



**POLITECHNIKA
LUBELSKA**

prof. dr hab. inż. Piotr Kisała
Katedra Elektroniki i Technik Informatycznych
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska

DZIEKANAT WYDZIAŁU
ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI
WPŁYNEŁO

Dnia: 17.02.2026
Podpis: [signature]

RECENZJA

**dorobku naukowego i osiągnięć naukowych
stanowiących podstawę do ubiegania się przez Pana dr. inż. Łukasza Ciurę
o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych**

1. Podstawa prawna

- Pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej - prof. dr. hab. Grzegorz Węgrzyna - o sygnaturze DRKN.Z2.400.134.2025 z dnia 15 grudnia 2025 r. w sprawie wyznaczenia składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Łukasza Ciury,
- Pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej - prof. dr. hab. Grzegorz Węgrzyna - o sygnaturze DRKN.Z2.400.134.2025 z dnia 11 stycznia 2026 r. w sprawie wyznaczenia recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Łukasza Ciury,
- Uchwała nr 2/01/RDAEEiTK/2026 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 28 stycznia 2026 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, wszczętym na wniosek dr. inż. Łukasza Ciury,
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571).

2. Informacje ogólne

Kandydat do stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych, Pan dr inż. Łukasz Ciura w roku 2010 ukończył studia inżynierskie prowadzone na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na kierunku elektronika i telekomunikacja, na specjalności urządzenia elektroniczne. W roku 2011 ukończył również studia magisterskie na kierunku elektronika i telekomunikacja. Od dziesięciu lat pracuje na Uczelni wyższej. Swoją pracę naukową rozpoczął w roku 2015, kiedy to został zatrudniony w charakterze kierownika projektu na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza. Od kwietnia 2015 roku był zatrudniony na stanowisku asystenta naukowego, a od 2016 roku na stanowisku asystenta w Katedrze Podstaw Elektroniki na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Po trzech latach uzyskał swój pierwszy stopień naukowy - doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika, nadany przez: Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza. Podstawą nadania stopnia była obrona rozprawy doktorskiej pt. „Niskoczęstotliwościowe ograniczenia wykrywalności wybranych detektorów średniej podczerwieni”. Na zaznaczenie zasługuje fakt, że praca ta została obroniona z wyróżnieniem. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Andrzej Kolek. Od października do chwili obecnej kandydat zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych.

3. Ocena dorobku naukowego wchodzącego w skład osiągnięcia oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Dorobek naukowy potwierdzający posiadanie osiągnięć naukowych w rozumieniu art. 219 Ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571), będący podstawą do ubiegania się przez kandydata o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika stanowi cykl dziewięciu publikacji powiązanych

tematycznie, ujętych pod wspólnym tytułem: „Eksperymentalne badania szumów małej częstotliwości w przyrządach i materiałach wykorzystywanych w detekcji podczerwieni”. Po zapoznaniu z całym dorobkiem naukowym kandydata oraz treścią wskazanego cyklu stwierdzam, że tytuł ten sformułowany został w sposób prawidłowy i odpowiada on osiągnięciom *implicite* wskazanym w dokumentacji habilitacyjnej i zawartości wybranych przez kandydata publikacji w wysoko punktowanych czasopismach naukowych. Niniejsza recenzja dotyczy analizy zawartości prac konstytuujących wymagane ustawą osiągnięcia naukowe, wkładu własnego habilitanta, aktualności poruszanej tematyki i zakresu wykonanych prac, a także oceny ilości cytowań prac naukowych habilitanta i ich dostrzegalności w środowisku naukowym.

3.1. Ocena merytoryczna prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Osiągnięcia naukowe, o których mowa w ust. 1 Ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571), w przypadku kandydata wykazane są w cyklu dziewięciu publikacji powiązanych tematycznie. Cykl ten związany jest z analizą badawczą niskoczęstotliwościowych szumów w detektorach podczerwieni. Niestety, autor nie wskazał (nie sformułował) bezpośrednio wymaganych ustawowo cyt. „osiągnięć naukowych”. Omówił on wszystkie publikacje wchodzące w skład cyklu publikacji - tzw. osiągnięcia naukowego, ale nie podał jakie osiągnięcia naukowe posiada oraz informacji oraz w jakich pracach się one znajdują, w jakich pracach są opisane. Podejście, że przykładowo jedna publikacja naukowa stanowi np. jedno osiągnięcie naukowe byłoby, choć niespotykane, prawidłowe, ale wymagałoby napisania tego i uargumentowania wprost w przedstawionej do recenzji dokumentacji, np. autoreferacie. Niestety nie odnajdujemy tego typu informacji. W przedstawionej dokumentacji brakuje również głównego celu naukowego osiągnięć naukowych, co jest pokłosiem braku wskazania wprost takich osiągnięć. W dokumentacji autor zamieścił opis celów poszczególnych publikacji, ale nie o taki opis chodzi w dokumentacji postępowania habilitacyjnego. Recenzent do rzetelnej oceny potrzebuje syntetycznego opisu głównych osiągnięć naukowych i wykazania, w których publikacjach te osiągnięcia występują, tj. które publikacje naukowe potwierdzają tego typu osiągnięcia. Przyjmuję jednak - mam nadzieję, że słusznie - że wskazane przez autora cyt. „wątki badawcze” (za autorem w autoreferacie na stronie 5) stanowią lub wskazują owe osiągnięcia i dalszą część mojej recenzji opieram na ocenie tych wątków, formułując *explicite* w podsumowaniu punktu 3.1. niniejszej recenzji ustawowe osiągnięcia naukowe kandydata.

Cykl dziewięciu publikacji dowodzących posiadania przez kandydata osiągnięć naukowych dzieli się zatem tematycznie na wspomniane cztery wątki/obszary badawcze, z których pierwszy dotyczy roli szumów w ograniczaniu wykrywalności. Drugi jest związany z badaniem związków pomiędzy szumami, w których występuje odwrotna proporcjonalność mocy do częstotliwości ($1/f$), a składowymi prądu w detektorach fotowoltaicznych. Trzecia część dotyczy szumów $1/f$ w supersieciowych detektorach fotoprzewodzących, natomiast czwarty obszar jest związany z wykorzystaniem szumów małej częstotliwości jako miary jakości kontaktów i materiałów dla detekcji podczerwieni.

Publikacja należąca do pierwszego obszaru badawczego naukowego habilitanta [C1] koncentruje się na wspomnianym już wpływie szumów na ograniczanie wykrywalności promieniowania podczerwonego. Dotyczy ona analizy wpływu składników szumów na wykrywalność z pominięciem składników o niskiej częstotliwości. Silną stroną jest fakt, że w ramach badań przeanalizowano i zbadano trzy rodzaje detektorów MWIR (ang.: *mid wavelength infrared*), tj. struktury $p-i-n$, $p-B_{bulk}-i-n$ oraz $p-B_{SL}-i-n$ przy napięciu polaryzacji wynoszącym -10 mV oraz -1 V. Według wykazu wkładu w powstanie tej publikacji autor wykonywał pomiary szumów, opracowywał wyniki oraz redagował tekst manuskryptu, co jest zgodne z deklaracjami wkładu w samym artykule, opublikowanym na łamach *MDPI Sensors*. Praca wykazuje, że dla występujących w tego typu strukturach szumach niskoczęstotliwościowych dominują szumy białe.

Kolejny obszar badawczy dotyczy szumów $1/f$ i składowych prądu w detektorach fotowoltaicznych. W zasadzie ten obszar tematyczny obejmuje dwie publikacje z głównego cyklu, tj. [C2] oraz [C3]. Kandydat jest pierwszym i dodatkowo korespondencyjnym autorem tych prac. Uważam, że są to bardzo ważne prace w dorobku dr. inż. Łukasza Ciury. Opublikowane zostały w uznanych czasopismach branżowych, odpowiednio: *Sensors and Actuators A: Physical* oraz *IEEE Electron Device Letters*. W przypadku obydwu tych prac naukowych kandydat posiada wiodący wkład w ich powstanie, formułując ich tematykę, koncepcję badań i metodologię. Autor wyznaczył parametry szumów detektorów barierowych InAsSb i HgCdTe na podstawie pomiarów prowadzonych w kontrolowanym zakresie temperatur. Wyznaczył także szumy dla fotoprądu w detektorach supersieci typu II, tj. InAs/GaSb oraz InAs/InAsSb. Na uwagę zasługują wykonane przez kandydata badania szumów $1/f$ fotoprądu w odniesieniu do szumów $1/f$ prądu ciemnego w czterech strukturach detektorów: heterozłączowych z HgCdTe, barierowych z absorberem z supersieci InAs/GaSb, kaskadowych z absorberem z supersieci InAs/GaSb oraz kaskadowych z absorberem z supersieci InAs/InAsSb. Prace te posiadają wiele ciekawych wątków badawczych oraz nowatorskich wyników. Odnoszę się do nich w podsumowaniu tego podrozdziału mojej recenzji.

Trzeci obszar prowadzonych przez habilitanta prac badawczych obejmuje publikacje [C4] oraz [C5] (za autorem w autoreferacie) i dotyczy szumów w supersieciowych detektorach fotoprzewodzących InAs/GaSb i InAs/InAsSb. Autor wykazał, że fotorezystory z supersieci InAs/InAsSb dla dalekiej (LWIR) oraz bardzo dalekiej podczerwieni (VLWIR) charakteryzują się występowaniem szumów typu $1/f$, które są fluktuacjami

rezystancji, spowodowanymi zmianami ruchliwości lub koncentracji nośników. Autor wykonał analizę zależności szumu względnego od odwrotności temperatury, przy czym pomiar szumu wykonywany był dla fotorezystorów LWIR i VLWIR. Dla wszystkich trzech próbek przy wymienionych zakresach spektralnych wyznaczana była również zależność parametru Hooge'a (α) w funkcji temperatury. Praca [C4], której pierwszym autorem jest habilitant przedstawia unikalne i pionierskie na swoje czasy charakterystyki szumów $1/f$ w fotorezystorach z supersieci InAs/InAsSb w zakresach spektralnych LWIR oraz VLWIR wykonane dla szerokiego zakresu temperatur. Nowatorskim elementem tego typu badań była również interpretacja ich wyników z wykorzystaniem modelu fluktuacji ruchliwości z uwzględnieniem dwóch mechanizmów rozproszenia. Praca [C5] również doskonale wpisuje się w badania szumów w supersieciowych detektorach fotoprzewodzących. Zawiera ona unikalne wyniki pomiarów szumów $1/f$ fotorezystorów z supersieci InAs/GaSb w aspekcie wpływu zmiany typu przewodnictwa, tj. z dziurowego na elektronowe. Wykonane przez kandydata pomiary ruchliwości oraz koncentracji w funkcji temperatury potwierdziły występowanie zmiany typu przewodnictwa. Deklarowany przez kandydata wkład w prace należące do tego obszaru jest znaczący. Obejmował on głównie opracowanie koncepcji i metodologii pracy, a także wykonanie pomiarów szumów wraz z opracowaniem wyników oraz ich interpretacją. W obydwu pracach dr inż. Łukasz Ciura był także ich autorem korespondencyjnym.

Publikacje należące do osiągnięcia naukowego, oznaczone przez habilitanta jako [C6-C9] koncentrują się na szumach niskoczęstotliwościowych jako mierze jakości kontaktów i materiałów przy detekcji podczerwieni. Stwierdzam, że obszar ten nazwany został przez habilitanta w dostarczonej dokumentacji prawidłowo. Praca [C6] skupia się bowiem na zależności pomiędzy nieliniowością kontaktów a szumem $1/f$, natomiast praca [C7] to rzetelny opis metody identyfikacji szumów związanych z kontaktami i objętościami. Z kolei charakterystyka samych szumów $1/f$ w zależności od objętości materiału jest przedmiotem artykułu [C8], zaś w [C9] zaproponowano wyznaczanie parametrów defektów w absorberze detektorów fotowoltaicznych. Prace te są ze sobą powiązane i dotyczą rzeczywiście wykorzystania szumów o niskich częstotliwościach do miary jakości kontaktów i materiałów w zastosowaniu do detekcji promieniowania podczerwonego. W pracy dotyczącej badań nad strukturami van der Pauwa, wytworzonych z arsenku galu z czterema kontaktami indowymi, kandydat wykonywał pomiary szumów i rezystancji, opracował wyniki i przedstawił ich interpretację wraz z dyskusją. Istotnymi, z punktu widzenia wkładu autora w dyscyplinę naukową automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne były badania i ocena nieliniowości charakterystyk prądowo-napięciowych struktur van der Pauwa, m.in. poprzez badania rezystancji dynamicznej w funkcji napięcia. Różnicowanie charakterystyk uzyskano poprzez zmianę koncentracji i typu domieszki w GaAs. Na uwagę zasługuje fakt, że wykorzystywane w pracy [C6] kontakty wytworzone zostały niezależnie z zastosowaniem różnych procedur wygrzewania w dwóch laboratoriach, tj. na Uniwersytecie Rzeszowskim oraz w Instytucie Mikroelektroniki i Fotoniki, Sieć Badawcza Łukasiewicz. Umożliwiło to zróżnicowanie charakterystyk prądowo-napięciowych i wykonanie szerszych badań jakościowych. Autor wykazał również, że dla słabo domieszkowanych próbek GaAs typu p niska temperatura znacząco zwiększa nieliniowość tego typu charakterystyk. Stwierdzam, że wykonane badania potwierdziły, że szumy $1/f$ mogą stanowić narzędzie oceny jakości kontaktów w strukturach półprzewodnikowych. Wyniki zaprezentowane w pracy [C7] potwierdzają natomiast, że głównym problemem w analizie szumów jest identyfikacja składowych pochodzących od objętości materiału oraz składowych pochodzących od kontaktów metal-półprzewodnik. Uważam, że opracowany w tym celu model teoretyczny oraz jego weryfikacja eksperymentalna stanowią źródło nowej wiedzy i mają duże znaczenie użytkowe. Z kolei w pracy [C8] autorzy udowodnili, że intensywność szumów $1/f$ zmierzona metodą dwukontaktową różni się dla poszczególnych par kontaktów i zjawisko to jest niezależne od typu przewodnictwa i domieszkowania warstwy GaSb. Praca, jak słusznie zauważa kandydat, jest eksperymentalnym zademonstrowaniem użyteczności czteropunktowej metody pomiaru szumów w celu wyznaczenia właściwości szumowych materiału na przykładzie warstw GaSb. Również w pracy [C9] habilitant odpowiedzialny był za wykonanie pomiarów szumów i opracowanie wyników oraz ich interpretację. Dr inż. Łukasz Ciura wykonał także pomiary spektroskopowe głębokich poziomów pułapkowych. Cała praca traktuje o detekcji poziomów defektowych w materiale $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ i jest w zasadzie demonstracją techniki spektroskopii szumowej. Autor analizuje kształt gęstości widmowej mocy sygnałów w funkcji temperatury. Najważniejszym osiągnięciem w ramach tej pracy jest wyznaczenie poziomów energetycznych defektów w InAsSb z wykorzystaniem spektroskopii szumowej i metody pojemnościowej.

Stwierdzam, że prowadzone przez kandydata prace naukowe posiadają wysoki poziom naukowy oraz potencjał aplikacyjny. Oceniane w niniejszym punkcie recenzji prace dotyczą głównie pomiarów oraz analizy szumów niskoczęstotliwościowych w strukturach detekcyjnych w zakresie promieniowania podczerwonego, a zważywszy na wykorzystanie supersieci InAs/InAsSb w nowych strukturach typu detektory kaskadowe, fotorezystory oraz materiały objętościowe należy stwierdzić, że prace te posiadają charakter nowatorski i są w wielu aspektach pionierskie, co podkreślam również w dalszej części niniejszej recenzji. Wyniki tych badań umożliwiają badanie nowych detektorów podczerwieni, a w szczególności nowych struktur detekcyjnych oraz nowych materiałów, które mogą zostać wykorzystane w detekcji promieniowania w zakresie podczerwieni.

Biorąc pod uwagę wkład habilitanta w powstanie ocenianego cyklu powiązanych publikacji, dokumentującego posiadanie przez Niego osiągnięć naukowych, do najważniejszych (osiągnięć) zaliczam:

- wykonanie i analiza pomiarów struktur p - i - n , p - B_{bulk} - i - n oraz p -BSL- i - n dla zmiennych wartości napięcia

polaryzacji oraz analiza wykrywalności trzema niezależnymi metodami wykorzystującymi: aproksymację uwzględniającą gęstość widmową mocy szumu termicznego i śrutowego, aproksymację uwzględniającą dodatkowo gęstość widmową mocy szumu $1/f$, a także aproksymację z bezpośrednich pomiarów gęstości widmowej mocy od prądu w funkcji temperatury,

- **wykazanie, że powstające w strukturach do detekcji promieniowania podczerwonego szumy o niskiej częstotliwości przeważają nad szumami białymi, udowodnienie, że nie można pomijać ich bezpośredniego wpływu na wykrywalność (ang.: *detectability*),**
- eksperymentalne wyznaczenie parametrów szumów detektorów barierowych InAsSb i HgCdTe na podstawie pomiarów prowadzonych w kontrolowanym zakresie temperatur zbadanie poziomu szumów w detektorach supersieci typu II, tj. InAs/GaSb oraz InAs/InAsSb, zaproponowanie metodologii wyznaczania współczynników szumów dla znanych składowych prądu ciemnego w funkcji temperatury,
- **pionierskie badania szumów $1/f$ fotoprądu w odniesieniu do szumów $1/f$ prądu ciemnego w czterech strukturach detektorów: 1. heterozłączowych z HgCdTe, 2. barierowych z absorberem z supersieci InAs/GaSb, 3. kaskadowych z absorberem z supersieci InAs/GaSb oraz 4. kaskadowych z absorberem z supersieci InAs/InAsSb,**
- **udowodnienie, że fotorezystory z supersieci InAs/InAsSb charakteryzują się występowaniem szumów typu $1/f$, będących fluktuacjami rezystancji, spowodowanymi zmianami ruchliwości lub koncentracji nośników w zakresie spektralnym odpowiadającym dalekiej oraz bardzo dalekiej podczerwieni,**
- wykazanie, że w przypadku pomiarów szumów wykonywanych dla fotorezystorów LWIR i VLWIR składowa o ujemnej zależności temperaturowej związana jest z rozproszeniami na fotonach akustycznych zaś składowa o dodatnim współczynniku temperaturowym spowodowana jest rozproszeniami na zjonizowanych domieszkach,
- eksperymentalne zademonstrowanie, że szum $1/f$ w fotorezystorach z supersieci InAs/GaSb wynika z fluktuacji przewodnictwa dziuowego,
- opracowanie modelu szumu $1/f$ dla fotodetektora z supersieci InAs/GaSb,
- wykonanie analizy porównawczej szumów $1/f$ fotorezystorów z supersieci InAs/GaSb z fotorezystorami InAs/InAsSb,
- **zbadanie w sposób ilościowy związku szumu $1/f$ i nieliniowości charakterystyk prądowo-napięciowych wytworzonych z arsenku galu struktur van der Pauwa oraz wykazanie, że dla słabo domieszkowanych próbek GaAs typu p niska temperatura znacząco zwiększa nieliniowość tego typu charakterystyk,**
- wykazanie, że intensywność szumów dla poszczególnych par kontaktów jest różna i niezależna od typu przewodnictwa oraz domieszkowania GaSb,
- **wyznaczenie poziomów energetycznych defektów w InAsSb z wykorzystaniem spektroskopii szumowej i metody pojemnościowej,**
- **połączenie rzetelnych badań eksperymentalnych z analizą i interpretacją fizyczną zjawisk, co pozwoliło na formułowanie wniosków o charakterze uniwersalnym dla całych klas przyrządów i materiałów.**

Czcionką pogrubioną wyszczególniono osiągnięcia szczególnie istotne, wnoszące istotny wkład w obszarze obejmującym badania powstawania szumów niskiej częstotliwości. Jakkolwiek przy omawianiu cyklu publikacji w autoreferacie autor pisze ponownie w liczbie pojedynczej o pojedynczym osiągnięciu naukowym, cyt. „...prace te, zebrane razem w formie cyklu, tworzą istotne osiągnięcie naukowe dotyczące zagadnienia szumów małej częstotliwości w nowoczesnych przyrządach i materiałach dla detekcji podczerwieni.”, to przedstawiona powyżej analiza Jego dorobku naukowego zdecydowanie pozwala na wyszczególnienie wielu osiągnięć naukowych, wyliczonych powyżej. To kolei dowodzi spełnienia przesłanek, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571) tj. stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (nie jedno osiągnięcie) albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.

Reasumując stwierdzam również, że podejmowana przez habilitanta tematyka jest aktualna i ważna ze względu na duże możliwości wykorzystania wyników prowadzonych przez Niego badań naukowych. Uważam również, że wkład kandydata w dyscyplinę automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne jest znaczący i wnoszący o dopuszczenie dr. inż. Łukasza Ciury do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

3.2. Ocena naukometryczna osiągnięć naukowych zawartych w cyklu, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571)

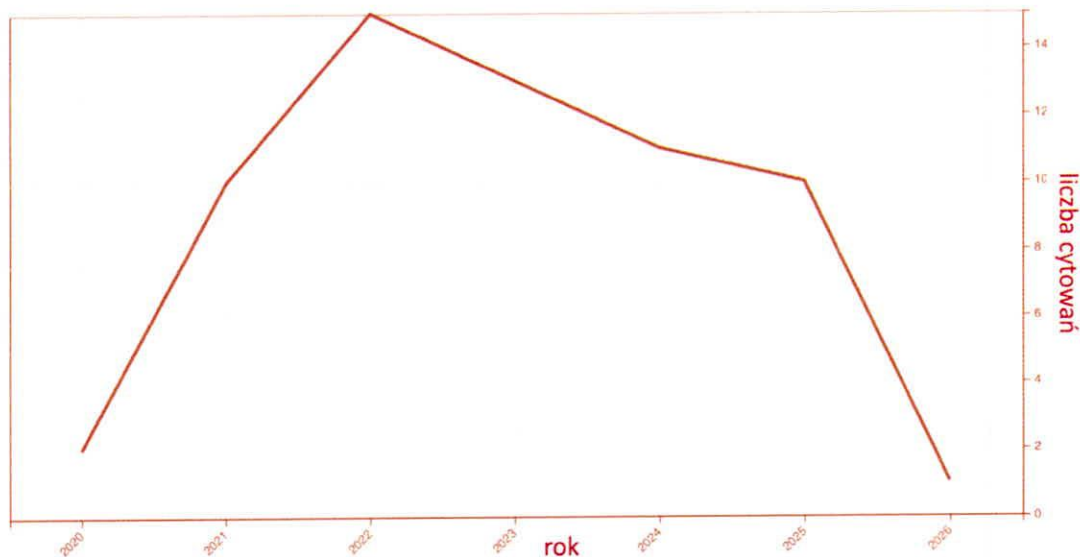
W skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych dr. inż. Łukasza Ciury wchodzi dziewięć prac naukowych, powiązanych tematycznie, opublikowanych w następujących czasopiśmie

naukowych:

- *Sensors* (1 praca w roku: 2021, $IF = 3,847$),
- *Sensors and Actuators A: Physical* (1 praca w roku 2020, $IF = 3,407$),
- *IEEE Electron Device Letters* (1 praca w roku 2025, $IF \approx 4,5$),
- *IEEE Transactions on Electron Devices* (2 prace w latach 2020 oraz 2022, $IF \approx 3$),
- *Applied Physics Letters* (1 praca w roku: 2021, $IF = 3,971$),
- *Measurement* (1 praca w roku: 2023, $IF = 5,2$),
- *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences* (1 praca w roku: 2020, $IF = 1,662$),
- *Semiconductor Science and Technology* (1 praca w roku: 2019, $IF = 2,361$).

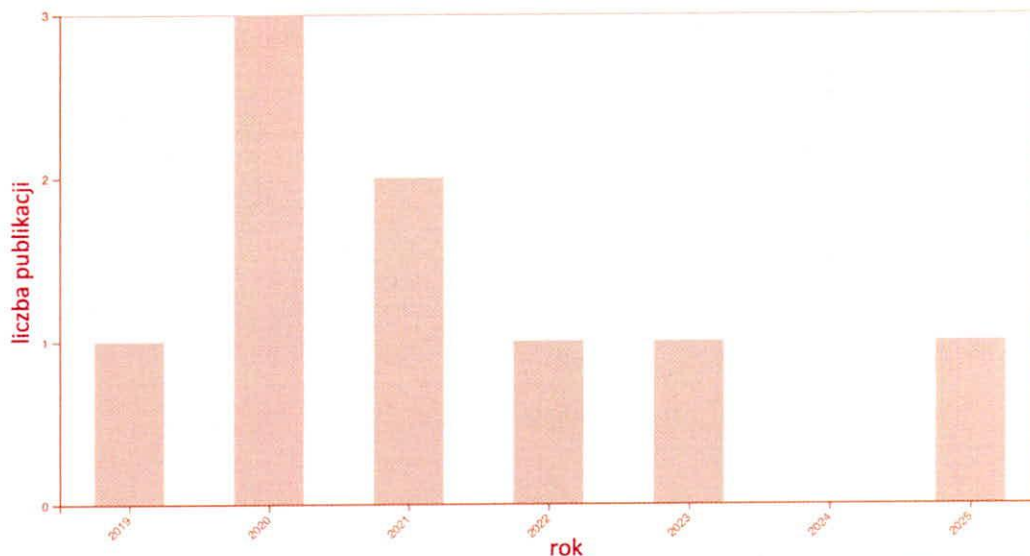
W przedstawionym do oceny osiągnięciu zabrakło artykułów autorskich, jednoosobowych habilitanta. Wynika to oczywiście z charakteru prowadzonych przez Niego prac badawczych. Konieczność wykorzystania złożonej aparatury naukowej, współpraca z innymi niż macierzysta Uczelniami oraz złożony charakter wykonywanych badań determinował wieloautorski skład dzieł naukowych. Nie sposób jednak w tym miejscu nie zauważyć, że osoba pretendująca do stopnia samodzielnego pracownika naukowego nie przedstawiła w cyklu publikacyjnym stanowiącym Jej osiągnięcia naukowe ani jednej publikacji samodzielnej, autorskiej, stanowiącej *credo* jej poczynąń naukowych. Ostatecznie, o pozytywnej opinii dotyczącej dorobku naukowego habilitanta, zawartej w niniejszej recenzji zdecydował fakt, że aż ośmiu na dziewięć pracach wchodzących w skład cyklu publikacyjnego, o którym mowa w Ustawie kandydat występuje jako pierwszy autor. Dodatkowo, co jest zdecydowanie warte podkreślenia w tym miejscu, dr inż. Łukasz Ciura był w aż ośmiu pracach również autorem korespondencyjnym. Taki układ garnitura autorów poszczególnych prac rekompensuje brak prac autorskich. Na podstawie informacji zawartych w autoreferacie wiemy również, że habilitant posiadał wiodący wkład w powstanie wszystkich tych publikacji. Wykonywał On wszystkie badania, brał udział w opracowaniu koncepcji artykułów, odpowiadał za interpretację wyników prowadzonych prac badawczych, redagował, a także tworzył teksty artykułów, a będąc autorem korespondencyjnym zapewne odpowiadał również na pytania recenzentów lub koordynował takie odpowiedzi. W związku z powyższym osiągnięcia naukowe, które zawarte są w cyklu powiązanych tematycznie publikacji oraz wkład habilitanta w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne oceniam pozytywnie.

Zgodnie z bazą bibliometryczną *Web of Science* cykl 9 wyodrębnionych publikacji habilitanta jest w literaturze cytowany 62 razy, przy czym suma cytowań bez tzw. autocytowań wynosi 54 (stan na dzień 23.01.2026). Na rys. 1 przedstawiam graficznie wyniki wskaźników cytowań prac habilitanta wchodzących w skład wyodrębnionego cyklu publikacji. Dane pochodzą z bazy *Web of Science*.



Rys. 1. Rozkład liczby cytowań publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego habilitanta w podziale na lata, sporządzony przy wykorzystaniu bazy *Web of Science*. (dane na dzień 23.01.2026)

Od roku 2020 zauważalny jest wzrost cytowań prac habilitanta od zaledwie 2 cytowań rocznie do ponad 14 cytowań w ciągu roku (dotyczy publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego habilitanta). Rysunek 2 przedstawia ilość publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego kandydata w podziale na lata ich opublikowania.



Rys. 2. Rozkład liczby publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego habilitanta w podziale na lata, sporządzony przy wykorzystaniu bazy *Web of Science*. (dane na dzień 23.01.2026)

Najwięcej publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego kandydata powstało w latach 2020-2025. Jego największa aktywność publikacyjna przypada właśnie na te lata, z kumulacją w roku 2020, w którym to ostatecznie przyjęte do druku zostały trzy Jego prace. Biorąc pod uwagę ilość cytowań prac w poszczególnych latach stwierdzam, że prace autorstwa dr. inż. Łukasza Ciury są zauważalne w środowisku naukowym, a dane dotyczące osiągnięcia naukowego w postaci liczby publikacji oraz przede wszystkim ich cytowań oceniam pozytywnie. Najważniejsze prace powstały w latach 2022-2025 i nie zdążyły jeszcze uzyskać większej liczby cytowań. Nie ulega bowiem wątpliwości, że publikacje habilitanta wnoszą wiele pomysłów w obszarze badań szumów małej częstotliwości w przyrządach i materiałach wykorzystywanych w detekcji podczerwieni.

4. Ocena ilościowa dorobku naukowego oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Dorobek naukowy habilitanta obejmuje łącznie 19 prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR (ang.: *Journal Citation Reports*), spośród których 9 należy do tzw. osiągnięcia naukowego. Szkoda, że - jak wspominałem wcześniej - żadna z tych publikacji nie jest samodzielną pracą habilitanta. Niemniej jednak ilość prac, w których jest on pierwszym oraz korespondencyjnym autorem jest wystarczająca do dopuszczenia kandydata do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Sumaryczny *impact factor* habilitanta zgodnie z rokiem opublikowania według listy JCR wyniósł 54,12. Indeks Hirscha wynosi 9 wg bazy *Web of Science* oraz 10 wg bazy *Scopus*. Liczba wszystkich cytowań artykułów kandydata według bazy *Web of Science* wynosi 186, bez tzw. autocytań 136, natomiast wg bazy *Scopus* liczba cytowań wszystkich artykułów habilitanta wynosi 207, bez autocytań 152 (stan na 1.10.2025, zgodnie z dokumentacją wnioskową niniejszego postępowania).

Analizując punkty i wskaźniki określające dorobek naukowy habilitanta można stwierdzić, że jest on zauważalny w międzynarodowym środowisku naukowym. Niniejsza opinia dotycząca oceny wkładu habilitanta w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne jest oparta o analizę wskaźników bibliograficznych oraz zawartości i jakości poszczególnych publikacji oraz bierze pod uwagę aktualność, a także aspekt naukowy i aplikacyjny rozwijanych metod badawczych. Biorąc pod uwagę wszystkie te kryteria stwierdzam, że moja ocena działalności naukowej kandydata jest pozytywna.

5. Ocena stopnia spełnienia pozostałych wymagań ustawowych

5.1. Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne

Habilitant nie posiada w swoim dorobku osiągnięć tego typu.

5.2. Artykuły w czasopiśmie naukowych niewchodzące w skład osiągnięcia naukowego

Poza pracami wchodzącymi w skład ustawowego cyklu publikacji kandydat posiada 10 artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR. Żadna z tych prac nie jest samodzielnym dziełem autora, niemniej jednak w 6 spośród tych prac dr inż. Łukasz Ciura jest ich pierwszym autorem, natomiast w 6 pracach występuje jako autor korespondencyjny. Te 10 pozycji autor ponumerował jako [A1-A10]. Pozycje [A1], [A2] i [A4] koncentrują się na szumie niskoczęstotliwościowym typu 1/f w detektorach podczerwieni średniofalowej (MWIR) opartych o supersieci InAs/GaSb typu II, w tym na jego

modelowaniu oraz identyfikacji mechanizmów generacji szumu. W [A2] dodatkowo analizowane są korelacje pomiędzy składowymi szumu a prądem, co pozwala rozróżnić dominujące procesy transportu i źródła fluktuacji w strukturze detektora. Prace [A3] oraz [A5] dotyczą defektów i poziomów pułpkowych w materiałach i strukturach detekcyjnych IR: [A3] wykorzystuje spektroskopię szumów niskiej częstotliwości do badania pułpek w HgCdTe, a [A5] skupia się na identyfikacji pułpek blisko środka przerwy energetycznej w supersieciach InAs/GaSb. Wspólnym wątkiem [A1] - [A5] jest traktowanie szumu 1/f i innych składowych szumu jako sondy jakości materiału/heterozłącza oraz procesów rekombinacji, pułpkowania i transportu ładunku w detektorach MWIR. Pozycja [A6] ma charakter metrologiczno-aparaturowy: opisuje metodykę pomiaru szumów małej częstotliwości fotodetektorów IR z użyciem układu z przetwornikiem transimpedancyjnym, czyli narzędzia niezbędnego do wiarygodnej diagnostyki szumowej. Artykuł [A10] analizuje wpływ rodzaju podłoża (GaAs oraz GaSb) na parametry detekcyjne fotodetektorów mid-IR opartych na InAs/GaSb, czyli na aspekty konstrukcyjno-technologiczne przekładające się na osiągi, a także potencjalnie na poziom szumów. W [A7] tematyka szumów niskoczęstotliwościowych jest przeniesiona poza klasyczne detektory IR na czujnik Halla grafen/SiC: badana jest wrażliwość szumu LF na naprężenia termiczne w urządzeniu pracującym w podwyższonej temperaturze. Pozycja [A9] również dotyczy grafenu na 4H-SiC, ale akcentuje wpływ zanieczyszczeń i pasywacji Al₂O₃ na niejednorodny rozkład źródeł szumu, co łączy fizykę defektów powierzchni i międzyfaz z obserwowaną charakterystyką szumową. Praca [A8] ma charakter bardziej materiałowo-technologicznej niż *stricte* szumowej. Dotyczy charakteryzacji wafla InAs na GaAs i analizy wzorca defektów, co jest istotne dla jakości epitaksji i późniejszych parametrów przyrządów optoelektronicznych. Cały zestaw prac [A1] - [A10] spina podejście polegające na przejściu od metodyki pomiaru, przez modelowanie i korelacje szumu, po identyfikację defektów/pułpek i wpływ technologii (tj. materiał, podłoże, pasywacja, zanieczyszczenia, stres termiczny) na zachowanie przyrządów półprzewodnikowych wykorzystywanych w optoelektronice i detekcji, w dużej części w podczerwieni.

Nie zgadzam się tutaj ze stwierdzeniem kandydata, że prace te nie wiążą się ściśle z jego głównym wyodrębnionym cyklem publikacji, ponieważ większość prac, np. [A1] - [A6] i częściowo [A10] dotyczy właśnie szumu 1/f w detektorach MWIR oraz metod jego pomiaru i interpretacji. Dodatkowo [A3] i [A5] pokazują typowy dla tej dziedziny cel: użycie szumów niskiej częstotliwości do identyfikacji pułpek i defektów ograniczających parametry detektorów IR. Prace tzw. „grafenowe”, tj. [A7], [A9] rozszerzają tę samą metodykę diagnostyki LF-noise na inne materiały i przyrządy, ale nadal w centrum pozostają szumy małej częstotliwości jako narzędzie oceny jakości i niezawodności. Jedynie [A8] jest najslabiej związana z badaniami szumów (dotyczy charakteryzacji defektów wafla), lecz tematycznie nadal wpisuje się w obszar jakości materiału, który zwykle przekłada się na poziom szumów w urządzeniach.

5.3. Wystąpienia na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych

Habilitant wziął udział łącznie w 14 wystąpieniach tego typu (6 po uzyskaniu stopnia doktora), spośród których 9 miało miejsce na konferencjach o zasięgu międzynarodowym, natomiast 5 wystąpień dotyczyło konferencji naukowych krajowych. Wystąpienia te wiążą się, czasami pośrednio, z tematyką będącej przedmiotem osiągnięcia naukowego wskazanym we wniosku o wszczęcie niniejszego postępowania habilitacyjnego.

5.4. Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych

Biorąc pod uwagę fakt, że aktualne przepisy w zakresie wymagań dotyczących postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego regulują konieczność wykazywania się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej, niniejszym stwierdzam spełnienie tego warunku. Przedstawiony wykaz uczestnictwa w projektach badawczych potwierdza spełnienie przez Pana dr. inż. Łukasza Ciurę przesłanki istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, wynikającej z aktualnych regulacji dotyczących postępowania habilitacyjnego. W szczególności, działalność ta ma charakter wielośrodkowy, co wynika zarówno z pełnionych funkcji, jak i ze struktury konsorcyjnej części przedsięwzięć. W projekcie NCN PRELUDIUM 7 (2014/13/N/ST7/03074) habilitant pełnił funkcję kierownika, co dowodzi samodzielności naukowej oraz zdolności do inicjowania i prowadzenia badań w ramach finansowania konkursowego. Jednocześnie realizacja projektów krajowych o wysokiej konkurencyjności świadczy o rozpoznawalności tematyki badań oraz jej zakorzenieniu w priorytetach środowiska naukowego.

Kluczowe znaczenie dla wykazania aktywności w więcej niż jednym podmiocie ma udział habilitanta w projekcie TECHMATSTRATEG (NCBR/2017), realizowanym w formule konsorcjum obejmującego instytut badawczy (Instytut Technologii Elektronowej w Warszawie, lider), uczelnie (Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Politechnika Rzeszowska) oraz podmiot przemysłowy (VIGO System S.A.). Uczestnictwo w pracach tak zorganizowanego konsorcjum oznacza rzeczywistą realizację badań w środowisku wieloinstytucjonalnym, w tym na styku uczelnia-instytut-przemysł, co odpowiada wymogowi aktywności prowadzonej w więcej niż jednej instytucji. Ponadto, wykonywanie zadań obejmujących wzrost epitaksjalny, obróbkę

technologiczną i charakteryzację heterostruktur wskazuje na współpracę wymagającą dostępu do infrastruktury i kompetencji rozproszonych pomiędzy partnerów konsorcjum. Taki model pracy badawczej w sposób naturalny wymusza współdziałanie między ośrodkami i potwierdza, że aktywność naukowa habilitanta nie była ograniczona do jednego miejsca realizacji badań.

Również udział w projekcie NCN OPUS 19 (2020/37/B/ST7/01830) jako wykonawca, w ramach zadania realizowanego w latach 2024-2025, wpisuje się w ciągłość i rozwój kompetencji badawczych w obszarze inżynierii systemów optoelektronicznych. Projekt ten, ze względu na zakres obejmujący rozwój narzędzi symulacyjnych dla struktur nanometrowych, ma charakter interdyscyplinarny i typowo zespołowy, co w praktyce wzmacnia współpracę naukową i transfer metod pomiędzy jednostkami zaangażowanymi w badania. Dodatkowo, pełnienie funkcji koordynatora zadania w projekcie *Regionalna Inicjatywa Doskonałości* (027/RID/2018/19) potwierdza aktywny udział habilitanta w zarządzaniu pracami badawczymi w ramach szerszego programu rozwoju doskonałości naukowej. Funkcja koordynatora oznacza nie tylko udział merytoryczny, ale również odpowiedzialność za integrację prac zespołu, harmonogram, cele oraz raportowanie wyników, co stanowi istotny przejaw aktywności naukowej.

Łącznie, projekty te dokumentują zarówno samodzielność, kierowanie projektem NCN, jak i zaawansowaną współpracę w ramach struktur wielopodmiotowych, np. konsorcjum NCBR z udziałem instytutu badawczego, uczelni i przemysłu. Wykazują one, że działalność badawcza habilitanta była prowadzona w układzie wieloośrodkowym, a osiągnięte rezultaty powstawały w środowisku współpracy wykraczającym poza jedną jednostkę. Z perspektywy przesłanki ustawowej istotne jest, że udział w konsorcjum oraz pełnienie funkcji koordynacyjnych wskazują na realne zaangażowanie w prace zespołów badawczych funkcjonujących w różnych instytucjach. Tym samym przedstawione projekty stanowią spójny i wiarygodny dowód, że habilitant spełnia wymóg wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, zgodnie z oczekiwaniami stawianymi w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

5.5. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych, pełnione funkcje

Habilitant w swoim naukowym portfolio nie posiada tego typu aktywności.

5.6. Odbyte staże naukowe i ich rezultaty

Odbyty w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie staż naukowy w okresie od 1.02.2025 do 30.04.2025 stanowi dowód realizacji aktywności badawczej poza jednostką macierzystą habilitanta, a więc w więcej niż jednej uczelni. Wprost koresponduje to z wymogiem ustawowym, zgodnie z którym stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która „*wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury*”. Zakres merytoryczny stażu obejmujący pomiary szumów w zakresie wielkich częstotliwości oraz modelowanie ruchliwości nośników prądu w materiałach półprzewodnikowych wskazuje na prowadzenie badań o charakterze zaawansowanym i specjalistycznym, tj. odpowiadających kryterium istotnej aktywności naukowej w rozumieniu tej przesłanki. Trzymiesięczny, ciągły okres realizacji prac badawczych w WAT potwierdza, że nie była to aktywność incydentalna, lecz zaplanowana realizacja zadań badawczych w odrębnym ośrodku. Staż oznacza także funkcjonowanie habilitanta w innym środowisku badawczym (inna infrastruktura, inny zespół i praktyki badawcze), co w praktyce stanowi realizację aktywności naukowej w więcej niż jednej uczelni. W konsekwencji, wykazany staż w WAT w sposób bezpośredni wspiera spełnienie przesłanki z art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Tym samym, w zestawieniu z pozostałą działalnością naukową, staż ten wzmacnia argumentację, że habilitant spełnia ustawowy wymóg mobilności i wieloośrodkowości aktywności badawczej, przewidziany dla postępowań habilitacyjnych.

5.7. Inne osiągnięcia w zakresie pracy naukowej

W przedstawionej do recenzji dokumentacji postępowania habilitacyjnego nie stwierdzam jakichkolwiek innych niż przedstawione powyżej, osiągnięć w zakresie pracy naukowej. Natomiast jeżeli chodzi o recenzje artykułów naukowych, habilitant recenzował 11 takich prac podczas swojej pracy naukowej.

5.8. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Ten obszar aktywności habilitanta jest, biorąc pod uwagę jego staż pracy na uczelni, ubogi i dotyczy on w zasadzie jedynie wygłoszenia przed audytorium firmy VIGO PHOTONICS S.A. referatu dotyczącego aspektów praktycznych problematyki szumów w detektorach podczerwieni, a także wykonania w roku 2023 usługi badawczej pt. „*Charakteryzacja szumowa struktur 7 próbek objętościowych materiałów kompozytowych na bazie związków z grupy AlIII BV*” dla Ensemble3 sp. z o.o.

5.9. Uzyskane prawa własności przemysłowej

Brak.

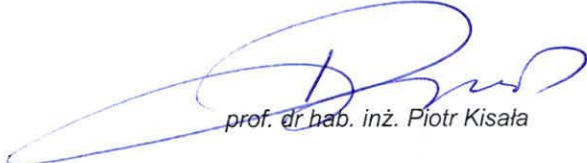
6. Podsumowanie

Zgodnie z art. 219 ust. 1 Ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późniejszymi zmianami), stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny. Wkładem, o którym mowa w ust. 1 wyżej wymienionej Ustawy w przypadku habilitanta jest cykl powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych. Stanowią one znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Na podstawie przedstawionej dokumentacji tj. wykazu osiągnięć naukowych oraz autoreferatu i zawartego w nim opisu osiągnięć naukowych stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego stwierdzam, że dr inż. Łukasz Ciura posiada umiejętność organizowania i samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Świadczy o tym Jej dorobek naukowy, który stanowi wkład w rozwój dyscypliny. Prace te stanowią znaczący wkład naukowy w obszarze metrologii i fizyki szumów niskoczęstotliwościowych w przyrządach oraz materiałach półprzewodnikowych stosowanych w detekcji promieniowania podczerwonego.

Oryginalność dorobku habilitanta przejawia się w konsekwentnym łączeniu rzetelnych pomiarów eksperymentalnych z pogłębioną analizą mechanizmów generacji szumu oraz ich wpływu na parametry użytkowe detektorów. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż habilitant w przeważającej części publikacji pełnił wiodącą rolę (autor pierwszy i/lub korespondencyjny), co potwierdza jego samodzielność w formułowaniu problemów badawczych, doborze metodyki i interpretacji wyników. Uzyskane rezultaty mają wymiar zarówno poznawczy, jak i użytkowy, ponieważ dostarczają narzędzi diagnostycznych pozwalających oceniać jakość materiału, kontaktów oraz heterostruktur przyrządowych z punktu widzenia ograniczeń szumowych. Przedstawiony cykl publikacji jest spójny tematycznie i pokazuje dojrzałość naukową habilitanta, w tym umiejętność prowadzenia badań w perspektywie długofalowej oraz rozwijania własnej niszy badawczej. Wskaźniki bibliometryczne i obserwowany wzrost cytowań potwierdzają rozpoznawalność oraz oddziaływanie rezultatów habilitanta w środowisku naukowym, a także ich aktualność w kontekście rozwoju nowoczesnych systemów optoelektronicznych. Aktywność projektowa i współpraca z różnymi ośrodkami badawczymi wskazują na umiejętność pracy zespołowej oraz realizację badań w modelu wieloinstytucjonalnym, co wzmacnia wiarygodność i zakres uzyskanych wyników.

Dorobek habilitanta dowodzi kompetencji w zakresie projektowania eksperymentu, budowy i walidacji metodyki pomiarowej, a także krytycznej analizy danych i formułowania wniosków o charakterze ogólnym dla klasy badanych struktur. Pomimo zgłoszonych w recenzji uwag krytycznych o charakterze redakcyjnym i porządkującym, nie wpływają one na pozytywną ocenę poziomu naukowego osiągnięcia oraz jego znaczenia dla dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika. Całokształt przedstawionych osiągnięć pozwala stwierdzić, że habilitant spełnia przesłanki ustawowe, a jego dorobek stanowi istotny i mierzalny wkład w rozwój badań szumowych oraz inżynierii detektorów podczerwieni.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje i uwagi krytyczne stwierdzam, że dorobek naukowy dr. inż. Łukasza Ciury spełnia wymagania określone w art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (tekst jedn. Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późniejszymi zmianami). Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej. W związku z powyższym popieram wniosek o nadanie dr. inż. Łukaszowi Ciurze stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania.



prof. dr hab. inż. Piotr Kisala