

prof. dr hab. inż. Leszek R. Jaroszewicz
członek korespondent PAN
Instytut Fizyki Technicznej
Wojskowa Akademia Techniczna
jarosz@wat.edu.pl

8 lipca, 2026 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Moniki Salamagi

pt.: "Innowacyjne rozwiązania układów do pomiaru parametrów ośrodków dwójłomnych przy użyciu przesuwników ciekłokrystalicznych z uwzględnieniem skręconych nematycznych ciekłych kryształów"

Przedmiotem recenzji jest ww. rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Salamagi, której Promotorem jest prof. dr hab. Władysław Artur Woźniak, prof. uczelni. Recenzję przygotowano na podstawie zawiadomienia nr 6/4/D11/2026 z dnia 24.04.2026 r. (data wpływu 4.05.2026 r.) Prorektorki ds. Badań i Innowacji Politechniki Wrocławskiej o wyznaczeniu mnie na recenzenta w oparciu o uchwałę Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Fizyczne nr 300/20/RDND11/2024-2028 z dnia 14.04.2026 r.

Rolą recenzenta jest stwierdzenie faktów dotyczących spełniania przez Doktorantkę oraz przekładaną przez nią rozprawę wymagań zawartych w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.), co do posiadania przez Kandydatkę do stopnia doktora wymaganego dorobku naukowego (wymóg art. 186) oraz reprezentowania ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie jak i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej (wymóg art. 187 ust. 1) a przede wszystkim czy przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (wymóg art. 187 ust. 2).

Po przestudiowaniu rozprawy stwierdzam, iż:

1. Rozprawa dla przewodu wszczętego w dyscyplinie nauki fizyczne w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych mieści się w całości w tej dyscyplinie, dokładniej lokuję ją w optyce instrumentalnej.
2. Rozprawa ma charakter analityczno-eksperymentalny, zogniskowany na opracowaniu rozwiązań układów polarymetrycznych do badania ośrodków dwójłomnych.
3. Wsparcie nowości rozwiązań o publikacje znajdujące się w bazie JCR, w której Doktorantka jest współautorem (z czego 2 pod jej panińskim nazwiskiem Owczarek), stanowi podstawę do stwierdzenia spełnienia wymogu ustawowego art. 186 co do posiadania przez nią dorobku naukowego, jak i wymogu art. 187 ust. 2 odnośnie do zawarcia w pracy oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

Przystępując do szczegółowej recenzji rozprawy, stwierdzam, że rozprawa ma wystarczająco obszerny rozmiar – 143 strony, zawierający: 8 rozdziałów, 199-pozycyjną bibliografię oraz wykaz prac własnych Doktorantki – 3 cytowane w rozprawie prace z bazy JCR, 1 recenzowany materiał konferencyjny, 8 wystąpień oraz 2 współautorstwa materiałów konferencyjnych, kierowanie trwającym grantem NCN oraz 6 zbiorów danych zdeponowanych w RepOD.

Układ pracy jest adekwatny do dyscypliny nauk fizycznych. Po krótkim, skondensowanym (5 stron) uzasadnieniu podjęcia tematu Doktorantka formułuje cel badań oraz stawia hipotezy badawcze w formie pięciu pytań, na które udziela wyczerpujących odpowiedzi, stanowiących treść

rozdziałów 4–6 oraz 7 – opis opracowanego, autorskiego oprogramowania ułatwiającego przeprowadzanie pomiarów. Rekapitulacją rozprawy jest rozdział 8, stanowiący zwięzłe podsumowanie oraz wnioski z przeprowadzonych badań.

Wymagana ustawowo (art. 187 ust. 1) ogólna wiedza teoretyczna w reprezentowanej dyscyplinie zawarta jest we wstępie – odnośnie do polarymetrii – w rozdziale 2, w opisie istoty polaryzacji światła oraz jego transformacji przez ośrodki anizotropowe, a także w rozdziale 3 – omawiającym ciekłe kryształy. Nie wnoszę żadnych uwag co do merytorycznej zawartości tych rozdziałów, ani dokonanej przez Doktorantkę selekcji i syntezy niezbędnego opisu teoretycznego. W tym zakresie wykorzystano wszelkie niezbędne dane literaturowe od takich tuzów z zakresu polaryzacji jak R.M.A. Azzam, D.H. Goldstein, F. Ratajczyk, E. Hecht, E. Wolf, E. Collet, G.G. Stokes. Osobiście, przy opisie formalizmu R.C. Jonesa, przytoczyłbym jego podstawowe prace z 1941 r., opublikowane w JOSA, oraz wspomniałbym we wstępie o pracach Maksymiliana Pluty nad mikroskopem polaryzacyjnym. Pominiecie dla kompletu prac Ch. Brosseau uważam za słuszne, gdyż Doktorantka nie zajmuje się kwestią statystycznego opisu polaryzacji światła. Ponadto w rozdziałach 2, 3 znajduję jedynie pojedyncze błędy edytorskie: brak spacji w rów. (2.2-2.4), użycie anglojęzycznej formy funkcji tangens w rów. (2.13 i 2.14), zapis wektorów czcionką pogubioną ale nie kursywą w rów. (2.15 i 2.16), zapis wektora kolumnowego zwykłą czcionką a nie pogrubioną kursywą w rów. (2.42 i 2.43), brak konsekwencji w oznaczeniu wektora – raz jako symbol literowy pisany pogrubioną kursywą - patrz rów. (2.1 – 2.9, 2.15, 2.16, gdzie indziej jako symbol literowy w nawiasie kwadratowym – patrz rów. (2.45, 2.46, 2.50, 2.61, 2.62, 2.71, 2.72, 2.85, 2.86, 2.87). Ponadto zauważam niepotrzebne wtrącenie [76] w pierwszym wierszu na stronie 26 oraz brak opisu dla szkiców (a)-(d) na rys. 2.6.

Wartość dysertacyjną niosą kolejne trzy rozdziały pracy.

Rozdział 4 – zawiera opracowanie prostego, częściowego polarymetru Muellera wykorzystującego przesuwники ciekłokrystaliczne. Rozwiązanie, w pełni zrealizowane przez Doktorantkę (opracowanie metodologii i algorytmów pomiarowych, przygotowanie i przeprowadzenie symulacji, stworzenie oprogramowania, zestawienie i wyjustowanie układu oraz wykonanie testów pomiarowych), zostało opublikowane w *Applied Optics* w roku 2023 jako dwuautorska praca, w której Doktorantka jest pierwszym autorem. Układ bazuje na symetrycznej konstrukcji PSG i PSA – generatora i analizatora stanów polaryzacji, złożonych z liniowego polaryzatora – P oraz liniowego przesuwnika ciekłokrystalicznego – LCVR. Jak wykazano, ta prosta struktura polarymetryczna, której ograniczeniem jest niemożliwość generowania przez LCVR czterech niezależnych stanów polaryzacji, a stąd wytworzenia 9-elementowej, a nie pełnej 16-elementowej macierzy Muellera-Ścierskiego, może zostać zastosowana do pełnej charakterystyki ośrodka. Doktorantka uzyskała to poprzez zastosowanie małego kąтового, azymutalnego obrotu badanego elementu oraz ponowne powtórzenie pomiarów, a następnie wykorzystanie autorskiej procedury numerycznego odtwarzania informacji o parametrach badanego ośrodka. To nowatorskie podejście, dotychczas niepublikowane w literaturze światowej, pozwala bez re-justacji PSG/PSA uzyskać pełną macierz Muellera-Ścierskiego, a tym samym jest adekwatne do badania dowolnych ośrodków dwójłomnych, zarówno dichroicznych, jak i niedichroicznych. Należy wysoko ocenić, co niniejszym czynię, to opracowanie, zwłaszcza opracowaną aplikację numeryczną umożliwiającą automatyzację pomiaru. Nie wnoszę w recenzji żadnych uwag merytorycznych, a jedynie uprzejmie proszę o doprecyzowanie ostatniego zdania z podrozdziału 4.4.3 (str. 61) - o jakich kątach azymutalnych jest tu mowa oraz o ile gorsza jest odtwarzalność danych.

Rozdział 5 przedstawia opracowany zautomatyzowany algorytm wyznaczania charakterystyki fazowo-napięciowej skręconych nematycznych ciekłych kryształów – TNLC. Nowością w tym

opracowaniu, bazującym na algorytmie podanym przez Woźniaka i Kurzynowskiego w *Optics* **96**, 1994, jest jego dostosowanie do pomiaru konkretnych próbek TNLC, przewidzianych do wykorzystania w konstruowanym układzie polarymetrycznym, będącym przedmiotem rozważań w rozdziale 6. Doktorantka prezentuje tu wiarygodną, zautomatyzowaną metodę badawczą, która pozwoliła jej scharakteryzować struktury TNLC. Opublikowanie jej wyników w recenzowanym materiale pokonferencyjnym (tom *SPIE* po konferencji *22nd Polish-Slovak-Czech Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics*, Wojanów, 2022 – Doktorantka pierwszy współautor) nosi cechy spełnienia wymogu art. 187 ust. 2 ustawy, czyli oryginalnego rozwiązania problemu naukowego. Zauważam także tylko dwa błędy edytorskie – brak spacji między wartością liczbową a jednostką na stronach 77 i 82. Zaś w ramach komentarza do tej części pracy zwracam się z pytaniem do Doktorantki, jakie widzi Pani granice błędów pomiarów (ostatnie zdanie na stronie 83) oraz jak temperatura wpływa na dokonywany pomiar. Generalnie, odpowiedź na pytanie o stabilność termiczną proponowanych rozwiązań polarymetrycznych powinna być elementem dyskusji podczas publicznej obrony pracy.

Rozdział 6 zawiera koncepcję, budowę, oprogramowanie oraz badania laboratoryjne jednokierunkowego polarymetru podwójnego przejścia wykorzystującego komórki TNLC. To, moim zdaniem, bardzo ciekawa, innowacyjna koncepcja kompaktowego polarymetru możliwego w przyszłości do komercjalizacji w układach medycznych, co gorąco polecam. Doktorantka, zgodnie z pierwotną deklaracją z rozdziału pierwszego (pkt 1.2), skupiła swe rozważania wokół odpowiedzi na dwa pytania: czy wykorzystanie TNLC pozwoli opracować polarymetr bez ograniczeń co do badanego ośrodka, optymalny pod kątem dokładności i czułości, oraz czy można wykazać w takim układzie istotne różnice w jakości pomiarów w porównaniu do układu stosującego LCVR. Osobiście uważam, że zawartość tego rozdziału daje w pełni pozytywne i uzasadnione odpowiedzi na te pytania. Co więcej, przeprowadzone rozważania są krokiem naprzód w stosunku do uprzednio raportowanych wyników w *Optics Express* **28**(1), 2020, którego Doktorantka jest współautorką, zaś jako uwagi edytorskie zauważam jedynie brak spacji pomiędzy liczbami i jednostką w podpisie rys.6.2 oraz nadmiarowe minusy w podpisie rys. 6.18. Jako element dyskusji chciałbym prosić o:

- pokazanie jawnej postaci przejścia z formy polaryzatora linowego wyrażonego przez macierz Muellera-Ścierskiego - wz. (2.51), do postaci liniowego opóźniacza według (3.1) o czym jest mowa w ostatnim akapicie ppkt. 6.2.1;

- wskazanie, która z czterech konfiguracji układów polarymetrycznych zaprezentowanych w tym rozdziale jest najlepsza, biorąc pod uwagę całokształt badań (odporność na szumy, niedoskonałości elementów, dobór sygnału modulującego - jego kształt i częstotliwość).

Czterostronicowy Rozdział 7 to syntetyczny opis opracowanego przez Doktorantkę oprogramowania umożliwiającego zrealizowanie pracy. Są to dwa programy: LCdevice, służący do automatycznego pomiaru transmisji oraz stanu polaryzacji światła w funkcji napięcia modulującego element ciekłokrystaliczny, oraz program CharacteristicLC, który został wykorzystany, począwszy od rozdziału 5, do wyznaczenia charakterystyki fazowo-napięciowej przesuwników LC. To bardzo cenna część pracy dyplomowej.

W końcu należy także docenić Rozdział 8 będący zwięzłym, jasnym opisem całości zrealizowanych prac, wskazującym na dojrzałość naukową Doktorantki.

Rozprawa stanowi niezwykle rzetelne udokumentowanie posiadania przez Doktorantkę pogłębionej wiedzy z zakresu nauk fizycznych dotyczącej optyki instrumentalnej – ściślej systemów polarymetrycznych. W swej dotychczasowej pracy (recenzja 28 doktoratów, 10 rozpraw habilitacyjnych oraz 15 dorobków w wystąpieniach o tytuł naukowy) nie spotkałem się z tak wieloma błędami redakcyjnymi, co wymaga mocnego podkreślenia. Z olbrzymią przyjemnością

studiuje się zaprezentowaną w rozprawie metodykę przeprowadzania procesu badawczego, będącą swoistym zwieńczeniem prac nad projektowaniem, symulacją numeryczną, wytworzeniem i pomiarem właściwości proponowanych układów polarymetrycznych. Tym samym z satysfakcją stwierdzam, że Doktorantka wykazała się odpowiednią wiedzą i umiejętnościami, co kwalifikuje ją do uzyskania tytułu doktorskiego.

Jako podsumowanie niniejszym stwierdzam, iż przedłożona rozprawa spełnia wymogi określone w art. 186 i 187 ustawy „*Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*” z 20 lipca 2018 r. (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.), zarówno co do wymaganego dorobku naukowego, zaprezentowania przez Doktoranta ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie nauki fizyczne jak i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a przede wszystkim jako oryginalnego rozwiązania problemu naukowego oraz stawiam wniosek o jej przyjęcie jako rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie do publicznej obrony. Jednocześnie analizując uzyskane wyniki oraz sposób ich prezentacji, stawiam wniosek o wyróżnienie tej pracy.

