



dr hab. inż. Bartosz Mitka
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii

Kraków, 20.12.2024 r.

Recenzja


PROREKTOR
Politechniki Warszawskiej

prof. dr hab. inż. Mariusz Malinowski

2025 -01- 2 3

osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej Pana dra inż. Jakuba Stefana Markiewicza będących podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

1. Podstawowe dane o Habilitancie

1.1. Data uzyskania stopnia doktora oraz nazwa jednostki, której był ten stopień nadany

Doktor inżynier Jakub Markiewicz uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie geodezja i kartografia 19 kwietnia 2018 roku. Stopień ten został nadany przez Radę Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, na podstawie rozprawy pt.: *Badanie możliwości wykorzystania rastrów intensywności oraz metod dopasowania obrazów w automatycznej orientacji danych z naziemnego skaningu laserowego*. Dysertacja została przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Doroty Zawieskiej profesor PW, a recenzentami byli: prof. dr hab. inż. Michał Kędzierski oraz dr hab. inż. Sławomir Mikrut. Doktorat został wyróżniony przez Radę Wydziału Geodezji i Kartografii.

1.2. Informacja czy Habilitant ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Przedstawiona przez dra inż. Jakuba Markiewicza dokumentacja wniosku nie zawiera informacji czy Habilitant ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Również w bazie POL-on w wykazie postępowań awansowych nie znaleziono informacji w tym zakresie. W związku z tym należy traktować wniosek jako złożony po raz pierwszy.

1.3. Przebieg pracy naukowo-zawodowej

Dr inż. Jakub Markiewicz od 2012 roku jest zatrudniony w Zakładzie Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej Politechniki Warszawskiej.

W latach 2012 – 2018 był zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a od 2018 roku na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.

2. Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia postępowania, w tym obowiązujących kryteriach oceny

Recenzja została opracowana na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej, prof. dr hab. inż. Konrada Lewczuka, pismo nr WTBD.524.HAB.134.2024 z dnia 20.10.2024 r.

Podstawą prawną określającą obowiązujące wymogi w postępowaniach habilitacyjnych jest ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.), Zgodnie z art. 219 ustawy:

1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 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, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, 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
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

2. Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

3. Obowiązek publikacji nie dotyczy osiągnięć, których przedmiot jest objęty ochroną informacji niejawnych.

Podstawę do przygotowania recenzji stanowiła dokumentacja wniosku zawierająca:

1. Wniosek z dnia 15 lipca 2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie1 inżynieria lądowa, geodezja i transport.
2. Dane wnioskodawcy (Załącznik nr 1)
3. Autoreferat (Załącznik nr 2)
4. Wykaz osiągnięć naukowych (Załącznik nr 3)
5. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora (Załącznik nr 4)
6. Oświadczenia współautorów (Załącznik nr 5)
7. Potwierdzenia i certyfikaty odbytych staży naukowych w jednostkach zagranicznych (Załącznik nr 6)
8. Kopie publikacji i raport z zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego (Załącznik nr 7)

3. Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych

Dr inż. Jakub Markiewicz jako **główne osiągnięcie naukowe** przedstawił cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Metodyka georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody Structure-from-Motion*”.

1. **Markiewicz Jakub**, Pilarska M., Łapiński S., Kaliszewska A., Bieńkowski R., Cena A.: Quality assessment of the use of a medium format camera in the investigation of wall paintings: an image-based approach, w: Measurement, Elsevier, vol. 132, 2019, pp. 224-237, DOI:10.1016/j.measurement.2018.07.001, IF(3.364).
2. Zawieska D., **Markiewicz Jakub**, Kopiasz J.: Development of true orthophotomaps of the fortified settlement at Biskupin, Site 4, based on archival data, w: Archaeological Prospection, vol. 26 (2), 2019, pp. 1-28, DOI:10.1002/arp.1748, IF(1.579).
3. **Markiewicz Jakub**, Abratkiewicz K., Gromek A., Ostrowski W., Samczyński P., Gromek D.: Geometrical Matching of SAR and Optical Images Utilizing ASIFT Features for SAR-based Navigation Aided Systems, w: Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 19, no. 24, 2019, pp. 1-33, DOI:10.3390/s19245500, IF(3.031).
4. **Markiewicz Jakub**, Zawieska D.: The Influence of the Cartographic Transformation of TLS Data on the Quality of the Automatic Registration, w: Applied Sciences-Basel, MDPI, no. 9(3), 509, 2019, pp. 1-28, DOI:10.3390/app9030509, IF(2.217).
5. **Markiewicz Jakub**, Zawieska D.: Analysis of the Selection Impact of 2D Detectors on the Accuracy of Image-Based TLS Data Registration of Objects of Cultural Heritage and Interiors of Public Utilities, w: Sensors, Multidisciplinary

Digital Publishing Institute, vol. 20, no. 11, 2020, pp. 1-33, DOI:10.3390/s20113277, IF(3.031).

6. **Markiewicz Jakub**: Evaluation of 2D affine – hand-crafted detectors for feature-based TLS point cloud registration, w: Reports on Geodesy and Geoinformatics, vol. 117, 2024, pp. 69-88. <https://doi.org/10.2478/rgg-2014-0008>; IF (0,7).
7. **Markiewicz Jakub**, Kot P., Markiewicz Ł., Muradov M.: The evaluation of hand-crafted and learned-based features in Terrestrial Laser Scanning-Structure-from-Motion (TLS-SfM) indoor point cloud registration: the case study of cultural heritage objects and public interiors , w: Heritage Science, vol. 11, 254 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40494-023-01099-9>; IF (2,5).
8. Muradov M., Kot P., **Markiewicz Jakub**, Łapiński S., Tobiasz A., Onisk K., Shaw A., Hashim K., Zawieska D., Mohi-Ud-Din G.: Non-destructive system for in-wall moisture assessment of cultural heritage buildings, w: Measurement, Elsevier, vol. 203, 2022, pp. 1-29, DOI:10.1016/j.measurement.2022.111930.

W ramach przedstawionego cyklu publikacji (pkt. 1-8) przedstawiono metodykę georeferencji danych geoprzestrzennych pozyskiwanych z aktywnych i pasywnych metod odwzorowania kształtu 3D, w oparciu o zmodyfikowaną i ulepszoną metodę Structure-from-Motion.

Jako **drugie osiągnięcie naukowe** habilitant przedstawił oryginalne osiągnięcie projektowe pt. „*Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej*”. W ramach prac prowadzonych w projekcie przedwdrożeniowym przeprowadzono szereg prac eksperymentalnych umożliwiających poprawę orientacji wielosensorowych i wieloczasowych chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego i gęstego dopasowania obrazów. Prace zostały zrealizowany w ramach projektu „Inkubator Innowacyjności 4.0”

3.1. Dane naukometryczne

Na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego kandydat legitymował się następującymi parametrami naukometrycznymi:

Tabela 1. Zestawienie punktacji Impact Factor oraz liczby punktów MNiSW przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Publikacje	Sumaryczny Impact Factor	Sumaryczna liczba punktów MNiSW	
		Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora
			przed 2019

Artykuły wchodzące w skład osiągnięcia naukowego	17,540	-	-	1050
Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	-	166	35	45
Wykaz opublikowanych artykułów naukowych posiadających współczynnik wpływu IF	17,174	35	-	440
Wykaz publikacji nieposiadających współczynnika wpływu IF	-	226	30	90
Suma	34,714	427	65	1625

Na dzień złożenia wniosku liczba cytowań publikacji Habilitanta z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań oraz indeks Hirscha według baz Web of Science i Scopus kształtowały się następująco:

- baza Web of Science:
 - o liczba indeksowanych publikacji: 38
 - o liczba cytowań: 211
 - o liczba cytowań bez autocytowań: 160
 - o indeks Hirscha: 8
- baza Scopus:
 - o liczba indeksowanych publikacji: 54
 - o liczba cytowań: 328
 - o liczba cytowań bez autocytowań: 220
 - o indeks Hirscha: 11

Natomiast według bazy Web of Science po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego w 2018 roku wskaźniki te kształtują się następująco:

- baza Web of Science:
 - o liczba indeksowanych publikacji: 22
 - o liczba cytowań: 148
 - o liczba cytowań bez autocytowań: 120
 - o indeks Hirscha: 7

Powyższe wartości wskazują na istotny wzrost parametrów naukometrycznych po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia naukowego doktora i są wartościami uzasadniającymi ubieganie się Kandydata o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3.2. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa kandydata

Główną działalnością naukową Habilitanta są badania w zakresie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii w inwentaryzacji i digitalizacji dziedzictwa kulturowego. W ramach prowadzonej działalności naukowo-badawczej współpracował z polskimi i zagranicznymi jednostkami naukowymi oraz wiodącymi polskimi instytucjami kultury. Główna działalność publikacyjna Habilitanta dotyczy możliwości wykorzystania metod fotogrametrii bliskiego zasięgu i naziemnego skaningu laserowego w dokumentacji dziedzictwa kulturowego.

Sumaryczne zestawienie osiągnięć naukowych i wykaz aktywności naukowej Kandydata, przed i po doktoracie zawiera tabela 2.

Tabela 2. Zestawienie osiągnięć naukowych i wykaz aktywności naukowej

I.p.	Nazwa osiągnięcia	Przed doktoratem	Po doktoracie
I Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, o których mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 ustawy			
1.	Monografia naukowa zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy	-	-
2.	Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy	-	8
3.	Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c	-	1
II Wykaz aktywności naukowej			
4.	Wykaz opublikowanych monografii naukowych	-	-
5.	Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	17	7
6.	Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii	-	-
7.	Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z wyłączeniem pozycji wymienionych w pkt I)	10	13
8.	Wykaz opublikowanych artykułów w materiałach konferencyjnych	11	12
9.	Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z wyłączeniem pozycji wymienionych w pkt I)	-	-
10.	Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych	0	1

11.	Referaty zaprezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych (prezentacje i postery) a) Konferencje krajowe b) Konferencje międzynarodowe w Polsce c) Konferencje zagraniczne	a) 25 b) 5 c) 27	a) 21 b) 5 c) 20
-----	---	------------------------	------------------------

3.3. Informacja o najważniejszych czasopismach, w których Habilitant opublikował swoje prace naukowe

Habilitant publikuje swoje prace w międzynarodowych czasopismach obejmujących zagadnienia fotogrametrii i teledetekcji, a więc w obszarze prowadzonej działalności naukowej i badawczej.

Duża część publikacji umieszczona jest w materiałach pokonferencyjnych Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (ISPRS) oraz Międzynarodowego Komitetu Fotogrametrii w Architekturze (CIPA), którego prace dotyczą między innymi wykorzystania fotogrametrii bliskiego zasięgu i skanowania laserowego w ochronie dziedzictwa kulturowego. Ta działalność publikacyjna potwierdza spójność prowadzonych przez Habilitanta badań ze zgłoszonymi do recenzji osiągnięciami.

Publikacje Habilitanta indeksowane w bazie Web of Science pochodzą z następujących wydawnictw i należących do nich czasopism:

Tabela 3. Zestawienie wydawnictw i czasopism dla publikacji indeksowanych w bazie Web od Science

L. p.	Wydawnictwo / Czasopisma	Ilość publikacji	% publikacji
1	Copernicus Gesellschaft Mbh - materiały pokonferencyjne	15	39.474
2	Mdpi - SENSORS - SUSTAINABILITY - APPLIED SCIENCES-BASEL - REMOTE SENSING	7	18.421
3	IEEE - materiały pokonferencyjne	3	7.895
4	Springer Nature - HERITAGE SCIENCE - materiały pokonferencyjne	3	7.895
5	Elsevier - MEASUREMENT	2	5.263
6	SPIE-INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING - materiały pokonferencyjne	2	5.263
7	Stef92 Technology Ltd - materiały pokonferencyjne	2	5.263

8	INTL SOC PHOTOGRAMMETRY & REMOTE SENSING-ISPRS - materiały pokonferencyjne	1	2.632
9	Sciendo - REPORTS ON GEODESY AND GEOINFORMATICS	1	2.632
10	Scitepress - materiały pokonferencyjne	1	2.632
11	Wiley - ARCHAEOLOGICAL PROSPECTION	1	2.632

Przedstawiony do recenzji jako główne osiągnięcie cykl 8 publikacji obejmuje artykuły opublikowane w czasopismach:

- 2 publikacje w Measurement, Elsevier: IF - 2.260 , punktacja MNiSW - 200 pkt.;
- 1 publikację w Archaeological Prospection, Viley: IF – 1.640, punktacja MNiSW - 140 pkt.;
- 2 publikacje w Sensors, MDPI: IF – 2.780, punktacja MNiSW - 100 pkt.
- 1 publikację w Applied Sciences-Basel, MDPI: IF – 2.520, punktacja MNiSW - 100 pkt.
- 1 publikację w Reports on Geodesy and Geoinformatics, Sciendo: IF – 0.70, punktacja MNiSW - 70 pkt.
- 1 publikację w Heritige Science, Springer Nature: IF – 2.240, punktacja MNiSW - 140 pkt.

Sumaryczny współczynnik IF dla wszystkich publikacji w cyklu wynosi 17.54, a suma punktów MNiSW wynosi 1050.

3.4. Informacja czy Habilitant odgrywał wiodącą rolę w powstaniu współautorskich prac naukowych

Według informacji zawartych we wniosku, rolą Habilitanta w publikacjach składających się na cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Metodyka georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody Structure-from-Motion” było w głównej mierze autorstwo metodyki i koncepcji badań, przygotowanie i implementacja algorytmów, przetwarzanie danych i analizy dokładności. Zakres wkładu autorskiego w realizowane badania, oraz deklarowane szacowane udziały w przygotowaniu publikacji potwierdzają, że Habilitant odgrywał wiodącą rolę w powstaniu współautorskich prac naukowych. Tabela nr 4 poniżej zawiera deklarowany wkład autorski Habilitanta i jego szacowany udział w tworzeniu publikacji składających się na cykl będący osiągnięciem naukowym.

Tabela 4. Wkład autorski Habilitanta i szacowane udziały w publikacjach w cyklu

L.p.	Tytuł opracowania	Wkład autorski	Szacowany udział w publikacji
1	Markiewicz J., Pilarska M., Łapiński S., Kaliszewska A., Bieńkowski R., Cena A.: Quality assessment of the use of a medium format camera in the investigation of wall paintings: an image-based approach,	Autor hipotezy badawczej i metodyki przetwarzania danych. Przetworzenie danych. Analiza uzyskanych dokładności i zasadności doboru parametrów w metodzie SfM dla zdjęć z aparatów średnioformatowych. Przygotowanie artykułu.	25%
2	Zawieska D., Markiewicz J. , Kopiasz J.: Development of true orthophotomaps of the fortified settlement at Biskupin, Site 4, based on archival data,	Autor metodyki i koncepcji badań. Przygotowanie i implementacja rozszerzonej metodyki SfM do orientacji archiwalnych zdjęć różnoskalowych. Przygotowanie artykułu.	60%
3	Markiewicz J. , Abratkiewicz K., Gromek A., Ostrowski W., Sameżyński P., Gromek D.: Geometrical Matching of SAR and Optical Images Utilizing ASIFT Features for SAR-based Navigation Aided Systems	Autor metodyki orientacji ortoobrazów z danymi SAR odpowiedzialny za wyszukiwanie punktów wiążących oraz ich dopasowania zmienioną metodą ICP. Przygotowanie i implementacja algorytmów dopasowania obrazów. Analiza dokładności orientacji wieloźródłowych danych. Przygotowanie pierwszej wersji publikacji (draft artykułu).	30%
4	Markiewicz J. , Zawieska D.: The Influence of the Cartographic Transformation of TLS Data on the Quality of the Automatic Registration,	Pomysłodawca metodyki i koncepcji badań. Przygotowanie i implementacja algorytmów. Przeprowadzenie badań. Przygotowanie ostatecznej wersji artykułu.	80%
5	Markiewicz J. , Zawieska D.: Analysis of the Selection Impact of 2D Detectors on the Accuracy of Image-Based TLS Data Registration of Objects of Cultural Heritage and Interiors of Public Utilities	Przygotowanie metodyki i koncepcji badań. Przygotowanie i implementacja algorytmów. Przeprowadzenie badań. Przygotowanie ostatecznej wersji artykułu.	80%
6	Markiewicz J.: The evaluation of 2D affine hand-crafted detectors for feature-based TLS point cloud registration,	Autor metodyki i koncepcji badań. Przygotowanie i implementacja algorytmów. Przeprowadzenie badań. Przygotowanie ostatecznej wersji artykułu.	100%

7	Markiewicz J., Patryk K., Markiewicz L., Muradov M.: The evaluation of hand-crafted and learned-based features in Terrestrial Laser Scanning-Structure-from-Motion (TLS-SfM) indoor point cloud registration: the case study of cultural heritage objects and public interiors	Autor metodyki i koncepcji badań dotyczących metody TLS-SfM. Przygotowanie aplikacji i implementacja algorytmów. Końcowe przetwarzanie danych i orientacja chmur punktów. Przygotowanie ostatecznej wersji artykułu.	50%
8	Muradov M., Kot P., Markiewicz J., Łapiński S., Tobiasz A., Onisk K., Shaw A., Hashim K., Zawieska D., Mohi-Ud-Din G.: Non-destructive system for in-wall moisture assessment of cultural heritage buildings	Autor metodyki orientacji systemu elektromagnetycznego z danymi fotogrametrycznymi metodą TLS-SfM; metodyki badań dotyczących wykorzystania metody TLS-SfM w integracji chmur punktów ze zdjęć naziemnych z chmurami punktów TLS.	25%

3.5. Ocena wskazanych przez Habilitanta osiągnięć naukowych

Jak wynika z załączonej do wniosku dokumentacji, pierwszy ze wskazanych w ustawie p.s.w.n, w art. 219 ust. 1 warunków jest spełniony.

Drugi z warunków dotyczy posiadania w dorobku osiągnięć stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny, w tym przypadku dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Habilitant przedłożył dwa osiągnięcia:

- cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Metodyka georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody Structure-from-Motion*”
- oraz 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe pt. „*Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej*”

a więc pod względem formalnym drugi z warunków został spełniony.

Dr inż. Jakub Markiewicz, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) jako główne osiągnięcie naukowe przedłożył cykl powiązanych tematycznie 8 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2019 -2023. Siedem z przedstawionych artykułów jest artykułami współautorskimi dla których Habilitant odgrywał wiodącą rolę w ich powstaniu, natomiast jeden jest artykułem samodzielnym. Łączny wskaźnik IF dla przedstawionego cyklu wyni 17.54, a liczba punktów MNiSW 1050.

Problematyka badań przedstawiona w cyklu artykułów dotyczy automatyzacji przetwarzania wielosensorowych i wieloczasowych danych przestrzennych. Jako

wyjściowy problem badawczy przedstawiono problemy z bezpośrednim wykorzystaniem istniejących algorytmów metody SfM do wyrównania obrazów o wysokich rozdzielczościach, np. pochodzących z kamer średnioformatowych, jak również brak możliwości ich bezpośredniego wykorzystania do orientacji zdjęć sferycznych powstałych w wyniku konwersji chmur punktów do postaci rastrowej, orientacji chmur punktów 3D lub integracji danych z obu sensorów, a w szczególności danych pochodzących z naziemnych skanerów laserowych. W związku z tym jako główny cel prac Habilitant zdefiniował przygotowanie metodyki georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody SfM. Problematyka badań została przedstawiona w autoreferacie w rozbiciu na dwa zagadnienia. W pierwszym przedstawiono wyniki prowadzonych badań odnoszących się do orientacji danych pozyskiwanych z sensorów pasywnych i integracji ortofotomap z danymi SAR przekonwertowanymi do postaci rastrowej. W drugim przedstawiono wyniki orientacji chmur punktów pozyskanych z aktywnych sensorów pomiarowych i uzyskanych w wyniku przetwarzania zdjęć metodami MVS przy zastosowaniu podejścia TLS-SfM.

W pierwszym artykule z cyklu pt. „*Quality assessment of the use of a medium format camera in the investigation of wall paintings: an image-based approach*” przedstawiona została analiza możliwości wykorzystania algorytmów SfM oraz zdjęć pozyskanych wysokorozdzielczym średnioformatowym aparatem Hasselblad H6D-100 o rozdzielczości 100 mln pikseli. A uzyskane wyniki dotyczyły wpływu doboru detektora na liczbę i sposób rozmieszczenia punktów wiążących, wpływu doboru poziomu piramidy obrazów na jakość orientacji zdjęć, doboru sposobu pomiaru osnowy fotogrametrycznej, wpływu parametru *gradual selection* w oprogramowaniu Agisoft PhotoScan na wartość błędu reprojekcji.

W drugim artykule z cyklu pt. *Development of true orthophotomaps of the fortified settlement at Biskupin, Site 4, based on archival data* przedstawiono koncepcję wykorzystania metody SfM do orientacji archiwalnych niemetrycznych zdjęć w wykonanych w sposób nefotogrametryczny. W ramach przeprowadzanych prac badawczych zaproponowano cyt. „(...) różne podejścia rozszerzenia metody SfM do orientacji zdjęć archiwalnych poprzez (1) podział zdjęć ze względu na wysokość z jakiej wykonano zdjęcia oraz kąty nachylenia wykonanych obrazów, (2) definiowanie masek przedstawiających odpowiadające sobie fragmenty obrazów, (3) zmianę końcowego poziomu piramidy, na którym wyszukiwane były punkty charakterystyczne, (4) uzupełnienie punktów wiążących punktami Grubera manualnie mierzonymi na obrazach oraz (5) przeprowadzenie dodatkowej filtracji punktów wiążących uwzględniających nie tylko wartości błędów reprojekcji, ale również rozmieszczenie punktów”.

W całym cyklu te dwa artykuły ocenić należy jako badania wstępne, będącą podstawą nabycia wiedzy o wpływie parametrów stosowanych w algorytmach metod SfM na uzyskiwane wyniki przetwarzania danych fotogrametrycznych i możliwości wpływu na wyniki działania metod SfM poprzez dodatkowe działania manualne zgodne z klasycznym podejściem fotogrametrycznym. W dużej mierze zostały przebadane tutaj możliwości modyfikacji parametrów istniejącego oprogramowania i wpływu tych modyfikacji na wynik końcowy przetwarzania danych w procesie fotogrametrycznym.

Trzeci z artykułów w cyklu pt. *Geometrical Matching of SAR and Optical Images Utilizing ASIFT Features for SAR-based Navigation Aided Systems* dotyczy możliwości wykorzystania metody SfM w procesie wyznaczenia zależności i integracji ortofotompy z danymi radarowymi pozyskanymi z pułapu lotniczego. Zaproponowano modyfikację metody SfM na potrzeby jej wykorzystania z obrazami SAR. Badania opisane w artykule dowiodły, że proponowana metoda geometrycznego dopasowania obrazów SAR i danych optycznych wykorzystująca algorytm ASIFT dla systemów wspomagania nawigacji opartych na SAR jest odpowiednia do obliczania poprawek do parametrów przybliżonej georeferencji wprost.

Druga część cyklu dotyczy nowej metody orientacji chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego oraz integracji chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego i chmur punktów powstałych w wyniku przetwarzania zdjęć połączonymi metodami SfM/MVS. Przedstawiona metoda i algorytm integracji danych jest rozszerzeniem klasycznego podejścia SfM uwzględniającym nie tylko informacje 2D możliwe do ekstrakcji z danych rastrowych, ale również uwzględniające zależności 3D wykorzystywane na etapie wyznaczenia parametrów orientacji danych przestrzennych

W czwartym artykule cyklu pt. *The Influence of the Cartographic Transformation of TLS Data on the Quality of the Automatic* przedstawiono przygotowaną metodykę TLS-SfM i przeprowadzone badania oraz analizę i ocenę uzyskanych wyników. W ramach powyższych prac wykorzystano reprezentatywne detektory hand-crafted zaliczane do grupy algorytmów punktowych (tzw. corner detectors) – FAST oraz powierzchniowych (blob) – SURF.

W piątym artykule cyklu pt. *Analysis of the Selection Impact of 2D Detectors on the Accuracy of Image-Based TLS Data Registration of Objects of Cultural Heritage and Interiors of Public Utilities* wykonano analizę działania detektorów hand-crafted na chmurach punktów przekonwertowanych do postaci sferycznej przy wykorzystaniu odwzorowania sferycznego, Merkatora oraz ortoobrazów. Uzyskane wyniki dowiodły, że detektor ASIFT pozwalał na osiągnięcie najlepszych wyników wśród testowanych algorytmów. W efekcie kontynuowania badania nad możliwościami wykorzystania detektorów afinicznych w metodzie TLS-SfM.

W szóstym artykule cyklu (gdzie Habilitant był jedynym autorem) pt. *The evaluation of 2D affine – hand-crafted detectors for feature-based TLS point cloud registration* przedstawiono możliwości wykorzystania detektorów afinicznych w procesie orientacji chmur punktów oraz dokonano oceny wpływu wyboru detektora na dokładność i kompletność procesu TLS-SfM. Zakres badań i analiz został znacząco zwiększony w porównaniu do opisanych w artykule piątym. Wykonane analizy wykazały: cyt. „(...)zastosowanie metody TLS-SfM umożliwia orientację chmury punktów z dokładnością zbliżoną do powszechnie stosowanych metod tj. target-based i ICP. Jednakże, zgodnie z teorią niezawodności, jej zaletą w porównaniu z metodą opartą na sygnalizowanych punktach osnowy jest możliwość automatycznego wykrywania większej liczby punktów wiązania o lepszym rozkładzie przestrzennym i odporność na błędy grube. Należy podkreślić, że przedstawiona metoda oparta na detektorach afinicznych nie wymaga żadnych wcześniejszych założeń dotyczących wstępnej rejestracji chmury punktów, co jest kluczowe w przypadku metody ICP, ponieważ wyraźnie określają one poprawność ostatecznej rejestracji.”

Siódmy artykuł cyklu pt. *The evaluation of hand-crafted and learned-based features in Terrestrial Laser Scanning-Structure-from-Motion (TLS-SfM) indoor point cloud registration: the case study of cultural heritage objects and public interiors* dotyczył oceny przydatności metod opartych na sieciach neuronowych w proponowanej metodzie TLS-SfM. Uzyskane wyniki orientacji metodą TLS-SfM oparte na metodach learned-based świadczą o wysokiej wydajności i zasadności zastosowania w orientacji danych.

Ósmy artykuł cyklu pt. *Non-destructive system for in-wall moisture assessment of cultural heritage buildings* przedstawia badania i analizy dotyczące możliwości wykorzystania metody TLS-SfM do orientacji systemu elektromagnetycznego, wykorzystywanego do analizy wilgotności wewnątrz ścian obiektów zabytkowych, względem danych fotogrametrycznych i orientacji do przyjętego układu odniesienia. Wykazanymi w publikacji zaletami jej wykorzystania jest cyt. „(...) automatyzacja procesu przetwarzania danych, wysoka dokładność orientacji danych oraz niezawodność. Dzięki tej metodzie możliwe jest wykorzystanie informacji w dalszym przetwarzaniu danych elektromagnetycznych i ich dalsza integracja np. w systemach GIS. Wykorzystanie metody TLS-SfM przyczyniło się także do integracji wielosensorowych danych przestrzennych wykorzystywanych do generowania wielosensorowej dokumentacji pomiarowej.”

Dr inż. Jakub Markiewicz, poprzez prezentowany cykl publikacji, wykazał że potrafi prowadzić badania naukowe zarówno indywidualnie, jak również w zespołach badawczych.

Indywidualnym osiągnięciem naukowym Habilitanta jest opracowanie i implementacja metodyki automatycznej orientacji wieloczasowych i wielosensorowych danych

przestrzennych bazującej na zmodyfikowanym podejściu powszechnie stosowanego algorytmu Structure-from-Motion Co istotne została ona zweryfikowana poprzez zaplanowane i zrealizowane eksperymenty badawcze, a następnie skutecznie zaimplementowana w praktyce. Przedstawiony jako główne osiągnięcie naukowe cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów, w sposób spójny i jednoznaczny przedstawia rozwój koncepcji począwszy od badań wstępnych, poprzez formułowanie i weryfikację kolejnych założeń, po wykorzystanie praktyczne opracowanej metodyki.

Oceniam, że przedstawione osiągnięcie naukowe pt. „Metodyka georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody Structure-from-Motion” stanowi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport i spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Jako drugie osiągnięcie Habilitant przedstawił zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe pt. „Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej” zrealizowane w pracach przedwdrożeniowych w ramach projektu „Inkubator innowacyjności 4.0”.

Osiągnięcie to jest praktycznym zastosowaniem metody TLS-SfM oraz rozwiązań bazujących na algorytmach *hand-crafted* i *learned-based*. W ramach prac prowadzonych w projekcie przeprowadzono szereg prac eksperymentalnych umożliwiających poprawę orientacji wielosensorowych i wieloczasowych chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego i gęstego dopasowania obrazów. Z przeprowadzonych prac wyciągnięto następujące wnioski cyt.:

- „Wykorzystanie metod *learned-based*, w przeciwieństwie do podejścia opartego na metodach *hand-crafted*, pozwala na wykrycie większej liczby potencjalnych punktów wiążących.
- Dokładności dopasowania punktów są zbliżone do dokładności uzyskiwanych przy wykorzystaniu metody *target-based*. Należy jednak podkreślić, że dzięki detekcji większej liczby równomiernie rozmieszczonych punktów wiążących możliwe jest wyszukiwanie wewnętrznych niespójności w chmurach punktów oraz ich eliminowanie poprzez przeprowadzanie procedury kalibracji.
- W przypadku dopasowania chmur punktów zalecane jest wykorzystanie detektora SIFT oraz deskryptora MKDDDescriptor (z parametrami 32_concat_pcawt_liberty)/SoSNet lub HardNet8 dla chmur punktów z jednego sensora i SIFT wraz z deskryptorem SoSNet/HyNet (z parametrem True) dla chmur punktów ze zdjęć i TLS.
- Wykorzystanie podejścia opartego na metodzie afinicznej zwiększa liczbę potencjalnych punktów wiążących, lecz ze względu na złożoność obliczeniową

wymaga większej liczby iteracji co w efekcie przekłada się na dłuższy czas opracowania danych.”

W oparciu o powyższe stwierdzenia zdefiniowano zalecany sposób przetwarzania danych w procesie integracji wielosensorowych chmur punktów.

W ramach przedstawionego osiągnięcia projektowego dr inż. Jakub Markiewicz wykazał potencjał opracowanej metodyki TLS-SfM do wdrożenia w gospodarce. Przełożenie badań teoretycznych na prace przedwdrożeniowe jest kluczowe dla możliwości komercjalizacji wyników badań naukowych. Prace przedwdrożeniowe są etapem weryfikacji dla rozważań naukowych, prac badawczych i pozwalają na wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań do obiegu gospodarczego. Poprzez realizację projektu „Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej” Habilitant wykonał kolejny krok w kierunku wdrożenia swojego autorskiego rozwiązania w komercyjnych rozwiązaniach zakresu fotogrametrii bliskiego zasięgu i naziemnego skanowania laserowego. Etap ten należy uznać za znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa geodezja i transport.

Oceniam, że przedstawione osiągnięcie naukowe pt. „Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej” stanowi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport i spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

3.6. Informacja o spełnieniu przez Habilitanta kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową lub artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

W ramach swojej działalności naukowo-badawczej Habilitant współpracował z polskimi i zagranicznymi jednostkami naukowymi oraz wiodącymi polskimi instytucjami kultury. W ramach współpracy międzynarodowej oraz rozwijania kompetencji i wiedzy uczestniczył w 2 długoterminowych stażach naukowych i naukowo-dydaktycznych oraz 4 krótkoterminowych wyjazdach studyjnych i szkoleniowych. Staże długoterminowe zostały odbyte w Liverpool John Moores University w dniach 18.11.2019 – 17.12.2019 r. oraz w dniach 23.02.2020 – 21.03.2020 r. Wyjazdy studyjne i szkoleniowe były wyjazdami kilkudniowymi i odbyły się w Liverpool John Moores University, Uniwersytecie w Bambergu oraz na Politechnice w Mediolanie. Efektem tych aktywności były:

- w Liverpool John Moores University:
- wspólne publikacje w czasopiśmie punktowanym: 5

- wspólne wystąpienia konferencyjne: 14
- wspólnie realizowane projekty: 2
- przygotowanie sesji specjalnych w ramach konferencji międzynarodowych: 2
- przygotowanie konferencji naukowej: 1
- wspólnie złożone projekty w ramach programów europejskich: 3
- w Uniwersytecie w Bambergu
 - wspólne wystąpienia konferencyjne: 1
 - wspólnie złożone projekty w ramach programów europejskich: 2
 - wygłoszenie cyklu wykładów dla studentów: 2
- na Politechnice w Mediolanie
 - wygłoszenie cyklu wykładów dla pracowników Grupy badawczej ABC: 1

W ramach współpracy z Liverpool John Moores University, Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie oraz Muzeum Zamkiem Królewskim w Warszawie powstał prototypowy wielosensorowy system pomiarowy.

Badania naukowe Habilitanta koncentrują się na tematyce automatyzacji przetwarzania wielosensorowych i wieloczasowych danych przestrzennych pozyskanych z pasywnych oraz aktywnych systemów pomiarowych. W ramach swojej działalności naukowej dr inż. Jakub Markiewicz wykazał się licznymi aktywnościami wśród których jako najistotniejsze można uznać:

- 24 rozdziały w monografiach naukowych;
- 31 artykułów w czasopismach naukowych (w tym 8 wskazanych w ramach cyklu) o łącznym IF wynoszącym 34.714;
- 23 artykuły w materiałach konferencyjnych;
- 1 osiągnięcie projektowe wykazane jako osiągnięcie w dorobku habilitacyjnym;
- 103 referaty (prezentacje i postery) zaprezentowane na krajowych, międzynarodowych krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych;
- 15 uczestnictw w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych i zagranicznych.

Na podkreślenie zasługuje aktywność naukowa realizowana w ramach współpracy międzynarodowej, a także udział w zespołach badawczych realizujących projekty pozyskane w ramach konkursów, w tym projekty międzynarodowe. Pewien niedosyt pozostawia brak uzyskanych praw własności ochrony intelektualnej, pojedyncze wdrożenie i ekspertyza, czy też brak udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych i to pomimo dosyć dużej aktywności w zakresie współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Jednakże ze względu na pozostałe aktywności nie są to elementy znacząco wpływające na ocenę aktywności naukowej Habilitanta.

Podsumowując dr inż. Jakub Markiewicz spełnia kryterium dotyczące wykazania się istotną aktywnością naukową lub artystyczną realizowaną w więcej niż jednej

uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Aktywność naukowa Habilitanta jest wystarczająca do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa geodezja i transport.

3.7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Habilitanta

Dr inż. Jakub Markiewicz jest zatrudniony w Zakładzie Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej Politechniki Warszawskiej na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego. W ramach swojej działalności aktywnie uczestniczy w pracach związanych z modernizacją oraz rozwojem przedmiotów na studiach I i II stopnia na kierunkach Geodezja i Kartografia oraz Geoinformatyka na Wydziale Geodezji i Kartografii. Jest autorem i współautorem sylabusów przedmiotów prowadzonych na tych kierunkach w tym również przedmiotów na kierunku studiów anglojęzycznych Mobile Mapping and Navigation Systems w ramach projektu NERW PW (Nauka – Edukacja – Rozwój). Współprowadzi również przedmiot dla uczestników Szkoły Doktorskiej. W ramach obowiązków dydaktycznych prowadził wykłady i ćwiczenia z 23 przedmiotów.

Habilitant jest również promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich. Był promotorem 11 obronionych prac magisterskich i inżynierskich, a w ramach współpracy badawczej ze studentami powstały artykuły naukowe, rozdziały w monografiach i wystąpienia konferencyjne (8 pozycji).

W ramach działań organizacyjnych dr inż. Jakub Markiewicz uczestniczy w działaniach wydziałowych Komisji ds. Promocji, Komisji ds. Programów Kształcenia i Współpracy Międzynarodowej. Od 2018 roku pełni funkcję pełnomocnika ds. Wdrożenia logo HR Excellence in Research w ramach strategii Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R na wydziale Geodezji Kartografii oraz jest członkiem Grupy monitorującej. Był również członkiem komitetów organizacyjnych i naukowych w konferencji polskich (2) i międzynarodowych (2).

Współpracował przy realizacji koncepcji budowy infrastruktury do celów badawczych, powstałej w ramach projektu „Centrum Naukowych Analiz Geoprzestrzennych, Obliczeń Satelitarnych wraz z laboratoriami testowania/certyfikacji produktów geomatycznych (CENAGIS)” realizowanego na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej w latach 2018-2023 (w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Woj. Mazowieckiego). Był kierownikiem i współtwórcą zadania polegającego na przygotowaniu koncepcji i stworzeniu tzw. Laboratorium kalibracji skanerów laserowych i kamer cyfrowych, wchodzącego w skład laboratoriów wzorcowania/kalibracji/certyfikacji instrumentów pomiarowych wykorzystywanych w pozyskiwaniu geoinformacji oraz do testowania aplikacji geoinformacyjnych oraz danych przestrzennych.

W ramach działań w zakresie popularyzacji nauki jest autorem zamawianych referatów w trakcie wydarzeń krajowych (10) i międzynarodowych (2).

Podsumowując powyższe informacje, oceniam pozytywnie dorobek Habilitanta w zakresie dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzatorskim nauki.

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotyczącej dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra. inż. Jakuba Markiewicza formułuję następujące wnioski:

- osiągnięcia naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:
 - cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Metodyka georeferencji danych z aktywnych i pasywnych sensorów pomiarowych przy wykorzystaniu zmodyfikowanej metody Structure-from-Motion”
 - oraz 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe pt. „Technologia integracji wielosensorowych danych geoprzestrzennych wykorzystywanych do generowania wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej”oceniam pozytywnie jako spełniające warunek wnoszenia znacznego wkładu w rozwój dyscypliny inżyniera lądowa, geodezja i transport;
- Habilitant wykazuje istotną aktywność naukową w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej;
- oceniam pozytywnie dorobek Habilitanta w zakresie dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzatorskim nauki.

Podsumowując wyrażam opinię, że przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe, aktywność naukowa realizowana na więcej niż jednej uczelni w szczególności zagranicznej oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny, organizacyjny i popularyzujący naukę dra inż. Jakuba Markiewicza spełniają wymagania stawiane do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Jednocześnie wnioskuję o dopuszczenie dra inż. Jakuba Markiewicza do dalszych etapów związanych z realizacją postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Bartosz Mitka