

Przyjmuję pod względem formalnym

14.03.2024



Imię i nazwisko recenzenta:

Olsztyn, 8.03.2024 r.

**Prof. dr hab. inż. Stanisław Oszczak**

Miejsce pracy recenzenta:

**Lotnicza Akademia Wojskowa w Dęblinie**

**Instytut Nawigacji**

**Recenzja dorobku naukowego Pana dr. inż. Krzysztofa Bakuly  
będącego podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora  
habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie inżynieria  
lądowa, geodezja i transport**

**1. Podstawowe dane o kandydacie:**

1) data uzyskania stopnia doktora:

*08.07.2015 r. - Doktor w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie geodezji i kartografii, specjalność fotogrametria – stopień nadany uchwałą Rady Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej na podstawie przedstawionej i obronionej z wyróżnieniem pracy pt. „Rola redukcji ilościowej danych wysokościowych pozyskanych z lotniczego skaningu laserowego w procesie tworzenia map zagrożenia powodziowego”.*

2) przebieg pracy naukowo – zawodowej:

*Od 2015 – Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii - adiunkt w Zakładzie Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej,  
2010-2015 - Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii - asystent w Zakładzie Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej,  
2009-2010 - Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii – asystent-stażysta w Zakładzie Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej.*

**2** Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa: *Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742)*

3	<p>Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:</p> <p><b>„Rozwój i ocena dokładności technologii skanowania laserowego z bezzałogowych statków latających w tworzeniu precyzyjnych numerycznych modeli wysokościowych na przykładzie wałów przeciwpowodziowych”.</b></p> <p>Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych:</p> <p><i>Statystyka dorobku naukowego Kandydata, według zestawu osiągnięć naukowo - badawczych zamieszczonych w autoreferacie, obejmuje 14 publikacji naukowych (w tym 13 po doktoracie) w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), autorstwo lub współautorstwo 2 monografii oraz współautorstwo 6 rozdziałów monografii (w tym odpowiednio 2 i 3 po doktoracie), 47 publikacji naukowych nieposiadających współczynnika (IF) impact factor (w tym 31 po doktoracie), jak również 40 prezentacji konferencyjnych krajowych i zagranicznych oraz wykładów (w tym 9 zapraszanych). Sumaryczny impact factor publikacji według JCR wynosi 35,506 ( w tym 34,733 po doktoracie). Liczba cytowań publikacji: według Web of Science – 221, według bazy Scopus – 369, według bazy Google Scholar – 681. Indeks Hirscha publikacji wynosi odpowiednio: według bazy Web of Science – 8, według bazy Scopus – 10, według Google Scholar – 14. Sumaryczna liczba punktów za publikacje według punktacji MEiN ważną dla czasopisma na dany rok wynosi 1568 (w tym 1359 po doktoracie). Należy podkreślić znaczący wzrost aktywności Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora. Wszystkie publikacje dotyczą dziedziny nauk technicznych i dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.</i></p> <p>Najważniejsze czasopisma, w których kandydat publikował swoje prace naukowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>International Journal of Remote Sensing, MEiN 70 punktów,</i></li> <li>- <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,</i></li> <li>- <i>ISPRS International Journal of Geo-Information, MEiN 100 punktów</i></li> <li>- <i>Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji</i></li> <li>- <i>Airborne Remote Sensing Data, Remote Sensing,</i></li> <li>- <i>Przegląd Geodezyjny, MEiN 70 punktów</i></li> </ul> <p><i>Według załączonego oświadczenia wkład autora w powstanie publikacji zespołowych wynosi od 25% do 40%..</i></p>
---	---

4	<p>Ocena wskazanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej</p> <p><i>Wskazanym przez Kandydata osiągnięciem naukowym jest cykl publikacji naukowych zatytułowany „Rozwój i ocena dokładności technologii skanowania laserowego z bezzałogowych statków latających w tworzeniu precyzyjnych numerycznych modeli wysokościowych na przykładzie wałów przeciwpowodziowych”.</i></p> <p><i>W skład cyklu publikacji wchodzi następujące pozycje:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Bakuła K., Ostrowski W., Szender M., Plutecki W., Salach A., Górski K., 2016.</b> Possibilities of using LiDAR and photogrammetric data obtained with unmanned aerial system for levees monitoring. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B1, 773-780, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B1-773-2016; ISSN 1682-1750. <b>MEiN (2016): 15 pkt lb. cytowań: 19 (Scopus), 6 (WoS), 21 (GoogleScholar)</b> <b>wkład 25%</b></li> <li>2. <b>Bakuła, K., Salach, A., Zelaya Wziątek, D., Ostrowski, W., Górski K., Kurczyński Z., 2017.</b> Evaluation of the accuracy of LiDAR data acquired using a UAS for levee monitoring: preliminary results. International Journal of Remote Sensing, 38 (8-10), 2921-2937, <a href="http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2016.1277044">http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2016.1277044</a>, ISSN: 0143-1161. <b>IF (2017): 2,003</b> <b>MEiN (2023): 70 pkt, MEiN (2017): 30 pkt</b> <b>lb. cytowań: 24 (Scopus), 15 (WoS), 29 (GoogleScholar)</b> <b>wkład 25%</b></li> <li>3. <b>Salach A., Bakuła K., Pilarska M., Ostrowski W., Górski K., Kurczyński Z., 2018.</b> Accuracy assessment of point clouds from LiDAR and dense image matching acquired using the UAV platform for DTM creation. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7, 342; doi:10.3390/ijgi7090342, ISSN: 2220-9964. <b>IF(2018): 2.022</b> <b>MEiN (2023): 100 pkt, MEiN (2018): 15 pkt</b> <b>lb. cytowań: 74 (Scopus), 70 (WoS), 97 (GoogleScholar)</b> <b>wkład 25%</b></li> <li>4. <b>Bakuła K., Pilarska M., Salach, A., Kurczyński Z. 2020.</b> Detection of Levee Damage Based on UAS Data—Optical Imagery and LiDAR Point Clouds, ISPRS International Journal of Geo-Information 9 (4), 248, <a href="https://doi.org/10.3390/ijgi9040248">https://doi.org/10.3390/ijgi9040248</a>, ISSN 2220-9964. <b>IF(2020): 2.971</b> <b>MEiN (2023): 100 pkt, MEiN (2020): 70 pkt</b> <b>lb. cytowań: 8 (Scopus), 8 (WoS), 11 (GoogleScholar)</b> <b>wkład 40%</b></li> </ol>
---	--

5. **Bakuła K.** 2023, Dokładność numerycznych modeli wysokościowych powstałych z danych z bezzałogowego skanowania laserowego w dobie rozwoju technologii ULS. Przegląd Geodezyjny, 9/2023, 9-15, DOI: 10.15199/50.2023.09.  
**MEiN (2023): 70 pkt**

*Osiągnięcia kandydata mieszczą się w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.*

*Jak stwierdza Kandydat w autoreferacie, „przedstawione publikacje to układające się w chronologiczny ciąg opisów badań naukowych jednego z pierwszych zespołów w Polsce i w Europie nad rozwojem technologii skanowania laserowego z platform BSL, w których był czołowym wykonawcą i nadzorującym prace zespołu badawczego rozwijanego od 2016 roku”.*

***Uwaga recenzenta:** zgodnie z Wytycznymi nr 15/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 1 czerwca 2023 r. w sprawie sposobów wykonywania operacji przy użyciu systemów bezzałogowych statków powietrznych w związku z wejściem w życie przepisów rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) nr 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych - prawnie używanym skrótem w języku polskim jest (BSP).*

*Analizy dokładności technologii skanowania laserowego z BSP w zgłoszonym cyklu publikacji uwzględniły standardowe parametry statystyczne przyjmowane dla oceny dokładności: średnia różnica wysokości  $\Delta h$ , odchylenie standardowe STD (Standard Deviation) dla różnicy wysokości oraz błąd średni wysokościowy RMS (Root Mean Square). Wartości te liczone były w odniesieniu do technik referencyjnych, które jak pisze Autor: „reprezentują dokładność co najmniej takiego rzędu jak ULS” (Unmanned Laser Scanning). Błąd średni dostarczał informacji o zewnętrznej dokładności produktu. Wartość średniej różnicy dostarczała informacji o systematycznym błędzie, którym może być obciążony analizowany model, zaś odchylenie standardowe o błędach przypadkowych spowodowanych różnymi czynnikami, w tym szumem samej chmury punktów.*

***Uwaga recenzenta:** zdaniem recenzenta, uzyskanie wiarygodnych ocen dokładności wymagało, aby dokładność technik referencyjnych była o rząd większa od uzyskiwanych przez technologię ULS dokładności numerycznego modelu terenu (NMT).*

*Podsumowaniem wykonanych przez Kandydata eksperymentów wykonanych w latach 2015 – 2020 przy użyciu 3 różnych systemów skanowania w zakresie uzyskiwanych dokładności Numerycznego Modelu Terenu (NMT) może stanowić publikacja nr A5, a w szczególności „Tabela 2. Dokładności NMT uzyskiwane dla technologii ULS względem pikiet wysokościowych i punktów kontrolnych”.*

*Podane w tej Tabeli wartości błędów średnich RMS, obliczone z różnych wysokości lotu dla 3 systemów ULS umieszczonych na bezzałogowych statkach powietrznych (BSP), począwszy od 30 m do 180 metrów, mieszczą się przedziale 1.7 – 18.4 cm. Technologia ULS umożliwia zatem zdalne wykonanie badania stanu wałów przeciwpowodziowych również w sytuacjach krytycznych, w czasie powodzi (safety critical applications). Ponadto zaletą ULS jest zdalne uzyskiwanie tego rzędu dokładności wyznaczenia NMT także dla terenów pokrytych roślinnością.*

	<p><i>Badania Autora potwierdziły, że w odróżnieniu od fotogrametrii, lidar jest techniką aktywną i dostarcza informacji z możliwością odfiltrowania danych pochodzących z odbić od roślinności.</i></p> <p><i>Uwaga recenzenta: zdaniem recenzenta wiarygodność wartości obliczonych błędów RMS powinna być potwierdzona przez podanie dokładności wyznaczenia wysokości referencyjnych pikiet wysokościowych i punktów kontrolnych w poszczególnych eksperymentach.</i></p> <p><i>W tej samej publikacji Autor stwierdza co następuje:</i></p> <p><i>„...Reprezentując dokładność poniżej 10 cm, technologia ULS staje się w niektórych przypadkach alternatywą dla klasycznego lotniczego skanowania laserowego, dla fotogrametrii niskopułapowej, ale także dla naziemnych i mobilnych (jezdnych) systemów skanowania laserowego...” [publikacja nr A5] oraz dalej: „...Uzyskiwanie dokładności na poziomie pojedynczych centymetrów, jest obecnie standardem...”</i></p> <p><i>Zdaniem recenzenta, Autor powinien jasno określić zależność pomiędzy wartościami błędów a dokładnością (dokładność vs. błąd wyznaczenia).</i></p> <p><b><i>Poczynione uwagi recenzenta nie decydują, w poważnym stopniu, o obniżeniu wartości merytorycznej wykonanych innowacyjnych badań eksperymentalnych Kandydata.</i></b></p>
5	<p>Stwierdzenie spełnienia przez Kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową</p> <p><i>Kandydat reprezentuje polskie środowisko akademickie z zakresu geodezji i kartografii w organizacji European Spatial Data Research (EuroSDR) gromadzącej przedstawicieli kilkudziesięciu uniwersytetów i jednostek mapujących. Miarą Jego aktywności jest odbycie 8 wizyt studyjnych w uniwersytetach i narodowych jednostkach mapujących: University of Ljubljana (Słowenia), Swisstopo (Szwajcaria), TU Dublin (Irlandia), Ministry of Interior - Department of Lands and Surveys (Cypr), Universitat Politècnica de Valencia (Hiszpania), Federal Office of Metrology and Surveying (BEV) (Austria), ponownie University of Ljubljana (Słowenia) i Finnish Geospatial Research Institute (Finlandia). Pełniąc funkcje w Międzynarodowej Federacji Geodetów zorganizował pierwszy raz w historii Polski Kongres FIG w Warszawie, w którym uczestniczyło ponad 1000 osób. W Międzynarodowym Towarzystwie Fotogrametrii i Teledetekcji jako jedyny Polak przewodniczył grupie roboczej bardzo aktywnej naukowo związanej z kalibracją i orientacją sensorów w fotogrametrii i teledetekcji. Jest także kierownikiem projektu pt. „Rozwój strategicznej współpracy Politechniki Warszawskiej i Politechniki Lwowskiej w zakresie geomatyki”. Jest to projekt, w którym realizowana jest współpraca naukowa oraz dydaktyczna poprzez umowę podwójnego dyplomowania.</i></p> <p><b><i>Stwierdzam, że Kandydat spełnia kryterium istotnej aktywności naukowej w skali krajowej i międzynarodowej.</i></b></p>
6	<p>Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę</p> <p><i>Kandydat posiada 14-letnie doświadczenie w pracy dydaktycznej, w tym 8 lat po doktoracie. Był kierownikiem, współautorem treści programowych oraz materiałów dydaktycznych 22 przedmiotów na 3 kierunkach studiów (geodezja i kartografia, gospodarka przestrzenna, geoinformatyka). Wypromował 44 dyplomantów, w tym 13</i></p>

zdobywało krajowe nagrody i wyróżnienia oraz 32 razy był recenzentem prac dyplomowych.

Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie programów licznych nowych innowacyjnych przedmiotów, w tym: 3D City modeling (2021), Mobile Mapping Technologies (2021), Technologie UAV (2020), Technologie UAV w geodezyjnych pomiarach sytuacyjno-wysokościowych (2018), Tworzenie i zastosowanie modeli 3D budynków (2019), Produkty fotogrametryczne w systemach katastralnych (2019), Lotnicze skanowanie laserowe - ćwiczenia (2018), Zastosowanie i standardy fotogrametrii lotniczej i satelitarnej (2018), Standardy i konwersja danych 3D (2016);

Ponadto, zaktualizował programy przedmiotów Orientacja Przestrzenna Zobrazowań, Fotogrametria Lotnicza i Satelitarna w wybranych zastosowaniach (2017), Fotogrametryczne Technologie Pomiarowe (2015), Podstawy Fotogrametrii (2014).

Był współautorem programu studiów anglojęzycznych kierunku geodesy and cartography, specjalność mobile mapping and navigation systems w 2020 roku.

W ostatnich dwóch latach był także kierownikiem szkoły letniej w ramach projektu „Szkoły letniej geomatyki i inżynierii lotnictwa na Politechnice Warszawskiej” w programie SPINAKER Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej NAWAAWA. W obu edycjach udział wzięło ponad 50 studentów, w tym studenci z Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Chorwacji, Ukrainy i Gruzji, a także wykładowcy z tych krajów. Jako kierownik opracował program tej szkoły z elementami popularyzatorskimi promującymi Polskę i polską kulturę.

#### Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujących naukę

Kandydat w swojej działalności naukowej brał udział w 20 projektach naukowych, z czego 9 finansowanych przez jednostki zewnętrzne (NCBR, FNP, MEiN), w tym w 11 pełnił funkcję kierownika.

Był organizatorem lub współorganizatorem 13 konferencji naukowych, w tym w funkcji sekretarza lub przewodniczącego komitetu organizacyjnego.

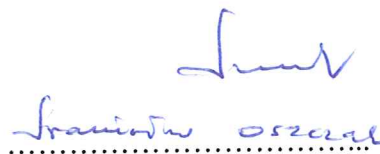
Jest członkiem i pełni funkcje w następujących towarzystwach i stowarzyszeniach: European Spatial Data Research (EuroSDR), Międzynarodowe Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji (ISPRS), Międzynarodowa Federacja Geodetów (FIG), Association of universities of science and technology in Europe (CESAER), International Committee of Architectural Photogrammetry (CIPA), Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji (PTFIT), Stowarzyszenie Geodetów Polskich (SGP), Polskie Towarzystwo Geograficzne Oddział Teledetekcji (PTG).

Na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej pełnił szereg aktywności organizacyjnych, w tym funkcje asystenta organizującego pracownie i komputery dydaktyczne, a następnie funkcję Prodziekana ds. studenckich i współpracy międzynarodowej, zajmujący się sprawami 1000 studentów, pracy w komisjach wydziałowych i komisji senackiej ds. współpracy międzynarodowej oraz udziału w zespole rektorskim „Solidarni z Ukrainą”.

Kieruje także projektem strategicznym wydziału, tj. „Rozwój strategicznej współpracy Politechniki Warszawskiej i Politechniki Lwowskiej w zakresie geomatyki”.

W zakresie popularyzacji wiedzy w 2014 roku Kandydat brał udział w konkursie INTER Fundacji na rzecz Nauki Polskiej związanym z popularyzacją nauki, zdobywając w finale nagrodę popularyzatorską. Od 2017 roku jest członkiem redakcji Przeglądu Geodezyjnego i był autorem 52 comiesięcznych artykułów popularno-naukowych w dziale Fotogrametria. Był autorem 2 lekcji realizowanych w latach 2016-2019 podczas Festiwalu Nauki

	<p>w Warszawie. Prowadził zajęcia dla Uniwersytetu Trzeciego Wieku w latach 2018-2019. W 2017 był prelegentem podczas GIS Day w stolicy, a dwukrotnie występował także podczas Dni Technik Geodezyjnych w technikum budowlanym w Mińsku Mazowieckim.</p> <p><b>Stwierdzam, że Kandydat z nadmiarem spełnia wymogi ustawowego kryterium dotyczącego aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej.</b></p>
7	<p>Inne istotne informacje i uwagi, które w opinii Recenzenta mają znaczenie dla oceny wniosku:</p> <p><i>Kandydat może być przykładem naukowca realizującego od czasu studiów swoją pasję naukową i dydaktyczną w tematyce skanowania laserowego z bezzałogowych statków powietrznych (BSP). Wyróżnia Go koleżeńskość i umiejętność pracy w zespole. Jako prodziekan ds. studenckich jest cenionym i lubianym przez młodych pracowników i studentów opiekunem naukowym.</i></p>
8	<p>Jednoznaczna konkluzja Recenzenta:</p> <p><i>Biorąc pod uwagę innowacyjne osiągnięcia naukowe krajowe i zagraniczne, oryginalne walory eksperymentalne oraz ważne znaczenie naukowe i praktyczne metodyki skanowania laserowego z bezzałogowych statków powietrznych (BSP), wysoką ocenę całokształtu dorobku naukowego Kandydata, wyróżniającego się oryginalnością i ścisłym powiązaniem z aktualną problematyką badań światowych, a także znaczące osiągnięcia w pracy dydaktycznej oraz wielką aktywność organizacyjną i pasję badawczą Kandydata, uważam, że Pan dr Krzysztof Bakuła spełnia warunki przewidziane Ustawą o tytule i stopniach naukowych i <b>zasługuje na przyznanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych.</b></i></p>

  
 .....

(podpis Recenzenta)

