

Prof. dr hab. Piotr A. Werner  
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych  
Uniwersytet Warszawski

00-927 Warszawa  
ul. Krakowskie Przedmieście 30  
tel. 225520652  
email: [peter@uw.edu.pl](mailto:peter@uw.edu.pl)

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

Formalną podstawą recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego, prof. UŁ, dr hab. Bogdana Włodarczyka z dn. 5/12/2018r. Recenzję wykonano na podstawie dostarczonego maszynopisu, wydruku egzemplarza rozprawy.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska, napisana pod kierunkiem prof. UŁ, dr hab. Iwony Jażdżewskiej oraz dr Karoliny Dmochowskiej-Dudek (promotora pomocniczego), liczy 303 strony, składa się z 5 rozdziałów (w tym wstępu i podsumowania) oraz spisów: literatury, rycin i tabel. W pracy zawarto 88 rycin (map i wykresów) oraz 28 tabel. Częścią tekstu są także równania (które nie są oznaczone). Spis literatury (nazwany w rozprawie bibliografią) obejmuje ogółem 250 pozycji, w tym 103 w jęz. angielskim (łącznie ze źródłami internetowymi, raportami, instrukcjami technicznymi i aktami prawnymi).

Główny problem, zasygnalizowany w tytule rozprawy, dotyczy trzech głównych wątków badawczych współczesnej geografii. Wiodący wątek metodologiczny dotyczy wiarygodności rezultatów wynikających z badań geograficznych w różnej skali, o różnym stopniu agregacji i w różnej rozdzielczości przestrzennej (tj. w różnych pod względem rozmiarów i kształtów siatkach i jednostkach przestrzennych odniesienia). Skojarzony jest, z bardzo ważnymi i stanowiącymi rdzeń badań geograficznych, problemami dotyczącymi zróżnicowania przestrzennego pokrycia terenów oraz badaniami obszarów metropolitalnych (miejskich). Na każdy z tych wyżej wymienionych tematów napisano już bardzo dużo i każdy z nich mógłby stanowić osnowę osobnej rozprawy doktorskiej. Ich splot powoduje jednak, że sformułowanie tytułu pracy jest bardzo aktualne dla współczesnych badań geograficznych. Doktorantka, jako pierwszorzędnym celem poznawczym wyznacza jednak problematykę zmiennych jednostek odniesienia (MAUP, modifiable areal unit problem), a jako cele metodyczne i aplikacyjne – opracowanie narzędzi harmonizacji danych przestrzennych o pokryciu terenu i narzędzi analiz geostatystycznych w środowisku oprogramowania GIS (systemów informacji geograficznej), dedykowanych dla badań o różnej skali, rozdzielczości i agregacji przestrzennej. W tym kontekście należy przyjąć, że problematyka rozprawy mieści się, przede wszystkim, w zakresie geoinformacji, a wymieniony w tytule obszar Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego (ŁOM) stanowi tylko przykładowe tło rozważań, chociaż uzyskane wyniki badań i ich interpretacja jest również interesująca w zakresie badań nad zmiennością pokrycia terenu (użytkowania terenu LU/LC) na obszarach metropolitalnych i mieści w zakresie geografii miast, a w szczególności ŁOM.

Autorka (na str. 5) formułuje hipotezy: (i) o istotności wpływu wyboru skali [badań], kształtu, liczby i wielkości jednostek przestrzennych odniesienia na wyniki badań geograficznych, oraz (ii) wskazania oprogramowania systemów informacji geograficznej (GIS) jako podstawowego narzędzia rozwiązywania problemów przestrzennych w tym zakresie i definiuje dodatkowe cele poznawcze jako: (\*) badanie możliwości harmonizacji danych przestrzennych z różnych źródeł z wykorzystaniem GIS, (\*\*) interpretację zróżnicowania przestrzennego pokrycia terenu ŁOM oraz (\*\*\*) analizę wrażliwości badań przestrzennych na zmianę stopnia agregacji danych oraz wielkości i kształtu podstawowych jednostek przestrzennych. Taki splot problemów, celów i hipotez badawczych w pełni kwalifikuje temat rozprawy jako oryginalny problem naukowy. Poruszane zagadnienia mają dodatkowo walor aplikacyjny w geografii w kontekście rozwoju technik badawczych z wykorzystaniem GIS i wizualizacji danych przestrzennych.

Praca składa się z trzech głównych części. Część pierwsza – teoretyczna (ok. 20% tekstu), obejmuje Wstęp (faktycznie - rozdział 1) i rozdział 2, który zawiera charakterystykę geograficzną ŁOM. Część druga, metodologiczno-teoretyczna (rozd. 3, 10% tekstu) poświęcona jest źródłom wykorzystywanych w rozprawie danych przestrzennych o pokryciu terenu i procedurze ich harmonizacji, której wyniki zastosowano na dalszym etapie badań. Najobszerniejsza część rozprawy to rozdział 4, empiryczno-analityczny (ok. 60% tekstu), który stanowi rdzeń rozprawy i zawiera opis oraz porównanie wyników wszystkich analiz przestrzennych w różnych skalach i jednostkach odniesienia, jak również wstępną ich interpretację. Jego uzupełnieniem jest ostatnia część rozprawy, rozdział (piąty, 10% tekstu) pt. Podsumowanie, zawierający wnioski końcowe oraz opis zastosowanych procedur automatyzacji i ogólną ocenę możliwości zastosowań oprogramowania GIS w badaniach problemu zmiennych jednostek odniesienia (MAUP) w analizie przestrzennej pokrycia terenu.

Logika sformułowanych celów badawczych i toku badań zawartych w rozprawie wymagała od Doktorantki prześledzenia i syntezy trzech wątków badawczych w literaturze naukowej przedmiotu, to jest: zagadnień związanych z badaniami pokrycia terenów (użytkowania ziemi, LU/LC), problematyki zmiennych jednostek odniesienia (MAUP) i obszarów metropolitalnych, które ujęła osobno, w różnych podrozdziałach we wstępie. Dyskurs dotyczący wątku pokrycia terenu (we wstępie) prowadzony jest według głównych, zdaniem Autorki, problemów związanych z celami rozprawy i dotyczył m.in. problematyki skali przestrzennej i zakresu czasowego badania pokrycia terenu, niejednorodności klasyfikacji (LU/LC) wynikającej z różnorodności pozyskanych danych przestrzennych, celów i metodyki badań oraz implementacji nowych technologii (w tym GIS i teledetekcji). Ta część zawiera również przegląd wybranych badań (LU/LC) w Polsce od końca XX wieku oraz, w skali globalnej, na obszarach zurbanizowanych (metropolitalnych). To pozorne rozdrobnienie (prowadzonej niechronologicznie) dyskusji ma na celu udowodnienie konieczności harmonizacji danych przestrzennych pokrycia terenu pozyskanych z różnych źródeł, co jest mocno wyartykułowane i stanowi jedną z najważniejszych konkluzji tego podrozdziału. Lista cytowanych pozycji w tej części rozprawy stanowi prawie 1/3 wszystkich publikacji zamieszczonych w bibliografii.

Następny podrozdział stanowi przegląd piśmiennictwa dotyczącego metodologii i zagadnień interpretacji wyników uzyskanych w zmiennych jednostkach odniesienia (MAUP, niekoniecznie związanych z badaniami pokrycia terenu), zwłaszcza w kontekście wykorzystania oprogramowania systemów informacji geograficznej i systemów teledetekcyjnych (GIS/RS). Wnioski z przeprowadzonego dyskursu dotyczyły przede wszystkim wyłonienia najbardziej istotnych problemów skali badania i agregacji przestrzennej danych. Analogicznie: problemu rozdzielczości przestrzennej danych zobrazowanych pozyskanych teledetekcyjnie. Względnie uporządkowany, chronologiczny przegląd objął 33 publikacje. Kluczowe w tym przypadku było wskazanie najlepszych metod oceny MAUP.

Przeгляд literatury kończą te fragmenty rozprawy, które są dedykowane badaniom obszarów metropolitalnych w Polsce (w szczególności ŁOM). Omówiono problematykę poruszaną w 41 (istotnych zdaniem Doktorantki) publikacjach naukowych.

Ale istotne znaczenie dla dalszego toku pracy doktorskiej ma podrozdział kończący wstęp, nazwany tak samo jak pierwsze zdanie tytułu całej rozprawy. Stanowi on bowiem syntezę wcześniej omówionych opracowań i przykład (mapę drogową) dla dalszego ciągu badań empiryczno-analitycznych w pracy. Jako adekwatne wskazuje metody ilościowe: analizy jednej zmiennej (przy użyciu miar średnich, rozproszenia i koncentracji) oraz analizy korelacji.

Rozdział drugi rozprawy doktorskiej poświęcony jest w całości przedstawieniu obszaru badań (ŁOM), jego delimitacji, rozwojowi przestrzennemu, ocenie systemu transportowego i charakterystyce środowiska geograficznego. Ta część ma charakter monograficzny i jest spełnieniem warunku koniecznego do realizacji jednego z celów poznawczych postawionych przez Doktorantkę. W ten sposób praca nabiera wyraźnie cech badania geograficznego, określonego podtytułem rozprawy. Zakres przedmiotowy tej części tekstu znacznie wybiega poza określone celami rozprawy ramy. Świadczy to pozytywnie o ambitnych zamiarach naukowych Autorki, co zresztą odcisnęło swoje piętno na objętości woluminu pracy doktorskiej.

Dalsza część rozprawy jest już ściśle związana z badaniami empirycznymi, realizacją analiz przestrzennych dla osiągnięcia postawionych w rozprawie głównych celów. Warunkiem uzyskania miarodajnych i weryfikowalnych wyników badań ilościowych danych przestrzennych, pokrycia terenu ŁOM dla 2012 roku w różnej skali, było operowanie

w każdym przypadku jednolitym zbiorem klas (typami) pokrycia terenu. W tym celu niezbędna była harmonizacja różnych zbiorów klas pokrycia terenu, pozyskanych z różnych źródeł, baz: CORINE Land Cover (CLC), Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) oraz interpretacyjnej, na podstawie analizy wybranych scen obrazów satelitarnych. Tym zagadnieniom i temu zadaniu poświęcony jest rozdział 3. Doktorantka przeprowadziła harmonizację baz CLC i BDOT 10k wybierając „metodę integracji według kryterium podobieństwa, bazując na charakterystyce wyróżnionych w klasyfikacjach obu baz podstawowych typów pokrycia terenu” (str.83), tj. definicjach i opisach zawartych w instrukcjach w/w baz. Cała procedura nie jest trywialnym zabiegiem przyporządkowania obiektów pokrycia terenu w BDOT 10k do poszczególnych klas CLC (jak dowodzi zestawienie w tabeli na str. 85). Przeprowadzona przez Autorkę w tej części pracy dyskusja doprowadziła do podobnych konkluzji, które wcześniej już były zasygnalizowane w rozdziałach teoretycznych, m.in. zmodyfikowania początkowych założeń o rozdzielności klas pokrycia terenu i użytkowania ziemi (ze względu na pokrywanie się definicji pojęć poszczególnych typów), dopuszczenia wieloznaczności relacji obydwu zbiorów typów. Aby dokonać rzeczywistej harmonizacji obydwu baz, a nie tylko generalizacji klas pokrycia terenu z bazy BDOT10k do klasyfikacji wykorzystywanej w CLC, Doktorantka posłużyła dodatkowo się zbiorem pomocniczym kompleksów użytkowania terenu (KU) oraz innych obiektów (OI z BDOT10k), rozpatrując ponadto relacje przestrzenne, tzn. dotyczące współwystępowania i przyjmując zdefiniowane wartości progowe wielkości powierzchni wyodrębnionych klas pokrycia terenu. Cały schemat harmonizacji (zawarty w tabeli 7, str.89) dowodzi, że nawet przy najbardziej dokładnym przedmiotowym i ilościowym rozpatrywaniu wyżej opisanych relacji obu baz, proponowana klasyfikacja wynikowa obciążona będzie do pewnego stopnia wadą subiektywizmu i arbitralnych decyzji doboru poszczególnych relacji łączących podzbiory klas pokrycia terenu (LU/LC) z obydwu baz danych przestrzennych.

Z drugiej strony biorąc pod uwagę klasyfikację CLC dla trzeciego (największego) poziomu szczegółowości i klasyfikację BDOT10k, w każdym punkcie ŁOM może wystąpić kombinacja tylko jednego wydzielenia ze zbioru CLC (spośród rozpoznanych 21) i jednego - ze zbioru BDOT10k (spośród 35). To daje liczbę 735 wszystkich możliwych teoretycznych kombinacji, a faktyczna liczba współwystępujących typów (klas) będzie prawdopodobnie mniejsza, jeżeli dodatkowo uwzględnia się minimalną, progową, wielkość powierzchni badanych płatów oraz relacje jednoznaczności pomiędzy wybranymi, określonymi klasami - na podstawie definicji. Uwzględnienie warunków dodatkowych, 10 kompleksów użytkowania ziemi (KU) i dwóch innych obiektów (OI) z BDOT 10k teoretycznie mogło zwiększyć zbiór przypadków, który podlegał harmonizacji.

Punktem wyjścia do weryfikacji głównej hipotezy były uzyskane mapy ŁOM w 2012 roku, w skali 1:100000 i 1:10000, każda (teoretycznie) zawierająca 10 identycznych klas pokrycia terenu zdefiniowanych w procedurze harmonizacji. Doktorantka, analizując liczbę i średnią powierzchnię płatów, absolutne różnice powierzchni (w km<sup>2</sup>) oraz porównując udziały procentowe powierzchni poszczególnych typów pokrycia terenu na obu mapach, ujawniła szereg reguł statystycznych, opisujących wpływ zmienności jednostek odniesienia (MAUP) zależnie od wyboru skali badania (czyli rozdzielczości przestrzennej). Zidentyfikowane prawidłowości dotyczyły wpływu MAUP na typy pokrycia terenu o najmniejszym udziale w ogólnym areale, a w szczególnym stopniu, tych klas, które cechują się (przeciętnie) małą powierzchnią płatów. Wpływ MAUP był natomiast minimalny dla klas pokrycia terenu charakteryzujących się (przeciętnie) większą powierzchnią płatów lub o największych udziałach procentowych w powierzchni ŁOM. Dodatkowo wykonana analiza jakościowa, dowiodła szeregu wyjątków od wyżej opisanych reguł dotyczących m.in. mniejszego oddziaływania MAUP na tereny przemysłowe i komunikacyjne, miejskie tereny zielone i wypoczynkowe oraz większego na zabudowę. Analogiczne, powtórzone badanie dla sześciu wybranych obszarów (studiów przypadków) w skali 1:500, na podstawie interpretacji zdjęć satelitarnych, w porównaniu do map mniejszej skali (10 000 i 100 000), potwierdziło wcześniej zaobserwowane prawidłowości statystyczne. Podsumowując, zdaniem Autorki: oddziaływanie MAUP w procedurze generalizacji atrybutowej i przestrzennej powoduje, w miarę zmniejszania się skali mapy, zauważalne uwidocznienie obiektów dominujących pod względem zasięgu przestrzennego i przeciętnych wymiarów. Na tym etapie rozprawy uzyskane wyniki stanowią zupełnie wystarczający dowód oddziaływania zmiennej jednostki odniesienia zależnie od rozdzielczości przestrzennej (skali) badań.

Kluczowa dla weryfikacji hipotezy głównej rozprawy doktorskiej jest analiza wpływu zmienności kształtu i wielkości jednostek odniesienia (MAUP) na wyniki analizy przestrzennej pokrycia terenu. Jako obserwowaną zmienną wybrano zbiór oszacowanych współczynników koncentracji (opartych na krzywej Lorenza), wg poszczególnych (uprzednio

zharmonizowanych dziesięciu) typów – klas pokrycia terenu dla całego obszaru ŁOM w 2012 roku oraz ich zróżnicowanie przestrzenne (osobno dla map w skali 1:10 000 i 1:100 000). Procedury analizy powtarzano dla 15 różnych układów jednostek odniesienia, kolejno dla regularnych sieci kwadratów i heksagonów oraz nieregularnych: jedno- i wielośrodkowych stref koncentrycznych (buforów) oraz dla dwóch kategorii jednostek administracyjnych (obrębów i jednostek ewidencyjnych). Dodatkowo w regularnych siatkach geometrycznych zastosowano różne rozdzielczości przestrzenne oraz rotacje całego układu odniesienia, a w układach jednostek nieregularnych różne szerokości buforów. Doktorantka operuje w rozprawie ogólną liczbą 224 jednostek przestrzennych, co później pozwala na wizualizację kartograficzną zmienności koncentracji przestrzennej w granicach ŁOM. Na rycinie 32 (str.136) przedstawiono kolejne różne rozpatrywane układy jednostek przestrzennych. W każdym układzie odniesienia dokonano oszacowania, osobno, każdego z dziesięciu typów pokrycia terenów ŁOM. Analizie częstości poddano zbiór wszystkich obliczonych (wg algorytmu na str. 129) współczynników koncentracji (4256 współczynników K, wg przedziałów o równej rozpiętości) wg (224) poszczególnych jednostek przestrzennych i (19) rozpoznanych typów pokrycia terenu w skali 1:100000 i 1:10 000. Wnioski z tej analizy są bardzo ogólne i dotyczą jedynie ogólnych prawidłowości zbioru statystycznego wartości współczynników koncentracji typów pokrycia terenów. Doktorantka analizuje zbiór współczynników oszacowanych dla każdego pola jednostki odniesienia niezależnie od tego do jakiego układu on należy. Konsekwentnie, powinna także porównywać poszczególne, całe układy jednostek powierzchniowych odniesienia. I tak faktycznie jest.

W kolejnych podrozdziałach Autorka porównuje warianty układów jednostek regularnych (wielokątów, także rotowanych, rozdz. 4.6.1). Nadal jednak porównuje zbiór wszystkich współczynników K dla wyodrębnionych jednostek odniesienia, badając ich zmienność. Ta całościowa, szczegółowa analiza zwizualizowana w postaci wykresów (ryc. 33-38) wymaga precyzyjnych narzędzi statystycznych. Badana jest zmienność współczynnika K, a konkluzją są stwierdzenia o podobieństwie oszacowanych wartości niezależnie od wyboru kształtu (regularnej) jednostki odniesienia (str. 141), wzrostu zmienności współczynnika K ze wzrostem powierzchni jednostki odniesienia (str.141) oraz braku „dużego wpływu” obrotu układu jednostek odniesienia na zmienność współczynnika K (str.145).

Ale tak naprawdę badacza (i czytelnika, w tym recenzenta) interesuje odpowiedź na pytanie jaki jest stopień koncentracji poszczególnych typów pokrycia terenu dla całego obszaru ŁOM w każdym z rozpatrywanych układów jednostek przestrzennych odniesienia.

Odpowiedź na to pytanie można znaleźć w kolejnych (nienumerowanych) podrozdziałach tej części rozprawy. Rozpatrywane są wyodrębnione, wcześniej zdefiniowane w procedurze harmonizacji, typy pokrycia terenu dla podstawowych sześciu wariantów układów regularnych jednostek odniesienia (str. 146-190): kwadratów i heksagonów w trzech różnych skalach rozdzielczości przestrzennej (wybranych wielkościach pól jednostek odniesienia) dla map w skalach 1:100000 i 1:10 000. Każdemu układowi odniesienia, osobno dla każdego typu pokrycia terenu i rozpatrywanej skali mapy, towarzyszy kartogram prezentujący zróżnicowanie przestrzenne współczynników K (ujęty w 5 przedziałów, kwintyle), oszacowany wskaźnik koncentracji przestrzennej dla całego ŁOM oraz szczegółowa interpretacja wyników.

Analogiczną procedurę przeprowadzono dla układów nieregularnych (geometrycznie) jednostek powierzchniowych odniesienia. Były to obręby i jednostki ewidencyjne (administracyjne) dla tych samych (wyżej wymienionych) skal map, osobno dla każdego typu pokrycia terenu, ustalonego w procedurze harmonizacji. Dodatkowo zbadano także układy buforów, jednostek przestrzennych w granicach ekwidystant od zdefiniowanych arbitralnie centrów i obiektów w granicach ŁOM (str. 215).

Interpretacja uzyskanych wyników zawarta w ostatnim podrozdziale części analityczno-empirycznej rozprawy (rozdz.4.7) dotyczy zmienności oszacowanych wskaźników koncentracji dla, rozpatrywanych osobno, poszczególnych kategorii pokrycia terenu (ryc. 80, na str. 250). Wykorzystano w tym celu miary rozproszenia, tj. współczynniki zmienności i współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Zasadnicze uogólnienie przeprowadzonych badań dotyczy obserwacji różnicowania się wpływu zmiennych jednostek odniesienia na wartości współczynników koncentracji zależnie od kategorii pokrycia terenu, skali badania (skali mapy), kształtu i wielkości jednostek powierzchni odniesienia (tab.23, na str. 252). Dla układów jednostek regularnych (wielokątów), niezależnie od rodzaju pokrycia terenu, zmiana kształtu nie wpływa znacząco, a zmiana wielkości powierzchni jednostki odniesienia ma znaczenie dla tych kategorii

pokrycia terenu, które cechują się większą zmiennością współczynnika koncentracji (str.252). Potwierdzono to ujawniając ujemne, istotne statystycznie, korelacje pomiędzy wielkością powierzchni badanych (regularnych) jednostek odniesienia a oszacowanymi dla nich współczynnikami koncentracji (choć i od tej reguły znaleziono wyjątki, tab. 25 str. 254). Dla układów nieregularnych potwierdzono oddziaływanie zmiany skali badań i agregacji (powierzchni) jednostek odniesienia (tab. 26, str. 255) dla jednostek administracyjnych (obrubów i jednostek ewidencyjnych). Dla układu buforów o różnej szerokości, badanych w różnych skalach map, te prawidłowości nie dały się już jednoznacznie uogólnić. Zmiana szerokości bufora (a więc powierzchni jednostki odniesienia) skutkuje „dla prawie wszystkich typów pokrycia terenu i rodzajów buforów (...) w obu skalach mapy (...) korelacją ujemną” z wartościami odpowiednich współczynników K (str. 257). Autorka interpretuje w tym przypadku wyniki zmienności współczynników K zależnie od zmiany szerokości buforów, skali map i rodzaju buforów (tab. 27 i 28, str. 256 i 257). Można to jedynie uzasadnić stylistyczną niezręcznością, bo faktycznie nie znaleziono tej korelacji (albo nie przedstawiono tej procedury statystycznej) w tekście rozprawy.

Podsumowaniem pracy (rozd. 5) są dwa odrębne tematycznie podrozdziały; pierwszy – dotyczy możliwości wykorzystania oprogramowania GIS do badań problemu zmiennych jednostek odniesienia w badaniach pokrycia terenu (rozd. 5.1); drugi – to wnioski z przeprowadzonych i zaprezentowanych w rozprawie badań (rozd. 5.2).

Podrozdział dotyczący GIS obejmuje szereg wątków, które wcześniej nie zostały (bardziej) szczegółowo przedstawione w rozprawie. Stanowi weryfikację postawionej we wstępie hipotezy wskazującej na oprogramowanie z zakresu systemów informacji geograficznej jako podstawowego narzędzia rozwiązywania problemów przestrzennych. Splatają się w nim informacje dotyczące: definicji i rozwoju funkcjonalności GIS, wykorzystanych w rozprawie źródeł i zbiorów danych przestrzennych (część informacji powielonych z rozdz.3), specyfikacji funkcji wbudowanych w oprogramowanie i skryptów (API) służących poszczególnym zadaniom realizowanym w trakcie badań wpływu zmiennych jednostek odniesienia na oszacowanie koncentracji przestrzennej pokrycia terenu ŁOM. Nie można także pominąć faktu, że Doktorantka jest autorką jednego z kluczowych, wykorzystywanych w rozprawie skryptów, umożliwiających zautomatyzowane oszacowanie koncentracji przestrzennej i wizualizację kartograficzną ich zmienności przestrzennej, co niewątpliwie świadczy o Jej twórczym potencjale naukowym.

Wnioski końcowe (rozd. 5.1) zawierają argumenty pozwalające na pozytywną weryfikację głównej hipotezy stanowiącej o wpływie zmiennych jednostek odniesienia na wyniki badań pokrycia terenu w zależności od skali, rodzaju oraz wielkości jednostek przestrzennych odniesienia. Część tekstu stanowi powtórzenie argumentów rozproszonych we wcześniejszych ustępach rozprawy. Generalnie: wybór skali badania (mapy) różnicuje ilość rozpoznanych klas pokrycia terenu; zmniejszenie skali mapy jest związane z generalizacją geometryczną i atrybutową (pominięciem najmniejszych powierzchniowo płatów), co wpływa z kolei na zmianę udziałów w powierzchni poszczególnych klas pokrycia terenu. Szczególnie widoczna jest ta zmienność dla największych powierzchniowo, znaczących typów pokrycia terenu. Z uwagi na generalizację, największą zmienność obserwuje się jednak dla najmniejszych powierzchniowo klas. Znaczenie dla badania ma wybór kształtu i powierzchni jednostek odniesienia, a nie ich układ przestrzenny (np. rotacja). Większa powierzchnia jednostki odniesienia skutkuje oszacowaną większą koncentracją przestrzenną poszczególnych klas pokrycia terenu (także dla nieregularnych jednostek odniesienia, naśladujących parkietaże układów regularnych figur geometrycznych). Analogicznie, dla koncentrycznych układów jednostek przestrzennych (buforów) „przeważnie stopień współzależności był wysoki”.

Powyższe, dosyć szczegółowe, omówienie całej rozprawy, pozwala na sformułowanie szeregu dodatkowych uwag, które mogą nasunąć się w trakcie lektury rozprawy (oprócz zawartych wyżej w tekście).

Pierwsza dotyczy struktury rozprawy. Traktowanie z równą uwagą szeregu konkurujących ze sobą i przeplatających się, różnych wątków metodologicznych i merytorycznych oraz podział na rozdziały i podrozdziały w rozprawie uważam za nietrafny (choć nie błędny). Jest to oczywiście przywilejem Autorki, ale przejrzystość tekstu byłaby prawdopodobnie większa, gdyby część obliczeń i wybrane zestawienia zamieścić w załącznikach (nawet na dołączonych nośnikach danych), a w tekście - tylko odnośniki do nich. Zalecałbym przemyślenie struktury tekstu i podział na rozdziały przed ewentualnym skierowaniem do druku, co też zdecydowanie sugeruję. Do załączników można przesunąć opisy

zastosowanych algorytmów i ich teoretycznej interpretacji; (zdaniem recenzenta) należy rozdzielić pomiędzy różne rozdziały: teoretyczne opisy metodyki postępowania od faktycznej interpretacji wartości uzyskanych w badaniach.

Wnikliwość, wszechstronność i szczegółowa interpretacja uzyskanych wyników badań jest mocną stroną, natomiast zdecydowanie wpływa na objętość woluminu rozprawy. Kilka sformułowań w rozprawie może jednak nasuwać pewne wątpliwości.

Doktorantka posługuje się niekiedy skrótowym terminem „skala danych”. Z kontekstu można domyślać się równoznaczności tego pojęcia z terminami: skala mapy lub skala geograficzna badania. Ale tak do końca nie jest. Można ten termin bardzo różnie rozumieć, zależnie od tego czy dotyczy danych przestrzennych czy skalarnych.

Obserwując zmienność współczynników koncentracji (wskaźniki zmienności) w różnych układach jednostek odniesienia nie zauważyłem, aby Doktorantka posługiwała się wyraźnie zdefiniowanym progiem (lub przedziałem) wartości, powyżej którego można zdecydowanie powiedzieć, że owa zmienność na pewno ma miejsce (np. w przeciwieństwie do interpretacji wartości uzyskanych współczynników korelacji). W opisach i interpretacji kartograficznej uzyskanych wyników współczynników K posługuje się medianami i kwartylami (kwintylami), które są jednak różne dla różnych klas pokrycia terenu, natomiast badanie tych danych z kolei wskaźnikami zmienności, miało na celu m.in. uzyskanie porównywalności, pomiędzy poszczególnymi skalami badania oraz różnymi typami pokrycia terenu. Ten brak zdecydowania wymusił na Autorce stosowanie dużej liczby przymiotników i ich stopniowanie: mała, mniejsza, duża, większa zmienność itp.

Z obowiązku recenzenta należy wskazać, że współczynnik koncentracji zwany jest niekiedy indeksem Giniego (nie zauważyłem tej nazwy w rozprawie).

Jest jeszcze jeden aspekt, który uważam za istotny i chciałbym poruszyć w recenzji. Częścią tekstu rozprawy są opisy wykorzystanych algorytmów, które posłużyły do konstrukcji autorskich skryptów i modeli GIS (ArcGIS Model Builder), o których tylko wspomniano w tekście. Załączenie do ewentualnej publikacji kodów źródłowych tych skryptów i modeli (zaopatrzonych oczywiście w klauzule dotyczące praw autorskich i odpowiednie licencje) pozwoli uniknąć sytuacji, w której wykorzystywane oprogramowanie jest traktowane jak czarna skrzynka (i o której nie wiadomo czy poprawnie realizuje opisane w rozprawie algorytmy). Wyrażając nadzieję na pozytywny rozwój w tej mierze, należy (zdaniem recenzenta) dążyć do tego otwartego modelu uprawiania nauki, wzmacniając ochronę praw autorskich i majątkowych twórców programów komputerowych i baz danych przestrzennych poprzez np. odpowiednią politykę licencjonowania odrębnie dla celów komercyjnych i eksperckich oraz odrębnie dla celów czysto naukowych.

Formalna strona pracy (w opinii recenzenta) nie budzi wątpliwości. Rozprawa napisana jest zrozumiałym, żywym językiem. Widać nie tylko zaangażowanie Autorki, znajomość przedmiotu, biegłość posługiwania się instrumentarium matematyki, statystyki i oprogramowania GIS, ale także patriotyzm lokalny i dążenie do perfekcyjnej realizacji badań. W maszynopisie można zauważyć tylko w paru ustępach literówki i niezręczne sformułowania stylistyczne (stosunkowo niewiele, np. str. 22, 23, 26, 28, 125, 247, 249, 260).


## Wnioski końcowe

Przedstawiona rozprawa doktorska jest interesująca, porusza oryginalny problem naukowy, splatając wątki geograficzne, geoinformacyjne i metodologiczne. Rozwiązanie problemu zmienności jednostek odniesienia w badaniach pokrycia terenu zaprezentowane w rozprawie cechuje wymiar uniwersalny, zwłaszcza w części analitycznej i w zakresie wykorzystania oprogramowania systemów informacji geograficznej.

Mgr Marta Nalej wykazała się bardzo dobrym opanowaniem warsztatu badawczego: umiejętnością stawiania problemów naukowych, znajomością literatury przedmiotu, umiejętnością poprawnego wnioskowania, biegłością w procedurach modelowania i analizy przestrzennej z wykorzystaniem narzędzi statystyki i oprogramowania systemów informacji geograficznej oraz wnikliwością interpretacji ich wyników. Rozprawa cechuje się logiczną kolejnością poszczególnych etapów pracy badawczej, a podejmowane wątki są rzeczywiście istotne dla sformułowanych celów, jakkolwiek niektóre ustępy rozprawy można przenieść do załączników.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Marty Nalej spełnia wymagania Ustawy z dn. 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z dn. 16 kwietnia 2003r.), zgodnie z art. 179 Ustawy z dn. 3 lipca 2018r. – Przepisów wprowadzających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1669) i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyżej wymienione argumenty, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Marty Nalej przez Radę Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Warszawa, 16 stycznia 2019r.