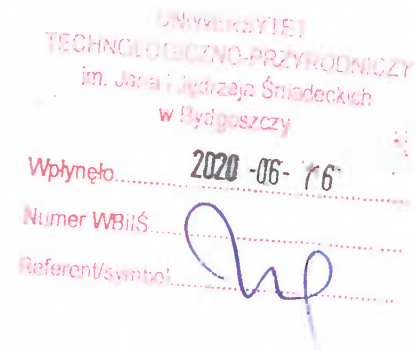


Zielona Góra, dnia 10.06.2020 r.

dr hab. inż. Abdrahman Alsabry, prof. uczelni
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Zakład Budownictwo Ogólnego i Fizyki Budowli
ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra



RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Romana Antczak-Jarząbska
pt.: „Możliwości stabilizacji warunków przepływu powietrza wentylacyjnego w
systemach wentylacji grawitacyjnej”

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano w związku z pismem Przewodniczącej Rady naukowej dyscypliny „inżynieria lądowa i transport” Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, dr hab. inż. Magdaleny Dobiszewskiej, profesor Uczelni, z dnia 12.05.2020, nr WBAiIŚ.530.241.2020

2. Przedmiot recenzji i zakres opracowania

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Romana Antczak-Jarząbska pt.: „*Możliwości stabilizacji warunków przepływu powietrza wentylacyjnego w systemach wentylacji grawitacyjnej*”. Pracę przygotowano na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy na Wydziale Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska pod kierunkiem Pana dr hab. inż. Macieja Niedostatkiwicza, prof. uczelni będącego promotorem pracy i Pana dr inż. Krzysztofa Pawłowskiego, prof. uczelni pełniącego funkcję Promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim.

3. Układ i treść rozprawy

Rozprawa doktorska ma formę książki wydanej i w tym zakresie spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. Zasadnicza część pracy obejmuje 170 stron łącznie z rysunkami, tabelami, streszczeniami w języku polskim i angielskim, spisem literatury.

Rozprawa została podzielona na 8 rozdziałów.

W rozdziale 1 zatytułowanym „*Wprowadzenie*” przedstawia stan wiedzy dotyczący poruszanej problematyki, a przede wszystkim przedstawia argumenty, które wpłynęły na wybór

omawianego tematu. Sformułowano cele pracy oraz przedstawiono główną tezę rozprawy. Zaprezentowano również zakres pracy. Zdefiniowano główne zagadnienie jakim jest wentylacja naturalna, w tym grawitacyjna, oraz wydajność wentylacji grawitacyjnej. Ze względu na charakter pracy Pani mgr inż. w rozdziałach nr 2, 3 i 4 omawiała literaturę, natomiast w rozdziałach 5, 6, 7, 8 skoncentrowała się na szczegółach pracy.

W Rozdziale 2 pt. „*Modele do szacowania przepływu powietrza w budynku - przegląd literatury*” przedstawiono kilka istotnych zagadnień dotyczących modeli służących do predykcji naturalnej wymiany powietrza w budynkach bazując na dostępnej literaturze. Natomiast zastosowanie omówionych modeli znajduje się w Rozdziale 6 pt. „*Badania numeryczne przepływu powietrza wentylacyjnego*”.

Rozdział 3 pt. „*Wykorzystanie energii słonecznej i wiatrowej – przegląd literatury*” dotyczy wykorzystania energii słonecznej i wiatrowej w Polsce, szczególnie w budownictwie. Przegląd literatury z zakresu energii słonecznej i wiatrowej został wykorzystany w Rozdziale 5 pt. „*Badania doświadczalne przepływu powietrza wentylacyjnego*”, Rozdziale 7 pt. „*Praktyczne efekty zastosowanych rozwiązań poprawiających ciąg kominowy*”.

Rozdział 4 pt. „*Sposoby intensyfikowania naturalnej wentylacji w budynkach – przegląd literatury*”, to przedstawienie technicznych możliwości intensyfikowania naturalnej wentylacji w budynkach. Rozdział ten jest wprowadzeniem do zakresu badań doświadczalnych, które zostały w pracy wykonane i opisane w Rozdziale 5 pt. „*Badania doświadczalne przepływu powietrza wentylacyjnego*”. Rozdział 4 jest także wprowadzeniem do treści Rozdziału 7 pt. „*Praktyczne efekty zastosowanych rozwiązań poprawiających ciąg kominowy*”.

Rozdział 5 pt. „*Badania doświadczalne przepływu powietrza wentylacyjnego*” poświęcony jest zagadnieniom dotyczącym pracy doświadczalnej przeprowadzonej w budynku testowym z wentylacją grawitacyjną. Szczegółowo opisano specjalnie zaprojektowane i zbudowane unikalne stanowisko pomiarowe, na którym wykonana została eksperymentalna część pracy. W tej części przedstawiono budynek testowy, układ systemu wentylacyjnego przyjętego do analizy oraz system pomiarowy wykorzystany do wyznaczania parametrów klimatu zewnętrznego, wewnętrznego oraz wydajności wentylacji grawitacyjnej. W części tej skoncentrowano się również na wyznaczeniu wydajności wentylacji dla różnych przypadków komina za pomocą pomierzonych doświadczalnie wartości.

W Rozdziale 6 pt.: „*Badania numeryczne przepływu powietrza wentylacyjnego*” przedstawiono obliczenia wykonane metodą objętości skończonych bezpośrednio rozwiązując pełny, trójwymiarowy, niestacjonarny układ równań Naviera-Stokesa oraz stosując pół-empiryczny model turbulencji, wykorzystujący dekompozycję Reynoldsa, wprowadzającą podział prędkości i ciśnienia na wartości średnie i ich fluktuacje. Symulacje DNS dostarczyły dokładnych informacji o chwilowych rozkładach temperatur oraz o chwilowych polach prędkości dla całego układu wentylacyjnego (pomieszczenie i kanał). Obliczenia wykorzystujące model RANS pozwoliły wyznaczyć wartość prędkości średniej. Opisane wcześniej obliczenia wykonano dla komina tradycyjnego i komina słonecznego, przyjmując

jako dane wejściowe uzyskane w badaniach doświadczalnych. W celu poprawnej interpretacji wyników przeprowadzono walidację dwóch modeli numerycznych. Ostatnia część Rozdziału 6 koncentruje się na przeprowadzonej parametryzacji modeli numerycznych z końcowym wyznaczeniem wydajności wentylacji grawitacyjnej.

Rozdział 7 pt.: „Praktyczne Efekty zastosowanych rozwiązań poprawiających ciąg kominowy” to część, w której skoncentrowano się na ekonomicznym i technicznym uzasadnieniu wybranych rozwiązań służących do intensyfikowania wentylacji grawitacyjnej.

Rozdział 8 zawiera wnioski końcowe.

Zamieszczony wykaz literatury zawiera 133 pozycji, w tym 101 pozycji anglojęzycznych. 6 pozycji to prace Autorki rozprawy. Ostatnia część rozprawy zawiera spis literatury.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

4.1. Ocena doboru tematu rozprawy

Przedstawiona rozprawa doktorska dotyczy aktualnych zagadnień przepływu powietrza w kanale wentylacyjnym. Sformułowano tezę rozprawy: *„Istnieją techniczne możliwości zwiększenia wydajności przepływu powietrza wentylacyjnego w kanałach trzonów kominowych”* **mieści się w przedmiocie badań w ramach dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport.**

Wybór przez doktorantkę problematyki stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej jako tematu rozważań naukowych zasługuje na uznanie. W pracy poddano szczegółowej analizie mechanizmy działania wentylacji grawitacyjnej, która wykorzystuje zjawisko zwane efektem kominowym. W pracy rozpatrzone zostały trzy przypadki trzonu kominowego w którym znajdował się poddany analizie przewód wentylacji grawitacyjnej – przypadki te charakteryzowały się odmiennymi parametrami geometrycznymi i materiałowymi, prowadzącymi do różnic w intensywności przepływu powietrza wentylacyjnego. Wspólnym mianownikiem przypadków było pomieszczenie z wlotem i wylotem powietrza do kanału wentylacyjnego.

Doktorantka znalazła zagadnienie, które nie zostało jeszcze zbadane i proponuje swoje oryginalne podejście i narzędzie.

Oceniam podjęty w rozprawie doktorskiej temat jako **zasadny do rozważań naukowych**, a wyniki badań w postaci narzędzia do prognozowania warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej jako **użyteczne w praktyce budowlanej**.

4.2. Ocena celu, tezy rozprawy i metody rozwiązania postawionego problemu

Na podstawie przeglądu literatury, własnych badań i analiz i doświadczenia w praktyce inżynierskiej Doktorantka sformułowała następujący cel i tezę rozprawy:

„Celem pracy jest przyjęcie optymalnej metody stabilizacji warunków przepływu powietrza wentylacyjnego.” Realizacja opisanego celu ma uzasadnić następującą tezę:

„Istnieją techniczne możliwości zwiększenia wydajności przepływu powietrza wentylacyjnego w kanałach trzonów kominowych”.

Teza rozprawy wynika z celu rozprawy i możliwe jest jej potwierdzenie za pomocą osiągniętych rezultatów uzyskanych w wyniku prowadzonych prac naukowo-badawczych.

Realizacja celu i udowodnienie tezy wymagały od Autorki przeprowadzenia studiów literaturowych, wykazania się wiedzą ze znajomości zagadnień teoretycznych dotyczących planowania robót, wiedzy praktycznej, umiejętności posługiwania się metodami badawczymi i zaawansowanymi narzędziami matematycznymi.

Mgr inż. Romana Antczak-Jarząbska sformułowała **problem** – konieczność budowy skutecznego narzędzia do prognozowania warunków przepływu powietrza wentylacyjnego i **samodzielnie go rozwiązała**. Założony **cel rozprawy został osiągnięty**.

Podstawiona **teza została udowodniona** przeprowadzonymi przez Doktorantkę badaniami.

Zastosowana w recenzowanej rozprawie **metodyka badań** obejmowała następujące etapy:

- przegląd aktów prawnych oraz literatury dotyczącej modelowania energetycznego budynków,
- przeprowadzenie badań literaturowych z zakresu metod intensyfikowania naturalnej wentylacji w budynkach,
- wybór odpowiednich technik pomiarowych i przygotowanie stanowiska pomiarowego, przeprowadzenie badań wentylacji grawitacyjnej w rzeczywistym obiekcie, opracowanie wyników eksperymentalnych oraz stworzenie bazy do porównań z obliczeniami numerycznymi,
- analizę wrażliwości wydajności wentylacji przy zmianie układu wentylacyjnego, przeprowadzona doświadczalnie,
- wykonanie symulacji numerycznej procesu wymiany powietrza w programie Ansys CFX, opracowanie wyników oraz stworzenie bazy do porównań z eksperymentem i obliczeniami numerycznymi,
- wykorzystanie zweryfikowanego modelu numerycznego do wykonania obliczeń prędkości przepływu powietrza w zależności od nasilenia prędkości wiatru i natężenia promieniowania słonecznego,
- sformułowanie wniosków ogólnych i szczegółowych,
- oszacowanie pod kątem możliwości technicznych i ekonomicznych zaproponowanych rozwiązań poprawiających wydajność wentylacji grawitacyjnej.

Doktorantka Romana Antczak-Jarząbska przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wykazując się umiejętnością samodzielnej pracy naukowej. Opracowała metodykę badań i ją realizowała, zaprezentowała uzyskane wyniki z krytyczną ich oceną w kolejnych rozdziałach pracy i zbudowała ostatecznie autorskie narzędzie umożliwiające prognozę stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy, do największych osiągnięć naukowych Doktorantki zaliczam:

- wybór odpowiednich technik pomiarowych i przygotowanie stanowiska pomiarowego, przeprowadzenie badań wentylacji grawitacyjnej w rzeczywistym obiekcie, opracowanie wyników eksperymentalnych oraz stworzenie bazy do porównań z obliczeniami numerycznymi,
- analiza wrażliwości wydajności wentylacji przy zmianie układu wentylacyjnego, przeprowadzona doświadczalnie,
- wykonanie symulacji numerycznej procesu wymiany powietrza w programie Ansys CFX, opracowanie wyników oraz stworzenie bazy do porównań z eksperymentem i obliczeniami numerycznymi,

- wykorzystanie zweryfikowanego modelu numerycznego do wykonania obliczeń prędkości przepływu powietrza w zależności od nasilenia prędkości wiatru i natężenia promieniowania słonecznego,

5. Uwagi krytyczne

Przy ogólnej pozytywnej ocenie rozprawy nasuwają się pewne uwagi. Mają one charakter dyskusyjny, nie obniżają walorów naukowych, warsztatowych i poznawczych zawartych w treści pracy, jednakże wymagają stosunkowania się do nich Autorka rozprawy.

5.1. Uwagi dotyczące kwestii merytorycznych

1. W pracy doktorskiej bazowano na stałych wymiarach geometrycznych analizowanego komina. Ograniczenie badań do jednego konkretnego komina można potraktować jako studium kazuistyczne, rozumiane jako studium przypadku.
2. W pracy wykonano dwa modele numeryczne w programie ANSYS. Modele dotyczyły Typu I – komin tradycyjny i Typu II – komin słoneczny. Dlaczego nie rozszerzono pracy o model numeryczny dla Typu III – komin z nasadą obrotową? Posiadając wyniki doświadczalne dla Typu III można byłoby wykonać walidację modelu numerycznego i wykonać dalsze analizy.
3. Rozprawa nie zawiera, w początkowej części, typowego przeglądu literatury, na podstawie którego można wywnioskować celowość podjętej tematyki na tle obecnego stanu wiedzy.
4. W pracy ograniczono się do nasłonecznienia i wpływu tego zjawiska na efektywność wentylacji tylko dla Polski. W pracy podano, że przez 2200 h nie działają w ogóle mechanizmy wywołujące ruch powietrza wentylacyjnego, czyli przez ok 26% z całego roku kalendarzowego. Jakie jest rozwiązanie poprawiające wentylację grawitacyjną w tym okresie?
5. W pracy wykazano, że bardziej efektywnym rozwiązaniem dla klimatu umiarkowanego typowego dla Polski jest nasada kominowa. W związku z tym, czy w ogóle lub w jakim przypadku jest sens stosowania kominów słonecznych.

5.2. Uwagi dotyczące pracy i poprawności językowej. Na przykład:

W rozdziale 1 strona nr 13.

1. Temperatura powietrza zewnętrznego $12^{\circ}\text{C} \leq T_e \leq 20^{\circ}\text{C}$ – założono, jako górne kryterium wartość 20°C , ponieważ powyżej tej temperatury założono, że występują ciepłe dni i można przewietrzać pomieszczenia.

1. Wentylacja ma za zadanie usuwać zanieczyszczenia (zapach, CO_2 , powietrze zbyt gorące i inne czynniki). Jeżeli nie ma użytkowników i okna są zamknięte przy temperaturze $T_e > 20$ st. C., trudno jest zapewnić odpowiednie parametry powietrza wentylującego.

W rozdziale 1 strona nr 13. Elbląg

Do analizy przyjęto dane z typowego Roku Meteorologicznego dla miasta Elbląg, ponieważ **Elbląg** ze względu na swoją lokalizację nie jest narażony na częste podmuch wiatru tak jak miasta leżące nad wybrzeżem.

Brak analiz dla innych lokalizacji, np. (Zielona Góra, Warszawa, Rzeszów).

W rozdziale 1 strona nr 14.

1.1. cel i zakres pracy (pierwszy akapit). *Zdanie nielogiczne. Szyk zdania niepoprawny, co powoduje niejasną treść przekazu.*

1.1. cel i zakres pracy (drugi akapit) Czy jest polska strefa klimatyczna?

Możemy mówić o klimacie umiarkowanym w Polsce. Natomiast zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 możemy mówić o strefach klimatycznych w Polsce, które różnicują temperatury obliczeniowe zewnętrzne.

1.1. cel i zakres pracy (czwarty akapit) jest (przepływ powietrza wentylacyjnego)

Moim zdaniem na być wentylującego.

W rozdziale 1 strona nr 15.

1.2. Wentylacja naturalna w budynkach (pierwszy akapit)

Brak innych czynników wpływających na mikroklimat pomieszczeń i komfort użytkownika: zapach, stężenie CO₂ itp.

W rozdziale 1 strona nr 15.

1.2. Wentylacja naturalna w budynkach (Czwarty akapit) jest klimat zewnętrzny
*Moim zdaniem powinno być warunków pogodowych. **Klimat**– ogół zjawisk pogodowych na danym obszarze w okresie wieloletnim. Ustalany jest na podstawie wieloletnich obserwacji różnorodnych składników, najczęściej pomiarów temperatury, opadów atmosferycznych i wiatru.*

W rozdziale 1 strona nr 15.

1.2. Wentylacja naturalna w budynkach (Szósty akapit) jest klimatu wewnętrznego
Moim zdaniem powinno być jakości powietrza.

W punkcie 1.2. strona 16 (3 akapit) jest otwarte wlotowe

Zgodnie z WT § 155 pkt. 3. W przypadku zastosowania w pomieszczeniach innego rodzaju wentylacji niż wentylacja mechaniczna nawiewna lub nawiewno-wywiewna, dopływ powietrza zewnętrznego, w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych, należy zapewnić przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach, drzwiach balkonowych lub w innych częściach przegród zewnętrznych.

W punkcie 1.2. strona 17 (2 akapit) klimatu zewnętrznego

Moim zdaniem powinno być Pogodowych.

W rozdziale 2 punkt 2.1 (2 akapit) jest przepływ powietrza przez budynek ...

Przepływ powietrza zależy od warunków i parametrów pogodowych a nie klimatycznych.

W rozdziale 2 punkt 2.1 strona 18 (5 akapit) jest zjawisko to nazywane.....

A także na niedoskonałościach połączeń elementów konstrukcyjnych budynku, nieszczelnościach przy przejściach instalacyjnych.

Punkt 2.1.3 strona 22 (3 akapit) jest powietrza wentylacyjnego

Moim zdaniem powinno być powietrze wentylujące.

Punkt 3.1.1. Energia słoneczna w Polsce strona nr 29 (2 akapit) jest od 16 godz./dzień

Moim zdaniem ma maksymalnie 16 h.

W rozdziale 5 strona nr 52

W celu określenia wpływu energii słonecznej na system wentylacji naturalnej, przeprowadzono badania *in situ* dla typowego **budynku mieszkalnego zlokalizowanego w Gdańsku**.

Budynek usytuowany jest w Gdańsku. Natomiast w rozdziale 1 napisane jest, że przyjęto dane meteorologiczne dla Elbląga? Czy nie ma stacji meteorologicznej w Gdańsku. Skoro budynek jest w Gdańsku to dane powinny być z Gdańska.

W rozdziale 5 strona nr 52

W związku z tym z całego budynku wydzielono pomieszczenie, w którym znajdował się wlot powietrza oraz wylot do kanału wentylacyjnego. Takie ograniczenia pozwoliły na uzyskanie wyników zależnych przede wszystkim od klimatu zewnętrznego zmniejszając np. wpływ infiltracji.

Czy takie badania mają sens skoro rzadko zdarza się dom, mieszkanie z jedną izbą?

W rozdziale 5 strona nr 52

W czasie badań doświadczalnych prowadzono także badania klimatu zewnętrznego na podstawie własnej **stacji klimatycznej** w obszarze budynku.

A w pierwszym rozdziale jest mowa o stacji w Elblągu.

W rozdziale 7 punkt 7.2. strona nr 136

Na podstawie wykresu (Rys.84) porównano wpływ nasady kominowej na zużycie energii cieplnej do ogrzewania. Do analizy przyjęto łącznie 24 miesiące, gdzie pierwsze 12 miesięcy przedstawia wynik bez nasady a kolejne 12 miesięcy to pomiar z zamontowaną nasadą kominową. Wyniki pokazały, że roczne zużycie energii cieplnej w pierwszym przypadku (bez nasady) wynosiło 33,74 [GJ], natomiast roczne zużycie energii cieplnej z nasadą kominową spadło do 27,21 [GJ]. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że nasada kominowa dała oszczędność rzędu 6,53 [GJ].

Czy zrobiono porównanie uwzględniając przeliczenie zużycia energii na rok znormalizowany. Czy jest do zużycie na liczniku gazu? Zużyciu węgla? Czy w całym budynku czy tylko dla kuchni – Czy jest to wartość obliczeniowa?


6. Wnioski końcowe

Uważam opiniowaną rozprawę doktorską za cenną. Wskazane wyżej uwagi krytyczne należy traktować jako dyskusyjne i służące ewentualnemu uwzględnieniu w dalszych pracach badawczych i publikacjach Doktorantka.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Romana Antczak-Jarząbska stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego i wnosi wkład dyscypliny **inżyniera lądowa i transportu**. Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej, umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i wykorzystania odpowiednich metod naukowych i techniki badawczych.

W związku z powyższym uważam, że przedłożona przez **Doktorantkę Romana Antczak-Jarząbska** rozprawa doktorska pt. „**Możliwości stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej**” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r.

Składam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.


Abdrahman Alsabry