

Szczecin, 30.07.2022

dr hab. Joanna Dudzińska-Nowak, prof. US
Instytut Nauk o Morzu i Środowisku
Uniwersytet Szczeciński
ul. A. Mickiewicza 16
70-383 Szczecin
joanna.dudzinska-nowak@usz.edu.pl

**Recenzja osiągnięcia naukowego i dorobku dr Natalii Koleckiej
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Podstawą wykonania recenzji jest powołanie Komisji habilitacyjnej przez Radę Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w dniu 28 marca 2022 roku (pismo Przewodniczącego Rady prof. dr. hab. Michała Gradzińskiego z dn. 29.04.2022).

Ocenę osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej dr Natalii Koleckiej przygotowałam na podstawie przekazanych mi dokumentów, które stanowią załączniki do wniosku Habilitantki o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z dnia 9 grudnia 2021 r. Wniosek Habilitantki o wszczęcie postępowania został przygotowany poprawnie pod względem formalnym i odpowiada wymaganiom określającym czynności w postępowaniu habilitacyjnym, zgodnie z wymogami zapisanymi w ustawie o stopniach i tytule naukowym (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce; Dz.U. z 2021 r. poz. 478, z późniejszymi zmianami).

Sylwetka Habilitantki

Dr Natalia Kolecka w 2007 roku, ukończyła inżynierskie studia magisterskie na kierunku Geodezja i Kartografia w specjalizacji: Geoinformacja, Fotogrametria i Teledetekcja Środowiska na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, na podstawie pracy magisterskiej *Budowa bazy danych GIS dla Tatrzańskiego Parku Narodowego na przykładzie wybranego oprogramowania* pod kierunkiem dr inż. Sławomira Mikruta. W tym samym roku rozpoczęła studia doktoranckie na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdzie w 2012 roku uzyskała stopień doktora Nauk o Ziemi w dyscyplinie geografia za pracę *Numeryczne modelowanie kształtu stromych i urwistych stoków na podstawie danych ze skaningu laserowego i danych fotogrametrycznych* pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Kozaka. Po uzyskaniu stopnia doktora, została zatrudniona w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego, najpierw w marcu 2013 roku, na stanowisku asystenta naukowego z doktoratem, a od października 2015 roku na stanowisku adiunkta, gdzie pracuje do chwili obecnej. Przygotowując pracę doktorską, w 2010 roku ukończyła studia podyplomowe Nowoczesna grafika komputerowa dla nie-informatyków na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz w latach 2011-2012 pracowała najpierw na stanowisku Specjalista GIS a później jako Kierownik działu Teledetekcji Satelitarnej w firmie SmallGIS.

W latach 2012-2020 była zatrudniona jako wykonawca w czterech międzynarodowych projektach badawczych: (1) FORECOM: Forest cover changes in mountainous regions – drivers, trajectories and implications (Polsko-Szwajcarski Program Badawczego), (2) GLOLAND: Integrating human agency in global-scale land change models, grant European Research Council (ERC Starting Grant), (3) EcoStack – Stacking of ecosystem services: mechanisms and interactions for optimal crop protection, pollination enhancement, and productivity (EU Horyzont 2020 research and innovation) oraz (4) RESTORE: Restorative potential of green spaces in noise-polluted environments (Schweizerischer Nationalfonds SNF).

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Przedstawione przez dr Natalię Kolecką osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym nosi tytuł: **Zastosowanie teledetekcyjnych *big data* do określania przestrzennego zróżnicowania i dynamiki zmian pokrycia terenu wynikających z porzucania ziemi** i stanowi cykl 6, powiązanych tematycznie publikacji, w tym 4 współautorskich, które ukazały się w latach 2015-2021:

1. **Kolecka, N.**; Kozak, J.; Kaim, D.; Dobosz, M.; Ginzler, C.; Psomas, A. Mapping Secondary Forest Succession on Abandoned Agricultural Land with LiDAR Point Clouds and Terrestrial Photography. *Remote Sens.* **2015**, 7, 8300–8322, doi:10.3390/rs70708300.
2. **Kolecka, N.**; Kozak, J.; Kaim, D.; Dobosz, M.; Ostafin, K.; Ostapowicz, K.; Wężyk, P.; Price, B. Understanding farmland abandonment in the Polish Carpathians. *Appl. Geogr.* **2017**, 88, 62–72, doi:10.1016/j.apgeog.2017.09.002.
3. **Kolecka, N.** Height of Successional Vegetation Indicates Moment of Agricultural Land Abandonment. *Remote Sens.* **2018**, 10(10), 1568, doi:10.3390/rs10101568.
4. **Kolecka, N.**; Kozak, J. Wall-to-Wall Parcel-Level Mapping of Agricultural Land Abandonment in the Polish Carpathians. *Land* **2019**, 8(9) 129, doi: 10.3390/land8090129.
5. **Kolecka, N.**; Ginzler, C.; Pazur, R.; Price, B.; Verburg, P. H. Regional scale mapping of grassland mowing frequency with Sentinel-2 time series. *Remote Sens.* **2018**, 10, 1221, doi:10.3390/rs10081221.
6. **Kolecka, N.** Greening trends and their relationship with agricultural land abandonment across Poland. *Remote Sensing of Environment* **2021**, 257, 112340. doi:10.1016/j.rse.2021.112340.

Wszystkie prace zostały opublikowane w renomowanych czasopismach branżowych, indeksowanych w bazie Web of Science oraz w wykazie czasopism MEiN, których sumaryczny *impact factor* jest wysoki i wynosi 28,464, a sumaryczna liczba punktów wg listy MEiN wynosi 670. Dr Natalia Kolecka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem wszystkich publikacji a według deklaracji współautorów jej udział w przygotowaniu publikacji był dominujący i nie budzi wątpliwości. Wkład procentowy habilitantki, poświadczony przez wszystkich autorów, wynosił odpowiednio 65%, 60%, 100%, 90%, 70% i 100% zgodnie z kolejnością wymienionych prac. We wszystkich artykułach dr N. Kolecka pełniła bez wątpienia wiodącą rolę – zaprojektowała koncepcję i metody badań oraz wykonała większość prac: zgromadzenie danych, przeprowadzenie badań terenowych i analiz komputerowych, opracowanie baz danych, przeprowadzenie interpretacji uzyskanych wyników, przygotowanie wszystkich tabel oraz rycin oraz napisanie większości tekstu. Badania naukowe prowadzące do publikacji częściowo były realizowane w ramach międzynarodowych grantów FORECOM, GLOLAND, w których wykonawcą była Habilitantka. Cytowania publikacji wchodzących w

skład osiągnięcia naukowego według bazy Web of Science (stan w dniu 4.08.2022) wynoszą odpowiednio 51, 61, 13, 13, 41, 9. Przedstawione publikacje spełniają wymogi formalne wymienione w Art. 219, ust. 1 pkt. 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Motywacją Habilitantki do podjęcia badań był brak wiarygodnych informacji o przestrzennym rozmieszczeniu i dynamice porzucania ziemi w Polsce a także perspektywa dalszego rozwoju tego zjawiska oraz wynikająca z nich potrzeba opracowania metody, zarówno detekcji jak i monitorowania tego rozpowszechnionego ale trudnego do wykrycia procesu, wykorzystującej wielkie i ogólnodostępne zasoby różnorodnych danych przestrzennych, którą można byłoby zastosować na różnych obszarach. Habilitantka, sprawnie poruszając się zarówno w krajowej jak i zagranicznej literaturze przedmiotu, trafnie odnalazła lukę w dotychczasowych pracach badawczych, przekonująco argumentując celowość podjęcia badań nad możliwościami wykorzystania teledetekcyjnych Big Data do określania przestrzennego zróżnicowania i dynamiki zmian pokrycia terenu wynikających z porzucania ziemi, a w efekcie do lepszego zrozumienia tego procesu.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji składa się z trzech części, z których każda koncentruje się na wybranym rodzaju danych teledetekcyjnych, wnikliwie analizując zarówno możliwości poszczególnych typów danych, ale również uwzględniając ich ograniczenia. Pierwsza część badań dotyczy chmur punktów z lotniczego skaningu laserowego (Kolecka i in., 2015, 2017), druga – wysokorozdzielczych numerycznych modeli terenu i pokrycia terenu (Kolecka, 2018; Kolecka i Kozak, 2019), a trzecia – serii czasowych obrazów satelitarnych Landsat i Sentinel-2 (Kolecka, 2021; Kolecka i in., 2018). Godny podkreślenia jest, wynikający z takiego podejścia, fakt uwzględnienia w badaniach nie tylko różnorodnych typów danych teledetekcyjnych, ale również zróżnicowanych skal zarówno przestrzennych (lokalnej, regionalnej i krajowej) jak i czasowych (danych chwilowych, wieloczasowych i gęstych serii czasowych), dający w efekcie kompleksowy obraz badanego zagadnienia. Takie ujęcie tematu nakreśla dobrze wagę podjętych badań i ich szerokie znaczenie, także aplikacyjne, wykraczające zdecydowanie poza lokalny kontekst określony przez obszary badań szczegółowych.

W pierwszej pracy cyklu (Kolecka i in., 2015), wykorzystującej wysokorozdzielcze chmury punktów pozyskane w technologii LiDAR w ramach projektu ISOK oraz bazę danych obiektów topograficznych (BDOT10k), Habilitantka opracowała w skali lokalnej dla gminy Szczawnica (92 arkusze w kroju 1:2500 o łącznej objętości ok. 36 GB), koncepcję analizy, która pozwoliła na redukcję objętości danych, przy jednoczesnym zapewnieniu możliwości uzyskania wiarygodnej informacji o sukcesji lasu na porzucone użytki rolne. Przy zastosowaniu analizy obiektowej OBIA, Habilitantka wyróżniła segmenty o podobnej strukturze a następnie skonfrontowała ich rozmieszczenie z obszarami sklasyfikowanymi według oficjalnych danych o użytkowaniu ziemi. Zastosowana metoda pozwoliła na redukcję chmur punktów do formatu rastrowego, znacznie zmniejszając objętość danych a wydzielone segmenty lepiej odzwierciedlały obszary sukcesyjne o nieregularnej strukturze roślinności i granice działek niż pojedyncze piksele. Analiza dokładności przeprowadzona na podstawie zdjęć naziemnych przetworzonych do ortoobrazów wykazała dla opracowanej metody dokładność kartowania sukcesji na poziomie 95%.

Uzyskana wysoka dokładność pozwoliła na kontynuowanie badań i przejście ze skali lokalnej do regionalnej i zastosowanie opracowanej metody do oszacowania wielkości oraz przestrzennego rozmieszczenia sukcesji, a także identyfikacji przyczyn porzucania ziemi na obszarze całych polskich Karpat, co zostało opisane w drugiej publikacji cyklu (Kolecka i in. 2017). Jako potencjalne przyczyny porzucania ziemi rozpatrywane były wskaźniki opisujące dostępność ziemi rolniczej, warunki

środowiskowe, pokrycie terenu, a także warunki socjo-ekonomiczne w gminach (dane Głównego Urzędu Statystycznego). Badania przeprowadzono na wybranej próbie 230 obszarów testowych o wymiarach 2x2 km, po jednym w każdej gminie w Polskich Karpatach. Przyjęto, że charakterystyki obliczone dla każdego obszaru testowego są reprezentatywne dla odpowiadającej mu gminy a modelowanie za pomocą metody najlepszego podzbioru (ang. best subset regression modeling) pozwoliło na określenie znaczenia poszczególnych czynników dla tego procesu. Pomimo, iż wykorzystanie częściowo zautomatyzowanego procesu za pomocą języka programowania Python, wpłynęło na znaczne skrócenie czasu przetwarzania dużej ilości danych, niemniej jednak, zastosowane podejście wymagało czasu i dużej mocy obliczeniowych ze względu na wielką objętość danych. Dostępne obecnie serwery obliczeniowe lub obliczenia w chmurze mogłyby znacznie przyspieszyć proces przetwarzania danych i wykluczyć konieczność wnioskowania na podstawie obszarów reprezentatywnych, jednak w momencie przeprowadzania badań rozwiązania takie nie były jeszcze możliwe. Pomimo zastosowania pewnych uproszczeń, uzyskano precyzyjne wyniki, spójne z lokalnymi opracowaniami, które pokazały, że na obszarze Polskich Karpat 13.9% ziemi użytkowanej rolniczo jest obecnie pokryte roślinnością sukcesyjną i zostało w ostatnich dekadach porzucone w związku z niską opłacalnością produkcji (wynikającą głównie z warunków topograficznych), a także znajdowaniem zatrudnienia poza rolnictwem. Zaobserwowano znaczne przestrzenne zróżnicowanie sukcesji w regionie (od 1,7 do 38,4% na poziomie gmin), z koncentracją w otoczeniu dużych miast (Bielsko-Biała, Kraków, Nowy Sącz, Krosno) i w zachodniej części Karpat, a także ponad trzykrotnie częstsze porzucanie łąk i pastwisk niż gruntów ornych. Jedynie niewielka część roślinności sukcesyjnej zdołała osiągnąć duże wysokości (4,3%), co wskazuje, że zdecydowana większość ziemi rolniczej została porzucona stosunkowo niedawno. Najczęściej porzucane były działki o niekorzystnych dla rolnictwa warunkach: niewielkie, położone na stromych stokach i w sąsiedztwie lasu, a także w pobliżu dużych ośrodków miejskich, które oferują możliwość zatrudnienia poza rolnictwem i potrzebują pobliskich obszarów pod zabudowę.

W trzeciej pracy cyklu (Kolecka, 2018) Habilitantka kontynuowała badania nad opracowaniem metody wykorzystującej wysokorozdzielcze dane LiDAR do analizy kartowania porzucania ziemi i sukcesji roślinności ale w pełnym pokryciu dla dużych obszarów. W tym celu, w skali lokalnej dla obszaru testowego gminy Budzów, opracowała metodę redukcji chmur punktów danych LiDAR do postaci wysokorozdzielczych cyfrowych modeli wysokości, czyli rastrowych metryk opisujących najbardziej istotne właściwości badanego obszaru, w szczególności wysokość roślinności. Podstawowym źródłem danych były modele wysokości DTM i DSM w formacie rastrowym wygenerowane na podstawie danych z LiDAR pozyskanych w ramach projektu ISOK o wielkości piksela terenowego równej 1,0 m i średniokwadratowym błędzie wysokości poniżej 0,2 m uzupełnione o dane topograficzne BDOT10k i dane z systemu identyfikacji działek rolnych, co pozwoliło na odniesienie uzyskanych wyników do granic działek ewidencyjnych. Mając na uwadze zmiany struktury roślinności w kolejnych stadiach sukcesji, Habilitantka szczegółowo zbadała również zależność pomiędzy wysokością roślinności a momentem porzucenia ziemi w latach 1977–1997 i 1997–2009. W badaniach uwzględniła: średnią wysokość płąta roślinności w obrębie poszczególnych działek i jego udział w powierzchni, a także uwarunkowania środowiskowe takie jak średnia wysokość n.p.m., nachylenie, ekspozycja i odległość od lasu. Pomimo ich zróżnicowania w obrębie obszaru badań, uzyskane wyniki nie potwierdziły wpływu warunków topograficznych na wysokość roślinności, a jedynie odnotowano wpływ sąsiedztwa lasu na sukcesję. Uzyskana 70% dokładność rozróżnienia obszarów objętych sukcesją na podstawie progowania wysokości roślinności, pozwoliła na

stwierdzenie, iż jest to kluczowy wskaźnik dla szacowania okresu porzucania ziemi rolniczej i na jego podstawie można określić, które grunty zostały porzucone wcześniej a które później.

Podobnie, jak we wcześniejszych publikacjach, koncepcja opracowana w trzeciej publikacji cyklu w skali lokalnej, została wdrożona w badaniach regionalnych opisanych w czwartej publikacji cyklu (Kolecka, Kozak 2019). Biorąc pod uwagę fakt, iż sukcesja roślinności nie jest równomierna, podczas gdy porzucanie ziemi dotyczy całych działek, należało się spodziewać, że faktyczna skala porzucania ziemi jest większa niż wykazana powierzchnia wtórnej sukcesji leśnej. W celu zwiększenia dokładności opracowania, najpierw sklasyfikowano wszystkie działki jako rolnicze, częściowo rolnicze i nierolnicze oraz jako uprawiane w całości, częściowo i nieuprawnione do przyznania płatności bezpośrednich. Następnie dla każdej działki obliczony został odsetek gruntów ornych, łąk i pastwisk wykazujących ślady wtórnej sukcesji, który posłużył do jej klasyfikacji na porzucona lub nie. Uzyskane wyniki, dotyczące zarówno rozmieszczenia przestrzennego, jak i potencjalnych czynników sprzyjających porzucaniu ziemi, są spójne z wynikami uzyskanymi we wcześniejszych badaniach i pokazują, że porzucanie ziemi koncentruje się w zachodniej (lepiej rozwiniętej) części regionu, a także w pobliżu dużych miast, co potwierdza wpływ czynników socjo-ekonomicznych na decyzje rolników o rezygnacji z dalszej uprawy ziemi, takich jak: dostępność lepiej płatnej pracy poza rolnictwem oraz możliwość migracji ze wsi do miast, a także presja rozwijających się miast potrzebujących terenów pod zabudowę. Badania wykazały również ponad trzykrotnie częstsze porzucanie łąk i pastwisk niż gruntów ornych, co może mieć związek ze zmniejszeniem się pogłowia bydła i owiec w ostatnim dwudziestolecu i wynikającym z niego malejącym zapotrzebowaniem na siano, a także lokalizacją pastwisk na gruntach mniej żyznych i trudniej dostępnych niż grunty orne. Uzyskane wyniki pokazały także, że dopłaty bezpośrednie w ramach wspólnej polityki rolnej krajów Unii Europejskiej mogą przyczyniać się do zahamowania porzucania ziemi, gdyż odsetek porzuconych działek nieuprawnionych do płatności był niemal dwukrotnie wyższy niż w przypadku wszystkich działek rolniczych w Polskich Karpatach. Opracowana metoda szczegółowego kartowania sukcesji roślinności na podstawie wygenerowanych z danych ALS wysokorozdzielczych modeli wysokości roślinności, pozwoliła na wydajne i wiarygodne określenie zależności pomiędzy sukcesją a działkami rolniczymi, a co za tym idzie – porzucaniem ziemi rolniczej. Jej prostota, uzyskane dokładności i wyniki porównywalne z rezultatami wcześniejszych badań, pozwalają na jej implementację w innych obszarach i zastosowanie w pełnym pokryciu w skalach regionalnych i lokalnych, co stanowi jej niewątpliwą zaletę.

Kolejny zamysł badawczy Habilitantki, opisany w dwóch ostatnich pracach cyklu (Kolecka i in. 2018, Kolecka 2021), dotyczył możliwości zwiększenia obszaru analizy z regionu do całego kraju, a także uwzględnienia wymiaru czasowego porzucania ziemi i sukcesji roślinności na podstawie archiwalnych i współczesnych zobrazowań satelitarnych. W pracy Kolecka i in. 2018 przeprowadzono analizy obszaru w granicach administracyjnych Kantonu Aargau w Szwajcarii (1403 km²), na podstawie 50 obrazów Sentinel-2 na poziomie przetworzenia Level-1C (TOA) o pokryciu chmurami poniżej 95%, zarejestrowanych w okresie, od 1 marca 2017 do 1 listopada 2017, przetworzonych algorytmem Fmask na podstawie masek chmur (standardowa TS) oraz masek opartych na kanale niebieskim (zoptymalizowana TS), które utworzyły nieregularną serię czasową. Do określenia częstości koszenia łąk i pastwisk wykorzystano profile fenologiczne znormalizowanego różnicowego wskaźnika wegetacji (NDVI), który odzwierciedla stan rozwojowy i kondycję roślinności, obliczonego dla każdego obrazu. W odniesieniu do obszarów rolniczych przyjęto, iż łagodny wzrost lub spadek NDVI w czasie obrazują naturalny rozwój lub zamieranie roślinności, podczas gdy nagłe spadki wartości wskaźnika na wskazują na zabiegi rolnicze, takie jak koszenie trawy, nawożenie czy zbiór

upraw. Opracowywana metoda musiała pozwalać na identyfikację „zdarzeń”, które mogą wystąpić wielokrotnie w ciągu sezonu co wynikało z regulacji prawnych związanych z możliwością otrzymywania płatności bezpośrednich, które zależą od intensywności użytkowania tj. dopuszczalnej daty pierwszego koszenia, liczby koszeń w sezonie, a także stosowania nawozów. Badania udowodniły, że serie czasowe Sentinel-2 pozwalają na efektywne wykrywanie częstości i dat koszenia trawy oraz określenie przestrzennego zróżnicowania tych zabiegów. Wskazały też, że najbardziej istotnym czynnikiem utrudniającym prawidłową detekcję koszeń jest zachmurzenie, a mniejsze znaczenie mają piksele mieszane. Zwrócono również uwagę na konieczność zapewnienia wysokiej rozdzielczości czasowej danych, gdyż w przypadku koszenia trawy nawet tygodniowy brak obserwacji może sprawić, że zdarzenie nie zostanie wykryte. Natomiast rozdzielczość przestrzenną zobrażeń należy rozpatrywać w odniesieniu do charakterystyki krajobrazu, w szczególności fragmentacji krajobrazu lub występowania niewielkich działek, jak np. na obszarze Polskich Karpat. Przeprowadzone analizy pozwoliły na sformułowanie istotnych wniosków dotyczących porzucania ziemi. Bardzo niska intensywność użytkowania może świadczyć o tym, że grunty już zostały porzucone, a malejąca w czasie, że zostaną porzucone wkrótce. Można zakładać też, że grunty użytkowane intensywnie nie są w najbliższym czasie zagrożone porzuceniem.

Na podkreślenie zasługuje również fakt wykorzystania przez Habilitantkę w badaniach różnorodnych i zaawansowanych technik przetwarzania danych przestrzennych, od oprogramowania GIS i LiDAR poprzez technologie HPC, klastrów obliczeniowych przy użyciu języków programowania Python i R, oraz platformy Google Earth Engine, która znalazła zastosowanie w ostatniej pracy cyklu (Kolecka 2021). Badania przeprowadzono dla obszaru Polski z wykorzystaniem danych archiwalnych Landsat 5, 7 i 8 z lat 1986-2019. Analizę przeprowadzono na podstawie obrazów o nominalnym zachmurzeniu poniżej 80%, zarejestrowanych w okresie od 1 kwietnia do 31 października każdego roku (7322, 6058 i 2941, odpowiednio dla Landsat 5, 7 i 8). Zastosowana przez Habilitantkę metoda agregacji rejestracji do 33 rocznych obserwacji pozwoliła na wyeliminowanie problemu nieregularnych serii czasowych i brakujących obserwacji, spowodowanych głównie przez zachmurzenie. Zakładając, że stopniowy wzrost wskaźnika NDVI odpowiada rozwojowi roślinności, a jego wieloletni wzrost na obszarach w przeszłości użytkowanych rolniczo może świadczyć o porzuceniu ziemi i sukcesji roślinności, Habilitantka szukała zarówno istotnych statystycznie rosnących wieloletnich trendów nieliniowych metodą nieparametryczną w całym 33-letnim okresie jak i okresów stopniowego wzrostu NDVI w okresach krótszych, ale co najmniej pięcioletnich, które odniosła do map użytkowania ziemi na początku i końcu badanego okresu. Uzyskane wyniki ujawniły nowe aspekty problemu porzucania ziemi rolniczej w Polsce, wskazując procesy intensywnego zielenienia w największym stopniu dotyczące obszarów, które przestały być użytkowane rolniczo w badanym 33-letnim okresie oraz znajdując powiązanie z datami ważnych ze względów politycznych, społecznych i ekonomicznych wydarzeń w Polsce, w wyniku których nasiliły się zjawiska porzucania ziemi rolniczej. W pracy wykazano, że zielenienie może służyć jako wskaźnik porzucania ziemi, a zastosowana metoda może przyczynić się do poprawy jakości kartowania porzuconej ziemi rolniczej i, co niezwykle istotne, określenia momentu jej porzucenia. Wykorzystanie algorytmu LandTrendr pozwoliło na uzyskanie wyników, które dużo lepiej korespondują ze zjawiskiem sukcesji roślinności i porzucania ziemi niż metoda nieparametryczna, która uwzględnia także zielenienie będące skutkiem zjawisk globalnych, takich jak zmiany klimatu, koncentracji CO₂ i nawożenia.

Podsumowanie:

Osiągnięcie habilitacyjne jako całość oparte jest na bardzo bogatym materiale i dostarcza ważnych rezultatów zarówno w odniesieniu do analizowanych danych i opracowanych metod, a także pozwala znacznie poszerzyć wiedzę na temat samego zjawiska porzucania ziemi rolniczej w Polsce. Habilitantka konsekwentnie realizowała założony cel badań, przedstawiając w kolejnych pracach cyklu, opracowane metody wykorzystania danych teledetekcyjnych Big Data do określania przestrzennego zróżnicowania i dynamiki zmian pokrycia terenu wynikających z porzucania ziemi. Uzyskane przez nią wyniki niewątpliwie przyczyniły się do lepszego zrozumienia tego procesu a opracowane metody pozwalają na szersze zastosowania ogólnodostępnych danych teledetekcyjnych i zaimplementowanie ich na innych obszarach.

Należy podkreślić, iż realizacja tak ambitnie postawionego celu wymagała od dr Natalii Koleckiej zarówno nowatorskiego podejścia, wiedzy technicznej z zakresu fotogrametrii, teledetekcji lotniczej i satelitarnej, jak i bardzo precyzyjnego rozpoznania socjo-ekonomicznych przyczyn zjawiska porzucania ziemi a także zagadnień przyrodniczych obejmujących różnorodne uwarunkowania i oddziaływania środowiskowe w różnych skalach przestrzennych. Wymagała również dobrej znajomości aparatu matematycznego i metod statystycznych oraz zastosowania różnorodnych technik informatycznych a przede wszystkim, co chciałabym uwypuklić, wymagała ogromnego nakładu pracy.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe habilitantki uważam:

- (1) zwiększenie wiedzy na temat przebiegu, charakteru, skali zjawiska porzucania ziemi w Polsce oraz jego wpływu na środowisko naturalne, który powinien być uwzględniany w zrównoważonym gospodarowaniu zasobami leśnymi i obszarami rolniczymi oraz świadomym kształtowaniu polityki rolnej;
- (2) opracowanie rozwiązań metodycznych i algorytmów przetwarzania danych teledetekcyjnych Big Data z zastosowaniem różnych technologii obliczeniowych, dające możliwość ich integracji i implementacji do różnych skal przestrzennych i szczegółowości opracowań w badaniach porzucania ziemi;
- (3) opracowanie cyfrowych map sukcesji roślinności i porzuconej ziemi rolniczej w Polskich Karpatach i map wieloletniego zielenienia obejmujących obszar całego kraju, które mogą być wykorzystane przez jednostki administracji publicznej, instytucje naukowe i sektor komercyjny m.in. do aktualizacji ewidencji i klasyfikacji użytkowania gruntów, planowania przestrzennego, monitorowania zmian pokrycia terenu (w szczególności długoterminowego).

Reasumując stwierdzam, że koncepcja przeprowadzonych badań oraz ich realizacja była od strony warsztatowej prawidłowa i na bardzo wysokim poziomie naukowym a uzyskane wyniki mają charakter aplikacyjny. Niewielki rozstęp czasowy ukazywania się poszczególnych publikacji tworzących cykl dowodzi, że są one efektem zaplanowanego procesu, a postawiony cel był konsekwentnie realizowany. Lektura publikacji nie pozostawia też wątpliwości w kwestii monotematycznego charakteru cyklu. **Uważam, że przedstawiony cykl publikacji jest osiągnięciem naukowym w pełni spełniającym warunki oczekiwane od rozprawy habilitacyjnej, stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej i może być podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.**

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Dorobek Habilitantki przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora obejmuje jeden artykuł z listy JCR znajdujący się w bazie Web of Science oraz dziewięć publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych.

Dorobek Habilitantki po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje 13 artykułów z listy JCR znajdujących się w bazie Web of Science (w tym sześć stanowiących podstawę wniosku habilitacyjnego), czternaście publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych oraz dwa rozdziały w monografiach. W publikacjach z listy JCR nie wchodzących w skład cyklu, tylko w dwóch wkład Habilitantki był znaczący, zaś w pięciu wynosił 5 %.

Artykuły z listy JCR, opublikowane w dobrych lub bardzo dobrych czasopismach branżowych, doczekały się sumarycznie 316/267 cytowań w bazie Web of Science (stan w dniu 19.11.2021). Pozostałe parametry bibliometryczne tych prac to Index h (Hirscha): 10, sumaryczny impact factor: 40,134, liczba punktów wg listy MEiN: 1350. Dane bibliometryczne Habilitantki sprawdzone przez recenzenta w bazie Web of Sciences w dniu 04.08.2022 r. przedstawiają się następująco: liczba dokumentów: 14; liczba cytowań: 353/333; h-index: 10.

Należy podkreślić bardzo szeroki zakres zainteresowań naukowych Habilitantki. Poza badaniami dotyczącymi porzucania ziemi, które stanowią główny nurt badawczy, do zainteresowań dr Natalii Koleckiej należą również: problematyka wykorzystania fotografii naziemnej i skaningu laserowego jako źródeł danych przestrzennych o obszarach górskich, metody opracowywania, dokładności i szczegółowości numerycznych modeli terenu, analizy przestrzenne, kartografia i wizualizacja danych przestrzennych oraz programowanie (MATLAB, Python). Wiele opublikowanych badań ma charakter eksperymentalny i aplikacyjny, a ich efektem było opracowywanie nowych rozwiązań metodycznych w badaniach geograficznych.

Pasje badawcze związane z fotogrametrią, skanowaniem laserowym, numerycznymi modelami terenu i obszarami góorskimi posłużyły Habilitantce do badania: zmian pokrycia i użytkowania terenu w Polskich Tatrach, opracowania metody generowania ortofotografii z niemetrycznych zdjęć naziemnych i pozyskiwania z nich metrycznych danych przestrzennych, zasilających bazy danych GIS, opracowania algorytmów i narzędzi obliczeniowych wykorzystanych do kartowania lawin śnieżnych, w szczególności do określania lokalizacji i właściwości uwalnianych mas śniegu, co pozwoliło na ulepszenie narzędzi automatycznej detekcji obszarów startowych oraz kalibrowania modeli numerycznych symulujących proces spływu lawin. Metody fotogrametrii naziemnej zostały wykorzystane do tworzenia numerycznych modeli terenu m.in. turni Mnich w Tatrach w otoczeniu Morskiego Oka, ścian wspinaczkowych na terenie kamieniołomu Zakrzówek w Krakowie, czy granitowych głazów w Tatrach, a także do kartowania grubości pokrywy śnieżnej w Dolinie Pięciu Stawów w Tatrach, co było jedną z pierwszych tego typu prac w Polsce i Europie w erze fotogrametrii cyfrowej. Habilitantka zajmowała się także weryfikacją dokładności modeli terenu o zasięgu globalnym, takich jak SRTM i ASTER. Znaczącym osiągnięciem było opracowanie algorytmów do wykonywania morfologicznej analizy kształtu bardzo stromych, urwistych i przewieszonych stoków (ang. Steep Slope Model), bazujących na geometrii modelu terenu w postaci siatki trójkątów, które zostało nagrodzone na międzynarodowym sympozjum naukowym (nagroda za najlepszy poster). Wykonała również liczne analizy w środowisku GIS i modelowała ukształtowanie terenu na obszarach wysokogórskich w ramach współpracy w badaniach kierowanych przez innych naukowców. Dużą wagę przykładała również do kwestii wizualizacji danych przestrzennych, zarówno

w postaci klasycznych map, jak i za pomocą wirtualnej rzeczywistości, technik anaglifowych i stereoskopowych, technik lentikularnych i modeli przestrzennych drukowanych na drukarkach 3D.

Habilitationka przed uzyskaniem stopnia doktora była laureatem dwóch prestiżowych stypendiów województwa małopolskiego dla doktorantów (Doctus, 2008 i Małopolskie Stypendium Doktoranckie 2009) oraz trzech stypendiów dla wyróżniających się doktorantów (2011-13), a także dotacji projakościowej Uniwersytetu Jagiellońskiego dla uzdolnionych doktorantów. Po uzyskaniu stopnia doktora uzyskała dwie nagrody zespołowe I stopnia JM Rektora UJ za wybitne osiągnięcia naukowe (2016, 2018).

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt prowadzenia przez Habilitationkę intensywnej współpracy międzynarodowej z instytucjami naukowymi (głównie ze Szwajcarii, Austrii i Holandii), w postaci udziału w międzynarodowych projektach badawczych oraz uczestnictwa w stażach naukowych. Jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora, w ramach programu CEPUS Habilitationka spędziła miesiąc w West University of Timisoara w Rumunii oraz łącznie trzy miesiące w Centre for Geoinformatics (Z_GIS), University of Salzburg w Austrii. Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowała współpracę z Centre for Geoinformatics (Z_GIS), University of Salzburg w Austrii, gdzie spędziła kolejne dwa miesiące oraz łącznie aż osiem miesięcy na stażach w Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL w Birmensdorf w Szwajcarii. Nawiązane kontakty zaowocowały członkostwem dr N. Koleckiej w sieci naukowej Science for the Carpathians (S4C) oraz Blue-Green Biodiversity Initiative (Eawag, WSL). Od 2012 r. stale współpracuje ze naukowcami z Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL: początkowo w projekcie FORECOM, a następnie w ramach pełnoetatowych kontraktów jako specjalista GIS i teledetekcji. W latach 2017-2018 była zatrudniona jako pełnoetatowy wykonawca w prestiżowym projekcie GLOLAND – Integrating human agency in global-scale land change models (grant ERC-SG-SH3 - ERC Starting Grant - Environment and society, FP7-IDEAS-ERC no. 311819) a obecnie na stanowisku Remote Sensing Researcher w interdyscyplinarnym projekcie RESTORE – Restorative potential of green spaces in noise-polluted environments (www.restore-project.ch).

W latach 2012-2018 Habilitationka była koordynatorem jednego z głównych zadań dotyczącego oszacowania skali porzucania ziemi rolniczej i sukcesji lasu z wykorzystaniem danych ALS w projekcie międzynarodowym *FORECOM – Zmiany powierzchni lasów w regionach górskich: przyczyny, trajektorie oraz skutki*, a także kierownikiem grantu krajowego Narodowego Centrum Nauki Miniatura, pt. Porzucanie gruntów rolnych na podstawie zobrażeń satelitarnych Sentinel-2 w latach 2019-2020. Łącznie brała udział w 4 międzynarodowych i 4 krajowych projektach badawczych.

Dr Natalia Kolecka czynnie uczestniczyła także w międzynarodowych (13) i krajowych (9) konferencjach naukowych, prezentując wyniki własnych badań w wystąpieniach (11) i na posterach (15). Pozytywnie należy ocenić również aktywność Habilitationki jako recenzenta. Łącznie wykonała 13 recenzji dla renomowanych czasopism, takich jak: Remote Sensing (4), Sustainability (3), Agriculture (2), Land (2) oraz International Journal of Geo-Information (1) i Geoscience and Remote Sensing Letters (1).

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

W latach 2007-2020 w ramach działalności dydaktycznej w IGiGP UJ Habilitationka prowadziła ćwiczenia a od 2012 roku również wykłady z przedmiotów z zakresu teledetekcji, GIS i programowania na studiach I i II stopnia oraz na studiach podyplomowych (UNIGIS). Opracowała także od podstaw treści nowych kursów: Pozyskiwanie danych geograficznych i Infrastruktury

Informacji Przestrzennej i Programowanie w GIS oraz była promotorem dwóch prac magisterskich a także recenzentem dwóch prac magisterskich. Była również czynnie zaangażowana w realizację projektów dydaktycznych: dwóch międzynarodowych (TEMPUS CARDS Joint European Project „Geographic Information Science and Technology in Croatian Higher Education” oraz Innovation in Remote Sensing Education and Learning (IRSEL)) a także dwóch krajowych (Technologie informacji geograficznej w gospodarce przestrzennej: innowacyjne studia w odpowiedzi na potrzeby rynku (e-Geo) i Zintegruj – Kompleksowy Program Rozwoju Uniwersytetu Jagiellońskiego).

Brała udział w organizacji 4 międzynarodowych i 2 krajowych konferencji naukowych (jako członek komitetów organizacyjnych, a także sekretarz komitetu organizacyjnego) oraz imprez promujących geografię i GIS: Dzień Geografa, Krakowski Dzień GIS. Wykonane przez Habilitantkę lentikularne pocztówki tatrzańskie i pierwszy wydrukowany w technice 3D, szczegółowy trójwymiarowy model Kościelca, a także fotografie stereoskopowe wykonywane podczas turystyki w Tatrach i generowane na ich podstawie obrazy anaglifowe były niejednokrotnie częścią ekspozycji podczas Dni Nauki w Krakowie.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż dr Natalia Kolecka „wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej” (art. 219 ust. 1 pkt 3) a tym samym spełnia warunek zawarty w „Ustawie o szkolnictwie wyższym i nauce”. Świadczy o tym aktywna i wielopłaszczyznowa współpraca naukowa Habilitantki z badaczami z licznych instytucji zarówno krajowych jak i zagranicznych realizowana zarówno w ramach projektów naukowych, zatrudnienia w tych instytucjach a także wspólnej działalności publikacyjnej.

Badania przedstawione w cyklu prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne oraz pozostała aktywność naukowa, dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska Habilitantki spełniają kryteria określone w artykule 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Mogą zatem stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie Nauk o Ziemi i Środowisku. Z pełnym przekonaniem wnoszę o dopuszczenie pani dr Natalii Koleckiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

