

prof. ATH dr hab. inż. Janusz Juraszek

Bielsko-Biała, 27.06.2020

Instytut Budownictwa

Akademia Techniczno-

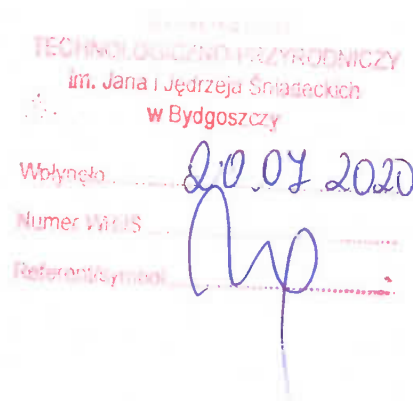
Humanistyczna Bielsko-Biała

ul. Willowa 2

tel.: 33 8279191; 33 8279175;

mobil.: 508146817

e-mail: [jjuraszek@ath.bielsko.pl](mailto:jjuraszek@ath.bielsko.pl)



## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Możliwość stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach  
wentylacji grawitacyjnej

Autor : mgr inż. Romana Antczak – Jarząbska

Podstawa: pismo Pani Przewodniczącej Rady Naukowej dyscypliny inżynieria lądowa i transport dr hab. inż. Magdaleny Dobiszewskiej, prof. Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego z dnia 12 maja 2020 r., nr WBAiIŚ.530.241.2020 będącego konsekwencją uchwały Komisji do przeprowadzenia czynności w postępowaniu w sprawie nadania lub odmowy nadania stopnia doktora Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego z dnia 4 maja 2020 r.

## 1. Wstęp

Przedmiotem niniejszej recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Romany Antczak-Jarząbskiej pt. „Możliwość stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej”, której promotorem jest dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. Uczelni UTP a promotorem pomocniczym dr inż. Krzysztof Pawłowski.

Rozprawa została wydana przez Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy w roku 2020. Składa się z 8 rozdziałów, wykazu oznaczeń, rysunków, streszczenia wykazu literatury zawierającego 133 aktualne pozycje literaturowe.

Struktura pracy jest logiczna uporządkowana i czytelna.

## 2. Charakterystyka rozprawy

W Rozdziale 1 pt. „Wprowadzenie” zamieszczono aktualny przegląd stanu wiedzy dotyczący poruszanej problematyki oraz uzasadnienie wyboru tematu pracy. Za cel rozprawy Doktorantka przyjęła wskazanie optymalnej metody stabilizacji warunków przepływu powietrza wentylacyjnego. Stabilizacja warunków przepływu utożsamiana jest z poprawą skuteczności wentylacji grawitacyjnej poprzez zwiększenie jej wydajności. Natomiast zaproponowane metody poza wartościami przedstawiającymi wydajność sprawdzono jeszcze pod względem uwarunkowań technicznych oraz ekonomicznych. Działania przedstawione w celu rozprawy mają uzasadnić postawioną tezę dysertacji:

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

Doktorantka wskazuje również, że wyniki pracy pozwolą na wyłonienie najlepszej techniki wzmacniającej ciąg w kanałach wentylacyjnych w klimacie typowym dla klimatu polskiego.

W następnym rozdziale pt. „Modele do szacowania przepływu powietrza w budynku - przegląd literatury” przedstawiono zagadnienia dotyczące 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”. Opisano również modele energetyczne do wyznaczania przebiegu i intensywności przepływu powietrza.

Rozdział 3 dotyczy wykorzystania energii słonecznej oraz wiatrowej w budownictwie. Zawiera on przegląd literatury dotyczący wykorzystania energii słonecznej i wiatrowej w Polsce, szczególnie w budownictwie. Został on również wykorzystany w rozdziale 5 i 7.

W rozdziale 4 pt.: „Sposoby intensyfikowania naturalnej wentylacji w budynkach – zamieszczono przegląd literatury dotyczący technicznych możliwości intensyfikowania naturalnej wentylacji w budynkach. Rozdział ten jest w pewnym sensie wprowadzeniem do badań doświadczalnych, które zostały w pracy wykonane i opisane w następnym rozdziale. Obejmuje on własne badania doświadczalne przepływu powietrza wentylacyjnego przeprowadzone 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. Przedstawiono również określenie wydajności wentylacji dla różnych przypadków komina w oparciu o wyniki dokonanych pomiarów. Badania prowadzone były w trzech etapach. Etap I polegał na badaniu przepływu powietrza wentylacyjnego w układzie wentylacyjnym tradycyjnym, czyli pomieszczenie wraz z kanałem wentylacyjnym zbudowanym z cegły ceramicznej pełnej. Etap II polegał na obudowaniu części komina wyprowadzonego ponad połac dachową obudową przezroczystą z plexi. Stworzenie obudowy miało na celu zwiększenie dokładności walidacji modelu numerycznego dzięki wynikom doświadczalnym. Natomiast w Etapie III zastosowano nasadę kominową typu obrotowego, która została zamontowana na kominie tradycyjnym opisanym w Etapie I.

Następnie przedstawiono symulacje numeryczne w rozdziale „Badania numeryczne przepływu powietrza wentylacyjnego” za pomocą kodów metody objętości skończonych bezpośrednio rozwiązując pełny, trójwymiarowy, niestacjonarny układ równań Naviera-Stokesa (tzw. DNS – Direct Numerical Simulation) oraz stosując półempiryczny model turbulencji  $k-\epsilon$ , wykorzystujący dekompozycję Reynoldsa, wprowadzającą podział prędkości i ciśnienia na wartości średnie i ich fluktuacje (tzw. RANS – Reynolds-Averaged Navier Stokes equations). 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 wyniki uzyskane w badaniach doświadczalnych. W celu poprawnej interpretacji wyników obliczeń przeprowadzono walidację dwóch modeli numerycznych. Ostatnia część tego rozdziału dotyczy analizy wpływu grubości ocieplenia komina i szerokości pustki w kominie słonecznym na prędkość powietrza na wylocie z komina oraz krotność wymiany powietrza. Te dwa rozdziały, czyli rozdział dotyczący badań i rozdział 6 dotyczący symulacji numerycznych MES oceniam jako bardzo wartościową część rozprawy. Zawarte w nich wyniki udowadniają postawioną przez Doktorantkę tezę pracy.

W rozdziale 7 pt.: „Praktyczne efekty zastosowanych rozwiązań poprawiających ciąg kominowy” przedstawiono ekonomiczne i techniczne uzasadnienie wybranych rozwiązań służących do intensyfikowania wentylacji grawitacyjnej oraz najbardziej popularne metody poprawy wentylacji grawitacyjnej stosowane powszechnie na terenie województwa pomorskiego.

W następnym rozdziale przedstawiono wnioski końcowe. Rozwiązania techniczne wzmacniające ciąg kominowy polegające na montażu obrotowej nasady kominowej (TYP III) oraz budowę tzw. komina słonecznego (TYP II) porównano z wynikami doświadczalnym przeprowadzonymi na kominie tradycyjnym (TYP I). Przeprowadzone badania wykazały, że dla wartości średnich uzyskanych podczas niekorzystnych warunków klimatu zewnętrznego najlepiej zdaniem Doktorantki sprawdza się nasada kominowa, której wartość ACH nie spada poniżej 0,85 [1/h]. Warunkiem koniecznym w działaniu nasady kominowej jest niewielki nawet wiejący z prędkością nie mniejszą 2 m/s wiatr. Wychodząc z założenia, że w polskiej (zwłaszcza północnej) strefie klimatycznej najczęściej występującymi dniami w roku kalendarzowym są dni wietrzne, można stwierdzić, że nasada będzie bardziej efektywna w skali całego roku niż komin słoneczny.

Praca napisana jest dobrym językiem właściwym dla pracy naukowej choć zdarzyły się błędy stylistyczne i literowe (przykładowe w punkcie 4 recenzji).

### **3. Ocena rozprawy**

Rozprawa dotyczy aktualnego zagadnienia poprawy skuteczności przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej. Problem rozprawy uznać można za oryginalny i ważny.

Zagadnienie to jest interdyscyplinarne i mieści się zarazem w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Reasumując, Doktorantka podjęła problem trudny i złożony, wymagający głębokiej wiedzy nie tylko z fizyki budowli ale również z zakresu planowania eksperymentu badawczego, budowy stanowiska pomiarowego, modelowania numerycznego MES. Rozwiązując umiejętnie postawiony problem badawczy przedstawiła w wyczerpujący, ale i syntetyczny sposób wyniki 3 etapów badawczych oraz 2 typów symulacji numerycznych. Sformułowała wnioski, które co jest istotne, posiadają również aplikacyjny charakter. Uwiarygodniła swoją tezę o tym, że istnieją techniczne możliwości zwiększenia możliwości przepływu powietrza w kanałach trzonów kominowych podtrzymując w tym względzie dotychczasowy paradygmat. Autorka osiągnęła zamierzone cele poznawcze i praktyczne. W rozprawie i w procesie jej tworzenia uwzględnione zostały wszystkie istotne elementy warsztatu badawczego, choć ich interpretacja czy sposób stosowania mogą być jeszcze doskonałe.

#### **4. Uwagi i sugestie recenzenta**

Uwagi i pytania dotyczące modelowania numerycznego MES.

1. Jaki typ elementu skończonego z biblioteki elementów programu ANSYS został zastosowany przez Doktorantkę? Istotną informacją są wielkości węzłowe charakteryzujące wybrany do analizy typ elementu. Proszę określić wielkości węzłowe znane i niewiadome jak również wielkości stałe charakterystyczne dla danego elementu.
2. Kwestia oceny zbieżności rozwiązania numerycznego na podstawie zmiennej liczby elementów (zwiększającej się). Jakże istnieją inne sposoby oceny zbieżności czy błędu rozwiązania numerycznego MES?
3. Jaki był powód, że Doktorantka nie zbudowała modelu MES dla III typu komina z nasadą znając warunki brzegowe eksperymentu numerycznego?
4. Jaka mogła być przyczyna zmiany tendencji zbieżności wyników numerycznych w odniesieniu do eksperymentalnych przedstawiona na rys.69 dla punktu V4?
5. Dlaczego do analizy typowego roku meteorologicznego rozdz.1. str. 13 wybrano Elbląg skoro obiekt badań był zlokalizowany w Gdańsku?

Błędy stylistyczne i edytorskie



1. Autorka pisze w rozdz.1. na str. 13: Aby poznać ilość dni ..ilość godzin, gdzie dalej podaje konkretną wartość 2200h występowania problemów z wentylacją. Powinna użyć formułowania liczby. Strona 111 podobnie ilość węzłów ....
2. Strona 55 brak podpisu i numeru pod rysunkiem, który jako kolejny powinien być 23 i koresponduje on z nr 23 w tekście natomiast na stronie 56 jest rysunek o numerze 23.
3. Strona 117 rys. 68 na wykresie jest miejsce pomiaru natomiast w opisie liczba węzłów.

Zasygnalizowane w recenzji uwagi w niczym nie umniejszają wartości pracy. Świadczą jedynie o tym, że praca pobudza do dyskusji i może inspirować do dalszych badań. Pytania, które zawarte są w uwagach recenzji, mogą być przedmiotem dyskusji podczas jej obrony.

#### 4. Wniosek końcowy

Stwierdzam , że recenzowana przeze mnie praca doktorska Pani mgr inż. Romany Antczak-Jarząbskiej pt.: „Możliwość stabilizacji warunków przepływu powietrza w systemach wentylacji grawitacyjnej” stanowi samodzielne i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazuje na posiadaną przez Autorkę wiedzę teoretyczną i tym samym spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim wynikające z art. 13 punkt 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz.U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 26 września 2016 r (Dz.U.2016.1586). Z pełnym przekonaniem rekomenduję wniosek o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

