

Olsztyn, dnia 18 stycznia 2019 r.

Dr hab. inż. Elżbieta Lewandowicz, prof. UWM
Instytut Geoinformacji i Kartografii
Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Nalej pt. „Problem zmiennych jednostek odniesienia (MAUP) w badaniach pokrycia terenu. Przykład Łódzkiego Obszaru Metropolitarnego”

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została sporządzona na podstawie umowy o dzieło z dnia 5 grudnia 2018 r., zawartej z Uniwersytetem Łódzkim, z siedzibą w Łodzi, ul. G. Narutowicza 68, reprezentowanym przez Dziekana Wydziału Nauk Geograficznych dr. hab. Bogdana Włodarczyka, prof. nadzw. UŁ.

2. Wstęp, dobór tematu

Badania pokrycia terenu prowadzone od niespełna stu lat, na trwale weszły w proces monitoringu zmian środowiska. Obecnie głównymi źródłami danych o pokryciu terenu są zdjęcia satelitarne, zdjęcia lotnicze. Badając dynamikę zmian w pokryciu terenów, obok zdjęć, wykorzystuje się aktualne i wcześniej utworzone zbiory danych wektorowych, rastrowych, analogowych. Charakteryzują się one różnymi standardami opracowania. Są wykonywane w różnej skali, odnoszą się do różnych jednostek odniesienia. Wiadomo, że parametry te wpływają na dokładność przedstawienia. Dysponując takimi danymi, prowadzenie monitoringu zmienności pokrycia terenu i określanie trendów jego zmian jest utrudnione i obarczone błędem. Problem ten został zauważony już w 1930 roku i zdefiniowany jako problem zmiennej jednostki odniesienia (*Modifiable Areal Unit Problem*

- MAUP)¹. Pomimo zdefiniowania problemu i wielu prób zminimalizowania jego wpływu na wyniki (intensywne badania w latach 80-90), do tej pory nie znaleziono uniwersalnego rozwiązania, pozwalającego na jego eliminację. Przyjęto, że należy uwzględniać wpływ MAUP w hipotezach badawczych.

Marta Nalej w przeglądzie literatury, na 34 stronach, szeroko opisała zagadnienia związane z badaniem pokrycia terenu i problemem zmiennych jednostek odniesienia. Przybliżyła 26 różnych metodyk próbujących opisać i zminimalizować wpływ MAUP na wyniki badań. Przyłączyła się do trwającej dyskusji. Podejmuje się prowadzenia badań, choć wydawać by się mogło, że MAUP jest powszechnie znany, został szczegółowo opisany i jest nierozwiązywalny. Podchodzi do tematu w sposób empiryczny, nie bada zmienności pokrycia terenu, ale bada istotę MAUP w oparciu o przyjęty obiekt testowy, dostępne dane i własną metodykę. Temat podjętej rozprawy uważam za istotny, o aspekcie praktycznym, a przedstawione osiągnięcie, powinno być uwzględniane przy prowadzeniu badań i przy ocenie wyników.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Praca liczy 303 strony, podzielona jest na 5 merytorycznych rozdziałów. Tekst pracy jest uzupełniony 88 rysunkami, 28 tabelami. Spis literatury obejmuje 250 pozycji piśmiennictwa, z tego 7 pozycji odnoszących się do przepisów prawnych, 12 do dokumentów urzędowych krajowych i zagranicznych, 9 do stron internetowych.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Określenie celu pracy, metodyka

W przedstawionej dysertacji, przedstawienia problemu badawczego, dwóch hipotez, dokonano na pierwszych stronach. Obok tego określono cele poznawcze pracy oraz cele metodyczne i aplikacyjne. Wraz z ich zdefiniowaniem, określono zadania do wykonania:

- trzy zadania w narzędziach Systemu Informacji Geograficznej (GIS),
- pięć zadań poznawczych,
- dwa zadania metodyczno-aplikacyjne.

Z przedstawionego opisu wynika metodyka realizacji pracy. Aspekty poznawcze to badania teoretyczne, związane z przeglądem literatury, a dotyczące:

¹ Reynolds H., D. 1998; The modifiable area unit problem: empirical analysis by statistical simulation. Department of Geography University of Toronto

- badań pokrycia terenu,
- problemów MAUP,
- rozwoju Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego w aspekcie historycznym,
- doboru danych do badań,
- poznania schematów aplikacyjnych i procesów związanych z harmonizacją danych.

Zadania w narzędziach GIS to:

- realizacja harmonizacji danych,
- badania geostatystyczne,
- prezentacja kartograficzna pokrycia terenu przy zmiennych jednostkach odniesienia i ocena wyników.

Szczegółowa realizacja pracy w narzędziach GIS, została opisana w podsumowaniu. Wiązała się z prezentacją możliwości GIS w badaniu MAUP i z przedstawieniem zrealizowanej metodyki narzędziowej.

Zadania metodyczno-aplikacyjne, doktorantka związała z procesem przetwarzania danych i opracowaniem własnej aplikacji.

Marta Nalej, podjęła się zadania opisu problemu MAUP w aspekcie doboru danych w różnych skalach i oceny wpływu zmiennych jednostek odniesienia na wyniki badań pokrycia terenu w aspekcie geostatystycznym. Badanym zbiorem danych są wskaźniki koncentracji, obliczone dla poszczególnych typów pokrycia terenu, w różnych skalach i w różnych jednostkach odniesienia. Wykorzystuje narzędzia Systemów Informacji Geograficznej (GIS), oprogramowanie Repaty Split, oraz własną aplikację utworzoną z wykorzystaniem języka Python. Podchodzi do tematu od strony bardzo praktycznej.

3.2. Realizacja celu

Realizując cel, doktorantka wybrała obiekt badawczy - Łódzki Obszar Metropolitalny, szczegółowo go charakteryzując i opisując na 24 stronach. Wybrała zbiory danych przestrzennych, wizualizujące badany obiekt, z trzech różnych źródeł:

- dane pokrycia terenu z bazy CORINE Land Cover (CLC) (COoRdination de l'Information sur l'Environnement)² w skali opracowania 1:100 000,
- dane pokrycia terenu z Bazy Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000, (BDOT_10)³

² Podstawy tworzenia CORIVER Land Cover, <http://clc.gios.gov.pl/>

³ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych. Dz.U. z 2011. Nr 279, poz. 1642

- przygotowane zbiory z pokrycia terenu w skali 1:500⁴.

Dane z tych baz, opracowane z różną rozdzielczością, w różnych schematach aplikacyjnych, doktorantka musiała zharmonizować. Problemy harmonizacji danych zostały w pracy szczegółowo opisane na 11 stronach maszynopisu i zaprezentowane w 5 tabelach. Praca ta wiązała się z uporządkowaniem klasyfikacji obiektów, ze względu na przyjęte cele badawcze. Realizacja praktyczna harmonizacji to przeszukiwanie schematów aplikacyjnych, projektowanie nowego wzorca i konwersja danych. To ogrom pracy.

Wynik harmonizacji dał podstawę do wspólnego opracowania danych z różnych źródeł, w narzędziu GIS. Pierwsze wyniki, autorka rozprawy, przedstawiła w postaci tabelarycznej. Wiązały się one z zestawieniami danych geostatystycznych, charakteryzującymi zbiory danych o pokryciu terenu w badanym obiekcie (Łódzki Obszar Metropolitalny) i na wybranych 6 obszarach studialnych. Otrzymane wyniki, w formie konkretnych wartości liczbowych, opisują procesy generalizacji treści baz przestrzennych, dla potrzeb prezentacji kartograficznej, w różnych skalach. Prezentowana dyskusja nad otrzymanymi wynikami kartograficznymi i tabelarycznymi, wskazuje na problem MAUP. Dopiero po tej prezentacji, autorka opisuje przyjętą metodykę do zbadania wpływu MAUP – poprzez pomiar koncentracji oparty na krzywej Lorenza, pozwalający na określenie skupień lub rozproszenia poszczególnych typów pokrycia terenu, dla danych z różnych baz przestrzennych opracowanych w różnych skalach bazowych.

Badając problem MAUP doktorantka przyjęła 224 jednostki odniesienia (192 regularne i 32 nie regularne) dla obliczania wskaźników koncentracji, dla 10 typów pokrycia terenu. Przedstawiła wyniki dla danych w dwóch skalach 1:10 000 i 1:100 000. W sumie stanowi to 4256 wartości współczynników koncentracji. Określają one skupienie lub rozproszenie obiektów w przyjętej jednostce odniesienia. Obliczone wartości wskazują na wpływ MAUP. Są one zgodne z ogólnie znaną wiedzą w tej dziedzinie, ale przedstawione są za pomocą mierzalnych wskaźników. Prezentacja wyników: tabelaryczna, kartograficzna i za pomocą wykresów, stanowi istotę pracy. Należy zauważyć, że duży zbiór wyników został bardzo przejrzysto przedstawiony tabelarycznie i kartograficznie. Wnioski są przedstawiane na każdym etapie prezentacji wyników.

⁴ Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 2 listopada 2015 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej. Dz.U. z 2015 poz. 2028

3.3. Ocena wkładu pracy

Wkład pracy w realizację założonych celów uwidacznia się w:

- prezentowanym tekście (300 stron), w tym bogatym przeglądzie literatury, pozwalającym na identyfikację problemu badawczego i obiektu badań, w rysie historycznym,
- tabelach pokazujących rozwiązania związane z harmonizacją danych w postaci opracowanego schematu aplikacyjnego,
- tabelach pokazujących dane statystyczne informujące o wpływie skali na prezentację pokrycia terenu (tabele 10 – 20),
- tabelach, wykresach, opracowaniach kartograficznych, pokazujących wyniki badania współczynników koncentracji dla 10 typów pokrycia terenu, dla danych z dwóch baz o różnych skalach opracowania, w 224 jednostkach odniesienia,
- opracowaniu statystycznym zbioru 4256⁵ wskaźników koncentracji, z wyznaczeniem rozproszenia, współzależności (korelacja liniowa Pearsona), z określeniem istotności i uwzględnieniem skali i typów pokrycia.

Szczególnie cenne są opracowania kartograficzne w postaci map koncentracji. Legenda obok wskaźnika koncentracji zawiera diagramy wskazujące na procenty powierzchni o określonym typie pokrycia i procenty powierzchni, w których nie odnotowano pokrycia. Wizualizują one dodatkowo problem MAUP.

Zebrane wyniki badań poznawczych i empirycznych, stały się podstawą nowej wiedzy związanej z problemem MAUP. Doktorantka problemu MAUP nie rozwiązuje, ale wskazuje zmienność wyników za pomocą wartości liczbowych, pokazuje przy jakich obiektach są one bardzo istotne, a przy jakich mniej.

5. Podsumowanie

Wnioski z pracy potwierdzają ogólnie znaną wiedzę, że skala mapy i jednostki odniesienia, mają istotny wpływ na wyniki analizy.

Powszechnie jest to wiadome, gdyż przy zmianie skali mapy z większej na mniejszą, wprowadza się procesy generalizacji treści mapy (ilościowe i jakościowe). Zasady generalizacji treści zbiorów danych przestrzennych są szczegółowo zapisane w

⁵ Z wyliczeń wynika, że powinno być 4480 wartości wskaźników koncentracji ($224 \times 2 \times 10 = 4480$). W pracy opracowano 4256 wskaźników, gdyż nie wszystkie typy pokrycia występowały w zbiorach danych utworzonych w skalach mniejszych.

rozporządzeniach^{3,4} i załącznikach do rozporządzeń, będących podstawą tworzenia baz danych przestrzennych.

W przedstawionej dysertacji przedstawione są konsekwencje procesów generalizacji w wynikach geostatystycznych, zbiorów pokrycia terenu, w różnych skalach. Wyniki tych badań są szczególnie cenne. Pokazują wpływ skali na zmienność zbiorów, a tym samym na różnice w prezentacji pokrycia terenu. Powinny być one prezentowane szerszemu gronu odbiorców, gdyż w sposób jednoznaczny wskazują na zmiany w ocenie pokrycia terenu, w zależności od przyjętych zbiorów danych. Nie wszyscy użytkownicy danych przestrzennych rozumieją procesy generalizacji ilościowej i jakościowej zbiorów przestrzennych.

Główne badanie związane z obliczaniem wskaźników koncentracji dla 224 jednostek odniesienia i dla 10 typów pokrycia terenu, dla danych z dwóch baz, stanowi istotę pracy. Wykonano ogrom analiz, opracowań kartograficznych. Opracowanie statystyczne uzyskanych wskaźników koncentracji pozwoliło na wyciągnięcie istotnych, szczegółowych, wniosków. Przedstawione wyniki wskazują na zmienność wskaźników koncentracji, w zależności od jednostek odniesienia, od skali opracowanych danych, typu danych i ich wielkości geometrycznych (powierzchniowych). Wskazują jakiego typu dane są wrażliwe na MAUP, a na jakie ma większy wpływ zmiana skali danych.

Wnioski wnoszą istotne wartości do wykorzystania w badaniu i monitoringu zmian pokrycia terenu. Wyniki informują, że przy badaniu pokrycia terenu, typy obiektów charakteryzujących się płacami o małej powierzchni lub o wydłużonym (liniowym) przebiegu, są szczególnie podatne na MAUP. Przy badaniach ich koncentracji najlepiej stosować zbiory wielkoskalowe i jednostki odniesienia o małej powierzchni. Przy badaniu pokrycia terenu obiektów o największym udziale w badanej powierzchni o dużych płacach, można stosować zbiory danych wykonane w mniejszych skalach i wykorzystywać większe jednostki odniesienia.

6. Uwagi, dyskusja

Układ pracy w przedstawionej dysertacji jest nietypowy. Przegląd literatury i wyniki zadań poznawczych, prezentowane są w pierwszej części pracy na 84 stronach. Wyniki badań empirycznych na 159 stronach. Brak wyraźnie określonej metodyki, są tylko zdefiniowane zadania. Metodyki realizacji badań empirycznych są przedstawiane wraz z opisem kolejnego analizowanego problemu. Wiele poruszanych wątków mogłoby stanowić oddzielną pracę doktorską. Metodyka szczegółowej realizacji pracy w narzędziu GIS,

jest przedstawiona w rozdziale 5, w podsumowaniu. Opisany jest w nim proces przygotowania danych do analizy, przedstawione zostały szczegółowo wykorzystane narzędzia na każdym etapie realizacji.

Praca porusza zagadnienie MAUP wielowątkowo, bardzo szeroko, kompleksowo, ale na wybranym szczególnym obiekcie, obszarze metropolitalnym. Czy uzyskane wyniki przedstawione we wnioskach, będą podobne na obiektach, np. rolniczych? Jakie jednostki odniesienia będzie Pani najchętniej stosowała w dalszej pracy badawczej, oceniając pokrycie terenu?

Nasuwa się pytanie dotyczące wykorzystanych danych wielkoskalowych 1:500. W pracy napisano, że były one przygotowane przez autorkę, na podstawie ortofotomapy, i że uzyskano szczegółowość odpowiadającą mapie w skali 1:500. Ze skalą wiąże się dokładność danych. Jak Pani ocenia ją na podstawie samodzielnie przygotowanych danych?

W tekście pracy można znaleźć błędy formalne, językowe. Na str. 129 przy opisie metodyki (punkt a, wiersz 4), zabrakło informacji, że si reprezentuje powierzchnię jednostki odniesienia. W tekście zamiennie używa się określeń: współczynnik koncentracji, współczynnik koncentracji K, współczynnik K. Wskazane było ujednoczenie zapisu do jednej formy. W tabelach np. 25, 26, brakuje wiersza opisującego prezentowane dane, tak jak jest w tabeli np. 23. Opis przedstawianych wartości w tabelach powinien być pełny. Tekst jest napisany ładnym, zrozumiałym, językiem, ale zdarzają się zdania, w których występują błędy stylistyczne, interpunkcyjne, utrudniające zrozumienie tekstu, np. *„Jednocześnie tereny rolne i trawiaste charakteryzują się największą liczebnością w jednym z niższych przedziałów uzyskanych wartości współczynnik K 0,651-0.70.”*, (str. 278, wiersze 2-4), *„Największa zmienność uzyskanych wartości współczynnika koncentracji ze względu na zmianę powierzchni jednostki odniesienia dla danych w skali 1:10 000 charakteryzują się wody (7%), dla danych w skali 1:1000 000 lasy, zadrzewienia i krzewy (6,08%).”*, (str. 279, wiersze 6-8).

W pracy brakuje odpowiedzi na rozwiązanie problemu MAUP. Czy jest ono w ogóle możliwe? Teoretycznie tak. Proszę się odnieść do planowanych rozwiązań geoinformatycznych, związanych z budową wielorozdzielczej (wielowymiarowej), bazy danych przestrzennych. Jakie są przeszkody w realizacji tego projektu?

Powyższe uwagi i pytania, nie umniejszają zasadniczej wartości pracy. Przedstawioną dysertację oceniam bardzo dobrze. Całościowo, poznawczo i badawczo, przedstawia problem MAUP, w oparciu o szczegółowo opisany obiekt badań.

4 Wniosek końcowy

Po analizie pracy i przedstawionych wyżej uwagach, uważam, że przedłożona do recenzji rozprawa wnosi istotny wkład w rozwoju nauki, w zakresie kartografii cyfrowej, analiz przestrzennych i badań związanych z monitoringiem zmian pokrycia terenu.

Z pełnym przekonaniem przekładam Wysokiej Radzie Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego wniosek o dopuszczenie Pani mgr Matry Nalej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na wyjątkowy walor poznawczy prezentowanych treści w przedłożonej dysertacji, wnoszę również o wyróżnienie, przez Wysoką Radę, pracy doktorskiej pani mgr Marty Nalej i przyznanie nagrody. Wybrane rozdziały pracy nadają się do druku w formie monografii.

/Elżbieta Lewandowicz/