

Prof. dr hab. inż. Robert Sekret

Profesor zwyczajny w Politechnice Częstochowskiej

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Wydział Infrastruktury i Środowiska

Instytut Inżynierii Środowiska

Zakład Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji

42 – 201 Częstochowa, ul. J.H. Dąbrowskiego 69

E-mail: rsekret@is.pcz.czest.pl

Częstochowa, dn. 24.06.2019 r.

Szanowna Pani

Dr hab. inż. Joanna Kalka

Prodziekan ds. Nauki i Organizacji

Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki

Politechniki Śląskiej

ul. Konarskiego 18

44-100 Gliwice

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Dawida Tąty

1. Wprowadzenie

Recenzja niniejsza została napisana w odpowiedzi na pismo Nr RIE-BD/4/442/2018/2019 z dnia 24 maja 2019 roku.

2. Zakres rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Dawida Tąty nosi tytuł „Doskonalenie ogrzewania i wentylacji pasywnych budynków mieszkalnych”. Zawiera łącznie 121 stron. Oparto ją o 100 pozycji bibliograficznych. Rozprawa została podzielona na 10 głównych rozdziałów oraz zawiera: streszczenie w języku polskim i angielskim, spis skrótów i oznaczeń oraz wykaz bibliografii.

W rozdziale pierwszym Doktorant przedstawił przyczynki rozwoju budynków mieszkalnych w standardzie pasywnym i podstawowe wymagania jakie powinny być spełnione w tego typu rozwiązaniach. W podsumowaniu wprowadzenia Autor uzasadnił podjęcie się problemu naukowego ujętego w tytule rozprawy doktorskiej. Kolejna część pracy, rozdział 2, dotyczy przeglądu literatury w zakresie problematyki budynków pasywnych. Obejmuje on m.in.: definicje budynku pasywnego, charakterystyczne cechy budynku pasywnego, wymagania dotyczące konstrukcji i usytuowania budynku, wymagania projektowe w zakresie przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz ogrzewania i wentylacji, problematykę akumulacji ciepła

i przegród przezroczystych, rozwoju technologii budownictwa pasywnego w kraju a także aktualne przepisy prawne w tym zakresie. Na zakończenie rozdziału drugiego Doktorant przedstawił najistotniejsze badania zrealizowane w podjętej problematyce oraz wskazał obszar koniecznych dalszych prac naukowych. W rozdziale trzecim Autor przedstawił cel i zakres rozprawy. Jako cel pracy Doktorant przyjął opracowanie zasad kształtowania wybranych elementów konstrukcyjnych oraz systemu grzewczego i wentylacyjnego typowego pasywnego budynku jednorodzinne zlokalizowanego w kraju. Jako istotne elementy konstrukcyjne przyjęto przegrody szklone na fasadzie południowej z uwzględnieniem sposobu zacieniania okien. Na cel pracy składają się trzy cele szczegółowe. W rozdziale czwartym Doktorant przedstawił rozwiązania konstrukcyjne elementów obudowy zewnętrznej budynku pasywnego przyjęte do analiz energetycznych. Na podstawie przeprowadzonych rozważań Autor wskazał do dalszych analiz rozwiązanie spełniające wymagania dla budynków pasywnych a odnoszące się do warunków krajowych i charakteryzuje się wyważoną ceną. W rozdziale piątym Doktorant przedstawił podstawowe założenia dotyczące wybranego budynku do realizacji celu pracy. Obejmowały one opis wybranego budynku, konstrukcje przegród oraz dane klimatyczne. W rozdział szóstym rozprawy doktorskiej Autor zaprezentował zakres działań doskonalących ogrzewanie i wentylację jednorodzinnych budynków pasywnych, biorąc pod uwagę poszukiwania najkorzystniejszego rozwiązania pasywnego wykorzystywania promieniowania słonecznego do ogrzewania pomieszczeń oraz usprawnienia aktywnego systemu grzewczego, wentylacyjnego z uwzględnieniem potrzeb instalacji ciepłej wody użytkowej. W rozdziale siódmym Doktorant przedstawił: metodykę badań, walidację modelu obliczeniowego, przyjęte założenia do analiz oraz scharakteryzował wewnętrzne zyski ciepła. Rozdział ten zawiera również wyniki analiz zmierzających do wskazania najkorzystniejszej wielkości okien, przy zastosowaniu stałych zacień, z uwzględnieniem wpływu wielkości okien na zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i chłodzenia, energię elektryczną i biorąc pod uwagę koszty całkowite i koszt ekologiczny analizowanych przypadków. W rozdziale ósmym Doktorant zawarł wpływ otoczenia roślinnego na zyski ciepła od energii promieniowania słonecznego. W analizach wielkością określaną była wysokość drzewa przy różnych odległościach szczytu korony drzewa od ściany. W rozdziale dziewiątym rozprawy Doktorant przedstawił doskonalenie układu grzewczo-wentylacyjnego jednorodzinne budynku pasywnego. W ramach prac zaproponował i opracował kilka możliwych wariantów instalacji. Propozycje te połączono w grupy, które utworzono na podstawie analiz zalet i wad układów stosowanych w praktyce. W ramach tego zadania Doktorant wykonał obliczenia z wykorzystaniem programu EnergyPlus oraz przeprowadził analizę finansową. Uzyskane wyniki przedstawiono jako zużycie energii napędowej pompy ciepła pracującej na potrzeby ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz zużycie energii napędowej pompy ciepła pracującej na potrzeby ogrzewania i chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej dla wybranych wariantów instalacji. W ostatnim rozdziale ocenianej rozprawy doktorskiej Doktorant zawarł wnioski końcowe.

3. Ocena pracy

W okresie ostatnich trzydziestu lat systemy budowlano-instalacyjne ewoluowały w kierunku ograniczenia zapotrzebowania na energię i zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej. Proces ten pozwolił na rozwój i wdrażanie energooszczędnych, innowacyjnych technologii budowlanych i instalacyjnych, czego efektem są tzw. budynki niskoenergetyczne, czy budynki pasywne. Należy przyjąć, że dalszy rozwój systemów budowlano-instalacyjnych prowadzić będzie do wdrożenia standardu tzw. budynków „zero-energetycznych” czy w dalszej przyszłości tzw. budynków o „dodatnim potencjale energetycznym”. Jak wskazują prace naukowe punktem wyjścia do implementacji tych rozwiązań będą technologie budynków pasywnych. Przy mnogości dostępnych na rynku technologii budowlanych i instalacyjnych dedykowanych do budowy budynków pasywnych oraz różnorodności możliwych wariantów ich wzajemnego łączenia uzyskanie rozwiązania charakteryzującego się jak najniższym zapotrzebowaniem na energię z jednej strony oraz akceptowalnego pod względem ekologicznym i spełniającego oczekiwania użytkownika z drugiej strony jest zadaniem bardzo trudnym. W warunkach krajowego klimatu zauważalny jest również brak analiz całościowych budynku pasywnego z uwzględnieniem jego konstrukcji i instalacji ogrzewania, wentylacji (chłodzenia, klimatyzacji) oraz ciepłej wody użytkowej. Dlatego też, biorąc pod uwagę powyższą sytuację podjęcie się przez Doktoranta w rozprawie zadania doskonalenia ogrzewania i wentylacji pasywnych budynków mieszkalnych świadczy o znajomości współczesnych zagadnień inżynierii środowiska oraz trafności wyboru tematyki naukowo-badawczej.

Oceniając pierwszą część pracy, tj. wstęp oraz przegląd literatury uważam, że przedstawiona charakterystyka budynków pasywnych z uwzględnieniem roli i wagi systemów technicznego wyposażenia budynków jest czytelna a stopień szczegółowości wystarczający z punktu widzenia podjętego celu pracy. Przeprowadzony przegląd stanu wiedzy pozwolił Doktorantowi trafnie sformułować obszar badawczy. Należy podkreślić, że Doktorant podjął się rozwiązania istotnego z punktu widzenia naukowego i interesującego z punktu widzenia aplikacyjnego problemu naukowego. Podsumowując ocenę tej części rozprawy uważam, że Doktorant nabył umiejętności przeprowadzenia krytycznego przeglądu literatury oraz poprawnego formułowania celu i zakresu badań.

Oceniając drugą część pracy, tj. dotyczącą organizacji badań, ich realizacji i formułowania wniosków uważam, że:

- wybór budynku do analizy, przyjęte założenia dotyczące konstrukcji przegród oraz dane klimatyczne są wystarczające do realizacji celu pracy a zastosowane narzędzia w postaci oprogramowania InterSoft ArCADia START oraz InterSoft ArCADia TERMO nie budzą zastrzeżeń,
- wybór kryterium najkorzystniejszego stopnia przeszklenia przegród fasady południowej wraz z systemem zacienień w warunkach krajowych jest trafny a przyjęty program ESP-r do przeprowadzenia symulacji

- komputerowych w tym zakresie nie budzi zastrzeżeń,
- przyjęta metodyka, walidacja modelu obliczeniowego, uzyskane wyniki i ich analiza pozwalają na określenie wpływu wielkości okien na zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i chłodzenia oraz zapotrzebowanie na energię elektryczną,
 - przedstawione koszty całkowite, tj. inwestycyjne i eksploatacyjne oraz tzw. koszt ekologiczny nie budzą zastrzeżeń,
 - określenie wymaganej wysokości drzew otaczających budynek celem uzyskania skutecznego zacienienia w miesiącach letnich (przy założeniu pewnego odsunięcia obsadzenia od elewacji budynku oraz wpływu osłonięcia na zyski ciepła w miesiącach zimowych rozpatrywane łącznie jest trafne,
 - usprawnienia aktywnego systemu grzewczego, wentylacyjnego z uwzględnieniem potrzeb instalacji ciepłej wody użytkowej wskazują jednoznacznie na wady i zalety zaproponowanych wariantów instalacji, wybór wariantów do analizy jest w pełni uzasadniony,
 - przyjęcie gruntowego powietrznego wymiennika ciepła oraz wykorzystania ciepła odpadowego z powietrza usuwanego należy uznać za prawidłowe i konieczne,
 - przyjęcie jako nadrzędnego kryterium ekonomicznego i ekologicznego, uzyskanie wymaganej temperatury i czystości powietrza wewnętrznego oraz temperatury c.w.u. są również prawidłowe,
 - wykorzystanie programu EnergyPlus do obliczeń przyjętych wariantów wybranych systemów technicznych jest w pełni uzasadnione.

Uzyskane wyniki są czytelne a ich analiza wykonana została starannie. Wnioski końcowe mają raczej postać podsumowania pracy. Niemniej jednak są one trafne, ich treść wynika z materiału przedstawionego w rozprawie, odnoszą się one do przyjętego celu i zakresu pracy.

Uwagi dyskusyjne:

1. W rozprawie brakuje szerszego komentarza wyboru zaproponowanego referencyjnego budynku pasywnego z myślą o warunkach krajowych.
2. Czy można rozważyć budynek przyjęty do walidacji algorytmów przepływu ciepła i masy jako punkt wyjścia dla referencyjnego budynku pasywnego w warunkach krajowych?
3. Dlaczego w obliczeniach kosztu ekologicznego uwzględniono jedynie ditlenek węgla?
4. Czy dla analizowanego 100 letniego okresu użytkowania budynku zakładając 4-krotną wymianę wszystkich urządzeń w zaproponowanych do analizy wariantach systemów technicznych uwzględniono rozwój technologiczny urządzeń wraz z czasem trwania okresu użytkowania (rozdział 9)?

5. Jakie byłoby całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną dla najkorzystniejszej konfiguracji zaproponowanych rozwiązań budowlano-instalacyjnych przyjętego referencyjnego budynku pasywnego?

Uwagi szczegółowe:

- Na stronie 17 pracy zamiast "instalacja solarna" powinno być "instalacja słoneczna".
- W rozdziale 4 pracy zawarto tylko jeden podrozdział 4.1.
- Rozdziały 4, 5 i 6 nie są zbyt rozbudowane i mogą raczej stanowić podrozdziały w pracy. Praktycznie wszystkie te rozdziały dotyczą przyjętych założeń na potrzeby realizacji celu rozprawy. Trafne byłoby ich połączenie w jeden rozdział.
- Rozdział ósmy trudno uznać jako jedną z głównych części rozprawy. Mógłby on stanowić część składową np. obecnego rozdziału siódmego.

Niezależnie od przedstawionych powyżej uwag dyskusyjnych i drobnych uwag szczegółowych opracowanie rozprawy doktorskiej jest rzetelne a zakres przeprowadzonych analiz wskazują na duży wkład pracy Doktoranta. Rysunki i tabele są czytelne. Ich liczba w pełni odpowiada potrzebom graficznej i tabelarycznej prezentacji omawianych aspektów podjętej problematyki. Zastosowana terminologia nie budzi zastrzeżeń. Oznaczenia i symbole przyjęto poprawnie. W związku z tym uważam, 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) Wskazanie korzystnych rozwiązań konstrukcyjnych przegród zewnętrznych dla budynku pasywnego w warunkach krajowych.
- 2) Przeprowadzenie kompleksowej analizy zysków i strat ciepła w ujęciu energetycznym i ekonomicznym doboru pola powierzchni przeszklonej na fasadzie południowej i jego zacienienia dla wybranego budynku pasywnego w warunkach krajowych.
- 3) Wskazanie korzystnych rozwiązań instalacji technicznych pracujących na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej pod względem energetycznym i ekonomicznym, obliczanym w całym cyklu istnienia, budynku pasywnego dla warunków krajowych.
- 4) Przyjęcie interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązania postawionego problemu naukowego, tj. uwzględnienie w analizie instalacji HVAC aspektów części budowlanej jako integralnej całości systemu budowlano-instalacyjnego.
- 5) Wykorzystanie w pracy łącznie zarówno narzędzi do obliczeń komputerowych, jak również pomiarów na obiekcie rzeczywistym w celu walidacji modelu obliczeniowego.

- 6) Opracowanie zasad kształtowania typowego budynku pasywnego jednorodzinny zlokalizowanego w Polsce biorąc pod uwagę aspekty: zapotrzebowania na energię, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, jak również określenie wpływu przyjętego rozwiązania budynku pasywnego na środowisko.

4. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Dawida Tąty pt. „Doskonalenie ogrzewania i wentylacji pasywnych budynków mieszkalnych” stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego jakim jest poprawa efektywności energetycznej i ekonomicznej oraz minimalizacja szkodliwego oddziaływania na środowisko systemów budowlano-instalacyjnych. Jej poziom merytoryczny spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. **Wobec powyższego wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.**

