

Kraków, 30.03.2026 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Justyny Kornickiej pt. „*Technologia transdermalnego dostarczania leku za pomocą plastra mikroigłowego połączona z diagnostyką do zastosowania w medycynie weterynaryjnej*”, której promotorem jest Pan prof. dr hab. inż. Rafał Walczak (Politechnika Wrocławska).

Podstawa prawna

Recenzję wykonałem w odpowiedzi na pismo (Zawiadomienie nr 67/03/D02/2026 o wyznaczeniu na Recenzenta) z dnia 18.03.2026 r. przesłane przez Prorektorkę Politechniki Wrocławskiej Panią prof. dr hab. inż. Renatę Krzyżyńską w oparciu o uchwałę Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Wrocławskiej nr 409/20/RDND02/2024-2028 z dnia 16 marca 2026 r. i w odniesieniu do wymagań określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) oraz na podstawie rekomendacji Rady Doskonałości Naukowej zawartych w poradniku pt. „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy” z 2022 r., gdzie zwrócono uwagę, że recenzja rozprawy doktorskiej powinna co do zasady zawierać odpowiedzi z uzasadnieniem na 3 pytania:

(1) czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach;

(2) czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora;

(3) czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Zgodnie z art. 186, pkt. 3 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - stopień doktora nadaje się osobie, która posiada w dorobku co najmniej:

a) 1 artykuł naukowy opublikowany w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub

b) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, albo rozdział w takiej monografii, lub

c) dzieło artystyczne o istotnym znaczeniu.

Charakterystyka ogólna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „*Technologia transdermalnego dostarczania leku za pomocą plastra mikroigłowego połączona z diagnostyką do zastosowania w medycynie weterynaryjnej*” dotyczy opracowania, wytworzenia oraz eksperymentalnej weryfikacji dwóch autorskich rozwiązań, tj. rozpuszczalnych plastrów mikroigłowych do transdermalnego dostarczania substancji aktywnych, wytworzonych z wykorzystaniem technologii druku 3D i mikroformowania oraz przenośnego systemu diagnostycznego typu POCT (ang. point of care test) bazującego na metodzie RT-LAMP (ang. reverse transcription loop-mediated isothermal amplification), czyli izotermicznej amplifikacji za pomocą pętli z odwrotną transkrypcją.

Praca została napisana w języku polskim i składa się z 8 rozdziałów: wstęp i cele pracy (rozdział 1), wprowadzenie (rozdział 2), technologia mikroigieł w dostarczaniu leków i jej potencjał w medycynie weterynaryjnej (rozdział 3), RT-LAMP w diagnostyce z potencjałem do zastosowania w medycynie weterynaryjnej (rozdział 4), druk 3D w konstrukcji mikroigieł oraz miniaturowych urządzeń diagnostycznych (rozdział 5), rozpuszczalne plastry mikroigłowe (rozdział 6), urządzenie diagnostyczne RT-LAMP z drukowanym chipem (rozdział 7), wnioski końcowe (rozdział 8). Bibliografia stanowi dodatkowy rozdział 9 oraz dołączony został spis ważnych oznaczeń i akronimów, streszczenie w języku polskim i angielskim i załącznik nr 1 do podrozdziału 6.1 dotyczący wytwarzania mikroigłowych matryc.

Praca została wyraźnie podzielona na dwie części. W pierwszej Autorka omówiła problem badawczy wraz z jego osadzeniem na tle obecnie prowadzonych prac badawczych w podobnej tematyce, w drugiej części zaś przedstawiła autorski dorobek w zakresie realizacji celów rozprawy, co nadało pracy przejrzysty charakter i w bezdyskusyjny sposób pozwoliło oddzielić osiągnięcia własne od rozwiązań znanych z doniesień literaturowych. Należy również podkreślić interdyscyplinarny charakter rozprawy, bowiem w celu osiągnięcia zakładanych celów potrzebne było zgłębienie wiedzy z zakresu kilku dyscyplin naukowych, w szczególności inżynierii materiałowej, inżynierii biomedycznej, elektroniki, automatyki, inżynierii produkcji, biologii, medycyny weterynaryjnej, biotechnologii i wielu innych pokrewnych, co jest de facto istotą rozpraw doktorskich w ogólności, a w obszarze nauk inżynierijno-technicznych w szczególności.

We wstępie Autorka rozprawy podaje ogólne informacje związane z rozprawą oraz precyzyjnie definiuje cele pracy, tj.

- opracowanie rozpuszczalnych plastrów mikroigłowych do transdermalnego podawania substancji aktywnych (cel pierwszy),
- opracowanie systemu diagnostycznego bazującego na metodzie pomiaru z wykorzystaniem reakcji izotermicznej amplifikacji kwasów nukleinowych RT-LAMP (cel drugi).

Oba rozwiązania zostały opracowane z wykorzystaniem technologii druku 3D w wariantach DLP (ang. digital light processing), co było pośrednim celem rozprawy, aby zwiększyć możliwości wdrożenia rozwiązania do codziennej praktyki klinicznej w klinikach weterynaryjnych, w warunkach domowych z uwzględnieniem również małych hodowli oraz w przyszłości do leczenia/diagnozowania zwierząt udomowionych.

W rozdziale 2 Autorka omówiła koncepcję BioMEMS (ang. biomedical micro-electro-mechanical systems), w którą wpisuje się problem badawczy przedstawiony w omawianej rozprawie. Krótko przedstawiony został rynek urządzeń POCT w weterynarii oraz rozwój w zakresie wykorzystania mikroigieł w różnych aplikacjach. Przedstawione zostały też obszary wykorzystania metody RT-LAMP, która była przedmiotem badań w rozprawie, w diagnostyce patogenów zwierzęcych. W mojej ocenie ten element rozprawy mógłby być przedmiotem pracy przeglądowej, co stanowiłoby pewne zwięźcenie osiągniętych przez Autorkę wyników.

W kolejnym rozdziale czytelnik zostaje zaznajomiony z technologią mikroigieł i ich wykorzystaniem w dostarczaniu leków z naciskiem na zastosowania w medycynie weterynaryjnej. Jak słusznie zauważa Autorka, „wybór odpowiedniej technologii podania leku stanowi element o zasadniczym znaczeniu dla osiągnięcia pożądanego efektu terapeutycznego, wpływając na tempo uwalniania substancji czynnej, jej stabilność chemiczną oraz zdolności do przenikania przez bariery biologiczne”. Ma to szczególne znaczenie przy aplikacjach igieł samorozpuszczalnych. Dodatkowo opracowanie nowatorskich rozwiązań w zakresie skutecznego dostarczania leków i możliwości podawania w warunkach domowych będzie z pewnością przedmiotem intensywnych badań wdrożeniowych w kolejnych latach ze względu na wzrost chorób wśród zwierząt domowych i hodowlanych, np. w przypadku cukrzycy u kotów. Cukrzyca jest jedną z częstszych chorób endokrynologicznych występujących u kotów, a liczba rozpoznawanych przypadków stale wzrasta i podobnie jak w przypadku cukrzycy u ludzi leczenie wymaga podawania egzogennej insuliny za pomocą igieł/wstrzykiwaczy. W tym zakresie opracowanie innowacyjnego plastra pozwalającego na całodobowe podawanie mikrodawk insuliny vs.

konwencjonalne wstrzykiwanie 1–2 dziennie pozwoliłoby na lepsze wyrównanie metaboliczne u pacjenta oraz mniejszy stres w trakcie terapii. Ma to również duże znaczenie w hodowlach profesjonalnych, tzn. hodowlach gatunków zwierząt rasowych. Należy jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że zwierzęta są powszechnie wykorzystywane w badaniach przedklinicznych, gdzie pełnią rolę modeli eksperymentalnych i tym samym opracowanie metody dozowania leków o określonych parametrach farmakokinetycznych i farmakodynamicznych jest również interesującym i wymagającym zagadnieniem badawczym, w którym można wykorzystać opracowane przez Autorkę rozwiązania w zakresie mikroigieł. W dalszej części rozdziału trzeciego Autorka omawia różne geometrie stosowane przy fabrykacji mikroigieł, np. stożkowe, trójkątne, kwadratowe, heksagonalne, cylindryczne (rys. 3, str. 17), metody fabrykacji i zasady działania dla czterech typowych rozwiązań mikroigieł: stałych, pustych w środku, rozpuszczalnych i powlekanych (tabela 1, str. 25). W rozdziale tym zabrakło w mojej ocenie opisu modelu (oraz rysunku poglądowego) skóry ssaków z podziałem na naskórek (*epidermis*), skórę właściwą (*dermis*) i tkankę podskórną (*hypodermis*). Proponuję w trakcie obrony zaprezentować jeden slajd z opisem tych warstw, ich podziałem, rolą itd., gdyż dla osób niebędących w temacie stanowiłoby to dobre wytłumaczenie zasadniczej przewagi mikroigieł nad konwencjonalnymi igłami stosowanymi w medycynie (np. mikroigłami do podawania insuliny). Brakuje też opisu podstawowego stanu patologicznego związanego z przewlekłym podawaniem leków metodą s.c., tj. lipohipertrofii, występującego nągninnie u ludzi i zwierząt chorych na cukrzycę. Zastosowanie opracowanych przez Autorkę rozwiązań w zakresie mikroigieł mogłoby być panaceum na ww. problem.

W rozdziale czwartym Autorka omówiła metodę RT-LAMP w odniesieniu do aplikacji w swojej pracy badawczej oraz w porównaniu z złotym standardem diagnostyki, jakim jest RT-qPCR (ang. reverse transcription-quantitative polymerase chain reaction). Jak słusznie zauważa Autorka (str. 41) optymalizacja i standaryzacja metody RT-LAMP są trudniejsze niż w przypadku RT-qPCR, choć niewykluczone, że kiedyś to się zmieni, bowiem istnieją przesłanki, aby twierdzić, że jest to możliwe, a przy odpowiednim zapotrzebowaniu kosztowność może zostać obniżona.

Rozdział piąty został poświęcony opisowi technologii druku 3D ze szczególnym uwzględnieniem przy fabrykacji mikroigieł oraz zminiaturyzowanych urządzeń POCT. Autorka omówiła podstawowe techniki druku 3D (m.in. stereolitografię – SLA (ang. stereolithography), polimeryzację dwufotonową – 2PP (ang. two-photon polymerization), druk natryskowy – inkjet, selektywne spiekanie laserowe – SLS (ang. selective laser sintering), ekstruzję materiału – FDM (ang. fused deposition modeling) oraz cyfrowe przetwarzanie światła – DLP (ang. digital light processing), krótko scharakteryzowała wady i zalety każdej metody i na podstawie analizy dostępnych możliwości oraz biorąc pod uwagę ewentualne wdrożenie wyników w przyszłości dokonała wyboru techniki druku 3D do swoich prac badawczych.

W rozdziale szóstym Autorka przedstawiła założenia projektowe oraz wyniki prac własnych związanych z wytwarzaniem rozpuszczalnych plastrów mikroigłowych, ze szczególnym uwzględnieniem druku 3D metodą DLP oraz mikroformowania. Autorka przeanalizowała możliwość wytworzenia mikroigieł w formie stożkowej, piramidalnej, trójkątnej i pięciokątnej dla różnych wymiarów. Doktorantka przeanalizowała również dostępne żywice spełniające warunki biokompatybilności, co jest warunkiem koniecznym do rozważania ich w kontekście zastosowania w aplikacjach medycznych. Wymiary geometryczne opracowanych i wytworzonych mikroigieł zostały przedstawione w tabeli 7 (str. 51). Pytanie, jakie się nasuwa, to dlaczego wysokość mikroigieł o geometrii gwiazdy (680 μm) i trójkąta (615 μm) różni się od pozostałych wynoszących 600 μm . Podobnie brakuje informacji, czym spowodowany był rozrzut wartości podstawy mikroigieł w zakresie od 260 do 600 μm , a średnica czubka od 21 do 45 μm . Prośba o doprecyzowanie tych informacji. Kolejne pytanie, jakie nasuwa się podczas lektury rozdziału szóstego, to czy dostępne są w Polsce żywice o parametrach akceptowalnych w projekcie, bowiem Autorka wykorzystywała żywice producentów z Niemiec i Hiszpanii, ale przy zwiększonym zapotrzebowaniu zasadne jest przeprowadzenie dywersyfikacji dostawców. Ponadto na rysunku 19 Autorka przedstawiła porównanie wymiarów geometrycznych: wysokość, podstawa/bok, średnica końca pomiędzy wartościami oczekiwanymi wg projektu a wartościami faktycznie zmierzonymi, podała wartości średnie $\pm$ odchylenie standardowe zabrakło jednak precyzyjnej informacji nt. statystyki. Co prawda, na str. 53

Autorka napisała, że „dla każdej analizowanej cechy wykonano serię niezależnych pomiarów ($n > 6$)”, ale brakuje informacji szczegółowych oraz informacji, dla jakiej liczności igieł te badania zostały powtórzone, żeby realnie ocenić rozrzut technologiczny. Prośba o uzupełnienie tych informacji. Podobne zastrzeżenia mam do danych zilustrowanych na rysunku 25 (str. 63), gdyż w tekście podano, że wykorzystywano 3 typy mikroskopów (str. 61), lecz brak jest informacji, ile próbek przebadano i z czego wywnioskowano wspomniane na str. 63 różnice w zakresie wymiarów wysokości, podstawy i końcówki (tabela 9, str. 63). Na str. 27 przedstawione są wyniki z przeprowadzonego testu wytrzymałości mechanicznej. Na podstawie uzyskanych wyników Autorka wnioskuję, że uzyskano „wystarczającą wytrzymałość mechaniczną”, lecz w mojej ocenie brakuje informacji, ile testów zostało przeprowadzonych i jaka była liczność próby, więc prośba o uzupełnienie tej informacji. Zwracam uwagę na rys. 28b na str. 68 przedstawia również słupki błędów w zakresie wyznaczania stopnia penetracji mikroigieł w poszczególnych warstwach przygotowanej sztucznej skóry, ale brakuje informacji, na podstawie jakich danych te wartości zostały wyznaczone – prośba o doprecyzowanie. Podobne zastrzeżenia mam do wniosku ze str. 70 w zakresie oszacowania całkowitego rozpuszczenia mikroigieł, gdzie Doktorantka stwierdza, że następowało to w ciągu 100 sekund od aplikacji, co najpewniej miało miejsce, ale pytanie brzmi, jak bardzo powtarzalny jest ten proces i ile takich eksperymentów zostało przeprowadzonych, bowiem na rys. 30 (str. 71) pojawiają się słupki błędów, ale w tekście brakuje jednoznacznej informacji.

Rozdział siódmy poświęcony został opisowi wyników uzyskanych w trakcie realizacji drugiego celu pracy, czyli opracowania systemu diagnostycznego bazującego na metodzie pomiaru z wykorzystaniem reakcji izotermicznej amplifikacji kwasów nukleinowych RT-LAMP, a dokładniej do detekcji wirusa – kaliciwirusa (ang. feline calicivirus, FCV), będącego istotnym czynnikiem etiologicznym chorób zakaźnych układu oddechowego u kotów. W tym celu Doktorantka pozyskała próbki z wymazami z jamy ustnej kotów z objawami zapalenia dziąseł. Jako metodę referencyjną Doktorantka zastosowała RT-qPCR. Co ciekawe, w zakresie badań z wykorzystaniem próbek od kotów opis metodologii badawczej został przygotowany szczegółowo: „wszystkie reakcje przeprowadzono w trzech powtórzeniach technicznych ($n=3$) i trzech powtórzeniach biologicznych ($N=3$)”, co jednoznacznie daje informacje o liczności próbek-wyników branych przez Doktorantkę do analizy. Wątpliwości nie budzą też uzyskane wyniki limitu detekcji w zakresie $4,19 \times 10^1$ kopii RNA na reakcję. Również w zakresie oceny swoistości uzyskane wyniki zdają się potwierdzać, że opracowana przez Doktorantkę metoda detekcji na bazie RT-LAMP pozwala na swoiste rozpoznanie RNA FCV i nie generuje sygnałów fałszywie dodatnich w obecności niespokrewnionego RNA ssaków. Podobnie w części opisu stanowiska pomiarowego własnej konstrukcji (podrozdział 7.2, str. 92) Autorka explicite podaje, że „wyznaczano trzy niezależne podobne pomiary w celu oceny jednorodności sygnału fluorescencji”, co daje już pewien pogląd na zastosowaną metodykę badawczą. Oczywiście, zawsze można prowadzić dyskusję, czy trzy niezależne obszary są wystarczającą liczbą, ale w mojej ocenie na potrzeby eksperymentu badawczego w odniesieniu do przedmiotu rozprawy jest to w pełni uzasadnione. Doktorantka wykonała również trzy różne wersje chipów do reakcji RT-LAMP (szczegółowy opis został przedstawiony w rozprawie na str. 95). Różne wersje zaprojektowanego chipa charakteryzowały się różną wielkością komór oraz odległością między nimi, co zostało opisane szczegółowo na str. 102-104 rozprawy. Doktorantka przeprowadziła pomiary chipa w wersji II w trzech wariantach pomiarowych, tj. wszystkie komory chipa zostały wypełnione próbką kontrolną (w rozprawie nazwaną negatywną – woda destylowana) – wariant I, wszystkie komory chipa zostały wypełnione próbką badaną (w rozprawie nazwaną pozytywną – SYBR Green) – wariant II, układ naprzemienny, w którym kolejne komory zawierały próbkę kontrolną, próbkę badaną oraz komora środkowa pozostawała pusta, itd. – wariant III. Uzyskane wyniki potwierdziły, że zaprojektowany układ pozwala na detekcję sygnału fluorescencyjnego w całym zakresie chipa, jednakże z zauważalnym wpływem efektu tłumienia i rozproszenia optycznego. Uzyskane wyniki wskazały konieczność zmiany geometrii pomiaru, co zaowocowało testami chipa w III wersji, gdzie wprowadzone modyfikacje konstrukcyjne, w szczególności wprowadzenie dedykowanego miejsca odczytu fluorescencji oraz kontrolowanego pozycjonowania względem toru optycznego, istotnie poprawiło zdolność rozróżniania sygnałów

między próbkami badanymi a kontrolnymi oraz zwiększyło powtarzalność pomiarów fluorescencji. I to właśnie ta ostatnia wersja została wykorzystana w próbach z próbkami klinicznymi (podrozdział 7.4). Na str. 114 Autorka pisze o procedurze dekontaminacji powierzchni, jednakże brak jest szczegółowych informacji nt. tej procedury – prośba o przedstawienie, jak ta procedura przebiegała. Opis pomiaru w zakresie amplifikacji i rejestracji sygnału fluorescencyjnego nie budzi zastrzeżeń od strony metodologicznej, jednakże w mojej ocenie brakuje porównania pomiędzy czasem trwania całej procedury klinicznej metodą opracowaną przez Doktorantkę vs. metodą referencyjną RT-qPCR, oczywiście z pominięciem czasu potrzebnego na dostarczenie próbek do laboratorium itd., bo to jest bezdyskusyjna przewaga rozwiązania POCT nad metodami referencyjnymi. Rozdział siódmy kończy się wnioskami z przeprowadzonych badań oraz pozostałymi kierunkami optymalizacji opracowanego rozwiązania.

Ostatni rozdział rozprawy, rozdział ósmy, zawiera podsumowanie najważniejszych efektów i wyników z przeprowadzonych prac badawczych. W rozdziale tym Autorka wspomniała, że „w chwili rozpoczynania badań nie istniały rozwiązania (...)” oraz „dostępne w literaturze rozwiązania charakteryzowały się ograniczoną skalowalnością, złożonym procesem wytwarzania lub brakiem możliwości dostosowania geometrii i właściwości funkcjonalnych (...)”. Nasuwa się pytanie, jak wygląda to w chwili obecnej. W którym kierunku poszły rozwiązania światowe i jak rozwiązanie opracowane przez Doktorantkę plasuje się na tle obecnej konkurencji – prośba o komentarz. Brak jest w rozprawie wzmianki o analizie baz patentowych. Czy analiza literatury obejmowała również analizę patentów? Prośba o wyjaśnienia w tym zakresie. W spisie literatury nie doszukałem się publikacji Doktorantki, chociaż takowe istnieją w tematyce rozprawy, z czego wynika brak uwzględnienia tych dwóch prac: (1) *A 3D printed RT-LAMP microdevice for the detection of feline calicivirus*. W: EUROSENSORS 2025, 37th European Conference on Solid-State Transducers : Wrocław, Poland - Sept. 7th-10th 2025. s. 183-184; (2) Justyna K. Kornicka, Patrycja J. Śniadek, Krzysztof Marycz, Rafał Walczak, *Dissolving microneedles fabricated from 3D-printed master molds for application in veterinary medicine*, Scientific Reports. 2025, vol. 15, art. 14102, s. 1-15.

Podsumowując charakterystykę ogólną rozprawy, widać, że praca była pisana w różnych okresach i część pierwsza stylem różni się od części drugiej, co samo w sobie nie jest niczym niedozwolonym, ale w opisie zasadniczej części rozprawy brak jest kilku szczegółowych informacji, które najpewniej Doktorantka ma w głowie lub uznała za oczywiste, ale dla porządku należałoby podać. Zauważalne są też liczne literówki i omyłki pisarskie (np. powtórzenia tłumaczeń, brak indeksów dolnych (str. 19), nazwiska autorów raz kursywą, a raz nie, indeks górny do referencji (str. 34), literówki, tabela 6 na str. 44 – brak jest referencji przy zdjęciach! Nawias w podpisie pod rys. 18 na str. 53, kropki zamiast przecinków przy separatorach, itd.), które w żaden sposób nie umniejszają części merytorycznej rozprawy, wskazują jednak na pośpiech w redagowaniu. Szata graficzna, tj. rysunki i tabele, została przygotowana w sposób czytelny i przejrzysty. Praca jest też napisana starannie pod kątem językowym. Bibliografia obejmuje 232 pozycje literaturowe.

Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach?

Doktorantka w rozprawie udowodniła posiadaną przez siebie wiedzę teoretyczną w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem mikroigieł na bazie technologii druku 3D, wiedzę w zakresie fabrykacji i testowania biosensorów oraz zagadnień związanych z procesami technologicznymi niezbędnymi do wytworzenia biosensorów, w tym przypadku rozpuszczalnych mikroigieł do zastosowania w medycynie weterynaryjnej. Praca ma bez wątpienia charakter interdyscyplinarny i Doktorantka wykazała się wiedzą teoretyczną z kilku dyscyplin, m.in. automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych, inżynierii biomedycznej. W sposób właściwy dla prac z dziedziny inżynierii technicznych Doktorantka przeprowadziła analizę problemu badawczego, zaproponowała autorskie rozwiązanie tegoż problemu oraz zaplanowała cały przebieg eksperymentu celem opracowania rozpuszczalnych plastrów mikroigłowych do transdermalnego dostarczania substancji aktywnych oraz celem opracowania przenośnego systemu diagnostycznego typu POCT na

bazie metody RT-LAMP. Doktorantka zwróciła też uwagę na możliwość wykorzystania opracowanego rozwiązania w gospodarce, biorąc pod uwagę kosztochłonność, dostępność i łatwość wdrożenia autorskiego rozwiązania w codziennej weterynaryjnej praktyce klinicznej. Analiza licznych pozycji literaturowych potwierdza dobre rozeznanie w temacie.

Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?

Przedstawiona do recenzji rozprawa stanowi spójne dzieło z uporządkowanym ciągiem logicznym, w którym Doktorantka w pierwszej części rozprawy wprowadza czytelnika w zagadnienia związane z projektowaniem biosensorów (w tym przypadku mikroigłami do transdermalnego dozowania leków), zagadnieniami z zakresu projektowania procesów technologicznych w wybranej technologii wytwarzania mikrosystemów (w tym przypadku druk 3D techniką DLP – tabela 5, str. 43), w zagadnienia związane z wadami i zaletami różnych rodzajów mikroigieł (stałe, puste w środku, rozpuszczalne, powlekane) i na podstawie merytorycznej analizy była w stanie wyselekcjonować rozwiązanie o największym potencjale wdrożeniowym w wymagającej aplikacji jaką jest codzienna praktyka kliniczna (tabela 2, str. 29 oraz tabela 3, str. 35). Doktorantka właściwie analizuje zaimplementowaną w swoim rozwiązaniu metodę pomiarową na bazie RT-LAMP w odniesieniu do złotego standardu klinicznego w podobnym obszarze detekcji, tj. RT-qPCR (tabela 4, str. 37).

Praca ma charakter praktyczny, brak w niej konwencjonalnych hipotez badawczych. W ich miejsce zdefiniowane zostały wyraźne cele pracy, które zostały osiągnięte w toku przeprowadzonych prac badawczych. Praca stanowi logiczną i spójną całość, bardzo dobrze zobrazowaną na rys. 1 (str. 12) gdzie Doktorantka przedstawiła wszystkie elementy składowe opracowanego przez siebie rozwiązania. W mojej ocenie Pani mgr inż. Justyna Kornicka w sposób prawidłowy dla prac inżyniersko-technicznych wykazała posiadaną umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, w której po analizie obecnego stanu wiedzy oraz zapotrzebowania gospodarczego zidentyfikowane zostały elementy wymagające eksploracji naukowej, zaplanowane zostały adekwatne działania badawcze, przeprowadzone zostały eksperymenty i na podstawie wniosków z wyników zaproponowane zostały rozwiązania celem osiągnięcia zakładanych celów. Wyniki prac zostały zaprezentowane w środowisku naukowym zarówno w czasopiśmie (Scientific Reports) jak i na międzynarodowych konferencjach naukowych (EuroSensors).

Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne?

Rozprawa doktorska przedstawia wyniki dotyczące opracowania rozpuszczalnych plastrów mikroigłowych do transdermalnego podawania substancji aktywnych (cel pierwszy) oraz opracowania systemu diagnostycznego bazującego na metodzie pomiaru z wykorzystaniem reakcji izotermicznej amplifikacji kwasów nukleinowych RT-LAMP (cel drugi). Zaprezentowane w rozdziałach 6, 7 i 8 wyniki potwierdzają osiągnięcie ww. celów. Doktorantka potwierdziła, że możliwe jest opracowanie plastrów mikroigłowych za pomocą tańszej technologii, jaką jest druk 3D metodą SLP, w porównaniu z rozwiązaniami klasycznymi na bazie krzem/szkło. Potwierdziła, że możliwe jest wykorzystanie opracowanego rozwiązania w warunkach klinicznych i tym samym należy uznać, że praca stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Poruszane zagadnienia badawcze są aktualne i ważne dla rozwoju dyscypliny AEEiTK. Praca ma charakter interdyscyplinarny i jak każda praca naukowa, budzi pewne pytania i wątpliwości w trakcie czytania, co zostało wyrażone w pierwszej części recenzji. Jednak pytania i uwagi przedstawione w niniejszej recenzji nie wpływają na pozytywną ocenę pracy, którą uważam za **bardzo dobrą** i spełniającą wszelkie wymagania ustawowe, jak zawarłem w podsumowaniu.

Podsumowanie

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska zawiera ciekawe i ważne dla rozwoju dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne wyniki. Praca ma charakter eksperymentatorski i interdyscyplinarny. Biorąc pod uwagę osiągnięcia przedstawione w rozprawie Pani **mgr inż. Justyny Kornickiej** pt. *„Technologia transdermalnego dostarczania leku za pomocą plastra mikroigłowego połączona z diagnostyką do zastosowania w medycynie weterynaryjnej”* stwierdzam, że rozprawa **spełnia** wszelkie warunki określone w artykule 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i może zostać dopuszczona do publicznej obrony.

Wnoszę również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej zgodnie z kryteriami Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Wrocławskiej wyrażonymi w Uchwale nr 81/3/RDN02/2021-2024 z dnia 18 listopada 2024 r.

