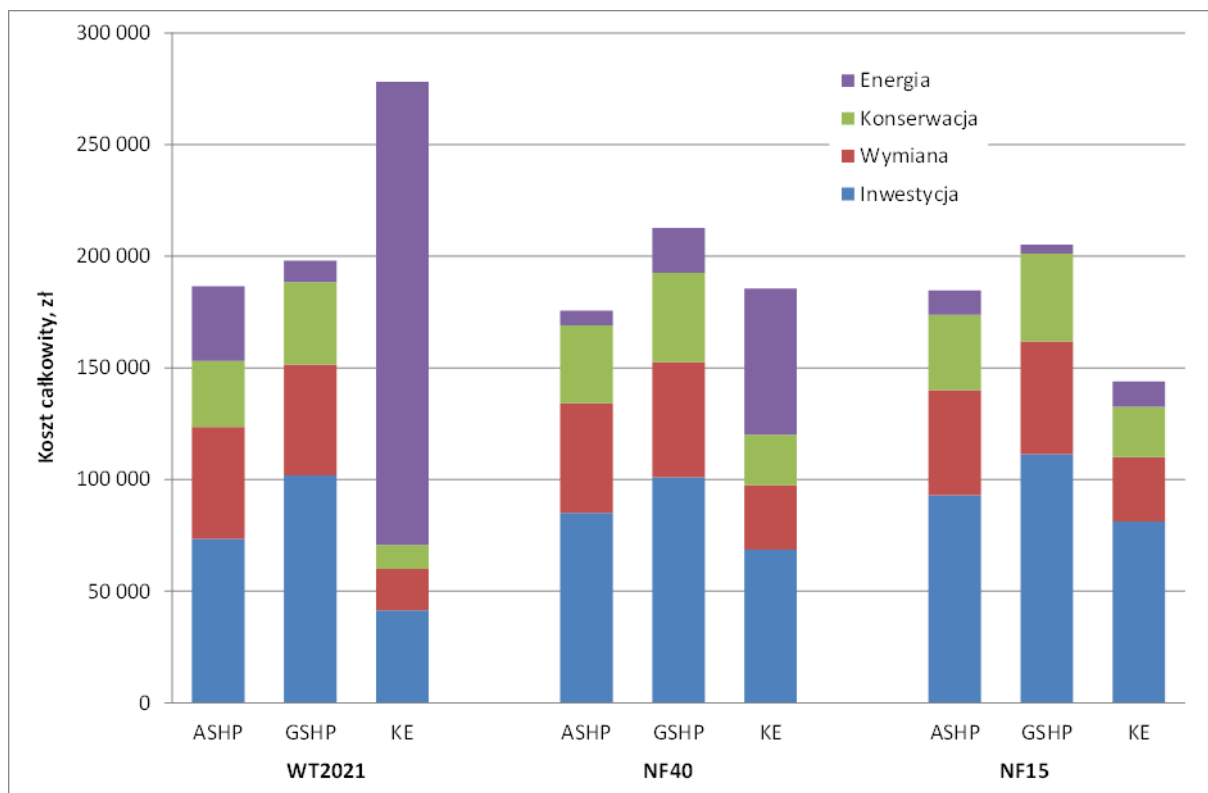
- wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_{co} \leq 40$ kWh/(m²·rok) i
- procentowa redukcja wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, (w tym ogrzewanie, wentylacja, ciepła woda użytkowa, urządzenia pomocnicze), określona w stosunku do zapotrzebowania na energię w budynku przed termomodernizacją $\geq 80\%$.

Obie propozycje dobrze wpisują się w ogólną definicję termomodernizacji do standardu NZEB: "Zużycie energii pierwotnej w budynku po modernizacji zmniejsza się o 75% w porównaniu ze stanem przed modernizacją". Zdefiniowany poziom zapotrzebowania na energię użytkową potrzebną do ogrzewania i wentylacji jest taki sam jak dla określonego wcześniej standardu NF40 ($EU_{co} \leq 40$ kWh/(m²·rok).

Przedmiotem badań opisanych w ostatnim artykule składającym się na osiągnięcie było zaproponowanie wymagań dla mieszkalnego budynku plus energetycznego w klimacie zdominowanym przez ogrzewanie:

Firląg Szymon: Cost-Optimal Plus Energy Building in a Cold Climate, Energies, vol. 12, nr 5, 2019, s. 1-20, DOI:10.3390/en12203841, 140 punktów, IF(2,707) (pozycja [A5] w załączniku nr 2)

Badania w tym zakresie prowadził między innymi M. Slonski and T. Schrag, "Linear Optimisation of a Settlement Towards the Energy-Plus House Standard", jednak dotyczyły one głównie optymalizacji kosztu użytkowania bez uwzględnienia kosztu inwestycyjnego. Przy wykorzystaniu takiego podejścia nie da się stwierdzić, co jest bardziej opłacalne: zmniejszenie zapotrzebowania na energię czy zwiększenie produkcji z odnawialnych źródeł energii. Celem naukowym było sprawdzenie, które rozwiązanie daje najniższe koszty skumulowane, czyli łączne koszty inwestycji i utrzymania. Analizę przeprowadzono dla modelu budynku jednorodzinnego położonego w centralnej Polsce. Uwzględniłem trzy różne standardy efektywności energetycznej odniesione do zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji: WT2021 ≤ 100 kWh/(m²·rok), NF40 ≤ 40 kWh/(m²·rok) i NF15 ≤ 15 kWh/(m²·rok)). W przypadku standardu WT2021 przyjąłem, że budynki będą spełniały wymagania szczegółowe dotyczące m.in. izolacyjności przegród zewnętrznych. Wymaganie dotyczące zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP zostało sprawdzone w dalszej kolejności. Jako źródło ciepła przyjąłem powietrzne (ASHP) i gruntowe pompy ciepła (GSHP) lub kocioł elektryczny (KE). Do produkcji energii elektrycznej przewidziano system fotowoltaiczny (PV). Dla każdego przypadku bardzo precyzyjnie obliczyłem koszty inwestycyjne i eksploatacyjne uwzględniające ogrzewanie, wentylację, przygotowanie ciepłej wody użytkowej i pracę systemów pomocniczych. Na tej podstawie wyznaczyłem skumulowany koszt całkowity dla 30 letniego okresu eksploatacji. Zastosowany schemat obliczeniowy opierał się na metodologii zaproponowanej przez Komisję Europejską w akcie delegowanym nr 244/2012. Zgodnie z nim dla budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej należy przyjmować 30-letni okres obliczeniowy, a dla budynków komercyjnych, niemieszkalnych co najmniej 20-letni. Jako kryterium optymalizacyjne przyjąłem minimalny koszt skumulowany, obejmujący koszty inwestycji i eksploatacji. Biorąc pod uwagę cel naukowy badania sprawdzano, co jest bardziej opłacalne - zmniejszenie zapotrzebowania na energię (np. dzięki lepszej izolacji przegród) czy zwiększenie produkcji z odnawialnych źródeł energii. Założyłem, że w pewnym miejscu musi istnieć optymalne połączenie tych dwóch działań, które charakteryzuje się minimalnym kosztem skumulowanym.



Rysunek 7. Zdyskontowany koszt całkowity dla wszystkich wariantów budynków

Po przeprowadzeniu obliczeń dla wszystkich dziewięciu wariantów modelu budynku różniących się izolacyjnością cieplną przegród, rozwiązaniem systemu wentylacji i instalacjami, można było ocenić ich opłacalność ekonomiczną. Z punktu widzenia całkowitego kosztu skumulowanego najkorzystniejszy okazał się wariant NF15 KE z kotłem elektrycznym oraz elektrycznymi podgrzewaczami c.w.u.. Wartości całkowitego kosztu skumulowanego w okresie 30 lat wyniosła około 144 tys. zł. Następne w kolejności były warianty NF40 ASHP (około 176 tys. zł) i NF15 ASHP (około 185 tys. zł) wykorzystujące powietrzną pompę ciepła. W stosunku do najkorzystniejszego były droższe odpowiednio o 22% i 28%. Kolejne przypadki, które spełniły założenia i osiągnęły standard plus energetyczny to NF40 GSHP (około 213 tys. zł) i NF15 GSHP (około 205 tys. zł) wyposażone w gruntowe pompy ciepłą z wymiennikiem pionowym. W stosunku do wariantu najtańszego były one droższe odpowiednio o 48% i 43%. Bliski spełniania wymagań był również wariant WT2021 z gruntową pompą ciepłą o łącznym koszcie około 198 tys. zł. (droższy o 38%). Można stwierdzić, że najkorzystniejsze było rozwiązanie, w którym maksymalnie ograniczono zapotrzebowanie na energię i wprowadzono tanie instalacje wykorzystujące energię elektryczną w sposób bezpośredni. Wszystkie inne warianty budynku plus energetycznego z pompami ciepła okazały się droższe. Na korzyść pozostałych przypadków przemawia fakt, spełnienia przyjętych warunków było możliwe nawet dla budynków o większym zużyciu energii. Otrzymane wyniki muszą być postrzegane w świetle pewnych ograniczeń, wynikających z przyjętych warunków brzegowych dotyczących wskaźników ekonomicznych.

Sformułowane wnioski były podstawą do zaproponowania możliwych wymagań dla opłacalnych ekonomicznie budynków jednorodzinnych w standardzie plus energetycznym, zlokalizowanych w centralnej Polsce. Bazując na przeprowadzonych obliczeniach i analizach zaproponowałem następującą definicję:

- zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_{co} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$; i
- system ogrzewania i przygotowania c.w.u. bazujący na bezpośredniej konwersji energii elektrycznej w ciepło; i
- minimalny wskaźnik produkcji energii elektrycznej z OZE na miejscu $E_{Kp} > 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

Jest to definicja bardzo szczegółowa i bazująca na analizie jednego przypadku w jednej lokalizacji. Z tego powodu posiada wiele ograniczeń wynikających z przyjętych warunków brzegowych, metodyki obliczeniowej i zakresu uwzględnionych parametrów. Dalsze prace naukowe realizowane w ramach osiągnięcia koncertowały się na zaproponowaniu nowe, alternatywnego sposobu przedstawiania charakterki energetycznej budynków.

Zaproponowanie nowego, alternatywnego wskaźnika odzwierciedlającego efektywność energetyczną budynków ED_{netto}

Innym sposobem określenia standardu efektywności energetycznej budynków może być odniesienie się do energii dostarczonej netto. Badania w tym zakresie prowadził profesor Jarek Kurnitski z Politechniki w Talinie a kwestie definiowania granic bilansowych opisane są w monografii „Budynki o niemal zerowym zużyciu energii” pod redakcją doktora J. Sowy. W zaproponowanym przeze mnie podejściu (opisanym w monografii „Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych”) energia dostarczona netto $Q_{D,netto}$ będzie stanowić różnicę między energią dostarczaną do budynków a energią wyeksportowaną do systemu z pominięciem współczynników nakładu. W tym wypadku wyeksportowaną energię może być energia elektryczna, energia cieplna lub energia chłodnicza. Przykładowo za budynki plus energetyczne uznaje się takie, dla których wartość energii dostarczonej netto jest w ciągu roku większa od zera – $Q_{D,netto} > 0$. Roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto dla wszystkich nośników energii, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru (3):

$$Q_{D,netto} = Q_{KD} + Q_{KD,el} - Q_E - Q_{E,el} \quad (3)$$

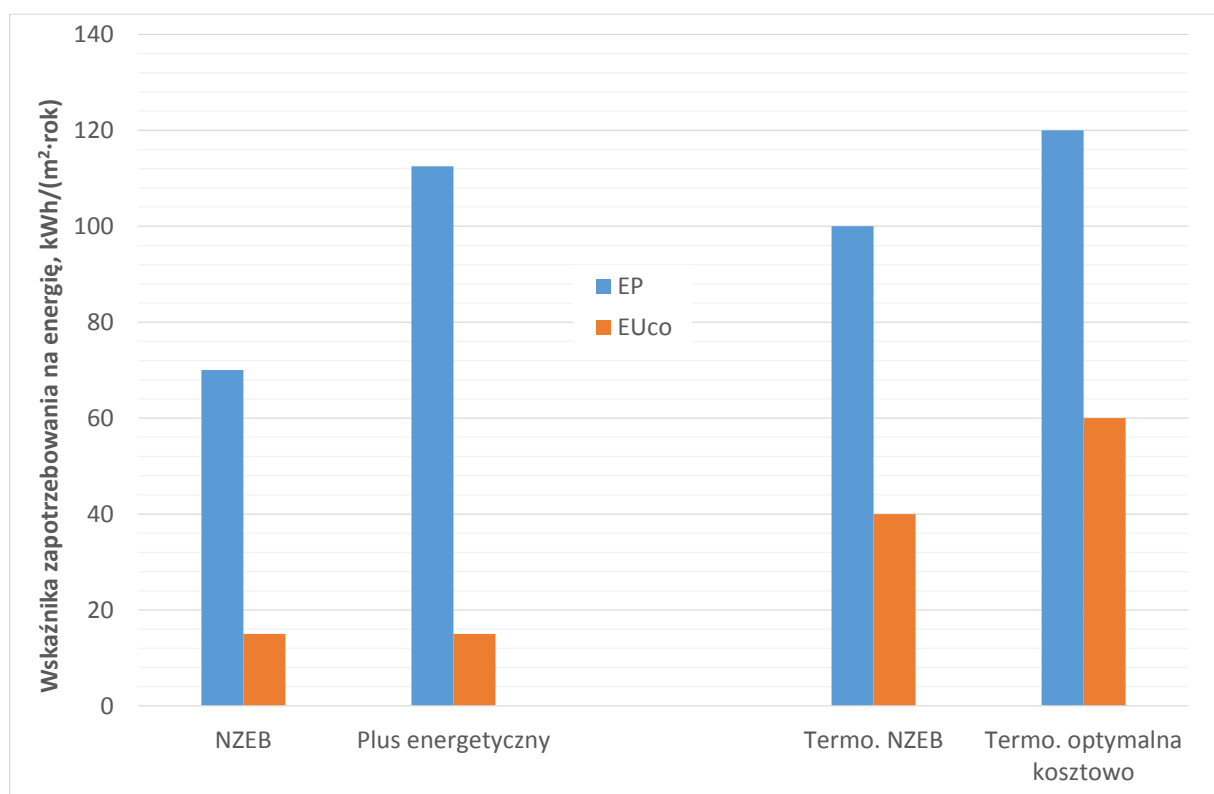
gdzie:

- Q_{KD} - energia końcowa dostarczona przez nośniki energii, oprócz energii elektrycznej, do granicy bilansowej systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,
- $Q_{KD,el}$ - końcowa energia elektryczna dostarczona do granicy bilansowej systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,
- Q_E - energia wyeksportowana przez nośniki energii, oprócz energii elektrycznej, poza granicę bilansową systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,
- $Q_{E,el}$ - energia elektryczna wyeksportowana poza granicę bilansową systemu energii dostarczonej, w kWh/rok.

Granicę bilansową systemu energii dostarczonej stanowi w tym wypadku miejsce przyłączenia nośników energii do budynku. Na przykład dla energii elektrycznej może to być dwukierunkowy licznik energii elektrycznej mierzący zarówno energię wyeksportowaną jak i dostarczoną. Zaproponowana ogólna definicja może mieć zastosowanie do różnych typów i standardów budynków, nie tylko jednorodzinnych oraz uwzględnia różne nośniki energii nie tylko energię elektryczną. Nowy sposób wyrażania charakterki energetycznej zweryfikowano na przykładzie wyznaczonych w ramach osiągnięcia standardów, czyli plus energetycznego oraz termomodernizacji do poziomu NZEB i optymalnego kosztowo. Dodatkowo uwzględniono wymagania NZEB dla nowych budynków. W pierwszej kolejności zestawiono wskaźniki

zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oraz energię użytkową do ogrzewania i wentylacji EU_{co} . Porównanie wykonano dla następujących założeń:

- zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ – przyjęte tylko dla przypadku wymagań NZEB dla nowych budynków,
- brak systemu chłodzenia,
- współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej 3,0,
- zapotrzebowanie na energię końcową całkowitą budynku plus energetycznego $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, nośnik energia elektryczna,
- 25% energii zużywanej rocznie w budynku plus energetycznym jest pokrywane przez energię wyprodukowaną na miejscu.



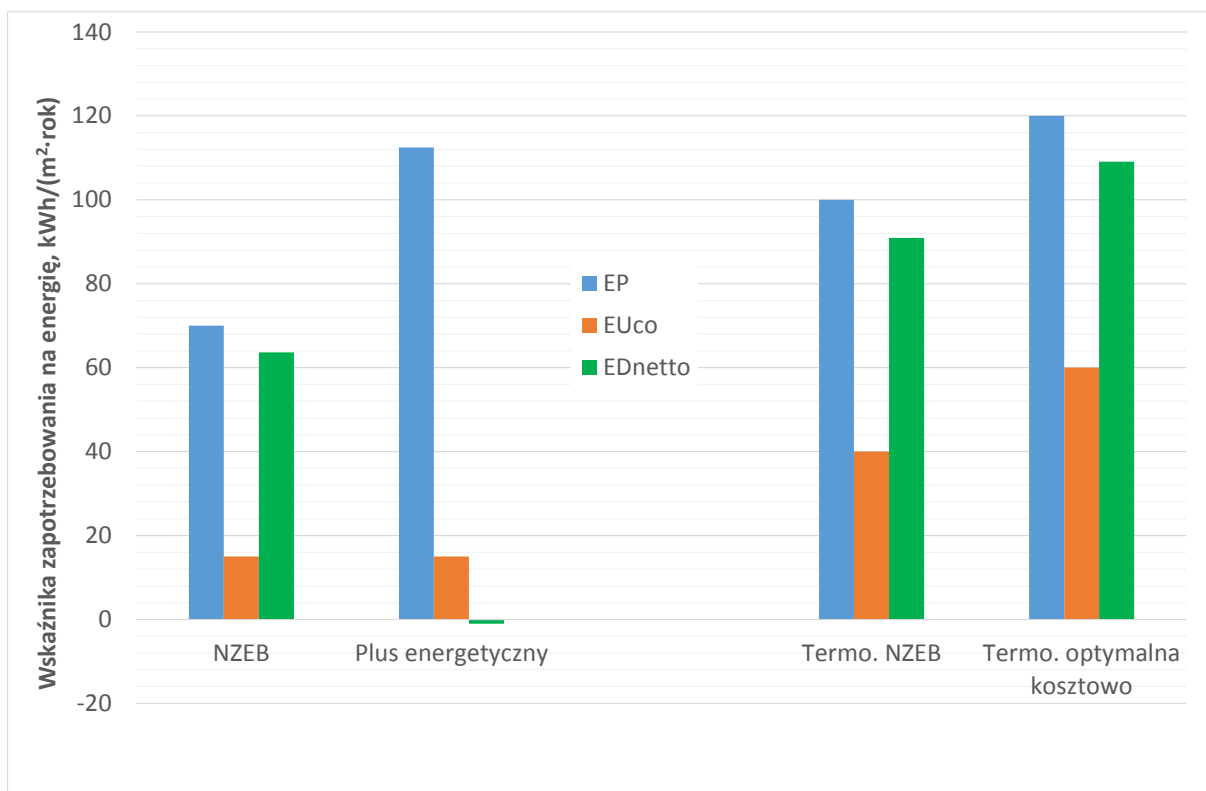
Rysunek 8 Zestawienie wskaźników zapotrzebowania na energię EP i EU_{co} dla obowiązujących i wyznaczonych standardów efektywności energetycznej

Z zestawienia wynika, że wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP nawet dla najlepszych wariantów termomodernizacji był wyższy niż wymagany, zgodnie z Warunkami Technicznymi, dla nowych budynków mieszkalnych jednorodzinnych od 2021. W świetle tych wyników zasadne jest tworzenie oddzielnych wymagań dla budynków nowych i istniejących. Osiągnięcie standardu NZEB (wg wymagań Warunków Technicznych) w przypadku istniejących budynków może być niemożliwe technicznie z lub bardzo kosztowne.

Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla budynku plus energetycznego okazał się większy niż dla budynku zgodnego z wymaganiami dla NZEB. Dzieje się tak ponieważ w bilansie rocznym tylko 25% energii wyprodukowanej przez panele fotowoltaiczne

jest zużywana na miejscu. Pozostała część jest dostarczona z sieci a współczynnik w_i dla energii elektrycznej wynosi 3,0. Uzyskany wynik dowodzi, że wskaźnik EP nie do końca informuje o efektywności energetycznej budynku. W ramach osiągnięcia zaproponowano alternatywny sposób określania i ustalania wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynku: wykorzystanie wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ($ED_{netto} = Q_{D,netto}/A_f$ - roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto podzielone przez pole powierzchni o regulowanej temperaturze w budynku), jako jednego z głównych wskaźników charakterystyki energetycznej budynku, zamiast energii pierwotnej nieodnawialnej. Sam wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną nie dostarcza użytecznych informacji o efektywności energetycznej budynku, ale jest raczej wskaźnikiem polityczno-środowiskowym. Zależy on w dużej mierze od wykorzystanych nośników energii i nie można na jego podstawie określić kosztów użytkowania budynku. Wykorzystanie zamiast tego energii dostarczonej netto uniezależnia obliczenia od wskaźników nakładu w_i i nadaje bardziej praktyczny wymiar wynikom. Na ich podstawie wiemy ile energii netto w bilansie rocznym trzeba dostarczyć do budynku aby zaspokoić jego potrzeby. Podejście takie pozwala na lepsze pokazanie efektów działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej budynku. Sprawdzi się zarówno w procesie termomodernizacji, gdzie gwarantuje kompleksowość realizowanych usprawnień jak i w przypadku nowych budynków. Porównanie wskaźników zapotrzebowania na energię z uwzględnieniem ED_{netto} (wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto) przedstawiono na Rysunku 29. Wykres wykonano dla następujących założeń:

- współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla paliw zasilających budynki w standardzie NZEB i termomodernizowanych 1,1,
- dla budynku plus energetycznego ilość energii elektrycznej wyeksportowanej w ciągu roku jest 1 kWh/(m²·rok) większa od energii dostarczonej w ciągu roku.



Rysunek 9 Zestawienie wskaźników zapotrzebowania na energię EP, EU_{co} i ED_{netto} dla obowiązujących i wyznaczonych standardów efektywności energetycznej

Zastosowanie nowego wskaźnika ED_{netto} pozwala lepiej zobrazować charakterystykę energetyczną budynków. Wyraźnie widać, który z budynków jest plus energetyczny oraz jak jest relacja pomiędzy budynkami nowymi a termomodernizowanymi. Zapowiadany w Polsce przegląd wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynków powinien obejmować zaproponowanie nowego podejścia dotyczącego sposobu określania charakterki energetycznej budynków. Wykorzystanie dodatkowego wskaźnika w postaci ED_{netto} jest uzasadnione.

4.7. Inne opublikowane wyniki badań powiązane z osiągnięciem

Pośrednio powiązane z osiągnięciem wyniki moich badań opublikowane zostały w innych artykułach naukowych indeksowanych przez Web of Science i Scopus lub monografiach (treści tych artykułów i monografii podano w załączniku nr 3).

- *Firląg Szymon: Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych, ISBN 978-83-8156-209-6, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wydanie I, Warszawa 2021 (pozycja [B1] w załączniku nr 3)*

Celem naukowym podjętych przeze mnie badań, przedstawionych w monografii, było opracowanie szczegółowych wymagań dla krajowych standardów efektywnych energetycznie budynków. Wytyczne te określono zarówno dla nowych, jak i istniejących budynków mieszkalnych. Zastosowana metodyka badawcza różniła się w zależności od postawionego celu. Pozwoliło to na zaprezentowanie różnych sposobów tworzenia i formułowania wymagań. Metody obliczeniowe i opracowane standardy efektywności energetycznej budynków mogą być wykorzystywane do określenia przyszłych i obecnych wymagań stawianych budynkom.

Pozwoliłoby to na zmniejszenie energochłonności krajowych zasobów budowlanych i ograniczenie ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne, a jednocześnie zapewniło podwyższenie jakości życia w budynkach i poza nimi – dzięki redukcji emisji szkodliwych zanieczyszczeń powietrza.

- *Firląg Szymon: How to Meet the Minimum Energy Performance Requirements of Technical Conditions in Year 2021?*, w: *Procedia Engineering*, vol. 111, 2015, ss. 202-208, DOI:10.1016/j.proeng.2015.07.077 (pozycja [B2] w załączniku nr 3)

Artykuł był poświęcony analizie wymagań stawianych budynkom niemal zero energetycznym (NZEB) w Polsce oraz sposobom ich spełnienia. Osiągnięcie dopuszczalnej wartości zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP) było możliwe dopiero po wprowadzeniu dodatkowych usprawnień niewynikających wprost z przepisów. W pracy przedstawiono rozwiązania zastosowane przez architektów i projektantów, biorących udział w konkursie Muratora "Dostępny dom 2021" oraz ich ocenę. Wyróżniono dwie główne kategorie usprawnień prowadzących do osiągnięcia standardu NZEB – zastosowanie źródeł o niskim współczynniku nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej i zmniejszenie zapotrzebowania na energię. Wnioski z badania znalazły zastosowanie przy definiowaniu wariantów budynków jednorodzinnych opisanych w monografii naukowej oraz ich systemów technicznych.

- *Piacecki M., Kozicki M., Firląg Szymon, Anna Goljan, Krystyna Kostyrko: The Approach of Including TVOCs Concentration in the Indoor Environmental Quality Model (IEQ)-Case Studies of BREEAM Certified Office Buildings*, w: *Sustainability*, vol. 10, nr 11, 2018, ss. 1-22, DOI:10.3390/su10113902, 2,075 IF (pozycja [B3] w załączniku nr 3)

Przedmiotem badań prowadzonych pod kierunkiem pracowników Instytutu Techniki Budowlanej było przeanalizowanie wpływu zmierzonych stężeń całkowitych lotnych związków organicznych, wyznaczonych dla czterech budynków biurowych certyfikowanych w systemie BREEAM na wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego oraz ogólny wskaźnik jakości środowiska wewnętrznego. Wyniki obliczeń przyporządkowano do liczby niezadowolonych użytkowników z teoretycznej funkcji podanej przez Jokl-Fangera wynikającej z równania Webera-Fechnera (M. V. Jokl, "Evaluation of indoor air quality using the decibel concept based on carbon dioxide and TVOC). Udowodniono pozytywny wpływ niskoemisyjnych materiałów budowlanych i wykończeniowych na jakość powietrza wewnętrznego budynków biurowych. Tego typu rozwiązaniu powinny być stosowane, również w odniesieniu do nowych energooszczędnych i termomodernizowanych budynków mieszkalnych.

- *Firląg Szymon, Rogulski Mariusz, Badyda Artur Jerzy: The Influence of Marine Traffic on Particulate Matter (PM) Levels in the Region of Danish Straits, North and Baltic Seas*, w: *Sustainability*, vol. 10, nr 11, 2018, ss. 1-19, DOI:10.3390/su10114231, 2,075 IF (pozycja [B4] w załączniku nr 3)

Celem badań, prowadzonych wspólnie z profesorem Arturem Badydą i doktorem Mariuszem Rogulskim z Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, było określenie poziomu zanieczyszczenia powietrza nad powierzchnią morza (Północnego i Bałtyckiego) w porównaniu z sytuacją w portach oraz zbadanie wpływu statków na poziom stężenia pyłu zawieszonego. Dotychczasowe badania koncentrowały się na analizach obliczeniowych jak w publikacji C. Deniz, A. Kilic, i G. Civkaroglu, "Estimation of shipping emissions in Candarli Gulf, Turkey" lub dotyczyły innych regionów na przykład Chin D. Chen i inni, "High-

spatiotemporal-resolution ship emission inventory of China based on AIS data in 2014". Wyniki pomiarów pokazały wyraźnie, że działalność człowieka ma negatywny wpływ na jakość powietrza zewnętrznego. Zaobserwowana w portach zmienność stężeń pyłów w czasie dnia, potwierdziła że budynki są istotnym źródłem zanieczyszczeń. Publikacja nie ma co prawda bezpośredniego związku z efektywnością energetyczną budynków ale uzyskane wyniki pomiarów potwierdziły że proces termomodernizacji może służyć poprawie jakości powietrza w Polsce.

4.8. Podsumowanie

Najważniejszym celem naukowym podjętych badań było przedstawienie procesu prowadzącego od uzyskania wymagań dla standardów efektywności energetycznej jednorodzinnych budynków mieszkalnych oraz różnych metod w tym zakresie. Pierwszym etapem było określenie wpływu danych wejściowych oraz elementów przezroczystych na modelowanie charakterystyki energetycznej budynków. Wynikiem prowadzonych w dalszej kolejności badań było zaproponowanie możliwych wymagań dla:

- nowych, plus energetycznych, jednorodzinnych budynków mieszkalnych,
- istniejących, termomodernizowanych do poziomu NZEB i optymalnego kosztowo, jednorodzinnych budynków mieszkalnych.

Ostatnią ale jednocześnie najważniejszą częścią osiągnięcia jest zaproponowanie nowego, alternatywnego wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED_{netto} odzwierciedlającego efektywność energetyczną budynków.

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

W 2014 roku zdobyłem naukowe stypendium wyjazdowe w ramach konkursu CAS/34/POKL „Programu Rozwoju Politechniki Warszawskiej”. W ramach stypendium odbyłem dwumiesięczny pobyt naukowo-badawczy w **Building Technology and Urban Systems Department w Berkeley Lab w USA**. Jest to jedna z najlepszych na świecie jednostek naukowych zajmujących się efektywnością energetyczną budynków. Podczas swojego pobytu w Berkeley Lab prowadziłem badania nad wpływem dynamicznych okien i sposobów ich kontroli na charakterystykę energetyczną budynku. Wynikiem prac badawczych jest publikacja A3: “Firląg Szymon et al: Control algorithms for dynamic windows for residential buildings, Energy and Buildings”.



Współpracowałem również z **The Buildings Performance Institute Europe (BPIE) z Brukseli** w Belgii w latach 2015-2020. W jej ramach odbyłem wyjazdy zagraniczne trwające od 2 do 5 dni. Ich przedmiotem było omówienie działań w ramach realizowanych projektów międzynarodowych oraz prac krajowych dotyczących efektywności energetycznej budynków. Uczestniczyłem również w konferencjach międzynarodowych, np. C4E (Central and Eastern European Energy Efficiency) Forum w 2016 w Balchik, Bułgaria lub szkoleniach organizowanych przez Institute for Strategic Clarity i European Climate Foundation na Cambridge University w 2016 roku.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Mój dorobek dydaktyczny obejmuje między innymi udział w projekcie „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój - Współpraca”. Jego przedmiotem było dostosowanie i realizacja programów kształcenia na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w zakresie umiejętności praktycznych stosowania BIM w budownictwie oraz modyfikacją programów kształcenia w języku angielskim. Pełnię rolę tutora w programie „Szkoly Orłów na PW” realizowanym w toku Program Operacyjny Wiedza, Edukacja, Rozwój (POWER). Prowadzę na Wydziale Inżynierii Lądowej zajęcia w języku polskim i angielskim z takich przedmiotów jak: Hydraulika i hydrologia, Instalacje Sanitarne (w dwóch językach) i Low-energy buildings design.

Byłem promotorem 58 prac inżynierskich i licencjackich oraz 12 prac magisterskich. Dwójka z moich absolwentów Adrian Chmielewski i Bartosz Witkowski podjęła studia doktoranckie. Objąłem opieką naukową badania realizowane przez dr inż. Artura Miszczuka, podczas jego doktoratu. Rozprawa doktorska została obroniona w 2018. Byłem opiekunem projektu Dom Energooszczędny 2016, realizowanego przez Koło Naukowe Budownictwa Ogólnego Politechniki Warszawskiej oraz wykładowcą podczas II edycji seminarium naukowego Politechnika na Fali odbywającego się na żaglowcu STS Fryderyk Chopin w 2018 roku. Do osiągnięć dydaktycznych i w zakresie popularyzacji nauki można zaliczyć organizację szkoleń dla nauczycieli techników budowlanych w ramach projektu „Budujemy domy energooszczędne” Europejskiego Funduszu Rozwoju Wsi Polskiej. Byłem współautorem cyklu programów telewizyjnych „Ciepło na lata”, które w konwencji popularnonaukowych ciekawostek przybliżają widzom zagadnienia związane z budownictwem pasywnym i energooszczędnym. Uczestniczyłem i współtworzyłem kampanie edukacyjne skierowane do szerokiego grona odbiorców Fundacji „Ziemia i Ludzie”, promującej budownictwo energooszczędne i termomodernizację budynków.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Do znaczących osiągnięć wdrożeniowych mogę zaliczyć udział przy projektowaniu, budowie i certyfikacji pierwszego w Polsce pasywnego jednorodzinne budynku mieszkalnego, który spełnił rygorystyczne wymagania Passive House Institute w Niemczech. Wyniki prac były prezentowane przeze mnie podczas Konferencji Internationale Passivhaustagung 2010 w Dreźnie. Jest współautorem wytycznych określających standardy budynków energooszczędnych NF40 i NF15 do historycznego programu dopłat NFOŚiGW. Brałem udział w procesie projektowania i certyfikacji kilkudziesięciu energooszczędnych budynków mieszkalnych w ramach współpracy z takimi biurami projektowymi jak Murator, Lipińscy Domy, Z500 czy Archipelag. Zdobyte doświadczenie praktyczne wykorzystuje w swojej pracy naukowej.

Wyraz z dr inż. Piotrem Piętom i dr inż. Markiem Knorem jest autorem wynalazku „Petopian ekstrudowany - materiał termoizolacyjny na bazie poli(tereftalanu) etylenu (PET)”. Otrzymał on I nagrodę w konkursie firmy Swisspor na przegrodę termoizolacyjną przyszłości. Projekt „PETOPIAN” został laureatem programu Innowator organizowanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej w 2008 roku. Prace badawczo-rozwojowe nad wynalazkiem były kontynuowane w ramach projektu realizowanego przez firmę Presto S.A.. Jego celem było opracowanie bloczków keramzytowych z innowacyjnym wypełnieniem izolacyjnym w postaci PETOPIAN’u. Pełniłem rolę kierownika naukowego w tym projekcie. W 2017 roku dokonaliśmy zgłoszenia patentowego P.421221 wspólnie z pozostałymi autorami pt. „Sposób wytwarzania termoizolacyjnego elementu budowlanego polegającego na uformowaniu z masy keramzytowo-betonowej osnowy zbudowanej z warstw pionowych, zawierającej ściankę zewnętrzną i wewnętrzną oraz ścianki boczne, pomiędzy którymi rozmieszczone jest ażurowe wypełnienie w postaci żeber oraz termoizolacyjne rdzenie wypełniające przestrzeń osnowy pomiędzy ściankami i żebrami na całej wysokości elementu, przy czym jako rdzenie termoizolacyjne stosuje się wypełnienie z pianki zamkniętokomórkowej na bazie ekstrudowanego poli(tereftalanu) etylenu (PET)”.

Za osiągnięcia naukowe w latach 2017-2018 otrzymałem nagrodę indywidualną II stopnia JM Rektora Politechniki Warszawskiej. Od wielu lat recenzuję publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych i krajowych takich jak Building and Environment wydawnictwa Elsevier, Sustainability, Applied Sciences i Energies wydawnictwa MDPI oraz Architecture - Civil Engineering -Environment Journal. Oceniam wnioski składane do międzynarodowych i krajowych programów, np. Horyzont 2020 na zlecenie European Commission, Research Executive Agency w Belgii. Jestem konsultantem Jednostki Weryfikującej Technologie Środowiskowe przy Instytucie Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach w obszarze weryfikacji technologii z zakresu efektywności energetycznej w budynkach. Oceniałem projekty na zlecenie PARP w ramach Konkursu Polski Produkt Przyszłości. Jest członkiem Grupy Roboczej ds. Inteligentnego i Energooszczędnego Budownictwa powołanej przez Ministerstwo Rozwoju oraz Rady Inwestycyjnej Funduszu Funduszy dla Województwa Mazowieckiego. Kierowałem projektem pt. „Ocena systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków w Polsce oraz propozycje zmian”, realizowanym we współpracy z Buildings Performance Institute Europe z Belgii. Celem projektu było powołanie Grupy Roboczej ds. świadectw charakterystyki energetycznej budynków przy Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju oraz zaproponowanie zmian w tym obszarze.

Moją działalność zawodową obejmuje między innymi kierowanie pracami nad raportem przedstawiający główne atuty ocieplenia budynków oraz analizami potwierdzającymi pozytywny wpływ termoizolacji na ochronę środowiska w tym walkę ze smogiem. Brałem udział w licznych ekspertyzach wykonywanych na zlecenie NFOŚiGW, Ministerstwa właściwego dla obszaru budownictwo, przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego. Aktywnie współpracowałem z Buildings Performance Institute Europe, z Brukseli, Narodową Agencją Poszanowania Energii, Krajową Agencją Poszanowania Energii i Fundacją Poszanowania Energii. Uczestniczyłem we wdrożeniu i konsultowaniu prawa międzynarodowego i krajowego między innymi - Energy Performance of Buildings Directive, Ustawy o efektywności energetycznej budynków i Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów. Od 2020 roku pełnię funkcję Prezesa Związku Pracodawców – Producentów Materiałów dla Budownictwa, gdzie realizuję działania dotyczące rynku materiałów budowlanych i efektywności energetycznej budynków, uczestniczę w pracach nad rozporządzeniem o wyrobach budowlanych i wspieram proces cyfryzacji w budownictwie.

W życiu prywatnym jestem szczęśliwym mężem i ojcem dwóch synów. Bardzo lubię podróżować i aktywnie spędzać czas. Pasjonuję się żeglarstwem, muzyką rockową a ostatnio wspólnie z synami wędkarstwem. Mam nadzieję, że oni również zostaną naukowcami.

8. Podziękowania.

Chciałbym podziękować Panu Profesorowi Wojciechowi Gilewskiemu za pomoc i wsparcie udzielone na etapie tworzenia publikacji naukowych oraz pisanie wniosku habilitacyjnego. Wyznawane przez Profesora poglądy i wartości pozwoliły mi przezwyciężyć trudne i stresujące sytuacje. Jego konkretne rady, pomoc w kwestiach merytorycznych, formalnych oraz motywowanie do kontynuowania prac sprawiły, że nie ustąłem w działaniach i konsekwentnie zmierzałem do celu.

Niezwykle cenna była pomoc Profesora Michała Piaseckiego z Instytutu Techniki Budowlanej. Oprócz wsparcia naukowego i badawczego mogłem z jego strony liczyć zawsze na koleżeńską radę.

Doceniam bardzo jego otwartość i bezinteresowność co w dzisiejszych czasach nie jest powszechne. Jego warsztat naukowy będzie dla mnie zawsze wzorem do naśladowania.

Chciałbym podziękować wszystkim recenzentom, za ich wkład i pogłębioną dyskusję, kreatywne i rzeczowe uwagi, które znacząco wpłynęły na efekt i ostateczny kształt cyklu publikacji oraz moich osiągnięć naukowych. Szczególnie cenne były komentarze Pana Profesora Leonarda Runkiewicza i Pana Profesora Dariusza Heima. Bez ich krytycznych ocen wyniki moich prac byłby dużo uboższe i mniej uniwersalne.

Podziękowania kieruje również do Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Pana Profesora Andrzeja Garbacza. Wspomagał mnie w nawiązywaniu współpracy ze środowiskiem gospodarczym oraz otoczeniem społecznym. Stworzył mi niezbędne warunki do prowadzenia prac badawczych i rozwoju naukowego.

Dziękuję również wszystkim koleżankom i kolegom z Wydziału Inżynierii Lądowej, którzy pomagali mi w pracy, badaniach i prowadzeniu zajęć dydaktycznych. Mogłem zwracać się do nich z różnymi problemami i wiedziałem, że na pewno pomogą mi je rozwiązać. Jednocześnie serdecznie dziękuję wszystkim i każdemu z osobna, których tu nie wymieniłem, również tym, którzy już odeszli – śp. Profesorowi Krzysztofowi Żmijewskiemu i śp. Doktorowi Aleksandrowi Pankowi.

Na końcu chciałbym podziękować swojej rodzinie żonie Magdalenie synom Piotrowi i Janowi za to, że zawsze przy mnie są i mnie wspierają. Dzięki ich zrozumieniu i pomocy mogłem napisać niniejszy wniosek.



dr inż. Szymon Firląg

Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

I. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b
Ustawy składających się na osiągnięcie w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

Tytuł cyklu: Modelowanie i wyznaczanie standardów efektywności energetycznej budynków
jednorodzinnych

Część studialno-teoretyczna – modelowanie efektywności energetycznej

- *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, DOI:10.1016/j.enbuild.2013.04.024, 40 punktów, IF(2,465). (pozycja [A1] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon: Ograniczenie ryzyka przegrzewania budynków pasywnych, COW, SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 44, nr 3, 2013, s. 111-116, 10 punktów. (pozycja [A2] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon et al: Control algorithms for dynamic windows for residential buildings, Energy and Buildings, Elsevier S.A., vol. 109, 2015, s. 157-173, DOI:10.1016/j.enbuild.2015.09.069, 40 punktów, IF(2,973). (pozycja [A3] w załączniku nr 2)*

Część praktyczna – wyznaczanie standardów efektywności energetycznej

- *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, DOI:10.3390/app8091605, 25 punktów, IF(2,217). (pozycja [A4] w załączniku nr 2)*
- *Firląg Szymon: Cost-Optimal Plus Energy Building in a Cold Climate, Energies, vol. 12, nr 5, 2019, s. 1-20, DOI:10.3390/en12203841, 140 punktów, IF(2,707) (pozycja [A5] w załączniku nr 2)*

Treść publikacji dostępna jest w załączniku nr 2. Przedstawione publikacje stanowiące osiągnięcie zostały pozytywnie ocenione przez międzynarodowych i krajowych recenzentów oraz były cytowane ponad 94 razy (wrzesień 2021, Scopus). Opracowane standardy efektywności energetycznej były popularyzowane na konferencjach naukowych i w czasopismach branżowych. Propozycja zastosowania nowego wskaźnika zapotrzebowania na energię znalazła się *Ekspertyzie dotyczącej metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku* opracowanej na zlecenie Ministerstwa Rozwoju, Technologii i Pracy oraz opisana w mojej monografii *Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych*.

Jestem pomysłodawcą całego cyklu i każdej publikacji, głównym autorem też badawczych, autorem przebiegu eksperymentów, autorem opracowania wyników i przedstawienia dyskusji. Treść publikacji wysłanych do recenzji była przygotowana przeze mnie. We wszystkich publikacjach

jestem pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. We wszystkich publikacjach odpowiadałem samodzielnie na recenzje. Część prac badawczych była współrealizowana z profesorem Bernardem Zawadą z Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, naukowcami z Windows and Envelope Materials Group, Lawrence Berkeley National Laboratory w USA oraz profesorem Michałem Piaseckim z Instytutu Techniki Budowlanej. Dokładny podział udziału wszystkich współautorów z uwzględnieniem realizowanych zadania w każdej z publikacji przedstawiony jest w załączniku nr 1. W ramach osiągnięcia wykazuję tylko najbardziej istotne publikacje w czasopismach posiadających indeksowanie Journal Citation Report (IF) lub znajdujących się na liście MNiSW. Sumaryczny IF dla cyklu publikacji składających się na osiągnięcie wynosi **10,362** a suma punktów **MNiSW 255** wg Bazy Wiedzy Politechniki Warszawskiej. Inne publikacje, które nie zostały włączone bezpośrednio do cyklu przedstawiam w dalszej części wniosku.

II. INFORMACJA O AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

1. Wykaz zbiorczy dorobku naukowego publikacyjnego

Po doktoracie opublikowałem łącznie **10** artykułów naukowych indeksowanych przez Web of Science lub Scopus; **6** oryginalnych artykułów w czasopismach naukowych, **3** w indeksowanych materiałach z konferencji oraz **1** rozdział w indeksowanej monografii anglojęzycznej. **7** pozycji znajduje się w repozytorium Web of Science, a **11** w bazie Scopus (stan wrzesień 2021 z uwzględnieniem jednego artykułu publikowanego przed doktoratem). Po doktoracie (2009) opublikowałem **2** monografie naukowe i **2** redagowałem. Opublikowałem również **2** książki autorskie, **11** rozdziałów w monografiach, **29** punktowanych artykułów z listy MNiSW oraz **7** w innych czasopismach branżowych. Sumaryczna liczba punktów MNiSW uzyskana za moje publikacje po doktoracie wynosi **743 pkt MNiSW** wg Bazy Wiedzy Politechniki Warszawskiej. Sumaryczny IF wynosi **15,546**. Łączne zestawienie mojego dorobku publikacyjnego, z uwzględnieniem publikacji indeksowanych w bazie JCR, przedstawiłem w Tabeli 1. Sumaryczna liczba pozycji bibliograficznych pod doktoracie wynosi **61**. Szczegółową listę publikacji wraz z podaniem wartości współczynnika IF w roku wydania przedstawiłem w Tabeli 2. Wszystkie dane bibliometryczne podane w wykazie osiągnięć zgodne są z informacją zawartą w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej (wrzesień 2021). Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia posiadają dodatkowe oznaczenie [A...], natomiast powiązane z osiągnięciem [B...].

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie dorobku publikacyjnego

Lp.	Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
1	Publikacje w czasopismach posiadających wskaźnik <i>Impact Factor</i> według bazy JCR	0	6	6
2	Publikacje w materiałach konferencyjnych lub monografiach indeksowanych w bazach Web of Science lub Scopus	1	4	5
3	Monografie naukowe	0	2	2
4	Redakcja monografii naukowych	0	2	2
5	Rozdziały w monografiach	0	11	11
6	Książki autorskie inne	0	2	2
6	Publikacje w czasopismach punktowanych ujętych na liście MNiSW	0	29	29

7	Publikacje w innych czasopismach	1	5	6
	Razem	2	61	63

Tabela 2. Artykuły opublikowane po doktoracie w czasopismach znajdujących się w bazie JCR wraz z wartością współczynnika IF według daty publikacji (treść dostępna w załączniku 2 i 3); wyróżniono pozycje znajdujące się w cyklu monotematycznym osiągnięcia.

Pozycja w załączniku 2 i 3	Czasopismo	Rok wydania	IF
[A1] „Impacts”	<i>Energy and Buildings</i>	2013	2,465
[A3] „DW”	<i>Energy and Buildings</i>	2015	2,973
[A4] „NZE”	<i>Applied Sciences</i>	2018	2,217
[B3] „TVOC”	<i>Sustainability</i>	2018	2,592
[B4] „PM”	<i>Sustainability</i>	2018	2,592
[A5] „Plus”	<i>Energies</i>	2019	2,707
	Suma		15,546

2. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1) po doktoracie.

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1 [B1]	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Standardy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych” Wydawca: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 163 s., 2021, Warszawa ISBN 978-83-8156-209-06	80
2	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Poradnik inwestora. Buduję z głową, buduję energooszczędnie” Wydawca: Fundacja Ziemia i Ludzie, 144 s., 2014, Warszawa ISBN 978-83-935905-4-4	25

3. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych po doktoracie.

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1	Redaktor: Firląg Szymon Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Możliwość sfinansowania lub wsparcia procesu termomodernizacji budynków jednorodzinnych”, s.16-23 W: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja "Ziemia i Ludzie", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7	5
2	Redaktor: Firląg Szymon Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Prawidłowo wykonane audyty energetyczne”, s. 110-119 W: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja "Ziemia i Ludzie", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7	5

3	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Sposoby modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej”, s.92-98 W: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja "Ziemia i Ludzie ", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7</p>	5
4	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Sposoby modernizacji systemów ogrzewania”, s.85-91 W: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja "Ziemia i Ludzie ", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7</p>	5
5	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Węglarz Arkadiusz Tytuł: „Termomodernizacja - definicje, typowe przedsięwzięcia, właściwy przebieg procesu”, s.24-35 W: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja " Ziemia i Ludzie ", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7</p>	5
6	<p>Redaktorzy: Ryńska Elżbieta, Grochulska-Salak Magdalena, Zinowiec-Cieplik Kinga Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Kaliszuk-Wietecha Agnieszka Autor 3: Witkowski Bartosz Tytuł: „The influence of climate change on the energy performance and thermal comfort in building”, s.62-64 W: „Redefining cities in view of climatic changes : international interdisciplinary conference”, November 20-21st, 2019 Faculty of Architecture, Warsaw University of Technology Wydawca: Politechnika Warszawska, 172 s., 2019, Warszawa ISBN 978-83-815601-9-1</p>	20
7	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Węglarz Arkadiusz Tytuł: „Budownictwo zrównoważone - wprowadzenie”, s.13-25 W: „Zrównoważone budynki biurowe” Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN, s.404, 2018, Warszawa ISBN 978-83-01-19513-7</p>	20
8	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Pierzchalski Michał Autor 3: Gilewski Paweł Grzegorz Tytuł: „Główne aspekty środowiskowe związane z budynkami biurowymi”, s.259-308 W: „Zrównoważone budynki biurowe” Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN, s.404, 2018, Warszawa ISBN 978-83-01-19513-7</p>	20
9	<p>Redaktor: Firląg Szymon Autor 1: Pierzchalski Michał Autor 2: Firląg Szymon Tytuł: „Wpływ efektywności energetycznej budynków biurowych i sposobu ich zasilania na ograniczenie emisji CO₂ i zużycie energii”, s.260-271 W: „Zrównoważone budynki biurowe” Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN, s.404, 2018, Warszawa</p>	20

	ISBN 978-83-01-19513-7	
10	Redaktor: Węglarz Arkadiusz Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Metody oceny efektywności systemu wentylacji”, s.147-159 W: „Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej według kryteriów zrównoważonego rozwoju” Wydawca: CBI Pro-Akademia, s.147-159, 2014, Łódź ISBN 978-83-63704-17-9	5
11	Redaktor: Węglarz Arkadiusz Rodzaj: Monografia wieloautorska Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Węglarz Arkadiusz Autor 3: Terlikowski Wojciech Robert Tytuł: „Nowa misja - niższa emisja. Gospodarka niskoemisyjna w gminach” Wydawca: Krajowe Stowarzyszenie Inicjatyw, 96 s., 2014, Warszawa ISBN 978-83-939655-0-2	-

4. Informacja o członkostwie w redakcjach naukowych monografii po doktoracie.

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1	Redaktor: Firląg Szymon Rodzaj: Monografia wieloautorska Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Martyna Gregoriou-Szczepaniak Autor 3: Agnieszka Ewa Kaliszuk-Wietecha Autor 4: Arkadiusz Węglarz Autor 5: Artur Miszczuk Autor 6: Ewa Sobczyńska Tytuł: „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych” Wydawca: Fundacja " Ziemia i Ludzie ", 144 s., 2019, Warszawa ISBN 973-83-943202-8-7	5
2	Redaktor: Firląg Szymon Rodzaj: Monografia wieloautorska Tytuł: „Zrównoważone budynki biurowe” Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN, 404 s., 2018, Warszawa ISBN 978-83-01-19513-7	20

5. Książki autorskie

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1	Autor 1: Panek Aleksander Autor 2: Firląg Szymon Tytuł: „Projektowanie budynków niskoenergetycznych i pasywnych” Wydawca: Fundacja Poszanowania Energii, 85 s., 2009, Warszawa	-
2	Autor 1: Panek Aleksander Autor 2: Firląg Szymon Autor 3: Mijakowski Maciej Tytuł: „Ocena jakości środowiska wewnętrznego i szczelności budynków, 2009,” Wydawca: Fundacja Poszanowania Energii, 85 s., 2009, Warszawa	-

6. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

6.1. Wykaz opublikowanych po doktoracie artykułów indeksowanych z bazy WoS i Scopus

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa	IF
1 [A1]	<p>1. Firląg Szymon (autor korespondencyjny) 2. Zawada Bernard "Impacts of airflows, internal heat and moisture gains on accuracy of modeling energy consumption and indoor parameters in passive building" w: <i>Energy and Buildings</i>, 2013, vol. 64, s.372-383. ISSN 0378-7788 DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.04.024 L. Filad.: tak; IF: 2,465; WoS: tak; Scopus: tak</p>	40	2,465
2 [A2]	<p>1. Firląg Szymon (autor korespondencyjny) 2. Yazdanian Mehrangiz 3. Curcija Charlie 4. Kohler Christian 5. Vidanovic Simon 6. Hart Robert 7. Czarnecki Stephen "Control algorithms for dynamic windows for residential buildings" w: <i>Energy and Buildings</i>, 2015, vol. 109, s.157-173. ISSN 0378-7788 DOI 10.1016/j.enbuild.2015.09.069 L. Filad.: tak; IF: 2,973; WoS: tak; Scopus: tak</p>	40	2,973
3 [A4]	<p>1. Firląg Szymon (autor korespondencyjny) 2. Piasecki Michał NZEB renovation definition in a heating dominated climate: case study of Poland. w: <i>Applied Sciences-Basel</i> 2018, Vol.8, iss. 9, Article number 1605 ISSN 2076-3417 DOI 10.3390/app8091605 L.Filad.: tak; IF: 2,217; WoS: tak; Scopus: tak</p>	25	2,217
4 [B3]	<p>1. Piasecki Michał (autor korespondencyjny) 2. Kozicki Mateusz 3. Firląg Szymon 4. Goljan Anna 5. Kostyrko Krystyna "The approach of including TVOCs concentration in the indoor environmental quality model (IEQ) - case studies of BREEAM certified office buildings" w: <i>Sustainability</i> 2018, Vol. 10, iss. 11, Article number 3902, p. 1-22 Special Issue: Sustainable Buildings and Indoor Air Quality ISSN 2071-1050 DOI 10.3390/su10113902 L. Filad.: tak; IF: 2,592; WoS: tak</p>	20	2,592

5 [B4]	1. Firląg Szymon (autor korespondencyjny) 2. Rogulski Mariusz 3. Badyda Artur Jerzy "The Influence of Marine Traffic on Particulate Matter (PM) Levels in the Region of Danish Straits, North and Baltic Seas" w: <i>Sustainability</i> , 2018, vol. 10, nr 11, s.1-19. ISSN 2071-1050 DOI 10.3390/su10114231 L. Filad.: tak; IF: 2,592; WoS: tak	20	2,592
6 [A5]	1. Firląg Szymon (autor korespondencyjny) "Cost-Optimal Plus Energy Building in a Cold Climate" W: <i>Energies</i> , 2019, vol. 12, nr 5, s.1-20. ISSN 1996-1073 DOI 10.3390/en12203841 L.Filad.: tak; IF: 2,707; WoS: tak; Scopus: tak	140	2,707

Oprócz wymienionych tu artykułów do publikacji (IV kwartał 2021) w czasopiśmie indeksowanym w bazach WoS i Scopus został przyjęty artykuł:

- *Firląg Szymon, Artur Miszczuk, Bartosz Witkowski: Analysis of climate change and its potential influence on energy performance of building and indoor temperatures, part 1: Climate change scenarios, Archives of Civil Engineering, MNiSW: 100 pkt.*

W trakcie recenzji znajdują się dwa inne artykuły, których jestem współautorem, złożone do publikacji w czasopiśmie indeksowanym w bazach WoS i Scopus:

- *Firląg Szymon, Mariusz Rogulski, The energy audit of the tall ship STS Fryderyk Chopin, Environmental and Climate Technologies, MNiSW: 100 pkt.*
- *Mariusz Rogulski, Artur Badyda, Szymon Firląg, The share of pollution from land sources in PM levels in the region of Danish straits, North and Baltic Seas, Environmental and Climate Technologies, MNiSW: 100 pkt.*

6.2. Publikacje w materiałach konferencyjnych lub monografiach indeksowanych w bazach Web of Science lub Scopus po doktoracie

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1 [B2]	Rodzaj: Materiały konferencyjne Autor: Firląg Szymon Tytuł: „How to meet the minimum energy performance requirements of Technical Conditions in year 2021?” w: <i>Procedia Engineering</i> , 2015, 111, s. 202–208 Konferencja: XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP)	15
2	Rodzaj: Monografia wieloautorska Udział: Rozdział 1 Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Definition of nZEB renovation standard” w: <i>Design Solutions for nZEB Retrofit Buildings</i> , 2018, s. 1–23 Wydano: Pennsylvania, IGI Global, 2018. ISBN 978-15-2254-105-9	5

3	Rodzaj: Materiały konferencyjne Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Quality of outdoor and indoor environment during the cruise of the tall ship STS Fryderyk Chopin” w: E3S Web of Conferences, 2018, 49, 00024 Konferencja: SOLINA 2018 - VII Conference SOLINA Sustainable Development: Architecture - Building Construction - Environmental Engineering and Protection Innovative Energy-Efficient Technologies - Utilization of Renewable Energy Sources	15
4	Rodzaj: Materiały konferencyjne Autorzy: Firląg Szymon, Chmielewski Adrian Tytuł: „Defining the Polish nearly Zero Energy Building (nZEB) renovation standard” w: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 415(1), 012001 Konferencja: XIII International Research-Technical Conference on the Problems of Designing, Construction and Use of Low Energy Housing, 11–13 September 2018, Krakow, Poland	1

6.3. Publikacje w czasopismach punktowanych ujętych na liście MNiSW po doktoracie

Lp.	Informacje bibliograficzne	Całkowita wartość punktowa
1	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Ceny w korekcie” W: Builder, PWB MEDIA, nr 7, 2021, s. 16-16	20
2	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Diagnoza rynku” W: Konstrukcje Stalowe, Polska Izba Konstrukcji Stalowych, nr 4, 2021, s. 8-9	5
3	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Kaliszuk-Wietecha Agnieszka Ewa Autor 3: Węglarz Arkadiusz Tytuł: „Głęboka termomodernizacja budynków” W: Izolacje, nr 11/12, 2020, s.24-30	5
4	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej w domach jednorodzinnych” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 1/2, 2020, s.60-64	5
5	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Sposoby na obniżenie EP” W: Murator, Grupa ZPR Media, nr 2, 2020, s.126-133	5
6	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Kaliszuk-Wietecha Agnieszka Ewa Autor 3: Witkowski Bartosz Tytuł: „The influence of climate change on the energy performance and thermal comfort in building” W: Builder Science, PWB MEDIA, vol. 274, nr 5, 2020 DOI:10.5604/01.3001.0014.0539	20
7	Autor 1: Krupa Wioleta Autor 2: Firląg Szymon Tytuł: „Analiza opłacalności dla trzech standardów energetycznych domu z pompą ciepła” W: Murator, Grupa ZPR Media, nr 2, 2020, s.136-143	5
8	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Górecka Weronika Tytuł: „Budynki wielorodzinne według wymagań WT 2021”	5

	W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., vol. 27, nr 7/8, 2019, s.30-34	
9	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Chmielewski Adrian Tytuł: „Czyste powietrze - wymiana kotła kontra kompleksowa termomodernizacja” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., vol. 27, nr 4, 2019, s.56-60	5
10	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Szczelność budynków pasywnych na przykładzie zrealizowanych budynków w Polsce w technologii drewnianej” W: Przegląd Leśniczy, nr 2, 2019, s.60-65	5
11	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Górecka Weronika Tytuł: „Ocieplenie obiektów zabytkowych” W: Materiały Budowlane, Wydawnictwo SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 71, nr 1, 2018, s. 48-50 DOI:10.15199/33.2018.01.12	8
12	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Miszczuk Artur Tytuł: „Działanie wentylacji grawitacyjnej w ocenie mieszkańców” W: Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, Wydawnictwo SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 48, nr 8, 2017, s. 340-344, DOI:10.15199/9.2017.8.7	10
13	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Jak walczyć ze smogiem? Propozycja wymagań technicznych dla budynków jednorodzinnych poddawanych termomodernizacji” W: Izolacje, vol. 22, nr 2, 2017, s.25-29	6
14	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Rozwiązania do domu niskoenergetycznego” W: Murator, Grupa ZPR Media, nr 10 dod. spec., 2017, s. 1-48	1
15	Autor 1: Szczekała Marcin Autor 2: Kaliszuk-Wietecha Agnieszka Ewa Autor 3: Firląg Szymon Autor 4: Węglarz Arkadiusz Autor 5: Narloch Piotr Leon Tytuł: „WPŁYW WEWNĘTRZNYCH ZYSKÓW CIEPŁA NA CHARAKTERYSTYKĘ ENERGETYCZNĄ BUDYNKU (EU CO I EP H+W) NA PRZYKŁADZIE STANDARDÓW NF15, NF 40 ORAZ WT 2021” W: Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Instytut Fizyki Budowli Katarzyna i Piotr Klemm S.C., vol. 9, nr 4, 2017, s. 35-38	1
16	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Truchan Kazimierz Autor 3: Piasecki Michał Tytuł: „Analiza ryzyka kondensacji powierzchniowej i rozwoju pleśni w nowych budynkach.” W: Materiały Budowlane 2016, nr 8, s. 126-128 DOI 10.15199/33.2016.08.39	8
17	Autor 1: Firląg, Szymon Autor 2: Miszczuk Artur Tytuł: „Efektywność działania wentylacji naturalnej i możliwości jej usprawnienia” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 6, 2016, s. 68-73	6
18	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Rynek termomodernizacji w Polsce”	6

	W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 7/8, 2016, s. 24-27	
19	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Pokropińska Patrycja Tytuł: „System oceny zdolności adaptacyjnej poddasza do celów mieszkaniowych” W: Administrator, nr 7/8, 2015, s. 46-46	5
20	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Miszczuk Artur Tytuł: „Szczelność powietrzna budynków energooszczędnych a instalacje” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 4, 2015, s. 56-62	6
21	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Węglarz Arkadiusz Autor 3: Goleniewski A. Tytuł: „Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną a optymalizacja kosztów” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., vol. 23, nr 12, 2015, s. 20-26	6
22	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Jaczewski Marcin Tytuł: „Characteristics of the renewable energy sources technology transfer center's building in the context of requirements for the passive standard” W: Acta Innovations, nr 13, 2014, s. 32-40	8
23	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Pre-war public utility buildings – results of surveys” W: Czasopismo Techniczne. Budownictwo, Politechnika Krakowska, vol. 111, nr 3B, 2014, s. 107-115	13
24	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Witkowska Ewa Tytuł: „Instalacje c.o., c.w.u. i wentylacji w budynkach energooszczędnych NF40 i NF15” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 9, 2013, s. 26-33	6
25 [A2]	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Ograniczenie ryzyka przegrzewania budynków pasywnych” W: Ciepłownictwo, Ogrzewanie, Wentylacja, Wydawnictwo SIGMA - N O T Sp. z o.o., vol. 44, nr 3, 2013, s. 111-116	10
26	Autor 1: Król Paweł Autor 2: Firląg Szymon Autor 3: Węglarz Arkadiusz Tytuł: „Zintegrowana ocena wpływu budynku jednorodzinego na środowisko, Rynek Instalacyjny, nr 9, 2013, s. 20-25” W: Rynek Instalacyjny, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.-a., nr 9, 2013, s. 26-33	6
27	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „NordPass koncepcja budynków pasywnych i niskoenergetycznych w krajach Europy Północnej” W: Materiały Budowlane, nr 1, 2012, s. 48-51	6
28	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Szczelność powietrzna budynków pasywnych i energooszczędnych - wyniki badań” W: Czasopismo Techniczne, vol. 109, nr 3-2/B, 2012, s. 105-113	5
29	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Określenie przepuszczalności powietrznej domu pasywnego” W: Rynek Instalacyjny, nr 11, 2009, s. 65-70	5

6.4. Publikacje w innych czasopismach po doktoracie

Lp.	Informacje bibliograficzne
1	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Metody spełnienia wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków” W: Murator, Grupa ZPR Media, nr 1, 2014, s. 126-130
2	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Pasywacja budynków - bariery i problemy” W: Energia i Budynek, nr 4, 2010, s. 16-19
3	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Wpływ rodzaju systemu ogrzewczego na komfort cieplny i zużycie energii w jednorodzinnych budynkach pasywnych” W: Czasopismo Techniczne, vol. 107, nr 4, 2010, s. 49-57
4	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Wykorzystanie programu TRNSYS do określenia zużycia energii i wskaźników komfortu cieplnego w jednorodzinny domu pasywnym w zależności od rodzaju systemu grzewczego” W: Energia i Budynek, nr 7, 2010
5	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Budynki niskoenergetyczne i pasywne w Polsce i krajach Unii Europejskiej” W: Energia i Budynek, Zrzeszenie Audytorów Energetycznych, nr 4, 2009, s. 35-39

7. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

Lp.	Informacje o konferencjach
1	Autor 1: Firląg Szymon Autor 2: Rogulski Mariusz Tytuł: „The energy audit of the tall ship STS Fryderyk Chopin” Konferencja: The Conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2021, Riga Technical University, Riga, Latvia, 12–14 May 2021
2	Autor 1: Rogulski Mariusz Autor 2: Artur Badyda Autor 3: Firląg Szymon Tytuł: „The share of pollution from land sources in PM levels in the region of Danish straits, North and Baltic Seas” Konferencja: The Conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2021, Riga Technical University, Riga, Latvia, 12–14 May 2021
3	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Defining the Polish nearly Zero Energy Building (nZEB) renovation standard” Konferencja: ENERGODOM 2018, Kraków, Polska
4	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Quality of outdoor and indoor environment during the cruise of the tall ship STS Fryderyk Chopin” Konferencja: SOLINA 2018 - VII Conference SOLINA Sustainable Development: Architecture - Building Construction - Environmental Engineering and Protection Innovative Energy-Efficient Technologies - Utilization of Renewable Energy Sources, Polańczyk, Polska

5	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Pre-war public utility buildings – results of surveys” Konferencja: ENERGODOM 2014, Kraków, Polska
6	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Influence of heating systems type on the thermal comfort and energy demand in single-family passive buildings” Konferencja: Clima 2010 - REHVA World Congress, 9th to 12th May 2010, Antalya, Turkey
7	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Szczelność powietrzna budynków pasywnych i energooszczędnych - wyniki badań” Konferencja: ENERGODOM 2012, Kraków, Polska
8	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Airtightness of Polish passive and very low-energy buildings – measurement results” Konferencja: 16. Internationalen Passivhaustagung 2012, Hannover, Niemcy
9	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Wpływ rodzaju systemu ogrzewczego na komfort cieplny i zużycie energii w jednorodzinnych budynkach pasywnych” Konferencja: ENERGODOM 2010, Kraków, Polska
10	Autor 1: Szczekała Marcin Autor 2: Kaliszuk-Wietecha Agnieszka Ewa Autor 3: Firląg Szymon Autor 4: Węglarz Arkadiusz Autor 5: Narloch Piotr Leon Tytuł: „WPŁYW WEWNĘTRZNYCH ZYSKÓW CIEPŁA NA CHARAKTERYSTYKĘ ENERGETYCZNĄ BUDYNKU (EU CO I EP H+W) NA PRZYKŁADZIE STANDARDÓW NF15, NF 40 ORAZ WT 2021” Konferencja: XVI Polska Konferencja Naukowo-Techniczna Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, 2017, Warszawa, Polska
11	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Influence of heating systems types on the thermal comfort and energy demand in single-family passive buildings” Konferencja: 14. Internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, Niemcy
12	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Wytyczne techniczne dla instalacji wentylacji w budynkach NF40 i NF15 oraz zagadnienia szczelności powietrznej” Konferencja: FORUM WENTYLACJA - SALON KLIMATYZACJA 2014, Warszawa, Polska
13	Autor: Firląg Szymon Tytuł: „Budownictwo energooszczędne – fakty i mity” Konferencja: Konferencja Projektu STEP, Warszawa 2010, Polska

8. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

Nie uczestniczyłem w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, jednak byłem organizatorem licznych warsztatów i webinarów, np.:

2018 – Organizowałem warsztaty “Heat Roadmap Poland” dotyczące systemów ciepłowniczych w ramach finansowanego przez Unię Europejską projektu Heat Roadmap Europe, które odbyły się 25 stycznia 2018 w Warszawie.

2017 – Organizowałem warsztaty „Ocena i przyszłość systemu świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce”, które odbyły się 14 października 2018 w Warszawie.

9. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Brałem aktywny udział w **7 międzynarodowych grantach europejskich** finansowanych w ramach programów badawczych Komisji Europejskiej Inteligentna Energia dla Europy, Programu na Rzecz Wspierania Polityki w Zakresie Technologii Informacyjnych i Komunikacyjnych i Horyzontu 2020 oraz jednym z Funduszu Norweskiego:

G1. Nazwa projektu: **eXTENDING the energy performance assessment and certification schemes via a mOdular approach**

Program badawczy: Program Horyzont 2020

Informacje o projekcie: <https://x-tendo.eu/>

Budżet: 2,06 miliona €

Czas trwania projektu: 2019-2022

Opis projektu: Celem projektu jest poprawa wiarygodności, jakości i użyteczności świadectw charakterystyki energetycznej budynków (EPC) w krajach Unii Europejskiej, a jednocześnie wspieranie ewolucji w kierunku nowych funkcjonalności EPC w przyszłości. Identyfikując mocne i słabe strony obecnych świadectw oraz rozumiejąc potrzeby użytkowników końcowych opracowany zostanie zestaw narzędzi, który umożliwi stworzenie nowych rozwiązań. Modułowa struktura opracowywanych funkcjonalności obejmie takie aspekty jak: poziom inteligencji budynku, komfort wewnętrzny, jakość powietrza wewnętrznego, możliwości włączenia EPC w np.: dzienniki budowy.

Rola w projekcie: Członek Europejskiej Rady Doradczej

G2. Nazwa projektu: **STEP- Thermomodernisation of public buildings conducted in accordance with the conditions of sustainable development**

Program badawczy: Norway Grant

Informacje o projekcie: http://www.is.pw.edu.pl/~piotr_bartkiewicz/STEP/index_EN.htm

Budżet: 1,2 miliona €

Czas trwania projektu: 2008-2012

Opis projektu: Zadaniem projektu było wypracowanie wsparcia naukowo-badawczego mającego na celu poprawę efektywności energetycznej budynków publicznych w Polsce. Szczegółowym celem było dostarczenie narzędzi wspomagających proces podejmowania decyzji w zakresie najbardziej efektywnego wyboru rozwiązań technicznych w nowych i już istniejących budynkach, które na późniejszym etapie będą stanowić bazę danych do zmiany współczesnych rozwiązań na te zoptymalizowane zgodnie z wybranymi kryteriami. Projekt posiadał też część studialną i realizacyjną na budynku gmachu IŚ Politechniki Warszawskiej.

Rola w projekcie: Lider zadania dotyczącego wykorzystania energii odnawialnej i rozwiązań pasywnych w budynkach użyteczności publicznej. Opracowanie materiałów szkoleniowych

do wykorzystania na studiach wyższych i podyplomowych Politechniki Warszawskiej oraz w innych ośrodkach kształcenia.

G3. Nazwa projektu: ZEBRA2020 – Nearly-Zero Energy Building Strategy 2020

Program badawczy: Inteligentna Energia dla Europy

Informacje o projekcie: <https://zebra2020.eu/>

Budżet: 1,68 miliona €

Czas trwania projektu: 2014-2016

Opis projektu: Projekt bezpośrednio odnosił się do priorytetów związanych z efektywnością energetyczną oraz zastosowaniem odnawialnych źródeł energii w budynkach oraz monitorowania transformacji rynku ku prawie zero energetycznym budynkom. W projekcie uczestniczyło 17 krajów europejskich (Austria, Belgia, Czechy, Dania, Francja, Niemcy, Włochy, Holandia, Norwegia, Polska, Litwa, Luksemburg, Rumunia, Słowacja, Hiszpania, Szwecja, Wielka Brytania) co pozwoliło na objęcie nim około 89% zasobów budynków i populacji w Europie.

Rola w projekcie: Koordynator realizacji projektu w Polsce.

G4. Nazwa projektu: From Estonia till Croatia: Intelligent Energy Saving Measures for Municipal housing in Central and Eastern European countries (INTENSE)

Program badawczy: Inteligentna Energia dla Europy

Informacje o projekcie: www.intense-energy.eu

Budżet: 0,234 miliona €

Czas trwania projektu: 2008-2011

Opis projektu: Międzynarodowy projekt INTENSE został uruchomiony w październiku 2008 roku i był finansowany przez program Komisji Europejskiej "Inteligentna Energia dla Europy". Projekt miał na celu transfer innowacyjnych rozwiązań dotyczących oszczędzania energii w budynkach mieszkalnych ze starych członków UE do Europy Środkowej i Wschodniej. Projekt zrzeszał 28 partnerów reprezentujących organizacje pozarządowe, gminy i ekspertów w tej dziedzinie i był realizowany w 11 krajach europejskich.

Rola w projekcie: Wykonawca zadania dotyczącego projektowania detali konstrukcyjnych wolnych od mostków cieplnych i określenia zasad zrównoważonego projektowania.

G5. Nazwa projektu: NORTH PASS Promocja budownictwa niskoenergetycznego na północnoeuropejskich rynkach budowlanych

Program badawczy: Inteligentna Energia dla Europy

Informacje o projekcie: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent>

Budżet projektu: 1,5 miliona €

Czas trwania projektu: 2009-2012

Opis projektu: Zwiększenie świadomości i akceptacji rynków budowlanych w krajach Północnoeuropejskich dla domów niskoenergetycznych. Zdefiniowanie kryteriów i standardu domu niskoenergetycznego dla Północnej Europy. Znalezienie rozwiązań pozwalających na usunięcie barier wejścia na szeroki rynek. Usunięcie luki jaka oddziela projekty demonstracyjne od powszechnie stosowanych rozwiązań. Wsparcie dla wdrożenia strategii i rekomendacji Komisji Europejskiej

Rola w projekcie: Koordynator realizacji projektu w Polsce.

G6. Nazwa projektu: ASIEPI Ocena i poprawa wprowadzania dyrektywy EPBD

Program badawczy: Inteligentna Energia dla Europy

Informacje o projekcie: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent>

Budżet: 0,2 miliona €

Czas trwania projektu: 2007-2010

Opis projektu: Projekt ASIEPI powstał dla oceny i monitorowania implementacji dyrektywy EPBD w odniesieniu do nowych i istniejących budynków. Celem projektu było stworzenie narzędzi pozwalających na ocenę poziom wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej w Państwach Członkowskich. W ramach projektu analizowano dostępne, alternatywne rozwiązania i technologie pozwalające na podwyższenie komfortu cieplnego w budynkach bez zwiększania zużycia energii.

Rola w projekcie: Wykonawca badań w dotyczących modelowania mostów cieplnych w budynkach.

G7. Nazwa projektu: **ICE-WISH Zademonstrowanie obniżania zużycia energii i wody w budynkach socjalnych poprzez inteligentne systemy kontroli**

Program badawczy: Program na Rzecz Wspierania Polityki w Zakresie Technologii Informacyjnych i Komunikacyjnych (ICT PSP)

Informacje o projekcie: <https://ses.irc.ec.europa.eu/ice-wish>

Budżet: 1,2 miliona €

Czas trwania projektu: 2011-2014

Opis projektu: Celem projektu było stworzenie całościowego, zintegrowanego systemu kontroli i zarządzania zużyciem energii w budynkach socjalnych. System obejmował monitorowanie i sterowanie zużyciem energii i mediów oraz edukację mieszkańców budynków w zakresie oszczędzania energii.

Rola w projekcie: Wsparcie naukowo-techniczne w zakresie wykonywania badań i pomiarów dotyczących zapotrzebowania na energię i jakości środowiska wewnętrznego.

10. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

Od 2009 – jestem członkiem indywidualnym Zrzeszenia Audytorów Energetycznych.

Od 2015 – biorę udział w charakterze członka w Grupie Roboczej ds. Inteligentnego i Energooszczędnego Budownictwa powołanej przez Ministerstwo Rozwoju.

11. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

2014 – Otrzymałem naukowe stypendium wyjazdowe „Programu Rozwoju Politechniki Warszawskiej” w ramach konkursu CAS/34/POKL na realizację dwumiesięcznego pobytu w roku 2014 w **Building Technology and Urban Systems Department, Berkeley Lab, USA**. W ramach stażu prowadziłem badania nad wpływem dynamicznych okien i sposobów ich kontroli na charakterystykę energetyczną budynku. Wynikiem prac badawczych jest publikacja A3: “Firląg Szymon et al: Control algorithms for dynamic windows for residential buildings, Energy and Buildings”.



2015 – 2020 – Współpracowałem z **The Buildings Performance Institute Europe (BPIE)** z **Brukseli** w Belgii. W jej ramach odbyłem wyjazdy zagraniczne trwające od 2 do 5 dni. Ich przedmiotem było omówienia działań w ramach realizowanych projektów badawczych międzynarodowych oraz krajowych dotyczących efektywności energetycznej budynków.

12. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

Pełnię funkcję członka Rady Naukowej czasopisma Rynek Instalacyjny.

13. Informacja o recenzowanych pracach naukowych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

Po doktoracie wykonałem **32 recenzje** dla **4 czasopism** naukowych posiadających wskaźnik *Impact Factor* według bazy JCR (czego potwierdzeniem są załączane certyfikaty), oraz **4 recenzje w innych czasopismach**. Zestawienie wykonanych przeze mnie recenzji artykułów z podziałem na czasopisma przedstawiłem w Tabeli 3.

Tabela 3. Zestawienie recenzji publikacji w czasopismach naukowych

Np	Czasopismo	Liczba recenzji	Impact Factor wg JCR
1	<i>Energies</i>	7	2,707
2	<i>Sustainability</i>	5	2,592
3	<i>Applied Sciences</i>	1	2,217
4	<i>Building and Environment</i>	19	6,456
5	<i>E3S Web of Conferences Solina 2018</i>	2	-
6	<i>Archives of Civil Engineering</i>	2	-

Wybrane certyfikaty wydawców potwierdzające działalność recenzenta;



14. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

2021 – Projekt CE1063 SMART_watch „**Regional branch observatories of intelligent markets in Central Europe monitoring technology trends and market developments in the area of smart specializations**” współfinansowany ze środków Programu INTERREG Central Europe. Uczestniczyłem w panelu eksperckim podczas międzynarodowej konferencji „SMART_watch Final Conference, What’s next...?”. Projekt realizowany przez Górnośląską Agencję Przedsiębiorczości i Rozwoju.

2015 – 2020 – Współpracowałem z **The Buildings Performance Institute Europe (BPIE)** z Brukseli w Belgii. W ramach współpracy uczestniczyłem w programach europejskich i realizowałem takie zadania jak:

- Współautorstwo raportu “Financing Building Energy Performance Improvement in Poland,” Brussels, 2016,
- Współautorstwo raportu “Supporting Renovation of Single-Family Houses in Poland,” Brussels, 2016,
- Współautorstwo raportu “Financing the renovation of buildings in Poland”, Brussels, 2018,
- Udział w konferencji C4E Forum , 22-25 czerwiec 2016, Balchik, Bułgaria i wygłoszenie referatu „Financing Building Energy Performance Improvement in Poland”,

- Udział w projekcie iBRoad finansowany przez Program Horizon 2020, którego celem była analiza stanu istniejącego, zaprojektowanie, rozwinięcie i zademonstrowanie koncepcji indywidualnych map drogowych termomodernizacji budynków,
- Udział w projekcie Lessons Learned to Inform Integrated Approaches for the Renovation and Modernisation of the Built Environment finansowanym przez Komisję Europejską, DG Energy (ENER),
- Udział w szkoleniu organizowanym przez Institute for Strategic Clarity i European Climate Foundation na Cambridge University, UK w 2016 roku
- Organizacja warsztatów poświęconych efektywności energetycznej budynków.

15. Informacja o udziale w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

Nazwa projektu: **Przeprowadzenie prac B+R celem opracowania bloczków keramzytowych z innowacyjnym wypełnieniem izolacyjnym**

Program badawczy: Regionalny Program Operacyjny Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020

Informacje o projekcie: <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/775911/>

Budżet projektu: 2,3 miliona PLN

Czas trwania projektu: 2014-2020

Opis projektu: Przedmiotem projektu było przeprowadzenie prac B+R mających na celu przebadanie Petopianu pochodzącego z surowców podlegających recyklingowi (butelki PET) w celu ponownego użycia w formie elementu izolującego stanowiącego wypełnienie bloczków keramzytowych wykorzystywanych w branży budowlanej.

Rola w projekcie: Kierownik naukowy odpowiedzialny za prowadzenie prac badawczych związanych z przygotowaniem spienionego PET, w tym przeprowadzenie analiz i testów opracowanego petopianu i ulepszonych produktów oraz prowadzenie prób badawczych w skali mikro i makro zgodnie z opracowanym planem badań.

Nazwa projektu: **Naukowcy dla gospodarki Mazowsza**

Program badawczy: Program Operacyjny Kapitał Ludzki (PO KL)

Informacje o projekcie: <http://www.proakademia.eu/en/projects1/42.html>

Czas trwania projektu: 2012-2014

Opis projektu: Celem projektu było wzmocnienie powiązań nauki i gospodarki województwa mazowieckiego poprzez zorganizowanie staży w małych i średnich przedsiębiorstwach dla 24 pracowników naukowych jednostek naukowych i uczelni z Mazowsza.

Rola w projekcie: Realizacja indywidualnego programu badawczego w zakresie wymagań dotyczących systemów wentylacji oraz podstawowych metod oceny intensywności wymiany powietrza w pomieszczeniu. Szczegółowo analizowałem metodę pomiarów szczelności powietrznej oraz technikę wykorzystania gazów znacznikowych.

16. Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

Od 2014 - **Recenzent wniosków składanych w ramach programu Horyzont 2020** na zlecenie European Commission, Research Executive Agency, Brussels, Belgium w naborach:

- Marie Skłodowska-Curie actions, Co-funding of Regional, National and International Programmes (COFUND) - działania programu Marie Skłodowska-Curie mają na celu wspieranie rozwoju kariery i szkolenia naukowców, ze szczególnym uwzględnieniem umiejętności innowacyjnych, we wszystkich dyscyplinach badawczych poprzez mobilność międzynarodową i międzysektorową. Oceniałem wnioski w ramach 7 naborów H2020-MSCA-COFUND-2020, H2020-MSCA-COFUND-2019, H2020-MSCA-COFUND-2018, H2020-MSCA-COFUND-2017, H2020-MSCA-COFUND-2016, H2020-MSCA-COFUND-2015 i H2020-MSCA-COFUND-2014
- Energy Efficiency, Coordination and Support Action. Oceniałem wnioski w ramach 1 naboru H2020-EE-2014-CSA

Od 2021 – jestem **Ekspertem Zewnętrznym ds. Weryfikacji Technologii Środowiskowych** związanych z efektywnością energetyczną w budynkach w ramach Programu Weryfikacji Technologii Środowiskowych Unii Europejskiej (ETV). Jednostką Weryfikującą jest Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach.

Od 2017 – jestem **Członkiem Rady Inwestycyjnej Funduszu Funduszy dla Województwa Mazowieckiego** powołanej na podstawie Umowy o Finansowaniu zawartej między Województwem Mazowieckim a Europejskim Bankiem Inwestycyjnym.

III. INFORMACJA O WSPÓŁPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

Jestem autorem programu obliczeniowego wraz z dokumentacją, który powstał w ramach projektu Naukowcy dla gospodarki Mazowsza. Jego zadaniem jest **ocena efektywności systemu wentylacji**. Program komputerowy pozwala na dokonanie oceny jakości powietrza wewnętrznego i efektywności wentylacji na podstawie pomiarów zmiany stężenia CO₂ w pomieszczeniu. Program może być wykorzystany do sporządzania raportów z badań jakości powietrza wewnętrznego, pozwala na określenie szacunkowego strumienia powietrza zewnętrznego, daje możliwość klasyfikacji jakości powietrza w pomieszczeniu zgodnie z wymaganiami normowymi.

W ramach realizowanych pod moją opieką prac dyplomowych studenci Wydziału Inżynierii Lądowej opracowali następujące programy komputerowe do wspomaganie decyzji projektowych:

- Kalkulator zdolności adaptacji poddasza – arkusz do oceny formalnej i technicznej możliwości adaptacji poddasza do celów mieszkaniowych,
- Kalkulator prosumenta – arkusz do oceny ekonomicznej zastosowania w budynku odnawialnych źródeł energii,
- Kalkulator inwestora – arkusz do oceny ekonomicznej budowy budynku jednorodzinne w różnych standardach efektywności energetycznej.

2. Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym.

Moja współpraca z sektorem gospodarczym obejmuję między innymi kierowanie pracami nad raportem przedstawiający główne atuty ocieplenia budynków oraz wyliczenia potwierdzające pozytywny wpływ termoizolacji na ochronę środowiska w tym walkę ze smogiem. Raport „Określenie głównych zalet ocieplania budynków istniejących oraz wpływu termomodernizacji na ograniczenie smogu (niskiej emisji)” została opracowany w ramach kampanii społecznej Politechniki Warszawskiej i firmy **Termo Organika**.

Aktywnie współpracował z **Narodową Agencją Poszanowania Energii, Krajową Agencją Poszanowania Energii i Fundacją Poszanowania Energii**. Realizowałem międzynarodowe i krajowe projekty badawcze dotyczące efektywności energetycznej budynków oraz prowadziłem szkolenia na audytorów i certyfikatorów energetycznych w tym zakresie.

Brałem udział w podpisaniu przez **Szpital im. Świętej Rodziny i Wydział Inżynierii Łądowej Politechniki Warszawskiej oraz Urząd Miasta st. Warszawy** 21 czerwca 2016 listu intencyjnego w sprawie współpracy przy badaniach zamontowanej w szpitalu instalacji trigeneracyjnej. Instalację trigeneracji szpital wykonał dzięki dotacji z Funduszy Europejskich w ramach projektu pn. "Odnawialne źródła energii i kogeneracja w m.st. Warszawa".

Z dniem 01 października 2020 r. zastąpiłem Jeremiego Mordasewicza na stanowisku **Prezesa Związku Pracodawców Producentów Materiałów dla Budownictwa**. Realizuję tam działania dotyczące rynku materiałów budowlanych, efektywności energetycznej budynków, uczestniczę w pracach nad rozporządzeniem o wyrobach budowlanych i wspieram proces cyfryzacji w budownictwie. Do Związku Pracodawców Producentów Materiałów dla Budownictwa należą takie firmy jak: Termo Organika Sp. z o.o., Roca Polska Sp. z o.o., Henkel Polska Sp. z o.o., Bolix S.A., Wienerberger Ceramika Budowlana Sp. z o.o., Ceramika Paradyż Sp. z o.o., Lecico CEE Sp. z o.o., Xella Polska Sp. z o.o., Rimix Sp. z o.o., Velux Sp.z o.o. i Synthos S.A.

3. Uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty, krajowe lub międzynarodowe.

Wyraz z dr inż. Piotrem Piętom i dr inż. Markiem Knorem jest autorem wynalazku **„Petopian ekstrudowany - materiał termoizolacyjny na bazie poli(tereftalanu) etylenu (PET)”**. Otrzymał on I nagrodę w konkursie firmy Swisspor na przegrodę termoizolacyjna przyszłości. Projekt „PETOPIAN” został laureatem programu Innowator organizowanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej w 2008 roku. Prace badawczo-rozwojowe nad wynalazkiem były kontynuowane w ramach projektu realizowanego przez firmę Presto S.A.. Jego celem było pracowanie bloczków keramzytowych z innowacyjnym wypełnieniem izolacyjnym w postaci PETOPIAN’u. Pełniłem rolę kierownika naukowego w tym projekcie. W 2017 roku dokonaliśmy zgłoszenia patentowego P.421221 wspólnie z pozostałymi autorami pt. „Sposób wytwarzania termoizolacyjnego elementu budowlanego polegającego na uformowaniu z masy keramzytowo-betonowej osnowy zbudowanej z warstw pionowych, zawierającej ściankę zewnętrzną i wewnętrzną oraz ścianki boczne, pomiędzy którymi rozmieszczone jest ażurowe wypełnienie w postaci żeber oraz termoizolacyjne rdzenie wypełniające przestrzeń osnowy pomiędzy ściankami i żebrami na całej wysokości

elementu przy czym jako rdzenie termoizolacyjne stosuje się wypełnienie z pianki zamknięto komórkowej na bazie ekstrudowanego poli(tereftalanu) etylenu (PET)”.

4. Informacja o wdrożonych technologiach.

Do znaczących osiągnięć wdrożeniowych mogę zaliczyć udział w projektowaniu, budowie i certyfikacji **pierwszego w Polsce pasywnego jednorodzinne budynek mieszkalnego**, który spełnił rygorystyczne wymagania Passive House Institute w Niemczech. Budynek został wzniesiony przez biuro projektowe Lipińscy Domy w Smolcu pod Wrocławiem. Wyniki prac były prezentowane podczas Konferencji Internationale Passivhaustagung 2010 w Dreźnie.

Jest współautorem wytycznych określających standardy budynków energooszczędnych NF40 i NF15 do programu dopłat NFOŚiGW. Brałem udział w procesie projektowania i certyfikacji kilkudziesięciu energooszczędnych budynków mieszkalnych w ramach współpracy z takimi biurami projektowymi jak **Murator, Lipińscy Domy, Z500 czy Archipelag.**

5. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

Jestem autorem lub współautorem **7** opracowań naukowo-badawczych realizowanych ze środków publicznych, na zamówienie organów władzy publicznej lub podmiotów publicznych w tym:

2020 – Ekspertyza w zakresie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku, umowa nr 318/UM/2020/0011. Zleceniodawca: Ministerstwo Rozwoju, Technologii i Pracy. Zleceniobiorca: Narodowa Agencja Poszanowania Energii. Wykonawcy: Szymon Firląg, Paweł Kędzierski, Anna Komerska, Jerzy Kwiatkowski, Janusz Łaszczych, Maciej Mijakowski, Piotr Narowski, Joanna Rucińska, Wiesław Sarosiek, Jerzy Sowa, Barbara Stempniak, Adrian Trząski, Arkadiusz Węglarz, Andrzej Wiszniewski

2020 - Raport z analizy sytuacji wyjściowej w ramach projektu „**Stworzenie platformy ekspertów efektywności energetycznej**”. Zleceniodawca: European Commission's Directorate-General for Structural Reform Support, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zleceniobiorca: ICF S.A., CASE, SPARK. Wykonawcy: Szymon Firląg, Kaja Kaźmierska, Karolina Zubel.

2019 - **Analiza inwestycji budowlanej pod kątem możliwości ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko**. Zleceniodawca: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zleceniobiorca: Krajowa Agencja Poszanowania Energii. Wykonawcy: Szymon Firląg, Arkadiusz Węglarz, Agnieszka Kaliszuk-Wietecha.

2015 - **Ekspertyza techniczna dot. wentylacji grawitacyjnej w budynkach mieszkalnych** przy ul. Jagiellońskiej 47 F,G,H,J,K w Warszawie, numer umowy: PRN-7-IR-C/PPN/II/8/2/58/15/73/683. Zleceniodawca: Wydział Infrastruktury dla Dzielnicy Praga Północ. Zleceniobiorca: Wydział Inżynierii Lądowej PW. Wykonawcy: Szymon Firląg, Artur Miszczuk.

2013 – **Ekspertyza dotycząca wymagań technicznych dla budynków energooszczędnych w standardzie NF40 i NF15**. Zleceniodawca: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i

Gospodarki Wodnej. Zleceniobiorca: Krajowa Agencja Poszanowania Energii. Wykonawcy: Szymon Firląg, Arkadiusz Węglarz, Dariusz Koc.

2013 – Przygotowanie materiałów merytorycznych do kursów e-learningowych w ramach realizacji projektu pt. **„Od ekosceptyka do ekoentuzjasty – czyli dlaczego budować energooszczędnie”**. Zleceniodawca: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wykonawca: Szymon Firląg.

2012 - **Podręcznik dobrych praktyk dotyczący budowy budynków energooszczędnych**. Zleceniodawca: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zleceniobiorca: Krajowa Agencja Poszanowania Energii. Wykonawcy: Szymon Firląg, Arkadiusz Węglarz, Dariusz Koc.

Brałem udział w przygotowaniu **2** ekspertyz naukowo-technicznych poświęconych zagadnieniom efektywności energetycznej budynków, zrównoważonego budownictwa oraz systemów technicznych wykonywanych na zamówienia przedsiębiorców:

2015 – Ekspertyza w zakresie **projektu gruntowego rurowego wymiennika** ciepła powietrze-grunt systemu GeoHeat dla budynku wielorodzinnego w Lipnie i dla budynku sądu w Nysie. Zleceniodawca: ECOPLASTOL SP. z o.o. Wykonawca: Szymon Firląg.

2017 – Ekspertyza dotycząca **analiza możliwości uzyskania standardu niskoenergetycznego dla budynku w konstrukcji stalowej**. Przeprowadzono weryfikację modelowego domu jednorodzinnego pod kątem zagadnień cieplno-wilgotnościowych. Zleceniodawca: Acero Frame Sp. z o.o. Wykonawcy: Szymon Firląg, Agnieszka Kaliszuk Wietecha, Agnieszka Wójcicka.

6. Informacja o udziale w zespołach eksperckich lub konkursowych.

2021 – Konkurs **„POiD Building Awards”**. Celem konkursu było wyłonienie unikatowych zastosowań produktów stolarki budowlanej w najlepszych realizacjach architektonicznych z całego świata. Członek jury konkursowego.

2015 - Konkurs miesięcznika Muratora **„Dom Dostępny na rok 2021”**. Przedmiotem konkursu był projekt domu jednorodzinnego przygotowany zgodnie z warunkami technicznymi obowiązującymi od 1 stycznia 2021 r. Członek jury konkursowego.

2015 - Ocena zasadnicza projektu zgłoszonego do **Konkursu Polski Produkt Przyszłości** wykonana na zlecenie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości.

IV. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ

1. Nagrody i wyróżnienia.

2019 – **Nagroda indywidualna II stopnia JM Rektora PW** za osiągnięcia naukowe w latach 2017-2018.

2014 - **Naukowe stypendium wyjazdowe** „Programu Rozwoju Politechniki Warszawskiej” w ramach konkursu CAS/34/POKL na realizację dwumiesięcznego pobytu w roku 2014.

2008 – **Nagroda zespołowa** dla Szymona Firląg, Piotra Pięty i Marek Knor za projekt materiału termoizolacyjnego PETOPIAN w ramach programu Innowator - wsparcie finansowe i szkoleniowe projektów wdrożeniowych, organizowanego przez **Fundację na Rzecz Nauki Polskiej**.

2. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Brałem udział w konsorcjach i sieciach badawczych zawiązanych w celu realizacji grantów europejskich lub krajowych:

eXTENDING the energy performance assessment and certification schemes via a mODular approach. Konsorcjum obejmowało: Technische Universitaet Wien (Austria) - koordynator, Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek N.V. (Belgia), Zentrum Fur Energiewirtschaft Und Umwelt (E-Think) (Austria), Buildings Performance Institute Europe Asbl (Belgia), Adene - Agencia Para A Energia (Portugalia), Centre For Renewable Energy Sources And Saving Fondation (Grecja), Mittetulundusuhing Tartu Regiooni Energiaagentuur (Estonia), Asociatia Auditorilor Energetici Pentru Cladiri Din Romania (Rumunia), Energistyrelsen (Dania), Energie Agentur Steiermark Gemeinnutzige Gmbh (Austria), Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA (Polska), The Energy Saving Trust Limited (Wielka Brytania) i Agenzia Nazionale Per Le Nuove Tecnologie, L'energia E Lo Sviluppo Economico Sostenibile (Włochy). W projekcie występuję jako Członek Europejskiej Rady Doradczej.

STEP - Thermomodernisation of public buildings conducted in accordance with the conditions of sustainable development. Konsorcjum obejmowało Politechnikę Warszawską oraz NTNU Norwegian University of Science and Technology. W grancie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Politechnikę Warszawską.

ZEBRA2020 – Nearly-Zero Energy Building Strategy 2020. Konsorcjum obejmowało: Buildings Performance Institute Europe ASBL (Belgia), Centre internacional de Metodes Numerics en Enginyeria (Hiszpania), Ecofys Germany GmbH (Niemcy), Enerdata SAS (Francja), Accademia Europea per la Ricerca Applicata ed il Perfezionamento Professionale Bolzano (Włochy), Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. (Polska) i Stiftelsen Sintef (Norwegia). W projekcie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Narodową Agencję Poszanowania Energii.

From Estonia till Croatia: Intelligent Energy Saving Measures for Municipal housing in Central and Eastern European countries (INTENSE) Konsorcjum obejmowało: Baltic Environmental Forum z Estonii, Łotwy, Litwy i Niemiec, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe z Polski, Republiki Czeskiej, Słowacji, Słowenii, Węgier, Rumunii, Chorwacji, koordynator - Sofia Energy Agency SOFENA (Bułgaria), Energie- und Umweltzentrum am Deister e.u.[z.] (Niemcy), Auraplan (Niemcy), przedstawiciele miast Moravian Karst (Republika Czeska); Municipalities: Saku (Estonia), Cēsis (Łotwa), Rīga (Łotwa), Elektrėnai (Litwa), Münster (Niemcy), Frankfurt (Niemcy), Ożarów (Polska), Ružomberok (Słowacja), Ptuj (Słowenia), Koprivnica (Chorwacja), Samobor (Chorwacja), Veszprém (Węgry), Băile Tușnad (Rumunia), Sapareva Banya (Bułgaria). W projekcie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe.

NORTH PASS Promocja budownictwa niskoenergetycznego na północnoeuropejskich rynkach budowlanych. Konsorcjum obejmowało: Aalborg University (Dania), CENERGIA (Dania), Passivhus.dk ApS (Dania), University of Tartu (Estonia), Tampere University of Technology (Finlandia) – koordynator, VTT Technical Research Centre of Finland (Finlandia) – koordynator, Riga Technical University (Łotwa), Vilnius Gediminas Technical University (Litwa), SINTEF Building and Infrastructure (Norwegia), Narodowa Agencja Poszanowania Energii (Polska), IVL Swedish Environmental Research Institute (Szwecja) i Lund University (Szwecja). W projekcie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Narodową Agencję Poszanowania Energii.

ASIEPI Ocena i poprawa wprowadzania dyrektywy EPBD. Konsorcjum obejmowało: Belgian Building Research Institute (BBRI) (Belgia), National and Kapodestrian University of Athens (NKUA) (Grecja), Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) (Holandia), Fraunhofer Institute of Building Physics (IBP) (Niemcy), Stiftelsen for Industriell Teknisk Forskning ved Norges Tekniske Høgskole występująca w imieniu swojego instytutu SINTEF Buildings & Infrastructure (SINTEF) (Norwegia), Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) (Francja), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) (Portugalia), Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon (CETE de Lyon) (Francja), Federation of European Heating and Air-conditioning Associations (REHVA), Ente per le Nuove Tecnologie l'Energia e l'Ambiente (ENEA) (Włochy), Asociacion de Investigacion y Cooperacion Industrial de Andalucia (AICIA) (Hiszpania), Narodowa Agencja Poszanowania Energii (NAPE) (Polska), Technical Research Centre of Finland (VTT) (Finlandia), Energie und Umweltzentrum am Deister e.V. (E-U-Z) (Niemcy), ENVIROS, s.r.o. (ENVIROS) (Czechy) i Danish Building Research Institute (SBI) (Dania). W projekcie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Narodową Agencję Poszanowania Energii.

ICE-WISH Zademonstrowanie obniżania zużycia energii i wody w budynkach socjalnych poprzez inteligentne systemy kontroli. Konsorcjum obejmowało: Vlaamse Maatschappij Voor Sociaal Wonen Nv (Belgia), Union Of Homeowners Associations (Bułgaria), Boligforeningen Ringgarden (Dania), Office Public D'aménagement Et De Construction De L'isere (Francja), Joseph-Stiftung, Kirchliches Wohnungsunternehmen (Niemcy), Fraunhofer-Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V. (Niemcy), Water Supply And Sewerage Municipal Enterprise Of Larissa (Grecja), Oikistikes Anaptykseis (Grecja), National And Kapodistrian University Of Athens (Grecja), Vattenfall Heat Poland S.A. (Polska), Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA (Polska), Miasto Stołeczne Warszawa (Polska), Viviendas Municipales De Bilbao Oal – Bilboko Udaletxebizitzak Tokiko Erakunde Autonomoa (Hiszpania), Philips Consumer Lifestyle B.V. (Holandia), University Of Glamorgan (Wielka Brytania), Utility Partnership Limited (Wielka Brytania), Bournemouth Borough Council (Wielka Brytania) i Building Research Establishment Ltd (Wielka Brytania). W projekcie występowałem jako pracownik zatrudniony przez Narodową Agencję Poszanowania Energii.

Oprócz wymienionych konsorcjów i sieci badawczych biorę udział **indywidualnych zespołach badawczych oraz klastrach:**

Od 2016 realizuję indywidualną współpracę badawczą z profesorem Michałem Piaseckim z Instytutu Techniki Budowlanej. W ramach współpracy zrealizowaliśmy wspólnie 3 eksperymenty badawcze oraz posiadamy trzy wspólne publikacje.

Od 2016 realizuję indywidualną współpracę badawczą z profesorem Arturem Badydą i doktorem Mariuszem Rogulskim z Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W ramach współpracy zrealizowaliśmy wspólnie 3 eksperymenty badawcze oraz posiadamy jedną wspólną publikację i dwa wspólne wystąpienia na konferencjach.

Od 2014 jestem członkiem Klastera Bioenergia dla Regionu będącego otwartą inicjatywą kooperacyjną, skupiającą ponad 80 przedsiębiorstw, instytutów naukowo-badawczych, jednostek samorządu terytorialnego oraz instytucji otoczenia biznesu, działających w obszarze odnawialnych źródeł energii. Celem Klastra jest działalność na rzecz zrównoważonego rozwoju bioenergetycznego Polski Centralnej w kontekście zintegrowanego pakietu działań Komisji Europejskiej w obszarze energii i zmian klimatu na rzecz redukcji poziomu emisji w XXI wieku.

3. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki

2014 – Prowadziłem szkolenia metodyczne dla nauczycieli w ramach projektu **„Budujemy domy energooszczędne”** realizowanego przez Europejski Fundusz Rozwoju Wsi Polskiej. Projekt był skierowany do nauczycieli i uczniów szkół ponadgimnazjalnych, kształcących się w zawodach: technik budownictwa, technik ochrony środowiska i technik urządzeń sanitarnych. Celem projektu było kształtowanie umiejętności planowania i stosowania nowoczesnych rozwiązań związanych z dziedziną energooszczędnego budownictwa. Zakres programu dotyczył m.in. tematyki domu pasywnego, pomp ciepła, energetyki prosumenckiej, fotowoltaiki.

2014 – Byłem współautorem cyklu dziesięciu programów telewizyjnych **„Ciepło na lata”**, które w konwencji popularnonaukowych ciekawostek przybliżają widzom zagadnienia związane z budownictwem pasywnym i energooszczędnym realizowanym w Polsce (<https://vod.tvp.pl/website/cieplo-na-lata,13228476/video>)

2014 – Byłem uczestnikiem i współautorem szeroko zasięgowej kampanii edukacyjnej **„Dom energooszczędny – to się opłaca”** Fundacji „Ziemia i Ludzie”, promującej budownictwo energooszczędne i dopłaty do kredytów NFOŚiGW.

2018 - Byłem uczestnikiem i współautorem szeroko zasięgowej kampanii edukacyjnej **„Termomodernizacja – to się opłaca!”** Fundacji „Ziemia i Ludzie”. Celem projektu był wzrost potencjału i integracja grup zawodowych mających duży wpływ na efektywne zarządzanie energią.

2018 - 2021 – Brałem udział w projekcie **„NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój - Współpraca”**. Zadanie 28 - Modyfikacja programów kształcenia w języku angielskim na kierunku Civil Engineering i zadanie 29 Dostosowanie i realizacja programów kształcenia na Wydziale Inżynierii Lądowej w zakresie umiejętności praktycznych stosowania BIM w budownictwie. Źródło finansowania Program Operacyjny Wiedza, Edukacja, Rozwój (PO WER).

4. Opieka naukowa nad studentami

2009 – 2021 Byłem promotorem **58 prac dyplomowych inżynierskich** i **12 prac dyplomowych magisterskich** (w tym jedna w języku angielskim) na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Prace dotyczyły zagadnień z zakresu efektywności energetycznej budynków. Dwójka z moich absolwentów Adrian Chmielewski i Bartosz Witkowski podjęła studia doktoranckie.

2010 – Opiekowałem się studentami, którzy wzięli udział w **XIV Festiwalu Nauki „Jak To Działo?”**. Festiwal odbył się w dniach 15-18 listopada 2010 na Wydziale Inżynierii Lądowej. Studenci uczestniczący w Festiwalu zapewnili obsługę wystawy poświęconej Budownictwu Energooszczędnemu oraz brali aktywny udział w montażu i demontażu wystawy.

2016 – 2017 Byłem opiekunem projektu **Dom Energooszczędny 2016**, realizowanego przez Koło Naukowe Budownictwa Ogólnego Politechniki Warszawskiej, w którym uczestniczyło 20 studentów Wydziału Inżynierii Lądowej PW

2018 - Wykładałem podczas II edycji seminarium naukowego **Politechnika na Fali** odbywającego się na żaglowcu STS Fryderyk Chopin organizowanego przez Politechnikę Warszawską.

2019 – 2022 Jestem tutorem programu **„Szkoła Orłów na PW”** realizowanego w ramach Program Operacyjny Wiedza, Edukacja, Rozwój (POWER). Jednostka wnioskująca Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii (CZiITT). Jednostka wykonująca Wydział Inżynierii Lądowej (WIL)

5. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego

Byłem opiekunem naukowym w **1** przewodzie doktorskim (bez formalnego zgłoszenia, jako promotor pomocniczy).

Opiekowałem się podczas studiów doktorskich dr inż. Arturem Miszczukiem z Wydziału Inżynierii Lądowej PW, którego promotorem był dr hab. inż. Dariusz Heim z Politechniki Łódzkiej. Opieka dotyczyła prowadzonych badań, interpretacji wyników i współtworzenia publikacji. Rozprawa doktorska została obroniona 11.04.2018.

V. INFORMACJE NAUKOMETRYCZNE

1. Informacja o punktacji Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

Sumaryczny wskaźnik **IF** moich publikacji naukowych w dziedzinie inżynieria lądowa i transport według bazy *JCR* (zgodnie z rokiem opublikowania) wydanych po doktoracie wynosi **15,546**.

Posiadam następujące numery identyfikacyjne w bazach i repozytoriach naukowych:

- Web of Science Researcher ID: AAW-1185-2020
- ORCID: 0000-0002-6276-3666
- SCOPUS ID: 55767933700

2. Informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.

W bazie Web of Science wyróżniono **7** moich prac, a sumaryczna liczba ich cytowań wynosi **100** w 92 artykułach. W bazie Scopus jest **11** moich prac cytowanych **133** razy w 122 artykułach. W Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej znajduje się **63** moich pozycji bibliograficznych. W bazie Google Scholar, którą uważa się za najbardziej właściwą dla dyscypliny inżynierii lądowej¹, znajduje się **54** moich prac cytowanych łącznie **267** razy, przy czym **28** prac jest cytowanych. Różnica pomiędzy liczbą prac i ich liczbą cytowań w poszczególnych bazach wynika ze stosunkowo znacznej liczby publikacji mojego autorstwa, które ukazywały się w polskojęzycznych czasopismach branżowych (*Materiały Budowlane, Energia i Budynek, Rynek Instalacyjny, Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja, Izolacje, Builder* itp.). Publikacje te nie są indeksowane w anglojęzycznych bazach (*WoS* czy *Scopus*). Należy dodać, że prace te posiadają charakter naukowy lub popularyzatorski, a znaczna część z wydawnictw była ujęta na liście B wykazu czasopism opracowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego bądź indeksowana w krajowej bazie BazTech. W Tabeli 4 zestawiałem wskaźniki cytowań mojego dorobku publikacyjnego według czterech baz: WoS, Scopus, oraz Google Scholar.

Tabela 4. Wskaźniki cytowań dorobku według wybranych baz (wrzesień 2021)

Baza	Liczba prac w bazie	Liczba cytowań	Liczba cytowań bez autocytowań	Indeks Hirscha
Web of Science	7	100	96	6
Scopus	11	133	127	7
Google Scholar	54	267	234	9

3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.

Mój **indeks Hirscha** (wrzesień 2021) według bazy Web of Science wynosi **6**, według bazy Scopus **7** a według bazy Google Scholar **9**.

Mając na uwadze, że większość moich publikacji indeksowanych przez Scopus powstała w ostatnich trzech latach i posiadają one w 2020 roku średnio **3,4 cytowań na publikację na rok**, należy się spodziewać pozytywnego przyrostu cytowań w latach kolejnych.

4. Informacja o liczbie punktów MNiSW.

Sumaryczna liczba punktów MNiSW za publikacje wynosi **743 pkt MNiSW** wg Bazy Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

VI. **INNE INFORMACJE, DOTYCZĄCE KARIERY ZAWODOWEJ.**

1. Udział w szkoleniach istotnych dla rozwoju warsztatu badawczego.

Brałem udział w następujących szkoleniach, które wiązały się większości z uzyskaniem dodatkowych uprawnień:

¹ Czarnecki, L.; Kazmierkowski, M.P.; Rogalski, A.: Doing Hirsch proud; shaping H-index in engineering sciences. *Bull. Polish Acad. Sci. Tech. Sci.* **2013**, *61*, 5–21.

2021 - Omówienie procedur **weryfikacji technologii środowiskowych** na podstawie Ogólnego Protokołu Weryfikacji EU ETV wersja 1.3 i wytycznych Roboczych Grup Technicznych z elementami wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17020:2012 oraz normy ISO 14034:2016. Zorganizowane przez Jednostkę Weryfikującą Technologie Środowiskowe przy Instytucie Ekologii Terenów Przemysłowych w Katowicach.

2013 – Uzyskanie uprawnień do **weryfikacji budynków energooszczędnych** w ramach programu dopłat NFOŚiGW. Organ przyznający – Związek Banków Polskich

2009 – Udział w szkoleniu i zdanie egzaminu organizowanego przez Ministerstwo Infrastruktury dotyczącego metodologii **sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków**. Pozwoliło to na uzyskanie uprawnień do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.



2. Udział w opracowaniu aktów prawnych i norm

Jestem **współautorem wytycznych technicznych określających wymagania dla standardów budynków energooszczędnych NF40 i NF15**. Wymagania dotyczyły jedno- i wielorodzinnych budynków mieszkalnych realizowanych w ramach Program Priorytetowego „Efektywne wykorzystanie energii. Dopłaty do kredytów na budowę domów energooszczędnych” NFOŚiGW. W czasie realizacji w latach 2013-2015 dofinansowano 158 przedsięwzięć.

Jestem współautorem ekspertyzy w zakresie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku. Ekspertyza miała być podstawą do wprowadzenia zmian w rozporządzeniu dotyczącym przytoczonej metodologii.

W latach 2009-2021 brałem udział w kilkudziesięciu ankietach publicznych i opiniowaniu dokumentów i przepisów dla Ministerstwa Infrastruktury, Rozwoju, Energii i Środowiska między innymi:

- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej,
- Ustawy o charakterystyce energetycznej budynków.

3. Praca społeczna non-profit związana z aktywnością badawczą

Wspierając Stowarzyszenie Środowisko dla Środowiska brałem dwukrotnie udział (2012 i 2013) w **Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik**. Tematyka obu pikników była związana z wykorzystywaniem odnawialnych źródeł energii. W ramach stoiska prezentowałem doświadczenia i badania związane z energią słoneczną, służącą do zasilania pojazdów, infrastruktury lub budynków.

Dodatkowo wraz z żoną wspieramy **Stowarzyszenie „W stronę słońca”**. Od 2012 prowadzi ono świetlicę środowiskową, pomaga potrzebującym dzieciom i młodzieży z gminy Karczew. W ostatnim czasie przekazaliśmy środki na zakup sprzętu komputerowego wykorzystywanego do celów edukacyjnych.

dr inż. Szymon Firląg

