

dr hab. inż. Marek Stanisław Mróz, prof. UWM
Katedra Geodezji / Instytut Geodezji i Budownictwa
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

RECENZJA

**merytoryczna osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji, osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę
Pana dr. Sławomira KRÓLEWICZA
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk ścisłych i przyrodniczych
w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku**

1. Podstawa formalna

Podstawą sporządzenia recenzji jest pismo (znak: WG0000-61/4-2021/2022) Przewodniczącego Rady naukowej dyscypliny *nauki o Ziemi i środowisku* Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, dr. hab. Grzegorza Rachlewicza, prof. UAM, z dnia 25 kwietnia 2022 r., powołującego się na uchwałę nr 35-2021/2022 Rady Naukowej dyscypliny *nauki o Ziemi i środowisku* UAM z dnia 22 marca 2022 r., działającej na podstawie art. 221 ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 ze zm.) „w sprawie powołania Komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. Sławomirowi Królewiczowi w dziedzinie *nauk ścisłych i przyrodniczych* w dyscyplinie *nauki o Ziemi i środowisku*”.

Do pisma dołączona została dokumentacja w wersji drukowanej i elektronicznej przygotowana zgodnie z zaleceniami określonymi w stosownych przepisach. Recenzja została wykonana stosownie do wymogów zawartych w art. 219 ust.1. pkt 1-3 ww. Ustawy.

2. Sylwetka naukowa Habilitanta

Dr inż. Sławomir Królewicz posiada dyplom magistra geografii o specjalności kształtowanie środowiska przyrodniczego, uzyskany na podstawie pracy „Opracowanie dynamiczne zmian strefy brzegowej Jeziora Gardno”, napisanej pod kierunkiem profesora dr. hab. Leona Kozackiego i obronionej 24 lipca 1994 roku na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Jest doktorem w zakresie Nauk o Ziemi. Rozprawa doktorska pt.: „Zmienność jasności powierzchni piaszczystych na zdjęciach lotniczych” została napisana pod kierunkiem profesora Jerzego Cierniewskiego i obroniona 2 listopada 2002 roku na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Habilitant był zatrudniony w okresie:

- 1.10.1993 – 31.09.1994 - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza - prac. naukowo-techniczny,
- 1.10.1994 – 31.03.2003 Uniwersytet im. Adama Mickiewicza - na stanowisku asystenta,
- 1.04.2003 - 31.03.2018 Uniwersytet im. Adama Mickiewicza - na stanowisku adiunkta,
- 1.04.2018 - do chwili obecnej - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, na stanowisku starszego wykładowcy.

3. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego.

Osiągnięciem naukowym Habilitanta jest monografia naukowa pt. „Analiza czynników wpływających na obraz terenu na zdjęciach lotniczych i symulator do badania podobieństwa bloków zdjęć lotniczych”. Tytuł monografii rodzi naturalne pytanie: jakie jest uzasadnienie do badania podobieństwa bloków zdjęć lotniczych i jakie jest kryterium tego podobieństwa? W pierwszym zdaniu rozdziału 3 zatytułowanego „Metody badań” Autor precyzuje, że „celem podjętych badań było określenie podobieństwa zdjęć pomiędzy blokami”. A zatem chodzi tu nie tyle o podobieństwo radiometryczne bloków zdjęć jako całości, ale podobieństwo radiometryczne poszczególnych „kadrów” pozyskanych w różnym czasie, różnymi kamerami i w różnych warunkach atmosferycznych na tym samym obszarze. Odpowiedzi na pytanie o zasadność badania podobieństwa zdjęć udziela pośrednio sam Autor, pisząc, że tendencją rozwojową fotogrametrii jest dążenie do dostarczania użytkownikowi zdjęć lotniczych (w rzucie środkowym) o skalibrowanej radiometrii, czyli produktu nie tylko wiarygodnego geometrycznie, ale i radiometrycznie.

3.1. Ocena wartości naukowej monografii w kontekście ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Monografia podzielona jest na 8 rozdziałów merytorycznych i spis literatury. Spis literatury liczy 322 pozycje, z czego wiele nie odnosi się do części badawczej i naukowej monografii. Rozdział 1 wprowadza w problematykę zagadnienia badawczego, ale w większości zawiera podręcznikowe informacje z zakresu fizycznych podstaw teledetekcji. Rozdział 2, liczący 35 stron, to - bez pejoratywnego wydźwięku - „opowiadanie o fotogrametrii”. Zarówno rozdział 1, jak i rozdział 2 (łącznie prawie $\frac{1}{4}$ monografii, nie licząc spisu literatury) mają ogromny walor edukacyjny, ale znikomy naukowo. Osobiście będę polecał studentom tę lekturę, ale ta część monografii nie wnosi istotnego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej.

Na stronie 13. Autor wymienia, i to w bardzo dobrej kolejności, wszystkie zasadnicze czynniki wpływające na wartość zarejestrowanej na zdjęciu lotniczym luminancji z elementarnego pola widzenia sensora. Jako pierwszy i główny czynnik wymienia rozkład przestrzenny spektralnego współczynnika odbicia wynikający z kompozycji rodzajów pokrycia terenu. Jest to, można by rzec, „sygnał odniesienia” niepodlegający modelowaniu, na który nakłada się 5 pozostałych czynników będących obiektem zainteresowania Autora, który je modeluje i symuluje w dalszej części procesu badawczego. Te symulacje numeryczne są wartością dodaną do obecnego stanu wiedzy i indywidualnym wkładem Habilitanta w rozwój dyscypliny. W mojej ocenie Autor powinien jednak zamiast o ogniskowej jako trzecim czynniku, mówić konsekwentnie w całej monografii, o kącie rozwarcia obiektywu. Takie podejście uwalniałoby go od konieczności odwoływania się w analizach do wymiaru matrycy lub ramki tłowej. Usprawiedliwieniem posługiwania się ogniskową jest fakt, że przeprowadzane symulacje wykonywano zawsze przy wielkości matrycy 100 x 100 pikseli.

Teza naukowa (s.22) (bo w moim rozumieniu raczej nie hipoteza) postawiona w badaniach i dowodzona w monografii, „że efekt zjawisk formujących obraz na zdjęciach w ramach całego bloku można oceniać na podstawie ogólnie stosowanych miar podobieństwa” jest wyrazem: 1) chęci pozyskania nowej wiedzy na temat „trendu powierzchniowego (...) rozkładu naświetlenia (zdjęcia - dopisek recenzenta)”, 2) poszukiwania możliwości jego porównywania między zdjęciami/blokami przy pomocy jednej, uniwersalnej miary matematycznej.

Autor, na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań własnych, przyjął, że taką miarą może być korelacja, a dokładniej mówiąc współczynnik korelacji Pearsona. W mojej ocenie terminu korelacja używa dość niefrasobliwie: raz jako proces czy też wrażenie podobieństwa obrazów, a innym razem jako współczynnik korelacji - ilościowa miara matematyczna tego podobieństwa. W pierwszym zdaniu podrozdziału 2.3. Autor popełnia też poważny błąd merytoryczny pisząc: „(...)„Współczynnik korelacji, zwany czasami współczynnikiem determinacji”. To są dwie odmienne miary. Współczynnik korelacji „R” pokazuje tendencje wzajemnej zmienności dwóch zmiennych w skali (-1; +1), a więc dodatniej lub ujemnej tendencji, natomiast współczynnik determinacji R^2 to wartość współczynnika korelacji podniesiona do drugiej potęgi, którego interpretacja jest

inna. Współczynnik R^2 wyraża wielkość wariancji wspólnej dwóch zmiennych i pokazuje procentową ich zgodność (np. zgodność dwóch modeli), bo ujemne wartości współczynnika korelacji po podniesieniu do kwadratu stają się dodatnie, a zakres zmienia się na przedział (0;1).

Na s. 51. Autor wskazuje na aktualność problemu korekcji funkcji BRDF oraz rozpraszania atmosferycznego, powołując się na kilkanaście artykułów naukowych. W mojej ocenie niewłaściwie jednak interpretuje angielski termin *radiometric bloc adjustment* jako „kalibrację” radiometryczną bloku zdjęć zamiast „wyrównania radiometrycznego” bloku zdjęć. W tym miejscu rozmiągają się dwie procedury teledetekcyjne: bezwzględna kalibracja radiometryczna sensora (dająca współczynnik odbicia dla każdego piksela zdjęcia fotogrametrycznego) oraz względne dopasowanie histogramów poszczególnych zdjęć w całym bloku (dające ujednolicenie barw i kontrastu ortomozaik).

Słusznie Autor zauważa, że korelacja obrazów wyrażona współczynnikiem korelacji może być wykorzystywana: i) w teledetekcji - jako ilościowa wskazówka istnienia niepożądanego redundancji w zbiorach danych wielospektralnych lub czasowych zmian wskaźników spektralnych (np. NDVI – ryc. 2.9 s. 57) oraz ii) w fotogrametrii – jako jedna z miar dopasowania obrazów przy „stereo-restytucji” i poszukiwaniu pikseli homologicznych.

W tym kontekście ostatnie trzy akapity podrozdziału 2.3 – s. 58-59 – zaczynające się od słów „Na ryc. 2.10...” są dla mnie kompletnie niezrozumiałe. Autor policzył korelacje (domniemywam, że współczynniki korelacji) „pomiędzy wszystkimi zdjęciami lotniczymi dla bloku obejmującego siedem szeregów, łącznie 131 zdjęć”. Nie zamieścił, niestety, w monografii ani macierzy wariancyjno-kowariancyjnej, ani macierzy korelacyjnej. Ryc. 2.10, mająca wizualizować współczynniki korelacji wszystkich kombinacji par zdjęć, powinna zatem mieć 131 wierszy i tyleż samo kolumn dla każdego kanału spektralnego (4 kanały, więc 4 macierze). Wizualizacja wartości współczynników korelacji w formie skali szarości jest może i efektowna, ale trudna do merytorycznej oceny. Co zatem wynika z ryc. 2.10? W mojej ocenie nic. Diagram ten powinien być poddany reinterpretacji, o ile jest ona w ogóle konieczna. Stwierdzenie, że wzorzec po stronie lewej różni się od wzorca prawego z powodu odmiennej orientacji zdjęć w co drugim szeregu, nie zostało poparte żadnym dowodem matematycznym. Jest to tylko obserwacja Autora, która bez opisu matematycznego nie bardzo przysługuje się tezie badawczej.

Autor zbadał korelacje między rzeczywistymi zdjęciami, wykonanymi realną kamerą nad realnym obszarem powierzchni Ziemi. Korelacja, a wcześniej kowariancja powinna być badana dla tych samych pikseli, zlokalizowanych w tym samym miejscu przestrzeni geograficznej. Nie można, licząc kowariancje, odnosić się do wartości pikseli, które pochodzą z kompletnie innego miejsca w przestrzeni. Obiekty znajdujące się pod tymi samymi pikselami w wierszu i kolumnie, na dwóch kolejnych zdjęciach, nawet o bardzo dużym pokryciu, są kompletnie zrandomizowane. „Raster” każdego zdjęcia (każdej klatki) to losowy zbiór wartości wynikających z charakterystyk spektralnych obiektów, na jakie trafia kadr kamery. Współczynnik korelacji policzony przeze mnie (w celu ilustracji problemu) dla dwóch sąsiednich zdjęć z terenu Warszawy, z kamery cyfrowej, o pokryciu 70% (około 26 000 x 17 000 pikseli) i rozdzielczości terenowej 25 cm wyniósł 0.02. Dla kolejnej pary (zdjęcia pierwszego i trzeciego) była to wartość 0.05. Praktycznie nie ma żadnej korelacji, bo być nie może. Losowość współczynnika odbicia dla tego samego piksela kolejnych kadrów praktycznie kompletnie zamazuje wpływy innych czynników: BRDF, winietowania, rozproszenia, które mają charakter „błędów” systematycznych, a więc możliwych do modelowania.

Oczywiście można badać korelacje fragmentów obrazów pochodzących z różnych miejsc „ramek” obrazowych, ale wtedy to ma inny sens. Współczynnik korelacji jest tu miarą dopasowania geometrycznego dwóch obrazów. Jego wysoka wartość oznacza, że centralne piksele ruchomego okna korelacji są pikselami („punktami”) homologicznymi, tj. pochodzącymi z tego samego miejsca „świata rzeczywistego”.

Narzędziem badawczym, które stworzył Autor jest aplikacja nazwana w monografii SZL – symulator zdjęć lotniczych. Wirtualnym obszarem badawczym jest scena satelitarna Landsat poddana wszystkim możliwym korekcjom, aby jak najwierniej odtworzyć współczynniki odbicia obiektów mierzone na powierzchni Ziemi.

Wszystkie założenia korekcyjne zostały wymienione na s. 61-64. Ostateczny, uproszczony wzór korekcyjny jest podany na s. 63 (wzór nr 1), w którym wszystkie czynniki wpływające na zniekształcenie „pierwotnego” współczynnika odbicia ujęte są w formie trzech „stałych” mnożenia i jednej „stałej” dodawania. Oczywiście te „stałe” są wynikiem obliczeń (na podstawie odpowiednich modeli) zmiennego oświetlenia i rozpraszania oraz położenia Słońca i środka rzutów w czasie realizacji nalotu. Opis działania aplikacji i jej interfejsu (rozdział 4) nie wymaga żadnego komentarza. Uzyskane wyniki analiz przedstawiono w postaci wielu grafik i wykresów. Niestety, komentarz jest niejednoznaczny i mało przekonujący. Mam poczucie, że podobnie jak ja, Autor również jest rozczarowany wynikami zawartymi np. w tabeli 6.5 (s. 155). Nie są one budujące w kontekście postawionej tezy badawczej. Na s. 193 Autor pisze: „Precyzyjniejsze ustalenie związku pomiędzy średnią korelacją bloku, przy różnych proporcjach boków zdjęć, wymagałoby przeprowadzenia dalszych eksperymentów”. Uważam, że dalsze „dzielenie włosa na czworo” czyli wykorzystywanie tego samego zbioru danych do dalszych eksperymentów obliczeniowych pogłębiłoby tylko chaos informacyjny i frustrację. Drogi do mocniejszych wniosków i lepszych wyników numerycznych - odwrotnie niż Autor - upatrywałbym w redukcji zbioru danych testowych, a konkretnie w wyeliminowaniu losowego czynnika radiometrycznego, jakim jest satelitarny obraz terenu i przyjęcie jego stałej wartości.

Osiągnięcie naukowe wypełnia pewną lukę badawczą, która istniała przed podjęciem eksperymentów numerycznych, ale uzyskane wyniki nie zamykają sprawy. Ułatwia to drogę następnym badaczom, dając pewien asumpt do pogłębionych analiz i dalszego rozwoju dyscypliny.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta, realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Poza osiągnięciem naukowym w formie monografii Habilitant wykazuje się wzmożoną aktywnością naukową w ramach krajowych i międzynarodowych projektów i zespołów badawczych. W zakresie badań nad rozkładem kierunkowym odbicia gleb o różnej szorstkości współpracował z zespołem Politechniki Poznańskiej. W zakresie pomiarów spektralnych i modelowania matematycznego spektralnego odbicia gleb badania prowadził z zespołem specjalistów z Uniwersytetu Warszawskiego. Szczególnie intensywne badania nad modelowaniem matematycznym i wpływem szorstkości gleb na ich kierunkowe charakterystyki spektralne prowadził z naukowcami światowego formatu z Izraela (profesorowie A. Karnieli, A. Goldberg, E. Ben-Dor, I. Hermann z Ben-Gurion University). Prace badawcze były wykonywane w obu krajach. Badania w zakresie sezonowej dynamiki zmian odbitego promieniowania krótkofalowego prowadził również we współpracy z naukowcami z Francji - profesorem Jean-Louis Roujean z Centrum Badań Biosfery w Tuluzie. Prace z zakresu podstaw teledetekcji gleb realizował również we współpracy z profesorem A. Bajorskim z Rochester Institute of Technology z Nowego Jorku. Habilitant jest osobą znaną w Polskim i międzynarodowym środowisku specjalistów z zakresu teledetekcji gleb. Poza obszarem badań środowiskowych Habilitant wykazuje aktywność we współpracy z Wydziałem Archeologii UAM w ramach projektu RESEARCH: REmote SEnsing techniques for ARCHaeology (finansowany ze środków UE w ramach perspektywy Horyzont 2020 – program RISE).

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne w dużym wymiarze i szerokim zakresie. Realizowane zajęcia to 9 wykładów (Fotogrametria lotnicza i satelitarna – 15 godz., Fotogrametria cyfrowa – 15 godz., Systemy Informacji geograficznej – 30 godz., Monitoring lotniczy i satelitarny – 15 godz., Klasyfikacja obrazów wielospektralnych i ich georeferencja – 15 godz., Grafika w Internecie – 15 godz., Ziemia z kosmosu – 15 godz., Geoinformacja – 15 godz., Teledetekcja – 10 godz.), 9 przedmiotów ćwiczeniowych realizowanych w laboratoriach komputerowych (Teledetekcja środowiska przyrodniczego – 30 godz., Cyfrowe przetwarzanie obrazów – 30/45 godz. zależnie od kierunku i zmian w programach, Fotogrametria cyfrowa – 15/30 godz., Grafika w Internecie – 15 godz.,

Teledetekcja satelitarnej – 15 godzin, Ocena sensorów i produktów teledetekcyjnych – 15 godz., Monitoring lotniczy i satelitarny – 15 godz., Detekcja w ochronie środowiska – 30 godz., Klasyfikacja obrazów wielospektralnych i ich georeferencja – 15 godz.), 3 przedmioty prowadzone w formie ćwiczeń terenowych.

W roku 2011 uczestniczył w ogólnouczelnianym projekcie „Unikatowy Absolwent = Możliwości. Wzrost potencjału dydaktycznego Uniwersytetu im. A. Mickiewicza poprzez proinnowacyjne kształcenie w języku angielskim, interdyscyplinarność”, w ramach którego zorganizowano kurs dotyczący prowadzenia zajęć w formie elearningowej. Od tego czasu prowadzi zajęcia z wykorzystaniem i wsparciem platformy elearningowej. W latach 2019–2021 uczestniczył jako ekspert w projekcie „Zmienność środowiska przyrodniczego na mapach cyfrowych i danych terenowych MOOCne kursy elearningowe Stacji Ekologicznej w Jeziorach” recenzując kursy elearningowe powstałe w ramach realizacji tego projektu w zakresie metodycznym, merytorycznym i technicznym. Habilitant uzyskał uprawnienia do pilotowania BSP w warunkach widoczności, jak i jej braku dla statków o masie całkowitej startowej do 25 kg. Dzięki temu w ramach zajęć z teledetekcji, fotogrametrii czy prowadzenia prac inżynierskich prezentuje możliwości wykorzystania tego typu sprzętu i danych. Umiejętności pozyskiwania danych z BSP wykorzystuje w ramach badań naukowych.

W ramach pracy dydaktycznej aktywnie uczestniczył w różnych formach popularyzacji nauki i wiedzy poprzez takie wydarzenia, jak: Światowy Dzień Systemów Informacji Geograficznej (tzw. GISday, w latach 2003–2011), Festiwal Nauki (w latach 2014–2020), Noc Naukowców (w latach 2015–2021) czy bezpośrednio prowadząc zajęcia dla uczniów szkół podstawowych (gimnazjalnych) czy licealistów odwiedzających WNGiG, poprzez prezentowanie wykładów, organizację warsztatów czy nagrywanie filmów udostępnianych poprzez media społecznościowe dla dzieci, młodzieży szkolnej czy studentów. W latach 2003–2020 uczestniczył w przygotowaniu i przeprowadzeniu 24 wydarzeń popularyzujących naukę i wiedzę.

W latach 2008-2020 był członkiem Rady ds. Informatyzacji przy Dziekanie WNGiG. Praca w tej Radzie, poza zebraniem samego gremium, obejmowała konsultacje z pracownikami Wydziałowej Pracowni Komputerowej z w zakresie istniejących i planowanych rozwiązań technicznych związanych z dydaktyką w pracowniach komputerowych. Od roku 2019 prowadzi anglojęzyczną stronę internetową swojej jednostki.

6. Konkluzja.

Podsumowując wkład osiągnięcia naukowego w rozwój dyscypliny *nauki o Ziemi i środowisku*, istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji, współpracę międzynarodową oraz dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzujący naukę, stwierdzam, Habilitant spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 ze zm.) stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie *nauki o Ziemi i środowisku*.

dr hab. inż. Marek Stanisław Mróz - prof. UWM

