

Przyjmij pod względem formalnym

15.03.2024

Olsztyn, 07 marca 2024 r.

Dr hab. inż. Elżbieta Lewandowicz, prof. UWM
Katedra Geoinformacji i Kartografii
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie



**Recenzja dorobku naukowego i aktywności naukowej dr inż. Iwony Kaczmarek,
kandydatki do uzyskania stopnia doktora habilitowanego,
sporządzona przez dr hab. inż. Elżbietę Lewandowicz, profesora uczelni
UWM w Olsztynie**

1. Informacja ogólna o kandydatce

Habilitantka, dr inż. Iwona Kaczmarek, jest obecnie adiunktem w Instytucie Gospodarki Przestrzennej Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W dniu 4 listopada 2014 roku uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie: ochrona i kształtowanie środowiska, nadany uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Pracę zawodową kontynuuje w macierzystej uczelni. Obecnie pełni funkcje zastępcy Dyrektora Instytutu Gospodarki Przestrzennej Wydziału Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Habilitantka, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej (RDN), w dniu 27 września 2023 r., złożyła wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport (ILGiT). RDN na posiedzeniu w dniu 7 grudnia 2023 r., powołała mnie na recenzenta przedłożonej rozprawy.

2. Podstawa prawna opracowania recenzji

Recenzję wykonano na podstawie umowy o dzieło z dnia 22 stycznia 2024 r., o sporządzenie recenzji habilitacyjnej Nr 1160/00026/2024, zleconej przez Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej. Wykonując recenzję uwzględniono wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 poz. 574 ze zm.). Podstawą wykonania recenzji była udostępniona dokumentacja wniosku dr inż. Iwony Kaczmarek.

3. Ocena osiągnięć naukowych habilitanta, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynierii Lądowej Geodezji i Transportu (ILGiT)

Dr inż. Iwona Kaczmarek zaprezentowała osiągnięcia naukowe w formie cyklu czterech publikacji, pod wspólnym tytułem „**Metody pozyskiwania, przetwarzania i analizy informacji przestrzennej z wykorzystaniem uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego na przykładzie planów zagospodarowania przestrzennego**”:

1. **Kaczmarek I**, Iwaniak A, Świetlicka A, Piwowarczyk M, Nadolny A. A machine learning approach for integration of spatial development plans based on natural language processing. *Sustainable Cities and Society*. 2022; 76:1–14. doi:10.1016/j.scs.2021.103479 IF2022:11,7 Punktacja MEiN: 100
2. **Kaczmarek I**. Transforming text into knowledge graph: Extracting and structuring information from spatial development plans. *Open Geosciences*. 2023; 15:1–16. doi:10.1515/geo-2022-051 IF2022:2,0 Punktacja MEiN: 40
3. **Kaczmarek I**, Iwaniak A, Świetlicka A. Classification of Spatial Objects with the Use of Graph Neural Networks. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2023; 12:1–17. doi:10.3390/ijgi12030083 IF2022 * :3,4 Punktacja MEiN: 100
4. **Kaczmarek I**. Spatial objects classification using machine learning and spatial walk algorithm. *Open Geosciences*. 2023; 15:1–13. doi:10.1515/geo-2022-0542 IF2022 * :2,0 Punktacja MEiN: 40

Prace opublikowane zostały w latach 2021 - 2023. Dwie publikacje zostały wykonane w 3 - 4 osobowych zespołach naukowych, kolejne dwie samodzielnie. Wkład habilitantki w prezentowanych publikacjach współautorskich był przeważający (55% i 60%) . Wskaźnik Impact Faktor wydawnictw wynosił odpowiednio: 11,7; 2,0; 3,4; 2,0. Suma liczby punktów ministerialnych, za publikacje w przedstawionym cyklu publikacji, wynosi 280.

3.1. Przedmiot i problematyka głównego osiągnięcia naukowego

Cykl czterech publikacji, pod wspólnym tytułem, „**Metody pozyskiwania, przetwarzania i analizy informacji przestrzennej z wykorzystaniem uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego na przykładzie planów zagospodarowania przestrzennego**”, podejmuje tematykę badań bardzo oczekiwaną w procesie cyfryzacji planów zagospodarowania przestrzennego.

Dyrektywa Unii Europejskiej INSPIRE z 2010 roku zobowiązała kraje członkowskie do budowy krajowych Infrastruktur Informacji Przestrzennej (IIP). Zgodnie z wymogami budowanej IIP, planowanie i zagospodarowanie przestrzenne, określono jako składnik budowanej IIP i zaliczone je do czwartej grupy tematycznej (4/21). Krajowa IIP została wykonana w głównych tematach dziedzinowych. W planowaniu przestrzennym, do realizacji wymagań IIP, przystąpiono w 2021 r.,

poprzez wydanie rozporządzenia¹ i w latach kolejnych, poprzez zmianę ustawy² o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, wprowadzając pierwsze standardy, mając na celu budowę podstaw jednolitego Rejestru Urbanistycznego, w postaci bazy danych obiektów wektorowych, opisanych atrybutami. Takie zapisy wymuszają przeniesienie danych z klasycznych planów zagospodarowania przestrzennego, tworzonych w postaci rysunku i opisu, do sformalizowanych struktur bazodanowych.

Tym samym, obiektem badań habilitantki są części opisowe i graficzne (obrazy planów) planów zagospodarowania przestrzennego, które należy przetworzyć do formy bazodanowej, zawierającej obiekty graficzne opisane atrybutami.

3.2. Cel pracy, metody realizacji

W autoreferacie habilitantka definiuje dwa obszary badań i dwie hipotezy. Związane są z różnymi formami, częściami składowymi planów. Pierwszy obszar wiąże się z przetwarzaniem, analizowaniem i strukturalizacją informacji zawartej w części opisowej planu. Drugi, z analizą przestrzenną sąsiedztwa obiektów, związaną z klasyfikacją obiektów w części graficznej planu.

W oparciu o cel główny, określono cztery cele szczegółowe, wskazujące na:

1. konieczność opracowania i implementacji algorytmów do przeprowadzenia harmonizacji i klasyfikacji przeznaczenia terenu w planach zagospodarowania przestrzennego,
2. rozwinięcie technik umożliwiających pozyskiwanie kluczowych informacji z uchwał planów zagospodarowania przestrzennego,
3. wykorzystanie technologii semantycznych do stworzenia grafu wiedzy i ontologii, do analizy danych planistycznych,
4. przeprowadzenie eksperymentów w celu oceny efektywności algorytmów uczenia maszynowego, przy różnej prezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych.

W oparciu o przyjęte cele, zdefiniowano dwie główne hipotezy wiążące się z przyjętymi metodami badawczymi. Pierwsza stanowi, że techniki uczenia maszynowego i metody przetwarzania języka naturalnego, pozwolą na automatyzację procesu pozyskania i strukturalizację informacji przestrzennej, z planów zagospodarowania przestrzennego. Druga hipoteza zakłada, że informacja o przestrzennym

¹ Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r., które wprowadza m.in. standard klasyfikacji przeznaczenia terenu do projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

² Ustawa z dnia 7 lipca 2023 r. o zmianie ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz niektórych innych ustaw

sąsiedztwie obiektów w procesie uczenia maszynowego, przyczyni się do zwiększenia efektywności zaplanowanego procesu.

Podjęte przez habilitantkę prace badawcze, wskazują wstępne metody przeprowadzenia modernizacji istniejących planów z części opisowej i obrazu graficznego, do nowych form. Obejmują one metody ujednolicenia klasyfikacji form użytkowania gruntów w istniejących planach i opisanie ich pozyskanymi wskaźnikami. Tym samym uzasadniam, że podjęty temat badawczy i przyjęte metody badawcze są aktualne i potrzebne.

W publikacjach habilitantka definiuje cele szczegółowe:

1. integracja planów zagospodarowania przestrzennego poprzez analizę i klasyfikację ich treści tekstowych,
2. badanie nad automatycznym wydobywaniem informacji z planów zagospodarowania przestrzennego oraz budową wykresu wiedzy

3.2. Ocena uzyskanych wyników

Wyniki prezentowane w pierwszej publikacji z cyklu habilitacyjnego, wiążą się z analizą tekstu z części opisowej planu zagospodarowania terenu. Wykonane eksperymenty polegały na przetwarzaniu języka naturalnego, w celu analizy, grupowania i klasyfikacji tekstu, w celu określenia klasyfikacji form użytkowania gruntów. Istotny problem w realizacji badań wynikał z charakteru języka polskiego, jako języka fleksyjnego. Prezentowane wyniki eksperymentów, polegające na testowaniu algorytmów uczenia maszynowego (nadzorowanego i nienadzorowanego) technik uczenia głębokiego, pozwoliły na wybór metody klasyfikacji tekstu, z zastosowaniem odpowiedniego klasyfikatora. Wyniki pozwoliły zastąpić ręczne mapowanie kategorii form użytkowania gruntów i wpisywanie tych kategorii do modelu koncepcyjnego.

Drugi problem naukowy wiązał się z brakiem standardów w planowaniu przestrzennym i stosowaniem różnych form klasyfikacji gruntów w istniejących planach. Integracja tych różnych, niezależnych planów, byłaby trudna. Habilitantka zaproponowała integrację i harmonizację planów za pomocą innowacyjnej metody, z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji. Tym samym zaproponowała możliwość analizy zintegrowanych danych planistycznych w skali np. powiatu województwa czy kraju.

Habilitantka, w drugiej publikacji cyklu, kontynuuje badanie części opisowej planu zagospodarowania przestrzennego. Proponuje wydobywanie informacji z dokumentów planistycznych i tworzenie grafu wiedzy. Tym razem celem jest wydobywanie wiedzy opisującej obszary planistyczne, za pomocą wskaźników i parametrów i uporządkowanie tych danych, w grafie wiedzy. Wstępne metody

badawcze opierały się na modelu NER (Named Entity Recognition), który wiąże się z wieloma algorytmami i podejściami do identyfikacji i z wyizolowaniem segmentów tekstu i nadaniem im etykiet. Habilitantka oparła się na modelach opartych na głębokim uczeniu. Realizacja opierała się na przygotowanych danych szkoleniowych. Wydobyte wskaźniki, parametry, powiązywano z podmiotami. Całość zaprezentowano w grafie wiedzy, przy opracowanej ontologii i prezentacji informacji. Dodatkowo, zaproponowano i zaprezentowano, możliwość wzbogacania danych przestrzennych, o wydobyte atrybuty, dla przykładowych danych planistycznych. W badaniach rozwinięto standardowe metody NER, nie tylko wydobyto nazwy podmiotów, ale je zorganizowano, dając możliwość wykonania analiz.

W trzeciej publikacji, habilitantka prezentuje udoskonalony proces klasyfikacji terenów planistycznych, poprzez uwzględnienie informacji o sąsiedztwie, z wykorzystaniem grafowych sieci neuronowych (GNN). Proponuje wykorzystanie informacji graficznej planu, przedstawionej za pomocą obiektów wektorowych – poligonowych. Sąsiedztwo poligonów zapisano w grafie, gdzie węzły prezentują poligony jako obszary planistyczne, a krawędzie sąsiedztwa obszarów. W udoskonalonym algorytmie, wykorzystano macierzowy zapis sąsiedztwa. Tym razem wykonano eksperymenty związane z danymi uczącymi: długością tekstów i zawartością danych. W danych szkoleniowych przyjęto 8 klas użytkowania gruntów, związanych między innymi z: rolnictwem, komunikacją, infrastrukturą, leśnictwem, mieszkalnictwem, (...) obszarami naturalnymi, produkcją i usługami. Ocenę klasyfikacji terenów planistycznych wykonano w oparciu o trzy metody: na podstawie tekstu (zgodnie z wynikami z publikacji 1 i 2 cyklu), na podstawie tekstu i macierzy sąsiedztwa (z uwzględnieniem wag sąsiedztwa). Eksperymenty przeprowadzono dla czterech struktur sieci neuronowych: GAT, ARMA, Czebyszew i GraphSage. Porównano wyniki eksperymentów, oceniono dokładność i jakość modeli, z uwzględnieniem długości dokumentów tekstowych. Zaproponowana trzecia metoda klasyfikacji wykorzystująca grafowe sieci neuronowe (GNN) i macierze sąsiedztwa, okazała się najskuteczniejsza.

W czwartej publikacji habilitantka prezentuje kontynuację badań, związanych z poszukiwaniem najbardziej efektywnej metody klasyfikacji terenów planistycznych, z wykorzystaniem sąsiedztwa obiektów w procesie klasyfikacji z zastosowaniem grafowej sieci neuronowej (GNN). W eksperymentach przyjęto metodę prezentowaną w publikacji 2 i 3, do porównania z nową propozycją wykorzystania danych topologicznych. W oparciu o dane sąsiedztwa, generuje ścieżki z wykorzystaniem autorskiego algorytmu ścieżek przestrzennych, tzw. spacial walk. Rozwiązanie, w trzeciej publikacji, uwzględnia cechy sąsiedztwa węzłów, a w czwartej uwzględnienia aspekty przestrzenne odległości. Wyniki klasyfikacji wykazały większą skuteczność czwartej metody, w porównaniu z metodami wcześniej prezentowanymi. Prezentują to metryki (F1-score) zastosowane do oceny klasyfikacji obiektów przestrzennych.

3.3. Komentarze, uwagi, pytania recenzenta

Publikacje 1-2 opierają się na badaniach części opisowych planów zagospodarowania przestrzennego. Habilitantka wykorzystuje powszechnie znane metody w ustrukturyzowaniu tekstu. Narzędzia te stosuje się przy tworzeniu modelu danych na podstawie tekstu, przy budowie struktury danych w zunifikowanym języku modelowania UML (Unified Modelling Language). Zastosowanie tych metod do części opisowej jest uzasadnione. W publikacjach 3-4, badania wiążą się z analizowaniem części opisowych planów, wraz z danymi topologicznymi obiektów wektorowych, pozyskanych z części graficznej planów. Jako dane treningowe, przyjęto rysunki wektorowe, w postaci obiektów planistycznych, opisanych odniesieniami do części opisowej. Opracowana metoda klasyfikacji obiektów przestrzennych, za pomocą grafowych sieci neuronowych, ma na celu wspieranie procesu standaryzacji w planach przestrzennych, w przyszłej klasyfikacji użytkowania gruntów. Czy może to znaleźć zastosowanie, do klasyfikacji gruntów, na bazie katastralnych danych wektorowych, bez korzystania z graficznych części planów? Czy muszą być wyznaczone obszary planistyczne?

3.4. Podsumowanie osiągnięć naukowych habilitantki

Habilitantka, w badaniach związanych z planami zagospodarowania przestrzennego, wprowadza interdyscyplinarne narzędzia związane z analizą tekstu, głębokim uczeniem, sztuczną inteligencją. Proponuje nowe metody przetwarzania informacji przestrzennej, zawartej w planach zagospodarowania przestrzennego. Podjęte badania habilitantki dają nadzieję na przyspieszenie realizacji wymogów INSPIRE w planowaniu przestrzennym w Polsce.

Uważam prezentowane osiągnięcia za istotne, oceniam pozytywnie.

4. Ocena aktywności naukowej habilitantki

W ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w rozdziale 3, art. 219 ust. 1 pkt 3, zapisano, że stopień doktora habilitowanego można nadać osobie, która wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej (...) w szczególności zagranicznej.

Habilitantka przed uzyskaniem stopnia doktora opublikowała 11 prac naukowych, a po doktoracie kolejnych 12 publikacji. Z tych 23 pozycji, 21 ma odniesienie do punktacji MEiN (MNiSW).

Aktywność naukowa habilitantki oceniona za pomocą wybranych wskaźników, jest zadowalająca:

- Liczba publikacji – JCR – 7; Scopus -13; Google Scholar - 47: autoreferat habilitantki - 31,
- Wygłoszone referaty na konferencjach - 27,
- Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych – JCR 24.2 ,
- Liczba punktów publikacji naukowej według list MNiSW oraz MEiN - 638,

- Indeks Hircha - Scopus - 6; Google Scholar – 9,
- Liczba cytowań bazy Scopus - 68; Google Scholar – 248.

Habilitantka wskazuje na uczestnictwo w projektach badawczych, w dwóch w roli kierownika i w 9, jako wykonawca.

Habilitantka, przytacza siedem uczelni, z którymi aktywnie współpracowała i współpracuje. Jest to pięć uczelni zagranicznych: w RPA, USA, Niemczech, Grecji, Hiszpanii. Były to - wizyta studyjna na University of Münster w Niemczech, wspólne badania z University of Pretoria w RPA, w projekcie „Społecznościowa informacja przestrzenna dla infrastruktury danych przestrzennych i Geoportalu”, staż miesięczny w Department of Geography, San Diego State University (USA), dwumiesięczny staż w Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences w Bratysławie (Słowacja) i miesięczny staż w Department of Geography, San Diego State University (USA). Aktywność naukowa habilitantki przy współpracy z wymienionymi uczelniami zagranicznymi, obejmowała badania realizowane w ramach wspólnych projektów badawczych. Obecnie prowadzi istotną współpracę naukową z Politechniką Wrocławską i Politechniką Poznańską, w zakresie wykorzystania sztucznej inteligencji i przetwarzania języka naturalnego.

Od 2021 r. pełni funkcję kierownika (ze strony Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu) międzynarodowego projektu badawczego "Economy bY spacE (EYE)", realizowanego w ramach programu HORYZONT 2020. W ramach tego projektu realizuje współpracę z zespołami badawczymi z Uniwersytetu Complutense w Madrycie, University of Thessaly oraz University of Rome Tor Vergata. Habilitantka wykazuje działalność w międzynarodowej organizacji International Cartographic Association (ICA), Commission on SDI and Standards.

Aktywność naukową habilitantki oceniam pozytywnie.

5. Konkluzja

W oparciu o zapisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, art. 219 ust. 1, punkty 2 i 3, po analizie przedłożonej dokumentacji, zapoznaniu się z osiągnięciami przedstawionymi w cyklu publikacji i z całym dorobkiem naukowym habilitantki dr. inż. Iwony Kaczmarek, stwierdzam, że wymagania kandydata do stopnia tytułu doktora habilitowanego zostały spełnione. Przedstawione do oceny dzieło, w postaci serii publikacji, jak i ogólny dorobek naukowy, realizowany w zespołach badawczych, odpowiada wymaganiom zawartym w ustawie. Dorobek stanowi znaczny wkład habilitantki w określenie metod pozyskiwania informacji przestrzennej, przydatnej do transformacji i harmonizacji planów zagospodarowania przestrzennego, z klasycznych form, do postaci obiektów w cyfrowym Rejestrze Urbanistycznym. Wniósł on znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, gdyż zaprezentowane metody mogą

być zaimplementowane powszechnie do działań związanych z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i analizą informacji przestrzennej.

Osiągnięcia naukowe dr inż. Iwony Kaczmarek i aktywność naukowa habilitantki, ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego, odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 poz. 574 ze zm.).

Złożony przez dr inż. Iwonę Kaczmarek wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, oceniam pozytywnie i popieram. Wnoszę o dalsze procedowanie.



Dr hab. inż. Elżbieta Lewandowicz, profesor uczelni