

Wrocław 7.01.2025 r.

dr hab. inż. Edyta Dudkiewicz, prof. PWR
Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Wrocławska
ul. C.K. Norwida 4/6
50-373 Wrocław
edyta.dudkiewicz@pwr.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

mgr inż. Luizy Anny Dębskiej

**pt. „Analiza komfortu cieplnego w budynkach
w warunkach stosowania masek ochronnych”**

1. Podstawa prawna sporządzenia recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Luizy Anny Dębskiej, pt. „Analiza komfortu cieplnego w budynkach w warunkach stosowania masek ochronnych” opracowana pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Łukasza Ormana, profesora Politechniki Świętokrzyskiej.

Podstawą formalną wykonania recenzji jest pismo Dyrektora Naukowej Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki w Politechnice Świętokrzyskiej dr hab. inż. Lidii Dąbek, prof. PŚk z dnia 4.11.2024 r. (IAA-511-5/2024), informujące o powołaniu mnie na recenzenta przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki w dniu 30 października 2023 r.

2. Dane o kandydatce

Kandydatka jest absolwentką Uniwersytetu Opolskiego, a studia z tytułem zawodowym magistra, nadanym przez Wydział Przyrodniczo-Techniczny, ukończyła 17 czerwca 2019 r. na kierunku Odnawialne źródła energii. Od 2020 r. jest doktorantką na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej. W czasie studiów doktorskich uczestniczyła w 15 konferencjach zagranicznych, jest autorką i współautorką 35 publikacji w czasopiśmie znajdujących się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Edukacji i Nauki oraz w materiałach konferencyjnych. Dorobek naukowy i aktywność naukowa są zauważalne i docenione przez Marszałka Województwa Świętokrzyskiego. Kandydatka współpracuje ze Szkołą Dokorską Uniwersytetu Jana Kochanowskiego.

Dotychczas Kandydatka nie ubiegała się o nadanie stopnia doktora.



3. Ocena rozprawy doktorskiej

3.1. Temat rozprawy

Wybrany temat rozprawy doktorskiej pt. „Analiza komfortu cieplnego w budynkach w warunkach stosowania masek ochronnych” mieści się w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka i jest ważny obecnie, gdy warunki pandemiczne wymusiły nowe zachowania związane z kwestią dbania o zdrowie, samopoczucie i produktywności ludzi w środowisku wewnętrznym, w którym spędzają wiele godzin i muszą stosować środki ochrony indywidualnej.

3.2. Układ pracy

Recenzowana praca liczy 159 stron i składa się z 6 rozdziałów: 1.Komfort cieplny, 2.Modelowanie komfortu cieplnego, 3.Wnioski z przeglądu literatury, 4.Cele i tezy pracy, 5.Badania eksperymentalne (zawierający podrozdziały), 6.Podsumowanie i wnioski. W pracy zawarto również spis treści, wykaz oznaczeń i skrótów, wprowadzenie, streszczenie w języku polskim i w języku angielskim, spis literatury, wykaz 8 fotografii, 12 tabel, 32 rysunków i 13 załączników z wynikami pomiarów i analiz statystycznych. Kolejność logiczna.

Układ pracy jest przejrzysty, zgodny z zasadami przygotowania dysertacji, chociaż nasuwają się sugestie odnośnie do wyróżnienia rozdziału o tytule wskazującym na przegląd literatury oraz zawarcie treści załączników w głównej części pracy, gdyż zawierają istotne dla treści informacje, które nie burzyłyby ładu treści w przypadku ich zawarcia. W układzie treści niezrozumiałe są zwiększone odstępów między akapitami, albo opisywanie wyników różnych autorów raz w jednym akapicie, a w innym przypadku w kolejnym akapicie. Istotnym zastrzeżeniem do początkowej części pracy jest brak opracowania dotyczącego rodzaju masek dostępnych na rynku; w dysertacji używane są różne określenia typu masek, a jako podstawowy element warunkujący wyniki badań, wątek ten powinien być opracowany szczegółowo, zestawiony np. tabelarycznie. Dopiero na 60 str. pojawia się zdjęcie i opis tylko dwóch masek stosowanych podczas badań. Pod względem redakcyjnym w układzie pracy zauważalne są zbędne wolne przestrzenie między treścią a wykresami.

3.3. Piśmiennictwo

Rozpoznanie literatury Doktorantka zawarła w pierwszym rozdziale podzielonym na dwa podrozdziały, tj. pierwszym dotyczącym podstawowych zagadnień związanych z komfortem cieplnym i w drugim dotyczącym komfortu cieplnego w warunkach pandemicznych. Przegląd obejmuje literaturę głównie anglojęzyczną. W wykazie literatury podano 155 pozycji literaturowych w tym 10 prac własnych i współautorskich. Tu pewnym zaskoczeniem jest prezentowanie wyników pracy [76], na podstawie, której podaje się, że w

przypadku 4 badanych osób wskaźnik PPD był większy niż 10%, gdy jedna osoba stanowi 25% liczby badanych. Z definicji wiadomo, że PMV i PPD są wskaźnikami opisującymi średnie oceny odczuć cieplnych dużej grupy osób (Fanger str. 108). Wskazane jest uwzględnienie tej informacji w kontekście przyszłych badań.

Niezrozumiałe jest nieprzedstawienie w części bibliograficznej opisu wyników pracy dr Krawczyk poz. [144], która w dalszej części staje się tłem dla wyników badań Doktorantki.

Udoskonalenia wymaga styl przywoływania pozycji literaturowych, bowiem w wielu miejscach pojawiają się nazwiska, które albo są albo źle odmienione (str. 28), albo niedodana jest informacja „wraz z współautorami” zamiast „i in.” (str. 23), albo podaje się tylko pozycję literaturową w nawiasie kwadratowym (str. 29).

Przegląd literatury jest bogaty, ale analiza przeglądu bibliograficznego nasuwa możliwość podjęcia próby zestawienia wyników badań autorów w sposób graficzny lub tabelaryczny, byłaby to duża wartość dodana w pracy Doktorantki i ułatwiała kierunek poszukiwań i badań.

Na podstawie analizy książki Fangera, podanej jako poz. [10], Doktorantka w bardzo interesujący sposób przedstawiła w rozdziale II procedurę obliczeniową wskaźnika PMV. Zastrzeżenie jednak budzi zastosowanie słowa model i modelowanie komfortu cieplnego „jako kalki” z języka angielskiego Fanger’s model i thermal comfort modeling.

Kandydatka sformułowała cztery wnioski z przeglądu literatury.

W pierwszym wniosku niezrozumiałe jest stwierdzenie „...stosunkowo niewiele jest prac ukierunkowanych konkretnie na zagadnienie komfortu cieplnego i subiektywnych odczuć respondentów co do środowiska wewnętrznego.” Doktorantka przytoczyła ponad 50 prac, w których w większości podany był wskaźnik TSV, dlaczego więc taka konkluzja?

W drugim wniosku pojawiają się informacje dotyczące braku w pracach dogłębnej i szczegółowej analizy zjawiska i niezrozumiałe jest o jakie zjawisko i dogłębną analizę chodzi, jak również wskazuje się brak badań w szerokim zakresie zmienności temperatury i wilgotności, a przecież parametry komfortu są ograniczone, niezrozumiałe więc o jaki szeroki zakres chodzi.

W trzecim wniosku wspomina się o większości badań przeprowadzonych w komorach klimatycznych, ale wcześniej Doktorantka wspomina opisywała badania w bibliotekach i gabinetach dentystycznych.

W czwartym wniosku wątpliwości budzi sformułowanie „skutecznie przewidywały”.

We wnioskach z przeglądu literatury brakuje informacji o aspekcie BMI i o oporze cieplnym, skoro parametry te stanowią element badań doktorskich wskazanych dalej w celach.

3.4. Cel pracy i tezy

W oparciu o przegląd literatury Kandydatka sformułowała trzy cele pracy, tj. wykonanie badań subiektywnych odczuć cieplnych osób noszących maski cienkie bądź grube w pomieszczeniach audytoryjnych i w komorze klimatycznej z uwzględnieniem wskaźnika BMI i oporu cieplnego odzieży; zweryfikowanie równania komfortu cieplnego i zmodyfikowanie tego równania w odniesieniu do osób noszących maski ochronne. Dalej Doktorantka postawiła trzy tezy pracy. Po korekcie błędów językowych można uznać, że cele i tezy pracy są prawidłowe.

Autorka wykonała badania eksperymentalne, podała zweryfikowaną postać równania do wyznaczania wskaźników PMV i PPD, zaprezentowała wnioski, zatem stwierdzam, że osiągnęła postawione sobie cele.

3.5. Metody badawcze

Doktorantka przeprowadziła badania eksperymentalne warunków wewnątrz 45 pomieszczeń audytoryjnych i ankietowe w okresie od czerwca 2021 r. do stycznia 2023 r. Autorka zgromadziła 1199 ankiet oraz otrzymała wyniki badania w komorze klimatycznej, niestety nie znalazłam informacji, ile tych badań wykonano.

Badania komfortu cieplnego wykonano w czterech budynkach Politechniki Świętokrzyskiej, których ogólny opis zawiera rozdział 5.1.1 i 5.1.2. Budynki zostały błędnie wskazane jako przedmiot badań, zamiast jako miejsce badań. Brakuje natomiast opisu pomieszczeń, w których dokonano badań. Fotografia 6 przedstawia zdjęcia wykonane w czasie badań w różnych salach, ale opis fotografii nie precyzuje w jakich budynkach się one znajdują. Czy można pogrupować rodzaje sal dydaktycznych np. ze względu na liczbę miejsc siedzących, kubaturę? Dalej na str. 67 nieprawidłowo zapisano „Przebadano łącznie 45 sal i aul wykładowych”, gdyż były one miejscem przeprowadzenia badań, a nie podmiotem.

Procedura badawcza nie jest zrozumiała w kwestii dysponowania rodzajami masek. Pojawia się tu wiele pytań, w tym kluczowe: Czy do badań rozdawane były nowe maski czy to były własne maski studentów? Jeśli własne, to jak weryfikowano świeżość maski i jej grubość, rodzaj? Czy podawana była procedura noszenia maski podczas zajęć, tzn. niezsuwania jej np. z nosa? Czy określano jako długo dana maska jest noszona przed zajęciami? Wartość izolacyjna masek użytych do badań podana na str. 60 jest błędna, gdyż cieńsza maska ma większy opór.

W przypadku badań w komorze klimatycznej uwagę zwraca wybór zakresu wilgotności względnej do 70%, odbiegającej od warunków rzeczywistych.

Wzór ankiety subiektywnych odczuć studentów został zaprezentowany w dysertacji. W kwestii badania ankietowego pojawiają się zastrzeżenia do punktu 2 i 8. Pytanie odnośnie oceny aktualnej temperatury i ocena jej w skali -2, -1, +1, +2 powoduje, że nie ma odpowiedzi „jako neutralna tj. 0”. Nieproporcjonalne ułożenie oceny bez zera może być trudne do interpretacji, czy taka skala została zaczerpnięta z literatury?

Pytanie 8 w ankiecie jest sformułowane w sposób niezrozumiały, co potwierdzają odpowiedzi studentów i sposób wyjaśnienia tych błędnych, według Doktorantki, odpowiedzi na str. 63. Rodzi się pytanie, po co pojawiło się to pytanie, skoro założona była odpowiedź przez Doktorantkę, a inna odpowiedź tłumaczona jest jako błędne zrozumienie pytania przez respondentów?

Zastosowane metody badawcze są prawidłowe, jednak ich opis procedury badawczej wymaga udoskonalenia, gdyż nie zawiera wyczerpujących informacji.

3.6. Wyniki badań

Prezentacja i analiza wyników obejmują 49 strony i załączniki.

Cel rozdziału 5.3.1 jest nieprecyzyjny, a w kolejnym podrozdziale 5.3.1.1 powtarzają się informacje z rozdziału wcześniejszego. W rozdz. 5.3.1 powinno być zamieszczone zestawienie z załącznika 1, a w przypadku tabeli 4 brakuje wartości odchylenia standardowego.

Niejasne jest, dlaczego, interpretując wyniki stężenia dwutlenku węgla, zostały one ocenione w odniesieniu do wartości 1000 ppm. Nie odniesiono się do wartości stężenia CO₂ na zewnątrz budynku. Proszę wyjaśnić.

Niezrozumiała jest dla mnie koncepcja prezentacji wyników i porównanie ich z wynikami przeprowadzanymi w innym czasie, prawdopodobnie przy udziale innej grupy osób, innego autora. Ta koncepcja jest ciekawym pomysłem, ale jako rozwinięcie badań własnych i po dokładnym omówieniu warunków badawczych występujących w drugiej pracy. Wpływ wielu czynników w równaniu komfortu, pora roku, inna grupa osób, ubiór, powodują, że oczywiste jest otrzymanie innych wyników, choć jak zauważa Autorka „*Różnice między liniami trendu dla obu badań nie się znaczące, a charakter zmienności jest niemal taki sam*”.

Na str. 86 wątpliwość budzi interpretacja wyników oceny jakości powietrza przez respondentów. Wniosek „...niemożliwa była właściwa ocena jakości powietrza w pomieszczeniu, ponieważ ankietowani nosili podczas pomiaru maski, co wiązało się z tym, że oceniali swój mikroklimat między twarzą a maską ..., a nie dwutlenku węgla jako parametru fizycznego” jest nadinterpretacją. Co oznacza właściwa ocena? Nie można sądzić, że ankietowani oceniali coś innego, a pytanie nie dotyczyło wprost oceny stężenia dwutlenku węgla, którego nie są w stanie wyczuć by ocenić go jako parametr fizyczny. Ponadto zakres

stężenia CO₂ w pomieszczeniach jest w granicach dopuszczalnych, stąd trudno wysuwać wniosek, że mógł mieć wpływ na ocenę jakości powietrza, co potwierdza niski współczynnik determinacji.

Lakoniczny jest opis badań w komorze klimatycznej, bowiem nie wiadomo w jaki sposób przebiegały badania uwzględniające zmianę kilku parametrów i udział tych samych 8 osób. Proszę przedstawić.

Na str. 91 Autorka podaje „*Temperatura powietrza wynosiła od około: 19°C do 28°C (krok co 1°C)*”. Jak rozumieć wartość od około i jednocześnie zmianę temperatury co 1°C? Dalej jednak na wykresach na rys. 22 odpowiedzi oznaczające wartości TSV pojawiają się dla temperatur w całym zakresie, a nie co 1°C. Proszę wyjaśnić.

Ważne jest, by opisując analizę wyników dostarczyć informację o zastosowanych narzędziach obliczeniowych. Brakuje informacji o tym, jakiego narzędzia użyto do analizy współczynnika zgodności wewnątrzklasowej (ICC). Proszę wyjaśnić.

Doktorantka sformułowała 11 wniosków, wśród których w kluczowym 7, Autorka stwierdza, że zaproponowana modyfikacja wzoru do obliczania wskaźnika PMV uwzględnia tempo metabolizmu osób noszących maski i pozwala uzyskać wynik odzwierciedlający wartości rzeczywiste. Wniosek 11 powinien zostać poprawnie zredagowany, bo zastosowanie zmodyfikowanego wzoru nie przyczyni się do poprawy odczuć cieplnych osób. Proszę zredagować.

Wynikami badań zostały potwierdzone również trzy tezy pracy.

3.7. Nieprawidłowości

Zakres pracy doktorskiej jest prawidłowy, a nieprawidłowości, braki, zastrzeżenia do układu pracy, doboru bibliografii, celu, metod badawczych i umówienia wyników zostały przedstawione powyżej. Dostrzeżono również inne elementy, które można było wykonać w sposób podwyższający efekt dysertacji.

Duże zastrzeżenia pod kątem poprawności budzi styl językowy, bowiem liczne błędy stylistyczne utrudniają zrozumienie przekazu niektórych treści. Niepoprawne jest używanie w całej pracy skrótów myślowych: „badanie z maskami” „badanie bez masek”, „badanie przy użyciu masek”, „badań z użyciem masek”, „modelu z brakami masek”, „badań z wykorzystaniem masek”, jak również sformułowań sugerujących o przewidywaniu, tj.: „wskaźniki PMV i PPD nie przewidują”, „modyfikacja skuteczniej przewiduje wrażenia”, „model PMV nie przewidział poprawnie”, „PMV nie najlepiej przewiduje rzeczywiste głosy ludzi”. Nazwa wielkości PMV jako przewidywana średnia ocena, nie oznacza, że PMV

przewiduje, to badacz może przewidzieć wynik, a wskaźnik pokazuje wartość uzyskaną na podstawie obliczeń.

Dostrzeżono nieprawidłowe użycie imiesłowów, błędną odmianę rzeczowników i czasowników, nadużywanie przyimka „dla”, skróty myślowe; (np. str. 20: *Należy dodać, że wyniki TSV dla masek w temperaturze 28°C ułożywały się wyżej niż wyniki TSV dla osób nie noszących masek, zaś w porównaniu do maski z przyłbicą, wrażenia termiczne osób noszących tylko maski ułożywały się poniżej względem TSV dla masek z założoną dodatkowo przyłbicą.*).

Bardzo istotne jest by Doktorantka unikała sformułowań sugerujących, że badania PMV i PPD robione są dla sal/pomieszczeń (np. str. 30: *PPD jakie uzyskano podczas badań dla obu sal znajdowało się poniżej 10%*).

Inne błędy stylistyczne i językowe (cytaty zapisano kursywą):

Str. 13, *...model niekoniecznie nadaje się do odzwierciedlania wrażeń termicznych ludzi*

Str. 14, *...ważne jest, aby budynki nowoczesne jak najlepiej mogły kontrolować wewnętrzne warunki w pomieszczeniach*

Str. 15, *pierwsze odniesienia dotyczyły lekarzy*

Str. 16, *Dla niższych temperatur maski: pół i pełnej ochrony, bez i ze zwilżeniem wykazywały większy komfort niż dla wyższej temperatury*

Str. 16, *propozycją badań w komorze klimatycznej przy zastosowaniu masek oraz czynnika ludzkiego jest praca*

Str. 18, *Dodatkowo temperatura twarzy pod wpływem aktywności fizycznej wzrosła o 0,5°C w porównaniu do pozycji siedzącej*

Str. 18, *...TSV maski typu N95 plasowała się wyżej*

Str. 21, *...średnia temperatura podczas siedzenia szybko rośnie i stabilizuje się, zaś podczas stania najpierw się zmniejsza, podczas chodzenia wzrasta*

Str. 33, *Przez 30 minut badane osoby chodziły z prędkością 1,40 m/s oraz 1,60 m/s wraz z założonymi na twarzach maskami*

Str. 34, *Dla 35 prędkości 1,4 m/s więcej osób noszących maski odczuwały komfort cieplny niż w przypadku braku maski*

Str. 36, *maski FFP pomimo wysokiej ochrony indywidualnej, zapewniły najgorsze warunki w zakresie odczuć cieplnych*

Str. 51, *Badania komfortu cieplnego przy użyciu masek ochronnych*

Str. 51, *...trzy wybudowane w latach sześćdziesiątych, a zmodernizowanych w 2010 roku...*

Str. 59, ... 8 osób (tak – jak w przypadku np. badań [82]), którzy w komorze klimatycznej
Str. 60, *Badane osoby uzupełniały trzy anonimowe kwestionariusze ankiety: bez maseczki, w maseczce cienkiej oraz w maseczce grubej. Do wyników badań bez noszonej maski odniesiono się w badaniach zawartych w doktoracie [144].*

Str. 71, *Porównując TSV „damskie” i „męskie”*

Str. 75, *Przedstawione zostały średnie wartości dla wszystkich badań oraz porównanie tych wyników do linii trendu badań bez masek z rozprawy doktorskiej [144].*

Str. 77, *Dla współczynnika determinacji masek ponownie występuje związek dość silny.*

Str. 83, *Nie da się jednoznacznie ocenić wpływu wilgotności względnej jako parametru środowiskowego na ocenę wilgotności ludzi, co potwierdza współczynnik determinacji.*

Str. 93, *Im wyższa temperatura, tym ocena termiczna TSV jest już na tyle wysoka bez masek, ...*

Str. 94 i podobnie str. 98, *Obliczona determinacja zależności TAV – TP wyniosła,*

Str. 96, *przedstawiona zależność między TSV – TPV, zobrażowana na Rysunku 25 dla ubioru a) zimowego i c) letniego*

Str. 98, *niepoprawnie zapisano, bez użycia indeksów, poziom wariancji.*

Str. 100, *zdanie ma siedem linijek, dwie pary nawiasów okrągłych i jeden otwarty, odnośnik w przypisie dolnym, nawiasy kwadratowe, wtrącenia, powodując, że całość jest niezrozumiała.*

Str. 102, *model nie potrafi prawidłowo przewidzieć rzeczywistych wrażeń cieplnych*

Str. 105, *Zmiana tempa metabolizmu uwzględniająca fakt noszenia masek „przesunęła” wartości PMV w kierunku linii idealnego dopasowania*

Str. 106, *model dużo lepiej przewiduje*

Str. 107, *W zdaniu: obserwuje się znaczącą przewagę modyfikacji schematu PMV nad schematem Fanger’a, niezrozumiałe jest zastosowanie słowa schemat.*

Str. 118, *doprowadziła do uzyskania bardziej dokładnych wyników – wyrażenie nienaukowe*

Str. 152, *Użycie w legendzie wykresu określenia maski letnie.*

3.8. Oryginalność

Temat komfortu cieplnego jest popularny i szeroko omawiany w literaturze. Ale podejście Doktorantki do tematu uwzględniające specyficzne warunki wymagające noszenia masek ochronnych, jego ujęcie i rozwiązanie są oryginalne i stanowi wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w zakresie komfortu cieplnego człowieka.

4. Wniosek końcowy

Pani mgr inż. Luiza Dębska wykazała się odpowiednią znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie opracowywanej dysertacji, umiejętnością planowania i prowadzenia badań, wykorzystania metod badawczych, analizy wyników i wyprowadzania wniosków. **Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Pani mgr inż. Luizy Dębskiej w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.** Wymienione przez mnie uwagi krytyczne nie umniejszają jej oryginalności i wartości merytorycznej, ale mają na celu zwrócenie uwagi Doktorantki na pewne aspekty w celu doskonalenia warsztatu naukowego.

Podsumowując, **rozprawę doktorską mgr inż. Luizy Dębskiej oceniam pozytywnie, a jej oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wnosi wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w zakresie komfortu cieplnego człowieka ze szczególnym uwzględnieniem warunków pandemicznych.**

Opiniowana rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Na tej podstawie **wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Luizy Dębskiej do publicznej obrony rozprawy.**



