
AUTOREFERAT
PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU
I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

dr inż. Mirosław Bełej

WYDZIAŁ GEODEZJI, INŻYNIERII PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA
UNIwersytet WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

| SPIS TREŚCI | | |
|--------------------|---|----|
| 1 | Imię i nazwisko | 3 |
| 2 | Posiadane dyplomy, stopnie naukowe | 3 |
| 3 | Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych | 3 |
| 4 | Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) | 4 |
| 4.1 | Wprowadzenie do obszaru badawczego | 5 |
| 4.2 | Sformułowanie celu głównego | 7 |
| 4.3 | Zasięg przestrzenny i zastosowane metody, narzędzia realizacji badań naukowych | 8 |
| 4.4 | Źródła danych wykorzystane w badaniach | 9 |
| 4.5 | Ogólna charakterystyka osiągniętych wyników w cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe | 9 |
| 4.6 | Szczegółowa charakterystyka osiągniętych wyników w cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe | 12 |
| 4.6.1 | Opracowanie metod diagnozy i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych, która determinuje zmiany przestrzeni miejskiej, przy zastosowaniu teorii katastrof | 12 |
| 4.6.2 | Opracowanie podstaw metodologicznych budowy map wartości gruntów w przestrzeni miejskiej poprzez integrację modeli statystycznych i modeli geostatystycznych | 15 |
| 4.6.3 | Opracowanie podstaw metodologicznych zastosowania nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego do diagnozy powiązań sieciowych na rynkach mieszkaniowych | 20 |
| 4.6.4 | Opracowanie podstaw metodologicznych wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych | 28 |
| 4.7 | Literatura | 25 |
| 5 | Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych | 28 |
| 5.1 | Kierowanie międzynarodowymi, krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach | 28 |
| 5.2 | Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową | 28 |
| 5.3 | Recenzowanie projektów międzynarodowych, krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych | 29 |
| 5.4 | Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych | 29 |
| 5.4.1 | Wygłoszenie referatów na międzynarodowych konferencjach tematycznych | 29 |
| 5.4.2 | Wygłoszenie referatów na krajowych konferencjach tematycznych | 30 |
| 5.5 | Podsumowanie dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej – ujęcie ilościowe | 31 |

1. Imię i nazwisko

Mirosław Bełej

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

2001 – doktor nauk technicznych w dyscyplinie geodezja i kartografia - Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej. Rozprawa doktorska na temat: „**Metodyka badania systemu katastralnego i formułowania strategicznych kierunków jego rozwoju**”.

Promotor: dr hab. inż. Sabina Żróbek, prof. nadzw.

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Idzi Gajderowicz;
dr hab. inż. Ryszard Hycner, prof. nadzw.

1997 - magister - Akademia Rolniczo - Techniczna im. M. Oczapowskiego w Olsztynie, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej. Praca magisterska na temat: „**Przedstawienie i analiza modelu taksacji powszechnej nieruchomości**”.

Promotor: dr hab. inż. Sabina Żróbek, prof. nadzw.

Studia Podyplomowe, Licencje zawodowe

| | |
|-------------|--|
| 2010 | Nadanie przez Ministra Infrastruktury licencji zawodowej w zakresie Pośrednictwa w Obrocie Nieruchomościami , Nr 15277 |
| 2009 | Nadanie przez Ministra Infrastruktury licencji zawodowej w zakresie Zarządzania Nieruchomościami , Nr 16575 |
| 2009 | Ukończenie 2-semestralnych studiów podyplomowych, nr UWM/WNT/A/140/09, Audyt energetyczny budynków i instalacji , organizator: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie |
| 2008 | Ukończenie 2-semestralnych studiów podyplomowych, nr MEN-I-9SW, Zarządzanie i obrót nieruchomościami , organizator: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie |

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Zatrudnienie w jednostkach naukowych

| | |
|------------------|---|
| 2001-2017 | Adiunkt - Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa (do 31 grudnia 2014 r. – Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej), Katedra Gospodarki Nieruchomościami i Rozwoju Regionalnego |
|------------------|---|

W latach 2001-2014 pracowałem dodatkowo w zamiejscowych oddziałach Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w Toruniu, Poznaniu, Pile i Rzeszowie, realizując na kierunku Geodezja i Szacowanie Nieruchomości oraz Gospodarka Przestrzenna zajęcia dydaktyczne z zakresu szeroko rozumianej gospodarki przestrzennej i gospodarki nieruchomościami.

W latach 2011-2012 pracowałem w Szkole Wyższej im. Bogdana Jańskiego Wydział Zamiejscowy w Elblągu, realizując na kierunku Gospodarka Przestrzenna zajęcia dydaktyczne w zakresie: Geograficznych systemów gospodarki przestrzennej, Zasad projektowania urbanistycznego, Zarządzania nieruchomościami, Systemu zarządzania i pośrednictwa.

W latach 2000-2001 oraz 2013-2015 pracowałem na stanowisku kierownika projektu naukowego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych oraz Narodowe Centrum Nauki.

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz.1311.)

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Modelowanie dynamiki cen i wartości nieruchomości mieszkaniowych z uwzględnieniem relacji geoprzestrzennych na potrzeby wspomaganie systemu gospodarki nieruchomościami

b) (autor/autorzy, rok wydania, tytuł publikacji, nazwa wydawnictwa)

Na powiązany tematycznie cykl publikacji naukowych składają się następujące prace:

[C1] Belej M., Kulesza S., 2013, *Real estate market under catastrophic change*, Acta Physica Polonica A, 123 (3), 497-501, 10.12693/APhysPolA.123.497.

IF = 0,604, 15 pkt. MNiSW

[C2] Belej M., 2013, *Catastrophe theory in Explaining Price Dynamics on the Real Estate Market*, Real Estate Management and Valuation, 21 (3), 51-61, 10.2478/remav-2013-0026.

8 pkt. MNiSW

[C3] Cellmer R., Belej M., Żróbek S., Subic Kovac M., 2014, *Urban land value maps - a methodological approach*, Geodetski Vestnik, 58 (3), 535-551, 10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.535-551.

IF = 0,254, 15 pkt. MNiSW

[C4] Belej M., Kulesza S., 2014, *Similarities in time-series of housing prices on local markets in Poland*, Real Estate Management and Valuation, 22 (3), 45-53, 10.2478/remav-2014-0026.

8 pkt. MNiSW

[C5] Kulesza S., Belej M., 2015, *Local Real Estate Markets in Poland as a Network of Damped Harmonic Oscillators*, Acta Physica Polonica A, 127 (3-A), 99-102, DOI:10.12693/APhysPolA.127.A-99.

IF = 0,525, 15 pkt. MNiSW

[C6] Belej M., Cellmer R., Żróbek S., Subic-Kovac M., 2016, *Factor analysis in determining the similarity of local real estate markets' conditions*, Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia, 15 (4), 27-39, ISSN: 1644-0757.

15 pkt. MNiSW

[C7] Cellmer R., Belej M., 2016, *Spatiotemporal Analysis of the Activity of Residential Development in Poland*, eISSN 2029-7092/eISBN 978-609-476-044-0, Article ID: enviro.2017.103, 1-8, <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.103>.

15 pkt. MNiSW

Łączna liczba punktów w cyklu publikacji naukowych zgodnie z ustaleniami Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego wynosi 91 pkt., w tym udział własny na poziomie 65%. Szczegółowy opis udziału własnego w pracach współautorskich zawiera Załącznik nr 4 natomiast Załącznik nr 6 zawiera stosowne oświadczenia współautorów.

c) Charakterystyka celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.1 Wprowadzenie do obszaru badawczego

Wymiar przestrzenny jest nieodłącznym atrybutem istnienia i działalności człowieka a sama przestrzeń stanowi centralną kategorię nauk matematycznych, fizycznych, przyrodniczych, społecznych, humanistycznych i technicznych (Wallis 1977; Winnicki 1985; Tuan 1987; Domański 1990; Szul 1991; Wejchert 1993; Liszewski 1995; Woś 2002; Bajerowski 2003; Czyński 2006; Roskal 2008; Olenderek 2008; Kocur-Bera 2016; Senetra 2015). Z jednej strony synergia mechanizmów antropogenicznych i naturalnych przekształca istniejącą przestrzeń, natomiast z drugiej strony transformacja tej przestrzeni determinuje potrzeby, zachowania czy formy działalności społecznej, kulturowej, gospodarczej człowieka.

Relacje przestrzenne między obiektami są możliwe do pomiaru przy zastosowaniu systemu pojęć znanego z nauk o ziemi i matematyki (zwłaszcza topologii). Nadanie przestrzeni (w sensie newtonowskiej przestrzeni absolutnej) cech mierzalności tworzy homogeniczną (jednorodną), izotropową i trójwymiarową **przestrzeń geodezyjną**, stanowiącą bazę dla przestrzeni realnych o charakterze heterogenicznym, które uwzględniają zróżnicowanie środowiska naturalnego oraz środowiska człowieka tj. **przestrzeni geograficznej** i **przestrzeni ekonomicznej**. W tym znaczeniu przestrzeń geodezyjna stanowi podstawową platformę do klasyfikacji, hierarchizacji oraz pomiarów wszelkich relacji dla przedmiotów i podmiotów występujących w tej przestrzeni.

W zrealizowanych badaniach przyjęto założenie, że jednoznaczna identyfikacja skutków działalności człowieka (przestrzennych i nieprzestrzennych) wymaga zdefiniowania szeregu relacji geoprzestrzennych w obszarach zurbanizowanych, przy jednoczesnym uwzględnieniu szerokiego horyzontu czasowego badań, który uwzględni dynamiczne procesy zachodzące w otoczeniu rynkowym. Tak skonstruowana koncepcja badań, w formie cyklu publikacji powiązanych tematycznie przedstawionych do oceny, opiera się na **dualizmie metodycznym w zakresie badań statycznych relacji geoprzestrzennych i ich zmian, wynikających z dynamicznych zjawisk nieprzestrzennych**. W tym znaczeniu poza pomiarem konkretnych relacji geoprzestrzennych w ściśle zdefiniowanym momencie czasowym, podjęto się również próby zdefiniowania, diagnozy i pomiaru dynamiki cen i wartości, które wpływają na zmiany badanej przestrzeni zurbanizowanej.

Podstawowym obszarem badawczym w prezentowanym cyklu artykułów naukowych jest strefa przestrzeni zurbanizowanej (miasto), która stanowi obszar przenikania się teorii wiedzy z zakresu **gospodarki przestrzennej, gospodarki nieruchomościami i rynku nieruchomości**. Identyfikacja źródeł przestrzennego zróżnicowania procesów diagnozowanych w/w polach badawczych wymaga ich jednoznacznego zdefiniowania w przestrzeni geodezyjnej, w tym znaczeniu badania przedstawione do oceny pozycjonują się w **dziedzinie geodezji i kartografii** w zakresie modelowania relacji geoprzestrzennych na potrzeby **gospodarki przestrzennej** a w szczególności **gospodarowania nieruchomościami**.

Gospodarka przestrzenna jest formą aktywności nakierowaną na racjonalne gospodarowanie przestrzenią jak i formą organizowania i rozmieszczania różnych aktywności w przestrzeni (Markowski 2011). Gospodarka przestrzenna jest zatem sferą aktywności warunkującą i determinującą prowadzenie każdej działalności człowieka przez fakt związania z odległością wymagającą kosztów pokonania oporu przestrzeni. W tym sensie gospodarka przestrzenna oznacza (Malisz 1984; Cymerman i in. 2002; Domański 2012) zarówno

gospodarowanie przestrzenią jak i gospodarowanie w przestrzeni. W swojej definicji gospodarki przestrzennej Dale i McLaughlin (1988) zawarli przesłanie wiążące zasoby przestrzeni ziemskiej z procesem ich dobrego, efektywnego wykorzystania. Enemark (2005) nawiązując wprost do definicji *United Nations Economic Commission for Europe* zawartej w *Land Administration Guidelines* (UN-ECE 1996) zwraca uwagę, że gospodarka przestrzenna obejmuje wszystkie działania związane z zagospodarowaniem terenu, które są wymagane do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem właściwości ziemi i zasobów naturalnych, obejmując całość środowiska naturalnego oraz środowiska zurbanizowanego. Jest to też ważny zakres badań realizowany przez Międzynarodową Federację Geodetów (FIG) m.in. FIG 1995, FIG 1998, FIG 2010, jednocześnie organizacja ta stanowi forum szerokiej dyskusji naukowej w zakresie gospodarki przestrzennej i gospodarki nieruchomościami (Barańska 2004; Enemark i Molen 2006; Williamson i Wallace 2006; Wilkowski i Karabin 2006; Lemmen i in. 2010; Źróbek i Walacik 2010; Renigier-Biłozor i in. 2011; Bielecka 2012; Cichociński 2012; Dąbrowski 2012; Grover 2015; Voss 2017).

Gospodarka nieruchomościami stanowi przestrzenny, prawny, finansowy i techniczny wymiar gospodarki przestrzennej. Przez gospodarowanie nieruchomościami (Źróbek i in. 2006; Cymerman 2011; Źróbek i in. 2014; Trembecka 2015) rozumie się zespół czynności i procedur, wzajemnie ze sobą powiązanych, składających się na gospodarowanie, zarządzanie, dysponowanie i administrowanie nieruchomościami. Praktyczny wymiar gospodarowania wymaga podejmowania decyzji na bazie odpowiednich instrumentów (strategia rozwoju gminy, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, zbywanie, nabywanie, pierwokup, wywłaszczenie, opłaty planistyczne, opłaty adiacenckie), w których istotne znaczenie mają ceny i wartości nieruchomości. Gospodarka nieruchomościami (Williamson 2001; UN-ECE 2005; Enemark i Molen 2006; Gross i Źróbek 2015) to również szczególny kompleksowy system niezbędny do m.in. kontroli wykorzystania nieruchomości oraz rozstrzygania konfliktów przestrzennych, zapewnienia dostępności informacji o nieruchomościach dla uczestników gry rynkowej, zapewniania bezpieczeństwa prawnego rozwoju, przekształcania i inwestowania w nieruchomości, ustalania wartości dla podatku od nieruchomości, zapewnienia platformy współpracy dla sektora publicznego i sektora prywatnego.

Podstawowym procesem realizowanym w gospodarowaniu nieruchomościami jest transfer praw własności, poprzez mechanizm rynkowy (cenowy), który stanowi istotę funkcjonowania **ryнку nieruchomości**. Przez rynek nieruchomości rozumie się z reguły (Hopfer i Cellmer 1997; Belniak 2001; Bryx 2008; Kucharska-Stasiak 2016) pewną strukturę obejmującą ukształtowany zbiór wzajemnie ze sobą powiązanych uczestników procesu oferowania i wymiany nieruchomości, polegających na przekazywaniu praw własności lub praw do korzystania z nieruchomości oraz warunków, w których realizowane są te procesy. Noblista z 1974 r. F.A. Hayek (2007) w *The Constitution of Liberty* uważał, że sam mechanizm cenowy niedostatecznie odzwierciedla całokształt relacji związanych z gospodarowaniem nieruchomościami, gdyż aby rynek mógł działać efektywnie musi uwzględniać skutki jakie dany proces generuje w jego otoczeniu. Istnieje silne sprzężenie zwrotne pomiędzy przestrzenią rynku nieruchomości (w sensie interakcji gospodarczych), a faktycznymi granicami przestrzeni zurbanizowanej miast (w sensie geolokalizacyjnym). Rozwój rynków mieszkaniowych a szczególnie dynamika cen nieruchomości mieszkalnych uwarunkowana jest szeregiem czynników gospodarczych, politycznych, prawnych, społecznych czy infrastrukturalnych. Rynek nieruchomości stanowi z jednej strony czynnik stymulujący procesy zmian przestrzeni miejskiej (wzrosty cen nieruchomości a procesy deweloperskie) a z drugiej strony indywidualne działania

użytkowników przestrzeni czy też efekty działań systemu planowania przestrzennego zmieniają warunki dla funkcjonowania tego rynku (zmiany funkcji planistycznych, budowa infrastruktury liniowej). Strefa miejska stanowi więc niezwykle skomplikowany system, w którym zachodzi wzajemne oddziaływanie wielu procesów i relacji ściśle związanych z przestrzenią (relacje geoprzestrzenne). Strefa przestrzeni miejskiej (Parysek 2008) jest układem przestrzenno-strukturalnym i wielowarstwową strukturą przestrzenną, skupiającą w nieodległych miejscach ludzi oraz wytwory ich działań. Podstawową funkcją przestrzeni miejskiej jest realizacja potrzeb mieszkaniowych człowieka, przy czym intensywność i kierunek procesów urbanizacyjnych determinowana jest lokalnymi warunkami przestrzennymi oraz sprawnością mechanizmu transferu praw do tej przestrzeni. Na aktywność rynku mieszkaniowego w dużym stopniu wpływa zjawisko interakcji między zmiennymi opisującymi otoczenie gospodarcze, a czynnikami charakteryzującymi popyt, podaż i ceny (Beltratti, Morana 2010), jednocześnie zjawisko to według Orensteina i Hamburga (2010) wykazuje dużą zmienność w czasie i przestrzeni. W tym znaczeniu rynek nieruchomości a szczególnie rynek nieruchomości mieszkalnych stanowi istotny element inżynierii rozwoju miast i regionów.

Ostatecznie można stwierdzić, że **gospodarka przestrzenna** poprzez ukierunkowanie na efekty społeczne, polityczne, ekonomiczne i środowiskowe odnosi się do całej przestrzeni (uwzględniając przestrzeń geodezyjną, geograficzną i ekonomiczną), natomiast **gospodarka nieruchomościami** stanowi prawny, finansowy, organizacyjny i techniczny wymiar tej gospodarki, jednoznacznie odniesiony do nieruchomości (jednoznacznie zdefiniowanych w przestrzeni geodezyjnej), jednocześnie gwarantem, regulatorem i kreatorem efektywnego wykorzystania przestrzeni jest **rynek nieruchomości**.

W przedstawionym do oceny cyklu publikacji założono, iż modelowanie relacji geoprzestrzennych, na potrzeby gospodarowania nieruchomościami, w przestrzeni zurbanizowanej wymaga stosowania holistycznej koncepcji badawczej uwzględniającej zarówno diagnozę zjawisk przestrzennych jak i nieprzestrzennych, których oddziaływanie ma skutki przestrzenne w szerokim horyzoncie czasowym.

4.2 Sformułowanie celu głównego

W ramach przedstawianego do oceny cyklu powiązanych tematycznie publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, przyjęto następujący główny cel badawczy:

Główny cel badawczy:

Opracowanie podstaw metodologicznych badania dynamiki cen i wartości nieruchomości mieszkaniowych z uwzględnieniem relacji geoprzestrzennych na potrzeby wspomagania systemu gospodarki nieruchomościami

Realizacja celu głównego wymagała skonstruowania następujących szczegółowych zadań badawczych:

- [1] – Opracowanie metod diagnozy i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych, która determinuje zmiany przestrzeni miejskiej, przy zastosowaniu teorii katastrof (publikacje [C1] i [C2]),
- [2] – Opracowanie podstaw metodologicznych budowy map wartości gruntów w przestrzeni miejskiej poprzez integrację modeli statystycznych i modeli geostatystycznych (publikacja [C3]),
- [3] – Opracowanie podstaw metodologicznych zastosowania nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego do diagnozy powiązań sieciowych na rynkach mieszkaniowych (publikacje [C4] i [C5]),
- [4] – Opracowanie podstaw metodologicznych wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych z uwzględnieniem relacji geoprzestrzennych (publikacje [C6] i [C7] i część [C4]).

4.3 Zasięg przestrzenny i zastosowane metody, narzędzia realizacji badań naukowych

Realizacja celu głównego badań wymagała, uwzględnienia wysokiego poziomu złożoności przedmiotu badań i uwzględnienia szeregu skomplikowanych relacji, zarówno w ujęciu przestrzennym jak i czasowym, oraz zastosowania różnorodnych metod badawczych.

Badania zostały przeprowadzone na trzech poziomach odniesienia przestrzennego:

- poziom lokalny: *miasto Olsztyn* – publikacje [C1], [C2], [C3].
- poziom regionalny: *województwo warmińsko-mazurskie* (wybrane miasta) – publikacja [C6],
- poziom krajowy: *380 powiatów, wybrane miasta wojewódzkie* – publikacje [C4], [C5], [C7],

W zrealizowanych publikacjach naukowych wykorzystano szereg metod wnioskowania ilościowego m.in.:

- model regresji liniowej,
- model regresji wielorakiej (*addytywny liniowy model, multiplikatywny wykładniczy model*),
- model regresji logistycznej,
- model autoregresji przestrzennej (*SAR - spatial autoregressive model*),
- model regresji ważonej geograficznie (*GWR - geographically weighted regression*),
- model panelowy z autoregresją przestrzenną,
- analizę czynnikową (*analiza wielowymiarowa*),
- analizę skupień (*analiza wielowymiarowa*),
- statystyki opisowe, macierze korelacji, histogramy.

W ramach badań wprowadzono do dyskusji naukowej i zweryfikowano empirycznie w obszarze gospodarowania nieruchomościami:

- **model katastrofy typu szpica** (*cusp model*) – nieliniowy model z topologii matematycznej opierający się na założeniach metodycznych teorii katastrof, zwanej również teorią morfogenezy lub teorią przejść nieciągłych,
- **model oscylatora harmonicznego słabo tłumionego** (*critically damped harmonic oscillator*) nieliniowy model z nauk fizycznych przy zastosowaniu nieklasycznych miar dynamiki tj. czas relaksacji, absolutny czas opóźnienia, długoterminowy poziom równowagi.

W badaniach wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie do analiz statystycznych i przestrzennych, tj.: pakiet statystyczny *R*, *Statistica*, *Gretl*, *Arclnfo*, własne funkcje w pakiecie statystycznym *Origin*.

4.4 Źródła danych wykorzystane w badaniach

W trakcie realizacji badań, w formie cyklu publikacji powiązanych tematycznie, wykorzystano następujące źródła danych:

- mapę zasadniczą i mapę akustyczną miasta Olsztyna prowadzoną w formie numerycznej,
- Geodezyjną Sieć Uzbrojenia Terenu (GESUT) – dla miasta Olsztyna,
- ortofotomapę miasta Olsztyna wraz z danymi ewidencyjnymi z geoportalu prowadzonego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii,
- studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Olsztyna,
- Rejestr Cen i Wartości Nieruchomości funkcjonujący w strukturze Katastru Nieruchomości (*docelowo ZSIN - Zintegrowany system informacji o nieruchomościach*) prowadzony przez Wydział Geodezji i Gospodarki Nieruchomościami w Urzędzie Miasta w Olsztynie,
- opracowania Głównego Urzędu Statystycznego oraz Bank Danych Lokalnych GUS,
- Bazę Cen Nieruchomości Mieszkaniowych (*BaRM*) prowadzoną przez Narodowy Bank Polski.

4.5 Ogólna charakterystyka osiągniętych wyników w cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe

[C1] Belej M., Kulesza S., 2013, *Real estate market under catastrophic change*, Acta Physica Polonica A., 123 (3), 497-501, 10.12693/APhysPolA.123.497.

W artykule [C1] opracowano podstawy metodologiczne wykorzystania nieliniowego modelu z topologii matematycznej opierającego się na założeniach metodycznych teorii katastrof jako sposobu definiowania i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych, która determinuje efekty przestrzenne, na potrzeby gospodarki nieruchomościami. W badaniach przyjęto nieklasyczne założenie o ograniczonej racjonalności człowieka, paradygmacie nieliniowości oraz o wielopunktowej dynamicznej równowadze systemów gospodarczych, które traktowane są jako złożone, otwarte, dynamiczne układy adaptacyjne. Tak przedstawiona koncepcja badawcza nawiązuje do głównych idei podejścia systemowego oraz teorii złożoności. Wymiernym efektem opracowania jest wykazanie na podstawie kryteriów informacyjnych AIC, BIC oraz logLik, że nieliniowy model z teorii katastrof ma lepsze dopasowanie do danych empirycznych niż model regresji wielorakiej (*linear model*) oraz nieliniowy model regresji logistycznej (*logistic model*). Oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem naukowym jest implementacja nieliniowego modelu katastrofy typu szpica z topologii matematycznej do opisu obserwowanego zjawiska oscylacji cen nieruchomości mieszkaniowych wraz z wyznaczeniem faz ewolucji stabilnej (*continuous change*) i niestabilnej (*catastrophe*). Ważnym efektem badań jest potwierdzenie słuszności przyjętej koncepcji o wielopunktowej dynamicznej równowadze układów gospodarczych, gdyż zjawisko gwałtownych wzrostów cen nieruchomości mieszkalnych w latach 2006-2007, bardziej wykazuje cechy tzw. przejścia nieciągłego w kierunku poszukiwania nowego stanu równowagi niż tylko korekty czy odchylenia od dotychczasowej trajektorii ewolucji.

[C2] Belej M., 2013, *Catastrophe theory in Explaining Price Dynamics on the Real Estate Market*, Real Estate Management and Valuation, 21 (3), 51-61, 10.2478/remav-2013-0026.

Publikacja [C2] stanowi kontynuację badań z artykułu [C1] z uwzględnieniem rozszerzenia horyzontu czasowego i zakresu zmiennych empirycznych oraz bardziej szczegółowych studiów teoretycznych nad ewolucją stanów równowagi układów dynamicznych, jako istoty

postulowanej do stosowania w gospodarce nieruchomościami teorii katastrof. Wyniki zastosowania nieliniowego matematycznego modelu (*cusps model*) potwierdziły, że trajektoria ewolucji cen nieruchomości mieszkalnych przebiega długoterminowo przez obszary stabilności, zaś na obszary niestabilności wkracza jedynie na krótko, poszukując kolejnego poziomu równowagi adekwatnego do aktualnej sytuacji gospodarczej. Wymiernym efektem badań było przedstawienie metody 2-wymiarowej i 3-wymiarowej wizualizacja trajektorii ewolucji badanej zmiennej stanu na powierzchni równowagi układu w przestrzeni parametrów kontrolnych, w opisywanym modelu typu szpica. Przedstawione badania stanowią oryginalną i nowatorską koncepcję spajania w jednej spójny system pojęciowy sprzecznych i przeciwstawnych zjawisk – stabilności i niestabilności, w ramach matematycznego modelowania całkowitej drogi badanego układu dynamicznego dążącego do nowego stanu równowagi w postaci zmian ciągłych, jednakże przerywanych zmianami nieciągłymi, traktowanymi jako jakościowa transformacja układu.

[C3] Cellmer R., **Bełej M.**, Żróbek S., Subic Kovac M., 2014, ***Urban land value maps - a methodological approach***, Geodetski Vestnik, 58 (3), 535-551, 10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.535-551.

W artykule [C3] opracowano podstawy metodologiczne integracji modeli statystycznych i modeli geostatystycznych do opracowania map przestrzennego rozkładu średnich wartości gruntów oraz zasad wyodrębniania stref jednorodnych w strukturze funkcjonalno-przestrzennej miast, na potrzeby gospodarki nieruchomościami. Wymiernym efektem opracowania jest weryfikacja empiryczna proponowanej metody w postaci mapy rozkładów przestrzennych wartości referencyjnej na podstawie przyjętych sześciu modeli regresyjnych (OLS, OLSN, GLS, GLSN, SAR, GWR) i interpolacji reszt metodą kokrigingu oraz zasad wyodrębnienia stref jednorodnych w Olsztynie, uwzględniające strukturę funkcjonalno-przestrzenną miasta, funkcję w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, sposób użytkowania gruntów oraz ceny gruntów przeznaczonych na cele mieszkalne. Istotnym osiągnięciem naukowym badań jest propozycja łącznego wykorzystania zarówno metod statystycznych jak i metod geostatystycznych do opracowania metodyki budowy map średniej wartości gruntów, gdyż dopiero przy łącznym ich wykorzystaniu uwzględnia się jednocześnie zróżnicowanie wewnętrzne zbioru danych oraz ich rozkład przestrzenny.

[C4] **Bełej M.**, Kulesza s., 2014, ***Similarities in time-series of housing prices on local markets in Poland***, Real Estate Management and Valuation, 22 (3), 45-53, 10.2478/remav-2014-0026.

W artykule [C4] opracowano podstawy metodologiczne wykorzystania analizy wielowymiarowej (*analizy skupień*) oraz nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego jako metod definiowania i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkalnych, która determinuje efekty przestrzenne, na potrzeby gospodarki nieruchomościami. W badaniach realizowanych w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Gdańsku i Białymstoku wykazano, iż klasyczny paradygmat nieoddziaływujących ze sobą lokalnych rynków mieszkaniowych, należy zastąpić paradygmatem tzw. synergicznego porządku. W badaniach dokonano klasyfikacji hierarchicznej tych miast, biorąc za kryterium dywersyfikacyjne dynamikę cen nieruchomości mieszkalnych oraz wykazano, że w latach 2006-2007 doszło do zachwiania tradycyjnej hierarchii badanych układów i wystąpienia synergii ich ścieżek ewolucji, natomiast w latach 2008-2013 obserwuje proces ich rozsynchronizowania i powrotu hierarchii miast do klasycznych klastrów

podobieństwa. Oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem naukowym jest implementacja nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego z nauk fizycznych do opisu obserwowanego zjawiska oscylacji cen nieruchomości mieszkaniowych oraz wprowadzenie do dyskusji naukowej nowych miar dynamiki tj. czas relaksacji, absolutny czas opóźnienia oraz długookresowy poziom równowagi.

[C5] Kulesza S., Belej M., 2015, *Local Real Estate Markets in Poland as a Network of Damped Harmonic Oscillators*, Acta Physica Polonica A, 127 (3-A), 99-102, 10.12693/APhysPolA.127.A-99.

Artykuł [C5] stanowi rozwinięcie koncepcji badawczych z artykułu [C4] dotyczących przyrównania gwałtownych wzrostów cen nieruchomości mieszkalnych i następujących później ich gasnących oscylacji do zjawiska z nauk fizycznych tzw. tłumienia krytycznego. Wymiernym efektem zastosowania modelu oscylatora harmonicznego oraz wykresów fazowych jest wykazanie, że specyfika lokalnych uwarunkowań w badanych miastach (Warszawa, Kraków, Poznań) tylko w nieznacznym stopniu wpływa na globalne kierunki dynamiki cen nieruchomości mieszkalnych a lokalne rynki mieszkaniowe poddane identycznym oddziaływaniom zewnętrznym wykazują podobne cechy w zakresie kierunku, szybkości i opóźnienia zmian cen nieruchomości, przy jednoczesnym zachowaniu różnic w ich poziomach, adekwatnych do uwarunkowań lokalnych miast. W tym sensie lokalne rynki mieszkaniowe oplecione są siatką sprzężeń, w której zmiany mogą rozchodzić się globalnie, dzięki czemu splot określonych uwarunkowań zewnętrznych, podsycany specyfiką danego obszaru, może z jednej strony sprzyjać powstawaniu gwałtownych zmian przenoszących się na inne, dotychczas stabilne rynki mieszkaniowe, zaś z drugiej – kolektywne oddziaływanie wielu rynków może także tłumić niestabilności.

[C6] Belej M, Cellmer R., Żróbek S., Subic-Kovac M., 2016, *Factor analysis in determining the similarity of local real estate markets' conditions*, Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia, 15 (4), 27-39, ISSN: 1644-0757.

W artykule [C6] opracowano podstawy metodologiczne implementacji analizy czynnikowej jako metody wyznaczenia poziomu zróżnicowania miast z uwzględnieniem specyfiki funkcjonowania lokalnych rynków mieszkaniowych, na potrzeby gospodarki nieruchomościami. Proponowana metoda, ogranicza problemy wysokiego skorelowania zmiennych, gdyż efektem jej zastosowania jest transformacja zmiennych bazowych w układ nieskorelowanych ze sobą nowych syntetycznych czynników głównych, powstałych w ramach wyznaczenia tzw. ładunków czynnikowych, rozumianych jako stopień nasycenia zmiennej bazowej danym syntetycznym czynnikiem głównym. Osiągnięciem naukowym jest wykorzystanie tak skonstruowanych wartości jako współrzędnych w przestrzeni dwuwymiarowej czynników głównych, na bazie kryterium Kaiser'a do ustalenia wzajemnych relacji geoprzestrzennych dla badanych 13 miast. W efekcie badań wyznaczono trzy klastry podobieństwa (najmniejsze zróżnicowanie atrybutów miast) w województwie warmińsko-mazurskim dla danych z 2005 r. i 2012 r.

[C7] Cellmer R., Belej M., 2016, *Spatiotemporal Analysis of the Activity of Residential Development in Poland*, eISSN 2029-7092/eISBN 978-609-476-044-0, Article ID: enviro.2017.103, 1-8, <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.103>.

W artykule [C7] opracowano podstawy metodologiczne wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek przestrzennych na podstawie czynników mających jednoznaczne relacje geoprzestrzenne przy zastosowaniu przestrzennego modelowania danych panelowych. Badania zostały zrealizowane poprzez budowę czterech modeli czasowo-przestrzennych aktywności budowlanej dla 380 powiatów w latach 2006-2015 w Polsce oraz kartograficznej mapy skupisk obszarów o różnych efektach indywidualnych w przestrzennym modelowaniu panelowym. W efekcie badań ustalono, że analiza zróżnicowania przestrzennego jednostek terytorialnych z pominięciem aspektu powiązań przestrzennych może prowadzić do obciążenia wyników estymacji, a w konsekwencji do przyjmowania niepewnych wniosków. Wykazano jednocześnie, że poszczególne jednostki (*powiaty*) charakteryzują się tzw. indywidualnymi efektami w modelach panelowych, które należy uwzględnić podczas modelowania zróżnicowania tych obszarów. W wyniku badań wykazano, że właściwymi modelami opisującymi zależność między wskaźnikami charakteryzującymi aktywność budowlaną a zmiennymi opisującymi uwarunkowania społeczne i gospodarcze są modele błędu przestrzennego z indywidualnymi efektami. Występowanie indywidualnych efektów potwierdza zasadność badania aktywności budowlanej w kontekście przestrzennym, w którym na jej poziom wpływają specyficzne charakterystyki związane z lokalizacją geograficzną.

4.6 Szczegółowa charakterystyka osiągniętych wyników w cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe

4.6.1 Opracowanie metod diagnozy i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych, która determinuje zmiany przestrzeni miejskiej, przy zastosowaniu teorii katastrof

Bezpośrednią inspiracją do zwrócenia uwagi na wzajemne relacje pomiędzy jakością zmian w przestrzeni miejskiej a megatrendami w gospodarce krajowej, były gwałtowne wzrosty cen nieruchomości mieszkaniowych (w latach 2006-2007) oraz następujące po nich stabilne spadki w formie gasnących oscylacji. Zjawisko silnych wzrostów cen stanowi element cykli koniunkturalnych na rynkach różnych dóbr, jednakże forma oraz dynamika zmian jakie zaistniały na polskim rynku mieszkaniowym nie była obserwowana od transformacji ustrojowej w 1989 roku. Niespotykane wcześniej w Polsce tak gwałtowne wzrosty cen nieruchomości mieszkaniowych w latach 2006-2007 doprowadziły do znacznego przeorganizowania rynku mieszkaniowego (na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym) a w konsekwencji wpłynęło na zasadnicze zmiany przestrzeni zurbanizowanej miast w zakresie rozkładu przestrzennego i jakości inwestycji deweloperskich.

W artykułach [C1] i [C2] zrealizowano badania, w których oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem naukowym jest implementacja nieliniowego modelu typu szpica (*cusp model*) z teorii katastrof jako metody definiowania i pomiaru dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych, która determinuje efekty przestrzenne. Dotychczasowe wysiłki badawcze koncentrowały się głównie na zrozumieniu mechanizmów długookresowego (stabilnego) rozwoju rynków mieszkaniowych, umniejszając znaczenie zmian krótkotrwałych (gwałtownych), które utożsamiane były z mało znaczącymi korektami aktualnego trendu

i traktowane było jako pewien rodzaj zawirowań lub szumu. Zrealizowane badania stanowią próbę wprowadzenia do dyskusji naukowej specyficznego języka opisu zjawisk powstających w warunkach nietypowych zachowań rynku nieruchomości (zwłaszcza rynku mieszkaniowego) a związanych z obserwowaną niestabilnością. W badanych przyjęto hipotezę, w ramach której, gwałtowne wzrosty cen nieruchomości mieszkaniowych (nieruchomości lokalowych) w Polsce (2006-2007) można analizować poprzez akceptację idei wielopunktowej dynamicznej równowagi rynkowej, ograniczonej racjonalności człowieka oraz paradygmatu nieliniowości. Rynki mieszkaniowe, w tym znaczeniu, stanowią złożone układy adaptacyjne o właściwościach systemów otwartych, dynamicznych. Tak przedstawiona koncepcja badawcza nawiązuje do głównych idei podejścia systemowego oraz teorii złożoności (Peters 1997; Czaja 1997; Stiglitz 2002; Unold 2003; Colander i in. 2004; Beinhocker 2006; Wojtyna 2008; Jakimowicz 2010; Hardt 2010).

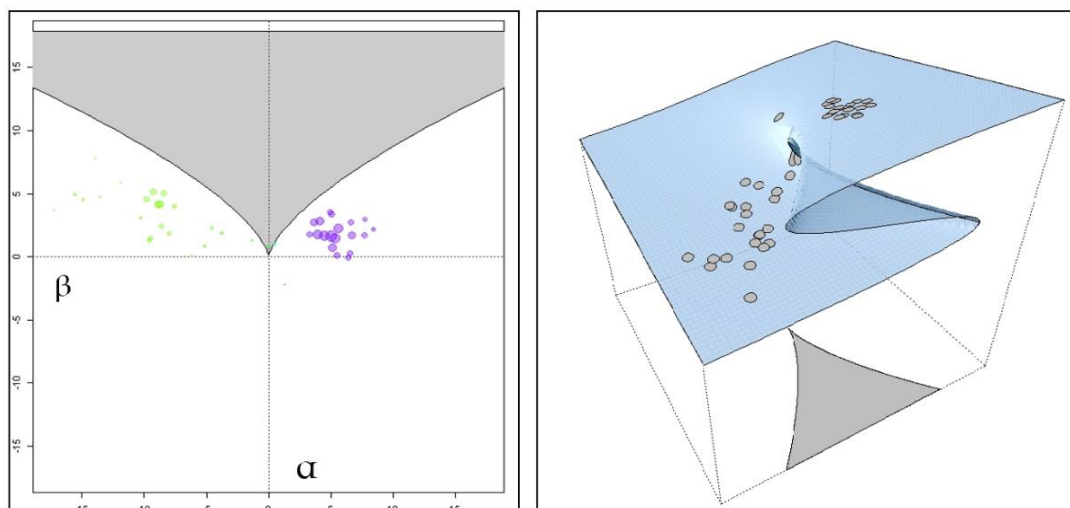
Za twórcę teorii katastrof, zwanej również teorią morfogenezy lub teorią przejść nieciągłych uznaje się R. Thoma, który w 1971 roku opublikował pracę „*Stabilność strukturalna i morfogeneza*”, gdzie zdefiniował jej główne założenia, w ramach których przez samą katastrofę rozumie się zasadniczą jakościową zmianę badanego układu (*negatywną lub pozytywną*). W teorii katastrof zakłada się (Thom 1976; Zeeman 1974; Okniński 1990; Cobb 1998; Hartelman i in. 1998; Clark 2006; Barunik, Vosvrda 2009; Jakimowicz 2010), że otaczające nas układy, systemy znajdują się w różnych stanach równowagi stabilnej, które jednak mają charakter stanów quasi-statycznych. W tym sensie, w wyniku systematycznych powolnych zmian niektórych parametrów, ulegają one ciągłej ewolucji, przy czym polega ona zarówno na zmianach ilościowych – przesuwaniu punktów równowagi w przestrzeni stanów, jak i jakościowych – stan równowagi stabilnej może przechodzić w stan równowagi niestabilnej w procesie poszukiwania nowego stanu równowagi stabilnej. Z intuicyjnego punktu widzenia globalna ewolucja badanego układu jawi się w postaci sukcesji ciągłych ewolucji, które czasowo są rozdzielane nagłymi skokami (*katastrofami*) o jakościowo różnej naturze. Istotą teorii katastrof jest możliwość spajania w jeden spójny system pojęciowy sprzecznych i przeciwstawnych zjawisk – stabilności i niestabilności, w ramach matematycznego modelowania całkowitej drogi badanego układu dynamicznego dążącego do stanu równowagi w postaci zmian ciągłych, jednakże przerywanych zmianami nieciągłymi, traktowanymi jako jakościowa transformacja układu.

Według mojej wiedzy (przy zachowaniu staranności kwerendy bibliograficznej) koncepcja wykorzystania teorii katastrof w obszarze gospodarki nieruchomościami (w zakresie dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych) zrealizowana w publikacjach [C1] i [C2] stanowi oryginalne i nowatorskie ujęcie tego problemu niemające odpowiednika w literaturze krajowej. W literaturze zagranicznej, w obszarze dynamiki cen nieruchomości, teoria katastrof stanowiła przedmiot nielicznych publikacji mających, jednakże z reguły charakter teoretycznych rozważań m.in. Tobin, Montz (1998), Ge i Runeson (2006), Barends i in. (2010). W krajowej literaturze w obszarze gospodarki przestrzennej należy zwrócić uwagę na badania Domańskiego (1989), który postulował zastosowanie teorii katastrof w badaniach przestrzenno-gospodarczych.

Wykazana w artykułach [C1] i [C2] bimodalność szeregów czasowych cen nieruchomości mieszkalnych, stanowiąca warunek stosowalności teorii katastrof, pozwoliła przyjąć założenie, iż dwa maksima rozkładu cen można utożsamiać z dwoma stanami równowagi stabilnej. Wyniki zastosowania nieliniowego modelu z teorii katastrof (*cusp model*) potwierdziły, że trajektoria ewolucji cen nieruchomości mieszkalnych przebiega długoterminowo przez obszary stabilności, zaś na obszary niestabilności wkracza jedynie na krótko, poszukując kolejnego poziomu

równowagi adekwatnego do aktualnej sytuacji rynkowej (w procesie skokowej, nieciągłej zmiany zmiennej stanu). W celu dodatkowej weryfikacji poprawności uzyskanych wyników jakość dopasowania modelu katastrofy typu szpica porównano z wynikami modelu regresji wielorakiej (*linear model*) oraz nieliniowego modelu regresji logistycznej (*logistic model*). Model regresji wielorakiej przyjęto ze względu na jego częstą stosowalność, natomiast model nieliniowy wykazuje cechy pozwalające modelować gwałtowne nieliniowe zmiany stanu układu. W badaniach za miary jakości dopasowania danych empirycznych do modeli matematycznych przyjęto logarymiczne podobieństwo (*logLik – likelihood ratio test*), kryterium informacyjne Akaikego (*AIC – Akaike information criterion*) oraz bayesowskie kryterium Schwarza (*BIC – Bayesian Information criterion*), gdyż w przypadku stosowania modeli nieliniowych uzyskuje się bardziej miarodajne wyniki. We wszystkich przeprowadzonych analizach model katastrofy typu szpica (*cusp model*) wykazywał lepsze dopasowanie do danych empirycznych.

Wymiernym efektem badań w artykułach [C1] i [C2] jest przedstawienie możliwości budowy 2-wymiarowej i 3-wymiarowej wizualizacji (rysunek 1) trajektorii ewolucji badanej zmiennej stanu na powierzchni równowagi układu w przestrzeni parametrów kontrolnych α (wskaźnika asymetrii) i β (wskaźnika bifurkacji) w opisywanym modelu z teorii katastrof.



Rys.1. 3-wymiarowa i 2-wymiarowa wizualizacja trajektorii ewolucji zmiennej stanu na powierzchni równowagi układu w przestrzeni parametrów kontrolnych α i β , w opisywanym modelu zmian jednostkowych cen nieruchomości o funkcji mieszkalnej w Olsztynie w latach 2001-2011. Źródło: [C2]

Geometryczna wizualizacja trajektorii badanego układu na powierzchni równowagi pozwala graficznie pokazać miejsce przejścia układu z jednego do drugiego stanu stabilnego poprzez stan niestabilny (*katastrofa*) pod wpływem zmiany parametrów kontrolnych α oraz β . Zakładając, że w latach 2001-2011 nie zaistniały zdarzenia o charakterze katastroficznym trajektoria ewolucji powinna przebiegać poza obszarem niestabilności strukturalnej, który na 2-wymiarowym wykresie zaznaczony jest wyraźnie ciemnym kolorem i układu się w formie charakterystycznej szpicy. W analizowanym przypadku punkty reprezentujące zmienne stanu w reakcji na zmiany parametrów kontrolnych α i β przemieszczają się z obszarów stabilnej ewolucji do obszaru niestabilności, by wejść do kolejnego obszaru stabilności. Wykres 3-wymiarowy pozwala w większym stopniu na wykazanie nieciągłości zmiany zmiennej stanu. Na wykresie widoczne jest charakterystyczne zagięcie przestrzeni równowagi układu, w obszarze niestabilności. Trajektoria ewolucji przebiega na dolnym płacie w strefie

stabilności, by po przejściu w obszar zachowań niestabilnych, które mogą zaistnieć nawet pod wpływem niewielkich zmian parametrów kontrolnych, obserwowany jest przeskok na górny płat powierzchni równowagi i dalsza stabilna ewolucja.

Wyniki badań przedstawione w publikacjach [C1] i [C2] potwierdzają, że gwałtowne wzrosty cen nieruchomości mieszkaniowych w latach 2006-2007 miały fundamentalne znaczenie dla racjonalnego gospodarowania nieruchomościami oraz stanowią fazę ewolucji niestabilnej rynku mieszkaniowego po którym nastąpiła faza ewolucji stabilnej. Obie fazy dynamiki rynku mieszkaniowego charakteryzowały się zasadniczą odmiennością i innymi skutkami dla rozwoju przestrzeni miejskiej.

4.6.2 Opracowanie podstaw metodologicznych budowy map wartości gruntów w przestrzeni miejskiej poprzez integrację modeli statystycznych i modeli geostatystycznych

Proces racjonalnego gospodarowania przestrzenią i w przestrzeni, w kontekście mnogości i heterogeniczności podmiotów gospodarujących, realizujących niejednorodne cele społeczne i gospodarcze, stanowi przyczynę szeregu konfliktów, których treścią jest walka o dostęp do przestrzeni i możliwości korzystania z jej walorów (Brail 1990, Kołodziejcki 1992, Żróbek 1994). Miejscami szczególnie silnej koncentracji różnorodnej działalności człowieka, a więc i konfliktów przestrzennych w ramach gospodarowania nieruchomościami, są strefy miejskiej przestrzeni zurbanizowanej. Waloryzacja przestrzeni miejskiej z reguły jest ściśle powiązana z podstawowym dobrem ekonomicznym jakim jest ziemia przy uwzględnieniu podstawowej potrzeby człowieka, jakim jest realizacja presji mieszkaniowej. W tym znaczeniu opracowanie podstaw metodologicznych modelowania rozkładu przestrzennego cenności powierzchni ziemskiej, wyrażonej przez ceny gruntów zurbanizowanych przeznaczonych na cele zabudowy mieszkaniowej, może stanowić istotny element wspomaganie szeregu decyzji w systemie gospodarki nieruchomościami. Zagadnienie waloryzacji przestrzeni miejskiej, w postaci budowy modeli rozkładu przestrzennego wartości gruntów, stanowiło przedmiot szeregu opracowań naukowych (Colwell, Munneke 2003; Guntermann, Thomas 2005; Haughwout, Orr, Bedoll 2008; Parzych 2009). Wynika z nich, że wartościowanie przestrzeni miejskiej wymaga uwzględnienia faktu, iż relacje w tej przestrzeni mają charakter zarówno przestrzenny jak i nieprzestrzenny. W tym znaczeniu, istotą badań powinno być uwzględnienie zarówno egzogenicznych jak i endogenicznych czynników wpływających na wartościowanie przestrzeni miejskiej, czego konieczność potwierdzają badania (Isakson 1997; Galster, Tatian, Pettit 2004; Earnhart 2005). Podstawowe założenia w dotychczasowej metodyce sporządzania map wartości gruntów opierają się m.in. na relacjach między wartością gruntów a odległością od charakterystycznych punktów w przestrzeni (Bugs 2007; Liu, Zheng, Huang, Tang 2007). W nieco innym nurcie badań dotyczących kartograficznej wizualizacji wartości gruntów szczególną rolę odgrywają modele hedoniczne, uwzględniające wybrane cechy nieruchomości jako determinanty cen (Noelwah 2005; Páez, A. 2009). Zarówno teoria jak i praktyka wskazuje jednak, że modele bez uwzględnienia autokorelacji przestrzennej mogą dawać niewłaściwe wyniki (Anselin 1998), stąd w wielu publikacjach, do analizy rynku i predykcji cen postuluje się stosowanie modeli przestrzennych (Bowen, Mikelbank, Prestegaard 2001; Bourassa, Cantoni, Hoesli 2010).

W artykule [C3] w ramach opracowania podstaw metodologicznych budowy map wartości gruntów zurbanizowanych, poprzez integrację metod statystycznych i metod geostatystycznych, zaproponowano następującą procedurę:

- 1) budowa modeli regresyjnych zależności cen i wybranych atrybutów nieruchomości,
- 3) oszacowanie wartości referencyjnej (*warstwy referencyjnej*) dla typowej nieruchomości,
- 4) oszacowanie współczynników korygujących ze względu na stopień podobieństwa do nieruchomości modelowej,
- 5) podział obszaru na strefy jednorodne i oszacowanie wartości w każdej ze stref.

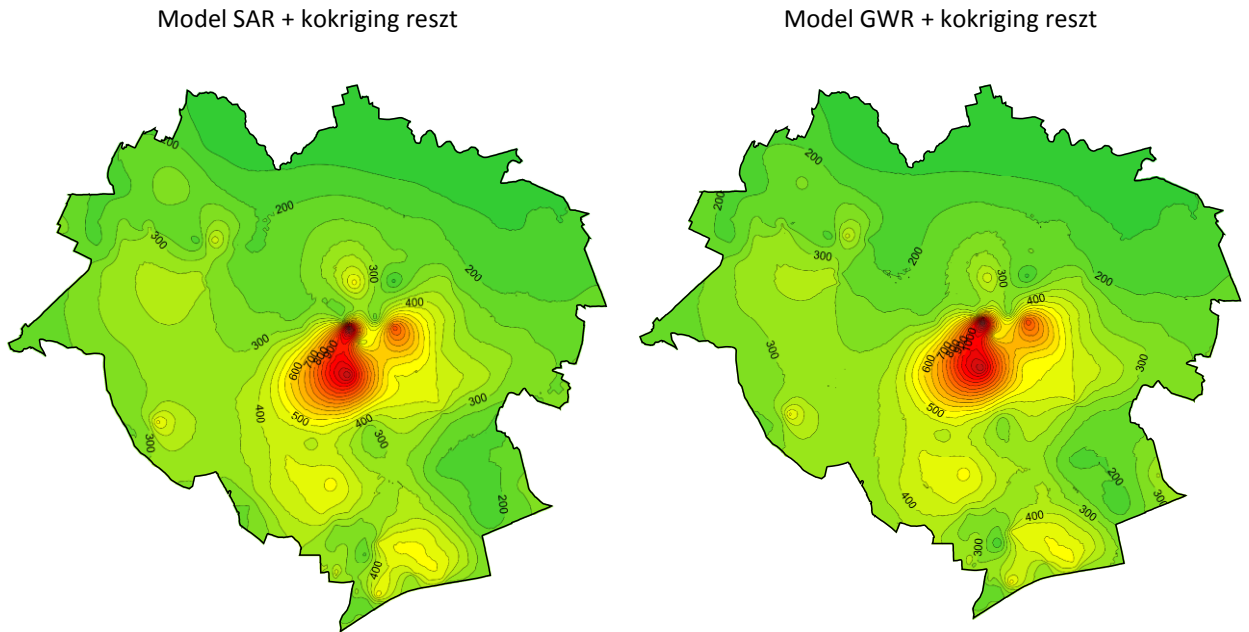
W opracowanej metodyce podstawą budowy mapy jest warstwa referencyjna, na którą wpływ mają zarówno cechy nieprzestrzenne jak i walory przestrzenne analizowanych gruntów. Oryginalną propozycją metodyczną jest koncepcja budowy warstwy referencyjnej przy wykorzystaniu modelowania ekonometrycznego oraz interpolacji metodą krigingu bądź kokrigingu w przypadku uwzględniania zmiennych o charakterze przestrzennym. W modelu regresja-kokriging, służącym do wyznaczenia warstwy referencyjnej mapy wartości gruntów, należy uwzględnić różne sposoby określania wartości teoretycznej wykorzystując szereg modeli statystycznych, których charakterystyka przedstawiona jest w tabeli 1.

Tabela 1. Modele wykorzystane do opracowania warstwy referencyjnej mapy wartości kierunkowych gruntów

| Nr | Rodzaj modelu | Sposób uwzględnienia zależności przestrzennych | Oznaczenie |
|----|--|---|------------|
| 1 | Addytywny liniowy model regresji wielorakiej | Brak | OLS |
| 2 | Multiplikatywny wykładniczy model regresji wielorakiej | Brak | OLSN |
| 3 | Addytywny liniowy model regresji wielorakiej | Macierz kowariancji zbudowana na podstawie semiwariogramu reszt | GLS |
| 4 | Multiplikatywny wykładniczy model regresji wielorakiej | Macierz kowariancji zbudowana na podstawie semiwariogramu reszt | GLSN |
| 5 | Model autoregresji przestrzennej | Autokorelacja reszt w oparciu o macierz struktury przestrzennej przy założeniu sąsiedztwa jako odwrotności odległości | SAR |
| 6 | Addytywny liniowy model regresji ważonej geograficznie | Wagi ustalone na podstawie funkcji kernel | GWR |

Źródło: [C3]

Efektom badań była estymacja sześciu modeli regresyjnych wymienionych w tabeli 1. W przypadku klasycznych modeli regresyjnych (*OLS, OLSN, GWR*) stosowana była zwykła metoda najmniejszych kwadratów, natomiast w przypadku modeli uwzględniających wzajemne skorelowanie przestrzenne zmiennych objaśniających (*GLS i GLSN*) zastosowano uogólnioną metodę najmniejszych kwadratów. Na rysunku 2 przedstawiono częściowe wyniki przestrzennego modelowania wartości referencyjnej (*model SAR i model GWR*), do interpolacji przyjęto metodę kokrigingu zwykłego i semiwariogramy o postaci sferycznej.



Rys. 2. Rozkład przestrzenny wartości referencyjnej na podstawie przyjętych modeli i interpolacji reszt metodą korigingu. Źródło: [C3]

W artykule [C3] przedstawiono również założenia wyodrębniania stref jednorodnych uwzględniające strukturę funkcjonalno-przestrzenną miasta, funkcję w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, sposób użytkowania gruntów oraz ceny gruntów przeznaczonych na cele mieszkalne.

Istotnym efektem badań zrealizowanych w pracy [C3] jest wykorzystanie zarówno metod statystycznych jak i metod geostatystycznych do opracowania mapy średniej wartości gruntów. Metody te dopiero przy łącznym ich wykorzystaniu uwzględniają jednocześnie zróżnicowanie wewnętrzne zbioru danych oraz ich rozkład przestrzenny. Zaproponowana koncepcja opracowania mapy wartości na podstawie warstwy referencyjnej odnoszącej się do nieruchomości modelowej pozwala na stosunkowo proste oszacowanie średniej wartości gruntów w dowolnym punkcie analizowanego obszaru.

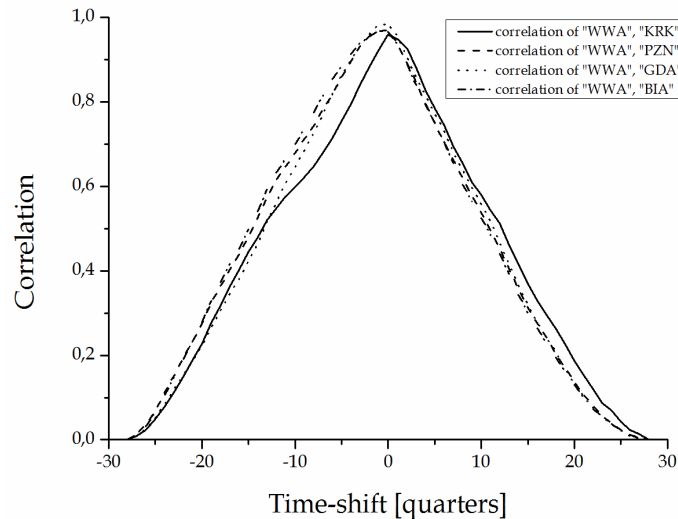
4.6.3. Opracowanie podstaw metodologicznych zastosowania nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego do diagnozy powiązań sieciowych na rynkach mieszkaniowych

Przyjęta w badaniach koncepcja traktowania rynków mieszkaniowych w formie adaptacyjnych złożonych układów dynamicznych zakłada, iż układ ten podlega rozwojowi poprzez ewolucję od jednego stanu układu drugiego w poszukiwaniu równowagi. Według Domańskiego (2008), jeżeli przez rozwój systemu rozumie się jego dążenie do stanu równowagi, to nawet gdy system trwa w stanie w przybliżeniu zrównoważonym, to zachodzą w nim drobne zmiany, a pod wpływem silniejszych impulsów system wzrasta i rozwija się. W procesie rozwoju nie tylko powiększają się jego rozmiary, ale zmienia się także struktura, a okresy zmian strukturalnych przeplatają się z okresami zmian stopniowych. W artykułach [C1] i [C2] zdiagnozowano tego typu dualizm zmian strukturalnych i stopniowych, poprzez wyznaczenie faz ewolucji stabilnej i niestabilnej rynku mieszkaniowego w Olsztynie, gdzie kryterium dywersyfikującym był okres gwałtownych wzrostów cen nieruchomości w latach 2006-2007. Idea ta stanowiła fundament kolejnych badań zrealizowanych w publikacjach [C4] i [C5], w których dążono do wykrycia sprzężeń, powiązań sieciowych, poziomów synergii, zmian struktury hierarchicznej pomiędzy lokalnymi rynkami mieszkaniowymi. W badaniach

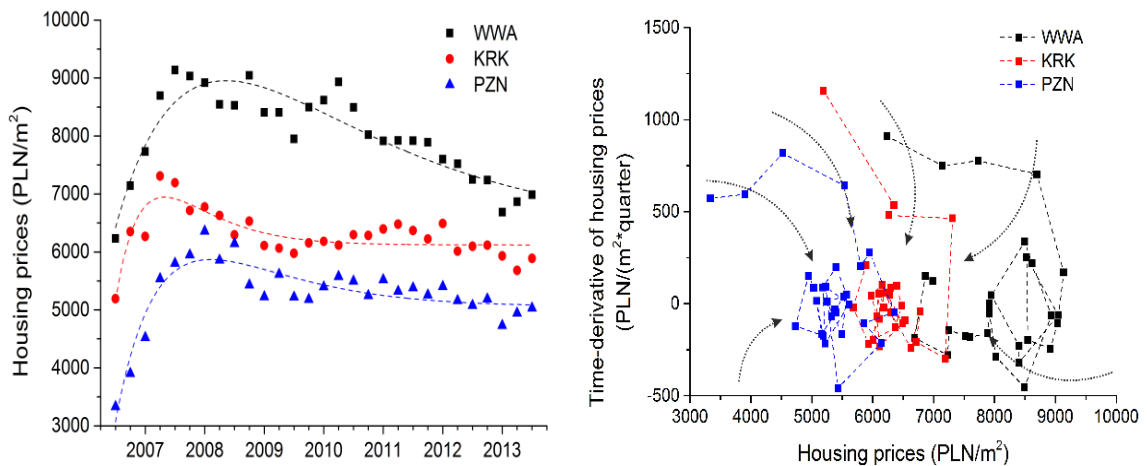
weryfikowano założenie, że kolektywne, synergiczne zachowania podczas ewolucji stabilnej mają postać utajoną, gdyż bez silnego zewnętrznego bodźca rynki mieszkaniowe mają tendencję do rozszynchronizowania swoich ścieżek ewolucji, jednakże w przypadku silnego bodźca zewnętrznego dochodzi do ich zsynchronizowania. Potwierdzeniem, przyjmowanych w badaniach koncepcji, są wyniki osiągnięte w Wielkiej Brytanii (Holmes 2007, Ashworth, Parker 1997) gdzie wykryto regiony, w których dynamika cen jest skointegrowana. Tego typu zachowania kolektywne rynków wykryto również dla rynku tajwańskiego (Chen, Chien, Lee 2011). Jednocześnie według Meena (1999) zmiany cen w pojedynczych regionach pociągają za sobą opóźnione zmiany w wielu innych regionach kraju.

Przedstawione w pracach [C4] i [C5] zachowania szeregów czasowych średnich cen nieruchomości mieszkalnych z lat 2006-2013 wskazują formę gasnących oscylacji, które następują po jednorazowych gwałtownych wzrostach cen nieruchomości w latach 2006-2007. Taki przebieg oscylacji jest zbliżony do tzw. tłumienia krytycznego w nieliniowym modelu oscylatora harmonicznego (*Critically-Damped Harmonic Oscillator*) stosowanego do tej pory głównie w naukach fizycznych. Według mojej wiedzy (przy zachowaniu staranności kwerendy bibliograficznej) koncepcja wykorzystania modelu oscylatora harmonicznego w badaniach zmian cen nieruchomości zrealizowana w publikacjach [C4] i [C5] stanowi oryginalne i nowatorskie ujęcie tego problemu, przy jednoczesnym wprowadzeniu do dyskusji naukowej nowych miar dynamiki tj. czas relaksacji, absolutny czas opóźnienia oraz długookresowy poziom równowagi. Przy zastosowaniu modelu oscylatora harmonicznego słabo tłumionego (CDHO) badano zachowania szeregów czasowych cen nieruchomości mieszkalnych w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Gdańsku i Białymstoku w pracy [C4] oraz w Warszawie, Krakowie i Poznaniu w pracy [C5]. Efektem tych analiz było wykazanie wysokiego stopnia integracji sieci lokalnych rynków mieszkaniowych, w której synergicznie rozchodzą się zaburzenia (bodźce zewnętrzne) oddziałujące na wszystkie rynki mieszkaniowe. Wspólną cechą wszystkich analizowanych miast jest długi czas relaksacji zmieniający się od ok. pół roku (Kraków) do prawie dwóch lat (Warszawa). Świadczy to przede wszystkim o dużej bezwładności rynków mieszkaniowych i powolnemu poddawaniu się przez nie zmianom zachodzącym w globalnej sferze gospodarczej. Zbliżone wartości tzw. absolutnego czasu opóźnienia dla Krakowa, Białegostoku, Poznania, Gdańska i Krakowa na poziomie ok. 1 roku świadczą o powiązaniach sieciowych i wysokiej synergii dynamiki cen. W przypadku Warszawy uzyskano wartości opóźnienia około pół roku, co potwierdza dominującą pozycję tego miasta w strukturze hierarchicznej. Jednocześnie wskazuje to na rolę Warszawy jako inicjatora zmian, które następnie rozchodzą się poprzez sieci sprzężeń (zachowania kolektywne) sugerując możliwość traktowania rynków lokalnych jako sieci naczyń połączonych. Potwierdzeniem powyższej tezy są wyniki obliczeń współczynników znormalizowanej korelacji cen na rynkach lokalnych względem rynku warszawskiego, które przedstawiono na Rys. 3. W żadnym z analizowanych przypadków nie osiągnięto opóźnienia większego niż pół roku, co ponownie świadczy o wysokiej współmierności obserwowanych cen.

W badaniach wyznaczono jeszcze tzw. długookresowe poziomy równowagi. Szczególnie ciekawym przypadkiem są wyniki uzyskane dla Warszawy i Krakowa w pracy [C5], przedstawione na Rys.4.



Rys. 3. Unormowane współczynniki korelacji cen na lokalnych rynkach nieruchomości z cenami na rynku warszawskim. Źródło: [C4]



Rys.4. Dopasowanie nieliniowego modelu CDHO do szeregów czasowych cen nieruchomości w Warszawie, Krakowie i Poznaniu w latach 2006-2007 (lewa strona) oraz ich wykres fazowy (prawa strona). Źródło: [C5]

Długookresowy poziomy równowagi dla rynku warszawskiego uzyskał wartość zaledwie o 5% wyższą do rynku krakowskiego, co może sugerować, że rynki te dążą do tego samego poziomu równowagi (dążenie Krakowa do Warszawy potwierdziły również badania analizy skupień w pracy [C4]). W celu potwierdzenia tych przypuszczeń zbudowano, w artykule [C5] wykres fazowy dla Warszawy, Krakowa i Poznania, na którym widoczne są charakterystyczne ruchy spiralne ścieżki ewolucji cen nieruchomości. Znaczne oddalenie od siebie punktów w wyznaczonej graficznie ścieżce ewolucji wskazuje na gwałtowność procesu (lata 2006-2007) i oddalenie od stanu równowagi. Skupienie się punktów w formie spiralnej wskazuje natomiast na dążenie rynków do punktu równowagowego. Początkowo rynek warszawski ustala swój punkt równowagowy na poziomie ok. 8500 zł/m², ale następnie przesuwa się w kierunku kolejnego punktu równowagowego na poziomie ok. 6500 zł/m² zbliżonego do krakowskiego długookresowego punktu równowagi, na poziomie ok. 6100 zł/m².

Oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w artykułach [C4] i [C5] jest implementacja nieliniowego modelu oscylatora harmonicznego z nauk fizycznych oraz wykresów fazowych do opisu dynamiki cen nieruchomości mieszkaniowych determinującej efekty przestrzenne w przestrzeni zurbanizowanej miast. Wprowadzone do dyskusji naukowej nowe miary dynamiki pozwoliły na wyciągnięcie wniosków, że specyfika

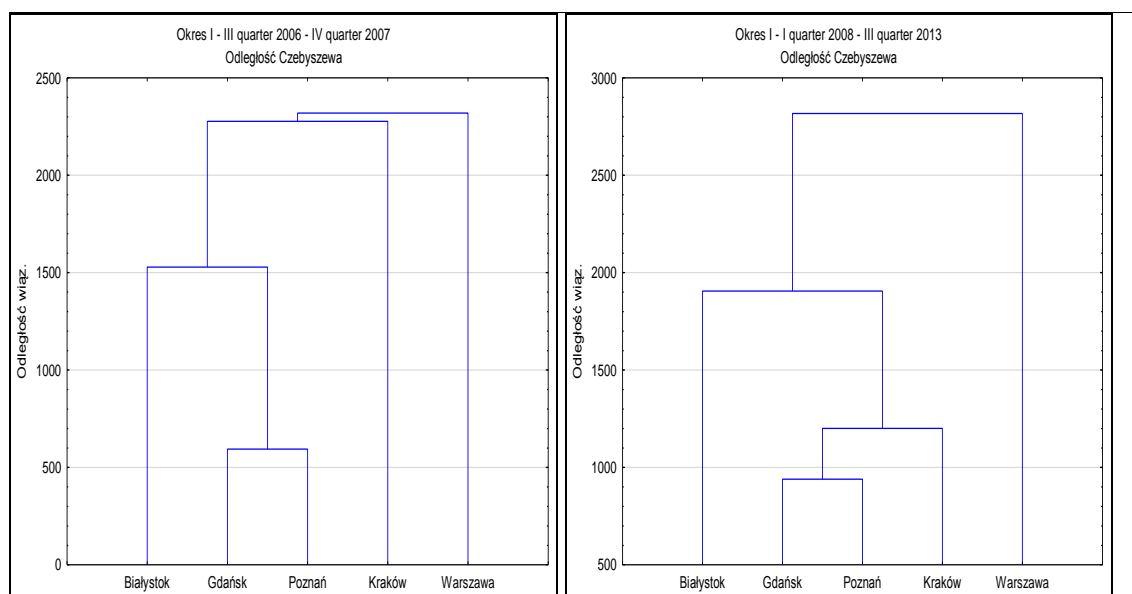
lokalnych uwarunkowań w badanych miastach tylko w nieznacznym stopniu wpływa na globalne kierunki dynamiki cen nieruchomości mieszkalnych a lokalne rynki mieszkaniowe poddane identycznym oddziaływaniom zewnętrznym wykazują podobne cechy w zakresie kierunku, szybkości i opóźnienia zmian cen nieruchomości, przy jednoczesnym zachowaniu różnic w poziomach cen, adekwatnych do uwarunkowań lokalnych miast. Jednocześnie wykazano, że lokalne rynki mieszkaniowe oplecione są siatką sprzężeń, w której zmiany mogą rozchodzić się globalnie, dzięki czemu splot określonych uwarunkowań zewnętrznych, podsycany specyfiką danego obszaru, może z jednej strony sprzyjać powstawaniu gwałtownych zmian przenoszących się na inne, dotychczas stabilne rynki mieszkaniowe, zaś z drugiej – kolektywne oddziaływanie wielu rynków może także tłumić niestabilności.

4.6.4. Opracowanie podstaw metodologicznych wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych

Wyznaczanie poziomów zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych stanowi niezwykle istotny element systemu gospodarki nieruchomościami. Na wszystkich szczeblach administracji publicznej występuje wysokie zapotrzebowanie na wiarygodne i proste metody identyfikacji podobieństwa wybranych obszarów, na potrzeby realizacji szeregu zadań m.in. strategicznego zarządzania jednostkami samorządu terytorialnego, prognozowania dynamiki rozwoju obszarów, podejmowania decyzji przez władze lokalne w zakresie polityki mieszkaniowej, określania wartości nieruchomości, ocenie stanu lokalnych rynków nieruchomości w regionie, tworzenia spójnej koncepcji zagospodarowania przestrzennego kraju czy regionów. Rozważania związane z metodami wyodrębniania obszarów podobnych w relacji do specyfiki rynków mieszkaniowych były przedmiotem szeregu badań m.in. Bajerowski i Biłozor (2005) wykorzystali sieci bezskalowe, Trojanek (2008) stosował indeksy hedoniczne, Belniak i Głuszak (2011) identyfikowali obszary jednorodne przy zastosowaniu analizy skupień i metody głównych składowych, Dittman (2013) badała zjawiska konwergencji i dywergencji na lokalnych rynkach mieszkaniowych (miastach), Robertson i in. (2014) stosowali modele przestrzenne z wykorzystaniem indeksu strukturalnego podobieństwa, Zapotoczna (2016) analizowała podobieństwo krajów w zakresie polityki mieszkaniowej przy zastosowaniu metody Warda, Renigier-Biłozor (2017) przeprowadziła klasyfikację rynków mieszkaniowych w formie ratingu.

W badaniach przyjęto ogólne założenie, że opracowanie podstaw metodologicznych wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych wymaga wykorzystania zmiennych nie tylko jednoznacznie związanych z lokalizacją w przestrzeni (geolokalizacja), ale również zmiennych mających nikłe relacje przestrzenne. Badania przeprowadzono dla różnych poziomów odniesienia przestrzennego w artykule [C4] poziom regionalny (5 miast wojewódzkich), w artykule [C6] poziom lokalny (13 miast w województwie warmińsko-mazurskim), w artykule [C7] przyjęto poziom krajowy (380 powiatów). W badaniach przedstawiono podstawy metodologiczne oraz wyniki weryfikacji empirycznej wyznaczenia poziomu zróżnicowania wybranych jednostek terytorialnych przy zastosowaniu analizy wielowymiarowej (analizy skupień w [C4] i analizy czynnikowej w [C6]), oraz modeli panelowych z autoregresją przestrzenną w [C7]. Badania zrealizowano przy uwzględnieniu czynników przestrzennych i nieprzestrzennych związanych z dynamiką cen nieruchomości mieszkalnych w [C4], charakterystyką miast w [C6] oraz czynników przestrzennych i nieprzestrzennych związanych z aktywnością budowlaną w [C7].

W artykule [C4] przedstawiono badania, których podstawowym celem było zaproponowanie analizy skupień jako metody wyznaczania poziomu zróżnicowania miast z uwzględnieniem specyfiki funkcjonowania lokalnych rynków mieszkaniowych. W badaniach przyjęto, że czynnikiem klasyfikującym miasta do grup podobieństwa jest dynamika cen nieruchomości mieszkaniowych w latach 2006-2013. Źródłem tej decyzji jest koncepcja F.Hayeka (2007), według którego niezwykle jest jak wiele decyzji podejmują ludzie w swoich działaniach biorąc pod uwagę fakty, które poznają jedynie za pośrednictwem cen. Przyjęty horyzont czasowy, nie został wybrany przypadkowo. Jest on konsekwencją przyjętych założeń w artykułach [C1], [C2] i [C5]. Wybór okresu 2006-2013 pozwala objąć okres gwałtownych zmian cen nieruchomości mieszkalnych (2006-2007) oraz następujący po nim okres stabilnych spadków cen. W pracy [C4] przeanalizowano poziom zróżnicowania lokalnych rynków mieszkaniowych w pięciu wybranych miastach Polski uznanych za wiodące ośrodki swoich regionów: Warszawa (Mazowsze - region centralny), Białystok (Podlasie - region wschodni), Kraków (Małopolska - region południowy), Poznań (Wielkopolska - region zachodni) oraz Gdańsk (Pomorze - region północny). Dokonując analizy zmienności cen nieruchomości mieszkaniowych wykazano, że synergiczna reakcja cen we wszystkich miastach w latach 2006-2007 pozwala założyć, że zmieniające się atrybuty miast nie stanowiły przyczyny gwałtownych wzrostów cen nieruchomości (potwierdzono to również w artykule [C6], a jedynie pozwalały na ustalenie pozycji w układzie hierarchicznym miast. W latach 2008-2013 widać wyraźnie pewne zawirowania trajektorii, generujące zmiany w układzie hierarchii miast (lokalnych rynków mieszkalnych). Dla zobrazowania zmienności struktury układu hierarchicznego poszczególnych miast zastosowano analizę wielowymiarową - analizę skupień, przy uwzględnieniu odległości wiązań Czebyszewa. Proponowany algorytm tworzy dla zbioru obiektów hierarchę klasyfikacji (kolejnych zgrupowań), zaczynając od takiego podziału, w którym każdy obiekt tworzy samodzielne skupienie, kończąc na podziale, w którym wszystkie obiekty należą do jednego skupienia. Graficznym wynikiem przeprowadzonej analizy wielowymiarowej jest powstanie dwóch hierarchicznych drzew w formie tzw. dendrogramu przedstawionych na rysunku 5.



Rys. 5. Diagram drzewa w analizie skupień dla Okresu I i Okresu II. Źródło: [C4].

W efekcie badań ustalono, że w latach 2006-2007 doszło do zachwiania tradycyjnej hierarchii układu miast, na skutek czego Kraków zdecydowanie przybliżył się do z reguły

znacznie oddalonej od reszty rynków - Warszawy. Wydaje się, że można takie zachowania wyjaśnić występowaniem niestabilności cenowej na obu rynkach mieszkaniowych w tych miastach. Pozostałe miasta tj. Gdańsk i Poznań, wciąż tworzą jedną wspólną grupę obiektów podobnych, do których dołącza Białystok (jako obiekt najmniej podobny do całej grupy). W latach 2008-2013 następują stabilne spadki cen, a rynki starają się wrócić do klasycznego układu hierarchicznego, w którym Warszawa nie tworzy wspólnej grupy z żadnym z rynków lokalnych a Kraków tworzy wspólną grupę podobieństwa z Poznaniem i Gdańskiem.

Wymiernym efektem badań było wykazanie istnienia zaburzeń dotychczasowych ugruntowanych zależności pomiędzy badanymi 5 miastami m.in.: obserwowane były zmienne poziomy dynamiki cen mieszkań (w okresie niestabilności gwałtowne wzrosty, natomiast w okresie stabilności spokojne spadki), obserwowane były zmienne poziomy rozwarstwienia cen - najwyższe (4753 zł/m²) w I kw. 2008 roku, natomiast najniższe (2788 zł/m²) w I kw. 2013 roku, obserwowane były zaburzenia pozycji w układzie hierarchicznym (w okresie niestabilności występuje całkowita współmierność zachowań, natomiast w okresie stabilnych spadków dochodzi do znacznych zmian wzajemnych odległości poziomów cen i związanych zmian w klasyfikacji miast). Jednocześnie budowa drzew hierarchicznych w dwóch przedstawionych wcześniej okresach wykazała zachwianie tradycyjnej hierarchii układu lokalnych rynków mieszkaniowych, wskazała na dominującą rolę Warszawy oraz wysoki poziom rozedrgania rynku mieszkaniowego w Krakowie.

W artykule [C6] przedstawiono badania, których podstawowym celem było zaproponowanie analizy czynnikowej jako metody wyznaczania poziomu zróżnicowania miast z uwzględnieniem specyfiki funkcjonowania lokalnych rynków mieszkaniowych. Badaniami objęto dane dotyczące 13 miast z województwa warmińsko-mazurskiego. Do analiz empirycznych wybrano dwa okresy (2005 r., 2012 r.). Powodem wyboru takiego horyzontu czasowego jest założenie, że badania powinny być prowadzone w stabilnych okresach rozwoju rynku mieszkaniowego (diagnoza niestabilności na rynkach mieszkaniowych została przedstawiona w artykułach [C1], [C2], [C4] i [C5]). W artykule [C3] zaproponowano wykorzystanie analizy czynnikowej, gdyż w realizowanej procedurze badawczej założono konieczność jednoczesnego uwzględniania wielu atrybutów opisujących stan przestrzeni zurbanizowanej, jakim są miasta. Analiza czynnikowa jako metoda analizy wielowymiarowej jest przydatnym narzędziem do zrozumienia przenikających się relacji pomiędzy wieloma zmiennymi opisującymi dany złożony system. Analiza czynnikowa (Walesiak 1996, Lewandowska 2014, Sterev 2014) pozwala na takie przekształcenie danego, wzajemnie skorelowanego układu zmiennych, aby uzyskać nowy układ zmiennych (czynników głównych) wzajemnie nieskorelowanych, lecz porównywalnych z układem wyjściowym. Zastosowane takiej procedury statystycznej pozwala na zredukowanie liczby atrybutów opisujących miasta, do kilku zintegrowanych wskaźników, które pomimo przeprowadzonej redukcji zmiennych nie tracą ich właściwości opisujących.

W proponowanej metodzie zastosowano kryterium Kaiser'a w celu wyznaczenia minimalnej liczby czynników głównych w które jest transformowanych jest 6 zmiennych podstawowych. Zarówno dla danych z 2005 r. jak i danych z 2012 r. według kryterium Kaiser'a tylko 2 czynniki główne powinny by zastosowane w dalszym etapie badań. Osiągnięciem naukowym jest propozycja wykorzystania wyznaczonych wartości czynników głównych (traktowanych jako współrzędne w przestrzeni dwuwymiarowej) do ustalenia wzajemnych relacji przestrzennych dla badanych 13 miast. W efekcie badań wyznaczono trzy klastry podobieństwa (najmniejsze zróżnicowanie atrybutów miast) w województwie warmińsko-mazurskim dla danych z 2005 r.

i 2012 r. W badaniach uzyskano wysoki poziom podobieństwa dla danych z 2005 r. i 2012 r. Tylko Ostróda, biorąc pod uwagę zmiany w zakresie 6 zmiennych pierwotnych miała największy postęp rozwojowy. W efekcie awansowała z Klastra II do Klastra I, który obejmuje najszybciej rozwijające się miasta Warmii i Mazur, tj. Olsztyn (stolica województwa) i Elbląg.

Przeprowadzone badania wykorzystujące analizę czynnikową potwierdzają stosowalność tej metody do badania poziomu zróżnicowania badanych jednostek terytorialnych. Zaletą przedstawionej metody jest możliwość wizualizacji grup obszarów podobnych w dwuwymiarowej przestrzeni czynników głównych, dzięki czemu ta metoda jest łatwa do interpretacji dla odbiorców docelowych w ramach systemu gospodarki przestrzennej lub systemu gospodarki nieruchomościami.

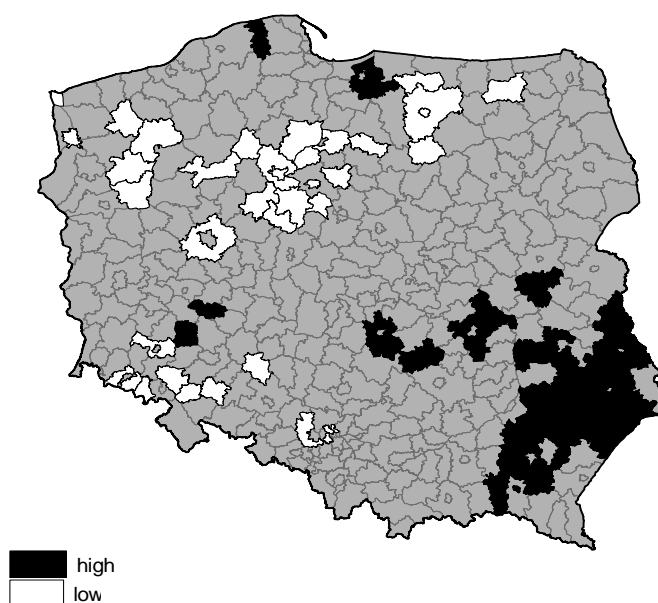
W artykule [C7] przedstawiono badania, których podstawowym celem było zaproponowanie stosowania modeli panelowych z autoregresją przestrzenną jako metody wyznaczania poziomu zróżnicowania wybranych jednostek przestrzennych na podstawie czynników mających jednoznaczne relacje geoprzestrzenne. Empiryczna weryfikacja proponowanej metody została przeprowadzona dla aktywności budowlanej na obszarze Polski. W badaniach jako przestrzenną jednostkę odniesienia przyjęto obszar powiatu, zgodnie z obowiązującą w Polsce nomenklaturą jednostek terytorialnych do celów statystycznych opracowanej na podstawie europejskiej Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS). Wśród wielu czynników determinujących aktywność budowlaną wybrano głównie te, które świadczą o liczbie oddawanych mieszkań i liczbie pozwoleń na budowę nowych budynków mieszkalnych. Wielkości te przedstawiono w ujęciu względnym, co pozwoliło na uniknięcie skorelowania z powierzchnią i liczbą ludności zamieszkującej obszar badanej jednostki statystycznej. Zgromadzone dane uzupełniono również o wartości bezwzględne na potrzeby analiz wstępnych i interpretacji istniejących trendów.

Zasadnicze analizy przeprowadzono z wykorzystaniem przestrzennego modelowania danych panelowych, tj. danych, które powstają w wyniku połączenia szeregów czasowych wielu obserwacji dla poszczególnych jednostek. Badania zostały zrealizowane poprzez budowę modeli czasowo-przestrzennej aktywności budowlanej dla 380 powiatów w Polsce w latach 2006-2015. W modelach panelowych zakłada się, że na kształtowanie się zmiennej objaśnianej wpływają, oprócz zmiennych objaśniających, niemierzalne, stałe w czasie i specyficzne dla danego obiektu czynniki, zwane efektami grupowymi oraz stałe względem obiektów specyficzne dla danego okresu czynniki, zwane efektami czasowymi. Model panelowy w ogólnej postaci można przedstawić następująco (Baltagi 2008):

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_{kit} x_{kit} + \alpha_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

gdzie y_{it} oznacza zmienną objaśnianą, x_{kit} oznacza zmienną objaśniającą, β_0 stanowi wyraz wolny, natomiast β_{kit} jest parametrem strukturalnym modelu (i oznacza obiekt, t oznacza czas, natomiast k oznacza numer zmiennej objaśniającej). Dodatkowo α_i oznacza efekty indywidualne, ν_t oznacza efekty okresowe, natomiast przez ε_{it} oznaczono losowy składnik zakłócający. Efekty indywidualne i okresowe mogą być efektami ustalonymi, czyli stałymi w czasie lub dla danej jednostki i wówczas nie zależą od czynników losowych (FE - Fixed Effects Model). W przypadku modeli z efektami losowymi (RE - Random Effect Model) każdej jednostce przypisuje się pewną zmienną losową, której realizacja odpowiada za efekt indywidualny w danym okresie.

Głównym efektem badań było zbudowanie czterech modeli czasowo-przestrzennych, w których zmiennymi objaśnianymi były m.in. liczba pozwoleń na budowę nowych budynków mieszkalnych, łączna liczba powierzchnia użytkowa oddawanych mieszkań *per capita*, natomiast zmiennymi objaśniającymi były m.in. gęstość zaludnienia, saldo migracji, stopa bezrobocia. Kartograficznym efektem wizualizacji uzyskanych wyników jest mapa skupisk obszarów (wyznaczona na podstawie lokalnej statystyki Getisa i Orda) o wysokich i niskich wartościach efektów indywidualnych w przestrzennym modelowaniu panelowym dla liczby pozwoleń na budowę nowych budynków mieszkalnych, przedstawiona na rysunku 6.



Rys. 6. Skupiska obszarów o wysokich i niskich wartościach efektów indywidualnych w przestrzennym modelu panelowym dla liczby pozwoleń na budowę nowych budynków mieszkalnych na 1000 osób. Źródło: [C7]

W grupie powiatów w południowo-wschodniej części Polski efekty indywidualne wskazują, że istotną rolę może w tym przypadku odgrywać czynnik lokalizacyjny, gdzie zróżnicowanie wartości efektów indywidualnych mogą przedstawiać zmiany tendencji w przestrzeni.

Wymiernym efektem badań jest ustalenie, że badania zróżnicowania przestrzennego jednostek terytorialnych z pominięciem aspektu powiązań przestrzennych mogą prowadzić do obciążenia wyników estymacji, a w konsekwencji do przyjmowania niepewnych wniosków. Badania potwierdziły jednocześnie, że poszczególne jednostki (powiaty) charakteryzują się tzw. indywidualnymi efektami w modelach panelowych, które należy uwzględnić podczas modelowania zróżnicowania tych obszarów. Przy zastosowaniu testu Hausmana ustalono, że między badanymi jednostkami terytorialnymi (powiatami) występują stałe w czasie różnice między nimi tj. każda badana jednostka ma swoją własną specyficzną część zmienności. Ustalono również, że przeprowadzone testy we wszystkich modelach panelowych wykazują istotność zarówno modelu błędu przestrzennego (spatial error) jak i opóźnienia przestrzennego (spatial lag).

W wyniku badań wykazano, że właściwymi modelami opisującymi zależność między wskaźnikami charakteryzującymi aktywność budowlaną a zmiennymi opisującymi uwarunkowania społeczne i gospodarcze są modele błędu przestrzennego z ustalonymi efektami. Występowanie indywidualnych efektów potwierdza zasadność badania aktywności budowlanej w kontekście przestrzennym, w którym na jej poziom wpływają specyficzne charakterystyki związane z lokalizacją geograficzną.

4.7 Literatura

1. Anselin, L., 1998, *GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets*, Journal of Housing Research, 9(1), 113-133.
2. Ashworth, J., Parker, S. C. (1997), *Modelling regional house prices in the UK*, Scottish Journal of Political Economy, 44(3), 225-246.
3. Bajeroski, T., 2003, *Podstawy teoretyczne gospodarki przestrzennej i zarządzania przestrzenią*, Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
4. Bajeroski, T., Biłozor, A., 2005, *Theory of Barabasi scale-free networks as a new tool in researching the structure and dynamics of regions*, Studia Regionalia, 15, 45-56.
5. Baltagi, B. H., 2008, *Econometric analysis of panel data*, Wiley&Sons, Chichester.
6. Barańska A., 2004, Criteria of Database Quality Appraisalment and Choice Stochastic Models in Prediction of Real Estate Market Value, FIG Working Week, TS27, Athens, Greece, www.fig.net.
7. Barends, I., Flaschel, P., Hartmann, F., Röthig A., 2010, *Kaldorian boom-bust cycles in the housing market, Intervention*, 7, 361-375.
8. Barunik J., Vosrva M., 2009, *Can a stochastic cusp catastrophe model explain stock market crashes?* Journal of Economic Dynamics & Control 33, 1824-1836.
9. Beinhocker E., 2006, *The Origin of Wealth*, HBS Press, Cambridge MA.
10. Belniak S., 2001, *Rozwój rynków nieruchomości w Polsce na tle krajów wysoko rozwiniętych*, Zeszyty Naukowe - Akademia Ekonomiczna w Krakowie. Seria Specjalna, Monografie 91480, ISSN 0209-1674, Kraków.
11. Belniak, S., Głuszak, M., 2011, *Uwarunkowania i zróżnicowanie lokalnych rynków mieszkaniowych w Polsce*, Zeszyty Naukowe/Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, (192), 20-29.
12. Beltratti, A., Morana, C., 2010, *International house prices and macroeconomic fluctuations*, Journal of Banking & Finance 34(3), 533-545, <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.08.020>.
13. Bielecka E., 2012, *Spatial Objects in the Domain Model of the Public Real Estate Administration System - Case Study of the Geographic Information System for the Police's Real Estate Administration*, FIG Working Week, TS02I, Rome, Italy, www.fig.net.
14. Bowen, W. M., Mikelbank, B.A., Prestegaard D.M., 2001, *Theoretical and Empirical Considerations Regarding Space in Hedonic Housing Price Model Applications*, Growth and Change, 32(4), 466-490.
15. Bryx, M., 2008, *Rynek nieruchomości: system i funkcjonowanie*, Wydawnictwo Poltext, Warszawa.
16. Bugs, G., 2007, *Urban land value map: a case study in Eldorado do Sul – Brazil*, GIS applications, Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação, Universidade Nova de Lisboa – UNL, Master of Science on Geospatial Technologies.
17. Chen, P. F., Chien, M. S., Lee, C. C., 2011, *Dynamic modeling of regional house price diffusion in Taiwan*, Journal of Housing Economics, 20 (4), 315-332.
18. Cichociński P., 2012, *How to calculate real estate accessibility*, FIG Working Week, TS08G, Rome, Italy, www.fig.net.
19. Cobb L., 1998, *An Introduction to Cusp Surface Analysis, Technical report*. <http://www.aetheling.com/models/cusp/Intro.htm>
20. Colander D., Holt R., Rosser B., 2004, *The changing face of mainstream economics*, Review of Political Economy, 16(4), pp.485-499.
21. Colwell, P. F., Munneke H. J., 2003, *Estimating a Price Surface for Vacant Land in an Urban Area*, Land Economics, 79 (1), 15-
22. Cymerman, J., 2011, *Aktywna gospodarka nieruchomościami w gminie: prawo, instrumenty, dochody gmin*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
23. Cymerman, R., Grzadka, B., Tyszko, L., 2002, *Gospodarka przestrzenna jako dziedzina wiedzy i praktyki kształtującej ład przestrzenny*, Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum, 1(1-2), 5-15.
24. Czaja S., 1997, *Teoriopoznawcze i metodologiczne konsekwencje wprowadzenia prawa entropii do teorii ekonomii*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Seria: Monografie i Opracowania (nr 100), (769).
25. Czyński, M., 2006, *Architektura w przestrzeni ludzkich zachowań. Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa w środowisku zbudowanym*, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej. Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego, 587 (45), 3-355.
26. Dąbrowski J., 2012, *The Statistic Methods of Surveying Realization Networks Precise Adjustment Evaluation*, FIG Working Week, TS08G, Rome, Italy.
27. Dale, P. F., McLaughlin, J. D., 1988, *Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries*, Clarendon Press. Oxford.
28. Dittman, I., 2013, *Primary and secondary residential real estate markets in Poland – analogies in offer and transaction price development*, Real Estate Management and Valuation, vol. 21, no. 1, pp. 39-48.
29. Domański, R., 1989, *Zastosowanie teorii katastrof w badaniach przestrzenno-gospodarczych*, Przegląd Geograficzny, T.LXI, z.3.
30. Domański, R., 1990, *Gospodarka przestrzenna: podstawy teoretyczne*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

31. Domański, R., 2012, *Ewolucyjna gospodarka przestrzenna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznań.
32. Earnhart, D., 2005, *Using Contingent-Pricing Analysis to Value Open Space and Its Duration at Residential Locations*, *Land Economics*, 82 (1), 17-35.
33. Enemark, S., 2005, *Land management and development*, CLGE International Conference 2005: European Professional Qualifications in Geodetic Surveying, 51-63.
34. Enemark, S., Van der Molen, P., 2006, *A Framework for Self-Assessment of Capacity Needs in Land Administration*, XXIII FIG congress, Shaping the Change, TS 71, 27, www.fig.net.
35. FIG, 1995, *FIG Statement on the Cadastre*, FIG publication No 11, Fig Office, Copenhagen, www.fig.net.
36. FIG, 1998, *Catastre 2014. A Vision for a Future Cadastral System*, FIG publication No 15, Fig Office, Copenhagen, www.fig.net.
37. FIG, 2010, *The Social Tenure Domain Model*, FIG publication No 11, Fig Office, Copenhagen, www.fig.net.
38. Galster, G., Tatian, P., Pettit, K., 2004, *Supportive Housing and Neighborhood Property Value Externalities*, *Land Economics*, 80 (1), 33.
39. Ge, X.J., Runeson, G., 2006, *A Dynamic Model of Housing Markets and Housing Prices*, 2014 from <http://eprints.lib.uts.edu.au/research/bitstream/handle/10453/11272/2006009456.pdf?sequence=1>.
40. Grover R., 2015, *Land Governance and the Legacy of 1215*, FIG Working Week, TS08G, Sofia, Bulgaria, www.fig.net.
41. Guntermann, K. L., Thomas, G., 2005, *Parcel Size, Location, and Commercial Land Values*, *Journal of Real Estate Research*, 27(3), 343.
42. Hardt Ł., 2010, *Rozwój ekonomii kosztów transakcyjnych a wzrost różnorodności współczesnej ekonomii*, *Ekonomista*, nr 1, s.9-31.
43. Hartelman P.A.I., Van der Maas, Ploeger A., 2002, *Stochastic catastrophe analysis of switches in the perception of apparent motion*. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (1).
44. Haughwout, A., Orr, J., Bedoll D., 2008, *The Price of Land in the New York Metropolitan Area*, Federal Reserve Bank of New York, Current Issues in Economics and Finance, 14 (3), 1-7.
45. Hayek, F.A., 2007, *Konstytucja wolności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
46. Holmes M.J., 2007, *How Convergent are Regional House Prices in the United Kingdom? Some New Evidence from Panel Data Unit Root Testing*, *Journal of Economic and Social Research* 9(1), 1-17
47. Hopfer, A., Cellmer, R., 1997, *Rynek nieruchomości*, Wydawnictwo ART, Olsztyn.
48. Isakson, H. R. 1997. "An Empirical Analysis of the Determinants of the Value of Vacant Land." *Journal of Real Estate Research* 13(2): 103
49. Jakimowicz A., 2010, *Źródła niestabilności struktur rynkowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
50. Kocur-Bera K., 2016, *Kształtowanie bezpiecznej przestrzeni obszarów wiejskich w aspekcie występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych*, Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
51. Kołodziejcki, J., 1982, *Geneza, funkcjonowanie oraz ocena sytuacji konfliktowych w gospodarce przestrzennej Polski*, [w:] *Diagnoza stanu gospodarki przestrzennej Polski. Biuletyn KPZK PAN*, 123, 134-148.
52. Kucharska-Stasiak, E., 2016, *Ekonomiczny wymiar nieruchomości*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
53. Lemmen CH., Oosterom van P., Zevenbergen J., Quak W., Molen van der Pl., 2003, *Further Progress in the Development of the Core Cadastral Domain Model*, FIG, Working Week, Paris, France, 13-17 April 2003.
54. Lewandowska, M. S., 2014, *Innovation barriers and international competitiveness of enterprises from Polish food processing industry. Research results*, *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 13 (4), 103-113.
55. Liszewski, S., 1995, *Przestrzeń turystyczna*, *Turyzm*, 5(2), 87-103.
56. Liu, Y., Zheng, B., Huang, L., Tang, X., 2007, *Urban Residential Land Value Analysis: Case Danyang, China*, *Geospatial Information Science* 10(3), 228-234, DOI:10.1007/s11806-007-0066-4.
57. Malisz, B., 1984, *Podstawy gospodarki i polityki przestrzennej*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
58. Markowski, T., 2011, *Funkcjonowanie gospodarki przestrzennej - założenia budowy modelu zintegrowanego planowania i zarządzania rozwojem*, *Studia. Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju*, 134, 26-44.
59. Meen, G., 1999, *Regional house prices and the ripple effect: a new interpretation*, *Housing studies*, 14(6), 733-753.
60. Noelwah, R. N., 2005, *The Effect of Environmental Zoning and Amenities on Property Values: Portland, Oregon*, *Land Economics*, 81 (2), 227-246.
61. Ohta, H., 1988, *Spatial price theory of imperfect competition*, (No. 8), Texas A&M University Press.
62. Okniński A., 1990, *Teoria katastrof w chemii*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
63. Olenderek, T., 2008, *Funkcja jako cecha przestrzeni*, *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10 (3 [19]), 61-69.
64. Orenstein, D. E., Hamburg, S. P., 2010, *Population and pavement: population growth and land development in Israel*, *Population and Environment* (31), 223-254, <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0102-4>.
65. Páez, A., 2009, *Recent research in spatial real estate hedonic analysis*, *Journal of Geographical Systems*, 11 (4), 311 - 316.
66. Parysek, J.J., 2008, *Urbanizacja i niektóre współczesne idee, koncepcje i modele planowania rozwoju miast*, *Współczesne kierunki i wymiary procesów urbanizacji*, Uniwersytet Opolski, 11-26.

67. Parzych P., 2009, *Modele estymacji wartości rynkowej lub katastralnej nieruchomości zurbanizowanych, rolnych i leśnych*, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Rozprawy i Monografie, 126 (1), ISSN 0867-6631.
68. Peters E. E., 1997, *Teoria chaosu a rynki kapitałowe*, Warszawa: Wig-Press.
69. Renigier-Biiozor, M., 2017, *Modern classification system if real estate markets*, Geodetski Vestnik, 61 (3).
70. Renigier-Biiozor M., Walacik M., Wiśniewski R., 2011, *Real estate markets in Poland – analysis of subsystem structure*, FIG Working Week 2011 - Bridging the Gap between Cultures, Marakech, Maroko, www.fig.net.
71. Robertson, C., Long, J., Farouk S., Nelson, T., Cameron C. F., 2014, *Assessing Quality of Spatial Models Using the Structural Similarity Index and Posterior Predictive Checks*, Geographical Analysis, 46 (1), 53-74, DOI: 10.1111/gean.12028
72. Roskal, Z. E., 2008, *Koncepcje przestrzeni w nauce i filozofii przyrody*, Roczniki Filozoficzne, Vol. 56 (1), 279-294.
73. Senetra A., 2017, *Ocena i modelowanie przestrzeni w procesie opracowania map wartości wiejskich krajobrazów pojeziernych*, Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
74. Sterev, N., 2014, *Competitive changes of food production in Bulgaria*, Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia, 13(1).
75. Stiglitz, J. E., 2002, *Information and the Change in the Paradigm in Economics*, The American Economic Review, 92 (3), 460-501.
76. Szul, R., 1991, *Przestrzeń, Gospodarka, Państwo*, Vol. 26, Uniwersytet Warszawski, Europejski Instytut Rozwoju Lokalnego i regionalnego, Wydawnictwo Programu CPBP, ISBN 83-85118-06-3.
77. Thom, R., 1976, *Structural stability and morphogenesis: an outline of a general theory of models*. Reading, Mass: Benjamin.
78. Tobin, G.A., Montz, B.E., 1998, *Catastrophic flooding and the response of the real estate market*, *The Social Science Journal*, Volume 25, Issue 2, pp. 167-177.
79. Trembecka, A., 2015, *Gospodarka nieruchomościami: teoria i praktyka*, Wydawnictwo AGH, Kraków
80. Trojanek, R., 2008, *Wahania cen na rynku mieszkaniowy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
81. Tuan, Y. F., 1987, *Przestrzeń i miejsc* (przeł. A. Morawińska, wstęp K. Wojciechowski, Państwowy Instytut Wydawniczy 2005, Warszawa, ISBN 83-06-01466-9S
82. UN-ECE (*United Nations Economic Commission for Europe*), 1996, *Land Administration Guidelines*, Geneva. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/land.administration.guidelines.e.pdf>
83. Unold, J., 2003, *Dynamika systemu informacyjnego a racjonalność adaptacyjna. Teoretyczno-metodologiczne podstawy nowego ujęcia racjonalności*, Wydawnictwo AE Wrocław, Wrocław.
84. Voss, W., 2017, *Well-functioning Real Estate Markets - Criteria and Examples*, FIG Working Week, Helsinki, Finland, www.fig.net.
85. Walesiak, M., 1996, *Metody analizy danych marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
86. Wallis, A., 1977, *Miasto i przestrzeń*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
87. Wejchert, K., 1993, *Przestrzeń wokół nas*, Wydawnictwo Fibak Noma Press.
88. Wilkowski W., Karabin M., 2006, *Cadastre 2020 – a Vision for a Future Cadastral System in Poland*, XXIII FIG Congress 8-13 October 2006 Munich, Germany, www.fig.net.
89. Williamson, I., Wallace, J., 2006, *Spatially Enabling Governments: A New Directions for Land Administration Systems*, XXIII FIG congress, Shaping the Change, TS 23, 15.
90. Williamson, I.P., 2001, *Land administration "best practice" providing the infrastructure for land policy implementation*, Land Use Policy, 18 (4), 297-307.
91. Winnicki, I., 1985, *Schematy różnicowe w przestrzeni Lagrange'a elementu skończonego nieliniowego modelu płytkiej wody*, Przegląd Geofizyczny, T. XXX (4), 457-471.
92. Wojtyła A., 2008, *Współczesna ekonomia-kontynuacja czy poszukiwanie paradygmatu?* Ekonomista (1), 9-32.
93. Woś, A., 2002, *Przestrzeń ekonomiczna rolnictwa*, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa.
94. Zapotoczna, M., 2014, *Taxonomic Analysis of Spatial Diversification of Housing in Selected Countries of the European Union*, Barometr Regionalny, 12(3), 85-90.
95. Zeeman, E.C., 1974, *In the unstable behavior stock exchanges*. Journal of Mathematical Economics I 1, 39-49.
96. Żróbek, R., Żróbek, S., Żróbek-Różańska, A., Żróbek-Sokolnik, A., Dynowski, P., 2014, *Podstawy i procedury gospodarowania publicznymi zasobami nieruchomości*, Wydawnictwo UWM w Olsztynie, Olsztyn.
97. Żróbek, S., 1994, *Metodyka wyboru funkcji użytkowania terenów obrzeżnych miast*, Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis, Zeszyt (24).
98. Żróbek, S., Walacik, M., 2010, *Compulsory Purchase Compensation in Polish Legislation on a Background Solutions Adopted in Other Countries*, FIG Congress 2010, TS 3F, Sydney, Australia, www.fig.net.
99. Żróbek, S., Żróbek, R., Kuryj, J., 2006, *Gospodarka nieruchomościami z komentarzem do wybranych procedur*, Wydawnictwo Gall, Gliwice.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1 Kierowanie międzynarodowymi, krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

| Kierowanie międzynarodowymi, krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach | | |
|---|-------------------------------------|--|
| 2013-2015 | Kierownik Projektu Naukowego | Projekt Naukowy Narodowego Centrum Nauki (NCN) DEC-2012/07/B/Hs4/03267; <i>Modelowanie dynamiki cen nieruchomości przy zastosowaniu teorii katastrof i praw skalowania</i> , w latach 2013-2015. |
| 2001-2002 | Research Project Coordinator | Research Project Coordinator (<i>Koordinator międzynarodowego tematu badawczego</i>) w ramach programu Education Trust, finansowany przez Royal Institution of Chartered Surveyors - <i>Limitations in the development of real estate market in Poland and the concept of their reduction</i> , na lata 2001–2002, pomiędzy Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim, reprezentowanym przez Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej a Oxford Brookes University. |
| 2000-2001 | Wykonawca Projektu Naukowego | Projekt Badawczy Zamawiany Komitetu Badań Naukowych (KBN) NR PBZ 024-13 <i>Koncepcja systemu informacji przestrzennej w Polsce</i> , Blok tematyczny VI: <i>Końcowa wersja koncepcji Systemu Informacji Przestrzennej w Polsce</i> ; - Zadanie 5 - <i>Przykład systemu informacji przestrzennej – lokalny GIS miasta Olsztyna</i> . - Zadanie 15 - <i>Symulacja i testowanie funkcjonowania SIP na przykładzie warstwy tematycznej - Gospodarka nieruchomościami</i> . |
| 2000-2001 | Kierownik Projektu Naukowego | Projekt Naukowy Komitetu Badań Naukowych (KBN) NR 9 T12E 010 19 - <i>Opracowanie koncepcji współdziałania elementów tworzonego systemu katastralnego w Polsce</i> , w latach 2000-2001. |

5.2 Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

| Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową | | |
|---|---|---|
| 2016 | J.M. Rektor Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie | Nagroda JM Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej (zespołowa III stopnia) |
| 2015 | J.M. Rektor Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie | Nagroda Indywidualna I stopnia JM Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za działalność naukową |
| 2013 | J.M. Rektor Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie | Srebrny Laur Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za zasługi dla rozwoju Uniwersytetu oraz zaangażowanie w pracę naukowo-dydaktyczną i działalność na rzecz środowiska akademickiego |
| 2011 | Emerald Literati Network | Outstanding Paper Award Winner at the Literati Network Awards for Excellence 2011 (Nagroda za najbardziej wartościową publikację naukową opublikowaną w 2010 roku w czasopiśmie <i>Property Management</i> wydawanym przez Emerald) - <i>The cost effectiveness of refurbishing Polish housing stock: a case study of apartments in Olsztyn</i> |
| 2002 | Minister Infrastruktury | Nagroda Ministra Infrastruktury za najlepszą pracę doktorską, w 2001 roku, w dziedzinach: architektura, budownictwo, gospodarka przestrzenna, mieszkaniowa i komunalna, urbanistyka, geodezja i kartografia |
| 2001 | Rada Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej | Wyróżnienie przez Radę Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego w Olsztynie obronionej pracy doktorskiej |

5.3 Recenzowanie projektów międzynarodowych, krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Sporządziłem 36 recenzji artykułów naukowych (w tym 13 w j. angielskim):

- 1 recenzję dla czasopisma *Kybernetika* (IF = 0,623),
- 12 recenzji dla czasopisma *Real Estate Management and Valuation*,
- 2 recenzje dla czasopisma *Entrepreneurial Business and Economics Review*,
- 1 recenzję dla czasopisma *Economic Alternatives*,
- 1 recenzję dla czasopisma *Rzeczoznawca Majątkowy*,
- 7 recenzji dla czasopisma *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*,
- 9 recenzji dla czasopisma *Biuletyn Stowarzyszenia Rzeczoznawców Majątkowych Województwa Wielkopolskiego*,
- 3 recenzje dla czasopisma *Wycena. Wartość-Obrót-Zarządzanie Nieruchomościami*.

W 2016 roku otrzymałem zaproszenie do recenzji artykułu naukowego (tematyka dotyczyła stosowanego w moich artykułach [C1, C2] modelu katastrofy typu szpica) w czasopiśmie *Kybernetika* indeksowanego w bazie *Journal Citation Reports*.

5.4 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

W ramach działalności naukowej miałem 39 wystąpień konferencyjnych po uzyskaniu stopnia doktora, 16 wystąpień przeprowadzonych na konferencjach i seminariach międzynarodowych (7 wystąpień jako zaproszony prelegent), 23 wystąpień przeprowadzonych na konferencjach i seminariach krajowych (5 wystąpień jako zaproszony prelegent).

5.4.1 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych konferencjach tematycznych

| Czynne uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach | |
|--|--|
| 2015 | Referat: Housing dynamics with the catastrophe theory ; Współautor: Kulesza S.; European Network for Housing Research Conference (ENHR) 2015 - Housing and Cities in a time of change: are we focusing on People? WORKSHOP NAME: Housing Market Dynamics, 28.06- 1.07.2015 r., Lizbona, Portugalia. |
| 2015 | Referat: Nonstationary time series of real estate prices ; Współautor: Kulesza S.; 33rd Scientific Conference on Multivariate Statistical Analysis MSA 2014, 17-19.11.2014, Łódź, Polska. |
| 2014 | Referat: Applications of catastrophe theory for statistical modeling of real estate market ; Współautor: Kulesza S.; European Network for Housing Research Conference (ENHR), HOUSING ECONOMICS WORKSHOP, 31.01-2.02.2014 r., Alicante, Hiszpania. |
| 2012 | Referat: Modelling the real estate dynamics with the catastrophe theory ; Współautor: Kulesza S.; 19th Annual European Real Estate Society Conference; 19-16.06. 2012 r., Edinburgh, Wielka Brytania. |
| 2012 | Referat: Apartment markets analysis considering environmental noise level in Poland ; Współautor: Krajewska M, Szopińska K.; 19th Annual European Real Estate Society Conference; 19-16.06.2012 r., Edinburgh, Wielka Brytania. |
| 2008 | Referat: Land acquisition for public purpose in Poland on example of public roads construction ; Współautor Walacik M.; FIG Working Week 2008: Integrating Generations and FIG/UN-HABITAT Seminar: Improving Slum Conditions through Innovative Financing, 14-19.06.2008 r., Stockholm, Norwegia. |
| 2007 | Referat: Methodology of Conducting Comparative Analyses of Local Real Estate Markets for Purposes of Land Management ; Współautor: Cellmer R.; 14th Annual European Real Estate Society Conference; 27-30.06.2007 r., London, Wielka Brytania. |
| 2002 | Referat: Benchmarking cadastral systems: an approach based on statistical techniques ; Współautor: Żróbek S.; 23rd Urban Data Management Symposium, 30 Years of UDMS Looking Back Looking Forward, 1-4.10.2002 r., Prague, Czechy. |

| | |
|--|---|
| 2002 | Referat: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕННОМ ПЛАНИРОВАНИИ , współautor: Jasiński J., miejsce; II Polsko-Białoruska Konferencja Naukowa, nt. Wycena nieruchomości i jej rola w rozwoju obszarów zurbanizowanych, Organizator: Narodowa Agencja Katastralna Białorusi w Mińsku, 28.02-02.03.2002 r., Mińsk, Białoruś. |
| Czynne uczestnictwo w międzynarodowych seminariach – na zaproszenie organizatorów | |
| 2011 | Referat: Acquisition of land for public purpose in Poland ; organizator: University of Leon, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, wrzesień 2011, Ponferada, Hiszpania. |
| 2009 | Referat: Land acquisition for public purpose in Poland on example of public road construction ; Seminar Freehold Property Rights on the land: possible instruments and solutions for governments to reduce costs of transition from FDI perspective; Organization: Albanian Ministry of Economy oraz TAIEX (<i>Technical Assistance and Information Exchange</i>) organ Komisji Europejskiej; 4-6.02.2009 Tirana, Albania. |
| 2008 | Referat: The issue of a fair compensation in the procedure of acquiring land for public investments in Poland ; organizator: Oxford Brookes University, School of the Built Environment, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, wrzesień 2008, Oxford, Wielka Brytania. |
| 2007 | Referat: Transformation of polish real estate valuation system ; organizator: Oxford Brookes University, School of the Built Environment, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, lipiec 2007, Oxford, Wielka Brytania. |
| 2005 | Referat: The use of cadastral data in spatial economy ; organizator: Oxford Brookes University, School of the Built Environment, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, czerwiec 2005, Oxford, Wielka Brytania. |
| 2004 | Referat: Alternative methods for conducting comparative analyses of cadastral systems ; organizator: Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Holandia, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, wrzesień 2004, Delft, Holandia. |
| 2002 | Referat: Comparative analyses of European cadastral systems with the use of statistical algorithms ; organizator: Oxford Brookes University, School of the Built Environment, zaproszenie na realizację seminariów w ramach programu LLP-ERASMUS, czerwiec 2002, Oxford, Wielka Brytania. |

5.4.2 Wygłoszenie referatów na krajowych konferencjach tematycznych

| | |
|--|--|
| Czynne uczestnictwo w krajowych konferencjach | |
| 2017 | Referat: Kryzys na rynku nieruchomości jako determinanta pozytywnych zmian w przestrzeni miejskiej ; Współautor: Kulesza S., Nieruchomość w Przestrzeni 3, 6 czerwca 2017 r., Kalisz. |
| 2017 | Referat: Analiza porównawcza jakości życia w nowych budynkach mieszkalnych w Polsce i na Litwie ; Współautorzy: Lepkova N., Vilutiene T., Putek E., Żróbek S.; XXIV Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości 23-25 maja 2016 r., Łódź. |
| 2017 | Referat: Dynamika cen nieruchomości w świetle ekonomii ewolucyjnej ; Współautor: Kulesza S., Nieruchomość w Przestrzeni 3, 19-20 października 2017 r., Poznań. |
| 2016 | Referat: Ewolucja metodyki szacowania nieruchomości w perspektywie ekonomii złożoności ; Współautor: Kulesza S., Nieruchomość w Przestrzeni 2, 27-28 października 2016 r., Poznań. |
| 2016 | Referat: Perspektywa złożoności w badaniach rynku nieruchomości ; II Ogólnopolska Konferencja Naukowa Nowe Tendencje w Gospodarce Nieruchomościami, 2-3 czerwca 2016 r., Szczecin. |
| 2016 | Referat: Badania satysfakcji klientów z warunków mieszkaniowych w nowym budownictwie mieszkaniowym ; Współautor: Lepkova N., Butkiene E.; XXIV Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości 23-25 maja 2016 r., Łódź. |
| 2015 | Referat: Modelowanie dynamiki szeregów czasowych cen nieruchomości ; Współautor: Kulesza S.; VI Konferencja Naukowa Modelowanie i Prognozowanie Gospodarki Narodowej; 6-8 maja 2015 r., Sopot. |
| 2015 | Referat: Dynamika szeregów czasowych na rynku nieruchomości ; Współautor: Kulesza S.; XXIII Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości, 25-27 maja 2015 r., Katowice. |
| 2014 | Referat: Podobieństwo szeregów czasowych cen nieruchomości mieszkaniowych na rynkach lokalnych w Polsce ; Współautor: Kulesza S.; XXII Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości, 26-28 maja 2014 r., Stare Jabłonki. |

| | |
|---|--|
| 2014 | Referat: Wpływ źródeł finansowania rynku mieszkaniowego na elastyczność jego dynamiki ; Współautor: Kulesza S.; Ogólnopolska Konferencja Naukowa Nowe Tendencje w Gospodarce Nieruchomościami, 10-11 czerwiec 2014 r., Szczecin. |
| 2014 | Referat: Rynek nieruchomości jako system dynamiczny z perspektywy nauk fizycznych ; Współautor: Kulesza S.; 7 Sympozjum Fizyka i Ekonomia w Naukach Społecznych, 15-18 maja 2014 r., Lublin. |
| 2013 | Referat: Dynamika cen nieruchomości badana na gruncie teorii katastrof ; Współautor: Kulesza S.; Wielowymiarowa Analiza Statystyczna WAS, 20-22 listopada 2013 r., Łódź. |
| 2013 | Referat: Dynamika ewolucyjna rynku nieruchomości w Polsce badana na gruncie teorii katastrof , Współautor: Kulesza S.; Konferencja naukowa „Między teorią a zastosowaniami – matematyka w działaniu” w ramach projektu “Centrum Zastosowań Matematyki”, 16-22 czerwca 2013 r., Będlewo. |
| 2012 | Referat: Rynek nieruchomości pod wpływem zmian katastroficznych ; Współautor: Kulesza S., VI Ogólnopolskie Sympozjum „Fizyka w Ekonomii i Naukach Społecznych”, 19-21 kwietnia 2012 r., Gdańsk. |
| 2012 | Referat: Dynamika zmian cen nieruchomości w aspekcie teorii przejść nieciągłych ; XX Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości; 28-30 maja 2012 r., Toruń. |
| 2011 | Referat: Teoria przejść nieciągłych jako metoda modelowania rynku nieruchomości ; XIX Krajowa Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości, 29-31 maja 2011 r., Szczecin. |
| 2009 | Referat: Optymalizacja wartości nieruchomości na przykładzie publicznych zasobów nieruchomości ; XVII Konferencja Naukowa Towarzystwa Naukowego Nieruchomości; 8-19 maja 2009 r., Kraków. |
| 2006 | Referat: Koncepcja oceny poziomów ryzyka na rynku nieruchomości i sposoby jego uwzględniania w procesie inwestycyjnym ; Współautor: Cellmer R.; Ogólnopolska konferencja Towarzystwa Naukowego Nieruchomości nt. Nieruchomość, jako obiekt finansowania i zarządzania, 28-29 marca 2006 r., Elbląg. |
| Czynne uczestnictwo w krajowych seminariach – na zaproszenie organizatorów | |
| 2016 | Referat: Ekonomia złożoności w zachowaniach rynku nieruchomości , Seminarium Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, 14 kwietnia 2016, Warszawa. |
| 2015 | Referat: Finansowanie rynku mieszkaniowego w relacji do dynamiki cen nieruchomości ; Seminarium Metodyka analiz rynku nieruchomości i doskonalenia procesów gospodarowania przestrzenią, Organizator: Stowarzyszenie Pośredników i Doradców Rynku Nieruchomości, 21-22 września 2015, Guzowy Piec. |
| 2015 | Referat: Ewolucyjne aspekty funkcjonowania rynku nieruchomości ; Seminarium Naukowe "Gospodarka Nieruchomościami i Zasobami Nieruchomości"; organizator: Katedra Zasobów Nieruchomości oraz Katedra Gospodarki Nieruchomościami i Rozwoju Regionalnego, 18 marca 2015, Olsztyn. |
| 2013 | Referat: Zastosowanie teorii katastrof do analizy ewolucji rynku nieruchomości w warunkach niestabilności ; Współautor: Kulesza S.; Multimedialne Seminarium z Ekono- i Socjofizyki; Organizator: Uniwersytet Warszawski, 19 marca 2013, Warszawa. |
| 2013 | Referat: Czy kryzys na rynku nieruchomości jest dobry - dla ludzi? Ogólnopolska Konferencja Naukowa <i>Miasto nie dla ludzi?</i> Organizator: Koło Naukowe Gospodarki Nieruchomościami Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, 24-26 kwietnia 2013 r., Olsztyn. |

5.6 Podsumowanie dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej – ujęcie ilościowe

Przedstawione poniżej zestawianie dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej (po uzyskaniu stopnia doktora w naukach technicznych w dziedzinie geodezja i kartografia) ma charakter syntetyczny i ilościowy.

Szczegółowe ujęcie dorobku przedstawione zostało w Załączniku nr 4 i 5.

Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych

| Kryterium w zakresie dorobku naukowego | Liczba |
|---|---------------|
| Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) | 4 |
| Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie <i>Web of Science</i> | 2 |
| Autorstwo lub współautorstwo monografii lub podręcznika akademickiego | 2 |
| Autorstwo lub współautorstwo rozdziału w monografiach w j. polskim | 3 |
| Autorstwo lub współautorstwo rozdziału w monografiach w j. angielskim | 1 |
| Autorstwo lub współautorstwo publikacji w czasopismach z wykazu B MNiSW | 35 |
| Autorstwo lub współautorstwo publikacji w czasopismach poza wykazami MNiSW | 12 |
| Międzynarodowe nagrody za działalność naukową | 1 |
| Krajowe nagrody za działalność naukową | 3 |
| Wygłoszenie referatów na międzynarodowych konferencjach i seminariach tematycznych | 16 |
| Wygłoszenie referatów na krajowych konferencjach i seminariach tematycznych | 23 |
| Recenzowanie artykułów naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych | 36 |
| Prowadzenie sesji naukowych na międzynarodowych konferencjach naukowych | 1 |
| Prowadzenie sesji naukowych na krajowych konferencjach naukowych | 3 |

| Kryterium w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego | Liczba |
|--|---------------|
| Kierowanie pracą magisterską studenta | 17 |
| Kierowanie pracą inżynierską studenta | 90 |
| Recenzja prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) | 130 |
| Liczba przedmiotów prowadzonych na studiach I i II stopnia oraz studiach podyplomowych | 27 |
| Liczba zamiejscowych ośrodków Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, w których realizowano zajęcia dydaktyczne | 4 |
| Liczba miast, w których realizowano zajęcia dydaktyczne na studiach podyplomowych | 17 |
| Opieka naukowa nad doktorantami | 1 |
| Opieka naukowa nad studentami | 2 |
| Funkcja wydziałowego Koordynatora Krajowych Ram Kształcenia (KRK) | 1 |
| Opracowanie planu kształcenia i ich korekta na studiach I i II stopnia | 3 |
| Opracowanie wytycznych dla przedmiotów na studiach II stopnia w zakresie spełniania minimów programowych Ministra Infrastruktury i Rozwoju | 1 |
| Opracowanie programu kształcenia dla studiów podyplomowych wraz opisem zakładanych efektów kształcenia zgodnych z KRK, systemem zapewnienia jakości kształcenia oraz zasad organizacji studiów | 1 |
| Opracowanie nowych programów nauczania dla przedmiotów na studiach II stopnia | 5 |
| Członkostwo w komisjach wydziałowych d.s. kształcenia, strategii rozwoju, obszarów i pól badawczych | 3 |
| Cykl artykułów popularnonaukowych | 9 |
| Uzyskanie państwowej licencji zawodowej | 2 |
| Ukończenie studiów podyplomowych | 2 |
| Odbycie szkoleń, kursów i warsztatów | 8 |

| Kryterium w zakresie współpracy z instytucjami i organizacjami oraz współpracy międzynarodowej | Liczba |
|---|---------------|
| Przewodniczący komitetu organizacyjnego konferencji i seminariów naukowych | 4 |
| Członek komitetu organizacyjnego konferencji i seminariów naukowych | 9 |
| Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism | 3 |
| Udział w zespołach eksperckich i konkursowych | 9 |
| Członkostwo w międzynarodowych, krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych | 3 |
| Otrzymane nagrody i wyróżnienia za działalność organizacyjną | 3 |
| Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców | 3 |
| Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych | 5 |
| Staż w zagranicznych ośrodkach naukowych lub akademickich | 7 |
| Artykuły naukowe z międzynarodowymi współautorami | 8 |

