Gliwice, 6.06.2019 r.

Dr hab. inż. Jan Kaczmarczyk, prof. PŚ
Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechnika Śląska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Uścinowicza
pt. „Kierunki modyfikacji modelu odczuwania środowiska cieplnego
przez pacjentów oddziałów szpitalnych"

Podstawa formalna

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Formalną podstawą jest Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2013 r. (Dz. U. Nr 65 poz 595 wraz z późn. zm). Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Uścinowicza pt. „Kierunki modyfikacji modelu odczuwania środowiska cieplnego przez pacjentów oddziałów szpitalnych". Promotorem pracy była dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. Politechniki Warszawskiej.

Zasadność podjętej tematyki

Warunki środowiska, takie jak temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania, wilgotność powietrza i prędkość powietrza w pomieszczeniach, mają istotny wpływ na samopoczucie, komfort i wydajność pracy przebywających w nich osób. Zapewnienie komfortu, w tym także komfortu cieplnego, może mieć istotny wpływ na przebieg leczenia i rekonwalescencji osób chorych. Mechanizmy oddziaływania środowiska cieplnego na człowieka są złożone. Osoby chore mogą odczuwać warunki cieplne odmiennie niż osoby zdrowe. Liczba badań dotyczących tematyki odczuwania warunków cieplnych przez osoby chore jest niewielka, stąd wiedza na ten temat jest ciągle niepełna. Obecnie na świecie prowadzone są badania nad wpływem różnych czynników, np. nadwagi i niedowagi na odczucia cieplne człowieka.

Środowisko w pomieszczeniach powinno być kształtowane tak, aby w jak najwyższym stopniu zapewnić komfort cieplny. Modele predykcyjne umożliwiają ocenę wpływu środowiska termicznego na odczucia cieplne człowieka i przewidywanie odczuwania przez niego komfortu. Modele te zostały opracowane na podstawie badań na osobach zdrowych. Przeprowadzone dotychczas badania wskazują, że odczucia cieplne osób chorych mogą różnić się od odczuć osób zdrowych. Istnieje zatem

konieczność weryfikacji dostępnych modeli pod kątem ich przydatności do oceny komfortu pacjentów szpitalnych sal chorych.

Niniejsza praca ma na celu nie tylko weryfikację dwóch powszechnie stosowanych modeli, ale podejmuje również próbę wyznaczenia kierunku dalszych badań, mających na celu udoskonalenie istniejących modeli tak, aby mogły wiarygodnie przewidywać odczucia cieplne i poziom zadowolenia hospitalizowanych pacjentów. Tematyka jest aktualna i wpisuje się w obecnie prowadzone na świecie badania. Podjęcie badań było zatem uzasadnione.

Charakterystyka pracy

Praca doktorska liczy 161 stron. Została napisana w języku polskim. Praca składa się z dziesięciu rozdziałów poprzedzonych streszczeniem w języku polskim i angielskim. W pracy przywołano 72 pozycje literaturowe, z czego 16 norm polskich i europejskich, 4 krajowe akty prawne oraz 7 wytycznych dotyczących m.in. projektowania warunków cieplnych w szpitalach, 1 raport z badań, 1 pracę doktorską i 1 magisterską. Przytoczone artykuły naukowe w większości zostały napisane w języku angielskim. Część przytoczonych pozycji (17) była starsza niż 15 lat, jednak ich wykorzystanie było w pełni uzasadnione. Zamieszczono także najnowsze pozycje z 2019 r.

Pierwszy rozdział zawiera krótkie wprowadzenie do pracy, w którym nakreślono specyfikę budynków szpitalnych pod kątem kształtowanych warunków cieplnych i ich oceny, a także wyjaśniono cel i zakres pracy.

W kolejnym rozdziale sformułowano dwie tezy pracy oraz podano dokładny jej cel, którym było przeprowadzenie analizy odczuwania środowiska cieplnego przez pacjentów i weryfikacja zasadności stosowania aktualnie wykorzystywanych metod prognozowania warunków komfortu cieplnego pacjentów w szpitalach. Nakreślono także zakres pracy.

Trzeci rozdział stanowi główną część teoretyczną i zawiera przegląd najistotniejszych zagadnień dotyczących tematyki pracy. W rozdziale tym przedstawiono wymogi prawne, zapisy norm oraz wytyczne dotyczące kształtowania środowiska cieplnego w szpitalach ze szczególnym uwzględnieniem sal chorych. Zwrócono uwagę na podobieństwa i różnice w rekomendowanych dla sal chorych zakresach takich parametrów jak: temperatura powietrza, promieniowania i operatywna, wilgotność powietrza, a także jego prędkość. Następnie przedstawiono przegląd badań prowadzonych w pomieszczeniach szpitalnych. Dokładniej omówiono procedury badawcze i wyniki jedenastu badań zrealizowanych w różnych częściach świata. W dalszej kolejności zestawiono jedenaście modeli służących do prognozowania odczuć cieplnych na podstawie zmierzonych

parametrów środowiska, a w niektórych przypadkach również danych dotyczących samych pacjentów, takich jak np. izolacyjność cieplna odzieży, poziom aktywności pacjenta, temperatura jego ciała. Wskazano i dokładniej omówiono dwa modele: model PMV/PPD i model adaptacyjny, które nie wymagają pomiarów parametrów fizjologicznych pacjentów. Modele te zostały wybrane do walidacji w części praktycznej pracy. Rozdział ten zakończono podsumowaniem najważniejszych informacji znajdujących się w części teoretycznej pracy.

W czwartym rozdziale opisano metodykę badawczą. Badania obejmujące zarówno pomiary parametrów fizycznych środowiska wewnętrznego, jak i badania ankietowe pacjentów prowadzono w 23 polskich szpitalach znajdujących się w 8 województwach. Badaniami ankietowymi objęto 890 pacjentów hospitalizowanych na 14 oddziałach o różnych specjalizacjach. W rozdziale wyjaśniono sposób wyboru szpitali, typów oddziałów a także minimalną liczebność pacjentów uwzględnionych w badaniach. Opracowując metodykę, odniesiono się do wcześniejszych badań opisanych w literaturze naukowej.

W kolejnym, piątym rozdziale, przedstawiono wyniki badań. Kolejno zamieszczono i podsumowano wyniki zmierzonych pomiarów parametrów fizycznych, oszacowane wartości poziomów aktywności pacjentów zaobserwowane podczas wizyt w szpitalach oraz izolacyjność cieplną zestawów ich ubrań i pościeli, wyniki badań ankietowych oraz obliczone wartości wybranych do analiz wskaźników wraz z przyporządkowanymi im kategoriami komfortu cieplnego.

Analizę wybranych modeli prognozowania odczuć cieplnych pod kątem ich wiarygodności i poprawności w ocenie wrażeń cieplnych pacjentów w salach chorych zawarto w rozdziale 6. Weryfikacja prowadzona była poprzez porównanie wyników prognozowanych z wynikami rzeczywistych odczuć uzyskanymi w badaniach ankietowych. Sprawdzono zasadność wykorzystania odpowiedzi dotyczących odczuć cielnych, odczuwania komfortu i oczekiwań w stosunku do warunków cieplnych. Z uwagi na najbardziej liczną reprezentację pacjentów oddziałów: chorób wewnętrznych, chirurgii ogólnej i kardiologii, dla tych trzech grup przeprowadzono osobne, szczegółowe analizy. Zauważono, że wyznaczony na podstawie odpowiedzi pacjentów rzeczywisty odsetek osób niezadowolonych był znacząco wyższy niż ten przewidywany przez analizowane modele. Dlatego w rozdziale tym wskazano na możliwe przyczyny zaobserwowanych rozbieżności oraz wskazano na możliwe kierunki prac nad poprawą dokładności modeli. Zauważono konieczność bardziej dokładnego odwzorowania zjawiska adaptacji pacjentów, a także uwzględnienie stanu zdrowia pacjentów.

W rozdziale 7. zamieszczono dyskusję otrzymanych wyników w kontekście wyników otrzymanych przez innych badaczy oraz podsumowano najważniejsze ustalenia, zaś w rozdziale 8. zestawiono

wnioski. W rozdziale 9 zamieszczono informację na temat źródła finansowania projektu oraz w rozdziale 10. zamieszczono spis literatury wykorzystanej w pracy. Na końcu pracy zamieszczono załącznik przedstawiający formularz ankiety używany do badań subiektywnych odczuć pacjentów.

Uwagi dotyczące pracy

Praca doktorska mgra inż. Piotra Uścinowicza dotyczy ważnego w dziedzinie inżynierii środowiska zagadnienia, jakim jest przewidywanie odczuć cieplnych osób na podstawie zmierzonych parametrów fizycznych środowiska, w którym się te osoby znajdują. Badania zaplanowane i przeprowadzone przez Doktoranta pozwoliły na realizację postawionego w pracy celu. Wykazano, że model adaptacyjny pozwala na bardziej dokładne przewidywanie odczuć cieplnych pacjentów w salach szpitalnych niż model PMV/PPD, szczególnie jeżeli w analizach uwzględnione zostaną oczekiwania pacjentów względem środowiska cieplnego. Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta zaliczam:

1. krytyczny przegląd istniejących modeli odczuć cieplnych w kontekście ich praktycznego wykorzystania do oceny warunków środowiska panującego w sal szpitalnych,
2. przeprowadzenie szeroko zakrojonych badań ankietowych i pomiarów warunków cieplnych w salach chorych w 23 szpitalach w całym kraju,
3. analizę porównawczą otrzymanych wyników z wynikami otrzymanymi za pomocą dwóch najczęściej stosowanych modeli PMV/PPD oraz modelu adaptacyjnego.

Podział pracy na rozdziały jest poprawny i nie budzi wątpliwości. Uważam jednak, że niektóre rozdziały mogłyby zostać uzupełnione o brakujące informacje. Aby ułatwić interpretację otrzymanych wyników w rozdziale 4. Metodyka badawcza korzystne byłoby zamieszczenie charakterystyki badanych sal szpitalnych (liczba sal, liczba pacjentów na salach) i pacjentów (średnia aktywność, średnia izolacyjność cieplna odzieży), z uwzględnieniem podziału na oddziały szpitalne. W rozdziale 5.2 podano normowe wartości metabolizmu i izolacyjności cieplnej odzieży, jednak nie odniesiono ich do konkretnych oddziałów szpitalnych. Informacje te są istotne, ponieważ pozwoliłyby czytelnikowi na weryfikację niektórych sformułowań zawartych w dalszej części pracy, np. „ sale często były przeludnione" (s.95), czy też ułatwiłyby wyjaśnienie różnic w odczuciach cieplnych pacjentów na różnych oddziałach (Rys. 39).

Ponadto po lekturze pracy nasuwają się następujące spostrzeżenia i uwagi:

- Na stronie 25 odniesiono się do informacji na temat adaptacji pacjentów w pomieszczeniach o różnej temperaturze zawartej w pracy magisterskiej Williams (pozycja [70] w spisie literatuty). Praca ta nie jest powszechnie dostępna, a jej tytuł sugeruje adaptowanie się pracowników biurowych „Behavioural responses to maintain thermal comfort in office environments".
- Sposób wyboru minimalnej liczebności próby, przedstawiony na stronie 62, wymaga dokładniejszego wyjaśnienia.

- Korzystne byłoby bardziej precyzyjne wyjaśnienie niektórych pojęć lub ujednolicenie ich nazw, np. „badania podstawowe" i „badania ogólne" używane w opisie metody badawczej (s. 62 i 63)
- Na wykresach przedstawiających wyniki pomiarów parametrów fizycznych środowiska wartości średnie przedstawiono wraz z odchyleniem standardowym. Brakuje jednak informacji, czy odchylenie standardowe wyznaczono dla powtórzonych pomiarów w tym samym miejscu czy też dla pomiarów w różnych lokalizacjach w tej samej sali.
- Brakuje informacji na temat niepewności przyrządów pomiarowych użytych w badaniach
- Nie podano informacji, skąd pochodziły dane dotyczące temperatury powietrza zewnętrznego, niezbędnych w analizie modelu adaptacyjnego, czy temperatura powietrza zewnętrznego była lokalnie rejestrowana w czasie badań.
- „Temperatura czarnej kuli" zgodnie z normą PN EN ISO 7726 określana jest jako „temperatura poczernionej kuli"
- Sposób kodowania danych i interpretacji odpowiedzi udzielonych przez pacjentów w formularzu wymagają dokładnego wyjaśnienia. Z zamieszczonego na końcu pracy formularza wynika, że do pytań 4. i 6. zastosowano skalę ciągłą, zaś w tekście (s. 90 i 91) podano, że wykorzystano skalę od 0 do 10, a sposób przedstawienia wyników sugeruje skalę porządkową ze zmiennymi o charakterze dyskretnym. Ponadto na Rys. 29 oprócz danych w kategoriach 0-10 zamieszczono dane dla odpowiedzi „nie wiem", której nie ma w formularzu.
- Analiza subiektywnych ocen wpływu środowiska cieplnego na przebieg rekonwalescencji na podstawie wskaźnika MIVT jest bardzo interesująca. Cenne byłoby przeprowadzenie analizy statystycznej, która dałaby odpowiedź na pytanie, czy różnice w odpowiedziach udzielonych przez pacjentów różnych oddziałów są znaczące.
- Nie wyjaśniono, dlaczego w ankiecie zamieszczono pytania dotyczące odczuwanej jakości powietrza (pytania 17, 18 i 19), skoro odpowiedzi na nie nie były analizowane „z uwagi na ich wątpliwy wpływ na postrzeganie środowiska cieplnego", jak napisano na stronie 99.
- W pracy nie zamieszczono informacji czy z analiz danych zmierzonych dotyczących modelu PMV/PPD wyłączono dane uzyskane w okresie letnim. Model ten dedykowany jest do pomieszczeń z wentylacją mechaniczną i/lub klimatyzacją.
- Nie podano w jaki sposób wyznaczano linie trendu dla danych na wykresach w rozdziale 6. i jakie były współczynniki korelacji.
- Należałoby rozważyć, czy przyjęty sposób podziału danych wskaźnika PMV z krokiem 0,25 (wg opisu na s. 109) miał wpływ na wyniki analiz i wartość PMV dla minimalnego odsetka niezadowolonych oraz czy np. przyjęcie przedziału o tej samej rozpiętości, ale którego środek znajduje się w punkcie PMV=0, wpłynie na uzyskany wynik.
- Użycie pojęcia „panel niewytrenowany" w kontekście osób oceniających odczucia cieplne wydaje się niewłaściwe (s.111). Pojęcie wytrenowania panelu jest związane z oceną jakości powietrza poprzez

jego akceptowalność (panel niewytrenowany) lub też bezpośrednio w decypolach (panel wytrenowany). Odczucia cieplne są subiektywne i trudno jest nauczyć się je właściwie oceniać.

- Sposób wyznaczania danych AMVoc, AMVkc i AMVpc wymaga dokładniejszego wyjaśnienia. Nie sprecyzowano które odpowiedzi na pytania zawarte w ankiecie posłużyły do ich wyliczenia.
- Należałoby wyjaśnić dlaczego tworząc skalę do subiektywnej oceny suchości powietrza w pomieszczeniu założono, że nie będzie ono oceniane jako wilgotne.
- Rys 12 i 13 oraz Tab. 10 nie zostały przywołane w tekście. Zamiast wartości odchylenia standardowego prędkości powietrza (Rys. 13) korzystniejsze byłoby, oprócz wartości średniej prędkości, zamieszczenie danych na temat intensywności turbulencji, która ma wpływ na intensywność odczuwania przeciągu.
- Błędnie zostało podane nazwisko autora raportu [10] jest „Dea, R." powinno być „de Dear, R."
- Na stronie 28 i 56 opisując badania prowadzone przez Giridharana i in. Znajduje się odniesienie do pozycji [22, 39, 40, 63], jednak Giridharan jest pierwszym autorem tylko pracy [22].
- Nazwisko autora w pozycji [31] w spisie literatury powinno zostać skorygowane, jest „Kameni Nematchoua, M", powinno być „Nematchoua, M.K.", tak jak w przypadku [42].
- Sformułowanie „pomiar temperatur powietrza w salach chorych" powinno być zastąpione przez „pomiar temperatury w salach chorych".
- Precyzyjność i/lub poprawność niektórych sformułowań używanych przez Doktoranta budzi wątpliwości, np. „samopoczucie psychologiczne" (s.34), „warunki temperaturowe" (np. s. 34, 43), „odczucia wilgotnościowe" (s.37, 75), „dyskomfort wilgotnościowy" (s.38), „elementy organizmu" (s.45), „poczynić wnioski" (s.56), „Wykorzystywano metodę regresji liniowej, która pozwoliła wyznaczyć krzywą ..."(s.37), „...pewna grupa spośród nich mogła ocenić warunki jako nieznacznie niekomfortowe" (s.91).
- Sformułowanie na stronie 26: „...personel medyczny, który z uwagi na odmienną charakterystykę cieplną...", jest mało precyzyjne.
- Na Rys 33 wyjaśnienia wymaga brak ciągłości w definiowaniu granic temperatury operatywnej dla poszczególnych kategorii jakości środowiska, tj. górnej granicy dla średniej temperatury zewnętrznej 10°C i dolnej granicy dla temperatury 15°C.
- Korzystne byłoby wyjaśnienie, w jaki sposób dane pokazane na Rys. 43 pozwalają na stwierdzenie, że adaptacja miała miejsce i to niezależnie od aktywności pacjentów.
- Na stronie 45 jest „na próbie ponad tysiącu młodych", powinno być „na próbie ponad tysiąca młodych".
- Na stronie 45 jest „na cieple pacjenta", powinno być „na ciele pacjenta".
- W rozdziale 5.1 na stronie 67 znajduje się odniesienie do podrozdziału 0-0, a w rozdziale 6 na stronie 109 do podrozdziału 0, których nie ma.
- Wnioski zostały wyciągnięte poprawnie, jednak brakuje odniesienia do kierunków modyfikacji modeli predykcyjnych, co zostało zawarte w temacie pracy.

Podsumowanie

Opiniowana rozprawa doktorska zasługuje na pozytywną ocenę. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne nie umniejszają wartości naukowej pracy, znaczna część z nich ma charakter dyskusyjny. Ich celem jest podniesienie wartości merytorycznej rozprawy, a także publikacji naukowych, które powstaną w oparciu o otrzymane wyniki. Założony cel pracy został zrealizowany. Uważam, że Doktorant posiada dobre przygotowanie teoretyczne z zakresu inżynierii środowiska wewnętrznego, wykazał się praktycznymi umiejętnościami, planując i prowadząc pomiary parametrów fizycznych środowiska cieplnego i badania ankietowe, a także analizując otrzymane wyniki. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że Doktorant prowadził wcześniej badania w szpitalnych salach operacyjnych, a wyniki prac opublikował w renomowanym czasopiśmie naukowym „Building and Environment" z listy A MNiSW (40 pkt).

Oceniając wartość naukową i poznawczą dysertacji, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Uścinowicza spełnia wymogi związane z uzyskaniem stopnia doktora zgodnie z Art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2013 r. (Dz. U. Nr 65 poz 595 wraz z późn. zm.). W związku z tym wnioskuję do Rady Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie mgr inż. Piotra Uścinowicza do dalszego etapu postępowania w przewodzie doktorskim w celu nadania mu stopnia doktora.

Jan Kamiński