

Prof. dr hab. inż. Jarosław KRZYWAŃSKI
ul. M. Skłodowskiej-Curie 5/11, 42-217 Częstochowa
tel. kom. 693 537 236

Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie
Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych
Katedra Zaawansowanych Metod Obliczeniowych
Al. Armii Krajowej 13/15
42-200 Częstochowa
tel. 34 3615970; e-mail: j.krzywanski@ujd.edu.pl

Częstochowa, dn. 03.06.2023

Szanowny Pan
Prof. dr hab. inż. Daniel Słyś
Przewodniczący Rady Dyscypliny Inżynieria
Środowiska, Górnictwo i Energetyka
Politechnika Rzeszowska
ul. Poznańska 2
35-959 Rzeszów

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Eweliny BARNAT

pt. „Ochładzanie powietrza stref zewnętrznych przebywania ludzi”

A. Wprowadzenie

Obserwowane zmiany klimatyczne, związane w szczególności z ocieplającym się klimatem a tym samym pogarszającymi się warunkami komfortu cieplnego człowieka w jego środowisku to intensywnie rozwijany obszar badawczy w energetyce, inżynierii środowiska i budownictwie. Uwzględniając przy tym fakt, iż rejestrowana na niespotykaną dotychczas skalę, emisja gazów cieplarnianych należy do istotnych zagrożeń dla człowieka, zagadnienie zapewnienia komfortu, w tym ochładzania powietrza w strefach zewnętrznych przebywania ludzi, nabiera szczególnego znaczenia.

Biorąc powyższe pod uwagę, jak również fakt ograniczonej, niewystarczającej liczby opracowań naukowych, tematykę pracy doktorskiej mgr inż. Eweliny Barnat należy uznać za ważną z punktu widzenia poznawczego, ale też użytecznego.

B. Zakres rozprawy

Przedłożona do oceny praca doktorska mgr inż. Eweliny Barnat nosi tytuł: „Ochładzanie powietrza stref zewnętrznych przebywania ludzi”. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Robert Sekret, promotorem pomocniczym dr hab. inż. Bożena Babiarczyk, prof. PRz.

Praca obejmuje łącznie 133 strony, na które składa się 7 rozdziałów, spis treści, wykaz oznaczeń, streszczenia w języku polskim i angielskim, wprowadzenie oraz bibliografia z 120 pozycjami (w tym 3-ma pracami których Doktorantka jest współautorem).

W rozdziale 1-szym, w ramach przeglądu literatury, Autorka omawia problematykę wprowadzającą czytelnika w temat pracy, związany z komfortem cieplnym oraz metodami chłodzenia powietrza z uwzględnieniem energii promieniowania słonecznego w instalacjach chłodzenia. Zwraca przy tym uwagę na rosnące znaczenie zagadnienia komfortu cieplnego w strefach zewnętrznych i pojawiające się wyzwania wynikające z obserwowanych zmian klimatycznych.

Główną tezę, cel oraz zakres pracy zawarto w rozdziale 2. Sformułowana teza brzmi: „Istnieje możliwość efektywnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego w procesie chłodzenia stref zewnętrznych przebywania człowieka w>okresie letnim w warunkach klimatycznych Polski”.

Dla tak postawionej tezy sformułowano cele pracy, ze wskazaniem rozwiązań instalacji chłodzenia pozwalających efektywnie, na zasadach energooszczędności, zrealizować proces chłodzenia w strefie zewnętrznej przebywania człowieka. W dalszej części rozdziału 2 podano zakres pracy.

W rozdziale 3, zatytułowanym „Komfort cieplny w strefie zewnętrznej” Autorka zaproponowała sposób określenia zakresu komfortu cieplnego w oparciu o wskaźnik temperatury efektywnej.

Rozdział 4 definiuje obiekt badań, którym jest peron północny Dworca Lokalnego w Rzeszowie. W podrozdziale 4.2 scharakteryzowano warianty instalacji chłodzenia.

W rozdziale 5 przedstawiono metodykę badań, zaprezentowano w szczególności procedurę wyznaczenia mocy chłodniczej oraz efektu energetycznego, środowiskowego i ekonomicznego.

Rozdział 6 zawiera wyniki i analizę badań. Przedstawiono w nim przede wszystkim wyznaczenie zapotrzebowania na moc chłodniczą oraz analizę

porównawczą wariantów chłodzenia. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń, dla przyjętego obiektu badawczego, zarekomendowano do chłodzenia powietrza instalację klimatyzatorów ewaporacyjnych, opartą na bezpośrednim chłodzeniu wyparnym i współpracującą z nią instalację fotowoltaiczną.

Pracę zamyka rozdział 7 zawierający wnioski końcowe, korespondujące z postawioną tezą oraz celem i zakresem przeprowadzonych badań.

C. Ocena rozprawy

1. Zdaniem recenzenta tematyka pracy jest interesująca i ważna. Wpisuje się w najnowsze światowe trendy badawcze w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Praca podzielona jest na logicznie rozdziały, wynikające z jej układu.

Opracowanie pracy wymagało od Autorki dobrego opanowania zagadnień teoretycznych związanych z techniką wykorzystania niskotemperaturowych źródeł energii odnawialnej i odpadowej w procesach chłodzenia.

2. Badania modelowe Pani mgr inż. Ewelina Barnat przeprowadziła na przykładzie rzeczywistego obiektu, jakim był peron północny Dworca Lokalnego w Rzeszowie, co podnosi walory aplikacyjne pracy.

3. Autorka zaproponowała autorskie, innowacyjne rozwiązanie, bazujące na wykorzystaniu niskotemperaturowej energii cieplnej dla celów chłodzenia stref zewnętrznych.

4. Praca obejmuje obliczenia i analizę dwunastu wariantów instalacji chłodzenia analizowanej strefy zewnętrznej.

5. Wskazano preferowane rozwiązanie instalacji dla celów chłodzenia rozpatrywanej strefy zewnętrznej przebywania człowieka, potwierdzając słuszność tezy postawionej w pracy przez mgr inż. Ewelinę Barnat.

D. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Uwaga ogólna dotyczy skrótowego omówienia niektórych treści pracy, co w szczególności podniesiono w formułując uwagi szczegółowe do pracy.

- należałoby bliżej wyjaśnić, co oznacza współczynnik determinacji i jak się go definiuje (strona 31).
- Podobna do powyższej uwaga dotyczy wskaźnika PET użytego na stronie 35 do oceny zewnętrznego komfortu cieplnego.

- Autorka używa pojęcia wskaźnika EER do oceny efektywności urządzeń chłodniczych. Jak się ma ten wskaźnik do wskaźnika wydajności COP?
- Warianty AS-WL-BC i AS-WL-AC oraz AS/PV-WL-BC i AS/PV-WL-AC w tabeli 7 różnią się od siebie zastosowaniem różnych odbiorników chłodu, tj. odpowiednio belki chłodzącej i wentylatorowych agregatów chłodzących. Nie zobrazowano tego jednak w tabeli, przez co wynika z niej jakoby te dwa warianty były tożsame. Należałoby w tabeli 7 dodać kolumnę, np. uwagi, gdzie ww. różnice zostałyby zaakcentowane.
- Decyzja na str. 73 o pominięciu w dalszych obliczeniach wariantów AS-WL-BC oraz AS/PV-WL-BC, z uwagi na małą wydajność chłodniczą, powinna zostać lepiej uzasadniona, np. dodając krótką dyskusję na ten temat.
- Urządzenia przewidziane w zaproponowanych w kolejnych wariantach na str. 73-77 pracy, np. aparat adsorpcyjny eCoo30x lub klimatyzator ewaporacyjny TBSI 580, powinny być lepiej scharakteryzowane, celem uzasadnienia dokonanego doboru.
- Definiując wartości parametrów wzorów (1) na str. 82 oraz (20) i (21) na str. 84 i 85, nie wskazano źródeł literaturowych, z których je zaczerpnięto. Należałoby uzasadnić przyjęte wartości zmiennych występujących w równaniach.
- Na str. 82 w pierwszym akapicie zaznaczono, że ciepło odprowadzone do czynnika chłodzącego wynosi (25 ÷ 30%), tymczasem niżej, na tej samej stronie, w przedostatnim akapicie przyjęto straty ciepła na chłodzenie silnika wynoszące 20%. Założenie to należy uzasadnić.
- Nie uzasadniono przyjętych do obliczeń efektu energetycznego wartości współczynników, w zależności od wariantu instalacji, zawartych w tabeli nr 8.
- Na str. 110 Autorka wprowadza pojęcie wskaźnika energii pierwotnej EP, bez wyjaśnienia jego znaczenia i podania definicji.

E. Uwagi szczegółowe

- Pojęcie temperatura rdzenia ciała na stronie 29 powinno być szczegółowo wyjaśnione.
- Skrót HSF i RRF odnoszące się właściwości szkła nie zostały wyjaśnione w pracy.
- str. 52, jest: ciepło [...] może być wykorzystana, powinno być: ciepło [...] może być wykorzystane,

- str. 56, jest: autorka [...] przedstawiłam, powinno być: autorka [...] przedstawiła,
- str. 58, jest: bazując [...] na definicja, powinno być: bazując [...] na definicji.
- str. 73, jest: Ciepło z sieci może być produkowana, powinno być: Ciepło z sieci może być produkowane.

F. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pani **mgr inż. Eweliny Barnat pt.: „Ochładzanie powietrza stref zewnętrznych przebywania ludzi”** zawiera oryginalne i ważne dla **inżynierii środowiska i energetyki** sformułowanie oraz rozwiązanie problemu naukowego, wpisujące się w aktualne koncepcje budowy systemów o zrównoważonym wykorzystaniu energii.

Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska. Praca stanowi przemyślaną, logiczną i spójną całość.

Uważam, że opiniowana praca mgr inż. Eweliny Barnat spełnia ustawowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim w odpowiednich przepisach.

Wobec powyższego stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej.

Jarostaw Krywanin