

Recenzent:

Dr hab. Sebastian Stach, prof. UŚ
Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Inżynierii Biomedycznej
ul. Będzińska 39
41-205 Sosnowiec

Sosnowiec, 12 grudnia 2025 r.

Adresat:

Rada Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna
Politechnika Śląska
ul. Roosevelta 40, 41-800 Zabrze

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: Wpływ palenia papierosów elektronicznych i tradycyjnych na wybrane parametry układu oddechowego i sercowo-naczyniowego pacjentów, na podstawie analizy wektorów danych, uzyskanych z rejestracji wielomodalnych sygnałów biomedycznych

Autorka rozprawy: mgr inż. Joanna Chwał

Promotor: dr. hab. inż. Paweł Kostka, prof. PŚ

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Rafał Doniec

I. Podstawa formalna i przedmiot recenzji

Niniejsza recenzja została sporządzona na podstawie Uchwały nr 84/2025 Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej z dnia 16 października 2025 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów w postępowaniu o nadanie stopnia doktora oraz w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny, Pana Prof. dr. hab. inż. Roberta Michnika z dnia 24 października 2025 r. (znak sprawy: RDIB.002.31.2025).

Przedmiotem oceny jest rozprawa doktorska **mgr inż. Joanny Chwał** pt. „Wpływ palenia papierosów elektronicznych i tradycyjnych na wybrane parametry układu oddechowego i sercowo-naczyniowego pacjentów, na podstawie analizy wektorów danych, uzyskanych z rejestracji wielomodalnych sygnałów biomedycznych”.

Praca została zrealizowana pod opieką naukową:

- Promotora: dr. hab. inż. Pawła Kostki, prof. PŚ
- Promotora pomocniczego: dr. hab. inż. Rafała Dońca

Ocenę merytoryczną oparłem na obowiązujących przepisach prawa, w szczególności na Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.), zwanej dalej Ustawą, oraz na Regulaminie w zakresie nadania stopnia doktora (Załącznik do uchwały nr 43/2023 Senatu Politechniki Śląskiej). Zgodnie z art. 187 Ustawy, moim zadaniem jest stwierdzenie, czy przedłożona rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie, czy stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz czy potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

II. Charakterystyka rozprawy, cele i hipotezy badawcze

Rozprawa doktorska mgr inż. Joanny Chwał ma formę cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych, co jest zgodne z art. 187 ust. 3 Ustawy. W skład cyklu wchodzi 11 prac (oznaczonych jako A1–A11), z których część została już opublikowana w renomowanych czasopismach (m.in. *Applied Sciences*, *Journal of Clinical Medicine*), a część znajduje się w procesie recenzyjnym lub wydawniczym. Do cyklu dołączono obszerne streszczenie (autoreferat) w języku polskim i angielskim, spajające poszczególne wątki badawcze.

Główny cel rozprawy został sformułowany przez Autorkę precyzyjnie jako „kompleksowa, interdyscyplinarna ocena i porównanie wpływu palenia papierosów elektronicznych i tradycyjnych na wybrane parametry układu oddechowego i sercowo-naczyniowego, metaboliczne oraz behawioralne”. Jest to cel ambitny, wymagający połączenia metod inżynierii biomedycznej z fizjologią kliniczną. W celu jego realizacji Autorka postawiła aż 11 hipotez badawczych (I–XI), które logicznie strukturyzują proces badawczy. Obejmują one szerokie spektrum zagadnień: od założenia o obecności metali ciężkich w aerozolu (Hipoteza I), poprzez różnice w farmakokinetyce nikotyny (Hipoteza II) i wpływ degradacji grzałki (Hipoteza IV), aż po specyficzne skutki fizjologiczne, takie jak zmiany metaboliczne (Hipoteza IX), zaburzenia kontroli posturalnej (Hipoteza X) czy hiper-reaktywność sercowo-naczyniową (Hipoteza XI). Taka konstrukcja hipotez dowodzi dojrzałości naukowej Autorki i świadomego planowania eksperymentu.

Podjęta przez Autorkę tematyka jest niezwykle aktualna i ważna społecznie. Dynamiczny wzrost popularności elektronicznych systemów dostarczania nikotyny (ENDS), zwłaszcza w grupie tzw. *young adults*, rodzi pilną potrzebę obiektywnej weryfikacji ich wpływu na zdrowie. Mgr inż. Joanna Chwał podjęła się zadania ambitnego – próby wieloaspektowego porównania skutków używania e-papierosów i papierosów tradycyjnych, wychodząc poza proste analizy statystyczne i sięgając po zaawansowane metody inżynierii biomedycznej.

Na szczególne uznanie zasługuje interdyscyplinarny charakter pracy. Autorka sprawnie porusza się w obszarach inżynierii materiałowej (analiza degradacji grzałek), toksykologii, fizjologii człowieka, a także zaawansowanej analizy danych (uczenie maszynowe) i modelowania matematycznego (modele PBPK, łańcuchy Markowa). Takie holistyczne podejście – od cząsteczki i modelu *in silico*, przez badania populacyjne, aż po analizę sygnałów biomedycznych – jest rzadko spotykane w ramach jednego doktoratu i świadczy o dużej dojrzałości naukowej Autorki.

III. Ocena merytoryczna dorobku badawczego

Analizując merytoryczną zawartość przedłożonego cyklu, można wyróżnić w nim trzy logicznie powiązane nurty badawcze:

1. Analiza toksykologiczna i modelowanie procesów fizycznych (Prace A1, A4)

Weryfikując Hipotezę I i IV, w pracy [A1] Autorka wykazała, że skład aerozolu z e-papierosów jest silnie determinowany warunkami eksploatacji urządzenia. Kluczowym i niepokojącym wynikiem jest identyfikacja obecności metali ciężkich (chrom, nikiel, ołów) w stężeniach zależnych od poziomu napełnienia zbiornika (zjawisko *dry puff*). Uzupełnieniem jest praca [A4], w której Autorka opracowała nowatorski model obliczeniowy degradacji grzałki. Potwierdzono, że degradacja termiczna elementu grzejnego jest istotnym źródłem emisji toksyn, co stanowiło weryfikację Hipotezy IV. Połączenie badań eksperymentalnych z symulacją numeryczną procesów termicznych to doskonały przykład inżynierskiego podejścia do problemu medycznego.

2. Modelowanie farmakokinetyczne i populacyjne (Prace A2, A3, A5, A6, A7)

Ten blok tematyczny, realizujący m.in. Hipotezy II, III, VI i VII, stanowi o sile metodologicznej doktoratu. Opracowanie i walidacja modeli PBPK (Physiologically Based Pharmacokinetic) dla nikotyny [A2, A3] pozwoliło na precyzyjne porównanie dynamiki wchłaniania tej substancji z różnych źródeł. Wykazanie różnic w profilach stężeń (ostre "piki" przy papierosach tradycyjnych vs. bardziej płaskie profile przy e-papierosach) potwierdziło Hipotezę II - ma fundamentalne znaczenie dla zrozumienia mechanizmów uzależnienia.

Równie imponujące jest zastosowanie modeli dynamicznych typu SIQ+P+E+H+X [A6] oraz łańcuchów Markowa [A7] do prognozowania skutków polityk zdrowotnych, co pozwoliło zweryfikować Hipotezy VI i VII. Doktorantka wykazała tu biegłość w operowaniu narzędziami matematycznymi do rozwiązywania problemów epidemiologicznych.

3. Badania eksperymentalne z udziałem ludzi (Prace A8, A9, A10, A11)

Największą wartość poznawczą niosą badania na grupie 60 młodych dorosłych, weryfikujące Hipotezy IX, X i XI. W pracy [A9] wykazano, że mimo braku substancji smolistych, użytkownicy e-papierosów charakteryzują się niekorzystnym profilem metabolicznym (m.in. wyższy wiek metaboliczny), co potwierdza Hipotezę IX. Z

kolei w pracy [A10] zidentyfikowano subtelne zaburzenia kontroli posturalnej u użytkowników nikotyny (Hipoteza X).

Najciekawszy wydaje się jednak wynik pracy [A11], dotyczący reaktywności sercowo-naczyniowej. Obserwacja, że użytkownicy e-papierosów wykazują silniejszą reakcję układu współczulnego na stres fizjologiczny niż palacze tradycyjni (potwierdzenie Hipotezy XI), jest kontrintuicyjna i stanowi ważny, oryginalny wkład w światową dyskusję na temat bezpieczeństwa kardiologicznego ENDS. Zastosowanie analizy wektorowej sygnałów multimodalnych (EKG, PPG, ciśnienie) pozwoliło na uchwycenie zjawisk, które mogłyby umknąć w standardowym badaniu klinicznym.

IV. Ocena wkładu Kandydatki

Analiza oświadczeń współautorów oraz opisów wkładu zawartych w autoreferacie nie pozostawia wątpliwości co do wiodącej roli mgr inż. Joanny Chwał w powstaniu prac wchodzących w skład rozprawy.

We wszystkich 11 publikacjach Kandydatka jest pierwszym autorem. Jej udział procentowy określono na poziomie od 40% do 60%, co przy pracach wieloautorskich i interdyscyplinarnych jest wartością bardzo wysoką. Wkład ten obejmował kluczowe etapy: od koncepcji badań, przez projektowanie eksperymentów i modeli, rekrutację pacjentów, realizację pomiarów, aż po analizę danych, implementację algorytmów ML i redakcję manuskryptów.

W świetle powyższego stwierdzam, że Doktorantka wykazała pełną samodzielność naukową.

V. Uwagi krytyczne i dyskusja

Wysoka ocena rozprawy nie zwalnia recenzenta z obowiązku wskazania pewnych ograniczeń pracy, które jednak nie wpływają na jej ogólną pozytywną ocenę.

1. Liczebność grup w badaniach klinicznych

Grupy badawcze w pracach eksperymentalnych (n=20 w każdej podgrupie) są relatywnie niewielkie. Choć zastosowane metody statystyczne i techniki ML (np. walidacja krzyżowa) pozwoliły na uzyskanie wiarygodnych wyników, wnioskowanie populacyjne na tej podstawie powinno być ostrożne. Jest to jednak typowe ograniczenie dla prac doktorskich o tak złożonym protokole pomiarowym.

2. Weryfikacja statusu palenia

Kwalifikacja do grup opierała się na deklaracjach uczestników. W przyszłych badaniach warto rozważyć biochemiczną weryfikację (np. poziom kotyniny), aby wykluczyć tzw. *hidden users*.

3. Specyfika metody EDS

W pracy [A1] zastosowano metodę EDS do analizy pierwiastkowej. Jest to metoda półilościowa, która nie pozwala na określenie specjacji chemicznej metali, co ma kluczowe znaczenie dla ich toksyczności. Autorka słusznie zauważa to ograniczenie w dyskusji, niemniej jednak warto byłoby w przyszłości sięgnąć po metody spektrometrii mas (ICP-MS).

Uwagi te mają charakter polemiczny i wskazują raczej na potencjalne kierunki dalszego rozwoju naukowego Autorki, niż na błędy w sztuce.

VI. Uwagi redakcyjne i formalne

Jako recenzent jestem zobowiązany zwrócić uwagę na pewne usterki formalne i redakcyjne, które pojawiły się w przedłożonej dokumentacji. Wymagają one wyjaśnienia, najlepiej w trakcie publicznej obrony, lub korekty w ostatecznej wersji pracy:

1. niespójność danych bibliograficznych

W wykazie publikacji oraz w załączonych oświadczeniach widnieje niejasność dotycząca tożsamości jednego ze współautorów. W opisie publikacji [A9] (str. 8 i oświadczenia) wymieniony jest „Szaflik Piotr”, natomiast przy publikacjach [A10] i [A11] (str. 9 i oświadczenia) widnieje „Szaflik Paweł”. Jest to uchybienie formalne,

które musi zostać jednoznacznie wyjaśnione, aby nie budzić wątpliwości co do autorstwa prac składowych.

2. Jakość materiału ilustracyjnego

Zastrzeżenia budzi czytelność części wykresów zamieszczonych w autoreferacie. W szczególności opisy osi, etykiety słupków oraz legendy na niektórych rycinach (np. Rys. 7, 9, 12, 13, 14) są nieczytelne – czcionka jest zbyt mała, rozmyta lub zlewa się z tłem. W pracy doktorskiej, w której analiza danych odgrywa kluczową rolę, poprawna i czytelna prezentacja wyników graficznych jest wymogiem podstawowym.

3. Błędy korektorskie

W tekście autoreferatu zdarzają się przeoczenia edytorskie. Przykładowo, w tytule Tabeli 8 na stronie 43 widnieje błędny zapis: „Charaktrystyka uczestników badań [A9]” (brak litery „e”). Wskazuje to na konieczność staranniejszej korekty tekstu.

4. Usterki stylistyczne

W części wstępnej (str. 11), w definicji papierosów elektronicznych, pojawia się sformułowanie o zachwianej składni: „...urządzeniami [...] drogą wziewną dostarczającą ją do organizmu”. Niezgodność gramatyczna między podmiotem („urządzeniami” - l.mn., r. nijaki) a imiesłowem („dostarczającą” - l.poj., r. żeński) utrudnia odbiór tekstu naukowego.

5. Precyzja terminologiczna

W części wstępnej Autorka pisze: *„W języku polskim przyjęto się powszechne używanie terminologii »palenia e-papierosów«, »palacze e-papierosów«; pamiętając o powyższej definicji, na potrzeby płynności językowej w niniejszej rozprawie te terminy mogą być wykorzystywane zamiennie i nie wynikają z braku wiedzy doktorantki”*. Choć jest to wytłumaczenie (“disclaimer”), w pracy naukowej (szczególnie doktorskiej) zaleca się precyzję. Używanie terminów potocznych „palenie” wobec e-papierosów (gdzie nie zachodzi proces spalania) jest błędem merytorycznym, nawet przy takim zastrzeżeniu. Zdecydowanie właściwsze byłoby konsekwentne stosowanie terminów „używanie”, „korzystanie” lub „wapowanie”.

Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że przytoczone powyżej uwagi mają charakter porządkowy i redakcyjny. Tego typu drobne usterki zdarzają się w obszernych opracowaniach naukowych i nie mają wpływu na ocenę merytoryczną pracy ani na jej wartość badawczą.

VII. Konkluzja i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Joanny Chwał jest dziełem dojrzałym, spójnym i nowoczesnym. Autorka z powodzeniem połączyła warsztat inżyniera biomedycznego z wiedzą medyczną, dostarczając nowych, oryginalnych danych na temat wpływu e-papierosów na organizm człowieka.

Stwierdzam, że przedłożona rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w **art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.)**. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Kandydatka wykazała się szeroką wiedzą teoretyczną oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W związku z powyższym, wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej o **dopuszczenie mgr inż. Joanny Chwał do publicznej obrony rozprawy doktorskiej**.

Jednocześnie, ze względu na wysoki stopień interdyscyplinarności pracy, ambitne i nowatorskie połączenie zaawansowanego modelowania obliczeniowego z badaniami eksperymentalnymi oraz istotną wagę i oryginalność uzyskanych wyników naukowych oraz ich wagę społeczną, **wnoszę o rozważenie wyróżnienia niniejszej rozprawy doktorskiej** po pomyślnie zakończonej obronie.



Dokument podpisany
przez Sebastian Stach
Data: 2025.12.21
10:27:01 CET