Warszawa, dnia 10 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. Anety Chmielewskiej pt.:

„Metodyka oceny istotności współistniejących cech nieruchomości na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych”

Promotor – dr hab. inż. Małgorzata Renigier-Biłozor, prof. UWM
Promotor pomocniczy – dr inż. Marek Walacik

Podstawę formalną do przygotowania recenzji stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Geografia Społeczno-Ekonomiczna i Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olszynie z dnia 23 maja 2023 r. oraz Umowa Nr 3/29.300.001/2023 zawarta z Dziekanem Wydziału Geoinżynierii.

1. **Wybór tematu, cel pracy i uwagi ogólne**

Problematyka badań i analiz rynku nieruchomości jest ściśle związana z dostępem do różnego typu informacji. W chwili obecnej rosnące znaczenie rynku nieruchomości jest motywacją do poszukiwania i wykorzystywania informacji służących do wspierania analizy istotności cech nieruchomości opartych na zróżnicowanych kryteriach. Identyfikacja problemów i ograniczeń w analizie informacji o nieruchomościach ma na celu odzwierciedlenie jak najdokładniej rzeczywistości rynkowej. Proces globalizacji oraz postęp technologii, a tym samym powszechność dostępnych informacji powoduje, że dla potrzeb analiz rynku zauważa się brak uniwersalnych algorytmów i procedur, które można wykorzystać w badaniach istotności cech nieruchomości w różnych warunkach rynku.

W rozprawie zaproponowano autorskie podejście do oceny istotności współistniejących cech nieruchomości z uwzględnieniem indywidualnych preferencji podmiotów na rynku nieruchomości. Proponowane rozwiązania zostały oparte na założeniu możliwości integracji i synergii informacji. Przedstawiona w rozprawie metodyka analityczna stanowi rozszerzenie obecnie stosowanych rozwiązań o dodatkowe procedury analizy informacji z perspektywy indywidualnych aspektów podejmowania decyzji na rynku nieruchomości.

Dla Autorki celem rozprawy, jest cyt. „*opracowanie metodyki oceny istotności współistniejących cech nieruchomości na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych" ze wskazaniem następujących celów szczegółowych:*

- ✓ *Sformułowanie definicji i wyjaśnienie pojęcia „model zintegrowanej informacji o nieruchomościach,*
- ✓ *Zastosowanie techniki priorytetyzacji w zakresie badania preferencji mieszkaniowych podmiotów na rynku nieruchomości,*
- ✓ *Badanie wielowymiarowej istotności i współwystępowania cech nieruchomości w ramach analizy preferencji nabywców na rynku nieruchomości,*
- ✓ *Ranking współistniejących grup cech nieruchomości.*

Dla przyjętego celu Doktorantka postawiła następujące tezy badawcze:

1. Dobór i ocena istotności cech nieruchomości oparta na założeniu ich współwystępowania pozwala na zmniejszenie nadmiernych uogólnień w modelowaniu zjawisk rynkowych, a co za tym idzie lepsze zrozumienie rzeczywistości rynkowej opartej w głównej mierze na indywidualnych preferencjach podmiotów podejmujących decyzje na rynku nieruchomości.
2. Istnieje potrzeba rozszerzenia aktualnie stosowanych metod i narzędzi analitycznych o dodatkowe procedury będące odpowiedzią na rozwijającą się wiedzę i świadomość na temat behawioralnych aspektów podejmowania decyzji na rynku nieruchomości.

Jako hipotezy badawcze Doktorantka przyjęła następujące stwierdzenia:

1. Zastosowanie procedury opartej na technice priorytetyzacji skutecznie poszerza metodykę badania preferencji podmiotów na rynku nieruchomości.
2. Analiza współwystępowania umożliwia uzyskanie faktycznej informacji o relacjach cech nieruchomości w procesach podejmowania decyzji na rynku nieruchomości.

Zdaniem recenzenta tak sformułowany cel, teza i hipotezy badawcze są poprawne i wpisują się w główne wyzwanie podjętego tematu – czyli rozwinięcie aktualnie stosowanych podejść, metod i narzędzi do analizy istotności cech nieruchomości o dodatkowe elementy z punktu widzenia nieruchomości jako przedmiotu decyzji podejmowanych na rynku nieruchomości.

2. **Ocena układu i strony edytorskiej pracy**

Rozprawa doktorska została podzielona na 10 merytorycznych rozdziałów stanowiących 155 stron z 267 stron pełnego opracowania wraz z załącznikami, spisem literatury, rysunków i tabel oraz streszczeń w języku polskim i angielskim. W rozprawie zostało zamieszczonych 8 rysunków i 20 tabel oraz 33 załączniki. 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 metodyka oceny istotności współistniejących na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych oraz weryfikacja tej metodyki na wybranym obiekcie doświadczalnym. Podrozdziały stanowią właściwe rozszerzenia rozdziałów głównych.

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

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 307 pozycji, które zostały właściwie zweryfikowane do prezentowanych zagadnień. Pozycji literaturowych anglojęzycznych jest aż 156, 1 pozycja w języku francuskim. W wykazie publikacji znajdują się 4 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. Anety Chmielewskiej.

4. **Ocena metodyczna i merytoryczna rozprawy**

Do realizacji głównego celu badawczego oraz celów szczegółowych zastosowano opracowaną autorską propozycję metody oceny istotności współistniejących cech nieruchomości na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych. Zastosowanie przez Doktorantkę metody badawcze zostały wskazane na podstawie badań literaturowych oraz doświadczeń własnych w zakresie analizy rynku nieruchomości. Metodyka została

opracowana w podejściu indukcyjnym – od badania przypadków do opracowania ogólnych wniosków zgeneralizowanych w celu obiektywnej interpretacji. W celu zgromadzenia informacji o indywidualnych preferencjach podmiotów na rynku nieruchomości przeprowadzono badanie CAWI (Computer Assisted Web Interview). Zastosowaną metodą stanowiącą reprezentację techniki priorytetyzacji była metoda MoSCoW, której nazwa jest akronimem poszczególnych kategorii priorytetów tj. Mast Have (niezbędne), Should Have (zalecane), Could Have (przydatne), Will Have (mile widziane). Uzyskane odpowiedzi zostały poddane szczegółowej analizie pojedynczych przypadków w celu przeprowadzenia ich unifikacji do formy nazw cech nieruchomości. Zgromadzony materiał badawczy posłużył budowie bazy danych do dalszego przetwarzania numerycznego. Zapis numeryczny danych jakościowych przeprowadzono z zastosowaniem zmodyfikowanej metody kompozycyjnej z zastosowaniem klasycznych procedur matematycznych uwzględniające liczebność wystąpień cech nieruchomości w przyjętych kategoriach ważności odpowiadających poszczególnym priorytetom metody MoSCow.

Badania klasyfikacji cech nieruchomości pod względem podobieństwa ich indywidualnej istotności przeprowadzono z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji – sieci neuronowych (sieci Kohonena), a kontrolę uzyskanych wyników klasyfikacji cech za pomocą metody aglomeracji danych – metody Warda. Ponadto przeprowadzono niezależne badanie podobieństwa cech nieruchomości na podstawie analizy macierzy odległości euklidesowych oraz graficznych interpretacji wyników w postaci wielowymiarowych symboli.

Badania współwystępowania cech nieruchomości oparto na szczegółowej analizie eksploracyjnej bazy danych, co posłużyło do oceny rangi grup cech nieruchomości przy zastosowaniu klasycznych metod statystycznych. Wyniki zostały zweryfikowane pogłębionymi badaniami literaturowymi, a uzyskane wyniki pozwoliły na opracowanie modelu zintegrowanej informacji o nieruchomościach.

Analizy zostały przeprowadzone na próbie badawczej obejmującą grupę potencjalnych nabywców nieruchomości na wybranym lokalnym rynku nieruchomości mieszkaniowych.

Obszarem testowym był powiat olsztyński w województwie warmińsko-mazurskim, który zawężono do obszarów miejskich i podmiejskich miasta Olszyn. Okresem badań były lata 2021-2023. Ideą proponowanego rozwiązania było odejście od założeń masowej analizy na rzecz jednostki w celu wskazania profilu preferencji nabywców charakterystycznego dla badanego rynku.

Grupę badawczą stanowiły osoby w wieku produkcyjnym wykazujące doświadczenie w zakresie nabywania lub najmu nieruchomości mieszkaniowych i były zainteresowane nabyciem nieruchomości w przyszłości.

Wprowadzenie do rozprawy (rozdział 1) stanowi wstęp, w którym wyjaśniono podstawowe pojęcia związane z rozprawą. Jako podpunkty tego rozdziału wskazano tezy i hipotezy badawcze raz cele badawcze, które zostały omówione przez recenzenta powyżej. Autorka w jednym z podrozdziałów omówiła metody badawcze, a także zakres przestrzenny badań.

W rozdziale 2 pt. „Podejmowanie decyzji" na podstawie badań literaturowych omówiono proces podejmowania decyzji oraz rozwój teorii podejmowania decyzji. Przedstawiono proces podejmowania decyzji z punktu widzenia teoretycznych modeli dochodzenia do racjonalnych decyzji. Omawiając normatywną teorię decyzji wskazano, że wykorzystywany jest dedukcyjny sposób myślenia i rozwiązywania problemów tj. przekładanie ogólnych wzorców i modeli na badanie poszczególnych przypadków i założeniu, że decyzje są podejmowane w wyidealizowanych warunkach. Teoria ta wydaje się być łatwiejsza do interpretacji, co wynika z faktu, że opiera się na modelach matematycznych. Z czasem w raz z rozwojem wiedzy o decydentach wyłoniła się deskryptywna (opisowa) teoria podejmowania decyzji, której założenia podtrzymywane były przez lata jako dominujące w ekonomii. W teorii tej z czasem odchodzi się od optymalnych rozwiązań w sensie ekonomicznym czyli maksymalizacji zysku.

Decyzje i modele ich podejmowania (podrozdział 2.2.) zostały podzielone na racjonalne (w tym modele monokryterialne, wielokryterialne oraz wartościowane dwustopniowe), behawioralne – opisowe (ograniczonej racjonalności, heurystyczne) oraz „podwójnego procesu" łączący w sobie założenia obu ww. teorii. Dla potrzeb dalszych rozważań w rozprawie dość szczegółowo zostało omówione behawioralne ujęcia podejmowania decyzji podkreślając istotna rolę czynników pozaekonomicznych w procesach podejmowania decyzji, w tym zachowania decydentów o niepełnym dostępie do informacji.

W rozdziale 3 pt. „Model jako forma reprezentacji rzeczywistości", wskazano, że kluczowym w aspekcie budowania modeli obliczeniowych jest dobre zrozumienie badanego zjawiska i czynników, które je kształtują. Zadaniem modeli jest oddawanie prawidłowości występujących w świecie rzeczywistym, jednak ich zbyt duże uproszenie może powodować zniekształcenia rzeczywistości. Oznacza to, że przesadne uproszczenia na etapie przyjmowania założeń do budowy modelu mogą prowadzić do utrudnienia procesu decyzyjnego, a nawet do podejmowania decyzji nieadekwatnych w kontekście przyjętego celu.

Rozważania interdyscyplinarne przedstawione w rozdziałach 2 i 3 prowadzą do odniesienia się do podejmowania decyzji na rynku nieruchomości – rozdział 4 rozprawy. Decyzje na rynku nieruchomości mają szczególny charakter i można je podzielić na 3 grupy: popytowa, podażową oraz specjalistów w zakresie obsługi rynku nieruchomości.

W literaturze podkreśla się konieczność badania i analizowania rynku nieruchomości z punktu widzenia niepewności i ryzyka podejmowanych decyzji. W tym obszarze główne elementy to podmiot rynkowy, przedmiot rynku oraz przestrzeń zdarzeń przenikają się oraz wzajemnie warunkują. W tym aspekcie istotne SA zmiany otoczenia oraz ograniczenia ludzkiej percepcji.

Decyzje na rynku nieruchomości podejmowane są przez podmioty profesjonalne, ale także przez „przeciętnego" człowieka, a indywidualne preferencje uczestników rynku nieruchomości oraz behawioralne uwarunkowania podejmowanych decyzji wpływają na obraz danego rynku. Nabywcy podejmując decyzję – często najważniejsza w życiu – o zakupie nieruchomości kierują się także emocjami. Obierane są głównie 2 strategie: kompensacyjna oraz heurystyczna. Pierwsza zakłada różnicowanie obiektów na podstawie zgromadzonych informacji, a druga przebiega zgonie z następującym schematem postępowania tzn.: szeregowania cech nieruchomości ze względu na ich indywidualne znaczenie oraz porównania wszystkich wariantów ze względu na cechę według niego najważniejszą. Iteracyjny charakter tego procesu prowadzi do wyboru optymalnego z punktu widzenia indywidualnych preferencji nabywcy. Istotna kwestia w tym procesie jest racjonalność i świadomość nabywców na rynku nieruchomości.

Z perspektywy powyższych rozważań najistotniejsze wydaje się znaczenia informacji na rynku nieruchomości (rozdział 5) w tym także z punktu widzenia ekonomii, gdzie kluczowym celem jest maksymalizacja zysków. Z punktu widzenia analiz prowadzonych na rynku nieruchomości etap zbierania informacji i gromadzenia wiarygodnych danych jest kluczowy. Specyfika rynku nieruchomości, jego wielowymiarowość i wielowątkowość procedur, a także charakter danych o nieruchomościach powodu brak pełnego i płynnego przepływu informacji, który jest niezbędny do podejmowania właściwych decyzji w odniesieniu do nieruchomości. Dlatego tak istotne jest aby informacje były aktualne i wiarygodne. W procesie podejmowania decyzji oraz analiz rynku nieruchomości ważnym elementem jest określenie cech nieruchomości. Cechy nieruchomości (rozdział 6) stanowią specyficzny rodzaj informacji niezbędny do uwzględnienia niemal w każdej analizie rynku. W katalogu cech nieruchomości szczególnego znaczenia nabierają cechy fizyczne nieruchomości, gdyż to właśnie one wpływają na zmienność cen na rynkach lokalnych. Ocena istotności cech nieruchomości jest ważnym elementem analiz rynku nieruchomości dla różnych celów takich jak szacowanie i prognozowanie wartości nieruchomości, prognozowanie potencjalnych dochodów z nieruchomości, szacowanie wysokości czynszów oraz gospodarka nieruchomościami.

W celu modelowania zjawisk zachodzących na rynku nieruchomości istotny jest zapis cech nieruchomości w postaci umożliwiającej ich numeryczne przetwarzanie czyli definiowanie zależności, wskazanie różnic oraz obliczenia wartości. Natomiast wybór cech istotnych z punktu widzenia badanego problemu jest zadaniem wielokryterialnym.

Rozdział 7 pt. „Preferencje” skupia się na opisie preferencji nabywców jako informacji o istotności cech nieruchomości. Badanie preferencji potencjalnych nabywców nieruchomości mieszkaniowych stanowi jedno z możliwych rozwiązań w zakresie oceny istotności cech nieruchomości w celu określenia systemu indywidualnych ocen, na podstawie których decydent dokonuje wyboru nieruchomości. Pozwalają one poznać cechy obiektu oraz potrzeby i chęci nabywcy. Badanie preferencji nabywców można realizować na różne sposoby. Jednym z nich jest metoda badania preferencji ujawnionych, która polega analizie rzeczywistych decyzji rynkowych, jednak wadą tej metody jest, że opiera się na danych historycznych oraz to, że nieruchomości, które nie były przedmiotem decyzji są wykluczone z analiz. Innym sposobem jest metoda badania preferencji wyważonych, która dotyczy hipotetycznych zachowań nabywców. Wadą tej metody jest fakt, że preferencje mają tu charakter spodziewany, a decyzja podjęta na ich podstawie ma charakter potencjalny.
Stąd też badanie preferencji powinno być poprzedzone działaniami w zakresie zaplanowania badanej grupy, stworzenia scenariusza ankiety oraz określenia sposobu przeprowadzenia ankiety. Badanie preferencji nabywców zaliczane jest do metod jakościowych. Preferencje potencjalnych nabywców są jednym z czynników kształtujących rynek – głównie popyt, przez co uważane są jako najbardziej wiarygodne źródło informacji o istotności cech nieruchomości. Rozwój rynku nieruchomości wskazuje, że badanie preferencji nabywców jest istotne zarówno w sensie teoretycznym jak i praktycznym.

Najistotniejszy z punktu widzenia nauki jest rozdział 8 rozprawy, w którym Doktorantka przedstawia metodykę oceny istotności współistotności cech nieruchomości na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych. Zdaniem recenzenta w tytule tego rozdziału zabrakło słowa „propozycja” metodyki. To uchybienie oczywiście nie wpływa na wartość merytoryczną rozdziału.

Modelowanie jest zawsze procesem ukierunkowanym celowo, co oznacza konieczność tworzenia ich dla konkretnych problemów oraz zastosowań. W badaniach systemowych jako główny cel modelowania jest tworzenia narzędzi, pozwalających przewidywać co stanie się z badanym system w warunkach innych niż aktualne.

Dla rynku nieruchomości obiektem rynkowym jest nieruchomość. To właśnie dla nieruchomości najważniejszym problemem jest określenie cech nieruchomości (ich występowania, zakresu i istotności), które wpływają na analizy w aspekcie wyceny nieruchomości, oceny atrakcyjności inwestycyjnej czy analizy cen transakcyjnych. Ze względu na złożony charakter rynku nieruchomości pojawiają się trudności w doborze skutecznych metod jego analizy. W tym zakresie stanowisko przedstawia ustawa o gospodarce nieruchomościami z dnia 21 sierpnia 1997 r. oraz publikacje branżowe z zakresu wyceny nieruchomości.

Analiza istotności cech nieruchomości powinna być poprzedzona teoretycznym ujęciem problemu, przed którym stoją analitycy branżowi. Dla Autorki rozprawy podczas tworzenia teoretycznych założeń do analizy problemu było pytanie cyt.: „*czy możliwe jest zobiektyzowane ujęcie istotności cech nieruchomości bazujących na indywidualnych potrzebach rynku nieruchomości?*". Autorka zaproponowała procedurę (rys.1) oceny istotności zintegrowanej informacji o nieruchomościach wyznaczając 6 etapów tj.:

- ✓ Badanie preferencji –zgromadzenie informacji o potrzebach mieszkaniowych nabywców na rynku nieruchomości,
- ✓ Utworzenie bazy danych o cechach nieruchomości,
- ✓ Wyznaczenie indywidualnych istotności cech nieruchomości,
- ✓ Wyznaczenie grup cech nieruchomości,
- ✓ Badanie współwystępowania cech nieruchomości,
- ✓ Ranking współwystępujących grup cech nieruchomości.

Natomiast schemat przetwarzania oceny istotności współwystępujących cech nieruchomości z perspektywy przetwarzania informacji przedstawiono jako schemat wynikowy (rys.2) informacji o potrzebach mieszkaniowych nabywców na rynku nieruchomości z których wynikają dane o cechach nieruchomości co prowadzi do modelu zintegrowanej informacji o nieruchomościach. Autorka zinterpretowała najważniejsze pojęcia takie jak informacja, cecha oraz dane i na tej podstawie zaproponowała autorską definicję pojęcia „model zintegrowanej informacji o nieruchomościach" w brzmieniu cyt. „*model zintegrowanej informacji o nieruchomościach to synergiczna reprezentacja wiedzy o istotności współwystępujących cech nieruchomości*".

Etap badań polegający na gromadzeniu informacji o preferencjach podmiotów na rynku nieruchomości w celu ich dalszego przetwarzania oparto na badaniu internetowym CAWI (Computer Assisted Web Interview) i stanowiło autorski scenariusz indywidualnych wywiadów pogłębionych z zastosowanie techniki priorytetyzacji. Podejście do badania podmiotów na rynku nieruchomości zastało oparte na założeniach metody MoSCoW. Scenariusz został opracowany tak aby istniała możliwość swobodnej i nieograniczonej wypowiedzi, co pozwoliło na uzyskanie wielowymiarowych (opartych na czterech kategoriach ważności) opinii podmiotów odnoszących się bezpośrednio do ich indywidualnych potrzeb i chęci mieszkaniowych poprzez zjawisko istotności cech nieruchomości. Wskazano kategorie ważności (tab.2) przyjęte w metodzie MoSCoW tzn.: must have (niezbędne), should have (zalecane), could have (przydatne) oraz woll have (mile widziane) przypisując im priorytety os bardzo wysokiego po niski. Badania skonstruowano w sposób, który skłaniał badanego do integralnej analizy współistniejących cech nieruchomości.

Jako obszar badań wybrano powiat olsztyński. W badaniach wzięło udział 196 osób (102 kobiety i 94 mężczyzn). Respondenci byli zaangażowani w podejmowanie decyzji na rynku nieruchomości. Okres badań to kwiecień 2021 do stycznia 2022 r.

Anonimowy scenariusz składał się z dwóch części: określenie profilu badanego (płeć, wiek), a drugą część stanowiło pole swobodnej wypowiedziana temat indywidualnych preferencji mieszkaniowych z zakresie 4 kategorii ważności i przyjętych poziomów priorytetu. Wykorzystano do tego celi narzędzia Google Forms. Po oczyszczeniu odpowiedzi ostateczna wielkość próby badawczej stanowiła 81 osób o następującej charakterystyce:

- ✓ Nieruchomość gruntowa zabudowana budynkiem mieszkalnym (30-45 lat; 43 badanych w tym 24 kobiety i 19 mężczyzn),
- ✓ Lokal mieszkalny (30-45 lat; 37 badanych (18 kobiet i 19 mężczyzn).

Wstępna analiza otrzymanych kwestionariuszy pozwoliła na wyłonienie 852 odpowiedzi dotyczących pojedynczych potrzeb mieszkaniowych a rozkład odpowiedzi był następujący:

- ✓ Nieruchomość gruntowa zabudowana budynkiem mieszkalnym - 498 odpowiedzi w tym: must have -205, schodu have -135, could have -87, will have -71.
- ✓ Lokal mieszkalny- 354 odpowiedzi w tym: must have -140, schodu have -92, could have -66, will have -56.

W kolejnym etapie badań Doktorantka przedstawiła zasady budowy bazy danych o nieruchomościach co nastąpiło w drodze przetwarzania danych w badaniu istotności cech nieruchomości i przedstawieniu zmodyfikowanej metody kompozycyjnej analizy preferencji nabywców na rynku nieruchomości.

W procedurze budowy bazy danych o cechach nieruchomości było odejście od założeń masowej analizy na rzecz szczególnego skupienia na poszczególnych badanych (nieruchomość gruntowa zabudowana budynkiem mieszkalnym) w celu wskazania profilu preferencji nabywców charakterystycznego dla badanego rynku. Konstrukcja bazy danych została oparta ma macierzy 43x91, gdzie liczba wierszy odpowiadała liczbie badanych, liczba kolumn odpowiadała łącznej liczbie cech wyłonionych na etapie wstępnej analizy kwestionariuszy. Poszczególnym kategoriom ważności nadano wagi. W efekcie elementy macierzy stanowiły wartości odpowiednie dla kategorii ważności (od 0-4). Tak zaproponowana konstrukcja bazy danych pozwoliła pokazać liczebność wystąpienia odpowiednich cech nieruchomości w poszczególnych kategoriach ważności. Głównym atutem proponowanego podejścia jest założenie minimalizacji wpływu na jej strukturę.

Podstawę badania indywidualnej istotności cech nieruchomości stanowiła baza cech nieruchomości gruntowych zabudowanych budynkiem mieszkalnym, a wartość liczebności cech świadczy o ogólnym zainteresowaniu mini podmiotami na rynku. W rozprawie zamieszczono fragmenty tabel indywidualnej istotności cech nieruchomości zgodnie z kategoriami ważności. Ponadto została zaproponowana graficzna prezentacja cech

nieruchomości, a w celu wstępnego wizualnego porównania otrzymanych zgrupowanych wyników analiz posłużył wykres obrazkowy utworzony z pomocą oprogramowania Statistica, co pozwala na prezentację obserwacji w postaci wielowymiarowych symboli. W badaniu zastosowano wielokąty, będące reprezentacją obrazków cyklicznych, a kształt otrzymanych wykresów pozwala na wizualną ocenę podobieństwa między zagregowanymi wartościami istotności cech. Powierzchnia uzyskanych figur stanowi wypadkową wartość liczebności wystąpień cechy.

Procedura badania struktury grup obiektów często wykonywana jest z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. W rozprawie do analiz została wykorzystana neuronowa sieć Kohonena, która składa się z dwóch warstw tj. warstwy wejściowej zbudowanej z N neutronów oraz wyjściowej, z M neutronów. Głównym argumentem wyboru SOM (samoregulujące się mapy sieci) przez Doktorantkę jest była zdolność analizy danych o nieokreślonej strukturze wewnętrznej oraz brak założonej zmiennej decyzyjnej. W zakresie klasyfikacji cech nieruchomości z wykorzystaniem neuronowej sieci Kohonena dokonano grupowania cech nieruchomości na podstawie podobieństwa poszczególnych wartości indywidualnych istotności w przestrzeni wielowymiarowej. Wyniki klasyfikacji cech nieruchomości w wykorzystaniem sieci Kohonena zostały przedstawione w tabeli 10.

W celu zobiektyzowania interpretacji uzyskanych wyników przy zastosowaniu metod sztucznej inteligencji przeprowadzono kolejne grupowanie cech nieruchomości za pomocą metody Warda, w której założeniem jest wyłonienie w zbiorze danych „naturalnych" skupień. Oszacowanie odległości między skupieniami następuję poprzez analizę wariancji. Dla analiz tą metodą Doktorantka wykorzystała oprogramowanie Statistica, a analiza objęto 91 cech nieruchomości o wyznaczonych na wcześniejszym etapie wartościach indywidualnych istotności. Wyniki zaprezentowana w formie graficznej na rysunku 4, 5 i 6. Wyniki klasyfikacji cech nieruchomości z wykorzystaniem metody Warda zaprezentowano w tabeli 11.

Ocena podobieństwa cech nieruchomości została określona jako pochodna odległości między cechami, która stanowiły wartości indywidualnych istotności. zasadność stosowania miary jaka jest odległość euklidesowa została określona pomiędzy poszczególnymi cechami i stanowi załącznik 11 rozprawy, a symetryczna macierz o wymiarach 91x91 odpowiadająca liczbie analizowanych cech stanowi reprezentację rozmieszczenia punktów w tzw. przestrzeni euklidesowej. Wyniki wskazują, że im mniejsza odległość tym większe podobieństwo. Średnie wartości odległości euklidesowej między cechami wahały się od 0,00 do 3,90, a średnia odległość euklidesowa dla wszystkich grup uzyskanych w sieci Kohonena wyniosła 0,3217. Natomiast struktura grup uzyskanych z wykorzystaniem metody Warda charakteryzuje się większą generalizacją w stosunku do struktury grup uzyskanych za pomocą sieci Kohonena. Do dalszych analiz przyjęto wyniki sieci Kohonena.

Jako cel kolejnego etapu analiz było wskazanie powiązań (współwystępowania i współzależności w odniesieniu do poszczególnych kategorii ważności. Autorskie rozwiązanie pozwoliło na wskazanie zależności między poszczególnymi cechami nieruchomości ze szczególną uwagą skierowaną na relacje nadrzędności cech. Autorska procedura badania współwystępowania cech nieruchomości oparta została o instrukcję warunkową, co pozwoliło na wyłonienie par cech nieruchomości współistniejących oraz ocenę hierarchii istotności w relacji nadrzędności i podrzędności cech w ich współwystępowaniu. Analizowane pary cech mogły współwystępować w bazie danych w 10 konfiguracjach. Przestrzeń 3D współwystępowania cech nieruchomości została przedstawiona na rysunku 7.

Przyjęty przez Autorkę sposób prezentacji wyników stanowią załączniki 22-31. Macierze przedstawiają procentowe wartości występowania par cech w zależności od rodzaju relacji. Każda z zaprezentowanych macierzy zawiera informacje o 8190 przypadkach wystąpienia par cech nieruchomości w poszczególnych rodzajach relacji. Łącznie dla 10 rodzajów relacji zbadano 81900 relacji par cech nieruchomości. Metoda ta pozwoliła na stosunkowo łatwe odnalezienie związków między poszczególnymi cechami nieruchomości (np. pomiędzy liczbą pokoi, liczbą łazienek czy rozkładem pomieszczeń).

Określenie rangi grup cech nieruchomości polegała na przypisaniu poszczególnym cechom wartości (IF…THEN) otrzymanych w wcześniejszych badaniach. Do oceny całych grup zastosowano średnią arytmetyczną jako klasyczną miarę rozkładu wyrażającą przeciętny poziom obserwowanych wartości. Wyniki przedstawia tabela 19. Największa rangę grupy (332) uzyskała relacja – liczba pokoi, liczba łazienek i garaż. Najniższą (1) dostęp do rozrywki, jeziora, infrastruktura smart home oraz standard, basen, siłownia system odnawialnych źródeł energii.

Ranking ten stanowi zobiektyzowane ujęcie preferencji nabywców na przyjętym do badań rynku nieruchomości.

Doktorantka dokonała weryfikacji merytorycznej uzyskanych wyników na podstawie badań literatury przedmiotu. Szczegółowemu przeglądowi poddano 450 artykułów naukowych polskich i zagranicznych z lat 2018-2022. Badanie miało na celu wyłonienie cech nieruchomości, które zostały uwzględnione w analizach. Wyniki tej ciekawej analizy zostały przedstawione w obszernej tabeli (20). W opracowaniach dotyczących polskich rynków nieruchomości dominują cechy – powierzchnia, typ budownictwa, technologia konstrukcji, a dla rynków zagranicznych oprócz ww. także np. bliskość rodziny, odległość od miejsca pracy, estetyka otoczenia. W efekcie badań stwierdzono, że tylko 37 opracowań dotyczyło doboru i oceny istotności cech nieruchomości.

Rozdział 9 rozprawy pt. „Model zintegrowanej informacji o nieruchomościach” ujmuje zagadnienie z uwzględnieniem wiedzy z zakresu filozofii analitycznej. Rozważania zawarte

w tym rozdziale w pewnych fragmentach – zdaniem recenzenta powinny znaleźć się we wprowadzeniu do rozprawy. Inne takie jak zobrazowany na rysunku 8 model zintegrowanej informacji o nieruchomościach, który stanowi reprezentację wzorca percepcji cech nieruchomości wśród decydentów na rynku nieruchomości np. w rozdziale 3 lub i 4 rozprawy. Ta uwaga ma charakter raczej do edycji i struktury rozprawy i nie umniejsza jakości merytorycznej pracy.

Podsumowanie i wnioski (rozdział 10) stanowi syntezę informacji o zrealizowaniu postawionych przez Doktorantkę celów badawczych głównych i szczegółowych, hipotez badawczych oraz postawionych tez. W tym zakresie rozprawa ma charakter kompletny, a uzyskane wyniki mogą stanowić wsparcie w procesach decyzyjnych zmierzających do m.in. uzasadnionego inwestowania, zrównoważonego rozwoju rynku nieruchomości, lepszego zaspokajania potrzeb mieszkaniowych czy nowego podejścia i postrzegania cech nieruchomości.

Podsumowanie

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

Dlatego też po zapoznaniu się z treścią przedłożonej mi do recenzji rozprawy doktorskiej, wnoszę do Rady Dyscypliny Geografia Społeczno-Ekonomiczna i Gospodarka Przestrzenna o jej **WYRÓŻNIENIE**. W mojej ocenie rozprawa doktorska zarówno pod względem merytorycznym, konsekwencji prowadzenia badań i analiz oraz właściwego weryfikowania wyników i wnioskowania zasługuje na wyróżnienie. Na szczególną pochwałę zasługuje także strona edycyjna i forma opracowania.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska pt. „Metodyka oceny istotności współistniejących cech nieruchomości na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych” **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 Geografia Społeczno-Ekonomiczna i Gospodarka Przestrzenna Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o jej przyjęcie i dopuszczenie do dalszego procedowania.**

Katarzyna Sobolewska – Mikulska