

Prof. dr hab. inż. Robert Sekret
Politechnika Częstochowska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
42 – 201 Częstochowa, ul. J.H. Dąbrowskiego 69
E-mail: robert.sekret@pcz.pl

Częstochowa, dn. 30.11.2020 r.

Szanowny Pan
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Nadolny
Dziekan
Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechniki Poznańskiej
ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartosza Radomskiego

1. Wprowadzenie

Recenzja niniejsza została napisana w odpowiedzi na pismo Nr WISIE.63.74.2020 z dnia 15 października 2020 roku.

2. Zakres rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Bartosza Radomskiego nosi tytuł „Metoda projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym”. Rozprawa została podzielona na 7 głównych rozdziałów oraz zawiera: spis treści, streszczenie i abstract, spis rysunków i tabel, wykaz bibliografii oraz załączników. Główna część pracy zawiera 246 stron, licząc bez bibliografii oraz załączników. Oparto ją o 143 pozycje bibliograficzne i uzupełniono 17 załącznikami.

W rozdziale pierwszym (Wprowadzenie) Doktorant przedstawił problematykę projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym, tezy naukowe i cele badawcze. Drugi rozdział pracy dotyczy aktualnego stanu wiedzy w zakresie: standardów energetycznych budynków i ich roli w kształtowaniu kierunków rozwoju technologii budowlano-instalacyjnych, efektywności energetycznej w budownictwie z uwzględnieniem egzergii, obecnych zasad i wytycznych projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym. Rozdział trzeci to charakterystyka procesu projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym. Ta część pracy zawiera przegląd metod wielokryterialnego wspomagania podjęcia decyzji i wyboru właściwej, czy metod projektowania

budynków o dodatnim bilansie energetycznym. W tej części pracy Doktorant również szczegółowo przedstawił metodę wielokryterialnego wspomaganie podjęcia decyzji przy projektowaniu budynków o dodatnim bilansie energetycznym. Algorytm został podzielony na 5 etapów. Kolejna część pracy, rozdział czwarty, dotyczy charakterystyki kryteriów oceny procesu projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim potencjale energetycznym. Łącznie Doktorant zdefiniował 62 kryteria oceny i sposoby ich normalizacji. Kryteria oceny zostały podzielone na 6 grup, tj. parametry: techniczne, energetyczne, egzegetyczne, ekonomiczne, społeczne oraz środowiskowe. W piątym rozdziale rozprawy Doktorant wyznaczył preferencje zależne i niezależne od decydenta, metody badania zespołów ekspertów i badań społecznych, wraz z opisem budowy kwestionariuszy do ocena intensywności wpływu pomiędzy poszczególnymi kryteriami oraz analizą statystyczną pozyskanych danych i uzyskanych wyników ankietyzacji. Rozdział szósty ocenianej rozprawy doktorskiej stanowi weryfikację metodyki projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym. Studium przypadku dotyczyło budynków mieszkalnych, tj. budynku jednorodzinnego oraz budynku wielorodzinnego z wykorzystaniem wszystkich wybranych kryteriów decyzyjnych (wariant I) oraz kryteriów decyzyjnych z charakterem przyczynowym (wariant II). Studium przypadków zawiera: budowę bazy danych wejściowych, identyfikację dopuszczalnych i akceptowalnych rozwiązań budynku, wybór zbioru kryteriów decyzyjnych i identyfikację relacji między nimi, określenie profilu preferencji decydenta, obliczenia wartości kryteriów decyzyjnych oraz dyskusję uzyskanych wyników obliczeń. Ostatni rozdział ocenianej rozprawy doktorskiej, rozdział siódmy stanowi podsumowanie. Doktorant odniósł się w nim do przyjętych celów badawczych, postawionych tez naukowych, przedstawił wnioski końcowe oraz kierunki dalszych badań.

3. Ocena pracy

W okresie ostatnich trzydziestu lat głównym kierunkiem rozwoju technologicznego m.in. w budownictwie mieszkalnym było ograniczanie zapotrzebowania na energię i zużycia nośników nieodnawialnej energii pierwotnej. Proces ten pozwolił na rozwój i wdrażanie coraz bardziej energooszczędnych, innowacyjnych technologii budowlano-instalacyjnych. Efektem przyjętego kierunku rozwoju są obecne „budynki niskoenergetyczne”, czy „budynki pasywne”. Zgodnie z przyjętymi w ostatnich latach kierunkami dalszego wzrostu efektywności energetycznej, jak również wdrażaniem systemów rozproszonych, hybrydowych w procesach zaopatrzenia budynków w energię dalszy rozwój systemów budowlano-instalacyjnych prowadzi będzie do wdrożenia standardu budynku „zero-energetycznego” i technologii budynku o „dodatnim potencjale energetycznym”. Przy mnogości dostępnych na rynku technologii budowlanych i instalacyjnych oraz różnorodności możliwych wariantów ich wzajemnego łączenia, i często możliwości

wyboru kilku wariantów źródeł nośników energii pierwotnej, uzyskanie rozwiązania kompromisowego, charakteryzującego się spełnieniem standardów energetycznych obecnych, a tym bardziej przyszłościowych z jednej strony oraz akceptowalnego pod względem ekonomicznym i spełniającego oczekiwania decydenta z drugiej strony, jest zadaniem bardzo trudnym. Dlatego też, biorąc pod uwagę powyższą sytuację podjęcie się przez Doktoranta w rozprawie zadania opracowania metody wspomaganie projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym świadczy o znajomości współczesnych zagadnień inżynierii środowiska i energetyki, trafności wyboru tematyki naukowo-badawczej. Należy podkreślić, że Doktorant podjął się bardzo interesującego z punktu widzenia naukowego i istotnego z punktu widzenia aplikacyjnego problemu naukowego a konieczność opracowania metodyki projektowania budynków mieszkalnych z otwartym zbiorem kryteriów decyzyjnych i uwzględnieniem modelowania preferencji decydenta została jednoznacznie uzasadniona w rozdziale pierwszym ocenianej rozprawy. W mojej opinii tezy rozprawy są poprawne, cele naukowe wraz z zakresem zadań badawczych precyzyjnie wyartykułowane.

Przeprowadzony przegląd stanu wiedzy w zakresie budownictwa o dodatnim bilansie energetycznym jest czytelny, stopień szczegółowości trafny i w pełni wystarczający z punktu widzenia podjętego do rozwiązania problemu naukowego. Na podkreślenie zasługuje wskazanie zasad i wytycznych, którymi należy się kierować przy projektowaniu budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym ze wskazaniem wysokiej istotności analizy egzegetycznej. Należy podkreślić również, że przedstawiony w pierwszej części rozdziału trzeciego opis obecnej sytuacji decyzyjnej, jej archaiczności, braku często wielokryterialnego podejścia przy opracowaniu koncepcji i projektu obecnych budynków, lub inaczej mówiąc brak odniesienia do współczesnych i przyszłych oczekiwań związanych z wznoszeniem budynków mieszkalnych, rozumianych nie tylko jako część konstrukcyjno-budowlana ale jako kompleks/system budowlano-energetyczny zintegrowany z otaczającym środowiskiem zewnętrznym i zapewniający wymaganą jakość środowiska wewnętrznego przy akceptowalnych ze strony decydenta kosztach ekonomicznych, jest kluczową przesłanką do podjęcia się proponowanej problematyki naukowej. Doktorant na podstawie badań literaturowych wskazał, że w okresie ostatnich 5 latach zainteresowanie takim podejściem do optymalizacji architektury budynku jest coraz większe. Uważam, że przegląd metod wielokryterialnego wspomaganie podjęcia decyzji w projektowaniu tego typu obiektów wykonany przez Doktoranta jest trafny, co do specyfiki problemu, jak również aktualny z punktu widzenia publikacji wyników badań o obiegu międzynarodowym. Doktorant jednoznacznie wykazał, że do projektowania budynków energooszczędnych a tym bardziej obiektów mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym koniecznym staje się podejście interdyscyplinarne łączące wytyczne inwestora, wizję architekta, kompetencje inżynierów oraz pracę analityka.

Podsumowując pierwszą część rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że Doktorant nabył umiejętności przeprowadzenia krytycznego przeglądu literatury oraz poprawnego formułowania tez naukowych, celów i zakresu badań.

Nie wnoszę uwag do opracowanego algorytmu metodyki projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym. Jego struktura w pełni odpowiada potrzebom realizacji celów badawczych. Zaproponowana etapowość działań i przejrzystość każdego z etapów pozwala na jego czytelność merytoryczną i użyteczność. Przyjęcie 62 kryteriów przyporządkowanych do 6 grup kryteriów głównych jest w pełni uzasadnione i wystarczające. Należy przyjąć, że zakres kryteriów jest kompletny biorąc pod uwagę ich istotność dla podjętego problemu naukowego. Zbiór kryteriów spełnia oczekiwania realizacji krytycznej oceny. Podkreśliłbym tutaj ujęcie w ocenie aspektu całego cyklu istnienia obiektu oraz istotnego kryterium czynników społecznych. Charakterystyka przyjętych kryteriów przedstawiona w rozdziale czwartym do etapu 3 metodyki jest kompletna. Przeprowadzone badania w celu określenia relacji i modelowania preferencji decydenta zostały zaplanowane i wykonane z dużą starannością. Przyjęte metody badania zespołu ekspertów w celu określenia relacji pomiędzy poszczególnymi kryteriami oceny oraz opracowane w tym celu kwestionariusze dostarczyły użytecznych wyników pomiarów. Przyjęta przez Doktoranta metoda badań społecznych celem określenia wag kryteriów decyzyjnych preferencji decydenta jest wystarczająca. Zaproponowany autorski kwestionariusz jest kompletny a przyjęta forma jego dystrybucji zadowalająca. Wykorzystanie analizy statystycznej do wskazania spójności i istotności uzyskanych wyników badań ankietowych potwierdza zadowalający poziom uzyskanych wyników i ich akceptowalność do wykorzystania w proponowanej metodzie oceny. Specyfika grup docelowych (ekspertów i decydentów) jest prawidłowa. Należy uznać, że przyjęte metody badawcze są adekwatne do podjętego do rozwiązania problemu naukowego. Opracowanie ich jest rzetelne. Nie wnoszę zastrzeżeń także do zaproponowanej metody i wyników weryfikacji opracowanego algorytmu. Wybrane rodzaje budynków mieszkalnych oraz ich technologie budowlano-instalacyjne są wystarczające z punktu widzenia celów pracy a założone dwa warianty analizy, tj. z uwzględnieniem wszystkich kryteriów decyzyjnych i wyłącznie tych, które wykazały charakter przyczynowy pozwalają na szersze spojrzenie na rozwiązywany problem. Przykładowo jako narzędzia do kształtowania polityki zrównoważonego rozwoju. Podsumowanie pracy wynika z materiału przedstawionego w rozprawie a wnioski końcowe świadczą o poprawności tez naukowych i realizacji założonych celów i zakresu badawczego pracy. Opracowanie rozprawy doktorskiej jest rzetelne a zakres przeprowadzonych analiz i dołączone do pracy załączniki wskazują na duży wkład pracy Doktoranta oraz świadczą o zdobyciu bogatego interdyscyplinarnego doświadczenia w podjętym do rozwiązania problemie. Rysunki i tabele są czytelne. Ich liczba w pełni odpowiada potrzebom graficznej i tabelarycznej prezentacji omawianych aspektów podjętej

problematyki. Zastosowana terminologia nie budzi zastrzeżeń. Jest zgodna z przyjętymi zasadami w zakresie podjętej problematyki. Oznaczenia i symbole są czytelne i jasno odnoszą się do treści pracy. Należy stwierdzić, że Doktorant nabył umiejętności: wyboru metody i obiektu badań, realizacji badań, analizy uzyskanych wyników, ich prezentacji oraz formułowania wniosków.

Za istotne osiągnięcia rozprawy uważam:

- 1) Opracowanie nowatorskiej, charakteryzującej się uniwersalnością, metodyki projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym.
- 2) Wykazanie kluczowej roli interdyscyplinarnego podejścia do wyznaczania wag kryteriów oceny poprzez wykorzystanie wyników badań statystycznych grup ekspertów i decydentów.
- 3) Wyznaczenie kryteriów oceny posiadających silny charakter przyczynowy, tj. priorytetowych dla oceny w obecnym stanie wiedzy grupy docelowej.
- 4) Weryfikację opracowanej metodyki.
- 5) Możliwości wykorzystania opracowanej metodyki do oceny stopnia świadomości konieczności zrównoważonego rozwoju w grupie decydentów, tj. możliwości wykorzystania opracowanych algorytmów do kształtowania polityki zrównoważonego rozwoju.
- 6) Opracowanie rekomendacji dla technologii budownictwa o dodatnim bilansie energetycznym.

4. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Bartosza Radomskiego pt. „Metoda projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym” stanowi oryginalne rozwiązanie bardzo ważnego problemu naukowego jakim jest poprawa efektywności energetycznej, ekonomicznej oraz minimalizacja szkodliwego oddziaływania na środowisko systemów budowlano-instalacyjnych. Głównym jej elementem jest nowatorskie podejście do projektowania budynków o dodatnim bilansie energetycznym oparte o autorski algorytm. Jej poziom merytoryczny spełnia obowiązujące wymagania ustawowe w zakresie realizacji przewodów doktorskich.

Wobec powyższego wnioskuje o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę istotne osiągnięcia ocenianej rozprawy doktorskiej przedstawione w mojej recenzji, jej uniwersalność i interdyscyplinarność uważam, że praca doktorska pt. „Metoda projektowania budynków mieszkalnych o dodatnim bilansie energetycznym” autorstwa mgr inż. Bartosza Radomskiego zasługuje na wyróżnienie.

