

Warszawa, dnia 18 sierpnia 2023 r.

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

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Patrycji Pochwatki pt.:

„Metoda wyznaczania stref taksacyjnych nieruchomości w oparciu o analizę danych transakcyjnych na przykładzie miasta Lublin”

**Promotor – dr hab. inż. Kazimierz Bęcek, prof. uczelni Politechniki Wrocławskiej
Promotor pomocniczy – dr. Kamil Nieścioruk – Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie**

Podstawę formalną do przygotowania recenzji stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie w dniu 26 kwietnia 2023 r. nr 5/2023 oraz Umowa o dzieło zawarta w dniu 30.05 2023 z UR im. H. Kołłątaja w Krakowie reprezentowanym przez prof. dr hab. inż. Andrzeja Lepiarczyka Prorektora ds. Ogólnych.

1. Wybór tematu, cel pracy i uwagi ogólne

Problematyka badań i analiz rynku nieruchomości jest ściśle związana z dostępem do różnego typu informacji. Odpowiednio rozbudowana i aktualna baza danych o nieruchomościach stanowi jeden z elementów do wyznaczania wartości katastralnej nieruchomości oraz podatku katastralnego. Analizując rozwiązania innych krajów stosowane w tym zakresie trudno jest stworzyć uniwersalną metodę. W Polsce podatek od nieruchomości ustalany jest na podstawie powierzchni nieruchomości, bez uwzględniania innych składowych, które wpływają na jej wartość. Dlatego też bardzo istotne jest stworzenie uniwersalnej metody, dla wszystkich typów nieruchomości z uwzględnieniem czynników wpływających na ich wartość. Stąd też konieczne jest ustalenie na podstawie jakich danych określać cechy nieruchomości.

Do chwili obecnej w Polsce nie zostały opracowane zasady krajowego systemu określania podatku katastralnego. Zasady powszechnej taksacji są zawarte w ustawie o gospodarce nieruchomościami z 1997 r. oraz rozporządzeniu z 2005 r.

Jako cel pracy Doktorantka założyła dążenie do opracowania uniwersalnego, obiektywnego narzędzia pozwalającego na identyfikację stref taksacyjnych nieruchomości w oparciu o występujące regularności i tendencje zawarte w dostępnym zbiorze danych o transakcjach kupna-sprzedaży nieruchomości gruntowych.

Cel rozprawy realizowano zgodnie ze wskazanymi zadaniami:

1. Akwizycja i kwerenda danych transakcyjnych oraz identyfikacja cech nieruchomości mających wpływ na ich cenę;
2. Utworzenie bazy danych nieruchomości wraz z aktualizacją cen nieruchomości na określoną datę (uwzględniając inflację i inne czynniki społeczno-ekonomiczne);
3. Analizy przestrzenne transakcji oraz wizualizacja cech cen i strefo twórczych wraz z modelowaniem SSN (sztucznych sieci neuronowych) oraz analizę wrażliwości modelu predykcyjnego;
4. Opracowanie procedury wyznaczania stref taksacyjnych – czyli obszarów posiadających podobne atrybuty cenotwórcze oraz funkcjonalno-przestrzenne.

Jako cele szczegółowe Doktorantka przyjęła:

- ✓ Przygotowanie bazy danych transakcyjnych RCIWN oraz eliminacji transakcji nierynkowych oraz niespełniających warunków analizy,
- ✓ Znalezienie lokalnych, w tym historycznych i przestrzennych uwarunkowań rynku nieruchomości gruntowych w Lublinie,
- ✓ Określenie cech cenotwórczych przy wykorzystaniu dodatkowych baz danych m.in. EGiB, BDOT10k, MPZP/SUiKZP, NMT oraz opis skalowania cech,
- ✓ Aktualizacja cen transakcyjnych na określoną datę przy pomocy metody interwałowej – zróżnicowany zbiór danych,
- ✓ Implementacji narzędzi analiz SSN w celu stworzenia modelu predykcji oraz analizy wrażliwości cech cenotwórczych,
- ✓ Implementacji narzędzi GIS w celu identyfikacji stref taksacyjnych nieruchomości,
- ✓ Wizualizacja wyników badań wraz z dyskusją i przedstawieniem wyników.

Dla przyjętego celu Doktorantka postawiła następujące tezy badawcze:

1. Nowoczesne narzędzia do przetwarzania danych, w tym technologia SSN oraz GIS pozwalają na efektywne analizy i ich wizualizację kartograficzną prowadzącą do wyznaczenia stref taksacyjnych.
2. Aktualny stan baz danych dotyczących nieruchomości nie pozwala na szybkie i niskokosztowe wykonanie zadań prowadzących do przeprowadzenia powszechnej taksacji nieruchomości. Ponadto, niektóre bazy są prowadzone nieprawidłowo wprowadzając w błąd. Stąd koniecznym jest wydanie ścisłych wytycznych prowadzenia baz danych i zasilenia nimi ZSIN.

Doktorantka nie sformułowała hipotez badawczych.

Zdaniem recenzenta sformułowanie celu rozprawy oraz celów szczegółowych jak i tez badawczych jest poprawne i wpisują się w główne wyzwanie podjętego tematu. Wskazane zadania wpisują się raczej w samo opracowanie metodyki.

2. Ocena układu i strony edytorskiej pracy

Rozprawa doktorska została podzielona na 6 merytorycznych rozdziałów stanowiących 196 stron z 227 stron pełnego opracowania wraz z załącznikami, spisem literatury, rysunków i tabel, wzorów oraz streszczeń w języku polskim i angielskim. W rozprawie zostało zamieszczonych 69 rysunków i 16 tabel, 1 załącznika oraz 8 wzorów matematycznych. 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 została zaproponowana autorska metoda wyznaczania stref taksacyjnych nieruchomości w oparciu o analizę danych transakcyjnych.

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 przejrzyste i czytelne.

3. Ocena doboru literatury

Wykaz bibliografii wskazuje na korzystanie z bardzo obszernej literatury przedmiotu. W spisie pozycji literaturowych znajduje się aż 337 pozycji, które zostały właściwie zweryfikowane do prezentowanych zagadnień. Pozycji literaturowych anglojęzycznych jest aż 140, 30 aktów prawnych, wytycznych i rozporządzeń branżowych oraz 18 stron internetowych. W wykazie publikacji znajduje się 1 autorskie opracowanie i 1 współautorskie prace Doktorantki. Wykorzystywana przez Doktorantkę tak liczna bibliografia jest związana z tematem rozprawy, a jej przegląd jest właściwy i poprawnie zweryfikowany do podjętych badań i analiz zaprezentowanych w rozprawie. Ponadto tak bogaty przegląd literatury, w tym światowej świadczy o bardzo dobrym warsztacie badawczym mgr inż. Patrycji Pochwatki.

4. Ocena metodyczna i merytoryczna rozprawy

Do realizacji głównego celu badawczego oraz celów szczegółowych wykorzystano dane zawarte w Rejestrze Cen i Wartości Nieruchomości (obecnie RCN - rejestr cen nieruchomości) pozyskany z Miejskiego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Lublinie. Analizowano transakcje nieruchomości niezabudowanych, które zostały zawarte pomiędzy styczniem 2007r., a czerwcem 2017 r. Obszarem badań jest miasto Lublin.

Rozprawę podzielono na 6 rozdziałów.

Wprowadzenie do rozprawy (rozdział 1) stanowi wstęp, w którym wyjaśniono podstawowe pojęcia związane z rozprawą. Jako podpunkty tego rozdziału wskazano tezy, cele badawcze oraz zadania badawcze, które zostały omówione przez recenzenta powyżej. Brak jest w tym rozdziale podpunktu, w którym Autorka omówiła zastosowane metody badawcze. Wskazano główne źródło danych i przedstawiono obszar testowy. W podrozdziale pt. „Struktura pracy” wkradły się pewne nieścisłości w omówieniu poszczególnych rozdziałów i zostały nieco inaczej przedstawione niż w spisie treści rozprawy: np. przegląd literatury (rozdział 2), który w spisie treści brzmi „Stan wiedzy o rynku i wycenie nieruchomości”, który jest opracowany na podstawie badań literaturowych, ale nie zostało to wskazane wprost. Są też pewnego rodzaju nieścisłe informacje, z powołaniem na różnych autorów, a dotyczące bardzo konkretnych zapisów zawartych np. w ustawie Kodeks cywilny, który w zakresie przywołania definicji nie został podany. Podobnie w podpunkcie 2.1.2. pt. „Wartość a cena nieruchomości”, gdzie wartość została zdefiniowana w ustawie o gospodarce nieruchomościami, a Doktorantka przedstawia dywagacje różnych autorów, nie podając wprost definicji. Jest to znaczna usterka tej części rozprawy. Podrozdział 2.1.3. w ujęciu wskazanych powyżej usterek został opracowany poprawnie. W rozdziale 2 omówiono także cechy wpływające na wartość i cenę nieruchomości wskazując cechy cenotwórcze nieruchomości – wewnętrzne (endogeniczne), w tym lokalizację, dostępność komunikacyjną, wartość użytkową, ukształtowanie terenu, kształt i wielkość działki, stan wyposażenia w urządzenia infrastruktury technicznej, zapisy MPZP, stan techniczny i standard wykończenia oraz kondygnacje (rys. 3). Jako cechy zewnętrzne (egzogeniczne) nieruchomości scharakteryzowano cechy ekonomiczne, prawne, społeczno-gospodarcze oraz technologiczne (rys.4).

W rozdziale tym zostały przedstawione zasady wyceny nieruchomości w Polsce omawiając poszczególne podejścia wykorzystywane w procesie określania wartości nieruchomości. W sposób bardzo syntetyczny Autorka przedstawiła zasady wyceny w wybranych krajach europejskich.

Innym aspektem szeroko przedstawionym w tym rozdziale na podstawie badań literaturowych są „Wybrane metody i narzędzia wspomagające masową wycenę nieruchomości” (podrozdział 2.5.), w którym przedstawiono:

- ✓ automatyczne modele wyceny,
- ✓ sieci neuronowe z ich podziałem i rodzajami oraz metody wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu danych,
- ✓ GIS jako narzędzie wspierające masową wycenę nieruchomości,
- ✓ Metody i modele geoprzestrzenne w analizie rynku nieruchomości i masowej wycenie.

Przedstawiając problematykę taksacji nieruchomości (podrozdział 2.6.) Autorka wskazała na znaczne zapóźnienia we wprowadzaniu tego rozwiązania w Polsce, omówiła obowiązujące w tym zakresie regulacje prawne oraz przedstawiła obowiązujące podatki tzn. podatek od nieruchomości, podatek rolny oraz podatek leśny u ujęciu historycznym. Doktorantka w kontekście taksacji odniosła się także do zagadnień związanych z katastrem nieruchomości i danych w nim zawartych. W odniesieniu do wprowadzenia powszechnej taksacji właśnie konieczność istnienia ogólnodostępnej, rozbudowanej i aktualnej bazy danych o nieruchomościach jest kluczowy. Odpowiedzią miał być Zintegrowany system Informacji o Nieruchomościach (ZSIN), jednak do chwili obecnej wg kontrolerów NIK w 2020 r. z siedmiu funkcjonalności uruchomiono 3 i to nie w pełnym zakresie. Ponadto są problemy z modernizacją EGiB, sposób i forma prowadzenia RCiWN (RCN). Nie bez znaczenia jest także stosunek społeczeństwa do wprowadzenia podatku katastralnego. W państwach, które wprowadziły taksację nieruchomości wartość nieruchomości jest określana za pomocą modelu masowej wyceny. Omówienie przez Doktorantkę zasad powszechnej taksacji i określania wartości nieruchomości oraz wysokości samego podatku katastralnego przybliży stosowane rozwiązania.

W polskich warunkach prawnych masowa wycena nieruchomości utożsamiana jest z pojęciem powszechnej taksacji nieruchomości, której przebieg i warunki określa ustawa o gospodarce nieruchomościami (1997r.) oraz rozporządzenie w sprawie powszechnej taksacji nieruchomości (2005r.). W tych aktach prawa zawarta jest definicja strefy taksacyjnej jako jednostki wyodrębnionej w oparciu o te same czynniki wpływające na wartość rynkową nieruchomości oraz posiadać jednostkową wartość katastralną gruntów w danej strefie. Ustawodawca nie wskazuje jednak jaki powinien być sposób jej wyznaczenia. Tak więc problemem jest określenie jakimi metodami, za pomocą jakich zbiorów danych oraz jakie czynniki brać pod uwagę przy wyznaczaniu stref taksacyjnych. Istotne jest także wykorzystanie mapy cenności gruntów przy wyznaczaniu wspomnianych stref.

Najistotniejszy w rozprawie jest rozdział 3 pt. „Metoda wyznaczania stref taksacyjnych w oparciu o analizę danych transakcyjnych”. Zdaniem recenzenta w tytule tego rozdziału zabrakło słowa „propozycja” metodyki. To uchybienie oczywiście nie wpływa na wartość merytoryczną rozdziału. Jako pierwszy etap w procesie wyznaczania stref taksacyjnych została wskazana konieczność normalizacji danych transakcyjnych pozyskana RCiWN obejmujący cechy geograficzne nieruchomości oraz warunki transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości niezabudowanych z okresu styczeń 2007 do czerwca 2017 r. Rejestr został sporządzony na podstawie zawartych aktów notarialnych transakcji i udostępniony w formie elektronicznej. Na tej podstawie opracowano bazę danych zgodnie z następującym harmonogramem:

- ✓ Wybór transakcji z wolnego rynku,

- ✓ Odrzucenie transakcji, w których udział w prawie własności nie był całkowity,
- ✓ Odfiltrowanie transakcji, w których błędnie uznano nieruchomości za niezabudowane,
- ✓ Odfiltrowanie transakcji, w których atrybut prawo – stanowiło użytkowanie wieczyste, własność budynku wraz z prawem związanym,
- ✓ Odrzucenie transakcji, w których przedmiotem transakcji było kilka działek ewidencyjnych,
- ✓ Eliminacja transakcji z obciążeniem np. hipoteka,
- ✓ Odrzucenie transakcji których warunki bądź zapisy mogły wpływać na cenę rynkową nieruchomości, bądź też ograniczały późniejszą zabudowę np. nad działką przebiega linia wysokiego napięcia.

Następnie Doktorantka połączyła bazę transakcji z działkami ewidencyjnymi na mapie ewidencyjnej. Po uporządkowaniu i sprawdzeniu danych do dalszych analiz przygotowano 1370 działek ewidencyjnych.

Określenia i doboru cech rynkowych dokonano zgodnie z rozporządzeniem z 2005 r. w sprawie powszechnej taksacji, a więc wg położenia, przeznaczenia w MPZP, stanu wyposażenia w urządzenia infrastruktury technicznej, stanu zagospodarowania oraz klasy gleboznawczej gruntu. Dla gruntów rolnych i leśnych uwzględniono położenie, rodzaj użytku gruntowego, stan wyposażenia w urządzenia służące produkcji rolnej i leśnej, klasę gleboznawczą gruntu.

Natomiast za cechy charakterystyczne dla nieruchomości gruntowych, przeznaczonych pod zabudowę inną niż zagrodowa uznano: przynależność działki do obrębu ewidencyjnego, odległość euklidesową od centralnego punktu miasta do centroidu działki, współrzędne X,Y w układzie 2000/8 centroidu działki, powierzchnię, kształt i wyposażenie w infrastrukturę (GESUT) działki, zapisy MPZP, klaso użytek i średni spadek terenu.

Wykorzystując narzędzi analityczne, dane z ewidencji gruntów i budynków, RCIWN, GESUT, opracowania planistyczne, NMT Autorka uzyskała liczne zestawienia informacji. Następnie dokonano aktualizacji cen transakcyjnych na określoną datę, za pomocą metody interwałowej wyznaczania trendu zmian cen, gdzie okres analiz może być dłuższy niż 2 lata.

Określając strukturę przestrzenną cen transakcyjnych nieruchomości gruntowych wykonano interpolacje cen jednostkowych nieruchomości dla całego zbioru, jak również dla nieruchomości przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową jednorodzinną oraz nieruchomości z rodzaju jednorodzinnych rolnych. Wykonano mapę cen jednostkowych cen jednostkowych przy pomocy sygnatur ilościowych. Klasyfikacje danych w mapach opracowano metodami deterministycznymi przy zastosowaniu metody kwantylowej oraz naturalnych przerw Jenksa oraz manualnym dostosowaniu wartości brzegowych dla klas.

Na podstawie analizy statystycznej danych (metoda Hot Spot w oprogramowaniu ArcGIS) zidentyfikowano obszary o podobnych cenach jednostkowych i zobrazowano je na tzw. mapie ciepła (kolorami oznaczono skupiska wartości).

W procesie tworzenia modeli neuronowych z identyfikacją cech zostały powiązane zmienne jakościowe i ilościowe. Liczba przypadków uczących się oraz identyfikacja i opis cech warunkują jakość utworzonych modeli SSN. Doktorantka wskazała 15 cech wpływających na cenę jednostkową nieruchomości, przypisując im określone przedziały wartości. Dane przygotowano w postaci arkusza MS Excel i wczytano do programu Statistica 13.3. analizy wykonano w module „sieci neuronowe”. Analizy wykonano dla całego zbioru danych oraz przy podziale na kategorie. Następnie przeprowadzono:

- ✓ Testowanie modeli sztucznych sieci neuronowych;
- ✓ Analizę wrażliwości modeli;
- ✓ Identyfikację optymalnego modelu neuronowego;
- ✓ Opracowania i walidacji modelu identyfikacji stref taksacyjnych nieruchomości.

Metodyka opracowana wg powyższego schematu w zamierzeniu ma dążyć nie tylko do wyznaczania stref taksacyjnych nieruchomości, lecz także do wyznaczenia charakterystycznych cech nieruchomości, które wpływają na wartość w danej strefie, a także do wykonania map i tabel taksacyjnych.

W rozdziale 4 pt. „Uwarunkowania rynku nieruchomości miasta Lublin” przedstawiono:

1. Warunki geograficzne i fizyczne Lublina;
2. Zarys historii rozwoju terytorialnego miasta w tym okres historyczny rozwoju miasta (błąd stylistyczny brzmienia tego punktu), okres intensywnego rozwoju przestrzennego Lublina, warunki społeczno-ekonomiczne po 1989 r.;
3. Plany przestrzennego rozwoju miasta;
4. Charakterystykę lokalnego rynku nieruchomości.

W ocenie recenzenta ww. punkty 1-3 są zbyt obszerne, a najistotniejszy jest punkt 4., który został opracowany poprawnie zarówno pod względem opisowym jak i graficznym stanowi dobre przedstawienie obszaru testowego. Znajomość danego rynku, a także jego właściwa analiza jest potrzebna dla przeprowadzenia powszechnej taksacji nieruchomości.

Wyniki badań (rozdział 5) wskazuje, że w badanym okresie dokonano 5093 transakcje kupna-sprzedaży nieruchomości niezabudowanych, które zweryfikowano do 1370 rekordów. W tym 1100 były to działki niezabudowane przeznaczone pod zabudowę inną niż zagrodowa, 257 niezabudowane jednorolne, 3 niezabudowane leśne. Rozkład transakcji przedstawiono na rysunku (35).

Na podstawie danych RCiWN z wykorzystaniem zapisów MPZP oraz danych NMT, EGiB, BDOT 10k oraz oprogramowania ArcMap określono takie cechy jak średni spadek

terenu działki, kształt działki, dostęp do drogi oraz odległość od centralnego punktu miasta. Na zobrazowaniach graficznych przedstawiono wyniki analiz:

- ✓ Zagęszczenia transakcji – rys. 36;
- ✓ Dostęp do drogi analizowanych działek ewidencyjnych – w tym mapa sieci drogowej Lublina na 2017 r. (rys.37) i mapa sieci drogowej na 2017 r. z podziałem na kategorie BDOT 10k.

W odniesieniu do „powierzchni działki” określono zależność średniej i mediany ceny jednostkowej nieruchomości gruntowej od wielkości pola powierzchni przy podziale na 13 przedziałów dla całej bazy danych (rys. 39) oraz średnie ceny jednostkowe w ośmiu przedziałach powierzchni (rys.40). za pomocą oprogramowania ArcMap wskazano przestrzenny trend powierzchni analizowanych działek ewidencyjnych (rys. 41) i wpasowano liniowe trendy w kierunkach północ-południe oraz wschód –zachód.

Dla każdej analizowanej działki obliczono dwa wskaźniki kształtu – wyrównujący działkę do kształtu kwadratu (wartość 1) i porównujący kształt działki do figury prostokąta optymalnego dla działki o zadanym obwodzie (dla prostokąta optymalnego przyjmuje 1).

Na podstawie RCiWN pozyskano informacje na temat istniejącego uzbrojenia terenu oraz uzbrojenia możliwego do przyłączenia dla wszystkich 1370 działek. Analizowano przyłączenie do sieci energetycznej, gazowej, wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłowniczej i telekomunikacyjnej. Analizy wykazały tylko dla 176 działek podłączono przynajmniej 2 sieci uzbrojenia oraz istniała możliwość podłączenia pozostałych (atrybut 2). Aż 732 działki ewidencyjne nie spełniały wskazanych warunków. (atrybut 0).

Według rozporządzenia o powszechnej taksacji nieruchomości przeznaczenia wykazane w MPZP jest cechą istotną wpływającą na wartość katastralną gruntów przeznaczonych pod zabudowę. Analizy pozwoliły na zobrazowanie działek w obrocie rynkowym na tle MPZP (rys. 42) oraz działek w obrocie rynkowym na podstawie danych RCiWN oraz Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy (rys. 43). W przypadku stwierdzenia, że działka posiada plan miejscowy nadawano atrybut 2, a nie objęte planem atrybut 1. Wyniki wskazały, że liczba działek z MPZP wyniosła 861, a bez 390 (ale z podana wartością w RCiWN), a działek bez planu i bez wartości -119.

Dane o klasoużytku działki pozyskano z EGiB i na tej podstawie określono przeznaczenie terenu. Średni spadek terenu połączonych 46 modeli NMT pozyskanego z GUGiK zobrazowano graficznie na rys. 44., a średni spadek terenu dla każdej analizowanej działki ewidencyjnej sklasyfikowano w 4 przedziałach wartości i zobrazowano na rys. 45.

Analiza cen transakcyjnych oraz analiza statystyczna pozwalająca na aktualizację cen transakcyjnych miała miejsce przy użyciu metody interwałowej znaleziono 154 pary nieruchomości podobnych. Pary dobierano w pojedynczych obrębach ewidencyjnych lub sąsiadujących ze sobą i charakteryzującą się podobną funkcją terenu. W 140 parach

współczynnik miał wartość dodatnią, co oznacza, że upływ czasu kształtował ceny jednostkowe. Na zobrażeniach graficznych pokazano przestrzenny trend jednostkowych cen nieruchomości niezbudowanych (rys. 46) oraz przestrzenny trend jednostkowych cen nieruchomości niezabudowanych o przeznaczeniu MN. Na histogramie (rys. 48) pokazano ceny jednostkowe działek o przeznaczeniu MN. Kolejna analiza była analizą trendu dla 257 działek jednorozdzielnych rolnych, co zobrażono jako przestrzenny trend (rys.49) oraz jako histogram cen jednostkowych (rys. 50).

Określono częstotliwość występowania transakcji w zależności od odległości od centrum Lublina (rys. 51) oraz ceny jednostkowej w zależności od odległości od centrum (rys. 52).

Wizualizacji cen jednostkowych nieruchomości gruntowych opracowano w oprogramowaniu ArcGIS stosując metodę sygnatur ilościowych i zaprezentowano na mapie (rys.54). Natomiast w metodzie interpolacji dla całego zbioru danych przy pomocy metody najbliższego sąsiada (rys. 55) uzyskano raster mapy dla granic administracyjnych miasta przy podziale zbioru na 8 klas (cen jednostkowych) przy wykorzystaniu analiz przestrzennych. Dla całego zbioru wykonano również interpolację metodą krigingu (rys. 56). Dla badanego obszaru wyniki obu metod nie różnią się w sposób drastyczny, jednak w metodzie krigingu można określić wiele parametrów wejściowych, przy których wynik interpolacji może się drastycznie różnić.

Interpolacja cen transakcyjnych nieruchomości o przeznaczeniu MN nie daje zadowalającego wyniku z uwagi na bardzo nierównomierne rozmieszczenie punktów i obszarów bez transakcji (rys.57). podobnie niezadowalające wyniki uzyskano interpolując ceny transakcyjne nieruchomości jednorozdzielnych rolnych.

Metodę Hot Spot zastosowano dla całego zbioru danych oraz przy podziale na nieruchomości o przeznaczeniu pod zabudowę mieszkaniową jednorodzinną (MN) oraz dla jednorozdzielnych rolnych co zostało zobrażone na mapach (rys.59, 60 i 61).

Tworzenie modeli neuronowych w zakresie testowania modeli sztucznych sieci dla całego zbioru wskazały, że utworzone sieci posiadały aż 128 wejść co było spowodowane zmienną jakościową „obręb”, która liczy aż 74 kategorie. Wyniki zostały zobrażone (rys. 62) na wykresie diagnostycznym porównującym wartości rzeczywiste z tymi uzyskanymi przez sieć neuronową w zbiorze uczącym. Uzyskano bardzo dobre wpasowanie. Zmniejszenie liczby zmiennych można uzyskać poprzez selekcję i usuwanie zmiennych, lub dokonać redukcji wymiarów, przy zastosowaniu np. analizy głównych składowych lub analizy wariantów. Stosuje się też metody uogólnienia zmiennych poprzez reklasyfikację. Doktorantka zdecydowała, aby do działek przypisać jeszcze dwie kategorie – dzielnice i strefę. Tak utworzone strefy pozwolą na zmniejszenie liczby zmiennych uczących i uzyskanie bardziej zwartego i zrozumiałego modelu, a także zmniejszenie złożoności

obliczeniowej. Najlepszych 8 sieci neuronowych pokazało słuszność podjętej decyzji (tab. 10, 11).

Modele SSN dla działek jednorodnych rolnych przygotowano dla 257 działek, o podobnych jak we wcześniejszych analizach parametrach sieci. Podobnie uzyskano 8 najlepszych sieci (tab.12), gdzie największą rangę w sieci otrzymała cecha „MPZP”, co było związane z występowaniem w zbiorze danych m.in. działek o przeznaczeniu –tereny rolnicze bez prawa zabudowy, ale również tereny rolnicze z prawem zabudowy. Kolejną rangę otrzymała cecha „kształt” (w odniesieniu do kwadratu). Modele SSN dla działek pod zabudowę inną niż zagrodowa zostały oparte na 1110 działkach o atrybucie :rodzaj = 1” pod zabudowę inną niż zagrodowa. Modele SSN dla działek o przeznaczeniu pod zabudowę mieszkaniową jednorodzinną zostały oparte na 494 działkach o głównej cesze „MPZP” wykazany w RCIWN z rozdzieleniem na jakość dokumentacji planistycznej. Dla tej kategorii wszystkie sieci charakteryzowały się niskim wskaźnikiem jakości walidacji, a jakość testowania także była na niskim poziomie. Najwyższe rangi otrzymały cechy „strefa”, „dzielnica”, „MPZP” i „GESUT”.

Doktorantka dokonała modelowania SSN dla ograniczonego zbioru danych, dla wybranych, sąsiadujących ze obrębów ewidencyjnych. W takiej bazie odnotowano 182 transakcje, a budowane sieci charakteryzują się stosunkowo wysoką jakością testowania.

Podsumowując uzyskane modele SSN charakteryzowały się stosunkowo niską jakością pod względem testowania jak i walidacji. Uzyskane modele nie pozwalają na rozwiązanie problemu regresyjnego predykcji wartości nieruchomości z satysfakcjonującą jakością testowania, a także z odpowiednią generalizacją. Po kolejnych testach stwierdzono, że włączenie cechy „dzielnica” i „strefa” było zasadne.

Na podstawie powyższych analiz stwierdzono, że podział na strefy taksacyjne powinien uwzględniać:

- ✓ Wzdłuż niezmienników przestrzennych, nie przecinając ich (np. rzeki, zbiorniki itp.)
- ✓ Strefy powinny stanowić obszar zamknięty;
- ✓ Obszary, gdzie nie było transakcji, lasy, zbiorniki wodne, miejsca historyczne powinny stanowić oddzielne strefy;
- ✓ Powinny uwzględniać granice uchwalonych planów miejscowych ora granice specjalne, np. specjalne strefy ekonomiczne;
- ✓ W jednej strefie mogą znajdować się tereny o różnych funkcjach, wtedy wyznacza się podstrefy na podstawie nieruchomości reprezentatywnych (transakcje, wycena nieruchomości);
- ✓ Podział na strefy powinien być optymalny z uwagi na ilość posiadanych informacji,
- ✓ Wyznaczone obszary powinny być w miarę jednolite pod względem uzyskiwanych cen nieruchomości;

- ✓ Wydzielanie stref obejmujących tereny cenotwórcze, a nie posiadające danych transakcyjnych jest uzasadnione z uwagi na charakter tych stref.

Na tej podstawie wydzielono 87 stref taksacyjnych, co zostało zobrazowane na rysunkach 66 i 67. Doktorantka szczegółowo opisała wyznaczenie stref taksacyjnych dla badanego obszaru. Następnie w oparciu o wyznaczone wcześniej strefy oraz jednostkowe ceny transakcyjne przy pomocy narzędzia „spatial Join” programu ArcMAP dokonano połączenia warstw poligonowej i punktowej i wyliczenia średniej ceny jednostkowej (rys. 68). Podziału na 6 klas dokonano wstępnie przy pomocy metody naturalnych przerw Jenksa oraz zaokrąglono przedziały do pełnych wartości. Na wynikowa mapę nałożono przebieg sieci drogowej, linie kolejowe, rzeki (rys. 68), oraz opracowano zestawienia tabelaryczne dla wyznaczonych stref (tab.16).

Podsumowując Doktorantka stwierdziła, że zaproponowana metoda wyznaczania stref taksacyjnych nieruchomości w oparciu o analizę danych transakcyjnych jest możliwa do zaprezentowania w formie schematu, co zostało przedstawione na rysunku 69.

Podsumowanie i wnioski (rozdział 6) stanowi syntezę informacji o zrealizowaniu postawionych przez Doktorantkę celów badawczych głównego i szczegółowych oraz tez badawczych. W tym zakresie rozprawa ma charakter kompletny, a uzyskane wyniki mogą stanowić wsparcie w procesach decyzyjnych zmierzających do m.in. wprowadzenia powszechnej taksacji nieruchomości. Autorka słusznie zauważa, że bazy danych w obecnym stanie (zwłaszcza RCN) pozwalają na rozwiązanie tego problemu, który jednak byłby żmudnym kosztowny i czasochłonny. Dlatego też, w przypadku działań związanych z powszechną taksacją zasadne jest użycie metod GIS o SSN.

Podsumowanie

Układ rozprawy doktorskiej, jest treść i forma jednoznacznie wskazują, że Pani mgr inż. Patrycja Pochwatka potrafi stawiać cele badawcze, formułować tezy badawcze oraz wnikliwie je analizować i weryfikować.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska pt. „Metoda wyznaczania stref taksacyjnych nieruchomości w oparciu o analizę danych transakcyjnych na przykładzie miasta Lublin” 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) i dlatego wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o jej przyjęcie i dopuszczenie do dalszego procedowania.


Katarzyna Sobolewska – Mikulska