



WYDZIAŁ ROLNICTWA,
OGRODNICTWA
I BIOTECHNOLOGII
Katedra Biochemii i Biotechnologii

Prof. UPP dr hab. Joanna Zeyland
Katedra Biochemii i Biotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Rafała Nowaka
pt. Nowe strategie przeciwwirusowe oparte o hamowanie procesu wnikania wirusów do
wnętrza komórki, na przykładzie SARS-CoV-2 i wirusa grypy typu A

Ogólna charakterystyka pracy

Praca doktorska została zrealizowana w Instytucie Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu, w Zakładzie Wirusologii Molekularnej, pod kierunkiem prof. dr hab. Elżbiety Kierzek – promotora oraz dr. Pawła Zmory – promotora pomocniczego. Pani prof. dr hab. Elżbieta Kierzek, kierująca Zakładem Genomiki Strukturalnej RNA, oraz dr Paweł Zmora, kierownik Zakładu Wirusologii Molekularnej, stworzyli duet promotorski łączący bogate doświadczenie naukowe z inspirującym podejściem mentorskim.

Rozprawa doktorska została przygotowana w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, a przedstawiona do oceny w formie opracowania monograficznego obejmującego rozdziały: Wykaz prac naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, Streszczenie w języku polskim oraz angielskim, Wprowadzenie, Cel pracy, Omówienie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, Dyskusja, Wnioski, Wykaz skrótów, Bibliografia (170 cytowanych w tekście pozycji datowanych głównie po roku 2020), Załączniki (Oświadczenia określające wkład w powstanie prac naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej). Łącznie 150 stron, w tym 112 numerowanych. Zabrakło wykazu tabel (tabele 1-5) oraz rycin (ryciny 1-9). Zgodnie z zapisami w publikacjach, badania ujęte w doktoracie zostały zrealizowane w ramach projektów: „TMPRSS2 – potencjalny cel dla nowych leków oraz wyznacznik przebiegu COVID-19”, Narodowe Centrum Nauki „SZYBKĄ ŚCIEŻKĄ DOSTĘPU DO FUNDUSZY NA BADANIA NAD COVID-19” (UMO-2020/01/0/NZ6/00152), „Molekularne podstawy aktywacji wirusów grypy przez transbłonowe proteazy serynowe typu II”, Narodowe Centrum Nauki „Beethoven Life 1”. (UMO-2018/31/F/NZ1/03891) oraz NCN PRELUDIUM 20 UMO-2021/41/N/ST4/00059. Niestety



zabrakło odniesienia do powyższej informacji w opracowaniu monograficznym.

Wyniki uzyskane w ramach realizacji pracy doktorskiej zostały opublikowane w trzech oryginalnych pracach twórczych z lat 2023-2024:

1. Pawełczyk A., Nowak R., Gazecka M., Jelińska A., Zaprutko L., Zmora P. *Novel Molecular Consortia of Cannabidiol with Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs Inhibit Emerging Coronaviruses' Entry*. „Pathogens”. 2023; 12(2): 205. IF2023 = 3,745; pkt MEiN = 100
2. Nowak R., Gazecka M., Hoffmann M., Kierzek R., Pöhlmann S., Zmora P. *TMPRSS2-specific antisense oligonucleotides inhibit host cell entry of emerging viruses*. „Virology”. 2024; 487: 19-29. IF2024 = 4,100; pkt MEiN = 100
3. Biegański P., Gazecka M., Nowak R., Gorski A., Dutkiewicz N., Kawano D.F., Zmora P., Kowalski K. *Organometallic–Erlotinib Conjugates Active against Lung Cancer Cells and as Emerging Virus Entry Inhibitors*. „Organometallics”. 2024; 43(1): 45-57. IF2024 = 3,129; pkt MEiN = 100

W publikacji „*Novel Molecular Consortia of Cannabidiol with Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs Inhibit Emerging Coronaviruses' Entry*” Doktorant wystąpił jako współautor równorzędny z pierwszym autorem. Natomiast w pracy „*TMPRSS2-specific antisense oligonucleotides inhibit host cell entry of emerging viruses*” pełnił rolę pierwszego autora. W ostatniej prezentowanej publikacji Doktorant był trzecim autorem. Z przedstawionych przez Doktoranta „oświadczeń o wkładzie własnym w publikacje stanowiące część rozprawy doktorskiej” wynika, że jego udział obejmował we wszystkich pracach: przeprowadzanie eksperymentów, przygotowywanie raportów z badań, analizę i interpretację wyników oraz współudział w opracowaniu wstępnej wersji artykułu. Podobne oświadczenie dotyczące wkładu Doktoranta w powstanie publikacji złożył także jeden z autorów korespondencyjnych. Zdaniem Recenzenta w ten sposób sformułowane oświadczenia są bardzo ogólne. W związku z tym, proszę o doprecyzowanie, czy Doktorant samodzielnie wykonał wszystkie eksperymenty opisane w poszczególnych pracach. Jeśli nie – proszę by Doktorant wskazał, które doświadczenia zostały przez niego przeprowadzone i w jakim zakresie.

Oprócz publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, Doktorant jest współautorem sześciu innych artykułów naukowych, opublikowanych w czasopiśmie o łącznym współczynniku wpływu IF=30,917 oraz sumarycznej punktacji MEiN wynoszącej 740. Przedstawiony dorobek publikacyjny należy uznać za niezwykle wartościowy i imponujący, biorąc pod uwagę krótki okres jego osiągnięcia (2021–2025).

Praca doktorska dotyczy opracowania i charakterystyki nowych strategii



przeciwwirusowych ukierunkowanych na hamowanie procesu wnikania wirusów oddechowych do komórek gospodarza. Badania koncentrują się na dwóch istotnych patogenach odpowiedzialnych za ciężkie infekcje dróg oddechowych — wirusie grypy typu A (IAV) oraz koronawirusie SARS-CoV-2. W ramach rozprawy zaproponowano i zweryfikowano trzy odrębne, innowacyjne podejścia terapeutyczne oparte na blokowaniu kluczowych etapów wejścia wirusa do komórki. Pierwsze z nich polega na wykorzystaniu koniugatów kannabidiolu z niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi, które ograniczają interakcję między białkiem kolca SARS-CoV-2 a receptorem ACE2. Drugie podejście obejmuje zastosowanie oligonukleotydów antysensowych (ASO) ukierunkowanych na mRNA genu TMPRSS2, prowadzących do wyciszenia jego ekspresji i zmniejszenia podatności komórek na infekcję. Trzecia strategia opiera się na projektowaniu koniugatów erlotynibu z fragmentami organometalicznymi, które hamują procesy aktywacji białek powierzchniowych wirusów zależne od TMPRSS2 oraz oddziałują na czynnik – EGFR. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska wpisuje się w nurt nowoczesnych badań o charakterze terapeutycznym, ukierunkowanych na ochronę zdrowia człowieka i stanowi istotne osiągnięcie naukowe w tej dziedzinie. Uzyskane wyniki wnoszą cenny wkład w poznanie molekularnych mechanizmów wnikania wirusów oddechowych do komórek gospodarza oraz identyfikują potencjalne, wspólne cele terapeutyczne dla różnych patogenów. Praca w znaczący sposób przyczynia się do rozwoju nowoczesnych strategii przeciwwirusowych o szerokim spektrum działania, opartych między innymi na modulacji czynników komórkowych gospodarza.

Ocena merytoryczna pracy

Rozprawę doktorską otwiera obszerna, licząca 46 i pół strony, wprowadzenie teoretyczne. Autor w sposób uporządkowany i logiczny przedstawia w nim podstawy epidemiologii, omawiając zjawiska epidemii i pandemii oraz infekcje dróg oddechowych wywoływane przez nowo pojawiające się wirusy, odwołując się przy tym do najnowszych publikacji naukowych. Następnie przechodzi do szerokiego i wnikliwego opisu taksonomii oraz klasyfikacji wirusów grypy i koronawirusów. Kolejne fragmenty poświęcone są szczegółowej charakterystyce budowy wirionów oraz cykli replikacyjnych wirusa grypy typu A i SARS-CoV-2. Ta część wprowadzenia jest bardzo rozbudowana, bogato zilustrowana dziewięcioma rycinami i pięcioma tabelami, a także solidnie udokumentowana w oparciu o liczne źródła literaturowe. Pojedyncze drobne uchybienia językowe lub edytorskie nie wpływają na jej wysoką wartość merytoryczną. Ostatni rozdział Wprowadzenia dotyczy krótkiego omówienia strategii przeciwwirusowych ukierunkowanych na RNA/DNA i zajmuje jedynie 5 i pół strony. Ta część opracowania pozornie pozostawia niedosyt podczas czytania pracy. Doktorant jednak



pomysłowo przerzuca ciąg dalszy tych rozważań do rozdziału 7 (Dyskusja) i w nim opisuje oraz dyskutuje szczegółowo strategię przeciwwirusowe.

Cel pracy doktorskiej został sformułowany jasno, logicznie i właściwie dla podjętej problematyki badawczej. Autor wskazał, że celem badań jest opracowanie i ocena nowych strategii przeciwwirusowych opartych na hamowaniu procesu wnikania wirusów do komórek gospodarza, na przykładzie wirusa grypy typu A oraz SARS-CoV-2. Cel ten jest spójny z tytułem rozprawy doktorskiej, a także z aktualnymi wyzwaniami związanymi z poszukiwaniem leków przeciwwirusowych o szerokim spektrum działania przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka szybkiego rozwoju oporności wirusów.

Uszeregowane trzy odrębne metody hamowania wnikania wirusów do komórek gospodarza (1–3) w opinii Recenzenta mogłyby zostać przekształcone w cele szczegółowe pracy, ponieważ zostały przedstawione w sposób konkretny i mierzalny, odpowiadający poszczególnym etapom eksperymentalnym opisanym w trzech oryginalnych publikacjach naukowych. Należy także zauważyć, że Doktorant nie formułuje wprost hipotez badawczych. Można je jednak pośrednio wywnioskować i wyodrębnić z treści zawartych w rozdziale 5 (Cel pracy). Z punktu widzenia wymogów formalnych wskazane byłoby jednoznaczne wyodrębnienie hipotez badawczych w tekście rozprawy podejmującej tematykę eksperymentalną. Recenzent prosi zatem Doktoranta o przedstawienie hipotez badawczych w formie syntetycznych zdań twierdzących. Z perspektywy podejścia merytorycznego, sformułowanie hipotez na początku pracy badawczej porządkuje jej przebieg i ułatwia realizację założonych celów. Brak ich wyraźnego wyróżnienia stanowi niewielki niedostatek formalny, który nie wpływa jednak negatywnie na przejrzystość ani wartość merytoryczną ocenianej pracy.

W opracowaniu nie zamieszczono odrębnego rozdziału „Materiały i metody”, który – w ocenie Recenzenta – znacząco uporządkowałby kwestie związane z techniczną stroną badań. Informacje dotyczące zastosowanego materiału biologicznego, metod eksperymentalnych oraz analiz statystycznych są wprawdzie dostępne w dołączonych publikacjach stanowiących część rozprawy doktorskiej, jednak ich syntetyczne zestawienie w jednym miejscu pozwoliłoby w sposób bardziej przejrzysty ocenić zakres samodzielności Doktoranta oraz docenić różnorodność i stopień opanowania metod badawczych wykorzystanych przez Niego w pracy.

W kolejnym rozdziale Doktorant omawia z osobna każdą publikację wchodzącą w skład rozprawy doktorskiej. W artykule *“Novel Molecular Consortia of Cannabidiol with Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs Inhibit Emerging Coronaviruses’ Entry”* autorzy przedstawiają innowacyjne podejście w chemii medycznej, polegające na tworzeniu koniugatów molekularnych łączących kannabidiol (CBD) z niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi (NLPZ). Celem badań było określenie właściwości przeciwwirusowych



otrzymanych związków wobec wirusa grypy typu A (H1N1) oraz pseudotypów wirusa pęcherzykowego zapalenia jamy ustnej (VSV) zawierających białka S SARS-CoV-1 i SARS-CoV-2 w warunkach *in vitro* z wykorzystaniem linii komórkowych HEK293T, A549 i Vero-TMPRSS2. Wykazano, że koniugaty CBD-NLPZ nie są toksyczne w badanym zakresie stężeń. Konsorcja CBD-NLPZ wykazywały działanie przeciwwirusowe w stosunku do koronawirusów w większym stopniu niż sam CBD. Wykazano, że niektóre konsorcja molekularne CBD-NLPZ charakteryzują się zwiększoną aktywnością przeciwwirusową wobec SARS-CoV-1 i SARS-CoV-2, lecz nie wobec wirusa grypy typu A. Publikacja prezentuje nowatorskie i dobrze uzasadnione podejście badawcze, oparte na racjonalnym projektowaniu hybrydowych związków o potencjalnym działaniu przeciwwirusowym i przeciwzapalnym. Praca wyróżnia się interdyscyplinarnym charakterem. Uzyskane wyniki stanowią obiecujące, nowe podejście do zwalczania obecnych i przyszłych zagrożeń wirusowych. Konieczne są jednak dalsze badania, aby ocenić ich skuteczność w modelach *in vivo* oraz możliwość zastosowania w warunkach klinicznych.

Publikacja "*TMPRSS2-specific antisense oligonucleotides inhibit host cell entry of emerging viruses*" prezentuje odmienne podejście terapeutyczne do klasycznych leków przeciwwirusowych, koncentrujące się na hamowaniu interakcji między wirusem a komórką gospodarza. Doktorant słusznie wskazuje, że wysokie tempo mutacji wirusów ogranicza skuteczność terapii wykorzystujących leki hamujące namnażanie się wirusów. W tym kontekście koncepcja oparcia terapii na czynnikach komórkowych gospodarza, stanowi logiczne i innowacyjne rozwiązanie. W tym przypadku wykorzystano proteazę TMPRSS2 – białko gospodarza kluczowe dla wnikania wielu wirusów oddechowych, w tym wirusa grypy typu A (IAV) i koronawirusów (SARS-CoV-1, SARS-CoV-2, MERS-CoV). Celem badań było poznanie struktury mRNA TMPRSS2, zaprojektowanie ASO i ocena ich skuteczności w hamowaniu wnikania SARS-CoV-2 oraz replikacji IAV. Strukturę mRNA określono metodą RNA SHAPE, a zaprojektowane ASO przetestowano na liniach komórkowych Calu-3, Caco-2 i Vero-TMPRSS2. Większość zaprojektowanych ASO skutecznie obniżała poziom replikacji wirusa grypy typu A oraz wnikanie pseudowirusa SARS-CoV-2, przy jednoczesnym braku cytotoksyczności wobec testowanych linii komórkowych. Zauważono korelację pomiędzy spadkiem ekspresji genu TMPRSS2 a ograniczeniem zakażenia, co wskazuje na specyficzność ASO. Autorzy trafnie łączą zaobserwowany efekt z procesem *no-go decay*, prowadzącym do degradacji mRNA. Wyniki przeprowadzonych badań są obiecujące, w przyszłości wskazane byłoby porównanie skuteczności ASO z istniejącymi inhibitorami TMPRSS2 (np. kamostatem czy nafamostatem) w równoległych warunkach eksperymentalnych oraz ocena skuteczności i bezpieczeństwa zaproponowanych ASO w modelach *in vivo*.



Trzecią, ostatnią publikacją uwzględnioną w pracy doktorskiej jest praca pod tytułem „*Organometallic–Erlotinib Conjugates Active against Lung Cancer Cells and as Emerging Virus Entry Inhibitors*”. Publikacja dotyczy innowacyjnego podejścia do projektowania leków polegającego na modyfikacji dobrze poznanych leków (tutaj związku przeciwnowotworowego, erlotynibu) poprzez wprowadzenie ugrupowań organometalicznych. Erlotynib był już wcześniej badany jako potencjalny lek przeciwko SARS-CoV-2. Niestety w testach z wykorzystaniem modeli komórkowych nie hamował replikacji wirusa, a jego ograniczonej skuteczności dowiedziano w połączeniu z suntinibem. Zespół mimo tego zdecydował się podjąć temat erlotynibu raz jeszcze, tym razem poprzez zaprojektowanie, syntezę, ocenę toksyczności oraz aktywności biologicznej nowych koniugatów erlotynibu zawierających fragmenty ferrocenowe, rutenocenowe i renowe. Nietoksyczny koniugat rutenocenyłowy i erlotynib wykazały obiecujące właściwości przeciwwirusowe — istotnie obniżały miano wirusa grypy A (H1N1) oraz hamowały wnikanie koronawirusów SARS-CoV-1 i SARS-CoV-2 do komórek. Mechanizm działania polega prawdopodobnie na blokowaniu proteolitycznej aktywacji białka kolca S oddziałując z TMPRSS2 lub wpływając na oddziaływanie S z ACE2. W przypadku cięcia proteolitycznego hemaglutyniny przez TMPRSS2, brak efektu inhibitorowego testowanych związków może wynikać z potencjalnego hamowania zdolności ACE2 do wspomagania cięcia proteolitycznego. Wyniki sugerują, że dodanie komponentu organometalicznego może nadać znanym lekom nowe właściwości biologiczne, a opracowany koniugat rutenocenyłowy stanowi potencjalny punkt wyjścia do dalszych badań nad terapiami przeciwwirusowymi. Wprowadzenie fragmentów metaloorganicznych do struktury erlotynibu to nowatorski kierunek, który może otworzyć nowe perspektywy w projektowaniu leków o szerokim spektrum działania. Choć uzyskane efekty wymagają dalszej weryfikacji w modelach *in vivo*, praca dostarcza cennych dowodów na skuteczność koniugatów rutenocenyłowych.

Rozdział zatytułowany Dyskusja przedstawia szeroki i szczegółowy przegląd współczesnych strategii opracowywania leków przeciwwirusowych, koncentrując się na dwóch głównych podejściach: lekach skierowanych bezpośrednio przeciwko elementom wirusa, *virus-targeting antivirals* (VTAs) oraz substancjach oddziałujących na białka i procesy komórkowe gospodarza niezbędne dla cyklu replikacyjnego wirusa, *host-targeting antivirals* (HTAs). Autor analizuje liczne przykłady leków, badań oraz wyników eksperymentalnych, wskazując zarówno na skuteczność, jak i ograniczenia obu strategii. Przedstawione w dyskusji przykłady ilustrują skuteczność leków VTAs, ale jednocześnie podkreślają ich ograniczoną uniwersalność – większość z nich działa wyłącznie wobec określonych typów wirusów, a te ewoluują i nabierają odporności w ten sposób wymykając się spod kontroli terapeutycznej. Doktorant zwraca uwagę, że około 90% obecnie zatwierdzonych leków przeciwwirusowych to VTAs, co



wynika z lepiej poznanych mechanizmów ich działania i mniejszego ryzyka toksyczności. W przeciwieństwie do idei VTAs, koncepcja HTAs opiera się na celowaniu w białka gospodarza uczestniczące w cyklu replikacyjnym wirusa. Doktorant podkreśla, że podejście to może zapewniać szersze spektrum działania i ograniczać ryzyko powstawania oporności, ponieważ wirus nie jest w stanie pominąć celów znajdujących się w organizmie człowieka. Z drugiej strony, HTAs wiążą się z większym ryzykiem działań niepożądanych, gdyż ingerują w funkcjonowanie komórek gospodarza. Dodatkowo, Doktorant wskazuje, że mimo obiecujących rezultatów *in vitro*, skuteczność w warunkach *in vivo* bywa ograniczona, co wymaga ostrożności w działaniach. Doktorant podejmuje również temat peptydomimetyków i trafnie ocenia, że jest to jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków współczesnej farmakologii przeciwwirusowej. Dyskusja prezentuje bardzo wysoki poziom merytoryczny i świadczy o wnikliwości naukowej Doktoranta. Każdy wysunięty argument jest poparty konkretnymi przykładami badań oraz odniesieniami do publikacji naukowych. Dojrzałość Doktoranta widać w krytycznym podejściu do prezentowanych wyników badań. Podkreśla również ograniczenia HTAs i potrzebę ich dalszej walidacji klinicznej. Dzięki takiemu podejściu tekst jest spójny i przekonujący.

Wnioski przedstawione w rozprawie są logicznie powiązane z uzyskanymi wynikami badań i w sposób spójny oraz przejrzysty podsumowują przeprowadzone analizy. Doktorant trafnie identyfikuje potencjał badanych strategii przeciwwirusowych oraz właściwie akcentuje ich znaczenie w kontekście nowo pojawiających się patogenów. Należy jednak zauważyć, że w niektórych fragmentach język wniosków ma nieco zbyt kategoryczny charakter, co może sprawiać wrażenie ostatecznego potwierdzenia skuteczności proponowanych rozwiązań. W szczególności wniosek dotyczący „skutecznej nowej strategii przeciwwirusowej” (Wniosek nr 1) warto byłoby sformułować w sposób nieco bardziej wyważony, poprzez podkreślenie, że uzyskane wyniki wskazują na potencjalną skuteczność lub mogą stanowić podstawę do dalszych badań w tym kierunku. Analogicznie, wniosek odnoszący się do modyfikacji znanych związków przeciwwirusowych (Wniosek nr 2), w którym stwierdzono, iż zmiany te „prowadzą do otrzymania nowych związków o większym potencjale przeciwwirusowym”, należałoby złagodzić, akcentując raczej możliwość uzyskania takich efektów, a nie ich pewność. Wniosek dotyczący TMPRSS2 jako potencjalnego celu terapeutycznego (Wniosek nr 3) został sformułowany poprawnie i zachowuje właściwą ostrożność naukową. Z kolei wniosek końcowy (Wniosek nr 4), odnoszący się do zależności pomiędzy EGFR a TMPRSS2, wymaga drobnego doprecyzowania – zamiast jednoznacznego stwierdzenia o „bezpośrednich oddziaływaniach”, bardziej adekwatne byłoby sformułowanie, iż uzyskane wyniki mogą sugerować istnienie bezpośrednich lub pośrednich interakcji pomiędzy tymi białkami.



Podsumowując, przedstawione wnioski są merytorycznie trafne, spójne z zakresem i wynikami pracy oraz właściwie odzwierciedlają jej główne osiągnięcia. Zgłoszone powyżej uwagi mają charakter redakcyjno-stylistyczny i służą jedynie zachowaniu właściwej dla prac naukowych ostrożności interpretacyjnej, nie podważając wartości ani jakości merytorycznej rozprawy.

Wniosek końcowy

Podsumowując, należy stwierdzić, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Rafała Nowaka stanowi opracowanie naukowe o charakterze zarówno poznawczym, jak i praktycznym. Została przygotowana i napisana w sposób poprawny, zgodny z zasadami obowiązującymi przy tworzeniu tego typu prac. Analiza przedstawionych treści pozwala uznać, że Doktorant posiada szeroką wiedzę w zakresie podejmowanej problematyki, a także potrafi właściwie dobierać oraz wykorzystywać narzędzia badawcze. Wskazane w recenzji uwagi mają charakter konstruktywny i stanowią sugestie, które mogą przyczynić się do dalszego podniesienia wartości naukowej pracy oraz jakości prezentowanych wyników w przyszłości.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia zatem warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) oraz w Sposobie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Instytucie Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu (uchwała Rady Naukowej ICHB PAN nr 40/2025/Internet/RN_140 z dnia 18 marca 2025 r.) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN o dopuszczenie mgr. inż. Rafała Nowaka do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie: nauki ścisłe i przyrodnicze, dyscyplina: nauki biologiczne.

Wniosek o wyróżnienie

W związku z przedstawioną oceną rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Rafała Nowaka pragnę podkreślić jej wyjątkowy charakter aplikacyjny oraz istotne znaczenie społeczne. Tematyka podjęta w pracy dotyczy zagadnień związanych ze zdrowiem publicznym, co nadaje jej szczególną wartość praktyczną i użyteczną. Wyniki badań przedstawione w dysertacji mogą znaleźć realne zastosowanie w działaniach na rzecz poprawy jakości życia i ochrony zdrowia społeczeństwa. Biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny pracy, dojrzałość badawczą Doktoranta oraz możliwość praktycznego wykorzystania uzyskanych rezultatów, wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Rafała Nowaka jako pracy o znaczącym wkładzie zarówno w rozwój nauki, jak i w obszarze dobra publicznego.

13.11.2025