

**Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria
Lądowa, Geodezja i Transport
Politechnika Warszawska**
Plac Politechniki 1
00-661 Warszawa
(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)

za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Iwona Kaczmarek
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Gospodarki Przestrzennej
ul. Grunwaldzka 55, 50-357 Wrocław
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 27 września 2023

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w
dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie¹ **inżynieria lądowa,
geodezja i transport**

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie
stopnia doktora habilitowanego:

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod tytułem:
**Metody pozyskiwania, przetwarzania i analizy informacji przestrzennej
z wykorzystaniem uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego
na przykładzie planów zagospodarowania przestrzennego**

Wnioskuje – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała
uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~tajnym~~/jawnym^{*2}

Zostałem poinformowany, że:

*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w
sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej
z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

.....*Wojciech Kaczmarski*.....
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy.
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
3. Autoreferat przedstawiający opis działalności naukowo-badawczej.
4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.
5. Kopie powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe.
6. Oświadczenia współautorów prac zbiorowych, stanowiących część cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, wskazujących na ich wkład w powstanie danej pracy.
7. Kopie dokumentów potwierdzających odbycie staży naukowych.
8. Kopie dokumentów potwierdzających pełnienie funkcji kierownika w projektach badawczych.
9. Wersja elektroniczna wniosku wraz z załącznikami (2 nośniki pendrive)

AUTOREFERAT

Załącznik nr 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

DR INŻ. IWONA KACZMAREK

Iwona Kaczmarek

Spis treści

1. Imię i nazwisko.....	2
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	2
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.	2
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).	3
4.1.Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników	5
4.1.1.Wstęp	5
4.1.2. Szczegółowy opis osiągniętych wyników	10
4.1.3. Podsumowanie osiągnięć	27
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	29
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	31
6.1. Doświadczenie dydaktyczne	31
6.2. Doświadczenie organizacyjne.....	32
6.3. Doświadczenie w zakresie popularyzacji nauki.....	33
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej.	34
8. Syntetyczne zestawienie dorobku.....	37

1. Imię i nazwisko

Iwona Kaczmarek

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- 2014** Doktor nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie i ochrona środowiska, specjalność: gospodarka przestrzenna (z wyróżnieniem)
Tytuł pracy: *Integracja danych środowiskowych i planistycznych z wykorzystaniem metadanych i ontologii w procesie wdrażania INSPIRE*
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
- 2006-2008** Magister na kierunku gospodarka przestrzenna, specjalność: Planowanie przestrzenne (ukończone z wynikiem bardzo dobrym)
Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury
- 2002-2006** Inżynier na kierunku gospodarka przestrzenna
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
- Inne formy edukacji**
- 2009-2010** Studia podyplomowe „Systemy Informacji o Terenie i Pomiary GPS”,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
- 2007-2008** Studia podyplomowe „Wycena nieruchomości”,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

- Od 01.10.2023** Z-ca Dyrektora Instytutu Gospodarki Przestrzennej, Wydział Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
- 01.10.2015 - obecnie** Adiunkt w Instytucie Gospodarki Przestrzennej, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

10.01.2012- Asystent w Katedrze Gospodarki Przestrzennej (obecnie Instytut
30.09.2015 Gospodarki Przestrzennej), Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

Jako główne osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny **inżynieria lądowa, geodezja i transport**, będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, przedstawiam autorski cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pn.:

Metody pozyskiwania, przetwarzania i analizy informacji przestrzennej z wykorzystaniem uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego na przykładzie planów zagospodarowania przestrzennego

Na cykl składają się następujące publikacje:

- [P.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

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu całościowej koncepcji badań oraz zaprojektowaniu eksperymentów, pozyskaniu i przygotowaniu danych, przygotowaniu i testowaniu opracowywanych algorytmów, walidacji i analizie wyników oraz ich interpretacji, przygotowaniu części rysunków, nadzoru nad całością prac związanych z przygotowaniem wyników badań do publikacji, przygotowaniu wstępnej wersji i znaczącej większości tekstu publikacji.

Mój udział wynosi 55%.

- [P.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-2022-0513

IF₂₀₂₂^{*}:2,0 Punktacja MEiN: 40

Całkowity udział w publikacji 100%.

- [P.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

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu całościowej koncepcji i zaprojektowaniu eksperymentów, pozyskaniu i przygotowaniu danych, opracowaniu i testowaniu opracowywanych metod, walidacji i analizie wyników oraz ich interpretacji, wizualizacji i prezentacji wyników, przygotowaniu wstępnej wersji i znaczącej większości tekstu publikacji.

Mój udział wynosi 60%.

- [P.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

Całkowity udział w publikacji 100%.

We wszystkich wyżej wymienionych publikacjach mój udział był wiodący.

Sumaryczny Impact Factor wyżej wymienionych publikacji wynosi: **19,1**

Sumaryczna liczba punktów MEiN wynosi: **280**

Kopie powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe znajdują się w załączniku nr 5.

Kopie oświadczeń współautorów prac [P.1] i [P.3], wskazujących na ich wkład w powstanie danej pracy znajdują się w załączniku nr 6.

^{*} Dla publikacji z roku 2023 przyjęto wartości wskaźnika Impact Factor za rok 2022 (najbardziej aktualne dostępne dane).

4.1. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników

4.1.1. Wstęp

W ostatnich latach zaawansowane metody sztucznej inteligencji, a w szczególności metody uczenia głębokiego, są coraz szerzej wykorzystywane w dziedzinie geoinformacji w celu efektywnej analizy, modelowania i przetwarzania danych przestrzennych. Metody te pozwalają na lepsze zrozumienie ogromnej ilości różnorodnych danych i stają się skuteczne w wydobywaniu pełnej wiedzy z tych informacji. Niewątpliwą zaletą wykorzystania algorytmów sztucznej inteligencji jest ich zdolność do wykrywania wzorców i powiązań w danych, które są skomplikowane lub wręcz nieosiągalne do zidentyfikowania przy użyciu tradycyjnych metod.

Ostatnie przykłady zastosowań sztucznej inteligencji w dziedzinie geoinformacji obejmują m.in. wykrywanie cech terenu na podstawie danych teledetekcyjnych [1], identyfikację obiektów przestrzennych [2], ekstrakcję informacji ze skanowanych map historycznych [3], semantyczną klasyfikację (np. chmury punktów LiDAR) [4] czy też prognozowanie ruchu drogowego [5]. Z kolei zaawansowane techniki przetwarzania języka naturalnego wykorzystujące uczenie głębokie umożliwiają ekstrakcję informacji geograficznej z nieustrukturyzowanych danych tekstowych, takich jak np. artykuły prasowe czy strony Wikipedii [6]. Równocześnie technologie sieci semantycznych, w tym koncepcja danych powiązanych (ang. linked data) czy też ontologie wykorzystywane są do poprawy wyników wyszukiwania informacji geograficznej oraz budowy zaawansowanych grafów wiedzy [7]. Mogą również służyć do semantycznego wzbogacania usług dla potrzeb budowy infrastruktury informacji przestrzennej [8].

Potencjał wykorzystania metod sztucznej inteligencji w dziedzinie geoinformacji doprowadził do narodzin nowego, dynamicznie rozwijającego się obszaru badań nazywanego GeoAI (ang. Geospatial Artificial Intelligence) [9]. Jego kluczowym zadaniem jest optymalizacja procesów przetwarzania i analizy obszernych zbiorów danych przestrzennych. GeoAI jest młodą, rozwijającą się dziedziną o dużym potencjale badawczym i praktycznym, która łączy innowacyjne podejścia z dziedziny geoinformacji oraz sztucznej inteligencji [10].

Na tle coraz bardziej zaawansowanych technik analizy danych przestrzennych, wykorzystujących metody sztucznej inteligencji, wyodrębnia się szczególnie istotny obszar zastosowań - planowanie przestrzenne. Opracowywanie planów zagospodarowania

przestrzennego jest złożonym, wieloaspektowym procesem, a decyzje podejmowane w jego ramach wpływają na wiele obszarów życia społecznego i gospodarczego. Planowanie przestrzenne przechodzi obecnie ewolucję dzięki integracji z technologiami sztucznej inteligencji. Postęp technologiczny nieuchronnie otwiera nowe możliwości w zakresie analizy danych niezbędnych dla potrzeb planowania przestrzennego oraz usprawnienia procesów realizowanych w planowaniu przestrzennym [11]. Sztuczna inteligencja, w tym techniki uczenia maszynowego oraz modele głębokiego uczenia, wraz z rosnącą mocą obliczeniową, narzędziami i algorytmami do przetwarzania języka naturalnego, otwierają przed urbanistami nowe możliwości wydobywania istotnych obserwacji z różnorodnych źródeł danych. Dzięki temu posiadają oni większe możliwości radzenia sobie ze złożonymi wyzwaniami natury miejskiej [12], [13]. Przykłady stanowią analiza trendów (np. demograficznych) i wzorców w przestrzeni [14], [15] czy też generowanie modeli predykcyjnych dla różnych scenariuszy rozwoju przestrzennego [16]. Technologie sztucznej inteligencji, w tym zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego oraz metody przetwarzania języka naturalnego rewolucjonizują również sposób, w jaki analizowane są złożone dane planistyczne, jak i w dalszej perspektywie tworzone są plany zagospodarowania przestrzennego.

Proces cyfryzacji jest niezbędny do efektywnej analizy dokumentów planistycznych oraz wydobywania z nich istotnych informacji dotyczących przestrzeni i perspektyw jej rozwoju. Cyfryzacja planów zagospodarowania przestrzennego, choć nie jest nową koncepcją, to nadal stanowi aktualne wyzwanie. Proces cyfryzacji jest integralną częścią szeroko rozumianej digitalizacji, czyli przejścia od formy analogowej do cyfrowej dokumentów planistycznych, co obejmuje również standaryzację i harmonizację danych planistycznych. Takie działania mają przede wszystkim na celu unifikację planów zagospodarowania przestrzennego, co ma na celu umożliwienie ich analizy i porównywania w szerszej skali np. regionalnej czy krajowej.

W ostatnich latach wiele krajów europejskich rozpoczęło proces cyfryzacji w dziedzinie planowania przestrzennego. Intensyfikacja tych działań nastąpiła w szczególności w odpowiedzi na dyrektywę INSPIRE, która nakłada na kraje członkowskie obowiązek publikowania danych przestrzennych zgodnie z ustalonymi modelami i standardami wymiany danych.

Obecnie zakres form reprezentacji planów zagospodarowania przestrzennego jest zróżnicowany. W zależności od stopnia digitalizacji plan może przyjmować formę od zeskanowanego obrazu rysunku planu z georeferencją aż po bardziej zaawansowaną postać,

taką jak dane przestrzenne wzbogacone o atrybuty opisowe, które reprezentują specyficzne cechy obiektów przestrzennych. Aczkolwiek, analiza i porównywanie informacji pochodzących z wielu planów zagospodarowania przestrzennego stanowi wyzwanie w przypadku braku modelu danych, który ustalałby jednolite standardy reprezentacji i zapisu dokumentów planistycznych.

Zastosowanie technik przetwarzania języka naturalnego w planowaniu przestrzennym zostało zidentyfikowane jako skuteczne narzędzie umożliwiające usprawnienie procesu analizy, interpretacji i przetwarzania dokumentów planistycznych [17], [18]. Niemniej jednak, implementacja tych algorytmów w praktyce planistycznej znajduje się wciąż na początkowym etapie rozwoju, co wskazuje na konieczność prowadzenia dalszych badań nad ich efektywnym wykorzystaniem [19].

W niniejszych badaniach koncentruję się na planach zagospodarowania przestrzennego, które stanowią specyficzny zbiór danych, składający się z części opisowej i graficznej. Proponuję metody, które wykorzystują techniki przetwarzania języka naturalnego dla potrzeb przetwarzania i analizy części opisowej planów oraz ekstrakcji kluczowych informacji z tych dokumentów. Z drugiej strony, zwracam uwagę na konieczność uwzględnienia kontekstu przestrzennego w zaproponowanych metodach.

Należy zauważyć, że ze względu na specyfikę danych przestrzennych, zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego w celu ich analizy wymaga indywidualnego podejścia. W zakresie analizy danych rastrowych jednym z najczęściej używanych typów sieci neuronowych są konwolucyjne sieci neuronowe (ang. Convolutional Neural Networks - CNNs). Są one wykorzystywane do takich zadań jak wykrywanie i rozpoznawanie obiektów na obrazach satelitarnych lub lotniczych, segmentacja obrazów, czy też klasyfikacja, pozwalająca na identyfikację typu obiektu lub sceny reprezentowanej na obrazie. Chociaż sieci konwolucyjne stanowią skuteczne narzędzie do przetwarzania danych strukturalnych, takich jak obrazy, ich stosowanie staje się problematyczne, gdy dane nie są uporządkowane w regularnej przestrzeni, tak jak jest to w przypadku modelu wektorowego.

Biorąc pod uwagę powyższe wyzwania, przedmiotem moich badań są dwa obszary tematyczne:

- 1. Pozyskiwanie, przetwarzanie, analiza i strukturalizacja informacji pochodzącej z części opisowej planów zagospodarowania przestrzennego, oraz**

2. Badanie wpływu kontekstu przestrzennego na efektywność procesu klasyfikacji w uczeniu maszynowym na przykładzie danych planów zagospodarowania przestrzennego.

Pierwszy obszar skupia się na wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji dla potrzeb przetwarzania, klasyfikacji i pozyskiwania informacji pochodzącej z planów zagospodarowania przestrzennego. W tym kontekście, wykorzystałam techniki przetwarzania języka naturalnego i uczenia głębokiego.

Drugi obszar badawczy wyłonił się w rezultacie prac przeprowadzonych w ramach pierwszego zagadnienia. W odpowiedzi na szereg pytań badawczych, które pojawiły się podczas realizacji tych prac, skupiałam się na zagadnieniach związanych z reprezentacją kontekstu przestrzennego w procesie uczenia maszynowego i jego wpływu na efektywność algorytmów klasyfikacji.

W trakcie moich badań przyjąłam dwie główne hipotezy:

- 1. Wykorzystanie technik uczenia maszynowego oraz metod przetwarzania języka naturalnego pozwala na automatyzację procesu pozyskiwania, analizy i strukturalizacji informacji przestrzennej, w szczególności planów zagospodarowania przestrzennego.**
- 2. Wykorzystanie informacji o przestrzennym sąsiedztwie obiektów w procesie uczenia maszynowego przyczynia się do zwiększenia efektywności tego procesu.**

Głównym celem badań jest opracowanie metod pozyskiwania, przetwarzania i klasyfikacji informacji przestrzennej, w szczególności planów zagospodarowania przestrzennego, z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, oraz analiza wpływu reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych na efektywność algorytmów uczenia maszynowego.

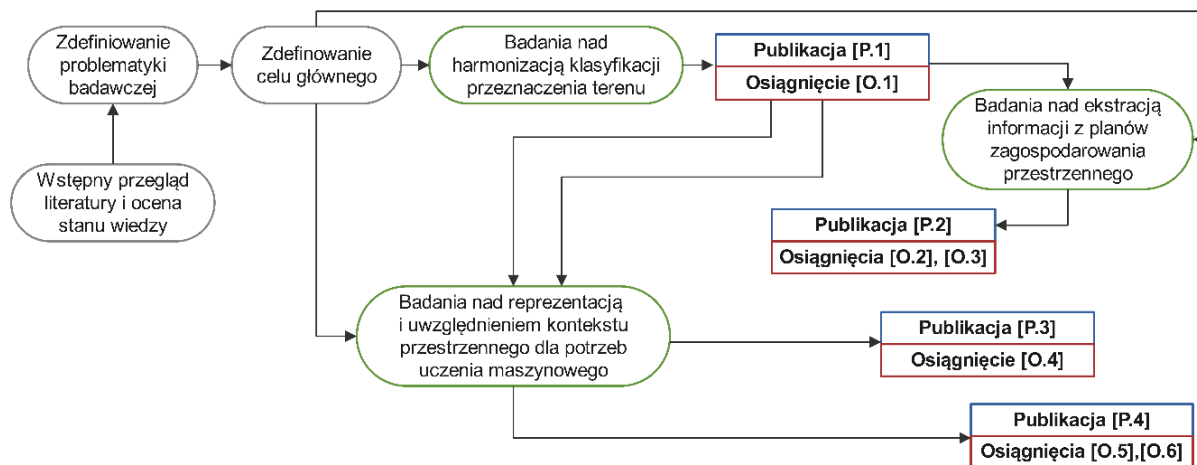
W ramach realizacji celu głównego określiłam następujące cele szczegółowe:

- 1. Harmonizacja klasyfikacji przeznaczenia terenu w planach zagospodarowania przestrzennego:** Opracowanie i implementacja algorytmów, które pozwalają w sposób automatyczny na harmonizację klasyfikacji przeznaczenia terenów w różnych planach zagospodarowania przestrzennego, ułatwiając ich analizę i porównanie (publikacja [P.1]).
- 2. Automatyczne pozyskiwanie informacji z części opisowej planów zagospodarowania przestrzennego:** Rozwinięcie technik, które umożliwiają

pozyskiwanie kluczowych informacji z uchwał planów zagospodarowania przestrzennego, co pozwala na efektywne i precyzyjne wzbogacanie istniejących zbiorów danych przestrzennych (publikacja [P.2]).

3. **Stworzenie grafu wiedzy i ontologii dla potrzeb eksploracji danych planistycznych:** Wykorzystanie technologii semantycznych do stworzenia grafu wiedzy i ontologii, które służą do efektywnej eksploracji i analizy danych planistycznych (publikacja [P.2]).
4. **Badanie i rozwój metod reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych dla potrzeb uczenia maszynowego:** Przeprowadzenie eksperymentów mających na celu określenie, jak różne sposoby reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych wpływają na efektywność algorytmów uczenia maszynowego. Opracowanie nowych metod reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych, które umożliwiają uwzględnienie kontekstu przestrzennego w procesie uczenia maszynowego oraz ocenę skuteczności różnych podejść (publikacje [P.3], [P.4]).

Schemat zrealizowanych badań naukowych oraz powiązanych z nimi publikacji oraz kluczowych osiągnięć (szczegółowy opis w sekcji 4.1.3), przedstawiony został na Rys. 1.



Rys. 1 Schemat realizowanych badań naukowych oraz powiązanych z nimi publikacji i osiągnięć.

4.1.2. Szczegółowy opis osiągniętych wyników

Przetwarzanie i klasyfikacja planów zagospodarowania przestrzennego

[P.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
IF:11.7, Punkty MEiN: 100

W pierwszej publikacji w cyklu opisane są badania dotyczące wykorzystania uczenia maszynowego oraz technik przetwarzania języka naturalnego celem analizy i integracji informacji o przeznaczeniu terenu definiowanej w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.

W praktyce planistycznej zwraca się uwagę na heterogeniczność klasyfikacji przeznaczenia terenu stosowanych w planach w różnych jednostkach administracyjnych. Większe aglomeracje miejskie często samodzielnie tworzą unikalne standardy reprezentacji i zapisu dokumentów planistycznych, które są jednolite w obrębie danego miasta. Dlatego podejmowanie prób porównawczych i analiza informacji na temat przyszłego przeznaczenia terenu na szerszym poziomie administracyjnym, takim jak powiat czy województwo, napotyka na istotne trudności. Problem ten jest szczególnie wyraźny w kontekście planów uchwalonych przed wejściem w życie rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r., które wprowadza m.in. standard klasyfikacji przeznaczenia terenu do projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Tradycyjne podejście do harmonizacji planów zagospodarowania przestrzennego polega głównie na stosowaniu technik ETL (ang. extract, transform, load) i koncentruje się na rysunku planu. W procesie harmonizacji definiowane są reguły harmonizacji klasyfikacji przeznaczenia terenu przyjęte w dokumentach planistycznych. Proces ten zakładający konwersję klasyfikacji źródłowej na docelową, jest czasochłonny i wymaga wiedzy eksperta. Problem ten jest potęgowany w sytuacji braku jednolitego modelu danych dla planów zagospodarowania przestrzennego, w którym określona byłaby jednolita klasyfikacja przeznaczenia terenu.

Głównym celem prac było stworzenie klasyfikatora, który umożliwiałby automatyczne przydzielanie odpowiednich, zdefiniowanych klas przeznaczenia terenu dla terenów planistycznych. Do celów eksperymentalnych wykorzystano dane przestrzenne

reprezentujące tereny planistyczne w formie poligonów, a także przypisane do nich ustalenia szczegółowe zawarte w postaci tekstu.

Proces klasyfikacji oparty jest na części opisowej planów, zatem w jego wyniku, dla każdego fragmentu ustaleń szczegółowych dla terenu przypisywana jest odpowiednia klasa przeznaczenia. W dalszej kolejności, tak uzyskane informacje są integrowane z danymi przestrzennymi, umożliwiając tym samym analizę i prezentację przeznaczenia terenu w analizowanych planach. Tak sformułowane podejście w odniesieniu do klasyfikacji terenów w planach zagospodarowania przestrzennego wpisuje się w kontekst analizy tekstu w dziedzinie przetwarzania języka naturalnego. Klasyfikacja tekstów w języku naturalnym polega na przypisaniu dokumentu do predefiniowanych klas (grup) bazując na charakterystycznych cechach (atrybutach) tego dokumentu. Jest to proces, podczas którego dany dokument tekstowy jest kategoryzowany do jednej określonej klasy lub kategorii (w tym przypadku klasy przeznaczenia terenu). Proces klasyfikacji składa się zwykle z następujących etapów: ekstrakcji cech, wyboru klasyfikatora i oceny. Na etapie ekstrakcji cech, z tekstu wydobywane są najważniejsze atrybuty, które będą używane do klasyfikacji. Do popularnych metod ekstrakcji cech należą m.in. BoW (ang. bag of words), TF-IDF (ang. TF – term frequency, IDF – inverse document frequency) czy techniki oparte na osadzeniach (ang. embeddings) słów, takie jak Word2Vec [20] czy FastText [21].

W kolejnym etapie następuje wybór odpowiedniego klasyfikatora. Wybór ten podyktowany jest specyfiką danych, problemem i dostępnymi zasobami. Popularne klasyfikatory to np. maszyny wektorów nośnych (SVM), lasy losowe, algorytmy oparte na wzmacnianiu gradientowym, takie jak XGBoost, czy sieci neuronowe. Po wytrenowaniu modelu następuje etap jego oceny. Najczęściej używane metryki do oceny klasyfikacji tekstu to precyzja (ang. precision), czułość (ang. recall), miara F1 (ang. F1 score) oraz dokładność (ang. accuracy).

W niniejszej pracy dla potrzeb klasyfikacji wykorzystano specyficzne architektury sieci neuronowych, łączące sieci konwolucyjne z sieciami rekurencyjnymi typu GRU. Dzięki temu połączeniu możliwe było efektywne rozpoznawanie wzorców w tekście oraz uwzględnianie kontekstu i kolejności informacji, co znacznie zwiększyło dokładność i skuteczność klasyfikacji. Do analizy przyjęto dwie odmienne konstrukcje sieci z wieloma wejściami (ang. multi-input neural networks).

Pierwsza architektura bazuje na trzech różnych wejściach reprezentujących oryginalne teksty dotyczące ustaleń terenów. Teksty te, po odpowiednim przetworzeniu, różnią się wielkością użytej konwolucji. Z kolei druga konstrukcja skupia się na dwóch

wejściach: oryginalnym tekście oraz sekwencji przetworzonych przy pomocy narzędzia Morfeusz, które jest dedykowanym pakietem do analizy morfologicznej tekstu w języku polskim. Chociaż obie rozważane architektury bazują na tych samych typach warstw, są one zastosowane w odmiennych konfiguracjach. W obu przypadkach struktura sieci skupia się na warstwie osadzeń (Embedding), dwóch warstwach konwolucyjnych (z dodaną warstwą maxpooling po pierwszej z nich), jednostce GRU oraz kończy się konkatenacją i warstwą gęstą (Dense) odpowiedzialną za klasyfikację. Osadzenia słów wykorzystane w badaniach zostały wygenerowane przy pomocy algorytmu word2vec, który pozwala na reprezentację słów w postaci wektorowej (tzw. osadzeń słów, ang. embeddings).

Rezultaty przeprowadzonych eksperymentów wskazują na wysoką efektywność stworzonego modelu. Najlepsze wyniki osiągnął model bazujący na tekście przetworzonym za pomocą narzędzia Morfeusz, co potwierdzają wartości miary F1 oscylujące w przedziale od 0,8 do 0,991 w zależności od analizowanej klasy. Aby zbadać możliwość rozwiązania analizowanego problemu przy użyciu uczenia nienadzorowanego, przeprowadzono również eksperymenty wykorzystujące algorytmy uczenia nienadzorowanego, tj. k-means [22], affinity propagation [23], agglomerative clustering [24] oraz DBSCAN [25]. Niestety, w kontekście badanego zagadnienia, okazały się one nieskuteczne.

Podsumowując, metoda zaprezentowana w publikacji pozwala na automatyczne pozyskanie i przypisanie informacji na temat planowanego przeznaczenia terenu dla konkretnego terenu planistycznego bazując na analizie części opisowej planu. Dzięki temu możliwa jest integracja informacji o przeznaczeniu terenu pochodzącej z wielu różnych miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w skali powiatu, województwa czy kraju. Jest to szczególnie istotne w sytuacji, gdy stosowane są różne klasyfikacje przeznaczeń terenów w planach, co utrudnia ich wspólną analizę.

Do najważniejszych wyników badań opisanych w ww. publikacji należą:

- **Wykorzystanie technik przetwarzania języka naturalnego i uczenia głębokiego do analizy informacji zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.**
- **Opracowanie modelu klasyfikującego wykorzystującego sieci neuronowe, który może być stosowany do harmonizacji klasyfikacji przeznaczenia terenów w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego umożliwiając tym samym ich integrację i analizę w szerszej skali, takiej jak powiat, województwo czy kraj.**

- **Porównanie różnych algorytmów uczenia maszynowego, w tym nadzorowanego i nienadzorowanego, do analizy informacji zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.**

Ekstrakcja informacji z planów zagospodarowania przestrzennego

[P.2] **Kaczmarek I.** Transforming text into knowledge graph: extracting and structuring information from spatial development plans, *Open Geosciences*, 2023.

IF:2.0, Punkty MEiN: 40

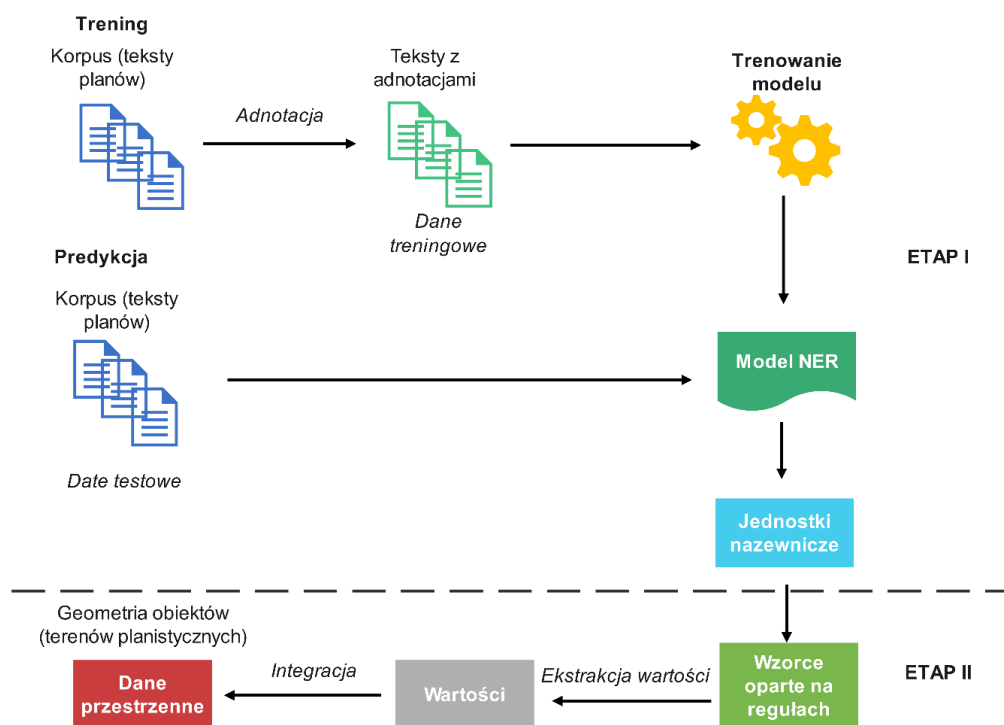
W trakcie badań, których wyniki zaprezentowano w publikacji [P.1], analizowano również zastosowanie technik przetwarzania języka naturalnego w celu ekstrakcji innych informacji zawartych w dokumentach planistycznych. Informacja o przyszłym przeznaczeniu terenu jest kluczowa w planach zagospodarowania przestrzennego, nie mniej ważne są jednak wskaźniki i parametry urbanistyczne, które regulują szczegółowo sposób zagospodarowania obszaru objętego planem. Automatyczne pozyskiwanie tych informacji z części opisowej planów, ich integracja w celu wzbogacenia danych przestrzennych oraz prezentacja w postaci grafu wiedzy stanowiły główne cele niniejszych badań. W ramach przeprowadzonych prac określiłam dwa priorytetowe zadania. Pierwszym z nich była automatyczna ekstrakcja informacji z części opisowej planów zagospodarowania przestrzennego. Drugie zadanie dotyczyło reprezentacji pozyskanych informacji za pomocą grafu wiedzy celem analizy i eksploracji pozyskanej wiedzy.

Realizując pierwszy z założonych celów, skupiłam się na stworzeniu dedykowanego modelu NER (ang. Named Entity Recognition) zoptymalizowanego pod kątem analizy części opisowej planów zagospodarowania przestrzennego. W kontekście technologii uczenia maszynowego, NER czyli rozpoznawanie jednostek nazewniczych, stanowi technikę pozwalającą na autonomiczną klasyfikację fragmentów tekstu (tzw. encji). W praktyce, technika ta umożliwia identyfikację, czy dany segment tekstu należy do konkretnej kategorii (etykiety), takiej jak osoba, data czy organizacja. W analizowanym przypadku kategorie te odnosiły się do klas przeznaczenia terenu oraz wybranych wskaźników urbanistycznych tj. maksymalnej intensywności zabudowy, minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej, maksymalnej wysokości zabudowy oraz maksymalnego udziału powierzchni zabudowy. Podczas przeprowadzanych

eksperymentów, kluczową rolę odgrywało wytrenowanie modelu na specjalistycznym zestawie danych treningowych obejmującym korpus dokumentów planów miejscowych.

Proces ekstrakcji zaprojektowałam dwuetapowo (Rys. 2). Pierwszy etap polegał na identyfikacji i wyizolowaniu kluczowych segmentów w tekstach planów, które zawierały konkretną informację w kontekście określonych wskaźników. W etapie drugim, po zidentyfikowaniu istotnych fragmentów w tekstach i nadaniu im odpowiednich etykiet, następowało precyzyjne wydobywanie z nich wartości według predefiniowanych reguł. Ten etap opierał się na zastosowaniu technik dopasowywania wzorców oraz wyrażeń regularnych w celu identyfikacji konkretnych wartości z wyodrębnionych w etapie pierwszym segmentów tekstu.

Choć wstępne rozpoznawanie fragmentów tekstu jest ważne, kluczową miarą efektywności całego procesu ekstrakcji jest w tym przypadku zdolność do precyzyjnego wyodrębniania konkretnych wartości. Dlatego choć pełne rozpoznanie encji ma znaczenie, nie stanowi głównego kryterium oceny skuteczności metody. Zatem skuteczność całego dwuetapowego procesu nie powinna być oceniana jedynie w oparciu o wyniki każdego etapu indywidualnie, ale raczej w kontekście ogólnych rezultatów.

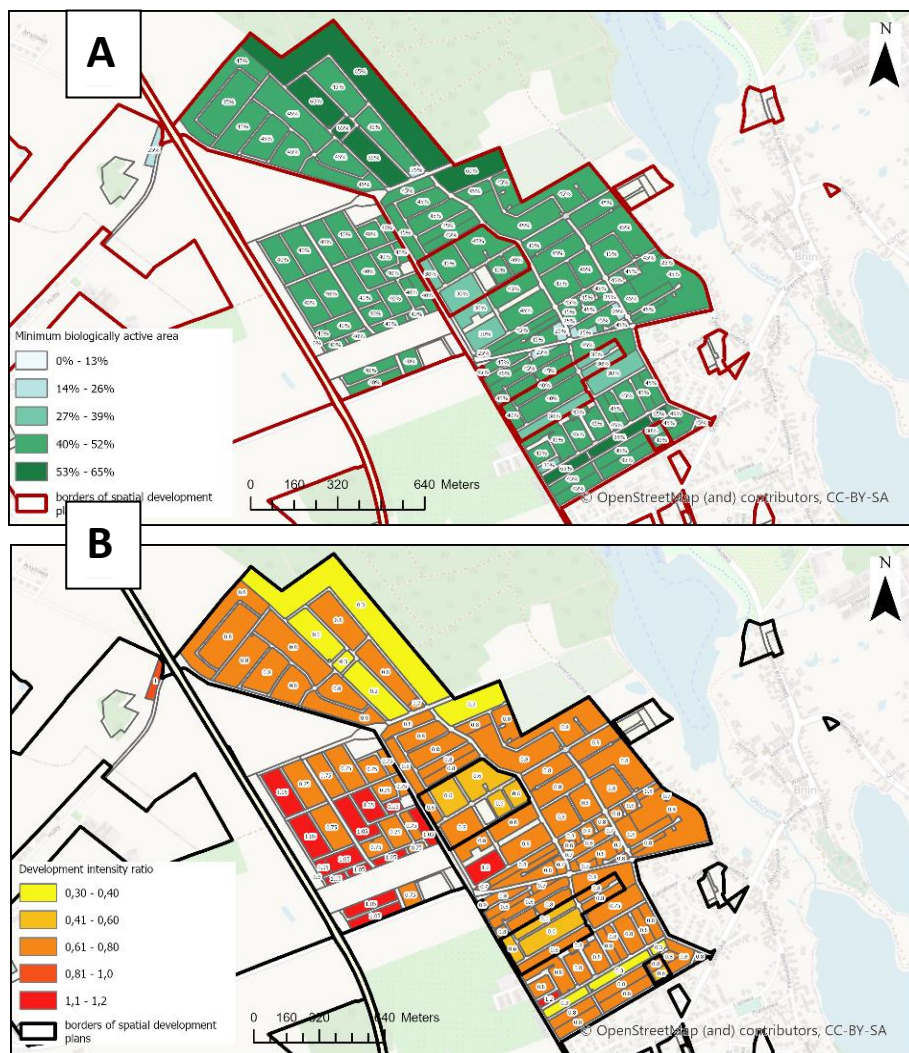


Rys. 2 Proces ekstrakcji informacji z planów zagospodarowania przestrzennego. Źródło: [P.2]

Biorąc pod uwagę powyższe, ostateczna ocena skuteczności proponowanego podejścia obejmowała cały proces ekstrakcji i opierała się na wybranych encjach, tj.

określających wartości: minimalnej powierzchni biologicznie czynnej, maksymalnej intensywności zabudowy oraz przeznaczenia terenu. Dla encji związanej z "przeznaczeniem terenu", miara F1 osiągnęła wartość 0,86, natomiast dla encji odnoszącej się do "minimalnej powierzchni biologicznie czynnej" wartość ta wzrosła aż do poziomu 0,99, co świadczy o wysokiej skuteczności proponowanego podejścia.

Opracowana autorska metoda ekstrakcji informacji z dokumentów planistycznych może być zastosowana w celu wzbogacenia baz danych przestrzennych (Rys. 3). Uzyskane w ten sposób informacje ułatwiają kompleksową analizę polityki przestrzennej wyrażonej w planach w szerszej skali, ale również mogą służyć jako fundament do bardziej zaawansowanych analiz obejmujących konfrontację i ocenę zgodności realizowanych inwestycji z planowanym zagospodarowaniem przestrzennym.



Rys. 3 Wzbogacenie danych przestrzennych (terenów planistycznych) o pozyskane informacje.

A: Wskaźnik minimalnej powierzchni biologicznie czynnej.

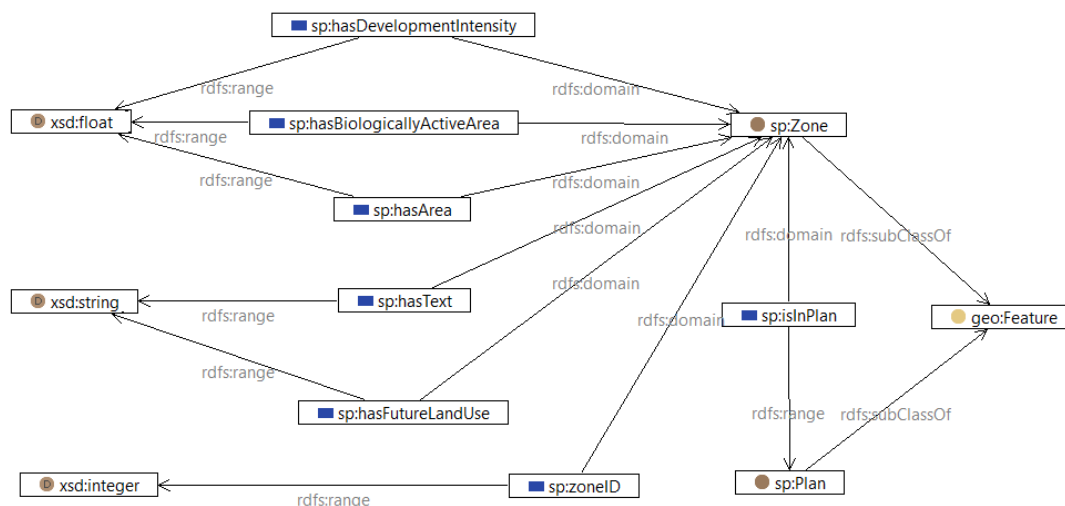
B: Wskaźnik maksymalnej intensywności zabudowy.

Źródło: [P.2]

Należy podkreślić, że pozyskane informacje mogą w sposób automatyczny zasilać grafy wiedzy. Opracowana metoda może być wykorzystana do znaczącego przyspieszenia procesu tworzenia grafów wiedzy, ale również do minimalizacji błędów, które mogą wystąpić w trakcie ręcznej interpretacji i wprowadzania danych.

Reprezentacja informacji planistycznej w strukturze grafu niesie ze sobą wiele korzyści. Przede wszystkim umożliwia przedstawienie informacji zawartych w planie w sposób uporządkowany, ale elastyczny, z możliwością łatwego rozszerzania. Z drugiej strony, możliwa jest integracja zasobów gromadzonych w grafie wiedzy z innymi zasobami. Daje to holistyczne spojrzenie na dany obszar, uwzględniając jego różnorodne aspekty i powiązania. Równie istotna jest możliwość przeprowadzania zaawansowanych zapytań, które, dzięki uwzględnieniu różnych atrybutów i powiązań między elementami w grafie, umożliwiają pogłębioną analizę informacji.

Reprezentacja informacji planistycznej w grafie wiedzy wymaga stworzenia dedykowanej ontologii (Rys. 4), służącej jako fundament dla strukturalnej reprezentacji grafu. Dzięki temu, informacje zawarte w planach zagospodarowania przestrzennego uzyskują formę logicznie spójną i hierarchicznie uporządkowaną.



Rys. 4 Ontologia wyodrębnionych informacji z planów zagospodarowania przestrzennego. Źródło: [P.2]

W trakcie prowadzonych przeze mnie badań w ramach rozprawy doktorskiej, również zajmowałam się opracowaniem ontologii i budową bazy wiedzy dotyczącej ustaleń planów zagospodarowania przestrzennego. Wówczas proces ten realizowany był manualnie. Dzięki opracowanej metodzie proces ten może odbywać się w sposób zautomatyzowany. Jest to istotne, ponieważ automatyczna integracja danych pozwala na bieżące aktualizowanie

i wzbogacanie baz wiedzy, co z kolei przyczynia się do szybszego i bardziej efektywnego dostępu do aktualnych informacji.

Podsumowując do najważniejszych wyników badań opisanych w ww. publikacji należą:

- 1. Opracowanie dwuetapowej metody ekstrakcji informacji z części opisowej planów zagospodarowania przestrzennego, która pozwala na wydobycie wartości podstawowych informacji tj. wskaźników urbanistycznych określanych w planach.**
- 2. Opracowanie dedykowanej ontologii i reprezentacja wyodrębnionej informacji z części opisowej planów w grafie wiedzy.**

Analiza wpływu sąsiedztwa obiektów przestrzennych na efektywność klasyfikacji w uczeniu maszynowym

[P.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
IF:3.4, Punkty MEiN: 70

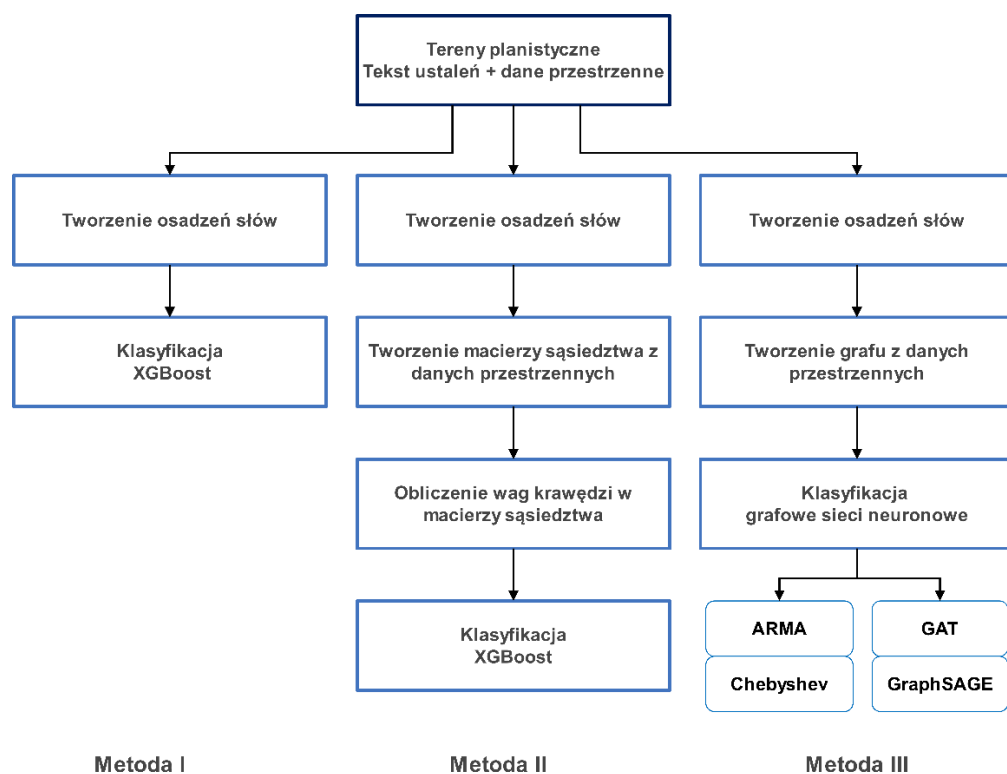
Prace badawcze zaprezentowane w publikacjach [P.1] i [P.2] zaowocowały opracowaniem nowych metod służących do przetwarzania i analizy tekstów planów zagospodarowania przestrzennego. W oparciu o te metody, skoncentrowałam się na rozstrzyganiu wyzwań związanych z analizą specyficznego zbioru danych, jakim są plany zagospodarowania przestrzennego.

W publikacji [P.1] przedstawiony model klasyfikacji terenów planistycznych bazuje na tekstach ustaleń szczegółowych dla terenów planistycznych. Choć model ten jest skuteczny w analizie tych konkretnych tekstów, został zaprojektowany głównie do integrowania ustaleń dotyczących przeznaczenia terenu. Aczkolwiek, jego efektywność może wahać się w przypadku interpretacji tekstów pochodzących z odmiennych regionów w kraju, które mogą być naznaczone specyficznymi różnicami językowymi lub kontekstowymi. Taka obserwacja stała się przyczyną do głębszych badań dotyczących możliwości uwzględnienia kontekstu przestrzennego w modelu podczas procesu uczenia maszynowego.

Kwestia uwzględniania relacji przestrzennych w procesie uczenia maszynowego jest różnie pojmowana w zależności od przyjętego modelu danych. Dla danych rastrowych

dominuje podejście oparte na sieciach konwolucyjnych, które skupiają się na wykrywaniu lokalnych zależności w danych. Jednakże, w kontekście danych wektorowych, które mają nieregularną strukturę, implementacja konwolucji jest trudna [26],[27]. Dane wektorowe wymagają zastosowania innych technik, takich jak grafowe sieci neuronowe (ang. Graph Neural Networks - GNNs). Grafowe sieci neuronowe są rodzajem sieci neuronowych, które wykorzystują grafy jako strukturę danych do reprezentowania relacji między obiektami. Przykładowo działki ewidencyjne można zapisać jako wierzchołki w grafie, a krawędzie mogą reprezentować relacje sąsiedztwa między nimi. Grafowe sieci neuronowe uczą się wektorowych reprezentacji wierzchołków, uwzględniając strukturę sąsiedztwa, dzięki czemu są one zdolne do uchwycenia zależności przestrzennych między obiektami [28].

Podstawowym zagadnieniem badawczym stało się zatem zidentyfikowanie wpływu informacji o sąsiedztwie obiektów przestrzennych, w kontekście analizowanych terenów planistycznych, na efektywność procesu klasyfikacji. Klasyfikacja została przeprowadzona z wykorzystaniem trzech metod. Dwie analizowane metody klasyfikacyjne tj. Metoda II i Metoda III (Rys. 5), wykorzystywały informacje o sąsiedztwie obiektów. Metoda I, pełniła rolę metody referencyjnej, która nie uwzględniała danych o sąsiedztwie w procesie klasyfikacji (Rys. 5).



Rys. 5 Metody klasyfikacji terenów planistycznych. Źródło: [P.3]

W celu identyfikacji najbardziej efektywnego rozwiązania, przeprowadzono serię eksperymentów, w których wykorzystane zostały osadzenia słów oraz różnorodne architektury sieci neuronowych. Analizy te zostały przeprowadzone dla dokumentów o zróżnicowanej długości, tj. składających się z 35, 50, 100, 150 i 300 słów. We wszystkich trzech metodach osadzenia słów zostały wygenerowane przy pomocy wielojęzycznego modelu Sentence Transformers [29], będącego odmianą modelu BERT. Głównym celem klasyfikatora było przyporządkowanie określonych klas przeznaczenia terenu do poszczególnych terenów planistycznych. W procesie klasyfikacji uwzględniona została zarówno charakterystyka obiektu przestrzennego (tj. tekst ustaleń szczegółowych terenu) jak i informacje o wzajemnym sąsiedztwie obiektów przestrzennych.

W pierwszej metodzie (Metoda I), klasyfikator został stworzony na bazie korpusu tekstów planów, reprezentujących szczegółowe ustalenia dotyczące terenów planistycznych. Teksty ustaleń skonwertowane do formy osadzeń, zostały następnie poddane analizie przy użyciu algorytmu XGBoost. Druga metoda (Metoda II), oprócz korpusu tekstów, uwzględniała także informacje o kategorii przeznaczenia terenu bezpośrednio sąsiadującego z analizowanym terenem, reprezentowane w postaci macierzy sąsiedztwa. W macierzy tej zawarto również informację o potencjalnej sile interakcji między obiektami, wyrażoną w postaci wag. Wagi te zostały określone na podstawie długości granicy, jaka dzieli tereny planistyczne (im większa - tym większe oddziaływanie). Informacje te zostały uwzględnione w procesie klasyfikacji przeprowadzonym z wykorzystaniem algorytmu XGBoost.

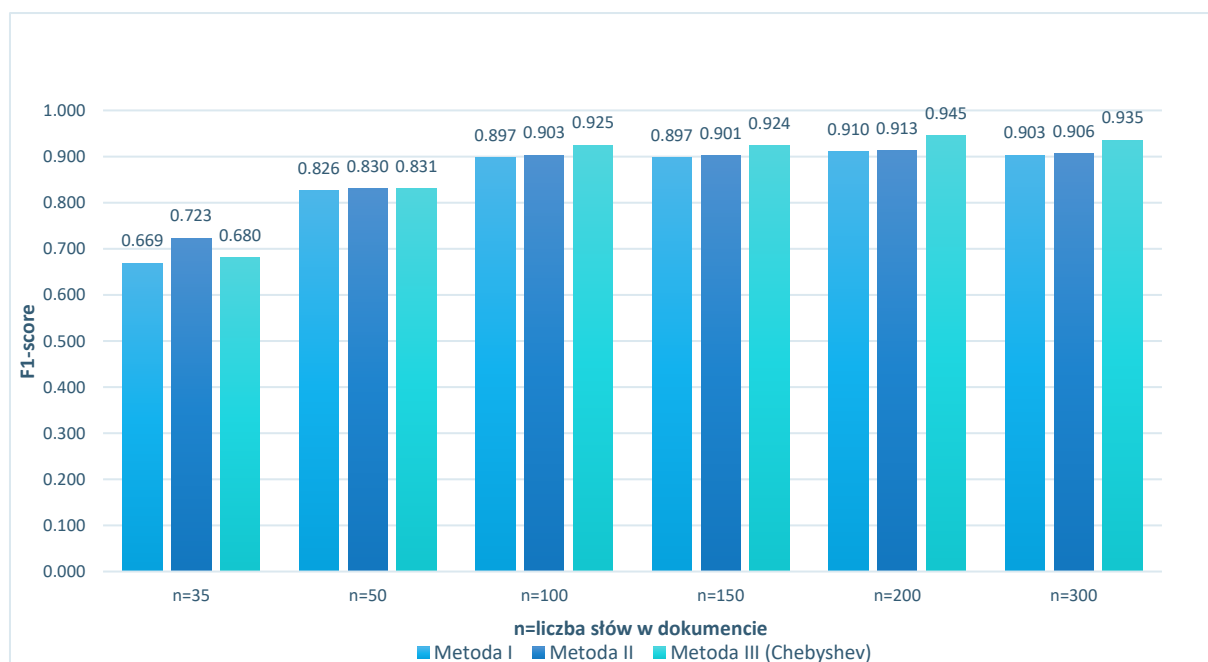
Trzecia metoda (Metoda III) zastosowana w eksperymentach polegała na stworzeniu reprezentacji danych przestrzennych w formie grafu, uwzględniającego zarówno charakterystykę obiektów przestrzennych, jak i ich wzajemne relacje przestrzenne. Węzły w grafie odpowiadały poszczególnym terenom planistycznym, a krawędzie odzwierciedlały relacje sąsiedztwa między nimi. Tę kompleksową reprezentację danych wykorzystano do klasyfikacji z użyciem czterech struktur grafowych sieci neuronowych: ARMA [30], Chebyshev [31], GraphSage [32] i GAT [33].

ARMA (Autoregressive Moving Average for Graph Neural Networks) jest modelem, który łączy autoregresję (AR) i ruchome średnie (MA). Model ten stara się uwzględnić zarówno bezpośrednie informacje z sąsiadujących wierzchołków, jak i dłuższe zależności w obrębie struktury grafu. Chebyshev (Chebyshev Spectral CNNs) jest siecią opartą na spektralnej teorii grafów, która stosuje wielomiany Chebysheva do aproksymacji filtrów spektralnych. Wykorzystuje spektralne przekształcenia Fouriera na grafach, pozwalając na skuteczne przetwarzanie informacji o sąsiedztwie. GraphSAGE (Graph Sample and

Aggregation) za pomocą określonych funkcji agregacji (tj. średnia, LSTM czy pooling), przetwarza i integruje informacje z sąsiednich wierzchołków w celu wygenerowania osadzeń dla każdego wierzchołka. GAT (Graph Attention Networks) wprowadza z kolei mechanizmy uwagi. Umożliwia wierzchołkom przypisywanie różnych wag do ich sąsiadów, co pozwala na dynamiczne adaptowanie się do struktury grafu. Mechanizmy uwagi umożliwiają modelowi skupienie się na bardziej istotnych sąsiadach podczas uczenia się osadzeń.

Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na ocenę skuteczności poszczególnych metod i zrozumienie, jak różne metody reprezentacji danych mogą wpłynąć na wyniki klasyfikacji. Eksperymenty wykazały zróżnicowane wyniki dla różnej długości dokumentów. Dla najkrótszych dokumentów (35 słów) osiągnięto słabe wyniki we wszystkich trzech metodach, przy czym efektywność klasyfikacji poprawiała się wraz ze wzrostem liczby słów w analizowanych tekstach. Można również zauważyć, że dla dokumentów dłuższych niż 100 słów model wykorzystujący grafowe sieci neuronowe znacznie przewyższył inne metody, osiągając wartości miary F1 na poziomie 0,925-0,945. Przy porównaniu różnych struktur sieci neuronowych GNN, najlepszą jakość osiągnięto dla modelu Chebyshev uzyskując miarę F1 na poziomie 0,945 dla długości dokumentów równej 200. Zaobserwowano, że wyniki były nieco gorsze dla dokumentów o długości 300 słów w porównaniu z długością 200 słów, dla której uzyskano najlepsze rezultaty (Rys. 6).

Sytuacja ta wynika z faktu, że kluczowa informacja dotycząca przyszłego przeznaczenia terenu znajduje się na początku tekstu stanowiącego ustalenia szczegółowe dla danego terenu. Jest to zgodne ze sposobem i często stosowaną praktyką formułowania ustaleń tekstowych dla poszczególnych terenów w planach. Z kolei, modele stosowane w procesie klasyfikacji mogą wykazywać wrażliwość na długość analizowanych dokumentów. Powodem jest potencjalna złożoność i bogactwo informacyjne obszerniejszych tekstów, co może wpływać na stopień trudności w procesie ich klasyfikacji. Przetestowanie algorytmów na krótkich tekstach miało na celu sprawdzenie wpływu informacji o sąsiedztwie na wynik klasyfikacji. Skrócenie długości tekstu pogorszyło wyniki klasyfikacji dla metody korzystającej wyłącznie z wektorów osadzeń i podkreśliło znaczenie informacji o sąsiedztwie w procesie klasyfikacji.



Rys. 6 Porównanie wartości metryki F1 dla Metod I, II i III. Źródło: [P.3]

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że informacje o sąsiedztwie obiektów znacznie poprawiają jakość klasyfikacji, a opracowana metoda klasyfikacji wykorzystująca grafowe sieci neuronowe daje najlepsze wyniki. Wnioski te zostały potwierdzone testami statystycznymi. Aczkolwiek, należy zauważyć, że Metoda II, wykorzystująca osadzenia i macierz sąsiedztwa, chociaż osiąga dobre wyniki, ma ograniczone zastosowanie. Informacje o kategoriach przeznaczenia sąsiadujących terenów są wymagane jako dane wejściowe do prognozy. Dlatego w przypadku konieczności przewidywania kategorii przeznaczenia terenu dla całego obszaru objętego planem, a nie pojedynczego terenu planistycznego, metoda ta nie ma zastosowania. Inaczej jest w przypadku metody wykorzystującej grafowe sieci neuronowe (Metoda III), gdzie macierz sąsiedztwa nie jest wymagana, a prognozowanie nowych kategorii przeznaczenia terenu opiera się na stworzonym grafie i cechach obiektu reprezentowanych jako osadzenia słów.

Eksperymenty zostały przeprowadzone dla obiektów przestrzennych, jakimi są tereny planistyczne w planach zagospodarowania przestrzennego. Niemniej jednak podejście jest uniwersalne i może być zastosowane w przypadku innych danych wektorowych, gdzie geometria i sąsiedztwo obiektów są reprezentowane jako graf, a cechy obiektu są zapisane w postaci osadzeń.

Podsumowując do najważniejszych wyników badań opisanych w ww. publikacji należą:

1. Ocena wpływu sąsiedztwa obiektów przestrzennych na skuteczność klasyfikacji z wykorzystaniem trzech różnych metod klasyfikacji obiektów przestrzennych.
2. Opracowanie i zastosowanie modelu klasyfikacji terenów planistycznych w planach zagospodarowania przestrzennego, który integruje dane tekstowe i dane przestrzenne, używając grafowych sieci neuronowych (GNNs).
3. Udowodnienie, że informacje o sąsiedztwie obiektów przestrzennych są istotne w procesie uczenia maszynowego i zwiększają jego efektywność.
4. Wykazanie, że metoda klasyfikacji wykorzystująca grafowe sieci neuronowe jest najskuteczniejsza, co potwierdziły testy statystyczne.

Analiza wpływu sąsiedztwa obiektów przestrzennych z wykorzystaniem algorytmu generowania ścieżek w grafie „spatial walk”

[P.4] **Kaczmarek I.** Spatial objects classification using machine learning and spatial walk algorithm. *Open Geosciences*. 2023; doi: 10.1515/geo-2022-0542

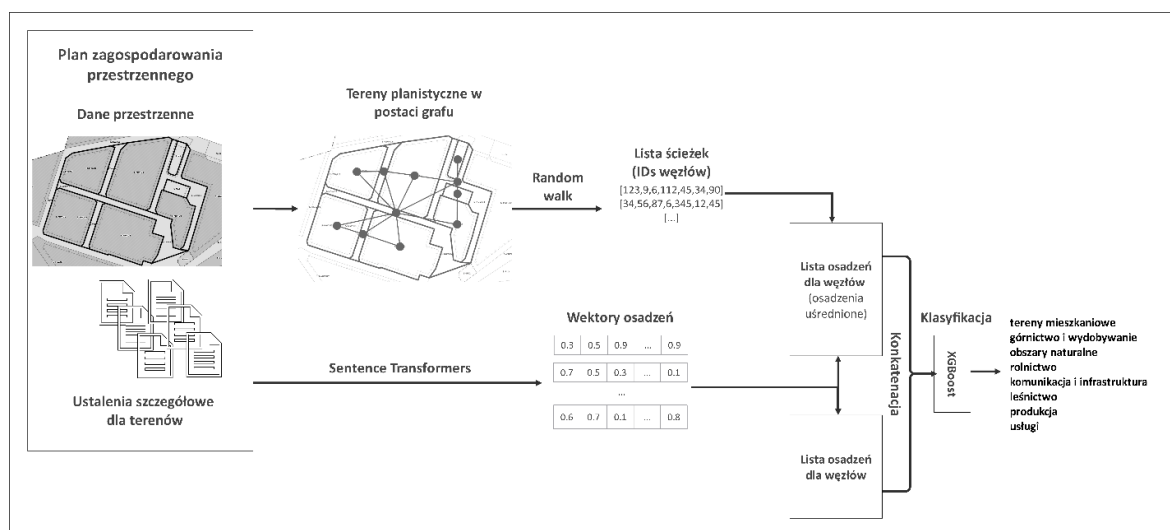
W rezultacie prowadzonych badań, przedstawionych w publikacji [P.3], potwierdzono, że informacja dotycząca sąsiedztwa obiektów ma istotne znaczenie w procesie klasyfikacji i jej uwzględnienie może znacząco wpływać na efektywność klasyfikacji. Zaprezentowano dwa podejścia do reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych. Pierwsze z nich polegało na wykorzystaniu macierzy sąsiedztwa, podczas gdy drugie zakładało reprezentację obiektów za pomocą grafów i zastosowanie grafowych sieci neuronowych (GNNs) w procesie klasyfikacji. Mimo, iż zastosowanie GNNs przyniosło oczekiwane rezultaty, zidentyfikowano potencjalne obszary do dalszej eksploracji, w tym alternatywne sposoby reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych, które oferowałyby wyższą elastyczność i konfigurowalność.

W niniejszej pracy poruszone są dwa główne zagadnienia. Pierwsze z nich dotyczy sposobu reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych dla potrzeb uczenia maszynowego, drugie natomiast dotyczy wyboru optymalnego klasyfikatora. Celem prac jest zatem zidentyfikowanie najbardziej efektywnej metody klasyfikacji, ale także zrozumienie, jak różne techniki reprezentacji sąsiedztwa wpływają na ogólną jakość klasyfikacji.

W badaniach zaproponowano model oparty na grafie, w którym tereny planistyczne stanowią węzły w grafie. Węzły te reprezentowane są przez dwa typy osadzeń. Pierwszy typ jest generowany z atrybutów opisowych (tekstu ustaleń terenów), natomiast drugi za pomocą technik błędzenia losowego (ang. random walk). Techniki random walk symulują losowe trajektorie w grafie, umożliwiając identyfikację i modelowanie zależności między węzłami.

W niniejszej pracy przedstawiono trzy metody analizy i klasyfikacji obiektów przestrzennych. Analogicznie jak w pracy [P.3] pierwsza metoda, bazuje na korpusie tekstów planów, który służy jako podstawa do stworzenia klasyfikatora. Metoda ta jest metodą referencyjną i nie uwzględnia żadnych informacji dotyczących przestrzennych relacji między obiektami. Służy ona jako baza porównawcza dla dwóch kolejnych metod. W metodzie tej algorytmem klasyfikującym jest XGBoost.

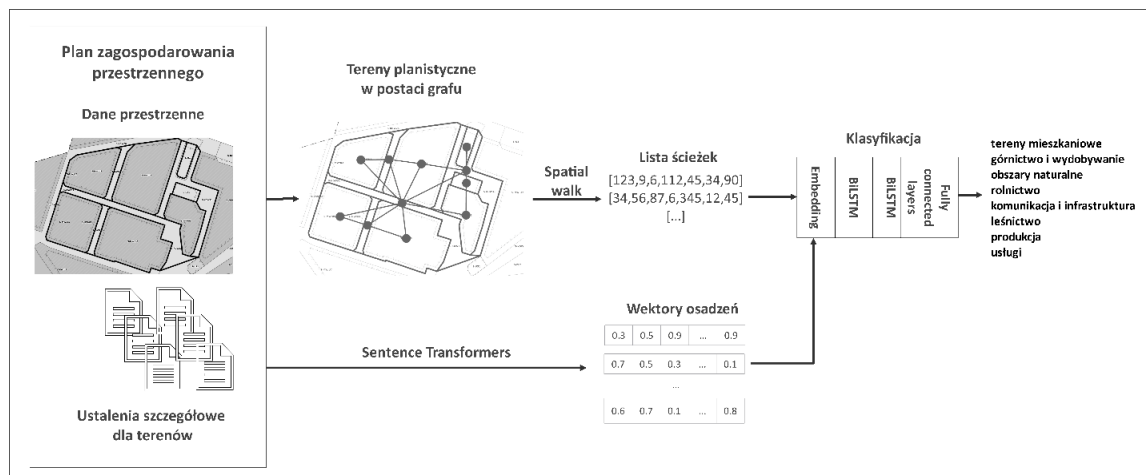
Metoda II (Rys. 7) wykorzystuje algorytm random walk do nauki reprezentacji węzłów. Dla każdego węzła tworzone są losowe ścieżki, które są przekształcane w reprezentacje osadzeń. Następnie osadzenia te są uśredniane, co skutkuje jednym osadzeniem dla każdego węzła. Te osadzenia, opisujące lokalną strukturę grafu wokół każdego węzła, są łączone z osadzeniami badanego tekstu do przewidywania etykiet przy użyciu klasyfikatora XGBoost.



Rys. 7 Klasyfikacja z wykorzystaniem metody II tj. XGBoost wraz z algorytmem random walk. Źródło: [P.4]

Metoda III (Rys. 8), wykorzystuje autorski algorytm generowania ścieżek w grafie tzw. spatial walk, który pozwala na dokładną analizę lokalnego sąsiedztwa każdego węzła, koncentrując się na jego najbliższych sąsiadach. Jej celem jest wyczerpanie wszystkich możliwych kombinacji sąsiedztwa, co pozwala na bardziej dogłębną analizę lokalnej

struktury grafu. W metodzie III, klasyfikacja węzłów odbywa się za pomocą sieci BiLSTM (Bidirectional Long-Short-Term Memory). W tym zastosowaniu, sieć BiLSTM, traktuje ścieżki w grafie w sposób analogiczny do sekwencji słów w przetwarzaniu języka naturalnego. Sieć ta, dzięki zdolności do dwukierunkowej analizy danych sekwencyjnych, jest dobrze przystosowana do analizy ścieżek generowanych przez algorytm spatial walk, co stanowi nowatorskie podejście w kontekście klasyfikacji obiektów przestrzennych.



Rys. 8 Klasyfikacja z wykorzystaniem metody III tj. sieć BiLSTM wraz z algorytmem spatial walk.

Źródło: [P.4]

W procesie klasyfikacji identyfikatory obiektów przestrzennych wprowadzonych do sieci, mapowane są na odpowiadające im wektory osadzeń. Dzięki właściwościom sieci BiLSTM, sieć może uwzględniać kontekst z obu stron każdego osadzenia w sekwencji, co daje możliwość głębszej interpretacji relacji i zależności między sąsiednimi obiektami. To, z kolei, przekłada się na większą precyzję i skuteczność w procesie klasyfikacji.

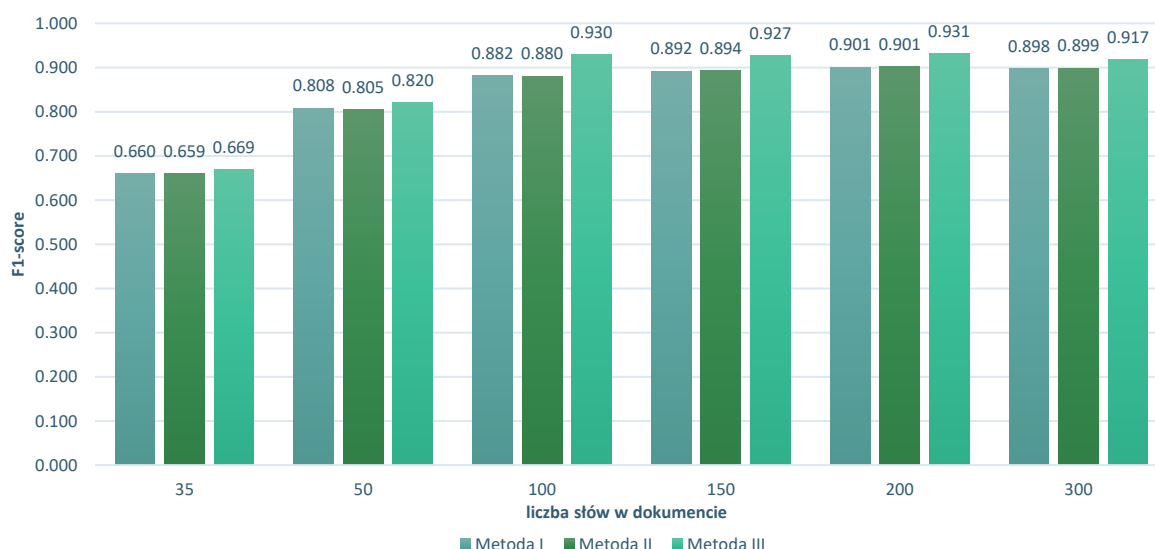
Wyniki eksperymentów wykazały, że osadzenia generowane za pomocą techniki random walk (Metoda II) nie przynoszą znaczącej poprawy w klasyfikacji obiektów przestrzennych w porównaniu z klasyfikacją opartą wyłącznie na atrybutach opisowych. Mimo że błędzenie losowe jest powszechnie stosowane w analizie struktury grafów, jego efektywność w kontekście analizowanego problemu wydała się ograniczona. Może to wynikać z faktu, że standardowe techniki błędzenia losowego nie są dostosowane do specyfiki danych przestrzennych i nie uwzględniają pewnych kluczowych aspektów charakterystycznych dla takich danych.

W opracowanym algorytmie spatial walk, ścieżki są generowane w taki sposób, aby uwzględniać najbliższe sąsiedztwo analizowanego węzła, uwypuklając w ten sposób znaczenie lokalnego kontekstu przestrzennego. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie głębszego zrozumienia przestrzennych relacji i zależności pomiędzy obiektami

przestrzennymi. W przeciwieństwie do klasycznych technik błędzenia losowego, gdzie każdy sąsiad traktowany jest na równi, spatio walk przywiązuje większą wagę do sąsiadów znajdujących się najbliżej centralnego punktu analizy.

Podobnie jak w pracy [P.3], eksperymenty zostały przeprowadzone dla różnych długości tekstu tj. 35, 50, 100, 150, 200, 300 słów w dokumencie. Analizując uzyskane wyniki, metoda I osiągnęła średnią wartość F1 na poziomie 0,660 dla dokumentów o długości 35 słów, z tendencją wzrostową aż do 0,901 dla dokumentów o długości 200 słów. Jest to poziom podstawowy, na którym można porównać skuteczność pozostałych dwóch metod. Metoda II uzyskała nieco lepsze wyniki, z miarą F1 na poziomie 0,659 dla dokumentów o długości 35 słów i zwiększeniem do 0,901 dla dokumentów o długości 200 słów.

Jednak to Metoda III okazała się najbardziej obiecująca. Przy długości dokumentów wynoszącej 35 słów osiągnęła dokładność klasyfikacji na poziomie 0,669, natomiast dla dokumentów o długości 200 słów wynik ten wzrósł do 0,931, przewyższając wyniki zarówno Metody I, jak i Metody II (Rys. 9).



Rys. 9 Porównanie wartości metryki F1 dla Metod I, II i III. Źródło: [P.4]

Podobnie, jak w rezultatach badań w [P.3], dla wszystkich trzech metod, wyniki klasyfikacji są znacznie niższe dla liczby słów 35 w porównaniu do innych wartości. Sugeruje to, że użycie większej liczby słów na początku dokumentu pozwala na lepsze zrozumienie tematu i kontekstu, prowadząc do lepszej klasyfikacji. Zwiększanie długości dokumentu może poprawić wyniki klasyfikacji. Wskazuje to, że dodatkowe informacje

zawarte w tych słowach pozwalają modelom lepiej zrozumieć kontekst i temat dokumentu. Jednak po przekroczeniu pewnego progu (np. 100 słów), zwiększanie długości dokumentu nie wpływa znacząco na wyniki klasyfikacji. Może to sugerować, że modele już mają wystarczającą ilość informacji, aby osiągnąć dobre rezultaty.

Nowo zaproponowana metoda *spatial walk* stanowi kluczową innowację. Dzięki skoncentrowaniu się na bliskim sąsiedztwie węzłów, *spatial walk* pozwala na dokładniejsze odwzorowanie rzeczywistych relacji przestrzennych w badanym grafie umożliwiając bardziej precyzyjną kontrolę nad eksploracją grafu i dając możliwość dokładniejszego badania lokalnych sąsiedztw analizowanych węzłów. W przypadku tradycyjnych błędzeń losowych, eksploracja grafu ma charakter losowy, opierając się na wyborze następnego węzła do odwiedzenia spośród dostępnych sąsiadów. W rezultacie, tworzone ścieżki są przypadkowe i nie zawsze uwzględniają wszystkich sąsiadów badanego węzła. Zatem nie uwzględniają one unikalnych cech danych przestrzennych, takich jak ich struktura sąsiedztwa i specyfika lokalnych zależności.

Podsumowując, metoda klasyfikacji obiektów przestrzennych, przeprowadzona z wykorzystaniem osadzeń generowanych przez autorski algorytm *spatial walk* oraz sieci BiLSTM, okazała się znacznie bardziej efektywna w porównaniu do pozostałych metod. Jest to istotne osiągnięcie, które podkreśla wagę uwzględniania lokalnych zależności przestrzennych pomiędzy obiektami w analizie i modelowaniu danych. Może to także prowadzić do dalszych badań nad optymalizacją technik błędzenia dla różnych rodzajów danych.

Podsumowując do najważniejszych wyników badań opisanych w ww. publikacji należą:

- 1. Potwierdzenie, że uwzględnienie informacji dotyczącej sąsiedztwa obiektów przestrzennych ma kluczowe znaczenie w procesie klasyfikacji.**
- 2. Opracowanie nowego algorytmu *spatial walk*, który uwzględnia lokalny kontekst przestrzenny w procesie generowania ścieżek w grafie. Algorytm ten jest bardziej dostosowany do specyfiki danych przestrzennych niż tradycyjne techniki błędzenia losowego.**
- 3. Opracowanie metody klasyfikacji obiektów przestrzennych, opartej o *spatial walk* i sieć BiLSTM. Osadzenia generowane za pomocą *spatial walk* lepiej odzwierciedlają rzeczywiste zależności przestrzenne i przekładają się na lepszą jakość klasyfikacji.**

4.1.3. Podsumowanie osiągnięć

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdziłam założone hipotezy co przełożyło się na uzyskane poniżej kluczowe osiągnięcia:

- [O.1] Opracowanie **metody harmonizacji klasyfikacji przeznaczenia terenów** w planach zagospodarowania przestrzennego z wykorzystaniem sieci neuronowych i technik przetwarzania języka naturalnego.
- [O.2] Opracowanie **metody automatycznego pozyskiwania danych** z planów zagospodarowania przestrzennego celem wzbogacania przestrzennych danych planistycznych.
- [O.3] Zdefiniowanie **sposobu reprezentacji danych planistycznych w grafie wiedzy**, w tym opracowanie ontologii dla potrzeb eksploracji danych planistycznych.
- [O.4] **Zbadanie i udowodnienie wpływu informacji o sąsiedztwie obiektów** na wyniki klasyfikacji obiektów przestrzennych za pomocą różnych metod reprezentacji sąsiedztwa.
- [O.5] Opracowanie **algorytmu generowania ścieżek spacji walk** dla potrzeb reprezentacji sąsiedztwa obiektów przestrzennych w uczeniu maszynowym.
- [O.6] Opracowanie **efektywnej metody klasyfikacji obiektów przestrzennych** z wykorzystaniem algorytmu spacji walk oraz sieci BiLSTM.

Uzyskane osiągnięcia mają **znaczący wpływ na rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport** poprzez poszerzenie obszaru wiedzy z dziedziny geodezji i geoinformacji o **nowe metody pozyskiwania, przetwarzania i analizy informacji przestrzennej wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji i przetwarzanie języka naturalnego**. W szczególności dotyczy to:

- Wykorzystania metod analizy tekstu dla potrzeb integracji i wzbogacania danych przestrzennych,
- Rozwoju nowych metod w zakresie reprezentacji kontekstu przestrzennego dla potrzeb uczenia maszynowego.

W badaniach wykorzystuje plany zagospodarowania przestrzennego, reprezentowane jako zbiory danych przestrzennych, które muszą być udostępniane w ramach infrastruktury informacji przestrzennej. Niemniej jednak, opracowane metody mogą znaleźć zastosowanie w przypadku ich użycia dla innych zbiorów danych, które łączą charakterystyki przestrzenne

z opisowymi. Przykłady stanowić mogą prognozy oddziaływania na środowisko czy też plany ochrony obszarów chronionych.

W tym kontekście, opracowane metody oferują perspektywę znaczącego ulepszenia efektywności w pozyskiwaniu, przetwarzaniu i analizie informacji przestrzennej, co ma fundamentalne znaczenie w świecie cyfrowej transformacji i rosnących wymagań w zakresie zarządzania danymi.

Bibliografia:

- [1] Ewing J, Oommen T, Thomas J, et al. Terrain Characterization via Machine vs. Deep Learning Using Remote Sensing. *Sensors* 2023; 23: 5505.
- [2] Liu L, Ouyang W, Wang X, et al. Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey. *Int J Comput Vis* 2020; 128: 261–318.
- [3] Uhl JH, Leyk S, Chiang Y-Y, et al. Extracting human settlement footprint from historical topographic map series using context-based machine learning. In: *8th International Conference of Pattern Recognition Systems (ICPRS 2017)*. 2017, pp. 1–6.
- [4] Guo Z, Feng C-C. Using multi-scale and hierarchical deep convolutional features for 3D semantic classification of TLS point clouds. *International Journal of Geographical Information Science* 2020; 34: 661–680.
- [5] Modi Y, Teli R, Mehta A, et al. A comprehensive review on intelligent traffic management using machine learning algorithms. *Innov Infrastruct Solut* 2021; 7: 128.
- [6] Berragan C, Singleton A, Calafiore A, et al. Transformer based named entity recognition for place name extraction from unstructured text. *International Journal of Geographical Information Science* 2023; 37: 747–766.
- [7] Ballatore A, Bertolotto M, Wilson DC. Geographic knowledge extraction and semantic similarity in OpenStreetMap. *Knowl Inf Syst* 2013; 37: 61–81.
- [8] Jones J, Kuhn W, Keßler C, et al. Making the Web of Data Available Via Web Feature Services. In: Huerta J, Schade S, Granell C (eds) *Connecting a Digital Europe Through Location and Place*. Cham: Springer International Publishing, pp. 341–361.
- [9] Alastal AI, Shaqfa AH. GeoAI Technologies and Their Application Areas in Urban Planning and Development: Concepts, Opportunities and Challenges in Smart City (Kuwait, Study Case). *Journal of Data Analysis and Information Processing* 2022; 10: 110–126.
- [10] Geospatial Artificial Intelligence | Joinup, <https://joinup.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/glossary/term/geospatial-artificial-intelligence> (2023, accessed 28 July 2023).
- [11] Hersperger AM, Thurnheer-Wittenwiler C, Tobias S, et al. Digitalization in land-use planning: effects of digital plan data on efficiency, transparency and innovation. *European Planning Studies* 2022; 30: 2537–2553.
- [12] Peng Z-R, Lu K-F, Liu Y, et al. The Pathway of Urban Planning AI: From Planning Support to Plan-Making. *Journal of Planning Education and Research* 2023; 0739456X231180568.
- [13] Sanchez TW, Shumway H, Gordner T, et al. The prospects of artificial intelligence in urban planning. *International Journal of Urban Sciences* 2023; 27: 179–194.
- [14] Hu S, He Z, Wu L, et al. A framework for extracting urban functional regions based on multiprototype word embeddings using points-of-interest data. *Computers, Environment and Urban Systems* 2020; 80: 101442.
- [15] Chaturvedi V, de Vries WT. Machine Learning Algorithms for Urban Land Use Planning: A Review. *Urban Science* 2021; 5: 68.
- [16] Yan X, Liu X, Zhao X. Using machine learning for direct demand modeling of ridesourcing services in Chicago. *Journal of Transport Geography* 2020; 83: 102661.
- [17] Fu X, Li C, Zhai W. Using Natural Language Processing to Read Plans. *Journal of the American Planning Association* 2023; 89: 107–119.
- [18] Brinkley C, Stahmer C. What Is in a Plan? Using Natural Language Processing to Read 461 California City General Plans. *Journal of Planning Education and Research* 2021; 0739456X2199589.
- [19] Cai M. Natural language processing for urban research: A systematic review. *Heliyon* 2021; 7: e06322.
- [20] Mikolov T, Chen K, Corrado G, et al. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. Epub ahead of print 6 September 2013. DOI: 10.48550/arXiv.1301.3781.

- [21] Joulin A, Grave E, Bojanowski P, et al. Bag of Tricks for Efficient Text Classification. Epub ahead of print 9 August 2016. DOI: 10.48550/arXiv.1607.01759.
- [22] Hartigan JA, Wong MA. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society Series C (Applied Statistics)* 1979; 28: 100–108.
- [23] Wang K, Zhang J, Li D, et al. Adaptive Affinity Propagation Clustering. Epub ahead of print 8 May 2008. DOI: 10.48550/arXiv.0805.1096.
- [24] Data Mining and Knowledge Discovery Handbook | SpringerLink, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-09823-4> (accessed 21 August 2023).
- [25] Ester M, Kriegel H-P, Sander J, et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In: *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. Portland, Oregon: AAAI Press, 1996, pp. 226–231.
- [26] Nikparvar B, Thill J-C. Machine Learning of Spatial Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2021; 10: 600.
- [27] Zeng Y, Tang J. RLC-GNN: An Improved Deep Architecture for Spatial-Based Graph Neural Network with Application to Fraud Detection. *Applied Sciences* 2021; 11: 5656.
- [28] 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: 83.
- [29] Reimers N, Gurevych I. Making Monolingual Sentence Embeddings Multilingual using Knowledge Distillation. Epub ahead of print 5 October 2020. DOI: 10.48550/arXiv.2004.09813.
- [30] Bianchi FM, Grattarola D, Livi L, et al. Graph Neural Networks With Convolutional ARMA Filters. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 2022; 44: 3496–3507.
- [31] Defferrard M, Bresson X, Vandergheynst P. Convolutional Neural Networks on Graphs with Fast Localized Spectral Filtering. Epub ahead of print 5 February 2017. DOI: 10.48550/arXiv.1606.09375.
- [32] Kipf TN, Welling M. Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks. Epub ahead of print 22 February 2017. DOI: 10.48550/arXiv.1609.02907.
- [33] Veličković P, Cucurull G, Casanova A, et al. Graph Attention Networks. Epub ahead of print 4 February 2018. DOI: 10.48550/arXiv.1710.10903.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W ciągu dotychczasowej kariery naukowej współpracowałam z wieloma instytucjami naukowymi w Polsce i za granicą. Prowadziłam i prowadzę współpracę z naukowcami z takich ośrodków akademickich jak: University of Pretoria (RPA), San Diego State University (USA), Leibniz Institute for Regional Geography (Niemcy), University of Münster (Niemcy), University of Rome Tor Vergata (Włochy), University of Thessaly (Grecja), Complutense University of Madrid (Hiszpania), Politechnika Poznańska, Politechnika Wrocławska.

Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam w badaniach realizowanych wspólnie z University of Pretoria w RPA w projekcie „Społecznościowa informacja przestrzenna dla infrastruktury danych przestrzennych i geoportali” w ramach umowy międzynarodowej o współpracy naukowej i naukowo-technicznej. **W ramach tej współpracy spędziłam łącznie 22 dni na University of Pretoria w 2012 roku prowadząc wspólne prace badawcze.** Współpraca ta zaowocowała wieloma wspólnymi pracami wskazanymi jako II.2.2, II.4.10, II.4.12, II.4.19, II.4.1a, II.4.2b, II.4.1c

w Załączniku nr 4 do wniosku. Obecnie współpraca ta kontynuowana jest w ramach mojej działalności w międzynarodowej organizacji International Cartographic Association (ICA), Commission on SDI and Standards.

Moja współpraca naukowa z innymi ośrodkami naukowymi obejmowała również badania jakie prowadziłam z naukowcami Institute for Geoinformatics na University of Münster w Niemczech. **W ramach tej współpracy, w 2013 roku uczestniczyłam w wizycie studyjnej**, która miała na celu wymianę doświadczeń i wiedzy w zakresie wykorzystania technologii sieci semantycznych w obszarze geoinformacji. Efektem naszej współpracy jest praca naukowa oznaczona jako II.4.24 w Załączniku nr 4 do wniosku. Obecnie podtrzymuję współpracę z prof. Francisem Harvey, który jest współautorem pracy wskazanej w tym samym załączniku jako II.4.16.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w 2015 roku odbyłam miesięczny staż w Department of Geography, San Diego State University (USA). W efekcie prowadzonych wspólnie badań ukazała się publikacja, oznaczona w Załączniku nr 4 do wniosku jako II.4.18.

Również w 2015 roku odbyłam dwumiesięczny staż w Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences w Bratysławie (Słowacja). Głównym celem tego stażu było rozszerzenie współpracy naukowej z Instytutem oraz wymiana doświadczeń i wiedzy w zakresie zarządzania przestrzenią zarówno w Polsce, jak i na Słowacji.

Od 2021 r. pełnię 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 realizuję współpracę z zespołami badawczymi z Uniwersytetu Complutense w Madrycie, University of Thessaly oraz University of Rome Tor Vergata. W szczególności nawiązałam bliską współpracę naukową z **prof. Marią Prezioso i jej zespołem z University of Rome Tor Vergata** w Rzymie. W trakcie moich pobytów na Uniwersytecie uczestniczyłam w szeregu spotkań z tym zespołem, intensyfikując naszą współpracę. Aktualnie pracujemy nad adaptacją autorskiego modelu oceny polityk terytorialnych w obszarze metropolitalnym Wrocławia.

Prowadziłam i prowadzę również współpracę naukową z badaczami z **Politechniki Wrocławskiej i Politechniki Poznańskiej**. Obecnie współpraca ta obejmuje zagadnienia związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji i przetwarzania języka naturalnego w dziedzinie geoinformacji i planowania przestrzennego. Wynikiem tej współpracy są m.in. publikacje [P.1] i [P.3], stanowiące część osiągnięcia habilitacyjnego. W przeszłości

współpraca ta obejmowała badania realizowane głównie w ramach wspólnych projektów badawczych obejmujące w szczególności zagadnienia związane z systemami informacji geograficznej, technologiami sieci semantycznych oraz infrastrukturą danych przestrzennych.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

6.1. Doświadczenie dydaktyczne

- Jako autorka stworzyłam i prowadzę następujące kursy:
 - **Automatyzacja analiz geoprzestrzennych**, studia II st. na kierunku Gospodarka przestrzenna, specjalność: analityka społeczno-gospodarcza. Kurs obejmuje zagadnienia teoretyczne oraz ćwiczenia praktyczne dotyczące automatyzacji pracy w środowisku GIS przy użyciu języka Python oraz specjalistycznych bibliotek geoprzestrzennych, w tym tworzenia i wykorzystania algorytmów dedykowanych do analizy i przetwarzania informacji przestrzennej.
 - **Analizy i modelowanie przestrzenne**, studia II st. na kierunku Gospodarka przestrzenna, specjalność: zarządzanie przestrzenią. Kurs obejmuje zagadnienia teoretyczne i ćwiczenia praktyczne w zakresie analiz i modelowania przestrzennego z wykorzystaniem narzędzi GIS dla potrzeb planowania przestrzennego.
 - **Analizy przestrzenne dla potrzeb bezpieczeństwa**, studia II st. na kierunku Inżynieria bezpieczeństwa. Kurs obejmuje zagadnienia teoretyczne i ćwiczenia praktyczne mające na celu przekazanie wiedzy oraz nabycie umiejętności w zakresie wykorzystania systemów informacji przestrzennej w zarządzaniu bezpieczeństwem publicznym.
- Ponadto prowadziłam/prowadzę następujące kursy:
 - Podstawy uczenia maszynowego, studia II st. na kierunku Gospodarka przestrzenna, specjalność: analityka społeczno-gospodarcza.
 - Projektowanie CAD/GIS, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
 - Planowanie przestrzenne, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.

- Systemy wspomagania decyzji w ochronie środowiska, studia I st. na kierunku Ochrona środowiska.
- Technologie informacyjne, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
- Geographic Information Systems (w jęz. ang.), studenci Erasmus na kierunku Inżynieria bezpieczeństwa.
- Projektowanie urbanistyczne, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
- Zasady projektowania, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
- Planowanie i zagospodarowanie przestrzeni, studia I st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
- Planowanie rozwoju miast, studia II st. na kierunku Gospodarka przestrzenna.
- Prowadziłam zajęcia z zagadnień związanych z infrastrukturą informacji przestrzennej na Studium Podyplomowym Geoinformacja na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.
- Prowadziłam warsztaty w ramach projektu „Człowiek dla Natury – Natura dla Człowieka. Koegzystencja zamiast konkurencji w dolnośląskich obszarach Natura 2000” realizowanego przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu w ramach programu operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 współfinansowanego ze środków Funduszu Spójności.
- Byłam promotorem 3 prac magisterskich oraz 30 prac inżynierskich. Pełniłam również funkcję recenzenta 10 prac magisterskich oraz 18 prac inżynierskich.
- Jestem promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej mgr.inż. Adama Nadolnego pn. *Predykcja gęstości ludności w mieście z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego na podstawie heterogenicznych danych*, realizowanej w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

6.2. Doświadczenie organizacyjne

- W latach 2009, 2010 i 2011 pełniłam rolę członka komitetu programowego oraz sekretarza trzech konferencji z cyklu „Wolne oprogramowanie w geoinformatyce”, które odbywały się cyklicznie na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.
- W 2013 r. współorganizowałam szkołę letnią pt. „Innowacyjne technologie informatyczne w gospodarce przestrzennej i zarządzaniu zrównoważonym rozwojem”, realizowaną na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

- W 2013 r. byłam członkiem zespołu opracowującego wniosek o uzyskanie uprawnień do prowadzenia kształcenia na poziomie studiów drugiego stopnia na kierunku gospodarka przestrzenna na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Wniosek ten został pozytywnie rozpatrzony przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- Od 2015 roku pełnię funkcję członka międzynarodowej organizacji International Cartographic Association (ICA), Commission on SDI and Standards.
- W 2023 r. byłam organizatorem szkoły letniej i spotkania projektowego, które odbyło się w ramach projektu „Economy bY spacE (EYE)” (HORYZONT 2020).
- Pełnię funkcję kierownika laboratorium komputerowego w Instytucie Gospodarki Przestrzennej.
- Jestem członkiem Komisji ds. zapewnienia jakości kształcenia dla kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa w kadencji 2020/2024
- Jestem członkiem Wiodącego Zespołu Badawczego Zrównoważone miasta i regiony (SCR) na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.
- Od 2023 roku jestem przedstawicielem Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w Komitecie Sterującym projektu WRO4digITal European Digital Innovation Hub Wrocław, finansowanego w ramach programu Digital Europe Programme (DIGITAL).

6.3. Doświadczenie w zakresie popularyzacji nauki

- Byłam prelegentką na wydarzeniach takich jak GIS Day w Bytomiu (2009) czy Konwent Informatyków i Administracji w Katowicach (2013, 2015).
- W latach 2014, 2015 i 2016 prowadziłam szkolenia dla administracji publicznej tj. pracowników resortu środowiska oraz pracowników służb planowania przestrzennego w zakresie tematyki dotyczącej wdrożenia dyrektywy INSPIRE i budowy krajowej infrastruktury informacji przestrzennej. Byłam również autorką materiałów szkoleniowych wykorzystywanych podczas tych szkoleń.
- Jestem członkiem stowarzyszenia OSGeo Polska, którego celem jest promocja otwartego oprogramowania GIS.
- Od 2022 roku uczestniczę z ramienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w Zespole ds. osiągnięcia neutralności klimatycznej miasta Wrocławia, który ma na celu m.in. edukowanie i promowanie wiedzy w zakresie ochrony klimatu.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej.

Rozpoczęcie mojej kariery naukowo-badawczej zbiegło się z początkiem studiów doktoranckich w 2009 roku. Wówczas to miałam okazję uczestniczyć w projekcie badawczym dotyczącym budowy, standaryzacji i integracji usług sieciowych dla potrzeb opracowań kartograficznych. Moje zainteresowania naukowe koncentrowały się wówczas na zagadnieniach związanych z budową infrastruktury informacji przestrzennej, w tym wykorzystaniem technologii semantycznych w dziedzinie geoinformacji i gospodarki przestrzennej. W ramach tych badań byłam autorką prac II.4.1, II.4.2, II.4.3, II.4.4, II.4.5, II.4.9 (Załącznik nr 4 do wniosku).

Od początku mojej działalności naukowej, moje badania miały związek z dziedziną planowania przestrzennego. W swojej rozprawie doktorskiej podjęłam się problematyki wykorzystania technologii semantycznych dla potrzeb reprezentacji i integracji informacji planistycznej. Zaproponowałam metody pozwalające na integrację miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego z danymi o środowisku przyrodniczym z wykorzystaniem dedykowanych ontologii. Na badania te pozyskałam grant finansowany przez Narodowe Centrum Nauki.

W okresie, w którym pracowałam nad rozprawą doktorską, uczestniczyłam także w projekcie finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki, dotyczącym wykorzystania metadanych i sieci semantycznych do przetwarzania danych przestrzenno-czasowych. W ramach prowadzonych badań powstała monografia, w której jestem autorką rozdziału oznaczonego jako pozycja II.2.3 w Załączniku nr 4 do wniosku.

Zajmowałam się również zagadnieniami wykorzystania geoprzestrzennej informacji społecznościowej w budowie infrastruktury informacji przestrzennej oraz jej potencjalnymi zastosowaniami w innych obszarach. Wynikiem tych badań są m.in. publikacje oznaczone jako II.4.6, II.4.11 w Załączniku nr 4 do wniosku. Badania w tym obszarze prowadziłam również we współpracy z naukowcami University of Pretoria (RPA) w ramach wspólnego projektu badawczego (pozycje II.4.10, II.2.2 w Załączniku nr 4 do wniosku).

Po uzyskaniu stopnia doktora, kontynuowałam badania dotyczące zastosowań technologii semantycznych w dziedzinie geoinformacji i w planowaniu przestrzennym. Dotyczyły one zarówno kwestii związanych z tworzeniem i publikacją geoprzestrzennych danych powiązanych (pozycje oznaczone jako II.4.17, II.4.21, II.4.24 w Załączniku nr 4 do wniosku), badaniem ich jakości (pozycja oznaczona jako II.4.18 w Załączniku nr 4 do

wniosku), oraz metodami reprezentacji i publikacji informacji planistycznej (pozycje oznaczone jako II.4.19, II.4.22, II.4.2b w Załączniku nr 4 do wniosku)

Uczestniczyłam także w projekcie badawczym dotyczącym modelowania obiektów przestrzennych za pomocą technologii semantycznych i ontologii w gospodarce przestrzennej. W ramach tego projektu brałam udział m.in. w opracowaniu prototypu systemu wykorzystującego ontologie i mechanizmy wnioskowania dla potrzeb wydawania decyzji o warunkach zabudowy (pozycje II.4.4, II.4.23).

W kolejnym etapie mojej ścieżki naukowej zaczęłam intensywniej zgłębiać metody z obszaru sztucznej inteligencji. Moje zainteresowania naukowe rozszerzyły się o wykorzystanie technik przetwarzania języka naturalnego oraz uczenia głębokiego w zastosowaniach geoprzestrzennych. Metody te stały się kluczowe w moich badaniach nad analizą i przetwarzaniem informacji planistycznej. W ramach realizowanych badań powstały takie prace jak: publikacja oznaczona jako II.4.16 w Załączniku nr 4 do wniosku oraz publikacje [P.1] - [P.4], stanowiące cykl będący podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Zdobyta wiedza i umiejętności umożliwiły mi również realizację wielu prac wdrożeniowych. Byłam m.in. współautorką tezaury dla Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (2012) oraz wielokrotnie uczestniczyłam jako wykonawca w pracach dotyczących tworzenia i publikowania zasobów danych przestrzennych w postaci danych połączonych (ang. Linked Data) m.in. danych PRNG (2017) czy też zbiorów danych Narodowego Instytutu Dziedzictwa (2016). Byłam ekspertem ds. ontologii i brałam udział w opracowywaniu wielu z nich. Uczestniczyłam również w projektach na zlecenie jednostek administracji publicznej, tj. opracowanie metodyki harmonizacji i publikacji danych oraz modelu transgranicznego monitoringu Regionu Metropolitalnego Szczecina (2022), opracowanie branżowego profilu metadanych zbiorów oraz usług danych przestrzennych w zakresie tematu Zagospodarowanie Przestrzenne (2017) oraz specyfikacji danych dla istniejącego zagospodarowania przestrzennego (2021-2022), opracowanie modelu systemu monitorowania zagospodarowania przestrzennego w Polsce (2023).

Z sektorem gospodarczym współpracuję również w ramach projektu HORYZONT 2020 „Economy bY spacE (EYE)”, w którym partnerami oprócz instytucji badawczych są przedsiębiorstwa. W ramach tego projektu spędziłam łącznie 4 miesiące u Lidera projektu tj. przedsiębiorstwa ALMA SISTEMI SRL, który ma swoją siedzibę w Rzymie.

Szczegółowe informacje na temat osiągnięć naukowych oraz współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym przedstawiłam w Załączniku nr 4.

Zdobyte nagrody i wyróżnienia:

1. 2023: Medal Brązowy za Długoletnią Służbę.
2. 2022: Nagroda Rektora indywidualna za osiągnięcia naukowe
3. 2015, 2022: Nagroda Rektora zespołowa za osiągnięcia dydaktyczne
4. 2014, 2015: Nagroda Rektora zespołowa za osiągnięcia organizacyjne
5. Nagroda za najlepszy poster na konferencji AGILE, Leuven 2013.
6. Stypendium dla najlepszych doktorantów przez cały okres studiów doktoranckich.

8. Syntetyczne zestawienie dorobku

Wskaźnik	Wartość
Sumaryczna liczba publikacji	31
Publikacje znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	7
Publikacje spoza bazy Journal Citation Reports (JCR)	15
Liczba rozdziałów w monografiach	3
Liczba publikacji w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych	4
• indeksowanych w bazach WoS	2
Wygłoszenie referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych	27
Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji	5
Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR)	24,197
Sumaryczny liczba punktów publikacji naukowych według list MNiSW oraz MEiN	638
Recenzje artykułów lub monografii naukowych	17
Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi w roli:	
• kierownika	2
• wykonawcy	9
Indeks Hirscha według:	
• bazy Web of Science	4
• bazy Scopus	5
• bazy Google Scholar	8
Sumaryczna liczba cytowań (*bez autocytowań) według:	
• bazy Web of Science	34(*30)
• bazy Scopus	54(*49)
• bazy Google Scholar	217
Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania	13

.....Iwona Kaczmarek.....
(podpis wnioskodawcy)

WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO
ARTYSTYCZNYCH, STANOWIĄCYCH
ZNACZNY WKŁAD W ROZWÓJ
OKREŚLONEJ DYSCYPLINY

Załącznik nr 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

DR INŻ. IWONA KACZMAREK

Iwona Kaczmarek

Spis treści

I. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych o których mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 Ustawy	3
1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy	3
2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy	3
3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.....	4
II. Wykaz aktywności naukowej albo artystycznej.....	4
1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).	4
2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.	4
3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.	5
4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).....	5
5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).....	9
6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).	9
7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.	9
8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.	16
9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.	17
10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.	18
11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.	19
12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).....	19
13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.	20
14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.	20

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.	21
16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.....	21
III. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym.....	22
1. Wykaz dorobku technologicznego.....	22
2. Współpraca z sektorem gospodarczym.	22
3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.	25
4. Wykaz wdrożonych technologii.....	25
5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.....	25
6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.	26
7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.	27
IV. Dane naukometryczne	27

I. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych o których mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 Ustawy

1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy

Nie dotyczy/brak

2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy

[P.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

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu całościowej koncepcji badań oraz zaprojektowaniu eksperymentów, pozyskaniu i przygotowaniu danych, przygotowaniu i testowaniu opracowywanych algorytmów, walidacji i analizie wyników oraz ich interpretacji, przygotowaniu części rysunków, nadzoru nad całością prac związanych z przygotowaniem wyników badań do publikacji, przygotowaniu wstępnej wersji i znaczącej większości tekstu publikacji.

Mój udział wynosi 55%.

[P.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-2022-0513

IF₂₀₂₂^{*}:2,0 Punktacja MEiN: 40

Całkowity udział w publikacji 100%.

[P.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/ijgi1203008

IF₂₀₂₂:3,4 Punktacja MEiN: 100

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu całościowej koncepcji i zaprojektowaniu eksperymentów, pozyskaniu i przygotowaniu danych, opracowaniu i testowaniu opracowywanych metod, walidacji i analizie wyników oraz ich interpretacji,

* Dla publikacji z roku 2023 przyjęto wartości wskaźnika Impact Factor za rok 2022 (najbardziej aktualne dostępne dane).

wizualizacji i prezentacji wyników, przygotowaniu wstępnej wersji i znaczącej większości tekstu publikacji.

Mój udział wynosi 60%.

- [P.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

Całkowity udział w publikacji 100%.

3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

Nie dotyczy/brak

II. Wykaz aktywności naukowej albo artystycznej

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

Brak

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora	
1.	Furmankiewicz M, Janc K, Kaczmarek I , Solecka I. Are Rural Stakeholder Needs Compliant with the Targets of the Europe 2020 Strategy? Text Mining Analysis of Local Action Group Strategies from Two Polish Regions. W: Maci J, Marešová P, Firlej K, Soukal I, red. <i>Hradec Economic Days 2021: Proceedings of the International Scientific Conference</i> . T. 11. Hradec Economic Days. University of Hradec Králové; 2021:195–206. doi:10.36689/uhk/hed/2021-01-019 Punktacja MNiSW ₂₀₂₁ : 5
2.	Coetzee S, Steiniger S, Köbben B, Iwaniak A, Kaczmarek I , Rapant P, Cooper AK, Behr F-J, Schoof G, Katumba S, Vatsava R, Sinvula K, Moellering H. The Academic SDI - Towards Understanding Spatial Data Infrastructures for Research and Education. W: Ivan I, Horák J, Inspektor T, red. <i>Dynamics in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography</i> .; 2018:99–113. doi:10.1007/978-3-319-57336-6 Punktacja MEiN ₂₀₁₈ : 20

3.	Kaczmarek I., Charakterystyka wybranych projektów europejskich dotyczących informacji o przestrzeni, W: Kubik, T. (ed) <i>Charakterystyka i przetwarzanie zasobów urzędowych związanych z czasem i przestrzenią praca zbiorowa</i>, Monografie - Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, nr 170, Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, 181 s., ISBN 978-83-7717-161-5;2014 Punktacja MNiSW₂₀₁₄: 5
----	--

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.

Brak

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

Przed uzyskaniem stopnia doktora	
1.	Iwaniak A, Łukowicz J, Strzelecki M, Kaczmarek I. Ontology driven analysis of spatio-temporal phenomena, aimed at spatial planning and environmental forecasting. <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>. 2013; XL-7/W2:119–124. doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W2-119-2013 Recenzowana publikacja konferencyjna indeksowana w WoS. Punktacja MNiSW₂₀₁₃: 15
2.	Strzelecki M, Iwaniak A, Łukowicz J, Kaczmarek I. Supporting spatial data harmonization process with the use of ontologies and semantic Web technologies. <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>. 2013;XL-7/W2:231–236. doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W2-231-2013 Punktacja MNiSW₂₀₁₃: 15 Recenzowana publikacja konferencyjna indeksowana w WoS.
3.	Iwaniak A, Łukowicz J, Strzelecki M, Kaczmarek I. Aspekty implementacji inteligentnej infrastruktury informacji przestrzennej. <i>Roczniki Geomatyki</i>. 2012;X(4):54.http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg/article/view/RG2012-4-Iwaniak-inni/1459 Punktacja MNiSW₂₀₁₂: 5
4.	Łukowicz J, Kaczmarek I., Iwaniak A. Semantic metadata in SDI for decision support systems in spatial planning. W: Global Geospatial Conference 2012 "Spatially Enabling Government, Industry and Citizens"; 2012 May 14-17; Québec City, Canada.

	Recenzowana publikacja konferencyjna.
5.	Iwaniak A, Kubik T, Paluszyński, Tykierko M, Kaczmarek I. Semantic based extension of search capability of SDI, W: Global Geospatial Conference 2012 "Spatially Enabling Government, Industry and Citizens"; 2012 May 14-17; Québec City, Canada. Recenzowana publikacja konferencyjna.
6.	Kaczmarek I. Wpływ Web 2.0 na rozwój GIS oraz możliwości wykorzystania OpenStreetMap w edukacji. <i>Przegląd Geodezyjny</i> . 2011; 83 (06) Punktacja MNiSW ₂₀₁₁ : 5
7.	Oleszek J, Kaczmarek I. Uzdrowisko a obszar wiejski – komplementarność czy separacja? <i>Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich</i> . 2011; 103-112 Punktacja MNiSW ₂₀₁₁ : 5
8.	Oleszek J, Kaczmarek I. Kształtowanie polityki przestrzennej na przykładzie gminy uzdrowskiej. <i>Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich</i> . 2011; 79-90 Punktacja MNiSW ₂₀₁₁ : 5
9.	Kaczmarek I , Iwaniak A. Rola tezaursu w kształtowaniu interoperacyjności semantycznej. <i>Roczniki Geomatyki</i> . 2011; Vol. IX No. 4 (48), Warszawa, 61-69 Punktacja MNiSW ₂₀₁₁ : 5
10.	Cooper AK, Coetzee S, Kaczmarek I , Kourie D, Iwaniak A, Kubik T. Challenges for quality in volunteered geographical information.2011; AfricaGEO. http://hdl.handle.net/10204/5057 . Recenzowana publikacja konferencyjna. Punktacja MNiSW ₂₀₁₁ : 5
11.	Iwaniak A, Kaczmarek I. Rola serwisów społecznościowych w budowie infrastruktury danych przestrzennych. <i>Roczniki Geomatyki</i> . 2009; 7:79-85. Punktacja MNiSW ₂₀₀₉ : 6
Po uzyskaniu stopnia doktora	
12.	Cooper AK, Coetzee S, Moellering H, Rapant P, Cromptvoets J, Hjelmager J, Delgado T, Iwaniak A, Kaczmarek I. A review of the ICA model of stakeholders in a spatial data infrastructure (SDI), <i>Advances in Cartography and GIScience of the ICA</i> . 2023;4:1–8. Punktacja MNiSW ₂₀₂₃ : 5
13.	Leśniewski M, Świąder M, Kaczmarek I , García Castro D, Kamińska J, Pilawka T, Kazak J. Towards Transit-Oriented Development for Sustainable

	Urban Mobility: Insights from a Central European City. <i>Geomatics and Environmental Engineering</i> . 2021; 15:39–53. doi:10.7494/geom.2021.15.3.39 Punktacja MEiN ₂₀₂₁ : 70
14.	García Castro D, de Elizagarate Gutierrez V, Kazak J, Szewrański S, Kaczmarek I , Wang T. Nuevos desafíos para el perfeccionamiento de los procesos de participación ciudadana en la gestión urbana. Retos para la innovación social. <i>Cuadernos de Gestion</i> . 2020; 20:41–64. doi:10.5295/cdg.170751dg Punktacja MEiN ₂₀₂₀ : 40
15.	Jędruch M, Furmankiewicz M, Kaczmarek I . Spatial Analysis of Asymmetry in the Development of Tourism Infrastructure in the Borderlands: The Case of the Bystrzyckie and Orlickie Mountains. <i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i> . 2020; 9:1–22. doi:10.3390/ijgi9080470 IF ₂₀₂₀ = 2,899, Punktacja MEiN ₂₀₂₀ : 70
16.	Kaczmarek I , Iwaniak A, Świetlicka A, Piwowarczyk M, Harvey F. Spatial Planning Text Information Processing with Use of Machine Learning Methods. <i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . 2020;VI-4/W2-2020:95–102. doi:10.5194/isprs-annals-VI-4-W2-2020-95-2020 Punktacja MEiN ₂₀₂₀ : 5
17.	Iwaniak A, Leszczuk M, Strzelecki M, Harvey F, Kaczmarek I . A novel approach for publishing linked open geodata from national registries with the use of semantically annotated context dependent web pages. <i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i> . 2017;6:1–15. doi:10.3390/ijgi6080252 IF ₂₀₁₇ = 1,723, Punktacja MEiN ₂₀₁₇ : 15
18.	Iwaniak A, Kaczmarek I , Strzelecki M, Łukowicz J, Jankowski P. Enriching and improving the quality of linked data with GIS. <i>Open Geosciences</i> . 2016;8:323–336. doi:10.1515/geo-2016-0020 IF ₂₀₁₆ = 0,475, Punktacja MEiN ₂₀₁₆ : 15.
19.	Iwaniak A, Kaczmarek I , Łukowicz J, Strzelecki M, Coetzee S, Paluszyński W. Semantic metadata for heterogeneous spatial planning documents. <i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . 2016;IV-4/W1:1–10. doi:10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-27-2016 Punktacja MEiN ₂₀₁₆ : 5
20.	Kaczmarek I , Olejniczak D, Szostak M, Iwaniak A. Wykorzystanie informacji geograficznej w kryminalistyce. <i>Roczniki Geomatyki [Annals of Geomatics]</i> . 2016;14:363–373. Punktacja MEiN ₂₀₁₆ : 10

21.	Iwaniak A, Kaczmarek I , Strzelecki M, Łukowicz J. Publikowanie danych przestrzennych jako Linked Open Data. <i>Roczniki Geomatyki [Annals of Geomatics]</i> . 2014;12:67–79. Punktacja MEiN ₂₀₁₄ : 10
22.	Kaczmarek I , Iwaniak A, Łukowicz J. New spatial planning data access methods through the implementation of the INSPIRE directive. <i>Real Estate Management and Valuation</i> . 2014;22:12–24. doi:10.2478/remav-2014-0002 Punktacja MEiN ₂₀₁₄ : 12
23.	Łukowicz J, Iwaniak A, Strzelecki M, Kaczmarek I . Modelowanie dynamiki zjawisk w planowaniu przestrzennym z wykorzystaniem ontologii formalnych. <i>Roczniki Geomatyki [Annals of Geomatics]</i> . 2014;12:81–91. Punktacja MEiN ₂₀₁₄ : 10
24.	Harvey F, Jones J, Scheider S, Iwaniak A, Kaczmarek I , Łukowicz J, Strzelecki M. Little steps towards big goals. Using linked data to develop next generation spatial data infrastructures (aka SDI 3.0). W: Huerta J, Schade S, Granell C, red. <i>Connecting a Digital Europe Through Location and Place: Proceedings of the AGILE'2014 International Conference on Geographic Information Science. Selected best short papers and posters of the AGILE 2014 Conference 3-6 June 2014, Castellón, Spain</i> ; 2014:1–6. Recenzowana publikacja konferencyjna.

Raporty naukowo-badawcze

Po uzyskaniu stopnia doktora

1a.	Coetzee S, Steiniger S, Köbben B, Iwaniak A, Kaczmarek I , Rapant P, Cooper AK, Behr F-J, Schoof G, Katumba S, Vatsava R, Sinvula K and Moellering H (2017). SDI implementations at universities and research institutes. Working Paper by the Commission on SDI & Standards of the International Cartographic Association (ICA). http://sdistandards.icaci.org/wp-content/uploads/2017/02/ICACommission_SDIIImplementations_20170208.pdf
-----	---

Rozszerzone abstrakty konferencyjne

Przed uzyskaniem stopnia doktora

1b.	Iwaniak A, Kaczmarek I , Kubik T, i in. An intelligent geoportal for spatial planning. W: red. <i>Proceedings of the 25th International Cartographic Conference</i> . ICC; 2011:1–5.
-----	---

2b.	Kaczmarek I , Lukowicz J, Cooper AK, Iwaniak A, Kubik T, Paluszynski W. The use of ontologies in the spatial planning domain. W:., red. <i>Proceedings of the 25th International Cartographic Conference</i> . ICC; 2011:1–6.
-----	--

Publikacje w czasopismach popularno-naukowych	
Przed uzyskaniem stopnia doktora	
1c.	Cooper A, Coetzee S, Kourie D, Kaczmarek I , Iwaniak A. Kubik T. Volunteered Geographical information – The Challenges.2012; PoPositionIT, 34-38.

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Brak

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Brak

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

Wystąpienia konferencyjne, w których pełniłam rolę prezentującego.

Pozycje 1,5,22,26,27 to prezentacje posterowe, natomiast pozostałe pozycje to prezentacje ustne.

Lp.	Nazwa wydarzenia	Data i miejsce wydarzenia	Tytuł prezentacji
Przed uzyskaniem stopnia doktora			
1.	The 16th AGILE International Conference on Geographic Information Science	14-17 maja 2013 r., Leuven, Belgia	Semantic metadata for spatial planning documents (poster) Nagroda za najlepszy poster

2.	INSPIRE Conference 2013	21-28 czerwca 2013 r., Florencja, Włochy	Publication of spatial planning documents using ontology-driven approach
3.	Konferencja podsumowująca projekt pn. "Budowa Otwartego Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej (ORSIP)"	5-6 grudnia 2013 r., Szczyrk, Polska	Udostępnianie planów zagospodarowania przestrzennego w Web 3.0 (referat na zaproszenie)
4.	VI Ogólnopolskie seminarium naukowe „Modelowanie informacji geograficznej dla potrzeb budowy infrastruktury informacji przestrzennej”	17 września 2013 r., Warszawa, Polska	Harmonizacja danych planistycznych w technologii sieci semantycznych
5.	Reasoning Web 2012 Summer School	03-08 września 2012, Wiedeń, Austria,	The use of ontologies in spatial planning domain (poster)
6.	GSDI 13 (Global Spatial Data Infrastructure Association) "Spatially Enabling Government, Industry and Citizens"	14-17 maja 2012 r., Quebec, Kanada	Semantic metadata in SDI for decision support systems in spatial planning
7.	25th International Cartographic Conference	3-8 lipca 2011 r., Paryż, Francja	The use of ontologies in spatial planning domain
8.	XXI Konferencja Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej	7-9 listopada 2011 r., Warszawa, Polska	Rola tezaury w kształtowaniu interoperacyjności semantycznej
9.	III Konferencja z cyklu "Wolne	12-13 maja 2011 r., Wrocław, Polska	Wykorzystanie wolnego oprogramowania do

	oprogramowanie w geoinformatyce”		modelowania danych środowiskowych z wykorzystaniem ontologii
10.	Konferencja „Rola służby geodezyjnej i kartograficznej w tworzeniu polskiej Infrastruktury informacji przestrzennej”	8-10 września 2010 r., Wisła, Polska	Możliwości i wykorzystanie ide Web 2.0 w GIS
11.	II Konferencja z cyklu “Wolne oprogramowanie w geoinformatyce”	13-14 maja 2010 r., Wrocław, Polska	Serwisy społecznościowe GIS
12.	INSPIRE Conference 2010	22-25 czerwca 2010 r., Kraków, Polska	The use of metadata and ontologies in spatial planning domain
13.	XIX konferencja Konferencja Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej	5-7 października 2009 r., Warszawa Polska	Rola serwisów społecznościowych w budowie infrastruktury danych przestrzennych
14.	Konferencja „Wykorzystanie państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego w działaniach instytucji publicznych”	9-11 września 2009 r., Wisła, Polska	Open source, open documents, open standards, OpenStreetMap
15.	GIS Day	18 listopada 2009 r., Bytom, Polska	GIS za darmo (referat na zaproszenie)
Po uzyskaniu stopnia doktora			
16.	Ogólnopolska Konferencja "GIS w Nauce"	23-24 czerwca 2022 r., Toruń, Polska	Wzbogacanie danych przestrzennych z wykorzystaniem technik przetwarzania języka naturalnego na przykładzie miejscowych planów

			zagospodarowania przestrzennego
17.	Kongres Polityki Miejskiej 2021	7-8 czerwca 2021 r., Kraków, Polska	Harmonizacja miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego z wykorzystaniem technik NLP i uczenia maszynowego
18.	5th International Conference on Smart Data and Smart Cities	30 września - 2 października 2020 r., Nicea, Francja	Spatial planning text information processing with use of machine learning methods
19.	XXIX Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	6 – 7 listopada 2019 r., Warszawa, Polska	Wykorzystanie idei Linked Data do publikacji danych przestrzennych
20.	1st International Conference on Smart Data and Smart Cities, 30th UDMS,	7–9 września 2016 r., Split, Chorwacja	Semantic metadata for heterogeneous spatial planning documents
21.	Geobusiness 2015	27-28 maja 2015 r., Londyn, Wielka Brytania	Linked Data for national/public spatial registries
22.	GI Forum 2015	7-10 lipca 2015 r., Salzburg, Austria	Linked Data as a new source of information for decision making in spatial management (poster)
23.	XXV konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	5-6 listopada 2015 r., Warszawa, Polska	Wykorzystanie LOD do wzbogacania danych przestrzennych dla potrzeb gospodarki przestrzennej
24.	Wolne oprogramowanie GIS i otwarte dane w administracji publicznej	11-12 czerwca 2015 r., Szczyrk, Polska	Linked Open Data z wykorzystaniem wolnego oprogramowania w gospodarce przestrzennej (referat na zaproszenie)

25.	GI Forum 2014: Symposium and Exhibit GIScience & Technology Learning with GI: Geospatial Innovation for Society	1-4 lipca 2014 r., Salzburg, Austria	A hybrid approach for the integration of heterogeneous data in the urban planning domain
26.	INSPIRE Conference 2014	16-20 czerwca, 2014 r., Aalborg, Dania	Ontological representation of spatial planning and environmental data in the context of Web 3.0 and Linked Open Data (poster)
27.	Współczesne uwarunkowania gospodarowania przestrzenią – szanse i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju	24-25 czerwca 2014 r., Warszawa, Polska	Publikacja planów zagospodarowania przestrzennego w Linked Open Data (poster)

Wystąpienia konferencyjne, w których pełniłam rolę współautora prezentacji:

Lp.	Nazwa wydarzenia	Data i miejsce wydarzenia	Tytuł prezentacji
Przed uzyskaniem stopnia doktora			
1.	1 st AfricaGEO Conference 2011	30 maja – 2 czerwca 2011 r., Kapsztad	Challenges for quality in volunteered geographical information
2.	II Konferencja z cyklu “Wolne oprogramowanie w geoinformatyce”	13-14 maja 2010 r., Wrocław, Polska	Otwarte standardy w geoinformatyce
3.	XXIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	6-8 listopada 2013 r., Warszawa	Modelowanie dynamicznych zjawisk w planowaniu przestrzennym z wykorzystaniem ontologii formalnych
4.	XXVIIth International	August 25-30, 2013 r., Drezno, Niemcy	Retrieving information from spatial planning

	Cartographic Conference (ICC 2013)		documents with the use of context analysis
5.	XXIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	6-8 listopada 2013 r., Warszawa, Polska	Wspomaganie automatyzacji procesu harmonizacji danych przestrzennych z wykorzystaniem ontologii i technologii Semantic Web
6.	XXIII Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	6-8 listopada 2013 r., Warszawa	Open Data i Open Linked Data – nowe wyzwanie dla służby geodezyjnej?
7.	INSPIRE Conference 2013	21-28.06.2013 r., Florencja, Włochy	The use of semantic web technologies in spatial decision support system
8.	ISPRS Conference on “Serving Society with Geoinformatics”	11 – 17 listopada 2013 r., Antalya, Turcja	Ontology Driven Analysis of Spatio-temporal Phenomena, Aimed At Spatial Planning And Environmental Forecasting
9.	ISPRS Conference on “Serving Society with Geoinformatics”	11 - 17 listopada, 2013 r., Antalya, Turcja	Supporting spatial data harmonization process with the use of ontologies and Semantic Web technologies
10.	XXII Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	24-25 września 2012 r., Warszawa, Polska	Aspekty implementacji inteligentnej infrastruktury informacji przestrzennej
11.	GSDI 13 (Global Spatial Data Infrastructure Association) “Spatially Enabling Government, Industry and Citizens”	14-17 maja 2012 r., Quebec, Kanada	Semantic based extension of search capability of SDI

12.	25th International Cartographic Conference	4-8 lipca 2011 r., Paryż, Francja	An Intelligent Geoportal for Spatial Planning
Po uzyskaniu stopnia doktora			
13.	31st International Cartographic Conference (ICC 2023)	13-18 sierpnia 2023 r., Kapsztad, RPA	Spatial analysis in GeoAI with the use of graph neural networks: Quality of life prediction in urban areas case
14.	31st International Cartographic Conference (ICC 2023)	13-18 sierpnia 2023 r., Kapsztad, RPA	A review of the ICA model of stakeholders in a spatial data infrastructure (SDI)
15.	Ninth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of Environment	3-5 kwietnia 2023 r., Ayia Napa, Cypr	The project EYE: Analysis of remote sensing data to assess economic trends
16.	Geobusiness 2015	27-28 maja 2015 r., Londyn, Wielka Brytania	Geomedia semantic toolkit for linked geospatial data
17.	XXV konferencja Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej	5-6 listopada 2015 r., Warszawa, Polska	Wykorzystanie informacji geograficznej w kryminalistyce
18.	GI Forum 2015	7-10 lipca 2015 r., Salzburg, Austria	The RDF Datasets and Ontologies as a System for Knowledge Representation in Spatial Management (poster)
19.	XXV konferencja Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej	5-6 listopada 2015 r., Warszawa, Polska	Opracowanie i publikacja metadanych dla informacji przestrzennych publikowanych w BIP
20.	17th AGILE Conference on Geographic	3-6 czerwca 2014 r., Castellón, Hiszpania	Little Steps Towards Big Goals. Using Linked Data to Develop Next Generation Spatial Data

	Information Science		Infrastructures (aka SDI 3.0)
21.	INSPIRE Conference 2014	16-20 czerwca, 2014 r., Aalborg, Dania	Publishing Metadata in Linked Open Data Manner: Building Bridge Between INSPIRE and Web 3.0
22.	GI FORUM 2014	1-4 lipca 2014 r., Salzburg, Austria	Old metadata in new SDI (poster)
23.	GI Forum 2014: Symposium and Exhibit GIScience & Technology Learning with GI: Geospatial Innovation for Society	1-4 lipca 2014 r., Salzburg, Austria	Opening SDI Metadata for Linked Open Data
24.	XXIV Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej	5-6 listopada 2014 r., Warszawa, Polska	Wykorzystanie danych z serwisów społecznościowych w planowaniu zagospodarowania przestrzennego w infrastrukturze Linked Data

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

Lp.	Tytuł
Przed uzyskaniem stopnia doktora	
1.	Członek Komitetu Organizacyjnego I Konferencji z cyklu „Wolne oprogramowanie w geoinformatyce, 2009, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
2.	Sekretarz II Konferencji z cyklu „Wolne oprogramowanie w geoinformatyce”, 12-13.05.2011, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
3.	Członek Komitetu Organizacyjnego III Konferencji z cyklu „Wolne oprogramowanie w geoinformatyce”, 13-14.05.2010, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Po uzyskaniu stopnia doktora	

4.	Członek Komitetu Programowego konferencji międzynarodowej 31st International Cartographic Conference (ICC 2023), 13-18 sierpnia 2023, Kapsztad, RPA
5.	Członek Komitetu Programowego SDI-Open 2015, 20-21 sierpnia 2015, Rio de Janeiro, Brazylia

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Lp.	Funkcja	Dane projektu	Status
Przed uzyskaniem stopnia doktora			
1.	Kierownik	„Modelowanie i integracja danych planistycznych i środowiskowych z wykorzystaniem technologii sieci semantycznych”, PRELUDIUM, Narodowe Centrum Nauki, UMO-2011/03/N/HS4/03819, 20.08.2012 –19.08.2014.	zrealizowany
2.	Wykonawca	„Wykorzystanie metadanych i sieci semantycznych do wyszukiwania, integracji i weryfikacji urzędowych danych posiadających aspekt czasowo-przestrzenny”, N N526 358139, 30.09.2010 - 29.03.2013.	zrealizowany
3.	Wykonawca	„Budowa, standaryzacja i integracja sieciowych usług geoinformacyjnych dla potrzeb opracowań kartograficznych”, Narodowe Centrum Nauki, N N526 193936, 29.05.2009 - 28.05.2012.	zrealizowany
4.	Wykonawca	„Społecznościowa informacja przestrzenna dla infrastruktury danych przestrzennych i geoportali” w ramach umowy międzynarodowej o współpracy naukowej i	zrealizowany

		naukowo – technicznej pomiędzy Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu a University of Pretoria, RPA 2010-2012.	
Po uzyskaniu stopnia doktora			
5.	Kierownik ze strony Konsorcjanta (UPWr)	„Economy bY space - Impact of Covid-19 outbreak on European economies (EYE)”, Horyzont 2020, umowa nr 101007638, 01.07.2021-30.06.2025	w trakcie realizacji
6.	Wykonawca	„AZON – Aktywna Platforma Informacyjna e-scienceplus.pl”, Program Operacyjny Polska Cyfrowa, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju 01.09.2016-28.11.2019	zrealizowany
7.	Wykonawca	„Modelowanie zjawisk i obiektów przestrzennych oraz relacji między nimi z wykorzystaniem ontologii i sieci semantycznych dla potrzeb gospodarki przestrzennej”, Narodowe Centrum Nauki, OPUS UMO-2012/05/B/HS4/04197, 22.02.2013 - 21.08.2015.	zrealizowany
8.	Wykonawca	„Dziedzinowe usługi nowej generacji w infrastrukturze PL-Grid dla Polskiej Nauki – PL Grid NG”, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju POIG.02.03.00.12-138/13, 01.01.2014 r. – 31.12.2015 r.	zrealizowany

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

Lp.	Nazwa organizacji
-----	-------------------

Po uzyskaniu stopnia doktora	
1.	Członek międzynarodowej organizacji International Cartographic Association - Commission on SDI and Standards
2.	Przedstawiciel Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w Zespole ds. osiągnięcia neutralności klimatycznej miasta Wrocławia rozszerzonego o przedstawicieli Koalicji Uczelni Wrocławskich i Dolnego Śląska na rzecz Zrównoważonego Rozwoju i Ochrony Klimatu

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

Lp.	Miejsce stażu	Termin	Czas trwania stażu	Charakter stażu
Przed uzyskaniem stopnia doktora				
1.	University of Pretoria, Department of Geography, Geoinformatics and Meteorology, Pretoria, RPA	08.02.2011-18.02.2011 22.01.2012-02.02.2012	22 dni	pobyt w ramach wspólnego projektu badawczego
Po uzyskaniu stopnia doktora				
2.	Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Bratysława, Słowacja	01.07.2015-31.08.2015	2 miesiące	staż naukowy
3.	San Diego State University, Department of Geography, San Diego, USA	02.03.2015-29.03.2015	27 dni	staż naukowy

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

Brak

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

Wykonałam 17 recenzji w 6 czasopismach naukowych, w tym jedną recenzję monografii w języku angielskim.

Lp.	Tytuł czasopisma
Po uzyskaniu stopnia doktora	
1.	ISPRS International Journal of Geo-Information, IF:3.4
2.	Sustainability, IF:3.9
3.	Foundations of Computing and Decision Sciences, IF:1.1
4.	Artificial Intelligence Review, IF:12.0
5.	Computers, Materials & Continua, IF: 3.1
	Acta Polytechnica, IF:0.8
6.	Recenzja monografii dla wydawnictwa Springer International Publishing (z obszaru zarządzania wiedzą w polityce przestrzennej)
7.	Recenzje publikacji konferencyjnych w ramach wydarzeń SDI-Open 2015, ICA Commission&OGC, 31st INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, 2023

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

Lp.	Tytuł
Przed uzyskaniem stopnia doktora	
1.	Wykonawca w projekcie „Społecznościowa informacja przestrzenna dla infrastruktury danych przestrzennych i geoportali” w ramach umowy międzynarodowej o współpracy naukowej i naukowo – technicznej pomiędzy Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu a University of Pretoria, RPA, 2010-2012.
Po uzyskaniu stopnia doktora	

2.	Kierownik ze strony Konsorcjanta (tj.UPWr) w projekcie międzynarodowym w ramach programu Horyzont 2020 pn. „Economy bY spacE - Impact of Covid-19 outbreak on European economies (EYE)” 01.07.2021- obecnie
3.	Przedstawiciel Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w Komitecie Sterującym projektu WRO4digITal European Digital Innovation Hub Wroclaw, finansowanego w ramach programu Digital Europe Programme (DIGITAL), 28.07.2023-obecnie

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

Lp.	Dane projektu
Po uzyskaniu stopnia doktora	
1.	Projekt w ramach konkursu grantów doktorskich i habilitacyjnych na Wydziale IKSiG UPWr pn.”Wykrywanie konfliktów przestrzennych z wykorzystaniem technologii sieci semantycznych dla potrzeb planowania przestrzennego”, 2015-2016
2.	Projekt w ramach konkursu grantów doktorskich i habilitacyjnych na Wydziale IKSiG UPWr pn.”Integracja informacji z wykorzystaniem ontologii i grafowych baz danych w celu zapobiegania konfliktom przestrzennym”, 2016
3.	Projekt w ramach konkursu „Innowacyjny naukowiec”, finansowany ze środków wewnętrznych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pn. „Pozyskiwanie i integracja informacji o przyszłym zagospodarowaniu terenu wynikającym z dokumentów planistycznych z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego oraz grafów wiedzy”, 2020-2021

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

Brak

III. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

1. Wykaz dorobku technologicznego.

Brak

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

Brałam udział w współpracy z sektorem gospodarczym w zakresie realizacji projektów badawczo-rozwojowych, tj.:

Lp.	Funkcja	Dane projektu
Przed uzyskaniem stopnia doktora		
<i>Brak</i>		
Po uzyskaniu stopnia doktora		
1.	Wykonawca	TeleCyfro – opracowanie metod wydobywania informacji z nieustrukturyzowanych dokumentów inżynierskich z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w środowisku pracy zdalnej, Program Operacyjny Inteligentny Rozwój, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
2.	Kierownik zarządzający, Wykonawca	Budowa bazy wiedzy o nieruchomościach, Program Operacyjny Inteligentny Rozwój, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 31.01.2019 - 31.12.2020
3.	Kierownik zadania	Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii GeoMedia Enterprise Intelligence realizującej wielokryterialną analizę danych przestrzennych w środowisku narzędziowym desktop oraz Web, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 2014-2016

Ponadto uczestniczyłam w projektach obejmujących prace wdrożeniowe realizowane na zlecenie jednostek administracji publicznej, tj.:

Lp.	Funkcja	Dane projektu	Rok/Zamawiający
Przed uzyskaniem stopnia doktora			
1.	Kierownik Zespołu	Konwersja obowiązujących miejscowych planów zagospodarowania	2012

		przestrzennego do postaci cyfrowej dla obszaru gmin Dorzecza Parsęty	Związek Miast i Gmin Dorzecza Parsęty
Po uzyskaniu stopnia doktora			
2.	Wykonawca	Opracowanie modelu systemu monitorowania zagospodarowania przestrzennego wraz z przygotowaniem publikacji	2023 Ministerstwo Rozwoju i Technologii
3.	Wykonawca	Opracowanie specyfikacji danych dla istniejącego zagospodarowania przestrzennego (ang. Existing Land Use) wraz z pilotażem polegającym na opracowaniu zbioru danych przestrzennych dla istniejącego zagospodarowania przestrzennego	2021-2022 Ministerstwo Rozwoju i Technologii
4.	Kierownik Zespołu	Utworzenie i udostępnienie zbioru otwartych danych sektora informacji publicznej	2020 Gmina Wrocław - Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu
5.	Wykonawca	Zaprojektowanie i wdrożenie węzłów infrastruktury informacji przestrzennej u Partnerów Projektu Bazy Wiedzy, w ramach realizacji Projektu pn.: „Przyspieszenie wzrostu konkurencyjności województwa mazowieckiego, przez budowanie społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy poprzez stworzenie zintegrowanych baz wiedzy o Mazowszu”	2018 Województwo Mazowieckie
6.	Wykonawca	Opracowanie branżowego profilu metadanych zbiorów oraz usług danych przestrzennych w zakresie tematu Zagospodarowanie Przestrzenne	2016-2018 Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa
7.	Kierownik Zespołu	Usługi: Wytworzenie i wdrożenie narzędzi służących do realizacji funkcjonalności związanych z tworzeniem, udostępnianiem oraz podnoszeniem	2017-2018 Główny Urząd Geodezji i Kartografii

		jakości Linked Open Data a także przygotowaniem wybranych zbiorów danych PZGiK Rozbudowa aplikacji edytora i walidatora metadanych oraz implementacja nowej usługi generowania metadanych przeznaczonej do wykorzystania przez systemy dziedzinowe w ramach projektu „Budowa oraz rozwój e-usług i narzędzi w ramach projektów CAPAP, ZSIN Faza II i K-GESUT wraz ze szkoleniami”	
8.	Kierownik Zespołu	Wytworzenie wzbogaconych semantycznie metadanych w postaci RDF wraz z ontologią	2016-2017 Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
9.	Kierownik Zespołu	Dostawa repozytorium RDF oraz publikacja PRNG w postaci Linked data	2016-2017 Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
10.	Wykonawca	Rozbudowa systemu zarządzania metadanymi Katowickiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej	2016 Miasto Katowice
11.	Wykonawca	Usługi doradcze w zakresie modelowania informacji oraz projektowania i wdrażania ontologii dziedzinowych i baz danych w ramach projektu pn. "Regionalna platforma informacyjna dla mieszkańców i samorządów Dolnego Śląska e-DolnySlask"	2014-2015 Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego

Obecnie pełnię funkcję kierownika projektu „Economy by Space (EYE)”, który jest realizowany w ramach programu HORYZONT 2020. W ramach tego projektu, obok instytucji badawczych, aktywną rolę jako partnerzy pełnią również przedsiębiorstwa. W latach 2021 i 2022 **spędziłam łącznie cztery miesiące** u lidera tego projektu, firmy ALMA SISTEMI SRL. Firma ta ma swoją siedzibę w Rzymie, gdzie bezpośrednio uczestniczyłam w realizacji projektu.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.*Brak***4. Wykaz wdrożonych technologii.***Brak***5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.**

Jestem współautorką w następujących ekspertyzach oraz opracowaniach:

Lp.	Tytuł ekspertyzy/opracowania	Rok/Zamawiający
Przed uzyskaniem stopnia doktora		
1.	Tezaurus w standardzie SKOS dla pojęć występujących w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławskiego Obszaru Metropolitalnego	2011 Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu
2.	Tezaurus dla danych pochodzących z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego.	2012 Główny Urząd Geodezji i Kartografii
Po uzyskaniu stopnia doktora		
3.	Publikacja „Model systemu monitorowania zagospodarowania przestrzennego w Polsce”	2023 Ministerstwo Rozwoju i Technologii
4.	Opracowanie „Opis dobrych praktyk w zakresie Istniejącego zagospodarowania przestrzennego”	2022 Ministerstwo Rozwoju i Technologii
5.	Opracowanie „Specyfikacja danych dla kategorii istniejącego zagospodarowania przestrzennego”	2022 Ministerstwo Rozwoju i Technologii
6.	Opracowanie "Model transgranicznego monitoringu Regionu Metropolitalnego Szczecina"	2022

		Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego
7.	Opracowanie „Metodyka harmonizacji i publikacji danych istotnych dla ukierunkowania rozwoju Transgranicznego Regionu Metropolitalnego Szczecina wraz z określeniem dostawców danych i ich użytkowników”	2022 Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego
8.	Ontologia dla zbioru otwartych danych udostępnianych przez Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu	2020 Gmina Wrocław - Zarząd Geodezji, Kartografii i Katastru Miejskiego we Wrocławiu
9.	Ontologia dla poszczególnych typów publikowanych zasobów publikowanych na platformie „Aktywna Platforma Informacyjna e-scienceplus.pl”	2019
10.	Opracowanie „Branżowy profil metadanych zbiorów w zakresie tematu Zagospodarowanie Przestrzenne”	2017 Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa
11.	Podręcznik tworzenia metadanych zgodnie z Profilem dla tematu Zagospodarowanie przestrzenne	2017 Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa
12.	Tezaurus dla tematu Zagospodarowanie przestrzenne (Branżowy tezaurus w zakresie tematu Zagospodarowanie przestrzenne)	2017 Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa
13.	Podręcznik szkoleniowy w zakresie procedur tworzenia i publikacji Linked Open Data (LOD) obejmującego zbiory danych Narodowego Instytutu Dziedzictwa	2016 Narodowy Instytut Dziedzictwa

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

- Członek kapituły konkursowej „Lider Geoinformacji” na wydarzeniu GIS Meeting - Targi wiedzy i rozwiązań geoinformacyjnych, 2011

- Ekspert ds. ontologii dziedzinowych w projekcie "Regionalna platforma informacyjna dla mieszkańców i samorządów Dolnego Śląska e-DolnySlask", 2014-2015
- Członek Komisji Konkursowej na XX Międzynarodowej Konferencji Studenckich Kół Naukowych i XXXII Sejmiku SKN Sekcja Architektury Krajobrazu i Gospodarki Przestrzennej, Inżynierii Bezpieczeństwa, Technologii Informacyjnej.

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

Brak

IV. Dane naukometryczne

1. Sumaryczny Impact Factor: 24,197

2. Liczba cytowań.

- Liczba cytowań (Web of Science): 34 (30 bez autocytowań)
- Liczba cytowań (SCOPUS): 54 (bez autocytowań 49)
- Liczba cytowań (Google Scholar): 217

3. Indeks Hirscha.

- H-index (Web of Science): 4
- H-index (SCOPUS): 5
- H-index (Google Scholar): 8

4. Sumaryczna liczba punktów ministerialnych: 638

Iwona Kaczmarek

(podpis wnioskodawcy)

**KOPIA DOKUMENTU
POTWIERDZAJĄCEGO POSIADANIE
STOPNIA DOKTORA**

Załącznik nr 2 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

DR INŻ. IWONA KACZMAREK

Iwona Kaczmarek