

dr hab. inż. Edward Preweda
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Geodezji Zintegrowanej i Kartografii
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
preweda@agh.edu.pl

Kraków, 12.02.2025 r.

Recenzja
osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym
dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza

1. Podstawa formalno-prawna oceny

Podstawą formalną niniejszej oceny są:

- a) pismo z dnia 19.12.2024 I.dz. 792/WILiŚ/2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Wojciecha Witkowskiego.
- b) pismo Rady Doskonałości Naukowej z dnia 15 listopada 2024 r.;
- c) uchwała Nr 60/2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 11 grudnia 2024 r.
- d) umowa o dzieło w postaci recenzji, zawierającej ocenę, czy osiągnięcia naukowe dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza, ubiegającego się o stopień naukowy doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571).
- e) dokumentacja wniosku habilitacyjnego Marka Huberta Zienkiewicza w wersji elektronicznej.

Podstawą prawną opracowania jest Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz.U. 2024 poz. 1571.

2. Oceniane osiągnięcia naukowe

Przedmiotem opracowania jest ocena osiągnięć naukowych przedstawionych we wniosku dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza (Habilitanta) z dnia 4 października 2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport wraz załącznikami.

Habilitant określił dwa osiągnięcia naukowe, będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

1. „*Wybrane teoretyczne i aplikacyjne własności Msplit estymacji*” (dokumentacja w postaci monografii).
2. „*Msplit estymacja z zastosowaniem zaawansowanych funkcjonalno-statystycznych modeli obserwacji*” (dokumentacja w postaci monotematycznego cyklu artykułów).

Załączniki do wniosku dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza z dnia 4 października 2024 r. zawierają:

- Załącznik 1. Dane wnioskodawcy;
- Załącznik 2. Autoreferat przedstawiający opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej habilitanta;
- Załącznik 3: Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny;
- Załącznik 4: Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora;
- Załącznik 5: Kopie dokumentów potwierdzających uzyskane nagrody, wyróżnienia, stypendia badawcze i pełnione funkcje (10 pozycji);
- Załącznik 6: Kopia monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe 1: Wybrane teoretyczne i aplikacyjne własności Msplit estymacji;

Załącznik 7: Kopia prac (A1, A2, A3, A4, A5, A6) wchodzących w skład cyklu publikacji naukowych, stanowiących osiągnięcie naukowe 2: Msplit estymacja z zastosowaniem zaawansowanych funkcjonalno- statystycznych modeli obserwacji;
Załącznik 8: Kopie oświadczeń współautorów publikacji naukowych.

3. Kryteria oceny

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, *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 art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub z przepisami wydanymi na podstawie*
 - b) *1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach 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.*

Zgodnie z art. 221 ust. 8 Ustawy oceniłem czy przedstawione osiągnięcia naukowe dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2, tj. posiadanie w dorobku osiągnięcia naukowego albo artystycznego stanowiącego znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym przypadku dyscypliny inżynieria lądowa geodezja i transport.

W opracowaniu przedstawiłem również informacje wynikające z Poradnika „*Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*”, opracowanego przez Radę Doskonałości Naukowej (aktualizacja 9 sierpnia 2023).

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

Dr inż. Marek Hubert Zienkiewicz (Habilitant) nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

5. Przebieg pracy naukowo-zawodowej Habilitanta

Dr inż. Marek Hubert Zienkiewicz uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera geodezji i kartografii w specjalności geodezji gospodarczej w roku 2011 na Wydziale Geodezji i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Praca magisterska nosiła tytuł „Wyrównanie swobodne odporne na błędy grube” a promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Zbigniew Wiśniewski.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Geodezja i Kartografia uzyskał w 2017 roku po obronie dysertacji zatytułowanej „Wybrane, teoretyczne i aplikacyjne własności Msplit estymacji”. Stopień ten został nadany przez Radę Wydziału Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Promotorem dysertacji był prof. dr hab. inż. Zbigniew Wiśniewski. Recenzentami rozprawy byli prof. dr hab. inż. Roman Kadaż i prof. dr hab. inż. Witold Prószyński.

Dotychczasowe doświadczenie zawodowe Habilitanta obejmuje pracę na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego w Katedrze Geodezji na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej od marca 2019 roku. Wcześniej, od lutego 2018 do lutego 2019 roku, pracował jako adiunkt w Katedrze Geodezji i Oceanografii na Wydziale Nawigacyjnym Uniwersytetu Morskiego w Gdyni. Od października 2015 do lutego 2018 roku pełnił funkcję asystenta w tej samej katedrze na Akademii Morskiej w Gdyni, a od października 2011 do września 2015 roku był doktorantem w Instytucie Geodezji Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

6. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się Habilitanta o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Habilitant przedstawił dwa osiągnięcia naukowe:

Osiągnięcie nr 1: *Wybrane teoretyczne i aplikacyjne własności Msplit estymacji.*

Osiągnięcie nr 2: *Msplit estymacja z zastosowaniem zaawansowanych funkcjonalno-statystycznych modeli obserwacji.*

6.1. Ocena osiągnięcia nr 1 w kontekście wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Osiągnięcie nr 1, dotyczące wybranych teoretycznych i aplikacyjnych własności Msplit estymacji, stanowi uzupełnioną i poszerzoną treść rozprawy doktorskiej Habilitanta (zgodnie z oświadczeniem Habilitanta). Osiągnięcie to jest udokumentowane monografią pt.: *Wybrane teoretyczne i aplikacyjne własności Msplit estymacji*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2024. Liczba stron: 106. Liczba punktów na liście Ministra Nauki (MN): 80 punktów. Osiągnięcie jest zgodne z art. 219 ust. 1 pkt 2) lit. a) Ustawy.

Habilitant przedstawia teoretyczną i empiryczną analizę metody estymacji parametrów w rozszczepionych funkcjonalnych modelach obserwacji geodezyjnych, znanej jako Msplit estymacja, opracowanej przez prof. Zbigniewa Wiśniewskiego. Metoda ta została rozwinięta i uzupełniona o statystyczne modele obserwacji oraz ocenę dokładności estymatorów. Habilitant podkreśla, że Msplit estymacja, rozwinięcie M-estymacji i metody najmniejszych kwadratów, nie konkuruje z odpornymi estymacjami, ale służy wyznaczaniu parametrów pozycyjnych zmiennych losowych w sytuacji, gdy ich realizacje tworzą wspólny zbiór. Podstawowe założenia metody Msplit estymacji opierają się na podzieleniu klasycznego modelu funkcjonalnego obserwacji, co pozwala uwzględnić sytuacje, w których obserwacje pochodzą z różnych rozkładów prawdopodobieństwa. Msplit estymacja zakłada istnienie konkurencyjnych modeli funkcjonalnych, w których każda obserwacja może być realizacją jednej z dwóch lub więcej zmiennych losowych różniących się parametrami. Klasyczny model funkcjonalny jest rozszczepiany na konkurencyjne modele. Rozszczepienie parametrów oznacza, że każda obserwacja może odpowiadać jednemu z konkurencyjnych parametrów rozkładu, co prowadzi do rozszczepienia klasycznego modelu obserwacji. Na przykład, parametr X może rozszczepić się na $X(1)$ i $X(2)$, które są konkurencyjnymi wersjami tego parametru. Każda obserwacja niesie informację o przynależności do jednego z modeli, co jest reprezentowane przez potencjał rozszczepienia, decydujący, która wersja parametru jest dla danej obserwacji najlepsza. Msplit estymatory parametrów są wartościami maksymalizującymi globalny potencjał rozszczepienia. W procesie estymacji funkcje wagowe zależą od konkurencyjnych poprawek, co nazywa się wagowaniem krzyżowym. Msplit estymacja jest odporna na obserwacje odstające, przyporządkowując je do oddzielnego modelu funkcjonalnego, co pozwala na identyfikację i analizę ich własności. Metoda ta jest alternatywą dla odpornej M-estymacji. Habilitant rozszerza teorię Msplit estymacji o rozszczepiony model statystyczny, gdzie współczynniki wariancji również ulegają rozszczepieniu. Metoda została również uogólniona na przypadek zmiennych zależnych poprzez zastosowanie metod diagonalizacji macierzy.

Ocena dokładności w Msplit estymacji jest kluczowym elementem analizy danych obserwacyjnych i dopełnieniem teorii tej metody. W odróżnieniu od tradycyjnych metod wyrównania, które opierają ocenę dokładności na jednym, globalnym współczynniku wariancji, Msplit estymacja uwzględnia rozszczepienie modelu funkcjonalnego. Oznacza to, że ocena dokładności również ma charakter rozszczepiony, a każdemu z konkurencyjnych modeli przypisuje się odpowiednie macierze kowariancji i estymatory współczynników wariancji. Estymatory rozszczepionych współczynników wariancji w Msplit estymacji, ze względu na rozszczepienie modelu funkcjonalnego i istnienie konkurencyjnych wersji parametrów, również ulegają rozszczepieniu. Te estymatory, oznaczone jako s_q , są wyznaczane dla każdego z q konkurencyjnych modeli funkcjonalnych. Są one niezmiennicze i nieobciążone, co oznacza, że są niezależne od wektora parametrów i ich wartość oczekiwana jest równa faktycznej wartości współczynnika wariancji. Estymatory wyznaczane są na podstawie konkurencyjnych wersji poprawek do tych samych obserwacji. W przypadku kwadratowej Msplit estymacji, zakładającej rozkład normalny obserwacji, estymatory rozszczepionych współczynników wariancji oblicza się za pomocą macierzy wag oraz macierzy kofaktorów. W Msplit(q) estymacji rozszerza się je na q konkurencyjnych współczynników wariancji.

Macierze kowariancji w Msplit estymacji estymatorów parametrów, poprawek i wyrównanych obserwacji wyznacza się na podstawie zasad propagacji macierzy kowariancji, uwzględniając rozszczepienie modelu statystycznego. Każda konkurencyjna wersja estymatora parametru ma swoją macierz kowariancji, wyznaczaną na podstawie odpowiedniego rozszczepionego współczynnika wariancji. Macierze te są ustalane zgodnie z zasadą propagacji macierzy kowariancji, mając przy tym iteracyjny charakter ze względu na wyznaczanie estymatorów i zależność od losowego wektora obserwacji. Macierze kowariancji estymatorów, poprawek i wyrównanych obserwacji wyznacza się w podobny sposób, jak w metodzie najmniejszych kwadratów, uwzględniając rozszczepione współczynniki wariancji. Macierz kowariancji estymatora parametru oblicza się z zastosowaniem macierzy wag i kofaktorów, a następnie ocenia a posteriori za pomocą estymatora rozszczepionego współczynnika wariancji. Podobnie macierze kowariancji poprawek oblicza się z uwzględnieniem macierzy wag i kofaktorów, a ocena a posteriori prowadzona jest za pomocą odpowiednich estymatorów rozszczepionych współczynników wariancji. Przy analizie wyników Msplit estymacji należy uwzględnić, że konkurencyjne estymatory optymalizują dopasowanie modeli do zbioru obserwacji, przez co poprawki i ich błędy średnie mogą mieć różne wartości dla różnych wersji modelu. Ocena dokładności w Msplit estymacji umożliwia kompleksową analizę wyników i uwzględnienie specyfiki metody polegającej na rozszczepieniu modelu funkcjonalnego i statystycznego. Pozwala to również na identyfikację i analizę obserwacji odstających, przyporządkowywanych do oddzielnych modeli, czego nie można osiągnąć w klasycznych metodach wyrównania.

Habilitant porównał Msplit estymację z kilkoma innymi metodami estymacji, zarówno w kontekście teoretycznym, jak i empirycznym. Metoda Najmniejszych Kwadratów (MNK) jest traktowana jako punkt odniesienia i często porównywana z Msplit estymacją, szczególnie pod kątem dokładności wyznaczanych parametrów. Wykazano, że w pewnych warunkach Msplit estymacja daje rezultaty porównywalne z MNK. Msplit estymacja jest także porównywana z odporną M-estymacją w kontekście odporności na błędy grube, wykorzystując wybrane odporne M-estymatory, takie jak metoda Hubera i metoda duńska, używające różnych wartości parametrów. Msplit estymacja prezentowana jest także jako rozwinięcie metody największej wiarygodności, jednak nie ma na celu zastępowania odpornych M-estymacji, lecz stanowi alternatywne podejście do analizy danych geodezyjnych, zwłaszcza w sytuacjach, gdy obserwacje mogą pochodzić z różnych rozkładów prawdopodobieństwa.

W ocenianym osiągnięciu wskazano szereg dziedzin, w których Msplit estymacja znalazła zastosowanie, podkreślając jej uniwersalność w analizie danych obserwacyjnych. Metoda ta jest stosowana przede wszystkim w kontekście geodezji i pokrewnych dyscyplin, ale także w systemach nawigacji radarowej. Główne obszary zastosowań mogą obejmować wyznaczanie przemieszczeń, identyfikację bazy odniesienia, modelowanie danych skaningu laserowego, filtrację danych przy tworzeniu cyfrowych modeli terenu, detekcję błędów grubych, odporną transformację współrzędnych, wyznaczanie profilów terenowych na podstawie pomiarów skanerem laserowym, wpasowywanie obiektów geometrycznych w chmurę punktów czy wykrywanie obiektów o niskim poziomie sygnału w systemach nawigacji radarowej. Msplit estymacja może być również przydatna w analizie deformacji sieci geodezyjnych, gdzie obserwacje z różnych epok pomiarowych są analizowane razem, a metoda ta sama wybiera „najlepszy” model dla każdej obserwacji. Przedstawiony szeroki zakres zastosowań świadczy o potencjale tej metody w różnych dziedzinach nauki i techniki.

W pracy zamieszczono dwa istotne przykłady liczbowe, które ilustrują etapy obliczeń parametrów w Msplit estymacji. Pierwszy przykład dotyczy sieci niwelacyjnej z jednego punktu referencyjnego i trzech punktów kontrolowanych. Przedstawiono w nim obserwacje przewyższeń w dwóch epokach pomiarowych, umożliwiające zastosowanie Msplit estymacji do analizy przemieszczeń. Obliczenia uwzględniają zarówno estymację parametrów metodą najmniejszych kwadratów (MNK), jak i Msplit estymacją. Pokazano wartości estymatorów parametrów (wysokości punktów) wraz z błędami średnimi oraz estymatory współczynników wariancji, uzyskane za pomocą obu metod. Modele funkcjonalne dla każdej epoki pomiarowej zostały poddane rozszczepieniu w Msplit estymacji. W przykładzie symulowano obserwacje, dodając do teoretycznych przewyższeń losowe błędy o rozkładzie normalnym. Porównano błędy średnie NK-estymatorów i Msplit estymatorów wysokości punktów kontrolnych, analizowano poprawki do obserwacji i ich błędy średnie obliczone na podstawie obu metod, a także zaprezentowano wyrównane obserwacje z ich błędami średnimi. Drugi przykład dotyczy sieci kątoowo-liniowej złożonej z dwóch punktów referencyjnych i jednego punktu wyznaczanego. Sieć jest mierzona w dwóch epokach

pomiarowych, co umożliwia zastosowanie Msplit estymacji do analizy przemieszczeń. Mierzone są odległości i kąty, a obliczenia obejmują estymację współrzędnych punktu P (w obu epokach) metodą MNK i Msplit estymacją. Zaprezentowano wartości estymatorów parametrów (współrzędnych punktu P) wraz z błędami średnimi oraz estymatory współczynników wariancji, uzyskane za pomocą obu metod. Przedstawiono macierze wag obserwacji oraz macierze kofaktorów. W procesie iteracyjnym wyznaczano Msplit estymatory, porównywano błędy średnie NK-estymatorów i Msplit estymatorów współrzędnych punktu P, analizowano poprawki do obserwacji i ich błędy średnie obliczone na podstawie obu metod, a także zaprezentowano wyrównane obserwacje z ich błędami średnimi. W obu przykładach proces obliczeniowy Msplit estymacji obejmuje ustalenie modeli funkcjonalnych dla każdej epoki pomiarowej, rozszczepienie modeli funkcjonalnych w Msplit estymacji, wyznaczenie estymatorów parametrów (wysokości lub współrzędnych punktów) oraz ich błędów średnich na podstawie macierzy kowariancji i estymatorów współczynników wariancji, porównanie wyników uzyskanych za pomocą MNK i Msplit estymacji, obliczenie poprawek i ich błędów średnich dla każdej z konkurencyjnych wersji estymatorów oraz wyznaczenie wyrównanych obserwacji i ich błędów średnich. Te przykłady ukazują praktyczne zastosowanie Msplit estymacji, jej zdolność do analizy danych z różnych epok pomiarowych oraz porównanie wyników z klasycznymi metodami estymacji.

Habilitant przedstawił również koncepcję wirtualnych konkurencyjnych modeli funkcjonalnych, która w kontekście Msplit estymacji polega na wprowadzeniu dodatkowego, hipotetycznego modelu, mającego na celu absorbowanie obserwacji niepasujących do żadnego z wcześniej zdefiniowanych modeli. Koncepcja ta ma kilka głównych założeń i celów. Po pierwsze, wprowadzenie wirtualnego modelu zabezpiecza przed negatywnym wpływem obserwacji obciążonych błędami grubymi na wyznaczane estymatory, co zwiększa odporność Msplit estymacji i jej rozwinięcia, Shift-Msplit estymacji. Obserwacje z błędami grubymi są przypisywane do wirtualnego modelu, co sprawia, że nie wpływają one na estymację parametrów w modelach właściwych. Wirtualny model zwiększa także liczbę konkurencyjnych modeli, umożliwiając lepsze dopasowanie do danych, zwłaszcza gdy pojawiają się obserwacje spoza przyjętych rozkładów. Na przykład przy analizie deformacji sieci mierzonej w dwóch epokach, dodatkowy, wirtualny model absorbuje obserwacje obciążone błędami grubymi, podczas gdy właściwe modele reprezentują obserwacje z pierwszej i drugiej epoki. Wirtualny model absorbuje również nietypowe obserwacje, które nie pasują do "dobrych" rozkładów, co pozwala na identyfikację i analizę obserwacji odstających. W kontekście analizy deformacji sieci, wirtualny model może być traktowany jako wirtualna epoka pomiarowa, co umożliwia uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników przez absorpcję obserwacji z błędami grubymi. Koncepcja wirtualnych modeli może być także stosowana w Msplit(q) estymacji dla $q > 2$, gdzie estymatory wyznacza się za pomocą Msplit(q+1) estymacji z dodatkowym modelem wirtualnym, co pozwala na poszukiwanie adekwatnej liczby rozszczepionych modeli funkcjonalnych. Estymacja z wirtualnym modelem może znaleźć szczególne zastosowanie w analizie deformacji sieci geodezyjnych, gdzie błędy grube mogą zakłócać proces estymacji przesunięć. Podsumowując, koncepcja wirtualnych konkurencyjnych modeli funkcjonalnych w Msplit estymacji to zaawansowane podejście zwiększające odporność metody na obserwacje odstające, umożliwiające analizę danych z uwzględnieniem dodatkowych, wirtualnych modeli, co prowadzi do bardziej precyzyjnych i wiarygodnych wyników.

Symulacja Monte Carlo, zastosowana w kontekście Msplit estymacji, miała na celu obiektywne zbadanie odporności Msplit estymacji, poprzez zbadanie skuteczności tej metody w identyfikacji i eliminacji wpływu błędów grubych w porównaniu do odpornych M-estymacji. Miała również na celu sprawdzenie skuteczności detekcji obserwacji odstających, poprzez obliczenie średniego wskaźnika sukcesu dla różnych scenariuszy z różną liczbą i wartościami błędów grubych. Przeprowadzono także porównanie z odpornymi M-estymacjami, poprzez porównanie wskaźnika sukcesu dla Msplit estymacji z wskaźnikami sukcesu dla odpornych M-estymacji, takich jak Huber i duńska. W opisanych badaniach przyjęto 50 000 symulacji dla każdego wariantu, aby zapewnić powtarzalność wyników. Symulacje przeprowadzono dla sieci niwelacyjnej i kątowno-liniowej, co pozwoliło na ocenę odporności Msplit estymacji w różnych typach sieci geodezyjnych.

Uogólnienie Msplit(q) estymacji na przypadek zmiennych zależnych polegało na rozszerzeniu teorii tej metody, aby mogła być stosowana w sytuacjach, w których obserwacje nie są wzajemnie niezależne. W klasycznej Msplit estymacji zakładano, że obserwacje są wzajemnie niezależne i mają macierz kowariancji równą macierzy jednostkowej. To uogólnienie umożliwia stosowanie Msplit(q) estymacji w bardziej skomplikowanych sytuacjach, na przykład w analizie sieci GNSS, gdzie obserwacje

(współrzędne wektorów) są wzajemnie zależne. W tym kontekście uogólniona Msplit(q) estymacja zachowuje swoje naturalne własności odpornościowe i pozwala na analizę danych pomiarowych z uwzględnieniem korelacji między obserwacjami.

Monografia jest zaawansowana pod względem matematycznym, szkoda, że przykładach brakuje dokumentacji niektórych etapów (na przykład szczegółowych wyników obliczeń pierwszej iteracji). Msplit estymacja w różnych jej odmianach jest procedurą iteracyjną. W każdej iteracji wartości estymatorów są poprawiane na podstawie aktualnych wartości poprawek i wag. Proces iteracyjny jest kontynuowany do momentu uzyskania zbieżności, czyli gdy różnice między estymatorami w kolejnych iteracjach są mniejsze od zadanego progu. Habilitant wskazuje, że kluczową rolę w procesie iteracyjnym pełnią krzyżowe funkcje wagowe, które decydują o przyporządkowaniu obserwacji do odpowiednich modeli funkcjonalnych. W odróżnieniu od tradycyjnych funkcji wagowych, krzyżowe funkcje wagowe uwzględniają wartości poprawek z konkurencyjnych modeli. W każdej iteracji wartości wag są aktualizowane na podstawie bieżących wartości poprawek. W Msplit estymacji kluczową cechą jest przyporządkowanie obserwacji do najbardziej odpowiedniego dla niej modelu konkurencyjnego. Aby ocenić poprawność modelu, trzeba przeprowadzić porównanie z metodą najmniejszych kwadratów (MNK). Jeśli estymatory Msplit są zbliżone do estymatorów MNK, oznacza to, że proces przyporządkowania obserwacji do modeli przebiegł prawidłowo. Porównanie estymatorów współczynników wariancji jest również istotne, ponieważ różnice pomiędzy estymatorami rozszczepionych współczynników wariancji mogą sugerować niepoprawne rozpoznanie liczby zmiennych losowych. Analiza poprawek pozwala ocenić, czy obserwacje są poprawnie przyporządkowane do modeli. Mniejsze poprawki i błędy średnie wskazują na lepsze dopasowanie do danego modelu. Podsumowując, Habilitant stwierdza, że w Msplit estymacji nie chodzi o wybór jednego "najlepszego" modelu w klasycznym sensie, lecz o jednoczesne wyznaczenie estymatorów dla wszystkich konkurencyjnych modeli. W zastosowaniach praktycznych może to sprawić sporo kłopotu, kiedy trzeba będzie zdecydować się na wariant ostateczny i jednoznaczny. W monografii skupiono się głównie na rozkładzie normalnym jako modelu probabilistycznym obserwacji. Choć wspomniano o innych rozkładach, ich zastosowanie w praktyce nie zostało szczegółowo przeanalizowane.

Oryginalne osiągnięcia przedstawione przez Habilitanta to między innymi uzupełnienie teorii Msplit estymacji o rozszczepione modele statystyczne obserwacji. Wprowadzono estymatory rozszczepionych współczynników wariancji, które spełniają warunki niezmienniczości i nieobciążoności. Macierz kowariancji obserwacji jest oceniana przez wspólną macierz kofaktorów, a współczynniki wariancji podlegają rozszczepieniu. Opracowano zasady oceny dokładności Msplit estymatorów, w tym wyznaczanie macierzy kowariancji estymatorów, poprawek i wyrównanych obserwacji. Zastosowano zasadę propagacji macierzy kowariancji, co prowadzi do konkurencyjnych macierzy kowariancji dla konkurencyjnych estymatorów. Rozwinięto koncepcję wirtualnych modeli funkcjonalnych i ich zastosowanie w odpornej estymacji przesunięcia parametrów. Wprowadzenie dodatkowego modelu ma na celu absorbowanie obserwacji odstających, które nie pasują do żadnej z epok pomiarowych. Uogólniono metodę Msplit estymacji na przypadek zmiennych zależnych. Zastosowano metody diagonalizacji macierzy, co umożliwia użycie Msplit estymacji w sytuacjach, gdy obserwacje są wzajemnie skorelowane, na przykład na sieciach GNSS. Mocne strony tej monografii są wyraźnie widoczne. Przede wszystkim kompleksowe podejście do tematu, gdzie Habilitant nie tylko prezentuje szczegółową analizę teoretyczną Msplit estymacji, ale także uzupełnia ją o praktyczne aspekty, takie jak ocena dokładności i odporność na obserwacje odstające. Nowatorskie rozwiązania w artykule wprowadzają nowe elementy do teorii Msplit estymacji, w tym statystyczne modele obserwacji, ocenę dokładności i koncepcję wirtualnych modeli funkcyjnych. Praktyczne przykłady i analiza empiryczna, które są zawarte w monografii, popierają teoretyczne rozważania przykładami z zakresu geodezji (sieci niwelacyjne, kątowno-liniowe, GNSS) oraz testami numerycznymi, takimi jak metoda Monte Carlo. Pozwala to na ocenę skuteczności metody w praktyce. Szczegółowe omówienie zawarte w artykule dokładnie opisuje algorytmy, wzory i zależności matematyczne, które są potrzebne do zrozumienia i zastosowania Msplit estymacji. Odporność na błędy grube jest również istotnym aspektem, który został uwzględniony w analizie. Wykazano, że Msplit estymacja, szczególnie w rozszerzonej wersji z wirtualnymi modelami, skutecznie radzi sobie z obserwacjami obciążonymi błędami grubymi.

Podsumowanie osiągnięcia nr 1:

Osiągnięcie nr 1, opisane w monografii, stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Msplit estymacja, jako alternatywa dla odpornej M-estymacji, jest szczególnie ważna w sytuacjach, gdy obserwacje pochodzą z różnych rozkładów prawdopodobieństwa. Wprowadzone innowacje, takie jak wirtualne modele funkcjonalne, macierz wzmocnienia, rozszerzenie na zmienne zależne i implementacja w elastycznym układzie obliczeniowym, rozszerzają zakres zastosowań tej metody i zwiększają jej skuteczność. Monografia nie tylko rozwija teorię, ale także prezentuje praktyczne zastosowania w geodezji, co sprawia, że jest ona wartościowa zarówno dla naukowców, jak i praktyków. Wyniki badań empirycznych i symulacyjnych potwierdzają skuteczność Msplit estymacji, a także jej odporność na obserwacje odstające. Praca ta otwiera nowe kierunki badań i stanowi bardzo dobrą podstawę do dalszego rozwoju tej metody w geodezji i innych pokrewnych dyscyplinach naukowych.

6.2. Ocena osiągnięcia nr 2 w kontekście wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Drugie osiągnięcie naukowe przedstawione przez Habilitanta i stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego stanowi, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2) lit. b) ustawy, cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych oraz w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych pod tytułem: „Msplit estymacja z zastosowaniem zaawansowanych funkcjonalno-statystycznych modeli obserwacji”.

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych składa się z sześciu artykułów:

- [A1] Zienkiewicz M.H. 2019. Deformation analysis of geodetic networks by applying Msplit estimation with conditions binding the competitive parameters. Journal of Surveying Engineering, Vol. 145(2): 04019001. IF: 1,8, punktacja MN: 70.
- [A2] Zienkiewicz M.H. 2020. Determination of an adequate number of competitive functional models in the square Msplit(q) estimation with the use of a modified Baarda's approach. Survey Review, Vol. 52(370): 13-23. IF: 1,2, punktacja MN: 70.
- [A3] Wiśniewski Z., Zienkiewicz M.H. 2020a. Estimators of covariance matrices in Msplit(q) estimation. Survey Review, Vol. 53(378): 263-279. IF: 1,2, punktacja MN: 70. Udział 50%.
- [A4] Wiśniewski Z., Zienkiewicz M.H. 2020b. Empirical analyses of robustness of the square Msplit estimation. Journal of Applied Geodesy, Vol. 15(2): 87-104. IF: 1,2, punktacja MN: 100. Udział 50%.
- [A5] Zienkiewicz M.H. 2022. Identification of unstable reference points and displacements estimation by using squared Msplit estimation. Measurement, Vol. 195: 111029. IF: 5,2, punktacja MN: 200.
- [A6] Zienkiewicz M.H., Dąbrowski P.S. 2023. Matrix strengthening the identification of observations with split functional models in the squared Msplit(q) estimation proces. Measurement, Vol. 217: 112950. IF: 5,2, punktacja MN: 200. Udział 80%.

Trzy artykuły naukowe opublikowane w czasopismach są współautorskie, wkład merytoryczny Habilitanta wynosi od 50 do 80%, średnio 60% (według oświadczeń dołączonych do wniosku). Habilitant jest samodzielnym autorem trzech kolejnych artykułów. Wszystkie artykuły znajdują się na liście czasopism Journal Citation Report (JCR) i posiadają wskaźnik Impact Factor (IF) od 1,2 do 5,2. Sumaryczny IF wynosi 15,8, sumaryczna punktacja MN, uwzględniając udział Habilitanta, wynosi 585. Liczba cytowań (bez autocytowań) wynosi 37.

Na podstawie oświadczenia zawartego we wniosku, w artykułach współautorskich Habilitant:

- *zapropował sposób estymacji współczynników wariancji, jest autorem koncepcji wyznaczenia własności tych estymatorów na drodze empirycznej. Opracował i oprogramował algorytm obliczeniowy przy pomocy którego weryfikował hipotezy badawcze (A3).*
- *zapropował badanie wrażliwości kwadratowych Msplit estymatorów z zastosowaniem nowych wariantów empirycznych funkcji wpływu, które określają reakcję obu konkurencyjnych estymatorów na wprowadzone zanieczyszczenie w jednym wektorze obserwacji. Zaprojektował testy numeryczne, w których empiryczne funkcje wpływu były wyznaczone na podstawie estymatorów parametrów w geodezyjnych strukturach pomiarowych. Opracował skrypty obliczeniowe. Jest głównym autorem treści wszystkich rozdziałów w artykule (A4).*
- *jest autorem koncepcji wprowadzenia współczynników wzmocnienia identyfikacji obserwacji z konkurencyjnymi modelami funkcjonalnymi w Msplit(q) estymacji. Opracował skrypt obliczeniowy. Jest autorem wszystkich analiz teoretycznych i empirycznych dotyczących macierzy wzmocnienia. Zaprojektował przykład praktycznego zastosowania nowej metody estymacji w procesie przestrzennego rozwinięcia chmury punktów.*

Cykl artykułów naukowych obejmuje rozwinięcia i modyfikacje metody estymacji parametrów w podzielonym (rozszerzonym) modelu funkcjonalnym (Msplit), stosowanej w analizie deformacji sieci geodezyjnych i innych zastosowaniach geodezyjnych.

Artykuł [A1] wprowadza metodę estymacji MBind split, rozszerzającą estymację Msplit poprzez dodanie ograniczeń parametrów w modelach konkurencyjnych. Eliminuje to problem zamiany miejscami estymatorów Msplit, co prowadziło do błędnych ocen przemieszczeń.

Habilitant zauważył, że w kwadratowej Msplit(q) estymacji, estymatory mogą zamieniać się miejscami, co może prowadzić do niejednoznaczności wyników, szczególnie przy ocenie przemieszczeń punktów kontrolnych. Aby rozwiązać ten problem, zaproponowano zastosowanie równań warunkowych wiążących konkurencyjne parametry, co pozwoliło na eliminację efektu punktu rewersyjnego. Wprowadzono funkcję celu z mnożnikami Lagrange'a, oznaczona jako Bind split(q)M estymacja. W badaniach sprawdzono również skuteczność zastosowania wirtualnego modelu absorbującego błędy grube w procesie Bind split(q)M estymacji. Analizy empiryczne, przeprowadzone z zastosowaniem symulacji Monte Carlo, wykazały, że Bind splitM estymacja z wirtualnym modelem znacznie ogranicza wpływ błędów grubych na wyznaczone przemieszczenia punktów kontrolnych. Teoria i iteracyjne procedury są szczegółowo omawiane, wraz z przykładami numerycznymi. Niestety, pomimo że Bind split(q)M estymacja eliminuje efekt punktu rewersyjnego, interpretacja uzyskanych wyników może być nadal problematyczna w skomplikowanych przypadkach. W pracy wspomniano o możliwych niejednoznacznościach, ale brakuje bardziej szczegółowych wytycznych.

Artykuł [A2] skupia się na metodzie estymacji Msplit(q), uwzględniającej dowolną liczbę q konkurencyjnych modeli funkcjonalnych.

Habilitant proponuje zmodyfikowany test Baardy do detekcji sytuacji, gdy liczba modeli q jest zbyt mała. Stosowane standaryzowane reszty obserwacji służą do weryfikacji, czy obserwacja pasuje do danego modelu. Analizowany jest także rozkład prawdopodobieństwa estymatorów Msplit(q) oraz reszt, ukazując, że w pewnych warunkach można przyjąć zbliżenie do rozkładu normalnego. Metoda doboru liczby modeli funkcjonalnych, oparta na zmodyfikowanym teście Baardy, jest innowacyjna i skuteczna, szczególnie w kontekście identyfikacji obserwacji odstających. Metoda znajduje zastosowanie m.in. w modelowaniu danych ze skaningu laserowego i analizie deformacji. Teoria Msplit estymacji jest oparta na solidnych podstawach, jednak niektóre założenia dotyczące rozkładów prawdopodobieństwa estymatorów i poprawek są aproksymowane, a nie wyprowadzone ściśle analitycznie. Chociaż badania empiryczne potwierdzają ich normalność, nie można wykluczyć sytuacji, gdzie to założenie nie będzie spełnione.

Artykuł [A3] prezentuje teorię macierzy kowariancji estymatorów Msplit(q) oraz metody wyznaczania ich estymatorów.

Habilitant dąży do uzupełnienia estymacji Msplit(q) o elementy analizy dokładności, umożliwiając ocenę wiarygodności uzyskanych wyników. Skupia się na wyprowadzeniu wzorów na macierze kowariancji oraz estymatory współczynników wariancji, niezbędne do oceny dokładności estymatorów parametrów. Przedstawione testy empiryczne potwierdzają praktyczną użyteczność teorii. Artykuł szczegółowo omawia teorię i metody wyznaczania macierzy kowariancji estymatorów Msplit(q),

pozwalając na pełną ocenę dokładności wyników. Jest to istotny wkład, gdyż wcześniejsze prace (A1, A2) skupiały się głównie na estymacji parametrów, a nie na ich dokładności.

Artykuł [A4] analizuje empiryczną odporność estymacji Msplit na błędy grube, porównując ją z klasycznymi metodami estymacji M-odpornej.

Analiza oparta na symulacjach Monte Carlo wykazuje, że estymacja Msplit jest szczególnie efektywna w identyfikacji błędów grubych o małych i umiarkowanych wartościach. Jest to cenne źródło informacji dla naukowców i praktyków geodezji poszukujących alternatywnych metod przetwarzania danych geodezyjnych, zwłaszcza w kontekście identyfikacji obserwacji obciążonych błędami grubymi. Warto zauważyć, że artykuł opiera się głównie na symulowanych danych i brak w nim testów na rzeczywistych danych geodezyjnych, co mogłoby dodatkowo potwierdzić praktyczną przydatność metody. W artykule analizowana jest odporność Msplit estymatorów na błędy grube, nie uwzględnia się jednak innych rodzajów zakłóceń, takich jak błędy systematyczne, co jest istotne w rzeczywistych pomiarach geodezyjnych.

Artykuł [A5] przedstawia nową wersję metody estymacji parametrów w podzielonym modelu funkcjonalnym, umożliwiającą określenie przemieszczeń punktów sieci geodezyjnej z uwzględnieniem elastycznego układu odniesienia.

Metoda ta pozwala na identyfikację niestabilnych punktów odniesienia i jest odporna na błędy grube. Kluczowym etapem analizy deformacji jest identyfikacja niestabilnych punktów odniesienia, co pozwala na jednoczesne określenie przemieszczeń punktów kontrolowanych i weryfikację stabilności punktów odniesienia. Stabilność punktów odniesienia jest weryfikowana poprzez porównanie wartości przemieszczenia z jego odchyleniem standardowym. Skuteczność metody może spadać w przypadku dużej liczby niestabilnych punktów odniesienia. Artykuł opiera się głównie na symulowanych danych, brakuje analiz na rzeczywistych danych geodezyjnych, a także analiz dla innych rodzajów sieci geodezyjnych. Zakłada się normalność rozkładu błędów, co nie zawsze musi być spełnione w praktyce. Brakuje również szczegółowej analizy wpływu wyboru parametrów metody na wyniki analiz.

Artykuł [A6] prezentuje ulepszoną wersję metody Msplit(q)–M◇split(q), która dzięki współczynnikom wzmacniającym jest bardziej odporna na obserwacje odstające i umożliwia dokładniejszą estymację parametrów w podzielonym modelu funkcjonalnym.

Estymatory parametrów wyznaczone są poprzez minimalizację funkcji celu, będącej iloczynem funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla każdego z modeli. W estymacji Msplit(q) zakłada się normalny rozkład błędów obserwacji. W procesie estymacji stosuje się macierz wag oraz macierz wag krzyżowych, określających wpływ poszczególnych obserwacji na wyznaczenie parametrów. Skuteczność metody jest potwierdzona przykładami numerycznymi na danych symulowanych oraz jednym przykładzie na danych rzeczywistych pochodzących ze skaningu laserowego. Wybór wartości parametru metody jest arbitralny i może wpływać na wyniki estymacji. Sugeruje się eksperymentalny dobór tego parametru, jednak brakuje szczegółowych wytycznych.

Wszystkie artykuły opierają się na metodzie estymacji Msplit lub jej rozszerzeniach, takich jak MBind split, Msplit(q), MCD split i M◇split(q). Metoda ta zakłada, że obserwacje mogą pochodzić z różnych rozkładów prawdopodobieństwa, co prowadzi do podziału klasycznego modelu obserwacji na modele konkurencyjne. Wiele artykułów odnosi się do analizy deformacji sieci geodezyjnych, jako jednego z głównych zastosowań przedstawianych metod. W artykułach duży nacisk kładziony jest na odporność metod na błędy grube poprzez wprowadzanie różnych modyfikacji. Artykuły często skupiają się na kwadratowej wersji estymacji Msplit, zakładającej normalny rozkład błędów obserwacji, co upraszcza obliczenia i analizę. Weryfikacja skuteczności proponowanych metod opiera się na testach numerycznych i symulacjach Monte Carlo, które pozwalają ocenić działanie metod w różnych scenariuszach. Rozwiązania problemów optymalizacji w metodach Msplit opierają się na iteracyjnych metodach obliczeniowych, gdzie estymatory wyznaczone są na podstawie wektorów reszkowych, aż do osiągnięcia zbieżności.

Przykłady numeryczne są bardzo użyteczne, mogłyby być bardziej zróżnicowane, aby w pełni przetestować granice i ograniczenia metod w różnych warunkach. W publikacjach brakuje głębszej analizy porównawczej z innymi zaawansowanymi podejściami do analizy deformacji i estymacji odpornej. Publikacje są skierowane do specjalistów w dziedzinie geodezji, jednak silne skupienie na stronie teoretycznej i matematycznej może wymagać dodatkowych wyjaśnień co do praktycznego zastosowania metod. Niektóre wyprowadzenia wzorów opierają się na założeniach upraszczających, co może wpływać

na dokładność wyników. Metody, takie jak $M \diamond \text{split}(q)$, mogą być obciążone problemem subiektywnego doboru parametrów, co wpływa na wyniki estymacji. Źródła nie przedstawiają uniwersalnych wskazówek, jak dobierać optymalne wartości tych parametrów w różnych sytuacjach, co może stanowić wyzwanie dla użytkowników. Metoda $M \text{split}$ estymacji, szczególnie w rozszerzonych wersjach ($\text{Bind split}(q)M$, $\text{CD split}(q)M$, $(\) \text{split } qM \rightarrow$), jest obliczeniowo bardzo wymagająca. W recenzowanych pracach nie ma szczegółowej analizy porównawczej czasu obliczeń i efektywności algorytmów dla dużych zbiorów danych, co jest istotne z praktycznego punktu widzenia

Przedstawiony do oceny cykl artykułów naukowych wprowadza innowacyjne modyfikacje metody $M \text{split}$, które rozwiązują konkretne problemy w geodezji, takie jak problem punktu rewersyjnego, identyfikacja niestabilnych punktów odniesienia, czy zwiększenie odporności na błędy grube. Szczegółowe omówienie teorii estymacji $M \text{split}$ i jej rozszerzeń zawiera wzory matematyczne, macierze kowariancji oraz iteracyjne procedury. Publikacje odnoszą się do specyficznych problemów w geodezji, takich jak analiza deformacji i wrażliwość na błędy grube, co podkreśla ich praktyczne znaczenie. Teoria jest potwierdzona przykładami numerycznymi i symulacjami Monte Carlo, które ukazują skuteczność proponowanych metod w różnych scenariuszach. Cykl publikacji oferuje kompleksowe podejście do estymacji $M \text{split}$, obejmujące teorię, analizę dokładności oraz odporność na błędy grube. Ewolucja metody $M \text{split}$ przedstawiona jest w sposób ukazujący, jak kolejne modyfikacje rozszerzają zakres jej zastosowań i zwiększają efektywność.

Podsumowanie osiągnięcia nr 2:

Habilitant skoncentrował się na rozwoju teorii estymacji parametrów w rozszczepionym modelu funkcjonalnym, znanym jako $M \text{split}$ estymacja, oraz jej zastosowaniach w geodezji. Prace badawcze miały na celu poszerzenie teorii estymacji konkurencyjnych parametrów i dostosowanie metody do szerokiego zakresu praktycznych zastosowań.

Główne cele badawcze, które zostały przez Habilitanta zrealizowane to:

- eliminacja efektu punktu rewersyjnego [A1];
- określenie odpowiedniej liczby konkurencyjnych modeli funkcjonalnych [A2];
- opracowanie teorii estymacji efektywnego współczynnika wariancji w kwadratowej $M \text{split}(q)$ estymacji [A3];
- wyznaczenie empirycznych funkcji wpływu konkurencyjnych estymatorów [A4];
- $M \text{split}(q)$ estymacja parametrów w elastycznym układzie obliczeniowym [A5];
- wzmocnienie identyfikacji obserwacji z rozszczepionymi modelami funkcjonalnymi w procesie kwadratowej $M \text{split}(q)$ estymacji [A6].

Oceniany cykl artykułów naukowych stanowi wartościowy i znaczny wkład w dyscyplinę inżynieria lądowa, geodezja i transport, dostarczając solidne podstawy teoretyczne i praktyczne dla stosowania metody $M \text{split}$ i jej modyfikacji. Cykl publikacji prezentuje innowacyjne podejście do analizy danych geodezyjnych, szczególnie w kontekście analizy deformacji, odporności na błędy grube i uwzględniania elastycznego układu odniesienia.

7. Informacja o pozostałym (poza osiągnięciami) dorobku naukowym:

Habilitant zgromadził dorobek naukowy, który obejmuje (poza osiągnięciami) 15 recenzowanych publikacji naukowych, w tym 6 po doktoracie.

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

Autorskie i współautorskie prace naukowe Habilitant opublikował w takich czasopismach jak:

- Polish Maritime Research;
- Journal of Surveying Engineering;
- Survey Review;
- Journal of Building Engineering;
- The Photogrammetric Record;
- Sensors;

- Marine Geodesy;
- Measurement.

7.2. Informacja czy Habilitant odgrywał wiodącą rolę w powstaniu współautorskich prac naukowych (poza osiągnięciami):

W pracach naukowych opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant współtworzył oraz prowadził badania, które zaowocowały publikacjami dotyczącymi:

- Estymacji Msplit i jej zastosowań w geodezji oraz nawigacji morskiej;
- Praktycznych zastosowań metod geodezyjnych w pozycjonowaniu jednostek pływających;
- Analiz deformacji obiektów inżynierskich przy użyciu modeli funkcjonalnych.

Udział własny Habilitanta w tych pracach wynosi od 25% do 100%, średnio 61,7%.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant kontynuował rozwijanie tematyki estymacji Msplit, publikując wyniki swoich badań w międzynarodowych czasopismach naukowych. Jego prace obejmowały:

- Analizę stabilności punktów odniesienia i estymację przemieszczeń;
- Opracowanie metod wzmocnienia macierzowego w procesie estymacji Msplit(q);
- Badania nad asymetrią wież historycznych oraz rozwijanie algorytmów przetwarzania chmur punktów przestrzennych.

Udział własny Habilitanta w tym przypadku jest niewielki, wynosi od 5% do 33%, średnio około 20%.

7.3. Informacja o udziale w projektach naukowych

Habilitant otrzymał kilka grantów w ramach współpracy z różnymi ośrodkami naukowymi, między innymi:

- Grant Miniatura 5 (finansowany przez Narodowe Centrum Nauki), który był realizowany na Politechnice Gdańskiej i dotyczył badań nad „Msplit(q) estymacją przemieszczeń parametrów z zastosowaniem wielowariantowych warunków wiążących konkurencyjne parametry. Badania w ramach tego grantu były prowadzone we współpracy z prof. Christoforem Kotsakisem z Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach.
- Grant finansowany w ramach IV edycji programu ARGENTUM Triggering Research Grants, przyznany w ramach konkursu Inicjatywy Doskonałości Uczelni Badawczej (IDUB), również realizowany na Politechnice Gdańskiej. Wybrane zadania badawcze tego projektu były realizowane we współpracy z prof. Romualdem Obuchovskim z Uniwersytetu Technicznego w Wilnie.
- Grant Einsteinium Short-Term Incoming Visits (finansowany przez IDUB), który również był realizowany na Politechnice Gdańskiej. W ramach tego grantu, prof. Krzysztof Kotsakis z Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach był profesorem wizytującym na Politechnice Gdańskiej.
- Habilitant był również głównym wykonawcą w projekcie naukowym finansowanym w ramach programu BRIK - Badania i Rozwój w Infrastrukturze Kolejowej, dotyczącym „Opracowania innowacyjnej metody wyznaczania precyzyjnej trajektorii pojazdu szynowego”. Grant ten był realizowany przez konsorcjum Politechniki Gdańskiej oraz Uniwersytetu Morskiego w Gdyni.

Podsumowując uważam, że Habilitant odznacza się znaczącą aktywnością naukowo-badawczą, co potwierdza publikacjami w renomowanych czasopismach. Jego prace mają istotne znaczenie w rozwijaniu wiedzy i technologii w zakresie dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

8. 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

We wniosku Habilitant wskazał, że dotychczasową aktywność naukową realizował przy współpracy z trzema krajowymi i trzema zagranicznymi ośrodkami badawczymi. Są to uczelnie:

- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (współpraca w latach 2011-2017);
- Uniwersytet Morski w Gdyni (współpraca w latach 2015-2019);
- Politechnika Gdańska (współpraca w latach 2019-2024);
- Uniwersytet Techniczny im. Giedymina w Wilnie (współpraca w latach 2022-2024);
- Uniwersytet Techniczny w Delfcie (współpraca w latach 2022-2024);
- Uniwersytet Arystotelesa w Salonikach (współpraca w latach 2022-2024).

Staż naukowy na Uniwersytecie Technicznym w Wilnie Habilitant odbył w okresie od 18.09.2023 r. do 30.09.2023 r., natomiast na Uniwersytecie Arystotelesa w Salonikach w okresie od 06.04.2024 r. do 25.05.2024 r.

Głównym kierunkiem badań łączącym aktywność naukową Habilitanta w różnych uczelniach jest rozwój i zastosowanie teorii estymacji Msplit.

Na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie badania koncentrowały się na realizacji pracy doktorskiej z wyróżnieniem dotyczącej teoretycznych i aplikacyjnych własności estymacji Msplit. Badania te były kontynuowane w ramach pracy podoktorskiej, gdzie analizowano dokładność estymatorów i ich wrażliwość na błędy grube. Wyniki badań, które rozszerzały tematykę rozprawy doktorskiej, przedstawiono w czterech publikacjach. Dodatkowo, w ramach badań powstały publikacje [A3] i [A4], wchodzące w skład osiągnięcia nr 2.

Na Uniwersytecie Morskim w Gdyni Habilitant prowadził badania nad automatyzacją procesu przestrzennego rozwinięcia chmur punktów. Współpraca z tym Uniwersytetem zaowocowała łącznie siedmioma publikacjami. Trzy publikacje powstałe we współpracy z zespołem prof. Krzysztofa Czaplewskiego i dr. hab. inż. Mariusza Węza, dotyczyły zwiększenia wiarygodności wyznaczania pozycji w nawigacji radarowej. Cztery publikacje powstały w wyniku współpracy z dr. inż. Pawłem Dąbrowskim nad automatyzacją procesu przestrzennego rozwinięcia chmur punktów.

Na Politechnice Gdańskiej badania nad tą Msplit estymacją były kontynuowane, a ich rezultaty opisano w dziesięciu artykułach i jednej monografii. Cztery z tych publikacji ([A3], [A4], [A5], [A6]) wchodzi w skład osiągnięcia naukowego nr 2, gdzie Habilitant pełni rolę pierwszego lub wiodącego autora.

Na Uniwersytecie Technicznym im. Giedymina w Wilnie badania skupiały się na opracowaniu metod estymacji przemieszczeń i deformacji obiektów trudnodostępnych, wykorzystując bezzałogowe platformy pomiarowe.

Na Uniwersytecie Technicznym w Delfcie Habilitant zajmował się opracowaniem algorytmów przetwarzania danych fotogrametrycznych z zastosowaniem klasycznej i totalnej metody najmniejszych kwadratów. Współpraca z Uniwersytetem Technicznym w Delfcie, w zakresie opracowania algorytmów przetwarzania danych fotogrametrycznych z zastosowaniem klasycznej i totalnej metody najmniejszych kwadratów, zaowocowała jedną publikacją w periodyku naukowym Journal of Building Engineering.

Współpraca z Uniwersytetem Arystotelesa w Salonikach koncentrowała się na Msplit(q) estymacji przemieszczeń parametrów z zastosowaniem wielowariantowych warunków wiążących konkurencyjne parametry. Innym ważnym kierunkiem badań było przetwarzanie danych geodezyjnych i fotogrametrycznych.

Habilitant otrzymał kilka grantów w ramach współpracy z różnymi ośrodkami naukowymi:

- Grant Miniatura 5 (finansowany przez Narodowe Centrum Nauki), który był realizowany na Politechnice Gdańskiej i dotyczył badań nad „Msplit(q) estymacją przemieszczeń parametrów z zastosowaniem wielowariantowych warunków wiążących konkurencyjne parametry. Badania w ramach tego grantu były prowadzone we współpracy z prof. Christoforosem Kotsakisem z Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach.

- Grant finansowany w ramach IV edycji programu ARGENTUM Triggering Research Grants, przyznany w ramach konkursu Inicjatywy Doskonałości Uczelni Badawczej (IDUB), również realizowany na Politechnice Gdańskiej. Wybrane zadania badawcze tego projektu były realizowane we współpracy z prof. Romualdem Obuchovskim z Uniwersytetu Technicznego w Wilnie.
- Grant Einsteinium Short-Term Incoming Visits (finansowany przez IDUB), który również był realizowany na Politechnice Gdańskiej. W ramach tego grantu, prof. Krzysztof Kotsakis z Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach był profesorem wizytującym na Politechnice Gdańskiej.
- Autor był również głównym wykonawcą w projekcie naukowym finansowanym w ramach programu BRIK - Badania i Rozwój w Infrastrukturze Kolejowej, dotyczącym „Opracowania innowacyjnej metody wyznaczania precyzyjnej trajektorii pojazdu szynowego”. Grant ten był realizowany przez konsorcjum Politechniki Gdańskiej oraz Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

Podsumowanie współpracy naukowej:

Współpraca naukowa obejmuje uznanych specjalistów z zakresu opracowania obserwacji geodezyjnych, m.in.: prof. Zbigniewa Wiśniewskiego, prof. Krzysztofa Czaplewskiego, prof. Mariusza Węza, prof. Jūratė Sužiedelytė Visockienė, prof. Romualda Obuchovskiego, prof. Roderika Lindenbergha, prof. Linh Truong-Hong oraz prof. Krzysztofa Kotsakisa. Habilitant odbył dwa staże zagraniczne, w Wilnie i Salonikach. Świadczy to o wszechstronności i międzynarodowym charakterze pracy naukowej Habilitanta, przyczyniającej się do rozwoju wiedzy i technologii w zakresie geodezji i analizy danych przestrzennych. W mojej ocenie został spełniony wymóg art. 219 ust. 1 pkt 3) ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 r. poz. 574). Habilitant wykazał się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

9. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Dorobek dydaktyczny Habilitanta jest typowy i adekwatny do pracy nauczyciela akademickiego na uczelni wyższej. Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne na trzech polskich uczelniach wyższych, obejmując szeroki zakres tematów związanych z geodezją i technologiami pomiarowymi:

- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie: Ćwiczenia z rachunku wyrównawczego w geodezji, podstaw geodezji oraz satelitarnych technologii pomiarowych.
- Uniwersytet Morski w Gdyni: Ćwiczenia z systemów informacji przestrzennej w transporcie, geodezyjnych podstaw pomiarów morskich oraz wykłady i ćwiczenia z mechaniki nieba.
- Politechnika Gdańska: Wykłady i ćwiczenia/laboratoria z geodezji pomiarowej, geodezyjnych pomiarów specjalnych, matematycznych metod opracowania obserwacji oraz monitoringu i pomiarów geodezyjnych.

Habilitant aktywnie angażował się w rozwój programów nauczania na Politechnice Gdańskiej, jako członek dwóch Wydziałowych Komisji Programowych dotyczących kierunków Inżynierii Środowiska oraz Budownictwa. Pełnił również rolę opiekuna studentów kursu inżynierskiego na kierunku Geodezja i Kartografia oraz opiekuna prac dyplomowych, zarówno magisterskich, jak i inżynierskich.

W zakresie osiągnięć organizacyjnych, Habilitant pełnił funkcję zastępcy Kierownika Katedry Geodezji ds. naukowych na Politechnice Gdańskiej w okresie od marca 2022 do czerwca 2023 roku. Jego działania na tym stanowisku przyczyniły się do nawiązania współpracy z pracownikami naukowymi z renomowanych międzynarodowych instytucji, takich jak Uniwersytet Techniczny im. Giedymina w Wilnie, Uniwersytet Techniczny w Delfcie oraz Uniwersytet Arystotelesa w Salonikach.

Habilitant aktywnie uczestniczył w popularyzacji nauki poprzez swoje zaangażowanie w różnorodne projekty badawcze i współpracę międzynarodową, które skutkowały licznymi publikacjami naukowymi. Jego prace w zakresie geodezji i technologii pomiarowych przyniosły cenne rezultaty, które były prezentowane również na arenie międzynarodowej, podczas konferencji w Wilnie (2017 r.) i w Chiba, Japonia (2018 r.).

Podsumowując osiągnięcia Habilitanta w zakresie dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego można stwierdzić, że w obszarze dydaktyki jest to standardowa działalność nauczyciela akademickiego, w obszarze działań organizacyjnych na uczelni i poza nią Habilitant ma dość skromne, jednak znaczące osiągnięcia, a w zakresie popularyzacji nauki Habilitant wykazał stosunkowo duże zaangażowanie na uczelniach zagranicznych. Jego osiągnięcia w zakresie prowadzenia zajęć, współpracy międzynarodowej oraz promocji nauki przyczyniają się do rozwoju wiedzy i technologii w dziedzinie geodezji i analizy danych przestrzennych.

10. Wniosek końcowy

Po dokonaniu szczegółowej oceny osiągnięć naukowych dr inż. dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza uznaję, że odpowiadają one wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2, Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Stwierdzam, że wśród wskazanych do oceny osiągnięć naukowych znajduje się *monografia naukowa wydana 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* oraz cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, 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.

Wskazane osiągnięcia naukowe dr inż. Marka Huberta Zienkiewicza stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Biorąc pod uwagę powyższe, wnoszę o pozytywne rozstrzygnięcie postępowania habilitacyjnego i nadanie dr inż. Markowi Hubertowi Zienkiewiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.