

wpłynęło dnia 15.04.2026

Katowice, 31.03.2026

nr ..... zał. ....

prof. dr hab. Piotr Porwik  
Instytut Informatyki  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych  
ul. Będzińska 39, 41-200 Sosnowiec

## OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

*„Metody automatycznej analizy asymetrii grzbietu oraz krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa do wczesnego wykrywania skolioz w ramach systemu do przesiewowych badań wad postawy dzieci i młodzieży”*

Pana mgr. inż. Daniela Feige

W piśmie prof. dr hab. Andrzeja Polańskiego, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej, z dnia 18.02.2026, zostałem poinformowany o powołaniu mnie przez Radę na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Daniela Feige.

### Ocena tematyki rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Daniela Feige podejmuje aktualny i społecznie istotny problem z pogranicza informatyki medycznej, biomechaniki oraz systemów diagnostycznych. Przedmiotem pracy jest automatyczna analiza postawy ciała, w szczególności asymetrii grzbietu oraz krzywizn kręgosłupa, ukierunkowana na wczesne wykrywanie skoliozy u dzieci i młodzieży.

Podjęta problematyka ma znaczenie zarówno naukowe, jak i praktyczne. Skolioza należy do najczęściej występujących deformacji układu mięśniowo-szkieletowego w wieku rozwojowym, a jej wczesne rozpoznanie ma podstawowe znaczenie dla skuteczności dalszego postępowania terapeutycznego. Z tego względu poszukiwanie metod bezpiecznych, nieinwazyjnych i możliwych do zastosowania w badaniach przesiewowych należy uznać za w pełni uzasadnione. Rozprawa wpisuje się tym samym w ważny nurt współczesnych badań, obejmujący automatyzację procedur diagnostycznych, ograniczanie metod obciążających pacjenta oraz wykorzystanie narzędzi informatycznych do wspomaganie oceny klinicznej.

### Cel i teza pracy

Autor formułuje tezę pracy następująco:

*Metoda automatycznej analizy asymetrii grzbietu oraz krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa stanowi efektywne narzędzie do wczesnego wykrywania skolioz.*

Teza została sformułowana jasno i odnosi się bezpośrednio do zaproponowanego systemu diagnostycznego. Ma ona jednak przede wszystkim charakter aplikacyjno-weryfikacyjny. Z naukowego punktu widzenia należałoby oczekiwać jej większej precyzji, zwłaszcza przez wskazanie kryteriów efektywności, takich jak dokładność diagnostyczna, czułość, swoistość bądź odniesienie do metod referencyjnych. W obecnym kształcie teza ma charakter bardziej inżynierski niż teoretyczny, co pozostaje jednak zrozumiałe w kontekście wdrożeniowego profilu rozprawy.

Celem pracy jest opracowanie i weryfikacja systemu umożliwiającego automatyczną, nieinwazyjną ocenę asymetrii grzbietu oraz krzywizn kręgosłupa na potrzeby badań przesiewowych dzieci i młodzieży. Cel ten pozostaje spójny z wdrożeniowym profilem rozprawy.

### **Charakterystyka rozprawy i jej zakres**

Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny i łączy zagadnienia z zakresu inżynierii biomedycznej, ortopedii, rehabilitacji i informatyki medycznej. Jednocześnie jest to praca o wyraźnym profilu eksperymentalno-wdrożeniowym. Zakres rozprawy obejmuje w szczególności:

1. przegląd metod diagnostyki skoliozy, w tym metod radiologicznych, rezonansu magnetycznego oraz metod optycznych,
2. opracowanie systemu diagnostycznego obejmującego część sprzętową i programową,
3. zaprojektowanie algorytmów analizy danych pomiarowych,
4. przygotowanie architektury bazy danych i aplikacji użytkowej,
5. przeprowadzenie badań eksperymentalnych oraz wdrożeniowych.

Struktura rozprawy jest logiczna i przejrzysta. Autor prowadzi wywód od omówienia tła problemu i stanu wiedzy, przez przedstawienie założeń projektowych i metodyki, aż po część eksperymentalną, wdrożeniową oraz podsumowanie wyników. Na szczególne podkreślenie zasługuje integracja autorskiego systemu ORT-100, obejmującego zarówno urządzenie pomiarowe, jak i dedykowaną aplikację, a także uwzględnienie rzeczywistych scenariuszy klinicznych.

### **Problem naukowy rozprawy**

Na podstawie analizy treści pracy problem naukowy rozprawy można sformułować następująco:

*Jak automatycznie, nieinwazyjnie i wiarygodnie wykrywać deformacje kręgosłupa na podstawie danych pomiarowych opisujących postawę ciała?*

Autor identyfikuje istotną lukę diagnostyki medycznej związanej z ortopedią. Stosowane obecnie metody oceny skoliozy są często kosztowne, zależne od doświadczenia operatora oraz obciążające dla pacjenta, zwłaszcza gdy wymagają wielokrotnych badań obrazowych. W odpowiedzi na ten problem Autor proponuje podejście oparte na analizie danych akcelerometrycznych i geometrycznych, pozyskiwanych w sposób nieinwazyjny, co pozwala ograniczyć konieczność stosowania badań radiologicznych i jednocześnie umożliwia automatyczną ocenę wybranych parametrów postawy.

Problem badawczy został więc sformułowany poprawnie i ma wyraźne znaczenie praktyczne. Jego wybór należy uznać za trafny oraz adekwatny do rozprawy doktorskiej o profilu wdrożeniowym.

### **Ocena zaproponowanego rozwiązania**

Autor proponuje rozwiązanie obejmujące wykorzystanie ortometru współpracującego z dedykowaną aplikacją, algorytmy analizy asymetrii grzbietu i krzywizn kręgosłupa oraz metody filtracji i kalibracji danych pomiarowych. W efekcie powstaje spójny system sprzętowo-programowy, pozwalający na częściową automatyzację procesu diagnostycznego.

Zaproponowane rozwiązanie należy ocenić pozytywnie, zwłaszcza z punktu widzenia zastosowań przesiewowych. Jego istotną zaletą jest rezygnacja z metod wykorzystujących promieniowanie jonizujące. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do dzieci i młodzieży, czyli grupy pacjentów, u których diagnostyka skoliozy wymaga nierzadko badań powtarzalnych, realizowanych na kolejnych etapach obserwacji i terapii. Ograniczenie konieczności wykonywania badań radiologicznych zmniejsza zatem nie tylko ryzyko pojedynczej ekspozycji, lecz także ryzyko skumulowane, wynikające z wielokrotnego obrazowania w dłuższym horyzoncie czasowym. Z tego względu rozwój metod nieinwazyjnych, bezpiecznych i możliwych do zastosowania w badaniach przesiewowych należy ocenić zdecydowanie pozytywnie, zarówno z perspektywy medycznej, jak i społecznej.

Jednocześnie trzeba zaznaczyć, że przedstawione rozwiązanie ma przede wszystkim charakter aplikacyjno-wdrożeniowy. W rozprawie brakuje bardziej ścisłej i przejrzystej formalizacji zaproponowanych algorytmów, co utrudnia pełną ocenę ich własności metodologicznych oraz ogranicza możliwość wiernej reprodukcji wyników. W ograniczonym zakresie wykorzystano również aparat statystyczny do ilościowej oceny skuteczności proponowanej metody. Dodatkowo Autor nie przeprowadził systematycznego porównania własnego rozwiązania z innymi metodami stosowanymi w tym obszarze, co osłabia możliwość jednoznacznego osadzenia uzyskanych rezultatów na tle aktualnego stanu badań.

Mimo tych uwag należy podkreślić, że rozprawa ma charakter oryginalny i nie stanowi kompilacji cudzych wyników. Na podstawie analizy treści pracy można stwierdzić, że przedstawione rozwiązanie zostało opracowane w ramach szerszego przedsięwzięcia badawczo-rozwojowego, realizowanego we współpracy z jednostkami medycznymi oraz instytucjami badawczymi. Autor wykazuje kompetencje w zakresie projektowania systemów informatycznych, przetwarzania sygnałów i danych pomiarowych oraz integracji rozwiązań sprzętowo-programowych w środowisku medycznym.

Z punktu widzenia standardów rozpraw doktorskich pożądanym byłoby jednak bardziej jednoznaczne przedstawienie dorobku publikacyjnego związanego z tematyką pracy, określenie wkładu własnego Autora w publikacjach współautorskich oraz powiązanie poszczególnych części rozprawy z konkretnymi artykułami naukowymi. Uwagi te nie podważają jednak samodzielnego charakteru przedstawionych osiągnięć. Wkład własny Autora należy uznać za znaczący i wystarczający do traktowania rozprawy jako samodzielnego osiągnięcia naukowego.

## Ocena części eksperymentalnej

Istotną zaletą przeprowadzonych przez Autora badań eksperymentalnych jest ich realizacja w warunkach rzeczywistych, a nie wyłącznie laboratoryjnych. Badania wykonano zarówno w ośrodku rehabilitacyjnym, jak i na stanowiskach testowych, z wykorzystaniem danych rzeczywistych oraz scenariuszy pomiarowych odpowiadających praktyce klinicznej. Taki sposób weryfikacji należy ocenić wysoko, ponieważ pozwala on na ocenę proponowanego rozwiązania nie tylko w aspekcie koncepcyjnym, lecz również w kontekście jego faktycznej użyteczności diagnostycznej. Eksperymenty stanowią więc weryfikację systemu jako całości, obejmującą zarówno poprawność działania poszczególnych elementów pomiarowych, jak i ocenę precyzji uzyskiwanych wyników.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Autor podjął próbę kompleksowego ujęcia problemu, łącząc badania kliniczne z badaniami technicznymi. Z jednej strony analizowano działanie systemu w środowisku medycznym, z drugiej zaś przygotowano stanowiska testowe umożliwiające ocenę właściwości pomiarowych urządzenia. Na uwagę zasługuje fakt, że Autor odnosi się również do testu Adamsa, będącego jedną z podstawowych metod przesiewowych stosowanych w diagnostyce skoliozy. Wybór tego testu jako jednego z punktów odniesienia dla projektowanego rozwiązania należy uznać za uzasadniony, ponieważ jest to metoda prosta, nieinwazyjna i powszechnie wykorzystywana w praktyce klinicznej. Jednocześnie słusznie dostrzeżono jej ograniczenia, związane przede wszystkim z zależnością od doświadczenia osoby badającej oraz ograniczoną precyzją oceny. W tym kontekście dążenie Autora do częściowej automatyzacji pomiaru i obiektywizacji oceny należy ocenić pozytywnie.

Świadczy to o dojrzałym podejściu do podjętego problemu oraz o zrozumieniu, że w przypadku systemów diagnostycznych nie wystarcza sama propozycja algorytmu lub konstrukcji urządzenia, lecz konieczna jest ich możliwie wszechstronna weryfikacja.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że część eksperymentalna ma przede wszystkim charakter wdrożeniowy. Autor nie podał jednoznacznych, powszechnie stosowanych w diagnostyce miar jakości, takich jak czułość, swoistość czy inne klasyczne wskaźniki oceny skuteczności metod diagnostycznych. W ograniczonym stopniu wykorzystano również narzędzia statystyczne do pogłębionej analizy uzyskanych wyników. Zabrakło ponadto systematycznego porównania zaproponowanej metody z innymi rozwiązaniami funkcjonującymi w tym obszarze. Powoduje to, że eksperymenty, choć wartościowe i przekonujące z punktu widzenia praktycznego, nie stanowią w pełni klasycznej walidacji naukowej.

Nie osłabia to jednak zasadniczo oceny wkładu własnego Autora. Wkład ten jest wyraźny i widoczny w całej rozprawie. Autor zaproponował działający, nieinwazyjny oraz częściowo zautomatyzowany system diagnostyczny służący do wykrywania deformacji kręgosłupa, oparty na analizie asymetrii grzbietu oraz krzywizn kręgosłupa w środowisku klinicznym. Problematyka ta ma przy tym istotne znaczenie medyczne i społeczne. Kręgosłup pełni fundamentalną rolę jako narząd podporowy, narząd ruchu oraz struktura chroniąca rdzeń kręgowy, a jego prawidłowe funkcjonowanie ma podstawowe znaczenie dla ogólnego dobrostanu człowieka na każdym etapie rozwoju. Wszelkie rozwiązania umożliwiające wcześniejsze wykrywanie jego deformacji, zwłaszcza u dzieci i młodzieży, należy

więc uznać za szczególnie cenne.

Do mocnych stron rozprawy zaliczam przede wszystkim wysoką wartość aplikacyjną przedstawionego rozwiązania, trafne ukierunkowanie na rzeczywisty problem medyczny, udaną integrację warstwy sprzętowej i programowej, przeprowadzenie badań w warunkach rzeczywistych oraz wyraźny potencjał wdrożeniowy w praktyce diagnostycznej. W tym sensie rozprawa stanowi wartościowe osiągnięcie o profilu wdrożeniowo-badawczym, w którym szczególnie wyraźnie ujawnia się praktyczna użyteczność zaproponowanego rozwiązania.

### **Wniosek końcowy**

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Daniela Feige zawiera oryginalne rozwiązanie o charakterze wdrożeniowym, poparte wynikami badań eksperymentalnych. Praca podejmuje ważny i aktualny problem wykrywania skoliozy metodami nieinwazyjnymi, ma wyraźny walor praktyczny oraz spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim o profilu wdrożeniowym.

Pomimo wskazanych w recenzji uwag krytycznych rozprawę oceniam pozytywnie. Stanowi ona wartościowy wkład w rozwój metod wspomagania diagnostyki wad postawy i posiada realny potencjał praktycznego zastosowania.

Na podstawie Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Piotr Porwik