

Dr hab. inż. Adam Iwaniak, prof. UPWR
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. C.K. Norwida 25,
50-374 Wrocław

Wrocław, 20.12.2021 r.

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego
dr Jakuba Nowosada
w postępowaniu habilitacyjnym**

Recenzja została przygotowana w oparciu o uchwałę nr 41-2020/2021 Rady Naukowej Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 21 września 2021 roku, powołującą mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Jakuba Nowosada. Do jej opracowania wykorzystano następującą dokumentację:

- a) wniosek dr Jakuba Nowosada do Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza z dnia 21 kwietnia 2021 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.
- b) opia dyplomu doktorskiego (wydany 13 lutego 2017 r. przez Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)
- c) autoreferat Wnioskodawcy
- d) wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny
- e) oświadczenia współautorów publikacji, określające ich indywidualny wkład w publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego
- f) kopie publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, stanowiących podstawę wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Sylwetka Habilitanta

Dr Jakub Nowosad ukończył z wyróżnieniem studia magisterskie na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, uzyskując w roku 2012 tytuł magistra geografii w specjalności geoinformacja. Stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk o Ziemi w zakresie Geografii na specjalności geoinformacja, nadany przez Radę Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, uzyskał w 2015 roku po obronie rozprawy doktorskiej pt. *Forecasting of Corylus, Alnus, and Betula pollen concentration in the air in Poland*. W latach 2016-2018 przebywał na stażu Postdoctoral Fellow, University of Cincinnati, Department of Geography and GIS, Space Informatics, a od roku 2018 pracuje jako adiunkt na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Charakterystyka osiągnięcia naukowego

Przedstawione do opinii osiągnięcie naukowe, pod zbiorczym tytułem „Metody analizy struktur przestrzennych i ich zastosowanie w badaniach geograficznych”, stanowi cykl 6 artykułów dotyczących istotnych i aktualnych zagadnień, związanych z monitorowaniem globalnych zmian pokrycia terenu, które obecnie nabierają szczególnego znaczenia w kontekście ochrony zasobów środowiska i gwałtownych zmian klimatycznych.

Pod względem formalnym, Habilitant jako osiągnięcie naukowe, przedstawił do oceny cykl sześciu następujących publikacji:

1. Nowosad, J. i T. F. Stepinski (2018). "Global inventory of landscape patterns and latent variables of landscape spatial configuration". *Ecological Indicators* 89, s.159-167. doi: 10.1016/j.ecolind.2018.02.007. IF: 4,490,
2. Nowosad, J. i T. F. Stepinski (2019a). "Information theory as a consistent framework for quantification and classification of landscape patterns". *Landscape Ecology* 34.9, s.2091-2101. doi: 10.1007/s10980-019-00830-x. IF: 3,385,
3. Nowosad, J., T. F. Stepinski i P. Netzel (2019b). "Global assessment and mapping of changes in mesoscale landscapes: 1992–2015". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 78, s.332-340. doi: 10.1016/j.jag.2018.09.013. IF: 4,650,
4. Nowosad, J. i T. F. Stepinski (2019c). "Stochastic, empirically informed model of landscape dynamics and its application to deforestation scenarios". *Geophysical Research Letters* 46.23, s.13845-13852. doi: 10.1029/2019GL085952. IF: 4,497,
5. Nowosad, J. i T. F. Stepinski (2021). "Pattern-based identification and mapping of landscape types using multi-thematic data". *International Journal of Geographical Information Science*. doi: 10.1080/13658816.2021.1893324. IF: 3,733,
6. Nowosad, J. (2021). "Motif: an open-source R tool for pattern-based spatial analysis". *Landscape Ecology* 36, s.29-43. doi: 10.1007/s10980-020-01135-0. IF: 3,385.

Sumaryczny wskaźnik oddziaływania (IF) czasopism, w których opublikowano artykuły stanowiące osiągnięcie naukowe wynosi 24,14. Kandydat jest jedynym autorem jednej publikacji, a pozostałych pięciu jest pierwszym autorem. Drugim autorem jest prof. Tomasz Stępiński reprezentujący Uniwersytet w Cincinnati.

Pierwszy z ww. artykułów zacytowany 9 razy, drugi 18, trzeci 16, czwarty 6, a ostatni artykuł opublikowany w tym roku doczekał się dwóch cytowań według bazy WOS aktualnej na miesiąc grudzień 2021 r. Niewątpliwie świadczy to o aktualności podjętej problematyki badawczej i jej znaczeniu.

Najważniejsze osiągnięcia płynące z tego cyklu publikacji zostały podsumowane w autoreferacie, w którym autor w przejrzysty sposób uwypuklił co jest jego istotnym wkładem i nowatorskim podejściem w prowadzonych badaniach. Przedstawiony cykl publikacji stanowi spójny materiał, którego głównym celem jest opracowanie nowych metod analizy struktur przestrzennych pozwalających na badanie zmian pokrycia terenu oraz określanie typów krajobrazów w skali globalnej.

Autor dodatkowo wyznaczył pięć celów szczegółowych:

1. Znalazienie skutecznej metody do uniwersalnego ilościowego opisu struktur przestrzennych,
2. Ocena globalnych zmian pokrycia terenu w latach (1992-2015) z zastosowaniem podejścia opartego na strukturach przestrzennych,

3. Opracowanie modelu dynamiki krajobrazu, który byłby w stanie przewidywać zmiany w dłuższym okresie,
4. Opracowanie sygnatury przestrzennej zdolnej do przechowywania informacji o wielozmiennych strukturach przestrzennych i sprawdzenie jej praktycznej przydatności,
5. Opracowanie systemu analitycznego typu open-source, umożliwiającego wykonywanie analiz opartych na strukturach przestrzennych.

Ocena osiągnięcia naukowego

W pierwszej publikacji *“Global inventory of landscape patterns and latent variables of landscape spatial configuration”*, Habilitant poszukiwał parametrów zdolnych do opisanie struktury przestrzennej pokrycia terenu w skali globalnej.

Dla potrzeb wykonania eksperymentów wykorzystał bazę danych ESA Climate Change Initiative Land Cover (CCI-LC) dla roku 2010. Pracę autora można podzielić na cztery etapy. W pierwszym dokonał segmentacji z wykorzystaniem oprogramowania GeoPAT uzyskując w skali globalnej 238 000 obszarów o dużym zróżnicowaniu powierzchni poszczególnych regionów od 36 km² do ponad 1 mln km², dla skali przestrzennej 6 km². W drugim kroku obliczył dla każdego regionu zestaw atrybutów w postaci procentowego udziału danej kategorii w regionie oraz 17 metryk krajobrazu obejmujących metryki kształtu, agregacji, spójności i różnorodności. W trzecim etapie Habilitant starał się zamienić 17 metryk charakteryzujących strukturę przestrzenną krajobrazu na dwa syntetyczne wskaźniki, które można interpretować w prostszy sposób. W tym celu wykorzystał algorytm analizy głównych składowych (ang. Principal component analysis - PCA) z rotacją VARIMAX. Macierz korelacji metryk krajobrazu stanowi dane wejściowe do analizy PCA, a składowe główne RC1, RC2, RC3 itd. są jej wynikiem i mogą być traktowane jako nowe metryki dla poszczególnych regionów. Algorytm jest tak skonstruowany, aby początkowe składowe miały jak największą zmienność, dzięki czemu lepiej opisują badane zjawisko. Z analizy Autora wynika, że pierwsza składowa RC1 wzrasta, gdy region ma więcej pól różnych kategorii i spada, gdy ma ich mniej, a składowa RC2 wzrasta, gdy komórki tych samych kategorii są bardziej zagregowane w danym regionie. Pierwszy wymiar został zinterpretowany jako miara “złożoności”, a drugi jako miara “agregacji”. W czwartym etapie Habilitant dokonał weryfikacji wyników dwiema metodami, porównując je do wyników uzyskanych przez Cushman, McGarigal i Neel z 2008 i opisanych w pracy *„Parsimony in landscape metrics: strength, universality, and consistency”*, oraz obliczeń wykonanych opracowaną metodą dla dwóch innych zbiorów GLC2000 – globalnego pokrycia terenu dla roku 2000 z rozdzielczością 1 kilometra oraz NLCD2011 – danych o pokryciu terenu kontynentalnych Stanów Zjednoczonych dla roku 2011 z rozdzielczością 30 metrów. Zdaniem Autora oba wyniki wiarygodne i w niewielkim stopniu zależą od konkretnego zestawu danych, co potwierdza poprawność opracowanej metody.

Warto zauważyć, że wykorzystanie metody redukcji wymiarów do analizy struktur przestrzennych jest bardzo ciekawe, ale nie odkrywcze. Metoda PCA jest powszechnie stosowaną metodą w obszarze uczenia maszynowego. Jak sam Autor zauważył, opracowana metoda posiada dwa istotne ograniczenia: konieczność ponownego obliczenia zarówno metryk krajobrazowych, jak i analizy składowych głównych dla każdego nowego zbioru danych oraz brak możliwości porównywania wartości “złożoności” i “agregacji” obliczonych dla różnych regionów. Dodatkowo wykorzystanie zaproponowanej metody jest ograniczone ze względu na brak uwzględnienia tematycznej treści krajobrazów.

W artykule *„Information theory as a consistent framework for quantification and classification of landscape patterns”* Habilitant kontynuował badania nad poszukiwaniem bardziej uniwersalnych metryk. Rozszerzył zakres informacyjny o relacje przestrzenne wartości komórek sąsiednich, obliczając

wartości pięciu nowych metryk: entropii brzegowej, entropii warunkowej, entropii łącznej, informacji wzajemnej i względnej informacji wzajemnej zaczerpniętych z teorii informacji.

Dla potrzeb eksperymentu Autor wykorzystał duży zestaw danych zawierających ponad 1 600 000 (9 km×9km) krajobrazów wyodrębnionych na całym świecie z globalnej mapy pokrycia terenu ESA 2015 o rozdzielczości 300 m. Dla każdego krajobrazu obliczył zestaw 17 konfiguracyjnych wskaźników oraz wartości dwóch głównych składników RC1 i RC2 z wcześniej opracowanego modelu. Tak opracowany zestaw danych grupuje w 35 typów konfiguracji struktur przestrzennych (niezależnie od ich zawartości tematycznej).

Następnie Autor dla 35 wybranych krajobrazów reprezentujących określony typ obliczył wartości pięciu wcześniej wymienionych entropii, wartości RC1 i RC2 modelu PCA oraz wartość entropii Boltzmana. Na podstawie analizy korelacji pomiędzy 8 metrykami wytypował najmniej skorelowane: entropię brzegową $H(y)$ oraz względną informację wzajemną U do dalszej analizy podziału krajobrazów na typy konfiguracji struktur przestrzennych. W kolejnym kroku Habilitant analizował diagramy RC2-RC1 oraz HYU rozmieszczenia przestrzennego 35 krajobrazów w dwuwymiarowej przestrzeni RC1 i RC2 oraz $H(y)$ i U . Ostatecznie Habilitant zaproponował rozwiązanie polegające na wyznaczeniu typów konfiguracji struktur przestrzennych poprzez grupowanie krajobrazów z wykorzystaniem odległości euklidesowej między punktami jako miary odmienności między wzorami.

W pracy Autor podkreślił korzyści wynikające z wykorzystania dwóch metryk zaczerpniętych z teorii informacji. Niestety Habilitant nie podjął próby ponownego przeliczenia składowych głównych RC1 i RC2 na podstawie 17 metryk krajobrazu i dwóch nowo wytypowanych metryk.

W trzecim artykule „*Global assessment and mapping of changes in mesoscale landscapes: 1992–2015*” Autor podjął próbę oceny globalnych zmian pokrycia terenów w okresie 23 lat. W tym celu, podobnie jak we wcześniejszych pracach, wykorzystał globalne zbiory danych ESA o pokryciu terenu z lat 1992 i 2015. Zbiory zostały uproszczone z 22 do 9 klas pokrycia terenu zgodnych z IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Na ich podstawie utworzył wektorową bazę danych GIS wzorców pokrycia terenu o regularnych polach odniesienia o wymiarach 9km×9km. Taki rozmiar odpowiada kwadratowi o rozmiarze 30×30 pikseli w danych źródłowych. Zdaniem Habilitanta jest to obszar wystarczająco mały, aby zapewnić wysoką rozdzielczość w skali globalnej, ale wystarczająco duży, aby płytki obejmowały znaczący krajobraz.

W rezultacie, powstała baza składała się z ponad 1,7 mln mezoskalowych krajobrazów (kafelków) pokrywających całą powierzchnię lądową globu. Stanowiła ona podstawę do opracowania trzech warstw informacji o zmianach globalnych różniących się poziomem szczegółowości.

Pierwsza warstwa informacji opisuje wielkość zmiany krajobrazu pomiędzy rokiem 1992 a rokiem 2015, zdefiniowana jako różnica pomiędzy strukturami przestrzennymi kategorii pokrycia terenu. Struktury przestrzenne Autor opisał poprzez znormalizowany histogram obliczany na podstawie par kategorii pokrycia terenu przypisanych do dwóch sąsiednich pikseli. Jako miary odmienności pomiędzy mozaikami wykorzystana została dywergencja Jensena-Shannona, podobieństwo gęstości rozkładów prawdopodobieństwa zastosowane do unormowanych histogramów częstości.

Druga warstwa informacji przedstawia skład oraz macierz przejścia kategorii pokrycia terenu dla każdego ze zmienionych krajobrazów między rokiem 1992 a rokiem 2015. Obejmuje ona 64 deskryptory reprezentujące histogram przejść (zmiany klas odpowiadających sobie pikseli), obliczony dla poszczególnych kafli.

Do oceny i wizualizacji globalnych zmian pokrycia terenów Habilitant zaproponował 13 „trendów zmian”: przyrost terenów rolnych, utrata terenów rolnych, przyrost lasów, utrata lasów, przyrost terenów

trawiastych, utrata terenów trawiastych, przyrost zakrzaczeń, utrata zakrzaczeń, przyrost terenów podmokłych, utrata terenów podmokłych, przyrost terenów antropogenicznych, przyrost obszarów wodnych i utrata tych obszarów. Każdemu krajobrazowi został przypisany jeden trend zmiany opisany przez pojedynczy deskryptor, a ich zbiór stanowi trzecią warstwę informacji. Dodatkowo, w zależności od procentu zmienionej powierzchni w danym krajobrazie, zmiany trendu zostały podzielone na małe (<10%), średnie (10-30%) i duże (>30%).

W ostatnim etapie, powstała globalna mapa zmian krajobrazu przedstawia 39 kategorii, z których każda jest kombinacją trendu zmian opisującego rodzaj zmiany i procentu powierzchni obszaru, który uległ zmianie wskazującego na intensywność zmiany.

Stanowi to niewątpliwie ciekawe i technologicznie zaawansowane opracowanie. Jak sam Habilitant nadmieniał w swoim autoreferacie mapa wzbudziła zainteresowanie na arenie międzynarodowej. W szczególności na podkreślenie zasługuje:

- wykorzystanie znormalizowanych histogramów jak narzędzia do oceny zmian krajobrazu,
- obliczenie wielkości zmiany krajobrazu z wykorzystaniem teorii informacji (dywergencję Jensen-Shannon),

Rozwiązania te nie są jednak oryginalne. Zostały wcześniej zaproponowane m.in. w pracy „Pattern-Based Assessment of Land Cover Change on Continental Scale With Application to NLCD 2001–2006”, (Netzel P., Stepinski T., 2014).

Mankamentem opracowania było ograniczenie się jedynie do zbiorów danych z lat 1992 i 2015 oraz redukcja liczby klas z 22 do 9. Wątpliwości budzi prezentacja kartograficzna mapy, a w szczególności sposobu utworzenia 39 kategorii. Przypisanie intensywności zmiany, obliczonej dla wszystkich pikseli w danym krajobrazie do dominującego trendu może prowadzić do błędnej interpretacji treści mapy.

Czwarty artykuł „*Stochastic, empirically informed model of landscape dynamics and its application to deforestation scenarios*” stanowi kontynuację prac opisanych w dwóch pierwszych publikacjach i dotyczy opracowania stochastycznego modelu dynamiki zmian krajobrazowych, który jest w stanie zapewnić wiarygodne scenariusze długoterminowej ewolucji krajobrazów.

Analogicznie jak w poprzednich badaniach, Habilitant do przeprowadzenia eksperymentów wykorzystał opracowaną wcześniej bazę danych GIS obejmującą globalne zbiory danych ESA o pokryciu terenu z lat 1992 i 2015 ze zredukowaną liczbą klas do 9. Punktem wyjścia była klasyfikacja krajobrazów do 36 typów z wykorzystaniem metryk opracowanych w pierwszym artykule RC1 i RC2, interpretowanych jako „złożoność” i „agregacja”. Analiza typów krajobrazów w odpowiadających sobie kaflach pozwoliła na opracowanie macierzy przejść określającej prawdopodobieństwo przejścia z jednego typu złożoności do drugiego w okresie 23 lat dla ośmiu kategorii tematycznych. Następnie Autor wykorzystując metodę Monte Carlo utworzył trajektorie ewolucji krajobrazu pod względem zmian typu konfiguracji krajobrazu. W dalszej części, funkcjonowanie modelu zostało zilustrowane na przykładzie procesu wylesiania. Symulacja procesu rozpoczęła się od krajobrazu w pełni zalesionego i kończyła na krajobrazie w pełni rolniczym. Została podzielona na dwie fazy, w pierwszej wykorzystywano krajobrazy, gdzie podstawową klasą pokrycia terenu były lasy, a drugą rolnictwo. Do symulacji drugiej fazy wybrano krajobrazy o odwrotnej kolejności klas dominujących. W rezultacie Autor uzyskał ponad 20 000 różnych trajektorii przejścia posiadających różne prawdopodobieństwa wystąpienia. Trajektorja najbardziej prawdopodobna posiada 5 kroków w pierwszej fazie, aby dojść do krajobrazu, gdzie klasy pokrycia terenu mają zbliżony udział oraz tylko 3 kroki w fazie drugiej, aby dojść do krajobrazu w pełni rolniczego. Na tej podstawie Habilitant sformułował wniosek dotyczący możliwej polityki ochrony zasobów leśnych, polegającej na ochronie mezoskalowej obszarów o wysokiej lesistości.

Wykorzystanie rozkładu prawdopodobieństw zmian typu krajobrazu obliczonych na podstawie danych empirycznych do symulacji procesów wylesiania jest ciekawym rozwiązaniem. Wydaje się możliwa generalizacja zaproponowanego modelu wylesienia do ogólniejszego modelu opisującego zmiany krajobrazu zdefiniowanego jako mozaika pokrycia terenu, wymaga to jednak dalszych badań i weryfikacji uzyskanych wyników. Brak weryfikacji uzyskanych badań jest duży mankamentem opracowania.

Ponieważ Habilitant nie zawęził zbioru krajobrazów do obszarów na których zaobserwowano proces wylesiania a prawdopodobieństwa przejść pomiędzy krajobrazami są uśrednione dla całego globu, nie ma pewności, czy wyliczone prawdopodobieństwa przejść rzeczywiście odnoszą się do proces wylesiania. Przytoczone w artykule wartości dotyczące analizy 20 000 możliwych trajektorii i 345 lat czasu przejścia dla najbardziej prawdopodobnej trajektorii, dodatkowo świadczą o konieczności wykonania weryfikacji modelu. Szkoda, że opracowany model nie został porównany do modelu opracowanego danych ESA z innych lat, w szczególności gdy są one łatwo dostępne.

W piątym artykule „*Pattern-based identification and mapping of landscape types using multi-thematic data*”, Habilitant kontynuował badania związane z poszukiwaniem sygnatur opisujących krajobraz z uwzględnieniem jego wewnętrznej struktury przestrzennej. Zaproponował rozwiązanie bazujące na algorytmie z zakresu przetwarzania obrazu. Polega ono na rozszerzeniu macierzy współwystępowania (*ang. Co-occurrence matrix*), tak aby reprezentować wielozmienne struktury przestrzenne. Nowa macierz ma charakter blokowy. Na głównej przekątnej znajdują się macierze współwystępowania dla zmiennych reprezentujących analizowane zakresy tematyczne, a bloki poza przekątną obliczone są z sąsiednich par komórek, gdzie komórka centralna używa etykiety jednej kategorii a komórki sąsiednie etykiety drugiej kategorii. Tak otrzymana macierz jest normalizowana i sprowadzana do jednowymiarowego histogramu, którego zakres informacyjny obejmuje informacje o strukturach przestrzennych wszystkich kategorii i informacje o względnych pozycjach różnych struktur. Następnie Autor zademonstrował przydatność rozwiązania, nazwanego INCOMA, do identyfikacji i mapowania typów krajobrazu Europy, przy użyciu danych o pokryciu terenu i jego ukształtowaniu.

W autoreferacie Habilitant wskazuje opracowanie metody INCOMA za jedno z swoich dwóch głównych osiągnięć metodycznych. Podzielam tą opinię. Reprezentacja zjawisk opisanych przez wiele zmiennych w postaci znormalizowanego histogramu jest pożądaną formą danych w uczeniu maszynowym, w szczególności z wykorzystaniem sieci neuronowych.

Prace opisane w ostatniej publikacji „*Motif: an open-source R tool for pattern-based spatial analysis*” mają charakter implementacyjny. Autor opisał i zilustrował działanie stworzonego przez siebie oprogramowania *Motif* wykorzystanego do realizacji badań opisanych w osiągnięciu naukowym. Udostępnienie oprogramowania w postaci otwartego kodu, jak również opracowanych baz danych GIS, wpisuje się w ideę otwartej nauki i zasługuje na uznanie.

Konkludując, na podstawie przedstawionego w autoreferacie dorobku publikacyjnego stanowiącego osiągnięcie naukowe, w mojej ocenie, Habilitant osiągnął zarówno zdefiniowany na wstępie cel główny, jak i cele szczegółowe. Całość osiągnięcia naukowego oceniam pozytywnie, jakkolwiek, pojawiają się pewne wątpliwości wynikające z niedostatecznej weryfikacji osiągniętych wyników, szczególnie widoczne w artykule czwartym. W badaniach Habilitant wykorzystuje głównie opracowaną przez siebie bazę danych GIS zawierającą informacje udostępnione przez ESA o globalnym pokryciu terenu z roku 1992 i roku 2015 ze zredukowaną liczbą klas pokrycia terenu do 9. W związku z tym, generalizacja osiągniętych rezultatów i ich wykorzystanie w szerszym kontekście wymaga dalszych badań.

Warto podkreślić, że zarówno publikacje Habilitanta, jak i autoreferat cechują się wysokim stopniem uporządkowania, mają poprawną strukturę, są dobrze zredagowane, rysunki we właściwy sposób ilustrują opisywany problem a język jest logiczny i zrozumiały.

Ocena pozostałego dorobku naukowego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej

Poza zgłoszonym osiągnięciem naukowym, obejmującym 6 pozycji, dorobek naukowy Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje 15 pozycji (14 z nich jest współautorskich, w tym 5 w których jest pierwszym autorem).

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora brał udział w 13 konferencjach międzynarodowych oraz 4 o zasięgu krajowym, w tym należy zaznaczyć, wygłosił dwa wystąpienia na konferencjach międzynarodowych w charakterze keynote speaker.

Wysoko oceniam działalność Habilitanta w obszarze współpracy międzynarodowej, której efektem jest szereg publikacji naukowych. Niewątpliwie znaczącym osiągnięciem jest książka „Geocomputation with R” (Lovelace i in., 2019), będąca wynikiem współpracy z Robinem Lovelace z Uniwersytetu w Leeds i Jannesem Muenchowem z Uniwersytetu w Jenie. Istotnym efektem współpracy międzynarodowej jest również publikacja opisująca oprogramowanie R do obliczania metryk krajobrazowych i jego potencjalne zastosowania, która została dwukrotnie nagrodzona w czasopiśmie *Ecography*, a statystyki pobrań opracowanego oprogramowania są wysokie. Efektem współpracy z Peichao Gao z Beijing Normal University jest z kolei pakiet R pozwalający na obliczanie entropii Boltzmann dla gradientów krajobrazowych. Habilitant odbył staż naukowy w Space Informatics Lab na Uniwersytecie w Cincinnati (USA) jako post-doc. Angażował się też we współpracę z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą, m.in. Uniwersytet Peichao Gao z Beijing Normal University, Yale Center for Environmental Law & Policy oraz Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) przy Columbia University's Earth Institute.

Na całokształt dorobku naukowego Habilitanta wg bazy Web of Science składa się 25 publikacji, przy cytowalności prac na poziomie 308 (284 bez autocytoowań) i indeksie Hirscha 9 (stan aktualny na grudzień 2021). Zaangażowanie naukowe zostało docenione w ramach takich nagród jak: stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców, nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe, stypendium naukowe rektora UAM dla nauczycieli akademickich oraz wsparcie dla najbardziej produktywnej naukowo młodej kadry badawczej z projektu Inicjatywa doskonałości – Uczelnia badawcza.

W ramach działalności naukowej Habilitant był recenzentem 24 publikacji naukowych w czasopismach naukowych znajdujących się na liście JCR tj. *Methods in Ecology and Evolution* (IF=7.781), *Aerobiologia* (IF=2.410), *Ecological Modelling* (IF=2,974), *Entropy* (IF=2,524), *Environmental Modelling and Software* (IF=5,288), *Environmental Monitoring and Assessment* (IF=2,513), *International Journal of Biometeorology* (IF=3.787), *International Journal of Geographical Information Science* (IF=4,186), *ISPRS International Journal of Geo-Information* (IF=2,899), *Journal of Forestry Research* (IF=2,149), *Journal of Geographical Systems* (IF=1,8), *Land* (IF=3,395), *Landscape Ecology* (IF=3,848), *R Journal* (IF=3.984), *Transactions in GIS* (IF=2,406). Ponadto był recenzentem oprogramowania dla ROpenSci oraz recenzentem propozycji wydawniczej dla CRC Press.

Na podstawie analizy dotychczasowej aktywności naukowej Habilitanta należy zauważyć i docenić fakt, iż większość wyników badań ma walor praktyczny i zostało wdrożonych w postaci oprogramowania, które udostępniono na wolnej licencji. Dzięki temu możliwe jest ich szerokie wykorzystanie i popularyzacja w środowisku naukowym.

Jako słabą stroną dorobku naukowego Habilitanta postrzegam niewielkie osiągnięcia w zakresie pozyskiwania projektów badawczych. Habilitant uczestniczył w wielu projektach, ale do tej pory nie kierował samodzielnie żadnym projektem badawczym. W 2019 r. pozyskał grant w ramach konkursu MINIATURA z Narodowego Centrum Nauki na realizację działania naukowego (wyjazd badawczy), mający na celu wsparcie finansowe służące przygotowaniu przyszłego projektu badawczego. Biorąc pod uwagę krótki czas od momentu pozyskania ww. projektu i potencjał naukowy Habilitanta, należy mieć nadzieję, że po uzyskaniu pełnej samodzielności naukowej, wskaźnik tej aktywności naukowej zostanie poprawiony.

Należy zauważyć bardzo dobry warsztat naukowy Habilitanta, uznanie jego umiejętności w środowisku naukowym (krajowym jak i zagranicznym) oraz umiejętność nawiązywania współpracy. W mojej ocenie dorobek naukowy nie będący częścią osiągnięcia naukowego Habilitanta zasługuje na pozytywną ocenę.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

W zakresie działalności dydaktycznej Habilitant był promotorem sześciu prac inżynierskich i jednej pracy magisterskiej oraz pełnił funkcję recenzenta trzech prac inżynierskich. Obecnie sprawuje opiekę nad pięcioma pracami dyplomowymi inżynierskimi i jedną pracą magisterską. Pełnił funkcję wykładowcy lub prowadzącego laboratoria na takich przedmiotach jak Wstęp do programowania, Algorytmy heurystyczne, Optymalizacja dyskretna, Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa oraz Geostatystyka, Podstawy Geoinformacji, Systemy Informacji Geograficznej oraz Podstawy modelowania. Był również asystentem dydaktycznym na kursie Practical Data Mining, a także gościnnie prowadził zajęcia z Geomarketingu oraz Wprowadzenia do programowania. Istotnym elementem działalności dydaktycznej Habilitanta, jest opracowanie dwóch podręczników akademickich tj. Geostatystyka w R i Elementarz programisty: wstęp do programowania używając R. Co należy zauważyć, pozycje te wykorzystywane są nie tylko dla potrzeb realizacji przedmiotów na uczelni macierzystej Habilitanta, ale również na innych uczelniach.

Dr inż. Jakub Nowosad poza działalnością naukową aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej, którą rozpoczął już na wczesnym etapie kariery zawodowej. Zaliczyć można do niej zarówno współorganizację konferencji krajowych tj. 57 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego w Białowieży w 2008 r., GIS DAY w latach 2008-2010, Forum Studenckiego Koła Naukowego w latach 2010-2012 oraz konferencji międzynarodowej Geomorphometry w 2015 r. Habilitant był także członkiem w komitetach organizacyjnych konferencji GIS w nauce oraz GIS w edukacji w 2015 r. oraz GIScience w 2021 r. W 2016 r. współorganizował pierwsze europejskie spotkanie użytkowników R. Habilitant jest także członkiem Rady Naukowej Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku oraz Rady Programowej kierunku studiów geoinformacja na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych uczelni macierzystej.

Zauważyć i podkreślić należy również aktywność przejawiającą się prowadzeniem szeregu warsztatów zarówno na konferencjach krajowych, jak i międzynarodowych, na które Habilitant jest również zapraszany (szkoła letnia GEOSTAT 2018). Świadczy to o bardzo dobrym warsztacie Habilitanta i uznania dla jego umiejętności w środowisku naukowym.

Na uwagę zasługuje również działalność popularyzatorska Habilitanta, która jest nie mniej bogata niż działalność organizacyjna. Obejmuje ona bowiem prelekcje i warsztaty na konferencjach i wydarzeniach krajowych tj. GIS DAY, Festiwal Nauki i Sztuki w Poznaniu, Poznański Zlot Użytkowników R, Dzień Kandydata na Uniwersytecie Adama Mickiewicza oraz webinaria dla Fundacji Why R?

W trakcie stażu zagranicznego wykazywał się również aktywnością na tym polu, o której świadczą przeprowadzenie szkoleń dla studentów geografii na Uniwersytecie w Cincinnati oraz warsztatów dla GIS Learning Community w Cincinnati oraz dla Cincinnati Dayton R User Group w Dayton.

Podsumowując, przedstawiona do oceny lista działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej jest bardzo bogata, szczególnie zważywszy na krótki okres trwania kariery naukowej Habilitanta i z pewnością zasługuje na uznanie.

Wnioski końcowe

W przedstawionym do oceny zbiorze publikacji stanowiącym osiągnięcie naukowe, pomimo pewnych niedociągnięć to jednak zdefiniowane zostały ciekawe problemy badawcze, spójnie logiczne, a do ich rozwiązania wykorzystano zaawansowane metody geostatystyczne i dane o zasięgu globalnym. Wyniki zostały opublikowane w renomowanych czasopismach posiadających wysoki IF, posiadają już ponad 40 cytowań w bazie WOS i moim zdaniem stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku.

Habilitant jest osobą rozpoznawaną na arenie międzynarodowej, posiada bogaty dorobek naukowy, duże doświadczenie organizacyjne i dydaktyczne oraz jest aktywnym popularyzatorem wiedzy.

Biorąc pod uwagę całokształt osiągnięć i aktywności Habilitanta, stwierdzam, że dr Jakub Nowosad spełnia wymagania stawiane osobom kandydującym do nadania stopnia doktora habilitowanego określone w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r, art. 219 (Dz. U. 2020 poz.85 z późn.zm.).

W związku z powyższym wnioskuję o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr Jakubowi Nowosadowi w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

