

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Radosława Włostowskiego**

**pt.: „Ocena wpływu zastosowania reaktora fotokatalicznego na stan zanieczyszczenia wnętrza kabiny pojazdu”**

### **1. WSTĘP**

Podstawa opracowania recenzji: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej nr W10/D/34/ 2023 z dnia 6 kwietnia 2023 r. Pana prof. dr. hab. inż. Zbigniewa GRONOSTAJSKIEGO. Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Radosława Włostowskiego pt.: „Ocena wpływu zastosowania reaktora fotokatalicznego na stan zanieczyszczenia wnętrza kabiny pojazdu”, wykonana pod kierunkiem dr. hab. inż. Anny Janickiej, prof. PWr. Promotorem pomocniczym był dr inż. Aleksander Górniak

Rozprawa doktorska mgr. inż. Radosława Włostowskiego została przygotowana w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna (budowa i eksploatacja maszyn).

### **2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY**

Ciągły rozwój techniki, a w szczególności pojazdów i maszyn roboczych oraz wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego, rosnący m.in. wraz ze wzrostem liczby eksploatowanych silników spalinowych, zmusza do poszukiwania, z jednej strony rozwiązań ograniczających ich szkodliwe oddziaływanie na otoczenia, z drugiej zaś poszukiwania technik w obszarze oczyszczania powietrza w kabinie pojazdu.

Kabina pojazdu stała się obecnie, ze względu na długi czas przebywania w niej kierowcy/operatora, środowiskiem jego pracy, a w przypadku kierowców samochodów

ciężarowych jeżdżących na bardzo długie trasy – praktycznie środowiskiem życia. Na kierowcę oddziałuje wiele czynników fizycznych i chemicznych, których efektem w bliższej perspektywie będzie zmęczenie i/lub zmniejszenie ostrożności i efektywności pracy, natomiast w dalszej – choroba. W związku z tym wszelkie prace i badania mające na celu zmniejszenie negatywnego oddziaływania techniki na człowieka, a w tym przypadku substancji toksycznych w powietrzu kabiny pojazdu, są wręcz niezbędne.

Rozprawa liczy 123 strony tekstu, obejmującego czternaście rozdziałów (w tym wprowadzenie i wnioski), streszczenie w języku polskim i angielskim oraz spis oznaczeń. Literatura zestawiona na str. 117 – 123 stanowi 112 dobrze dobranych pozycji (w tym dwanaście Doktoranta).

Tematyka podjęta przez Doktoranta jest aktualna i spełnia warunki znamion oryginalnego problemu naukowego, do którego rozwiązania jest niezbędna ogólna wiedza teoretyczna i praktyczna Kandydata w dyscyplinie naukowej „Inżynieria mechaniczna” (Budowa i eksploatacja maszyn) i wymaga umiejętności samodzielnego prowadzenia przez Doktoranta pracy naukowej.

**W związku z tym, że w piśmie dotyczącym opracowania recenzji wskazano, że określone treści stanowią informacje poufne, w recenzji odniesienia do tych treści zaznaczone zostały kolorem żółtym. Jednocześnie, na podstawie pozyskanej wiedzy, chciałbym zaznaczyć, że informacje zawarte w recenzowanej rozprawie doktorskiej nie są informacjami poufnymi w myśl Ustawy o ochronie informacji niejawnych (Dz.U. 2023 poz. 756), a stanowią jedynie tajemnicę przedsiębiorstwa, w związku z powyższym niniejsza recenzja jest dokumentem jawnym, z zastrzeżeniem ochrony wskazanych treści.**

Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie do tematu rozprawy. Nakreślono tu ogólnie cel pracy oraz kwestie związane z zależnością pomiędzy rozwojem techniki a środowiskiem pracy i życia człowieka. Zdefiniowano „kabinę maszyny” oraz opisano maszynę jako obiekt socjotechniczny stanowiący środowisko pracy.

Rozdział drugi zawiera syntetyczną analizę zanieczyszczeń w kabinie maszyny ze wskazaniem ich źródeł.

Rozdział trzeci zawiera analizę metod oczyszczania powietrza w kabinie z podziałem na filtrację, metody biologiczne oraz metody katalityczne i fotokatalityczne.

Rozdział czwarty to analiza stanu wiedzy oraz techniki dotyczącej procesów oraz reaktorów fotokatalitycznych. Autor dokonał, w ramach tego rozdziału, bardzo dokładnej analizy literatury światowej z uwzględnieniem rodzaju problemów badawczych oraz opisanych w publikacjach zagadnień badawczych.

Rozdział piąty dotyczy opisu reaktora fotokatalitycznego jako układu przepływowego.

Rozdział szósty stanowi opis badań pilotażowych związanych z zastosowaniem metod fotokatalitycznych do oczyszczania powietrza z toksycznych związków w postaci gazowej. Przedstawiono model stanowiska badawczego, wyniki badań oraz wynikające z nich wnioski, będące punktem wyjścia do określenia celów naukowych dysertacji.

W rozdziale siódmym przedstawiono cel i zakres pracy. Sformułowano następujące cele pracy:

**1. Cele naukowe:**

- 1) *Opracowanie metody projektowania reaktorów fotokatalitycznych do oczyszczania powietrza w kabynie maszyny,***
- 2) *Opracowanie metody badania skuteczności przepływowych reaktorów fotokatalitycznych do oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń gazowych,***
- 3) *Ocena wpływu zastosowania reaktora fotokatalitycznego na stan zanieczyszczenia wnętrza kabiny pojazdu.***

**2. Cele użytkowe:**

- 1) *Zaprojektowanie i stworzenie stanowiska do badań reaktorów fotokatalitycznych,***
- 2) *Wyznaczenie wytycznych projektowych dla reaktora fotokatalitycznego w układzie wentylacyjnym kabiny maszyny.***

Autor sformułował następujący zakres prac badawczych:

- opracowanie koncepcji i budowa stanowiska do badań procesów jednostkowych skuteczności redukcji szkodliwych składników spalin,
- stworzenie planu eksperymentu (w oparciu o wyniki badań pilotażowych),
- opracowanie metody pomiarowej,
- wykonanie badań zasadniczych,
- dobór paramentów metody oczyszczania powietrza wewnątrz kabiny maszyny,

- weryfikacja skuteczności w poprawie jakości powietrza w kabinie maszyny (z zastosowaniem narzędzi numerycznej mechaniki płynów),
- opracowanie wytycznych dla celów projektowych reaktora do konkretnego układu wentylacji pojazdu.

Przedstawione w tym rozdziale zadania badawcze zapewniają czytelnikowi łatwość śledzenia dalszej części pracy.

Rozdział ósmy zawiera program oraz metodykę badań. Zawarto w nim opis powłoki aktywnej wraz z badaniami mikrostruktury oraz przedstawiono wybrane przez Autora metody badawcze, służące osiągnięciu założonego w pracy celu naukowego z szczególnym uwzględnieniem opis autorskiego stanowiska pomiarowego oraz stosowanej w badaniach aparatury, a także dobór parametrów badawczych.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono kompletny, centralno-kompozycyjny plan eksperymentu, wraz z jego graficznym i tabelarycznym zobrazowaniem.

W rozdziale dziesiątym przedstawiono wyniki badań zrealizowanych zgodnie z zaproponowaną przez Autora procedurą pomiarową i opracowanym planem eksperymentu oraz ich analizę. Przedstawiono skuteczność badanej metody w zależności od wielkości powierzchni aktywnej, temperatury oraz odległości źródła światła od powierzchni aktywnej.

W rozdziale jedenastym przedstawiono analizę wyników badań z uwzględnieniem metod statystycznych oraz porównano wyniki uzyskane na podstawie modeli matematycznych z wynikami pomiarów wykonanych zgodnie z autorską metodą pomiarową.

W rozdziale dwunastym przedstawiono wyniki numerycznych badań symulacyjnych wpływu zastosowania zjawiska fotokatalizy w konstrukcji systemu wentylacyjnego pojazdu na zmniejszenie ilości zanieczyszczeń we wnętrzu kabiny. Badania przeprowadzono dla dwóch różnych pojazdów oraz maszyny roboczej.

Rozprawę zamyka podsumowanie, zawierające syntetycznie ujęte wnioski, które korespondują bezpośrednio z celem przeprowadzonych analiz i badań oraz wskazanie dalszych kierunków badań.

Układ pracy uważam za właściwy dla rozpraw doktorskich. W pracy wyraźnie wyodrębniono elementy opisu stanu wiedzy związanej z tematem rozprawy oraz elementy własnego wkładu Autora w rozwiązanie postawionego sobie zadania naukowego. W pracy został sprecyzowany cel naukowy, przedstawiono metodykę badań, ich wyniki, analizę tych wyników a także sformułowano oryginalne wnioski.

### 3. OCENA ROZPRAWY

Pod względem merytorycznym i metodycznym oceniam dobrze recenzowaną pracę, co nie oznacza, że praca nie posiada błędów i usterek, które zostaną szerzej omówione w części dotyczącej uwag szczegółowych, gdyż nie rzutują na ogólną ocenę pracy.

Układ logiczny treści rozprawy, odpowiadający tokowi prowadzonych analiz i badań, jest prawidłowym metodycznie ciągiem czynności badawczych, powodującym, że układ treści jest przejrzysty, bez powtórzeń i luk.

Uważam, że cele pracy zostały osiągnięte, a uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą, a zwłaszcza praktyczną.

Na szczególne wyróżnienie, upoważniające mnie do takiej oceny rozprawy, zasługują następujące elementy:

1. Opracowanie zrównoważonego cyklu istnienia maszyny z uwzględnieniem jakości powietrza wewnętrznego w kabinie (w fazie eksploatacji maszyny);
2. Zdefiniowanie czynników narażenia kierowcy zawodowego w środowisku pracy, ze szczególnym uwzględnieniem jakości powietrza wewnątrz kabiny maszyny/pojazdu;
3. Zaprojektowanie przez Autora oraz wykonanie unikatowego stanowiska badawczego pozwalającego na przeprowadzenie badań mających na celu określenie skuteczności oczyszczania powietrza metodą fotokatalizy w zależności od wielkości powierzchni aktywnej, temperatury oraz odległości źródła światła od powierzchni aktywnej;
4. Zastosowanie metody planowania eksperymentu oraz zaawansowanych metod statystyczne w analizie wyników, umożliwiające wyprowadzenie adekwatnych wniosków podnoszą poziom naukowy rozprawy;
5. Interdyscyplinarny charakter rozprawy wymagający szerokiej wiedzy z różnych obszarów nauki i techniki;
6. Praca poza wartością naukową ma znaczny charakter użyteczny, a jej wyniki mają duże szanse na wdrożenie.

Mam również uwagi krytyczne, niekiedy o charakterze dyskusyjnym, a także zapytania w sprawach nie do końca dla mnie jasnych:

1. Część teoretyczna stanowi bardzo bogaty zbiór aktualnych informacji literaturowych związanych z tematem pracy, brakuje jednak, tak ważnej w pracach naukowych, krytycznej analizy ich treści;
2. Brakuje schematu przedstawiającego metodę projektowania reaktorów fotokatalitycznych do oczyszczania powietrza w kabinie maszyn;
3. Brakuje jednoznacznie przedstawionych wytycznych projektowych dla reaktora fotokatalitycznego;
4. W rozprawie nie przedstawiono tezy/ hipotezy pracy, a jedynie cele naukowe i badawcze. Czy Autor dokonał takiego zabiegu celowo i czy jest możliwe postawienie tezy/hipotezy naukowej dla analizowanej dysertacji?

#### 4. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Jak wcześniej wspomniałem, uwagi te w żadnym stopniu nie obniżają mojej oceny ogólnej, wysokiej oceny wszystkich aspektów pracy (wyboru i sformułowania tematu, uzasadnienia, analiz, badań i wnioskowania). Są to w większości typowe potknięcia spotykane w pracach naukowych i formułuję je w celu skłonienia Autora do dodatkowych przemyśleń oraz doskonalenia warsztatu naukowego i pisarskiego.

1. Wątpliwość budzi tak znaczna liczba rozdziałów (jest ich bez wniosków i kierunków dalszych badań aż 12), co powoduje niepotrzebne rozbieżności treści w bardzo krótkich rozdziałach;
2. Autor podszedł do edycji tekstu w sposób dość niedbały, szczególnie pod względem układu strony, odstępów między wierszami, numeracji wzorów oraz kwestii stylistycznych;
3. Nie wszystkie skróty i oznaczenia uwzględniono w „Spisie skrótów i oznaczeń” – brakuje np. oznaczeń współczynników z równania na str. 89 (rozdział 11)
4. Brak spisu tabel i rysunków;
5. Słaba jakość rysunków, np. 11, 13, 14, 18, 19, lub ich nieczytelność, np. 12, 60, 61, 64, 65, 67-69;
6. Str. 7, 17 wg., mówimy raczej o przemyśle „metalurgicznym” lub „odlewniczym” a nie „żelaznym”;

7. Str. 9, czy atmosfera kabiny maszyny to tylko mieszanina substancji gazowych?  
A co z cząstkami cieczy lub cząstkami stałymi, o których Autor pisze na str. 14?
8. Str. 9, rys. 1 – czy na wyjściu z układu przedstawionego na rysunku nie powinna być praca?
9. Str. 10, rys. 2 – „zeroemisyjne” i „bezodpadowe” piszemy razem (przymiotniki) inaczej niż w przypadku rzeczownika, odpowiednio „zero emisji” i „bez odpadów”;
10. Str. 11, czy płeć kierowcy wpływa na oddziaływanie ze strony środowiska kabiny, oraz jak zmiany populacji kobiet i mężczyzn jeżdżących pojazdami wpływają na treści pracy?
11. Str. 13 oraz w dalszej części rozprawy – używanie zwrotów „z ubiegłego roku” lub „tegoroczna” jest w pewnym sensie nieprecyzyjne, a może być wręcz mylące w kwestii m.in. rozpraw naukowych, ponieważ jest prawdziwe wyłącznie w roku, w którym napisano rozprawę (już data publikacji może to zdezaktualizować), a w przyszłości będzie wymagało znacznej uwagi i pamięci czytającego (trzeba o tym pamiętać i przeliczać okres do roku, w którym praca będzie czytana).
12. Str. 13, 7 wg.; Proszę zdefiniować „dawkę narażenia kierowców”;
13. Str. 15, jak w uwadze 9;
14. Str. 17, rys. 6, proszę wyjaśnić, dlaczego preparaty impregnujące, czyszczące, pielęgnacyjne i zapachowe zakwalifikowano zarówno do źródeł zarówno zależnych jak i niezależnych od użytkownika?
15. Str. 18, 18 wg., powinno być „liczby”, ponieważ czynniki są policzalne;
16. Str. 18 5 wd., powinno być raczej „ z czasem użytkowania samochodu” a nie „ z **upływem czasu użytkowania** samochodu”.
17. Str. 19, 2 wg., czym się różni wpływ materiału kabiny na człowieka w pojeździe o napędzie spalinowym i elektrycznym, skoro pojazd elektryczny został tu wyróżniony?
18. Str.19, rys. 7, błędny podpis rysunku, ponieważ wynika z niego, że przy temperaturze ok. 320K w kabinie jest 70% LZO i 30% powietrza, a nie taki jest cel tego rysunku.
19. Str. 19, 9 wd., powinno być „stężenie”, a nie „emisja”, która zasadniczo oznacza masę substancji;
20. Str. 20, rys. 8, Autor w treści używa nawy wielkości LZO a na rysunku TVOC;
21. Str. 21, w podsumowaniu Autor pisze, że zaproponował podział ze względu na sposób oddziaływania na zdrowie użytkownika, natomiast w treści nie odnalazłem takiego podziału;

22. Str. 22, 7 wd., badamy raczej o „proces filtracji” a nie „zjawisko filtracji”;
23. Str. 23, 6 wd., skuteczność adsorpcji determinuje raczej powierzchnia złoża adsorpcyjnego, objętość będzie determinować absorpcję;
24. Str. 28, 12 wg., czy trzy publikacje (poz. 51-53) można nazwać „licznymi publikacjami”?
25. Str. 32, w pracach naukowych nie używa się odwołań w formie ” wspominały o tym również w innym miejscu tego opracowania”, lecz wskazuje się konkretny rozdział/podrozdział;
26. Str. 34, Autor posługuje się jednocześnie różnymi jednostkami:  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $\text{cm}/\text{s}$ ;
27. Str. 36, uważam, że tytuł podrozdziału 4.1 brzmiałby lepiej, gdyby trendy „dotyczyły” jakości powietrza nie były „w jakości” powietrza – Trendy badawcze dotyczące jakości powietrza wewnętrznego ...;
28. Str. 42, w przypadku następujących kolejno po sobie kilku pozycji literaturowych zwykle stosuje się zapis [69 – 75], podobnie w dalszej części rozprawy;
29. Str. 47, rys. 21, brak opisu elementów rysunku „a”;
30. Str. 52, powinno być raczej „[...] w temperaturach możliwych do zrealizowania przez układ wentylacji pojazdu”;
31. Str. 55 i 56, rys. 26 i 27 – opis rysunków powinien być w języku polskim;
32. Str. 57, 4 wg., czy długość fali nie powinna być w nanometrach (nm) a nie mikrometrach?
33. Str. 61, tab. 3, wartości stężeń atomowych i wagowych nie sumują się do 100%.

## 5. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- Autor dokonał trafnego wyboru tematyki swojej pracy;
- Cele pracy zostały osiągnięte oraz potwierdzone badaniami;
- Formalno-redakcyjny układ rozprawy jest dobry;
- Praca dobrze konweniuje ze stanem teorii i rzeczywistymi kierunkami rozwoju metod oczyszczania powietrza w kabinach pojazdów;
- Rozprawa spełnia kryterium logicznej poprawności.



W moim przekonaniu fakty te świadczą o wystarczających kompetencjach Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

W związku z powyższym uważam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Radosława Włostowskiego pt.: „Ocena wpływu zastosowania reaktora fotokatalicznego na stan zanieczyszczenia wnętrza kabiny pojazdu” (promotor: dr. hab. inż. Anna Janicka, prof. PWr) **spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003r., nr 65, poz. 595, z późn. zm.) w zw. z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2020.1086 z późn.zm.), **a mgr inż. Radosław Włostowski może być dopuszczony do jej publicznej obrony.**

