

Kraków, 28 kwietnia 2021 r.

Profesor dr hab. inż. Krystian Pyka
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
AGH w Krakowie

**Recenzja¹ pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Cegielskiej
„Koncepcja multimetrycznego indeksu antropopresji opracowanego
w środowisku GIS”**

Ocena układu pracy doktorskiej oraz doboru piśmiennictwa

Praca doktorska mgr inż. Katarzyny Cegielskiej, razem ze spisem literatury, spisem rycin i tabel zajmuje 340 stron, jest bogato ilustrowana, bibliografia ujmuje 607 pozycji. Dysertacja została podzielona na 8 rozdziałów, najobszerniejszy jest rozdział poświęcony wynikom, zajmujący 105 stron. Struktura jest przejrzysta, dobrze dostosowana do tematu.

W czterech pierwszych rozdziałach Doktorantka przedstawiła tło rozwiązywanego w dysertacji problemu, opisała zjawisko antropopresji, zastosowanie GIS do analizy map, scharakteryzowała ekonometrię przestrzenną i geostatystykę. Autorka efektywnie wykorzystała literaturę, opisała wcześniejsze badania dotyczące ilościowego opisu suburbanizacji, wskazując zalety i wady stosowanych metod.

Rozdział 5 opisuje wykorzystane w dysertacji materiały i zastosowane metody badawcze. To w nim przedstawiono obszar badań oraz multimetryczny indeks antropopresji, zaproponowany przez Doktorantkę zbiór parametrów charakteryzujących stan antropopresji. To kluczowa dla rozprawy koncepcja, poddana szczegółowej analizie w rozdziale 6, obszernie omawiającym wyniki badań. Kolejny rozdział stanowi dyskusję uzyskanych wyników a całość merytoryczną zamyka podsumowanie z wnioskami.

Praca jest opracowaniem skupionym na zagadnieniach bezpośrednio związanych z tematem, a nieliczne odstępstwa od tego powiązania nie obciążają istotnie objętości pracy. Mocno ponadprzeciętna objętość dysertacji wynika głównie z faktu, że autorski multimetryczny indeks antropopresji zawiera 18 składowych, które Doktorantka skrupulatnie analizuje w ramach badań. Nadto multimetryczny indeks jest sprawdzany dla trzech wariantów pól podstawowej oceny, co istotnie zwiększa materiał analityczny.

Udział rozdziałów opartych na literaturze i rozdziałów opisujących badania i ich wyniki w stosunku do całości dysertacji jest dobrze wyważony. Pomimo szerokiego, wnikliwego ujęcia

¹ Recenzja została wykonana na podstawie uchwały z 17 lutego 2021 Rady dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

wyników w rozdziale 6, Autorka potrafiła w kolejnym rozdziale spojrzeć na wyniki w sposób uogólniony, syntetyczny prowadząc dyskusję naukową. Cenne jest odniesienie się w rozdziale 7 do literatury, co pokazuje, że piśmiennictwo nie posłużyło jedynie do opracowania rozdziału przeglądowego ale było wykorzystane na różnych etapach badań. To podejście świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Praca jest dobrze skonstruowana, napisana poprawnym językiem, wyróżnia się bardzo komunikatywną a zarazem oryginalną stroną graficzną - wykresy, diagramy, tabele są informatywne i estetyczne, co rzadko kiedy udaje się osiągnąć jednocześnie. Wyrazistość przekazu dysertacji dotyczy również bibliografii, w której zgrupowane są pozycje naukowe oraz prawno-formalne i neto-graficzne.

Znaczenie rozwiązywanego problemu naukowego

Antropopresja to nieuniknione zjawisko cywilizacyjne ale gdy rozwija się bez kontroli staje się zagrożeniem dla środowiska. Szczególnie podatne na nadmierne ciśnienie antropopresji są obszary wokół silnych ośrodków miejskich. Suburbanizacja zaczyna się niewielkim zaburzeniem krajobrazu, ale w miarę intensyfikacji nowa, sztuczna tkanka zmienia krajobraz coraz silniej aż w końcu zamienia go w nieokreślony, chaotyczny twór przestrzenny bez ładu i estetyki, który zamiast zaspokajać potrzeby mieszkańców zaczyna być dla nich uciążliwy. Rozwój cywilizacyjny jest nieunikniony, zmiany w krajobrazie także, ale potrzebna jest granica, której przekroczenie zapala symboliczne czerwone światło. Na scenie suburbanizacji gra wielu aktorów o często sprzecznych interesach. Rozstrzygnięcie sporów pomiędzy nimi wymaga obiektywnego przedstawienia stanu antropopresji wraz z prognozą jak ten stan będzie się zmieniał w zależności od wybranego wariantu rozwoju. Celem dysertacji było „zwymiarowanie” antropopresji. Jest to problem niezmiernie złożony, wynik musi być osadzony w przestrzeni i pokazany w sposób przemawiający do wyobraźni człowieka. Naprzeciw tym wymaganiom wychodzi świetnie rozwijająca się technika GIS. Ale sama technika nie rozwiąże problemu, drogą do sukcesu jest zebranie odpowiednich danych przestrzennych a następnie ich interpretacja i wskazanie wzajemnych powiązań. Właśnie takie zagadnienia są przedmiotem rozprawy, co czyni cel pracy istotnym naukowo a jednocześnie twardo osadzonym w rzeczywistości.

Ocena metody badawczej oraz sposobu przeprowadzenia badań i uzyskanych wyników

Badania miały charakter obserwacyjny, a źródłem obserwacji charakteryzujących antropopresję były dane kartograficzne, bazy danych przestrzennych oraz dane statystyczne. Autorka nie mogła jednak ograniczyć się do typowej kartograficznej metody badań, gdyż wiele czynników kształtujących antropopresję nie jest wprost zilustrowanych na mapach. Dlatego Doktorantka zdecydowała się na uzupełnienie danych poprzez często bardzo złożone analizy przestrzenne, wymagające dobrej wiedzy i umiejętności praktycznych w posługiwaniu się narzędziami GIS. Jako obszar badań Doktorantka wybrała 10 kilometrową strefę pierścieniową wokół Krakowa. Wybór obszaru uważam za w pełni trafny, choć trudny do modelowania ze względu na zróżnicowanie geograficzne, gospodarcze z dużym wpływem dziedzictwa kulturowego.

Doktorantka zdefiniowała 18 wskaźników cząstkowych antropopresji. Ze względu na źródło pochodzenia wskaźniki można zaliczyć do czterech grup w zależności od bazowego źródła danych:

1. wskaźniki wyprowadzone z BDOT 10K: wpływu antropogenicznego/pokrycie terenu, dostępności sieci drogowej, liczby płatów, średniej powierzchni płata, średniego obwodu płata, gęstości płatów, gęstości krawędzi, największego płata, indeks kształtu, indeks różnorodności Shannona (10 wskaźników),
2. wskaźnik wpływu antropogenicznego wyrażonego przez użytkowanie terenu – dane uzyskane z wektoryzacji ortofotomapy (1 wskaźnik),
3. wskaźniki wyprowadzone z planów zagospodarowania (MPZP), charakteryzujące możliwości inwestycyjne poprzez maksymalną powierzchnię zabudowy, minimalną powierzchnię biologicznie czynną, maksymalną wysokość zabudowy (3 wskaźniki),
4. wskaźniki powstałe na drodze złożonych analizy przestrzennych z wykorzystaniem BDOT 10k, danych statystycznych i wiedzy eksperckiej: szacunkowej liczby ludności, działalności antropogenicznej stojącej, działalności antropogenicznej progresywnej, punktów zainteresowania (4 wskaźniki).

Modelowanie antropopresji polegało na wyjaśnianiu wskaźnika działalności antropogenicznej progresywnej poprzez regresję liniową wskaźników diagnostycznych, na które składało się 17 pozostałych parametrów. Było przeprowadzone względem trzech wariantów pól podstawowej oceny: sieci heksagonalnej, sieci zmiennogęstej bazującej na układzie drogowym oraz sieci opartej na granicach obrębów ewidencyjnych.

Definicje, dane źródłowe i sposób obliczenia wskaźników dla poszczególnych sieci zostały w większości wyczerpująco opisane w pracy. Najmniej miejsca poświęciła Doktorantka metrykom przestrzennym, tworzącym grupę 8 wskaźników. Nie znalazłem w pracy wyjaśnienia jaka klasyfikacja pokrycia terenu stanowiła punkt wyjścia do definicji płata przestrzennego, dla którego liczone były metryki.

Zmienność przestrzenna wszystkich wskaźników, weryfikacja statystyczna i budowa modelu były przeprowadzone osobno dla trzech wariantów pól odniesienia. Każdorazowo wyniki były przedstawione na kartograficznie dopracowanych a przez to czytelnych diagramach i wykresach.

Kluczową rolę w dostarczaniu danych do obliczania wskaźników dla pól odniesienia odgrywała BDOT 10k. Spośród 18 wskaźników aż 14 było opartych o dane z tej bazy (10 bezpośrednio a 4 pośrednio). O ile zabudowa i sieć drogowa są silną stroną bazy, to moim zdaniem zdecydowanie słabszym elementem jest pokrycie terenu, traktowane jako mały znaczący dodatek do klasycznej treści map topograficznych 1:10k.

Dużo pracy włożyła Doktorantka w opracowanie bazy danych o użytkowaniu terenu. Manualna wektoryzacja 17 klas na ortofotomapach dla obszaru badań musiała pochłonąć wiele godzin. Przy obliczaniu wskaźnika wpływu antropogenicznego/użytkowanie terenu opracowana baza użytkowania została spłaszczona do 2 kategorii. O ile dla bazy pokrycia terenu taka generalizująca re-klasyfikacja była uzasadniona m.in. stosunkowo słabą jakością danych to szkoda, że użytkowanie nie zyskało ważniejszej roli w badaniach. Mam na myśli kluczową rolę

jako zmienną wyjaśnianą a nie jedną z wielu zmiennych wyjaśniających. Jako zmienną wyjaśnianą Doktorantka wybrała wskaźnik działalności antropogenicznej progresywnej. Co prawda Autorka podała uzasadnienie wyboru tego wskaźnika jako kluczowego, jednak nie jest ono dla mnie w pełni przekonujące. Jest to wskaźnik pochodny do innych danych, opracowany przy arbitralnie przyjętych założeniach. Nadto zauważam, że ten wskaźnik jest liczony w oparciu o liczbę ludności zamieszkującej dany obszar. Tymczasem w antropopresji mają też udział osoby przyjeżdżające z innych miejsc do pracy a nie tylko mieszkańcy. Dlatego w czasie prezentacji pracy na obronie lub podczas dyskusji proszę o zaakcentowanie powodów wyboru wskaźnika działalności antropogenicznej progresywnej jako zmiennej wyjaśnianej w modelu. Będę też oczekiwał opinii Doktorantki w kwestii potencjalnej możliwości wykorzystania wskaźnika bazującego na użytkowaniu terenu jako zmiennej wyjaśnianej w modelu ekonometrycznym.

Równie pracochłonne jak opracowanie bazy użytkowania było zwektoryzowanie MPZP. Czy to było konieczne dla całego obszaru badań? Pytanie rodzi się w związku z faktem, że wiele gmin prezentuje plany zagospodarowania po konwersji części graficznej do postaci wektorowej i udostępnia ich przeglądanie na swoich stronach internetowych.

Kwestią pominiętą w badaniach była niejednorodność stanu aktualności danych wykorzystanych do obliczania wskaźników. Przypuszczam, że baza użytkowania odzwierciedla stan na 2017 rok (wiosna), bo wtedy były wykonane ortofotomapy z pikselem terenowym 5 cm, natomiast nie ma informacji z jakich lat pochodziła baza BDOT 10K. Dane o budynkach były pozyskane z EGiB (w razie ich braku z BDOT), nie wiemy czy wszystkie obrazują ten sam czas. Nadto nowsze dane o budynkach mogą być w sprzeczności z danymi o użytkowaniu i pokryciu.

Nie uwzględniono w badaniach wpływu rzeźby terenu na antropopresję. Tymczasem zgeneralizowana mapa spadków z reguły pokazuje dobrą korelację z terenami zabudowanymi i jednocześnie wskazuje miejsca trudniejsze do zabudowy. Inna sprawa, że dzisiejsza technika budowlana i pomysłowość architektów pozwalają praktycznie budować wszędzie, ale na pewno rodzi to wyższe koszty.

Wykonane badania wymagały nie tylko zebrania ogromnego materiału badawczego ale skutkowały uzyskaniem wielowariantowych wyników, dość trudnych do ujęcia syntetycznego. Doktorantka zawarła w dysertacji rozdział poświęcony dyskusji wyników, jest tam oczekiwane uogólnienie wyników lecz zabrakło mi krzyżowej syntezy uzyskanych rezultatów. Moim zdaniem Autorka za mało poświęciła porównaniu wyników uzyskanych dla trzech typów pól podstawowej oceny.

Uzyskane wyniki generalnie potwierdziły prawidłowość przyjętych założeń. Teza badawcza „presja antropogeniczna jest zjawiskiem wielokryterialnym, identyfikowanym i analizowanym za pomocą narzędzi GIS” została udowodniona. Jeśli przyjąć interpretację multimetrycznego indeksu antropopresji jako zestawu wskaźników charakteryzujących różne aspekty oddziaływania człowieka na środowisko, co jest uprawnione, wówczas można z przekonaniem stwierdzić, że cel pracy został osiągnięty. Natomiast nie udało się wykazać jednoznacznego związku matematycznego pomiędzy wskaźnikami cząstkowymi prowadzącego do syntetycznej metryki. Nie deprecjonuje to pracy. Nie wszystkie hipotezy daje się osiągać w pracach badawczych. Istotne jest natomiast, że praca wnosi nową wiedzę i przekazuje wartościowe

doświadczenia do wykorzystania w kolejnych badaniach nad modelowaniem antropopresji.

Trudną do przecenienia zaletą pracy jest zgromadzenie danych charakteryzujących bezpośrednio i pośrednio antropopresję w obszarze zwanym „obwarzankiem krakowskim”. Warto byłoby podzielić się tymi danymi z badaczami zajmującymi się antropopresją, ochroną środowiska czy ekologią. Dlatego zachęcam Doktorantkę do dołączenia do inicjatywy „open data” i opublikowania w internecie danych wraz z opisem.

Uwagi szczegółowe

Model ekonometryczny był realizowany z wykorzystaniem funkcji zaimplementowanych w środowisku obliczeniowo-statystycznym R. W badaniach Doktorantka używała programu RStudio, będącego nakładką na pakiet R. Użycie RStudio nie zmienia faktu, że wykorzystane funkcje *fe facto* pochodzą z pakietu R. W kilku miejscach, np. na str. 137, Autorka nie była ścisła w opisanu relacji pomiędzy R i RStudio.

Tworząc pola oceny w oparciu o granice obrębów Doktorantka wykluczyła z analizy te pomocnicze jednostki administracyjne, których zasięg wykraczał poza obszar badawczy. Wydaje mi się, że lepszym rozwiązaniem byłoby włączenie ich do obszaru badawczego w całości, czyli nieco poszerzając strefę 10 km.

Przy tak obszernym tekście, liczącym ponad 300 stron, trudno nie ustrzec się usterek edycyjnych. Nie spostrzegłem ich jednak wiele w dysertacji, co świadczy o dużej staranności opracowania. Poniżej podaję zauważone usterki:

- Na str. 139 podany jest odnośnik do adresu www.home.agh.com.pl – taki adres nie istnieje.
- Informacja podana na str. 142 o wskazująca, że w rozdziale 5.4 została omówiona metoda Hellwiga jest nieprawdziwa, rozdział ten jest poświęcony polom podstawowej oceny. Właściwe wskazanie to rozdział 4.4.
- Str 108, podpis pod rys. 30 powinien brzmieć: „Obszar badań - sieć jednostek administracyjnych” (a nie sieć zmiennogęsta).
- Na str 125 (2 wiersz od dołu) - Autorka kieruje czytelnika do podrozdziału 6.5.3 a powinna do 5.5.3.

Ponownie podkreślam, że bardzo wysoko oceniam stronę graficzną pracy. Dysertacja zawiera 178 rysunków, praktycznie wszystkie są opracowaniem własnym Doktorantki. Rysunki są informatywne, estetyczne, pomagają lepiej zrozumieć założenia badawcze i uzyskane wyniki.

Konkluzja

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Małgorzaty Cegielskiej zawiera oryginalne rozwiązanie istotnego problemu z zakresu inżynierii lądowej i transportu. Doktorantka udowodniła w rozprawie, że posiada gruntowną wiedzę z tej dyscypliny i potrafi dobrze ją wykorzystać w planowaniu i realizacji badań naukowych.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Małgorzaty

Cegielskiej spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789).

W konkluzji rekomenduję Radzie dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Małgorzaty Cegielskiej do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej.

Krzysztof Pyka