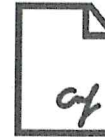


wpłynęło
do Biura Wydziału WILiŚ
dnia 22.12.2025
L.dz. 926 podpis Jakubiński



PODPIS ZAUFANY
Jakub
MARKIEWICZ
19.12.2025 17:25:00 GMT+1
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Warszawa, 19.12.2025 r.

dr hab. inż. Jakub Stefan Markiewicz, prof. uczelni
Wydział Geodezji i Kartografii
Politechnika Warszawska

Recenzja

osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej Pana dra inż. Pawła Szymona Dąbrowskiego, będących podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżyniera lądowa, geodezja i transport.

1. Podstawa prawna i formalna oceny

Ocenę dorobku Habilitanta sporządzono w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport dra hab. inż. Michała Nitka, prof. PG (pismo o sygnaturze I.dz.791/WILiŚ/2025) z dnia 20.10.2025 r., informującego o wyznaczeniu mnie przez RDN jako Recenzenta Komisji Habilitacyjnej (uchwała RND ILGiT 82/2025) w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, na wniosek Pana dra inż. Pawła Szymona Dąbrowskiego.

Podstawę do sporządzenia recenzji stanowiła elektroniczna dokumentacja sporządzona przez Habilitanta:

- Wniosek przewodni Habilitanta o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na Politechnice Gdańskiej (*1 Wniosek przewodni*),
- Kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora (*1a Dyplom doktor*),
- Dane wnioskodawcy (*2 Dane wnioskodawcy*),
- Autoreferat z opisem dorobku oraz osiągnięć naukowych (*3 Autoreferat*),
- Wykaz osiągnięć naukowych (*4 Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych*),
- Kopię osiągnięcia 1 – O1 (Zał. A1 – w 4 częściach),
- Kopie publikacji z cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe 2 – O2 (Zał. A2.1 (PSD MHZ PHOR), Zał. A2.2 (PSD MHZ MEAS MC), Zał. A2.3 (PSD MEAS Pisa), Zał. A2.4 (PSD MHZ LTH RCL JoBE), Zał. A2.5 (MHZ PSD MEAS Msplit), Zał. A2.7 (PSD MHZ PT PB JSz JSV EP ROb RB ROs HBIM)),
- Oświadczenia współautorów publikacji z cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe 2 – O2 (Zał. A2.1 MHZ oświadczenie, Zał. A2.2 MHZ oświadczenie, Zał. A2.4 LTH statement, Zał. A2.4 MHZ oświadczenie, Zał. A2.4 RCL statement, Zał. A2.5 MHZ oświadczenie, Zał. A2.6 ŁM oświadczenie, Zał. A2.6 RCL statement, Zał. A2.6 RK oświadczenie, Zał. A2.7 EP statement, Zał. A2.7 JSV statement, Zał. A2.7 JSz oświadczenie-sig, Zał. A2.7 PB oświadczenie, Zał. A2.7 PT oświadczenie, Zał. A2.7 RB statement, Zał. A2.7 ROb statement, Zał. A2.7 ROs oświadczenie),

- Pierwsze strony publikacji niewchodzących w skład cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe 2 – O2 (Załączniki B1 – B50),
- Potwierdzenia i certyfikaty odbytych staży w jednostkach zagranicznych oraz ukończonych kursów i szkoleń (Załączniki C1 – C9),
- Kopie dokumentów poświadczających ważniejsze osiągnięcia i pełnione funkcje (Załączniki C10 – C23).

Przygotowana Recenzja została opracowana w oparciu o art. 219 ust. 8 z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571). Ocenie poddane zostały wymagania określone w art. 219 ust., zgodnie z którymi :

1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:
 - 1) posiada stopień doktora;
 - 2) posiada w swoim 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.

2. Podstawowe dane o Habilitancie

Pan Paweł Szymon Dąbrowski ukończył studia magisterskie w zakresie geodezji i kartografii na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurski w Olsztynie przekładając pracę pt. *Globalny model geopotencjalny a państwowy układ współrzędnych wysokościowych - ocena dokładności i przydatności do celów nawigacyjnych*, wykonaną pod kierunkiem dr hab. inż. Wojciecha Jarmołowskiego, prof. UWM.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport, nadany został Habilitantowi uchwałą Rady Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni na podstawie rozprawy pt. *Zastosowanie metod teorii odwzorowań kartograficznych przy opracowaniu wyników pomiarów wykonanych w technologii skaningu laserowego w 2019 r.* Promotorem wyróżnionej dysertacji był prof. dr hab. inż. Cezary Specht, a promotorem pomocniczym dr inż. Marek Hubert Zienkiewicz. W 2014 r. Habilitant odbył studia podyplomowe na kierunku *Lotniczy i naziemny skaningu laserowy* w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz w 2019 r. na kierunku *Hydrografia* w Akademii Marynarki wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni.

Habilitant w latach 2016 – 2019 zatrudniony był na stanowisku asystenta (w pełnym wymiarze godzin) na Akademii Morskiej w Gdyni (w 2018 r. przemianowanej na Uniwersytet Morski w Gdyni) na Wydziale Nawigacyjnym w Katedrze Geodezji i Oceanografii. W latach 2019 – 2023 Habilitant pracował na stanowisku adiunkta (w pełnym wymiarze etatu) na Uniwersytecie Morskim w Gdyni odpowiednio w Katedrze Geodezji i Oceanografii i Zakładzie Geodezji i Oceanografii (od 2020 r.). W 2023 r. Habilitant rozpoczął pracę na stanowisku adiunkta (na pełnym etacie) na Politechnice Gdańskiej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska w Katedrze Geodezji.

Zainteresowania naukowe Habilitanta związane są głównie z wykorzystaniem metod analitycznych oraz rozwojem algorytmów w przetwarzaniu chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego pod kątem analiz kształtu obiektów, monitoringu strukturalnego obiektów oraz oceny stanu geometrii obiektów zabytkowych i inżynierskich. Druga grupa zainteresowań Habilitanta dotyczy wykorzystania pomiarów GNSS m.in. w sporcie, turystyce czy pomiarach kolejowych.

We wniosku Habilitanta nie ma informacji by ubiegał się wcześniej o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.

Z uwagi na powyższe informacje spełniony jest ustawowy warunek dotyczący posiadania przez Habilitanta stopnia naukowego doktora.

3. Ocena osiągnięć naukowych wskazanych przez Habilitanta

Zgodnie z definicją osiągnięć naukowych w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski w ocenianym wniosku przedstawił dwa osiągnięcia naukowe:

- Osiągnięcie nr 1 *Metoda analizy cech geometrycznych obiektów inżynierskich z zastosowaniem teorii odwzorowań kartograficznych.*
- Osiągnięcie nr 2: *Metoda estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych w procesie przestrzennych rozwinięć chmur punktów.*

Osiągnięciem naukowym nr 1 przedstawionym w autoreferacie jest autorska metoda przestrzennych rozwinięć chmur punktów PCSE (Point Cloud Spatial Expansion) zaimplementowana w ogólnodostępnej bibliotece funkcji Python *PyPCSE* oraz szczegółowo opisana w monografii naukowej pt. *Przestrzenne rozwinięcia chmur punktów - podstawy teoretyczne oraz przykłady aplikacyjne* (Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2024, ISBN 978-83-7348-919-6, 80 pkt. MNiSW; 2021 r.).

Na osiągnięcie naukowe nr 2 składa się cykl 7 powiązanych ze sobą publikacji naukowych posiadających IF i znajdujących się na liście MNiSW czasopism punktowanych, prezentujących metodykę estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych charakteryzujących się różną szczegółowością i skomplikowaniem geometrycznym. W tabeli 1 zamieszczono wykaz publikacji wraz z podstawowymi danymi bibliograficznymi, deklarowanym wkładem i procentowym udziałem Habilitanta.

Tab. 1 Wykaz publikacji wchodzących w skład Osiągnięcia nr 2 wraz z deklarowanym wkładem autorskim i szacowanym udziałem Habilitanta

L.p.	Tytuł opracowania	Wkład autorski	Szacowany udział w publikacji
1	Dąbrowski P.S. i Zienkiewicz M.H., <i>3D point-cloud spatial expansion by total least-squares line fitting</i> . The Photogrammetric Record, 2020, 35(172): 509-527. DOI: 10.1111/phor.12345	Określenie problemu badawczego, częściowe opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego, ocena oraz wstępne opracowanie danych źródłowych, przetworzenie danych zgodnie z zaproponowaną metodyką, przeprowadzenie kontroli i sprawdzenie wyników, wizualizacja wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu publikacji oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	70%
2	Dąbrowski P.S. i Zienkiewicz M.H., <i>Impact of cross-section centers estimation on the accuracy of the point cloud spatial expansion using robust M-estimation and Monte Carlo simulation</i> . Measurement, 2022, 189, 110436. DOI: 10.1016/j.measurement.2021.110436	Określenie problemu badawczego, częściowe opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego, ocena oraz wstępne opracowanie danych źródłowych, przetworzenie danych zgodnie z zaproponowaną metodyką, przeprowadzenie kontroli i sprawdzenie wyników, wizualizacja wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu publikacji oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	70%
3	Dąbrowski P.S., <i>Novel PCSE-based approach of inclined structures geometry analysis on the example of the Leaning Tower of Pisa</i> . Measurement, 2022, 189, 110462. DOI: 10.1016/j.measurement.2021.110462	Przygotowanie pełnej metodyki i koncepcji badań, opracowanie wyników oraz przygotowanie ostatecznej wersji artykułu.	100%
4	Dąbrowski P.S., Zienkiewicz M.H., Truong-hong L., i Lindenergh R., <i>Assessing historical church tower asymmetry using point cloud spatial expansion</i> . Journal of Building Engineering, 2023, 75, 107040. DOI: 10.1016/j.jobbe.2023.107040	Określenie problemu badawczego, opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego, ocena oraz wstępne opracowanie danych źródłowych, przetworzenie danych zgodnie z zaproponowaną metodyką, przeprowadzenie kontroli i sprawdzenie wyników, wizualizacja wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu publikacji oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	55%
5	Zienkiewicz M.H., i Dąbrowski P.S., (2023). <i>Matrix strengthening the identification of observations with split functional models in the squared Msplitt(q) estimation process</i> . Measurement, 2023, 217, 112950. DOI: 10.1016/j.measurement.2023.112950	Przygotowanie rozdziału 7 pt. <i>Example 3: A PCSE Example</i> , opisanie metodyki rozwinięć przestrzennych chmur punktów, przeprowadzenie pomiarów wraz z pierwszym autorem i pozyskanie materiału badawczego, napisanie oprogramowania, przetworzenie danych zgodnie z metodyką badań, wykonanie wizualizacji wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu rozdziału wraz z pierwszym autorem pracy oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	20%
6	Dąbrowski P.S., Marchel Ł., Kiciński R., Lindenergh R., <i>Assessment of the Symmetry and Deformation of a Submarine Hull Using the PCSE Method</i> . Polish Maritime Research, 2024, 31, 4. DOI: 10.2478/pomr-2024-0061	Określenie problemu badawczego, opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego (pomiar w technologii naziemnego skanowania laserowego), ocena oraz wstępne opracowanie danych źródłowych, przetworzenie danych zgodnie z zaproponowaną metodyką, przeprowadzenie kontroli i sprawdzenie wyników, wizualizacja wyników oraz stworzenie	70%

		ilustracji, przygotowanie tekstu publikacji oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	
7	Dabrowski P.S., Zienkiewicz M.H., Tysiąc P., Burdziakowski P., Szulwic J., Sužiedelytė-Visockienė J., Eimuntas Paršeliūnas E., Obuchovski R., Bražiūnas R., Ossowski R., <i>HBIM symmetry parametrization using TLS and UAV LiDAR measurements</i> . Measurement, 2025, 253, 117750. DOI: 10.1016/j.measurement.2025.117750	Określenie problemu badawczego, opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, przetworzenie chmur punktów z naziemnego i lotniczego skanowania laserowego zgodnie z zaproponowaną metodyką, przeprowadzenie kontroli i sprawdzenie wyników, wizualizacja wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu publikacji oraz wprowadzenie korekt zgodnie z uwagami recenzentów.	40%

3.1 Ocena osiągnięcia 1

W ramach osiągnięcia 1 Habilitant przedstawił autorską metodę przetwarzania i modyfikacji chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego bazującą na teorii odwzorowań kartograficznych (PCSE - Point Cloud Spatial Expansion), celem przeprowadzania analizy cech geometrycznych obiektów inżynierskich. Habilitant przedstawił to w autorskiej monografii pt. *Przestrzenne rozwinięcia chmur punktów - podstawy teoretyczne oraz przykłady aplikacyjne*, wydanej przez Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej w 2021 r., gdzie opisał teoretyczne i praktyczne aspekty pierwszego osiągnięcia. W szczególności skupił się na opisie wykorzystania metod transformacji kartograficznych bazujących na geometrii walca, sfery oraz wydłużonej elipsoidy obrotowej. Dodatkowo przedstawione algorytmy zaimplementował numerycznie i udostępnił w otwartej bibliotece funkcji Python PyPCSE.

Monografia, licząca 162 strony, posiada rozbudowaną i uporządkowaną strukturę, w której wyodrębniono 7 głównych rozdziałów. Monografia została ukierunkowana na szczegółowe przedstawienie metodyki konwersji chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego w celu efektywnej analizy i oceny cech geometrycznych obiektów inżynierskich.

Rozdział 1 (*Wstęp*) wprowadza w zagadnienia związane z pomiarami z naziemnego skaningu laserowego, możliwościami i ograniczeniami tej technologii oraz przedstawia potrzebę stosowania odwzorowań kartograficznych w przetwarzaniu chmur punktów celem poprawy analizy cech geometrycznych obiektów inżynierskich. W rozdziale 2 (*Skaning laserowy jako metod pozyskiwania danych geoprzestrzennych*) Habilitant opisał podstawy działania naziemnego skaningu laserowego, dokładności wybranych skanerów laserowych oraz procedury pozyskiwania i wstępnego przetwarzania chmur punktów. Rozdział 3 (*Odwzorowania kartograficzne*) poświęcony jest podstawie odwzorowań kartograficznych (azymutalnych, walcowych i pseudowalcowych) oraz ich zastosowania w przestrzennych rozwinięciach chmur punktów. W rozdziale 4 (*Metody przetwarzania chmur punktów*) Habilitant przedstawił powszechnie stosowane rozwiązania w przetwarzaniu chmur punktów, metodykę przekształceń chmur punktów walcowych, sferycznych i elipsoidalnych obiektów symetrycznych, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji odwzorowawczych przestrzennych rozwinięć chmur punktów oraz definicji układów krzywoliniowych sferycznych i elipsoidalnych obiektów sferycznych. W rozdziale przedstawiona została również metodyka wyznaczania osi walcowych obiektów symetrycznych. Rozdział 5 (*Algorytmy metody najmniejszych kwadratów w przestrzennych rozwinięciach chmur punktów*) poświęcony w całości opisowi zastosowania metod odpornych bazujących na metodzie M-estymacji wykorzystywanych do wyznaczenia środków okręgów oraz prostych w zbiorze punktów trójwymiarowych. Działanie przedstawionych algorytmów uzupełnione zostało numerycznymi przykładami rozwiązania ww. problemów. Opisane w rozdziale procedury i algorytmy wykorzystywane są przez Habilitanta w pionizowaniu chmur punktów pozwalając na

poprawę rozwinięć chmur punktów, co jednoznacznie przekłada się na poprawną analizę cech obiektów inżynierskich. Praktyczne zastosowanie metody PCSE Habilitant przedstawił w rozdziale 6 (*Aplikacje praktyczne metody kartograficznego zobrazowania chmury punktów*) na przykładzie analizy kształtu wieży telekomunikacyjnej, kolejowej wieży ciśnień, planetariów oraz sklepienia budynku sakralnego. Monografia zakończona jest rozdziałem 7 (*Podsumowanie*).

Należy uznać, iż zaprezentowana przez Habilitanta publikacja stanowi publikację istotną dla rozwoju dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport. Wszechstronne ujęcie tematu świadczy o szerokiej wiedzy Habilitanta, natomiast połączenie zdolności programistycznych (uwidocznionych w zbiorze funkcji ogólnodostępnej biblioteki) PyPSCSE wskazują na jego wysokie umiejętności jako dojrzałego naukowca. Uwagę zwraca również obszerna bibliografia, obejmująca łącznie 231 zróżnicowanych tematycznie pozycji krajowych i zagranicznych.

Habilitant w Autoreferacie wskazuje, że [...] z punktu widzenia wkładu w dyscyplinę ILGiT w osiągnięciu (OI) osiągnąłem następujące rezultaty:

- a) stworzenie ujednoliconego sposobu prezentacji deformacji i symetrii obiektów symetrycznych,
- b) opracowanie algorytmów rozwinięć chmur punktów walcowych, sferycznych i elipsoidalnych,
- c) opracowanie algorytmów adaptacji klasycznych dwuwymiarowych funkcji odwzorowań kartograficznych do trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej rozwinięć,
- d) zdefiniowanie rozkładu zniekształceń odszkodowawczych rozwinięć,
- e) wykorzystanie znanego przekroju obiektu symetrycznego do określania lokalnych deformacji w rozwinięciu,
- f) wprowadzenie nowych parametrów opisujących cechy geometryczne w odniesieniu do elementu symetrii obiektu,
- g) stworzenie i udostępnienie biblioteki PyPCSE do zautomatyzowanego przetwarzania chmur punktów obiektów symetrycznych walcowych, sferycznych i elipsoidalnych.

Oceniając osiągnięcie nr 1 *Metoda analizy cech geometrycznych obiektów inżynierskich z zastosowaniem teorii odwzorowań kartograficznych*, bazując na przedstawionej monografii oraz bibliotece funkcji, można jednoznacznie zgodzić się z przedstawionymi w Autoreferacie wynikami osiągnięcia wpływającymi na wkład w dyscyplinę ILGiT – wszystkimi z wyłączeniem punktu f. Uważam, że kluczowy zaproponowany parametr *depth parameter* jest powszechnie stosowanym parametrem różnic odległości względem referencyjnego kształtu odniesienia.

Podjęty temat badawczy jest niezwykle szeroki, obejmuje bardzo wiele zagadnień z zakresu informatyki (aplikacyjne przygotowanie biblioteki funkcji w języku Python), geodezji i kartografii oraz skanowania laserowego. Należy stwierdzić, że zaproponowana metoda analizy cech geometrycznych obiektów inżynierskich z zastosowaniem teorii odwzorowań kartograficznych (PCSE) została na tyle dopracowana, iż może być praktycznie stosowana, choć temat trudno uznać za zamknięty. Ze względu na swój aplikacyjny charakter zastosowanie rozwinięć PCSE może znaleźć praktyczne zastosowanie w procesie orientacji chmur punktów czy modelowaniu parametrycznym BIM/HBIM.

3.2 Ocena osiągnięcia 2

W ramach przedstawionego cyklu publikacji (nr A.2.1 – A.2.7) stanowiącego osiągnięcie naukowe nr 2 – Habilitant przedstawił autorską metodę estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych w procesie przestrzennych rozwinięć chmur punktów. W Autoreferacie Habilitant słusznie argumentuje, iż motywacją podjęcia przez niego problemu badawczego była potrzeba wyznaczania osi symetrii

obiektów inżynierskich, co jednoznacznie przekłada się na ocenę deformacji powierzchni z uwzględnieniem symetrii. Zaproponowana metoda estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych jest naturalną kontynuacją i rozszerzeniem metody zaproponowanej w Osiągnięciu 1, w którym ocenianym obiektem wysmukłym był obiekt o podstawowej bryle walca z liniowym przebiegiem osi symetrii. W Osiągnięciu 2 Habilitant proponował nowe podejście do „rozwijania chmur punktów” obiektów wysmukłych o geometrii graniastosłupów foremnych z uwzględnieniem zaawansowanych metod odpornych M-estymacji. Testy praktycznego wykorzystania metody będącej Osiągnięciem 2 Habilitant wykonał zarówno na danych symulowanych (artykuł A.2.1), ale co ważniejsze, na chmurach punktów skomplikowanych architektonicznie obiektów dziedzictwa kulturowego, rurociągach i kadłubie okrętu podwodnego.

W pierwszym artykule z cyklu pt. *3D point-cloud spatial expansion by total least-squares line fitting* przedstawiona została metodyka wyznaczania osi symetrii cylindrycznych obiektów wysmukłych. W ramach testów Habilitant zdecydował się na ocenę wpływu liczebności wyznaczonych środków przekrojów na dokładność estymacji parametrów osi symetrii. Do oceny wykorzystano dwa typy pól testowych: (1) dane syntetyczne (wirtualna ściana z cegieł) oraz (2) chmur punktów latarni miejskich. W artykule przedstawiony został sposób wyznaczania osi symetrii obiektów walcowych oraz charakterystyka zniekształceń liniowych powstałych w wyniku rozwinięcia chmur punktów względem estymowanej osi symetrii walców.

Przedstawiony wyżej artykuł opublikowany został w czasopiśmie *Photogrametric Record* posiadającym 100 punktów wg listy MNiSW, a Habilitant jest pierwszym i zarazem korespondencyjnym autorem. Według deklaracji (w tabeli 1 umieszczony został pełen wykaz) przedstawionych w Autoreferacie jego wkład związany był m.in. z określeniem problemu badawczego, częściowym opracowaniem metodyki, napisaniem oprogramowania, pozyskaniem materiału badawczego, oceną oraz wstępnym opracowaniem danych źródłowych, przygotowaniem tekstu publikacji. Swoją wkład oszacował na 70% co zostało potwierdzone w dołączonym oświadczeniu współautora.

W drugim artykule z cyklu pt. *Impact of cross-section centers estimation on the accuracy of the point cloud spatial expansion using robust M-estimation and Monte Carlo simulation* przedstawiono koncepcje wykorzystania metod odpornych do wyznaczenia środków przekrojów tworzących oś symetrii obiektów wysmukłych oraz błędu wyznaczenia osi symetrii (pochylenia osi) na dokładność rozwinięcia chmur punktów metodą PCSE. W ramach prac Habilitant wykorzystał odporną metodę M-estymacji i porównał wyniki dokładności wyznaczenia środka przy wykorzystaniu różnych funkcji tłumienia (Duńska, Hubera, L1, L1-L2, Welscha oraz German-McClure). Do oceny skuteczności przyjętej metody detekcji środków okręgów a w rezultacie przebiegu osi symetrii, wykorzystano chmury punktów wieży telekomunikacyjnej oraz dane symulowane – *symulację metodą Monte Carlo rozkładu punktów w przekroju kołowym zgodną z rozkładem normalnym oraz ze zdefiniowanymi kryteriami obecności obserwacji odstających*. Przeprowadzona symulacja uwzględniała przypadki pomiaru obiektu walcowego z jednego lub wielu stanowisk rozmieszczonych wokół badanego obiektu. Wyniki wykazały znaczną przewagę metod odpornych nad LS, szczególnie Huber, L1-L2 i Danish, które osiągnęły najwyższą dokładność, podczas gdy LS i metody Welsch oraz German-McClure były znacznie mniej skuteczne. Badania potwierdziły wysoką przydatność metod odpornych w PCSE, zwłaszcza w kontekście eliminacji wpływu punktów odstających i poprawy dokładności wyznaczania osi symetrii. Kluczowym aspektem związanym z wyznaczaniem osi symetrii obiektów wysmukłych jest nie tylko sama jakość chmur punktów, wstępny sposób ich przetwarzania, ale również dobór odpowiednich miejsc wykonywania przekrojów. W artykule i kontekście całego osiągnięcia zabrakło podstawowych informacji o jakości chmur punktów, sposobie orientacji i fuzji chmur punktów oraz filtracji danych

ostających (na etapie przygotowania danych źródłowych) a także analizy wykorzystania metod M-estymacji dla takich danych. Zasadnym jest również pytanie w jaki sposób i jakie kryteria zostały przyjęte przy wyborze przekrojów.

Oceniany artykuł opublikowany został w czasopiśmie *Measurement* posiadającym 200 punktów wg listy MNiSW, a Habilitant jest pierwszym i zarazem korespondencyjnym autorem. Według deklaracji jego wkład związany był m.in. z określeniem problemu badawczego, częściowym opracowaniem metodyki, napisaniem oprogramowania, pozyskaniem materiału badawczego, oceną oraz wstępnym opracowaniem danych źródłowych, przygotowaniem tekstu publikacji. Swoją wkład oszacował na 70% co zostało potwierdzone dołączonym oświadczeniem współautora.

Trzeci artykuł pt. *Novel PCSE-based approach of inclined structures geometry analysis on the example of the Leaning Tower of Pisa*, podobnie jak artykuł poprzedni, został opublikowany w czasopiśmie *Measurement*. W tej publikacji Habilitant jest jedynym autorem, a zawarte w nim badania dotyczą praktycznego zastosowania metody PCSE wraz z korekcją wychylenia osi symetrii. W pracy zaprezentowano metodę przetwarzania chmury punktów z wykorzystaniem estymacji EIV (Errors-In-Variables) do wyznaczenia osi symetrii Krzywej Wieży w Pizie oraz przeprowadzenia procedury jej „pionizacji”. Dane po pionizacji umożliwiają poprawne rozszerzenie przestrzenne chmury punktów i wiarygodną analizę geometryczną wybranych elementów obiektu. Badania potwierdziły, że brak pionizacji powoduje istotne zniekształcenia w PCSE, natomiast wprowadzenie tej procedury stanowi istotne ulepszenie metody. W artykule zdecydowano się na wpasowywanie środka okręgu na podstawie danych 3D przekroju oraz zastosowano estymację EIV do dopasowania prostej w przestrzeni 3D, co pozwala na wyznaczenie parametrów osi symetrii, obliczenie kątów Eulera i wektora translacji, a następnie przekształcenie chmury punktów do pozycji pionowej. Metoda została zweryfikowana na chmurze punktów Krzywej Wieży w Pizie (ogólnodostępnych danych na platformie Open Heritage 3D), eliminując zniekształcenia i umożliwiając analizę takich cech jak kolinearność osi, symetria rozmieszczenia kolumn czy regularność krawędzi kondygnacji. Wyniki potwierdzają skuteczność pionizacji w PCSE oraz jej potencjał zastosowania w analizie innych symetrycznych obiektów cylindrycznych. Podobnie jak w poprzednim artykule, w tym również zabrakło podstawowych informacji o chmurach punktów o czym Habilitant wspomniał w artykule (brak uzupełnionych takich metadanych). O ile mogę zgodzić się z Habilitantem, że zastosowanie metody PCSE przyczynia się do lepszego przeprowadzania złożonych analiz inwentaryzacyjnych, lecz brak informacji o jakości chmury punktów może przyczyniać się do błędnej interpretacji wyników w szczególności przy analizie krawędzi. To samo tyczy się analizy deformacji ścian zaprezentowanych na rysunku 21 w Autoreferacie. Nasuwa się pytanie, czy uzyskane w tym miejscu anomalie związane są z dokładnością pomiaru naziemnym skanerem laserowym czy dokładnościami rozwinięć metodą PCSE czy obu czynników jednocześnie.

Artykuł 4 tworzący cykl pt. *Assessing historical church tower asymmetry using point cloud spatial expansion* opublikowany został w czasopiśmie *Journal of Building Engineering* (140 punktów wg listy MNiSW). Jest to artykuł wieloautorski, w którym Habilitant jest pierwszym i jednocześnie autorem korespondencyjnym z szacowanym udziałem 55%. Według deklaracji przedstawionych w Autoreferacie jego wkład związany był m.in. z określeniem problemu badawczego, częściowym opracowaniem metodyki, napisaniem oprogramowania, pozyskaniem materiału badawczego, oceną oraz wstępnym opracowaniem danych źródłowych, przygotowaniem tekstu publikacji.

Artykuł przedstawia metodę oceny asymetrii geometrycznej historycznych wież o złożonej strukturze na planie czworoboku oraz ośmiokąta foremego (kontynuacja dotychczasowych badań).

Kontynuacja i rozszerzenie badań dotyczyło segmentacji osi oraz wprowadzenie wielomodułowego opisu osi, zgodnie z parametrami geometrycznymi obiektu. Modyfikacja algorytmu PCSE polegała na uwzględnieniu podziału pionizowanej chmury punktów na segmenty odpowiadające ścianom wieży. Po orientacji kardynalnej chmura punktów przedstawiała ściany zgodnie z rzeczywistym położeniem obiektu. Każdemu punktowi przypisano parametr rosnący przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, począwszy od kierunku wschodniego osi X. W przypadku wieży starego kościoła w Delft (przekrój kwadratowy) chmura została podzielona na cztery części, natomiast dla ośmiokątnej wieży kościoła św. Bawona w Haarlemie utworzono osiem podzbiorów. Każdy fragment analizowano osobno i przekształcono PCSE zgodnie z kolejnością ścian. Do wyznaczenia przekrojów wykorzystano metodę RANSAC umożliwiającą wykrywanie poszczególnych ścian i eliminację punktów odstających. Ze względu na pochylenie wież zastosowanie płaszczyzny poziomej nie było uzasadnione, gdyż prowadziłoby do błędów w estymacji środka przekroju. Dlatego przyjęto metodę wyznaczania przekrojów prostopadłych do ścian. Zastosowane przetworzenia zmodyfikowaną metodą PCSE (uwzględniając wzory rozwinięć graniastosłupowych) umożliwiają analizy skomplikowanej ścian, fasad, układ kondygnacji oraz regularność detali architektonicznych w jednym widoku przestrzennym. Badania potwierdziły skuteczność procedury pionizacji i PCSE w uzyskaniu parametrów skręcenia osi oraz ocenie odchyłeń promieniowych. Ograniczenia dotyczą jakości chmury punktów, obecności elementów wypukłych i niepłaskich powierzchni, co wymaga dalszych prac nad algorytmami dopasowania powierzchni.

W artykule 5 pt. *Matrix strengthening the identification of observations with split functional models in the squared $M_{split(q)}$ estimation process* Habilitant jest drugim autorem z szacowanym udziałem 20%. Swój wkład w artykuł przedstawił szczegółowo. Był odpowiedzialny za przygotowanie rozdziału 7 pt. *Example 3: A PCSE Example*, opisanie metodyki rozwinięć przestrzennych chmur punktów, przeprowadzenie pomiarów wraz z pierwszym autorem i pozyskanie materiału badawczego, napisanie oprogramowania, przetworzenie danych zgodnie z metodyką badań, wykonanie wizualizacji wyników oraz stworzenie ilustracji, przygotowanie tekstu rozdziału, dlatego też można stwierdzić, że wkład w część związaną z modyfikacją metody PCSE w tym artykule jest równy 100%. W ramach artykułu przedstawiono metodę jednoczesnej estymacji parametrów osi symetrii kilku blisko siebie rozmieszczonych fragmentów rur ciepłowniczych. Przedstawiono metodę estymacji parametrów w rozdzielonym modelu funkcyjnym ($M_{split(q)}$), umożliwiającą wyznaczanie estymatorów dla konkurencyjnych parametrów na podstawie tych samych obserwacji. Zaproponowano wieloiteracyjną procedurę obliczeniową opartą na właściwościach estymacji $M_{split(q)}$ oraz teorii odpornej estymacji M , wykorzystując funkcję wag Hubera do ograniczenia wpływu obserwacji odstających. Metoda umożliwia jednoznaczne przypisanie obserwacji do modeli funkcyjnych, neutralizując wpływ błędów grubych na wartości parametrów. W zastosowaniu do metody PCSE (rekonstrukcja osi symetrii obiektów z chmur punktów) estymacja $M_{split(q)}$ pozwoliła na automatyzację wyznaczania środków przekrojów i osi symetrii, dając wyniki porównywalne z klasyczną metodą LS, a znacznie lepsze niż klasyczna $M_{split(q)}$. Badania wykazały, że zaproponowane podejście poprawia zbieżność wyników PCSE, dzięki czemu jest ona zasadna w opracowaniach inżynierskich do wyznaczania elementów symetrii obiektów na podstawie danych z chmur punktów.

Przedostatnia publikacja w cyklu publikacji pt. *Assessment of the Symmetry and Deformation of a Submarine Hull Using the PCSE Method* została opublikowana w czasopiśmie Polish Maritime Research - 100 punktów wg listy MNiSW. Jest to, podobnie jak poprzednie artykuły, publikacja wieloautorska, w którym Habilitant jest pierwszym i jednocześnie korespondencyjnym autorem z szacowanym udziałem 70%. Według deklaracji przedstawionych w Autoreferacie, Habilitant

odpowiedzialny był m.in. za określenie problemu badawczego, opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego (pomiar w technologii naziemnego skanowania laserowego), ocenę oraz wstępne opracowanie danych źródłowych, ich przetworzenie oraz przygotowanie tekstu publikacji.

Badania przedstawione w artykule ukazują potencjał metody PCSE nie tylko w kontekście analizy wysmukłych symetrycznych obiektów budowlanych. W opracowaniu ocenie poddane zostały kształt i deformację kadłuba okrętu klasy Kobben metodą PCSE. Analizowano asymetrię kadłuba w dwóch scenariuszach, z dokumentacją techniczną i bez niej, a uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność metody w wykrywaniu deformacji nawet bez danych projektowych. Do wyznaczenia przebiegu osi wykorzystano środki przekrojów wąskich bazując na odpornej metodzie kwadratów a estymację przebiegu osi w przestrzeni trójwymiarowej przeprowadzono przy wykorzystaniu metody PCA (analizy składowych głównych). Habilitant wykazał wyższość metody PCA i danych TLS nad klasycznymi pomiarami tachimetrycznymi w ocenie kształtu kadłuba statku. Do oceny krzywizny kadłuba została wykorzystana lokalna estymacja powierzchni kadłuba w oparciu o dyskretną chmurę punktów. Habilitant wspominał w Autoreferacie, że; [...] *Wykorzystałem tu stosowaną w rejestracji chmur punktów metodę SIFT (ang. Scale-Invariant Feature Transform)[34] do oceny lokalnego przebiegu odwzorowanej powierzchni kadłuba okrętu.* Czytając publikację nie znalazłem odpowiedzi na nurtujące mnie pytanie dotyczące wykorzystania algorytmu SIFT. Algorytm SIFT (w wersji 2D) wykorzystywany jest głównie do wykrywania cech charakterystycznych na etapie detekcji i generowania wektora 128 parametrowego zmian gradientów stopni szarości. Czy w tym opracowaniu była „rozrzedzana” „chmura punktów” celem wykrycia niezmienniczych cech przy wykorzystaniu detektora, czy na etapie wykorzystania deskryptora. Odnosząc się do wykazanego w tekście odniesienia do literatury zakładam, że Habilitantowi chodziło o wykorzystanie SIFT3D, który jest wykorzystywany w orientacji chmur punktów. W tym miejscu wskazana byłaby większa precyzja, gdyż klasyczna wersja SIFT oraz rozwinięcie chmur punktów przy wykorzystaniu odwzorowań sferycznych (w postaci rastrowej) jest wykorzystywane również w orientacji chmur punktów.

Podsumowując można jednoznacznie stwierdzić, że metoda PCSE jest skuteczna w wykrywaniu deformacji kadłuba w scenariuszach symetrycznych i asymetrycznych, nawet bez dokumentacji projektowej. Może być stosowana do nieinwazyjnych pomiarów podczas przeglądów dokowych.

Ostatni artykuł tworzący cykl publikacji pt. *HBIM symmetry parametrization using TLS and UAV LiDAR measurements* w czasopiśmie Measurement – 200 punktów wg listy MNiSW. Jest to podobnie jak poprzednie artykuły publikacja wieloautorska, w której Habilitant jest pierwszym i jednocześnie korespondencyjnym autorem z szacowanym udziałem 40%. Podobnie jak w poprzednich publikacjach Habilitant odpowiedzialny był m.in. za określenie problemu badawczego, opracowanie metodyki, napisanie oprogramowania, pozyskanie materiału badawczego (pomiar w technologii naziemnego skanowania laserowego), ocenę oraz wstępne opracowanie danych źródłowych ich przetworzenie oraz przygotowanie tekstu publikacji.

Badania przedstawione w ostatniej publikacji z cyklu bazują na dotychczasowych wynikach prac przedstawionych w powyższych artykułach. Jednak w tym opracowaniu Habilitant zdecydował się na wykorzystanie danych z TLS i UAS do analizy osi symetrii i analiz konstrukcyjnych zabytkowej wieży Giedymina w Wilnie. Habilitant odszedł od warunku podziału kąтового ścian w ośmiokącie na rzecz ich detekcji przy wykorzystaniu metody RANSAC - spowodowane to było asymetrycznością analizowanej bryły. Zaproponowano trzy nowe cechy HBIM: wielomodalną oś obiektu, topologię regularnych paneli ściennych oraz konfigurację pionowych krawędzi ścian. Wykorzystano zmieniony

wariant metody PCSE uwzględniający przebieg krawędzi wieży oraz udoskonalono algorytm poprzez segmentację chmury punktów względem kierunków geograficznych. Znaczącym osiągnięciem przedstawionym w tej publikacji jest zaproponowana metodyka parametryzacji deformacji i symetrii obiektów zabytkowych w HBIM. W tym miejscu zgadzam się z Habilitantem który stwierdza, że opracowana metoda PCSE *jest uniwersalna i znajduje zastosowanie dla obiektów graniastopowych o innych przekrojach poprzecznych niż figury kwadratu i ośmiokąta.*

Habilitant w Autoreferacie wskazuje, że [...] z punktu widzenia wkładu w dyscyplinę ILGiT w osiągnięciu (O2) osiągnąłem następujące rezultaty:

- a) *wskazałem funkcję tłumienia odpornej estymacji o najwyższej skuteczności estymacji środków kołowych chmur punktów,*
- b) *opracowałem algorytm estymacji środków przekrojów chmur punktów o kształcie wielokąta foremnego,*
- c) *stworzyłem nowy, graniastopowy wariant metody rozwinięć dedykowany wysmukłym obiektom kubaturowym,*
- d) *opracowałem procedurę estymacji wielomodułowej osi obiektów wysmukłych o zmiennej geometrii kolejnych kondygnacji,*
- e) *stworzyłem procedury pionizacji i orientacji kardynalnej chmury punktów obiektów wysmukłych,*
- f) *adoptowałem algorytmy $M_{split(q)}$ estymacji do jednoczesnego wyznaczania osi symetrii kilku sąsiadujących ze sobą obiektów symetrycznych,*
- g) *opracowałem uogólnioną procedurę oceny deformacji i asymetrii historycznych budowli wysmukłych w modelach HBIM,*
- h) *wykazałem użyteczność i porównałem pod kątem dokładności przeprowadzanie analiz z użyciem naziemnych i lotniczych (J.M. – raczej chmur punktów pozyskanych z niskiego pułapu, lotnicze dane odnoszą się do chmur punktów ALS) chmur punktów,*
- i) *wykazałem uniwersalność metody estymacji osi oraz wykorzystałem cechy symetrii rozwinięcia do stworzenia metodyki oceny kształtu wydłużonych obiektów inżynierskich na przykładzie kadłuba okrętu podwodnego.*

Po analizie przedłożonych artykułów potwierdzam, że zostały spełnione powyższe osiągnięcia. W cyklu powiązanych tematycznie 7 artykułów, 6 z nich są artykułami współautorskimi w których Habilitant odgrywał wiodącą rolę w ich powstaniu, natomiast jeden jest artykułem samodzielnym. Łączny IF dla przedstawionego cyklu wynosi 27,992, średni udział wyniósł 60,7%, a liczba punktów MNiSW 1140.

Podsumowując przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe Habilitanta cechuje duża spójność tematyczna. W przedstawionym cyklu jednoznacznie widać rozwój metody estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych w procesie przestrzennych rozwinięć chmur punktów. Zaproponowane autorskie podejście bazuje na jasno sprecyzowanych i dobrze opisanych matematycznie algorytmach. Należy podkreślić, że Habilitant wykorzystuje tzw. metody *hand-crafted* i nie wspiera się, obecnie wszędzie wykorzystywanymi, sieciami neuronowymi i metodami *learned-based*. Należy również podkreślić, że zaproponowane podejście estymacji osi oraz rozwinięć metodą PCSE (znacząco ulepszone względem pierwszej metody przedstawionej w monografii) jest metodą uniwersalną i umożliwiającą rozwój w zależności od opracowywanego obiektu architektonicznego lub inżynierskiego.

3.3 Podsumowanie oceny osiągnięcia 1 i 2

Problematyka inwentaryzacji i innych zaawansowanych analiz architektonicznych na podstawie chmur punktów pozyskanych z naziemnych skanerów laserowych i metod opartych na zdjęciach (w tym zdjęciach naziemnych) bazujących na zintegrowanych podejściu SfM i MVS od wielu lat jest przedmiotem badań prowadzonych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport.

W badaniach zauważalny jest trend związany z rozwojem metod i algorytmów przetwarzania przestrzennych chmur punktów. Obecnie na rynku istnieją pojedyncze komercyjne rozwiązania (np. oprogramowanie LupScan) umożliwiające „rozwijanie chmur punktów” przy wykorzystaniu innych odwzorowań kartograficznych niż odwzorowanie sferyczne czy ortoobraz, lecz nie uwzględniających osi symetrii. Proponowana technologia przetwarzania danych (będąca oryginalnym osiągnięciem naukowym) nie ma swoich odpowiedników na polskim rynku. Zagraniczna konkurencja jest niewielka i brak wśród niej dominującego rozwiązania. Przedstawione do oceny osiągnięcia od początku do końca tworzą spójne rozwiązanie nie będące tzw. czarną skrzynką. Dzięki swojej modułowości oraz możliwości rozszerzania o dodatkowe algorytmy/moduły jest rozwiązaniem całościowym i uniwersalnym. **Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe wysoko oceniam i uważam za znaczące dla rozwoju dyscypliny ILGiT.** Habilitant podjął problematykę analizy deformacji i symetrii obiektów inżynierskich w sposób kompleksowy, odpowiadając na lukę w dostępnej literaturze. Szczególnie cenne jest interdyscyplinarne ujęcie tematu, które ma zastosowanie nie tylko w geodezji i budownictwie, ale również w dokumentowaniu i konserwacji dziedzictwa kulturowego.

Pierwsza z metod (O1) wprowadza oryginalne zastosowanie teorii odwzorowań kartograficznych do rozwinięć chmur punktów, co stanowi nowatorskie rozszerzenie klasycznych zobrazowań kartograficznych na trzeci wymiar. Dzięki temu możliwe jest ujednolicone przedstawienie deformacji i symetrii obiektów, eliminujące trudności interpretacyjne związane z analizą złożonych chmur punktów. Zaproponowana metoda pozwala na pozyskanie nowych parametrów geometrycznych niedostępnych w oryginalnym zbiorze danych. Otwiera to nowe perspektywy badawcze i praktyczne, np. przy generowaniu wysokorozdzielczych ortoobrazów skomplikowanych detali architektonicznych, przy orientacji chmur punktów lub w zasilaniu systemów GIS. Uniwersalność rozwiązania umożliwia jego adaptację do różnych obiektów symetrycznych, co znacząco zwiększa zakres zastosowań.

Drugie osiągnięcie (O2) dotyczy metody estymacji przebiegu osi symetrii obiektów wysmukłych. Habilitant opracował zestaw algorytmów odpornych i nieodpornych do wyznaczania środków okręgów tworzących oś symetrii. Zweryfikował ich działanie dzięki zastosowaniu metody Monte Carlo, jak i na danych rzeczywistych pozyskanych naziemnym skanerem laserowym oraz danych z UAS, co potwierdza skuteczność zaproponowanej metody. Wprowadzenie procedur eliminacji obserwacji odstających oraz adaptacja algorytmów do różnych wariantów geometrycznych (walcowych, graniastosłupowych) pokazuje wysoki poziom innowacyjności i elastyczności metody. Szczególnie interesujące jest rozszerzenie zastosowań na obiekty nietypowe, takie jak kadłuby okrętów, oraz możliwość jednoczesnej identyfikacji osi kilku sąsiadujących obiektów (fragmenty rur ciepłowniczych).

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant przygotował autorską bibliotekę PyPCSE w języku Python, w której zaimplementował algorytmy rozwinięć chmur punktów. Udostępnienie narzędzi w formie otwartego oprogramowania jest przykładem dobrej praktyki w zakresie otwartej nauki, umożliwiając dalszy rozwój i wykorzystanie metod w środowisku naukowym i inżynierskim.

Podczas zapoznawania się z treścią autoreferatu i monografią zauważyłem kilka drobnych błędów i mankamentów. Chciałbym jednak zauważyć, że nie mają one wpływu na pozytywną ocenę przedstawiony osiągnięć.

Nieznaczące niejasności pojawiają się przy ocenie (dla 5 z 7 publikacji) w zakresie opisu wkładu autorskiego Habilitanta w powstanie publikacji, natomiast wszystkie wątpliwości rozwiązują dołączone oświadczenia współautorów oraz fakt, że był pierwszym i zarazem wiodącym autorem.

W tekście zauważyłem nieprecyzyjne stwierdzenia związane z orientacją i przetwarzaniem chmur punktów. Habilitant wielokrotnie używa stwierdzenia rejestracja chmur punktów w odniesieniu do procesu orientacji. Jest to bezpośrednia kalka językowa z języka angielskiego (np. na stronie 17 monografii, czy w tytule rozdziału 2.4. *Procedura pomiaru terenowego oraz rejestracji i georeferencji chmur punktów*). W monografii pojawia się również stwierdzenie, że na etapie pomiaru może wystąpić konieczność umieszczenia w otoczeniu obiektu dodatkowych wskaźników, które podczas opracowania danych służą do łączenia sąsiadujących ze sobą chmur punktów (str. 17). Podobnie jak w przypadku stwierdzenia rejestracja mamy tutaj do czynienia z kalką językową, gdyż zazwyczaj do tego wykorzystywane są punkty osnowy lub inaczej sygnalizowane punkty osnowy. W autoreferacie na stronie 4 Habilitant wspomina, że do orientacji chmur punktów pozyskanych z różnych stanowisk niezbędne jest zastosowanie algorytmów obliczeniowych wyznaczających parametry trójwymiarowych transformacji poszczególnych skanów np. *SIFT* (ang. *Scale-Invariant Feature Transform*), *RANSAC* (ang. *Random Sample Consensus*) lub *LORAX*. W tym miejscu należy zaznaczyć, że nie jest możliwe bezpośrednie wykorzystanie algorytmu *SIFT* do orientacji chmur punktów 3D, gdyż jest on zaimplementowany i przygotowany do wykrywania i opisywania punktów charakterystycznych na danych rastrowych 2D. Oczywiście istnieją jego modyfikacje bazujące na danych 3D tj. *SIFT3D*. Podobnie jest z algorytmem *RANSAC*, który służy do poprawnego wyszukiwania np. poprawnie wykrytych par punktów wiążących na etapie dopasowania parami chmur punktów. Jak rozumiem przedstawiony w tym miejscu opis jest skrótem myślowym przedstawionym przez Habilitanta.

W tekście występuje również stwierdzenie *ubytki te, zwane cieniami* (str. 16), które w nomenklaturze powszechnie nazywane jest martwymi polami. W stronie 10 znalazło się również stwierdzenie fotogrametria krótkiego zasięgu, podobnie jak dla wcześniejszych przypadków jest to kalka językowa, gdyż w polskiej nomenklaturze przyjęło się wykorzystywać nazwę fotogrametria bliskiego zasięgu.

W tabeli 2.1 przedstawione zostały parametry wybranych skanerów laserowych obecnych na rynku w 2024 r. W przedstawionym wykazie zabrakło powszechnie stosowanych modeli tj. Leica BLK lub RTC360 czy modeli firmy FARO.

Przy opisie i przedstawianiu metod i sposobów podejścia do przetwarzania chmur punktów zabrakło szczegółowego opisu metod i algorytmów wykorzystywanych do oceny jakości chmur punktów uwzględniających wpływ skanowanej powierzchni na dokładność odwzorowania kształtu 3D. Ma to kluczowe znaczenie przy analizie obiektów inżynierskich, ponieważ znajomość możliwości i ograniczeń stosowanych systemów pomiarowych pozwala na poprawną i kompletną ocenę stanu technicznego badanego obiektu. W tekście zabrakło również odniesienia do literatury związanej z wykorzystaniem metod odwzorowań kartograficznych w rozwinięciu chmur punktów np. do orientacji danych TLS przekształcanych do postaci danych rastrowych, w modelowaniu parametrycznym w BIM/HBIM (analiz kształtów 3D) oraz generowaniu wysokorozdzielczej dokumentacji architektonicznej w postaci ortoobrazów (przy definiowaniu powierzchni odniesienia).

Przedstawione w niniejszej recenzji uwagi nie obniżają mojej ogólnej pozytywnej oceny przedstawionych osiągnięć.

Podsumowując, przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe dr inż. Pawła Szymona Dąbrowskiego cechują się dużą spójnością tematyczną i dotyczą transformacji chmur punktów obiektów symetrycznych pod kątem analiza przestrzennych. Na szczególną uwagę zasługuje wkład Habilitanta w stworzenie metody PCSE mającej praktyczne zastosowanie i udostępnienie jej w formie otwartej biblioteki funkcji Python PyPSCE. **Stwierdzam, że wskazane przez Habilitanta osiągnięcia naukowe stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport i spełniają warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571).**

4. Informacja o spełnieniu przez Habilitanta kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej

W ramach swojej działalności naukowo-badawczej Habilitant współpracował z polskimi i zagranicznymi jednostkami naukowymi. Habilitant w trakcie swojej pracy zawodowej związany był dwiema jednostkami naukowymi tj. Uniwersytetem Morskim w Gdyni (wcześniej Akademią Morską w Gdyni) w latach 2016 – 2023 r. oraz od 2023 r. zatrudniony jest na Politechnice Gdańskiej.

W ramach współpracy międzynarodowej oraz rozwijania wiedzy i kompetencji Habilitant uczestniczył w 3 stażach w zagranicznych jednostkach naukowych. Staż naukowy, który można zaliczyć jako istotną aktywność naukową realizowaną w jednostkach zagranicznych, jest niewątpliwie 3 miesięczny staż w Optical and Laser Remote Sensing na Uniwersytecie Technicznym w Delft. Z dołączonego certyfikatu (załącznik C3) jasno wynika, że Habilitant wykonywał prace badawcze dotyczące m.in.: rozwijania zaprezentowanej w autoreferacie metody PCSE pod kątem rozszerzenia funkcjonalności i uwzględniania w procesie analizy chmur punktów różnych form odwzorowań kartograficznych uwzględniających geometrię graniastosłupa oraz uwzględnieniem odchyleń od kierunku pionu i modułowości analizowanych konstrukcji. Rezultatem tych staży była wspólna publikacja z pracownikami TU Delft – publikacja 2.4 z cyklu publikacji. Odbył również dwa krótsze staże (tygodniowy na Uniwersytecie Technicznym w Wilnie oraz 5 dniowy na Uniwersytecie Arystotelesa w Salonikach). Wynikiem pierwszej krótkiej wizyty studyjnej był artykuł 2.7 z cyklu publikacji. Dodatkowo Habilitant złożył wspólny projekt naukowy z Uniwersytetem Technicznym w Rydze, Uniwersytetem Technicznym w Wilnie, Politechniką Gdańską oraz SBI Sp. z o.o.

Habilitant współpracował również z polskimi jednostkami naukowymi, w których nie był zatrudniony; należy wymienić współpracę z Akademią Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku, Akademią Marynarki wojennej w Gdyni oraz Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie.

Mając na uwadze powyższe przesłanki należy jednoznacznie stwierdzić, że dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski spełnia kryterium dotyczące wykazania się istotną aktywnością naukową lub artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, a w szczególności zagranicznej (wymaganie zawarte w art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* – Dz. U. z 2024 r. poz. 1571).

5. Ocena o pozostałym dorobku naukowym

Dotychczasowa działalność Habilitanta skupiała się na dwóch głównych grupach tematycznych związanych z przetwarzaniem chmur punktów przy wykorzystaniu metod teorii odwzorowań

kartograficznych (będących osiągnięciem przedstawionym w recenzowany wniosku) oraz analizą i przetwarzaniem danych z odbiorników GNSS w sporcie, turystyce oraz w pomiarach kolejowych. Realizacja podjętych problemów naukowych znalazła swoje odbicie w aktywnym publikowaniu wyników badań w czasopismach naukowych oraz materiałach konferencyjnych, samodzielnie i w różnych zespołach wieloautorskich. Habilitant był autorem i współautorem w 57 publikacjach, w których jedynym autorem był w 5%, pierwszym autorem w 24% oraz drugim autorem w 12% wszystkich publikacji. Wszystkie publikacje były opublikowane w języku angielskim. Sumaryczny 5-letni IF wyniósł 119,416 punktów, a dedykowany przez Habilitanta średni procentowy udział we wszystkich publikacjach wyniósł około 26% (mediana 18%, minimum 7%, maksimum 100%).

W tabeli 2 zamieszczono wykaz publikacji z podziałem na publikacje opublikowane przed i po terminie obrony doktoratu, bez uwzględnienia publikacji wymienionych w cyklu publikacji.

Tab. 2 Podział publikacji ze względu na nazwę wydawnictwa (bez uwzględnienia publikacji wchodzących w skład cyklu publikacji).

Lp.	Nazwa czasopisma	Liczba publikacji		
		Przed doktoratem	Po doktoracie	Całkowita liczba
1	Advances in Space Research	1	0	1
2	Applied Sciences	1	2	3
3	Baltic Journal of Health and Physical Activity	1	0	1
4	Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences	0	1	1
5	Canadian Journal of Remote Sensing	0	1	1
6	Diagnostyka	0	1	1
7	Energies	0	3	3
8	Geo-Marine Letters	0	1	1
9	Geoscience	0	1	1
10	International Journal of Rail Transportation	0	1	1
11	Journal of Marine Science and Engineering	0	3	3
12	Journal of Navigation	1	0	1
13	Measurement Science and Technology	0	1	1
14	Measurement: Journal of the International Measurement Confederation	1	2	3
15	PLoS ONE	1	0	1
16	Polish Maritime Research	1	0	1
17	Przegląd Komunikacyjny	2	1	3
18	Remote Sensing	0	6	6
19	Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin	0	3	3
20	Sensors	0	6	6
21	Transnav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation	1	1	2
22	Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni	1	0	1
Suma (publikacji w czasopismach)		11	34	45
	Nazwa materiałów pokonferencyjnych	Przed doktoratem	Po doktoracie	Całkowita liczba
23	10th International Conference Environmental Engineering	1	0	1
24	17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2017	1	0	1
25	IMEKO TC-19 International Workshop on Metrology for the Sea	0	1	0
26	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	1	0	1
27	World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium WMESS 2017	1	0	1

Suma (materiały konferencyjne)	4	1	5
Suma (wszystkich publikacji)	15	35	50

Habilitant uczestniczył w 15 międzynarodowych konferencjach organizowanych zarówno w Polsce jak i zagranicą - wygłosił te referaty samodzielnie jak i ze współautorami. Pewnym niedosytem zostaje fakt, iż Habilitant nie uczestniczył w polskich branżowych konferencjach. Wykonał przed uzyskaniem stopnia doktora 10 i po uzyskaniu stopnia doktora 40 recenzji prac naukowych publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych, m.in.:

- ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing – 1 recenzja,
- GPS Solutions– 1 recenzja,
- Measurement – 10 recenzji,
- IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems – 1 recenzja,
- ISPRS International Journal of Geo-Information – 1 recenzja,
- Applied Sciences – 4 recenzje,
- Open Geosciences – 5 recenzji,
- Sensors – 11 recenzji,
- Remote Sensing – 11 recenzji.

Doktor inż. Paweł Szymon Dąbrowski, za swoją działalność naukową w latach 2020 – 2023r, uzyskał 6 nagród

- Wyróżnienie Oddziału PAN w Gdańsku w konkursie dla młodych naukowców za najlepszą pracę twórczą opublikowaną w zakresie nauk technicznych w 2019 r.,
- Nagrodę Ministra Infrastruktury za znaczące osiągnięcia w zakresie działalności naukowej,
- Indywidualną nagrodę I stopnia JM Rektora Uniwersytetu Morskiego w Gdyni za osiągnięcia naukowe w 2020 r ,
- Stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnych młodych naukowców,
- Indywidualną nagrodę II stopnia JM Rektora Uniwersytetu Morskiego w Gdyni za osiągnięcia naukowe w 2021 r.,
- Indywidualna nagroda I stopnia JM Rektora Uniwersytetu Morskiego w Gdyni za osiągnięcia naukowe w 2022 r.

Rozpoznawalność dorobku naukowego Habilitanta potwierdzona jest wskaźnikami bibliograficznymi w postaci cytowań. W informacjach umieszczonych w *Załączniku 4 Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny* wynika, że liczba cytowań wyniosła 729 oraz bez autocytowań 436 i indeks Hirscha 15 z autocytowaniami i 15 bez autocytowań według bazy SCOPUS.

Habilitant w okresie swojej kariery naukowej brał w pracach 3 zespołów badawczych realizujących projekty finansowane ze środków krajowych (NCBiR, NAWA, PG), pełniąc różne funkcje: głównego wykonawcy oraz kierownika (przed uzyskaniem stopnia doktora) oraz kierownika projektu, w ramach projektu będącego w trakcie realizacji.

Poza ścisłą działalnością naukową, Habilitant wymienia także współpracę z sektorem gospodarczym. W ramach współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym Habilitant dwukrotnie w latach 2016 i 2017 uczestniczył jako mentor i ekspert w krajowym programie akceleryacyjnym przedsięwzięć typu start-up „Space3ac - Modal Transportation”. Jako członek zespołu w składzie Koc A., Wilk A., Specht C., Karwowski K., Skibicki J., Czaplewski K., Chrostowski P., Judek S., Szmagliński J., Dąbrowski P., Specht M., Grulkowski S., Skóra M. w 2020 r. zgłosił wniosek patentowy pt. *Metoda określania osi toru, zwłaszcza kolejowego, z wykorzystaniem bazy sztywnej pojazdu pomiarowego wyznaczonej przez odbiorniki nawigacji satelitarnej zainstalowane nad czopami skreślu pojazdu*. Habilitant wykazał również w *Załączniku 4 Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych*,

stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, że realizuje prace wdrożeniowe dla PKP PLK S.A. dotyczące kolejowej platformy pomiarowej wyposażonej w zestaw odbiorników GNSS oraz innych sensorów służących precyzyjnemu wyznaczaniu osi toru kolejowego. Wdrożenie jest wynikiem projektu *Opracowanie innowacyjnej metody wyznaczania precyzyjnej trajektorii pojazdu szynowego* oraz przedmiotem zgłoszonego wniosku patentowego.

Podsumowując wymienione osiągnięcia, mogę jednoznacznie stwierdzić, że dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski jest naukowcem publikującym wyniki realizowanych prac w renomowanych czasopismach naukowych. Należy podkreślić, iż autorem wielu publikacji powstałych w wyniku prac zespołowych w 41% wszystkich publikacji jest pierwszym lub drugim autorem co świadczy o wiodącej roli w powstaniu tych prac. Przedstawiony dorobek Habilitanta uzyskał w przeciągu ostatnich 10 lat co świadczy o znaczącej aktywności naukowej, a wzrost liczby publikacji nastąpił po uzyskaniu stopnia doktora w 2019 r. co potwierdza prawidłową ścieżkę kariery Habilitanta. Zauważalna rozpoznawalność międzynarodowa Habilitanta widoczna jest we wskaźnikach bibliograficznych oraz wykonanych recenzjach artykułów naukowych w renomowanych czasopismach tj. *Measurement*, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *Remote Sensing* czy *Sensors*.

Podsumowując należy stwierdzić, że dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski wykazuje się również inną istotną aktywnością naukową nie związana jedynie z głównymi osiągnięciami stanowiącymi podstawę wniosku habilitacyjnego.

6. Opinia o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Pan dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski zaangażowany był w prowadzenie 8 przedmiotów na studiach I i II stopnia na Akademii Morskiej w Gdyni oraz Politechnice Gdańskiej. Habilitant był promotorem 17 prac inżynierskich i magisterskich i jest aktualnie promotorem 5 prac dyplomowych. Habilitant angażuje studentów do prac naukowych czego efektem jest wspólna publikacja w czasopiśmie *Communications - Scientific Letters of the University of Žilina*.

W ramach podnoszenia kompetencji zawodowych dr inż. Paweł Szymon Dąbrowski zdobył certyfikat świadczący o przeszkoleniu dydaktycznym dla instruktora uczelni morskiej zgodnego z konwencją STCW (ang. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) organizacji IMO (ang. International Maritime Organization) oraz ukończył kurs organizowany przez Uniwersytet Stanforda i organizację DeepLearning.AI zatytułowany „Supervised Machine Learning: Regression and Classification”.

Habilitant od lipca 2024 r. pełni funkcję zastępcy kierownika Katedry Geodezji Politechniki Gdańskiej, organizując seminaria katedralne oraz wspierając proces rekrutacji nowych pracowników naukowo-badawczych. W latach 2018–2020 był zastępcą kierownika Katedry Geodezji i Oceanografii Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, gdzie odpowiadał m.in. za realizację pensum dydaktycznego, planowanie seminariów oraz wprowadzanie danych do systemu POL-on. Ponadto w latach 2020–2023 pracował w Komisji Programowej kierunku Transport, zajmując się aktualizacją efektów kształcenia i programu studiów, a od 2014 r. jest członkiem Stowarzyszenia Geodetów Polskich.

Podsumowując osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzujące naukę, należy stwierdzić, że aktywność i zaangażowanie Pana dr inż. Pawła Szymon Dąbrowskiego zasługuje na uznanie.

7. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotyczącej dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra inż. Pawła Szymona Dąbrowskiego w odniesieniu do art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) stwierdzam, że:

- 1. Habilitant Posiada stopień doktora.**
- 2. Monografia (główne osiągnięcie) oraz cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.**
- 3. Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej.**

Dorobek naukowy Habilitanta, jak również aktywność w sferach dydaktycznej, organizacyjnej oraz w zakresie popularyzacji nauki oceniam pozytywnie.

Niniejszym stwierdzam, że **Habilitant spełnia wymogi niezbędne do nadania stopnia habilitowanego określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) oraz wnioskuję o dalsze procedowanie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Panu dr. inż. Pawłowi Szymonowi Dąbrowskiemu i przeprowadzenie kolokwium habilitacyjnego w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.**

dr. hab. inż. Jakub Markiewicz, prof. uczelni