

Warszawa, dnia 3 września 2019 r.

Dr hab. inż. Katarzyna Sobolewska – Mikulska prof. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii
Zakład Katastru i Gospodarki Nieruchomościami
Pl. Politechniki 1. 00-661 Warszawa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Szylar pt.:

„Metodyka wyznaczania stref funkcjonalno-przestrzennych miasta z wykorzystaniem GIS i taksonomi numerycznej”

Promotor – prof. dr hab. inż. Krzysztof Gawroński,
Promotor pomocniczy – dr inż. Barbara Prus

Podstawę sporządzenia recenzji stanowi uchwała Rady Wydziału nr 127/2019 podjęta 10 lipca 2019 r. na posiedzeniu RW Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

1. Wybór tematu, cel pracy i uwagi ogólne

Problematyka badania przestrzeni, w aspekcie procesów urbanizacyjnych wpływających na rozwój społeczno-gospodarczy oraz optymalne zagospodarowanie wpisują się w gospodarkę przestrzenną. Jednym elementów gospodarki przestrzennej jest gospodarka nieruchomościami, w której ważną rolę odgrywają uwarunkowania dla funkcjonowania przestrzeni miejskich. W chwili obecnej gwałtowny i nieplanowany w pełni rozwój obszarów miejskich staje się zagrożeniem dla zrównoważonego rozwoju, kiedy struktura funkcjonalno-przestrzenna miast jest wypadkową wzajemnego oddziaływania warstwy społecznej, morfologicznej, funkcjonalnej, przestrzennej i innych. Gospodarowanie przestrzenią miejską wymusza podejście interdyscyplinarne, co w oparciu o ogólne idee społeczeństwa informacyjnego stanowi o istotności dostępu do aktualnych danych i informacji o przestrzeni. Dlatego też istotne wydaje się wyszukiwanie takich metod postępowania, które wspomogą wyznaczanie jednorodnych stref funkcjonalno-przestrzennych miasta i usprawnią proces miejscowego planowania przestrzennego. Wspomniane zagadnienia stały się bezpośrednią motywacją dla mgr inż. Marty Szylar do podjęcia badań w tym zakresie i realizacji rozprawy doktorskiej.

W rozprawie zaproponowano liczne wskaźniki charakteryzujące strukturę funkcjonalno-przestrzenną miast. Do analiz tych wskazanych wskaźników Doktorantka

wykorzystała metody GIS, które posłużyły jako dane wejściowe dla metod taksonomii numerycznej. Otrzymane tą drogą wyniki pozwoliły na uporządkowanie i klasyfikację otrzymanych informacji oraz wyznaczania skupień obiektów podobnych i wskazanie jednorodnych stref funkcjonalno-przestrzennych miast. Jako obszar badań i testów zostało wybrane miasto Kraków. Dla wskazanego obszaru badawczego opisano szeroki zakres zagadnień powiązanych z podziałem przestrzeni, a efekty badań przedstawiono z wykorzystaniem narzędzi GIS.

Dla Autorki celem rozprawy, jest cyt. „*opracowanie metodyki wyznaczania obszarów jednorodnych pod względem funkcjonalnym oraz przestrzennym na terenach miejskich oraz przedstawienie wyników analiz prowadzących do delimitacji stref funkcjonalno-przestrzennych miasta*” osiągniętego z pomocą realizacji następujących zadań szczegółowych:

1. Określenie stref funkcjonalno-przestrzennych miast;
2. Sporządzenie koncepcji zagospodarowania przestrzennego miast oraz studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego;
3. Sporządzeniu decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego (w przypadku braku miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego) ;
4. Tworzenie studialnych opracowań planistyczno-przestrzennych, których celem będzie określenie pilności oraz zasadności sporządzania miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w ramach terytorium miasta.

Doktorantka dla przyjętych celów postawiła następujące tezy badawcze:

1. Jednorodne strefy funkcjonalno-przestrzenne miasta mogą być w jednoznaczny sposób wyznaczone przy pomocy metod geoprocesingu i metod taksonomii numerycznej.
2. Zaproponowana metoda wyznaczania stref funkcjonalno-przestrzennych usprawnia proces planowania przestrzennego.

Jako hipotezy badawcze Doktorantka przyjęła następujące stwierdzenia:

1. Za pomocą baz danych tworzonych z użyciem Systemów Informacji Geograficznej możliwe jest wyznaczenia wartości atrybutów dla wybranych podstawowych pól oceny.
2. Metody taksometrii numerycznej znajdują zastosowanie przy wyznaczaniu stref funkcjonalno-przestrzennych obszarów miejskich, poprzez klasyfikowanie i porządkowanie danych dotyczących zagospodarowania przestrzennego.
3. Zaproponowana metodyka może zostać zastosowana dla dowolnego obszaru miejskiego.

Zdaniem recenzenta tak sformułowany cel, teza i hipotezy badawcze są poprawne, a cele szczegółowe służące osiągnięciu celu głównego zdefiniowane poprawnie. Do osiągnięcia zamierzonego celu, wykorzystano nowoczesne techniki i metody numeryczne umożliwiające pozyskiwanie aktualnych danych oraz wykonanie wielowariantowych analiz wraz z ich prezentacją graficzną, co zostało bardzo przejrzysto zaprezentowane w schemacie organizacji pracy badawczej na rycinie 2.

2. Ocena układu i strony edytorskiej pracy

Rozprawa doktorska została podzielona na 6 merytorycznych rozdziałów stanowiących 165 stron z 221 stron pełnego opracowania wraz z załącznikami, spisem literatury, rysunków i tabel oraz streszczenia. W rozprawie zostało zamieszczonych 40 rycin i 11 tabel. Wszystkie wykorzystane i zamieszczone we fragmentach materiały źródłowe, zostały przez Autorkę właściwie zweryfikowane do rozwiązywanego problemu.

Podział rozprawy doktorskiej na rozdziały nie budzi zastrzeżeń recenzenta, jest on czytelny poprzez rozdzielenie części poznawczej - badań literaturowych (teoretycznych) i doświadczalnej, gdzie nastąpiła weryfikacja i analizy na obiekcie doświadczalnym. Jako jedną usterkę w budowie pracy recenzent uważa przedstawienie „Metodyki określania jednorodności funkcjonalno-przestrzennej” (rozdział 4) po „Charakterystyce obszaru badań” (rozdział 3). Ponieważ Doktorantka uważa zaprezentowaną metodykę jako uniwersalną to powinna być ona przedstawiona wcześniej w rozprawie, a następnie jej testowanie na obiekcie badawczym. Jednak ta drobna usterka nie wpływa na wartość merytoryczną pracy.

Budowa pracy doktorskiej jest przejrzysta i obejmuje część poznawczą, analityczno-badawczą i podsumowująco-kończącą.

Oceniając układ rozprawy recenzent uważa go za poprawny. Edycja graficzna rozprawy doktorskiej jest na bardzo dobrym poziomie, a opracowania graficzne zamieszczone w rozprawie są czytelne.

3. Ocena doboru literatury

Wykaz bibliografii wskazuje na korzystanie z bardzo obszernej literatury przedmiotu. W spisie pozycji literaturowych znajduje się aż 556 pozycji, w tym 28 aktów prawnych i 14 stron internetowych, które zostały właściwie zweryfikowane do prezentowanych zagadnień. Pozycji literaturowych anglojęzycznych jest aż 175. W wykazie publikacji znajdują się 4 autorskie i współautorskie prace Doktorantki. Wykorzystywana przez Doktorantkę tak liczna bibliografia jest związana z tematem rozprawy, a jej przegląd jest właściwy i poprawnie zweryfikowany do tematu rozprawy. Ponadto tak bogaty przegląd literatury, w tym światowej świadczy o bardzo dobrym warsztacie badawczym mgr inż. Marty Szylar.

4. Ocena metodyczna i merytoryczna rozprawy

Wstęp do rozprawy (rozdział 1) stanowi wprowadzenie, w którym wyjaśniono podstawowe pojęcia związane z pracą. Jako podpunkty tego rozdziału wskazano cel pracy, tezy i hipotezy badawcze omówione przez recenzenta powyżej, zakres przestrzenny badań i ich ogólny zarys oraz wykorzystywane źródła danych, a w tym: zdjęcia lotnicze i satelitarne, dane statystyczne, numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT), dane bazy BDOT 1 0k.

W rozdziale 2 pt. „Przestrzeń miejska” zaprezentowano historyczne początki urbanizacji i tworzenie pierwszych miast na wszystkich kontynentach oraz omówiono koncepcję kształtowania się form miejskich także w ujęciu zmieniających się warunków historycznych. Doktorantka szeroko (7 stron) przedyskutowała – zgodnie z definicją etymologiczną morfologii – kształt, formę budowę zewnętrzną i wewnętrzną obiektów. Doprecyzowała te rozważania o urbomorfologię – czyli morfologię miast, które to pojęcie zostało wprowadzone w Polsce w 1974 r. jako nauka o zewnętrznej i wewnętrznej budowie jednostki osadniczej oraz genezie poszczególnych części tych jednostek. W rozdziale tym przedstawiono i scharakteryzowano, na podstawie badań literaturowych funkcje miast, wśród których za jedną z najważniejszych w geografii osadnictwa i w planowaniu przestrzennym uważa się teorię bazy ekonomicznej i funkcjonalizmu. Na tej podstawie Doktorantka opracowała zestaw nazw funkcji i wskazała kryteria ich wyróżniania (tabela 1). Opisane w tym rozdziale koncepcje i teorie stanowią podstawę do pełnego poznania i opisu obszarów jednostek miejskich. W dalszych podrozdziałach omówiono strukturę, jednorodność i podział przestrzeni miast oraz zdefiniowano jednorodność struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta ze sprecyzowaniem podziału przestrzeni miejskiej (tabela 2). Doktorantka wskazała czynniki warunkujące podział przestrzeni, podała przykłady jednostki lub strefy oraz przedstawiła warunki wyznaczania granic.

Omawiając politykę miejską (podrozdział 2.6) mgr inż. Marta Szylar podkreśliła kontekst prawny rozwoju i kształtowania się przestrzeni miejskich. Na podstawie badań literaturowych za główne wady systemu prawnego wskazała:

- ✓ brak realnego wpływu na zagospodarowanie przestrzenne aktów ponadlokalnych,
- ✓ zawite i niejasne regulacje prawne komplikujące proces planowania przestrzennego,
- ✓ brak integracji przepisów prawa mających wpływ na gospodarowanie przestrzenią,
- ✓ przedkładanie interesów indywidualnych nad ogólnospołeczne i inne.

W aspekcie przyszłego rozwoju miast – miasta XXI wieku (podrozdział 2.7) przedstawiono problemy urbanizacji i jej perspektywy oraz wskazano znaczenie istnienia i oddziaływania miast w ujęciu globalnym, które zajmują tylko 2% całkowitej powierzchni Ziemi. Oddziaływanie to jest niestety znacząco negatywne.

Zdaniem recenzenta rozdziały wprowadzające w zagadnienia rozprawy zostały poprawnie opracowane i stanowi właściwe wprowadzenie do dysertacji.

Rozdział 3 stanowi charakterystykę obszaru badań – miasta Kraków w zakresie:

- ✓ historii powstania i rozwoju,
- ✓ uwarunkowań zagospodarowania, a w tym:
 - fizjografii,
 - demografii i przestrzeni publicznej,
 - gospodarki i infrastruktury.
- ✓ polityki przestrzennej Krakowa,
- ✓ Krakowski Obszar Metropolitarny.

Charakterystyka obszaru badań jest bardzo obszerna i wielostronna, co daje dobry obraz obszaru badań. Liczne zobrazowania graficzne (tabele i ryciny) stanowią dobre uzupełnienie treści opisowych, a ich jakość graficzna jest poprawna.

Najcenniejszy w rozprawie doktorskiej jest rozdział 4 pt. „Metodyka określania jednorodności funkcjonalno-przestrzennej”. Klasyfikacja terenów miejskich jest zadaniem trudnym ze względu na wielowymiarowy charakter przestrzeni miejskiej, jest jednak konieczna do badania zróżnicowanego charakteru wewnętrzmiejskiego i prawidłowego zarządzania rozwojem miasta. Dążąc do założonego celu rozprawy, czyli usprawnienia procesu planowania przestrzennego i uniwersalności metodyki Doktorantka przygotowała (na podstawie badań literaturowych) zestaw wskaźników niezbędnych do analizy struktury funkcjonalnej i przestrzennej w odniesieniu do jednostek miejskich. W efekcie Doktorantka przyjęła zbiór 9 wskaźników stanowiących podstawę do określania jednorodności funkcjonalno-przestrzennej obszarów miejskich. Do wskaźników zaliczono:

- ✓ Strukturę pokrycia terenu,
- ✓ Gęstość zabudowy,
- ✓ Wysokość zabudowy,
- ✓ Struktura funkcji zabudowy,
- ✓ Udział obszarów objętych różnymi formami ochrony przyrody,
- ✓ Gęstość sieci drogowej,
- ✓ Struktura ludności według ekonomicznej grupy wieku,
- ✓ Udział obszarów, w stosunku do których wystąpiło pozwolenie na budowę,
- ✓ Udział obszarów objętych obowiązkowym lub sporządzanym planem zagospodarowania przestrzennego.

Dla wymienionych wyżej wskaźników opracowano charakterystyki oraz podano sposoby ich obliczania. Dla każdego wskaźnika powstała autorska (tak domyśla się recenzent, gdyż to nie została w rozprawie wyjaśniona) formuła matematyczna w postaci wzoru pozwalająca na obliczanie wartości wskaźnika. Formuły zostały opracowane poprawnie, a ich założenia prawne i techniczne są właściwe i odpowiadają obecnemu stanowi prawnemu. Podrozdział (4.1) prezentujący sposoby obliczania wskaźników oceniam wysoko.

Do intensyfikacji badań nad przestrzenią, w tym miastami przyczyniły się coraz to bogatsze zasoby informacji w postaci danych przestrzennych oraz nowe narzędzia służące ich przetwarzaniu, w tym przede wszystkim systemy GIS. W podrozdziale 4.2. Doktorantka scharakteryzowała w sposób syntetyczny rozwój systemów GIS i możliwości ich zastosowania do analiz przestrzennych, także tych, które mogą znaleźć swoje zastosowanie w procesie sporządzania opracowań planistycznych, strategii i studiów.

Dla potrzeb realizacji rozprawy doktorskiej Doktorantka zdecydowała się na użycie oprogramowania QGIS (QuantumGIS), jako powszechnie dostępnego, przyjaznego i bezpłatnego. QGIS obsługuje formaty wektorowe, rastrowe i stwarza możliwości łączenia innych baz danych, co jest wskazane w analizach wielokryterialnych. W toku realizacji doktoratu zostały wykorzystane liczne funkcje programu, a ich zakres przedstawiono na rycinie 17 pokazując połączenie wykorzystania danych wejściowych z kontrolą geometrii i topografii, utworzeniem warstw pomocniczych i operacji na nich i w efekcie uzyskania danych wyjściowych. W procedurze analitycznej z wykorzystaniem narzędzi GIS Doktorantka określiła:

- ✓ Podstawowe pole oceny (siatka heksagonalna o boku oczka 500 m) zależne od rodzajów podziału przestrzeni miejskiej i ich uwarunkowań,
- ✓ Metody taksonomiczne znajdujące szerokie zastosowanie w przestrzeni miejskiej, do których należy: konstrukcja macierzy danych, określenia stymulant i destymulant, wag, współczynnika zmienności wagi oraz normalizacja,
- ✓ Zasady regionalizacji w metodzie Warda i modyfikacji algorytmu grupowania hierarchicznego jako alternatywę do klasycznej metody.

Wyniki badań testowych zaproponowanej metody dla obszaru Krakowa zostały zamieszczone w rozdziale 5. Opracowana metoda zakłada podział miasta na jednorodne strefy funkcjonalno-przestrzenne na podstawie wskazanych 9 wskaźników, z których każdy na kilka lub kilkanaście wariantów. Wskaźniki pozwalają na stosunkowo dokładną analizę przestrzeni miasta pod względem czynników świadczących o jego wewnętrznym zróżnicowaniu. Analiza zróżnicowania przestrzennego wartości wskaźników została opracowana w odniesieniu do 18 dzielnic Krakowa. Wyniki badań 9 wskaźników zostały opisane, skomentowane i zobrazowane na rycinach. W procesie analizy taksonomicznych jednorodności funkcjonalno-przestrzennej Krakowa przyjęto zbiór 34 zmiennych w odniesieniu do powierzchni heksagonu. Zestaw ten może być poszerzany o różne informacje specyficzne dla danej jednostki, a niezbędne w procesie planistycznym czy zarządczym. Wskaźnikom zostały nadane wagi za pomocą formuły matematycznej oraz arbitralnie. Zawsze wartości wag sumują się do 1. W celu normalizacji wykorzystano metodę standaryzacji i doprowadzenie ich do wzajemnej porównalności. Dalsza procedura została przeprowadzona jednocześnie dla 3 zestawów danych: danych nie zmienionych po

standaryzacji, danych po standaryzacji i pomnożonych przez wagi obliczone na podstawie współczynników zmienności cech oraz danych przemnożonych przez wagi ustalone arbitralnie. Następnie obliczono odległość taksonomiczną i zgrupowano przyjęte jednostki za pomocą metody Warda. Metody taksonomiczne mają na celu utworzenie takich skupień, które będą jak najlepiej spójne wewnątrz i jednocześnie będą znacząco różniły się od pozostałych skupień. W efekcie na rycinie 35 zobrazowano przestrzenne zróżnicowanie miasta przy wyodrębnieniu 30, 50 oraz 70 grup obiektów. Zastosowanie podziału na 70 grup daje mozaikę w której trudno jest wskazać obszary względnie jednorodne.

Dalsze analizy Doktorantka prowadziła z zastosowaniem metody spójnego grupowania, gdzie zastosowała program *Grupowanie przestrzenne* stanowiący nakładkę do programu STATISTICA wykorzystując jako zbiór wejściowy dane ważone za pomocą wag określonych arbitralnie. Celem było wykazanie różnic występujących pomiędzy wcześniej wykonaną analizą z użyciem klasycznego algorytmu metody Warda a klasyfikacją wykonaną z dodatkowym warunkiem spójności wewnętrznej. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w metodzie spójności przestrzennej łatwiej jest wskazać na obszarze miasta homogeniczne strefy funkcjonalno-przestrzenne. Zobrazowanie wyników analiz zamieszczono na rycinie 37. Doktorantka dokonywała porównań dla grup 30, 50 i 70 obiektów określając wariancję ogólną z warunkiem spójności bez niego oraz wskazując % udział wariancji międzygrupowej w wariancji ogólnej (tab.11).

W procesie testowania metody Doktorantka wyznaczyła granice jednorodnych stref funkcjonalno-przestrzennych Krakowa przy zastosowaniu siatek figur geometrycznych, które stanowią podstawę wyznaczania granic stref funkcjonalno-przestrzennych lub modyfikacji granic istniejących podziału obszarów miasta. Uzyskane wyniki wskazują konieczność modyfikacji granic w niektórych miejscach, a także dostosowania ich do istniejących w terenie naturalnych i sztucznych elementów liniowych. Granice jednorodnych stref funkcjonalno-przestrzennych Krakowa zostały przedstawione w warstwie wektorowej w programie QGIS. Podstawą wskazania ostatecznych granic, poza przestrzennym rozmieszczeniem heksagonów podzielonych na 50 skupień była analiza zagospodarowania terenu z wykorzystaniem danych przestrzennych i ortofotomapy. Wyniki analiz pozwoliły na wskazanie 39 jednorodnych stref funkcjonalno-przestrzennych Krakowa (ryc. 39).

Podsumowanie badań i wnioski (rozdział 6 rozprawy) pozwoliły na sformułowanie metodyki wspomaganie procesu planowania przestrzennego z uwzględnieniem szerokiego spektrum wskaźników powiązanych również z decyzjami o pozwoleniach na budowę, pokryciem miasta obowiązującymi i sporządzanymi miejscowymi planami przestrzennymi. Metodyka zaprezentowana w rozprawie opiera się na 2 podstawowych narzędziach – Systemach Informacji Geograficznej i metodzie taksonomii numerycznej, co może usprawnić proces miejscowego planowania przestrzennego poprzez:

- ✓ Kompleksową analizę zróżnicowanych elementów zagospodarowania przestrzennego obszarów,
- ✓ Uporządkowanie informacji o zróżnicowanej strukturze miasta,
- ✓ Umożliwienie wyznaczenia stref homogenicznych zgodnie z przyjętymi wskaźnikami,
- ✓ Wyznaczenia jednorodnych obszarów, w celu prowadzenia spójnej polityki przestrzennej.

Wnioski z rozprawy pozwalają na stwierdzenie, że systemy GIS stanowią niezwykle cenne narzędzie przy tworzeniu baz danych, integrując dane pochodzące z różnych źródeł, które w kompleksowy sposób oddają złożoność rzeczywistego zagospodarowania terenów miejskich stwarzając możliwość prowadzenia analiz wielokryterialnych. Mogą stanowić także narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji odnośnie zarządzania przestrzenią. Rozdział podsumowujący wyniki pracy został opracowany poprawnie, chociaż – zdaniem recenzenta - w tym miejscu pracy nie ma potrzeby powołań na literaturę, gdyż powinien on stanowić podsumowanie prac własnych Doktorantki.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi dobry przykład możliwości wykorzystania współczesnych narzędzi informatycznych w procesach analitycznych i decyzyjnych w gospodarce nieruchomościami. Jednocześnie rozprawa doktorska, która gdyby została opublikowana, do czego recenzent gorąco Doktorantkę zachęca, stanowiłaby cenne źródło informacji literaturowych, szczególnie w zakresie badania literatury zagranicznej zastosowania analiz przestrzennych na rynku nieruchomości i ich aplikacji na polski rynek nieruchomości.

Podsumowanie

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska pt. „Metodyka wyznaczania stref funkcjonalno-przestrzennych miasta z wykorzystaniem GIS i taksonomii numerycznej” stanowi nowe ujęcie możliwe do aplikacji z wykorzystaniem systemów informatycznych. Rozprawa doktorska świadczy o tym, że mgr inż. Marta Szylar potrafi stawiać problemy badawcze, bardzo wnikliwie je analizować rozwiązywać.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określonym w ustawie z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) dlatego wnoszę do Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o jej przyjęcie i dopuszczenie do dalszego procedowania.


Katarzyna Sobolewska – Mikulska