

AUTOREFERAT

DR INŻ. ANDRZEJ BIŁOZOR

Biłozor

Spis treści

Lp.		Str.
1.	Imię i nazwisko	3
2.	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
3.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach dydaktyczno-naukowych	3
4.	Wykazane osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16, ust.2 ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz. U. z 2014 r. poz. 1852)	4
4.1.	Zakres publikacji	4
4.2.	Wprowadzenie – główne założenia oraz cele badań	7
4.3.	Szczegółowa charakterystyka cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe	11
4.3.1.	Opracowanie koncepcji oceny i zasad optymalizacji struktur przestrzennych	11
4.3.2.	Opracowanie założeń oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych - zasadności przeprowadzenia procesu optymalizacji i polioptymalizacji	17
4.3.3.	Opracowanie metodyki oceny i klasyfikacji wykorzystywanej przy procesie optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych	22
4.3.4.	Opracowanie metodyki i struktury systemu wspomagania decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu	40
4.3.5.	Opracowanie metodyki i struktury systemu wspomagania decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu	53
4.3.6.	Opracowanie metodyki badania istotności zmiennych oraz eliminacji zbędnych danych w procesie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych	62
4.4.	Podsumowanie cyklu artykułów	68
4.5.	Literatura	73
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	76
6.	Podsumowanie dorobku i osiągnięć naukowych	85

1. Imię i nazwisko: ANDRZEJ BIŁOZOR

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.

- a) Tytuł zawodowy **magistra inżyniera** w dyscyplinie geodezja i kartografia, specjalność: zarządzanie nieruchomościami, uzyskany na Wydziale Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, ART w Olsztynie.

Praca magisterska pod tytułem: „*Kredyty hipoteczne na cele mieszkaniowe w Polsce*”, obroniona 02.07. 1999 R.

Opiekun naukowy: dr hab. Wojciech Żebrowski prof. UWM. (UWM w Olsztynie).

- b) Stopień **doktora nauk technicznych** w dyscyplinie geodezja i kartografia uzyskany na Wydziale Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, UWM w Olsztynie.

Praca doktorska pod tytułem: „*Zastosowanie logiki rozmytej do identyfikacji i lokalizacji strefy przejściowej miast i wsi*”, obroniona 07.12. 2004.

Promotor: dr hab. inż. Tomasz Bajerowski (UWM w Olsztynie).

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Henryk Rogacki (UAM w Poznaniu),
prof. dr hab. inż. Sabina Żróbek (UWM w Olsztynie).

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach dydaktyczno-naukowych.

- a) Od 2005 roku - Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej (od 2015 r. Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa), adiunkt.
- b) Od 2006 do 2008 - Wyższa Szkoła Infrastruktury i Zarządzania w Warszawie, Kierunek: Gospodarka Przestrzenna, adiunkt.
- c) Od 2009 do 2015 - Kujawsko Pomorska Szkoła Wyższa w Bydgoszczy, Wydział Techniczny, Kierunek: Geodezja i Kartografia, adiunkt

4. Wykazane osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16, ust.2 ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz. U. z 2014 r. poz. 1852).

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl powiązanych tematycznie publikacji nt. „**Koncepcja oceny i zasad optymalizacji struktur przestrzennych**”.

Zestawienie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe przedstawia tabela 4.1.

Ozn.	Publikacja	Rodzaj/liczba punktów ¹
[C1]	Renigier-Biłozor M., Wiśniewski R., Biłozor A. , Kaklauskas A. 2014. <i>Rating methodology for real estate markets – Poland case study</i> . International Journal of Strategic Property Management. Vol. 18. Issue 2, pp. 198-212. Udział procentowy wnioskodawcy – 20%	Lista A MNiSW/20 pkt. IF 1,052
[C2]	Renigier-Biłozor M., Biłozor A. , Wiśniewski R. 2017. <i>Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment</i> . Land use Police. 61 (2017), pp. 511–525. Udział procentowy wnioskodawcy – 50%	Lista A MNiSW/35 pkt. IF 3,089
[C3]	Biłozor A. Jędrzejowska K. 2012. <i>Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn</i> . Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości – vol. 20 nr 2. Udział procentowy wnioskodawcy – 80%	Lista B MNiSW/ 6 pkt.
[C4]	Biłozor A. , Renigier-Biłozor M., Furman A. 2014. <i>Multi-Criteria Land use Function Optimization</i> . Real Estate Management and Valuation. Volume 22, Issue 4, Pages 81–91. Udział procentowy wnioskodawcy – 80%	Lista B MNiSW/ 10 pkt.
[C5]	Biłozor A. , Renigier-Biłozor M. 2017. <i>Methodology of the polyoptimization for spatial processes</i> . “Environmental Engineering” 10th International Conference Vilnius Technical University Lithuania. 27-28 April 2017. Udział procentowy wnioskodawcy – 80%	Web of Science/15 pkt.
[C6]	Renigier-Biłozor M., Wiśniewski R., Biłozor A. 2017. <i>Rating attributes toolkit for the residential property market</i> . International Journal of Strategic Property Management. Vol. 21. Issue 3, pp. 307-317. Udział procentowy wnioskodawcy – 50%	Lista A MNiSW/20 pkt. IF 0,710

¹ Zgodnie z rokiem publikacji

4.1. Zakres publikacji.

[C1] Renigier-Biłozor M., Wiśniewski R., **Biłozor A.**, Kaklauskas A. 2014. *Rating methodology for real estate markets – Poland case study*. International Journal of Strategic Property Management. Vol.18. Issue 2, pp. 198-212. DOI: 10.3846/1648715X.2014.927401.

Głównym celem publikacji było opracowanie metody oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych w formie ratingów rynków nieruchomości. W ramach prac podjęto próbę

wskazania zakresu informacji i czynników wpływających na podejmowanie decyzji na rynkach nieruchomości. Głównym celem opracowanej metody rynku nieruchomości było stworzenie uniwersalnego i znormalizowanego systemu oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości.

Udział procentowy wnioskodawcy – 20%, (opracowanie koncepcji badań, opracowanie i przetestowanie systemu ratingu przestrzeni rynku nieruchomości mieszkaniowych).

[C2] Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.**, Wiśniewski R. 2017. ***Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment.*** Land use Police. 61 (2017), pp. 511–525. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.11.040.

Głównym celem prowadzonych badań było opracowanie metodologii, która mogłaby zostać wykorzystana do oceny i klasyfikacji stanu (kondycji) struktur przestrzennych oraz określenie warunków oceny jakości przestrzeni wpływających na obraz rynku nieruchomości. Ustalona i opisana w publikacji klasyfikacja ratingowa zapewnia aktualny, rzetelny i porównywalny obraz warunków miast, które mogą być użyteczne w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Udział procentowy wnioskodawcy – 50%, (opracowanie koncepcji badań, opracowanie i przetestowanie systemu ratingu przestrzeni rynku nieruchomości mieszkaniowych).

[C3] Biłozor A. Jędrzejowska K. 2012. ***Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn.*** Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości – vol. 20 nr 2 2012.

Głównym celem publikacji było opracowanie zasad optymalizacji przestrzeni miejskiej. W artykule zaprezentowano procedurę określania optymalnych stanów użytkowania ziemi jako narzędzia w procesie gospodarowania przestrzenią przy wykorzystaniu macierzy cech. Opracowana macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej (przeznaczenia terenu) z cechami terenu oraz z występującą infrastrukturą stanowi podstawę do przeprowadzenia ekonomicznej optymalizacji kosztowej – minimalizującej koszty transformacji poprzez maksymalne wykorzystanie potencjału obszaru.

Udział procentowy wnioskodawcy – 80%, (opracowanie koncepcji procedury optymalizacji przestrzeni, opracowanie macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej (przeznaczenia terenu) z cechami terenu oraz z występującą infrastrukturą techniczną i społeczną, opracowanie i przetestowanie procedury decyzyjnej donośnie zmiany przeznaczenia terenu).

[C4] Biłozor A., Renigier-Biłozor M., Furman A. 2014. *Multi-Criteria Land use Function Optimization*. Real Estate Management and Valuation. Volume 22, Issue 4, Pages 81–91.

Głównym celem publikacji była próba zastosowania analizy wielokryterialnej jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji planistycznych podczas wyboru optymalnego przeznaczenia terenu. W publikacji przedstawiono kryteria wyboru optymalnego przeznaczenia terenu, parametry je charakteryzujące oraz możliwości zastosowania wybranych metod analizy wielokryterialnej. Przyjęte do analizy kryteria: społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne, stanowią podstawę zrównoważonego rozwoju danego obszaru i pokrywają się z czynnikami branżowymi pod uwagę w trakcie tworzenia dokumentów planistycznych. Przedstawione metody analizy oraz uzyskane wyniki pokazują szerokie możliwości zastosowania wielokryterialnej analizy, a także dają możliwość zautomatyzowania niektórych etapów tworzenia dokumentów planistycznych.

Udział procentowy wnioskodawcy – 80%, (opracowanie koncepcji badań, opracowanie procedury umożliwiającej zastosowanie analizy wielokryterialnej w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu, opracowanie wyników badań).

[C5] Biłozor A., Renigier-Biłozor M. 2017. *Methodology of the polyoptimization for spatial processes*. “Environmental Engineering” 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University Lithuania.

Głównym celem publikacji było opracowanie metodologii polioptymalizacji procesów przestrzennych. W publikacji zaprezentowano ideę polioptymalizacji, metody określania zbiorów i wyboru rozwiązań kompromisowych oraz metodykę określania polioptymalnych stanów użytkowania przestrzeni. Przedstawiono również możliwości zastosowania metod polioptymalizacji jako narzędzi wspomagającego proces podejmowania decyzji w planowaniu i gospodarowaniu przestrzenią z wykorzystaniem narzędzi GIS, metody formułowania i rozwiązywania zadań polioptymalnych związanych z wyborem funkcji optymalnej oraz korzyści płynące z zastosowania polioptymalizacji.

Udział procentowy wnioskodawcy – 80%, (opracowanie koncepcji badań, przegląd literatury, opracowanie procedury umożliwiającej zastosowanie metod polioptymalizacji w procesie zmiany przeznaczenia terenu, opracowanie wyników badań).

[C6] Renigier-Biłozor M., Wiśniewski R., **Biłozor A.** 2017. *Rating attributes toolkit for the residential property market*. International Journal of Strategic Property Management. Vol. 21. Issue 3 pp. 307-317. DOI: 10.3846/1648715X.2016.1270235.

Głównym celem publikacji było opracowanie zbioru zmiennych (platformy wiedzy) wykorzystywanych do opracowania ocen rynku nieruchomości oraz opracowanie procedury analizy istotności i eliminacji zbędnych danych. W pracy, zarówno dobór czynników w opisie przedmiotu analiz (czyli nieruchomości) jak i sprecyzowanie alternatyw decyzyjnych zostało opracowane z uwzględnieniem potencjału aplikacyjnego metody opartej o założenia teorii zbiorów przybliżonych i logiki rozmytej. Na tej podstawie opracowano zarys koncepcji struktury procesu decyzyjnego na przykładzie wybranych aspektów związanych z gospodarowaniem nieruchomościami, wkomponowanego w poszczególne etapy procedury decyzyjnej. Wyniki prowadzą do uzyskania niezbędnego zestawu funkcji stanowiących istotne informacje, które opisują sytuację na lokalnym rynku nieruchomości.

Udział procentowy wnioskodawcy – 50%, (opracowanie koncepcji badań, opracowanie i przetestowanie systemu ratingu przestrzeni oraz procedury badania istotności i eliminacji zbędnych danych).

4.2 Wprowadzenie – główne założenia oraz cele badań.

Specyfiką dzisiejszej przestrzennej aktywności człowieka jest planowe zawłaszczanie przestrzeni, związane głównie z rozwojem społeczno – gospodarczym. Gospodarowanie przestrzenią opiera się na zasadzie gospodarności, czyli maksymalizacji efektów, posiadając określone zasoby przestrzeni, przy jednoczesnej minimalizacji nakładów w celu osiągnięcia oczekiwanych efektów. Jest to proces ciągły, w którym ze względu na odnawialność i rozwój ludzkich potrzeb decyduje się o sposobie wykorzystania przestrzeni. Prawidłowy wybór i rozmieszczenie funkcji pod różne rodzaje użytkowania ma istotne znaczenie dla zaspokojenia potrzeb społecznych, ekonomicznych, ekologicznych oraz funkcjonalnych gminy, miasta, wsi lub ich części. Koncepcja podziału i przeznaczenia terenu wpływa na strukturę przestrzenną każdego obszaru, a zmiana przeznaczenia zależy od przyjętego podejścia. Przekształcenie wiąże się także z dopasowaniem cech przestrzeni, do nowego sposobu jej użytkowania, przy zachowaniu obowiązku wyboru optymalnej formy. Naturalne oraz antropogeniczne cechy przestrzeni, występujące w różnym nasileniu i układzie tworzą swego rodzaju mozaikę form, która podlega procesom ciągłych przemian. Pomędzy tak wyodrębnionymi formami zagospodarowania istnieją powiązania oraz wzajemne zależności, tworzące pewną strukturę

określaną mianem – struktura przestrzenna. Strukturę przestrzenną można również zdefiniować jako obszar aktualnie istniejących grup jednostek gospodarczych i społecznych, a także pewien układ ekonomiczno-przestrzenny, który ze względu na wzajemne powiązania i relacje budują pewną całość. Grupy te wyznaczają podstawowe ogniwa struktury przestrzeni, które ściśle oddziałują na siebie. Najczęściej zdarza się tak, że inne są oczekiwania społeczne, inne właścicieli gruntów z punktu widzenia możliwych zysków, a inne z punktu widzenia ochrony środowiska. W obecnym czasie jedną z metodą wyboru rozwiązań przestrzennych byłoby określenie optimum w sensie Pareto, gdzie poprawa sytuacji jednego, konkretnego podmiotu gospodarki przestrzennej (np. poprzez dostarczenie mu większej ilości dóbr), nie pogorszy sytuacji któregokolwiek z pozostałych podmiotów. Optimum w sensie Pareto może być osiągnięte tylko w warunkach konkurencji doskonałej, co nawet przy licznych założeniach upraszczających jest niezwykle trudne do zrealizowania.

Konieczność optymalnego wykorzystania przestrzeni wynika z jej ograniczoności, z istnienia pewnych granic, z określonej wielkości, kształtu oraz pojemności, których nie wolno przekraczać. Ograniczoność przestrzeni wymusza także konieczność jej racjonalnego, najczęściej efektywnego z ekonomicznego punktu widzenia, gospodarowania. Coraz większy deficyt wolnej przestrzeni, szczególnie na terenach miejskich powoduje, a wręcz wymusza jej optymalne wykorzystanie. Zmiany zachodzące w strukturach przestrzennych istotnie wpływają na rozwój rynku nieruchomości, który uwarunkowany jest różnorodnymi czynnikami endogenicznymi i egzogenicznymi. Wybrane czynniki decydują o lokalnym charakterze rynku nieruchomości, podczas gdy inne przyczyniają się do jego klasyfikacji, jako jednej z głównych gałęzi gospodarki narodowej. W perspektywie znaczenia optymalnego wykorzystania przestrzeni, a w szczególności nieruchomości (lub rynków nieruchomości) w lokalnych, krajowych oraz międzynarodowych procesach inwestycyjnych, a także roli jaką pełni sektor nieruchomości w gospodarkach wielu krajów, wiarygodnie przeprowadzone oceny i klasyfikacje rynków nieruchomości w formie ratingów wydają się niezbędne. Trzy główne cele systemu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych opracowane w formie ratingów, czyli wprowadzenie zobiektywizowanego kryterium porównywalności rynków nieruchomości w przyjętej perspektywie odniesienia, pomoc w podejmowaniu racjonalnych decyzji oraz redukcja liczby zmiennych w procesach decyzyjnych są w dobie fluktuacji elementami, które mogą stabilizować zachowania podmiotów uczestniczących w grze na rynku nieruchomości. W kolejnych okresach mogą stać się narzędziami przewidywania okresów dekoniunktury rynkowej. Mogą też być traktowane jako narzędzie obiektywnej oceny i klasyfikacji stanu danego rynku nieruchomości. Szybki wzrost gospodarczy i

poszukiwanie nowych możliwości inwestycyjnych przekształciły rynek nieruchomości w bardzo konkurencyjną sferę, w której różne podmioty realizują różne strategie inwestycyjne. Planowe, przewidywalne oraz optymalne zmiany w sposobie zagospodarowania przestrzeni, istotnie wpływają na rynek nieruchomości, powodując jego rozwój lub stagnację. Rosnące znaczenie rynku nieruchomości zachęca inwestorów do poszukiwania czynników i zmiennych, które wspierają spójne analizy, porównania rynków na podstawie różnych kryteriów i określania potencjału rynkowego. Inwestorzy szukają strategii minimalizacji ryzyka, a oceny są narzędziem, które można wykorzystać w analizach i prognozach potencjału przestrzeni i rynku nieruchomości.

Dążenie człowieka do perfekcji znajduje swój wyraz w optymalizacji. W najróżniejszych zagadnieniach i zadaniach inżynierskich, technicznych i technologicznych z zakresu planowania, projektowania oraz sterowania pojawiają się zagadnienia optymalizacji i polioptymalizacji budowy złożonego systemu lub procesu. Najogólniej pojęcie optymalizacji rozumiane jest jako zamierzone i planowe działanie zmierzające do osiągnięcia maksymalnego efektu (Peschel, Riedel 1979). Optymalny stan użytkowania ziemi można rozumieć jako funkcję potrzeb człowieka i przyrody czyli jako sumę wartości cech przyrodniczych i antropogenicznych, która powoduje najwyższą wartość gruntu. Istnieje przy tym wyraźny konflikt pomiędzy koniecznością zaspakajania potrzeb ludzi, a koniecznością zmian sposobu użytkowania wraz ze zmianą warunków środowiska i możliwościami przyrodniczymi. Istotną kwestią jest dostosowanie przestrzeni do aktualnych potrzeb. Optymalizacja istniejących struktur przestrzennych ma na celu weryfikację najbardziej niedopasowanych funkcji terenu oraz propozycję ich zamiany na funkcje najbardziej dopasowane względem występujących cech przyrodniczych i antropogenicznych, a także potrzeb społecznych, ekonomicznych oraz ekologicznych. Dostosowanie terenów problemowych – generujących tzw. konflikty przestrzenne, powinno opierać się na opinii mieszkańców, odzwierciedlając ich aktualne potrzeby oraz na tzw. rachunku ekonomicznym. Optymalizacja procesów przestrzennych ma sens, gdy przyjęte kryteria odzwierciedlają rzeczywiste preferencje użytkowników przestrzeni. Rzadko udaje się znaleźć rozwiązanie optymalne wyłącznie ze względu na jedno kryterium (np. koszt). Najczęściej analizowane problemy wymagają rozważenia równocześnie wielu kryteriów oceny postępowania w poszukiwaniu optymalnego rozwiązania i podjęcia decyzji o zmianie przeznaczenia. Szerokie zastosowanie w kwestii wyboru i zmiany funkcji przestrzeni znajdują zadania z zakresu optymalizacji i polioptymalizacji. Przy czym proces optymalizacji określany jest jako zadanie zmierzające do znalezienia najlepszego wariantu rozwiązania danego zagadnienia, a proces

polioptymalizacji jako zadanie zmierzające do znalezienia zbioru wariantów kompromisowych. Zastosowanie procedur optymalizacji i polioptymalizacji w procesie kształtowania przestrzeni niesie za sobą szereg korzyści, jak np.: efektywne wspomaganie procesu decyzyjnego, formułowanie szczegółowych zasad wyboru, odkrywanie nowych obszarów rozwiązań, budowanie platformy dyskusji w negocjacjach, zobrazowanie wieloaspektowych sytuacji. Optymalizacja i polioptymalizacji procesów przestrzennych odnosi się przede wszystkim do zasadności i opłacalności zmiany funkcji obszaru. Sprowadza się to do podejmowania decyzji o zmianie przeznaczeniu terenu, w efekcie czego powstają określone stany zagospodarowania, struktury przestrzenne optymalnie wykorzystujące potencjał przestrzeni.

Głównym celem prowadzonych badań objętych zbiorem artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe było opracowanie koncepcji i zasad oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych opracowanej i przedstawionej w formie ratingu rynku nieruchomości, jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji w gospodarce przestrzennej oraz zasad optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych.

Zaprezentowane w Autoreferacie osiągnięcie naukowe spełniają istotną rolę w gospodarce przestrzennej, a szczególnie w kontekście zwiększenia efektywności i skuteczności podejmowania decyzji w zakresie zasadności zmiany funkcji obszaru i oceny jej wpływ na rynki nieruchomości. Opracowanie to wymagało rozwiązania szeregu problemów i przeprowadzenia analiz wielu zagadnień, wśród których szczególne znaczenie mają następujące kwestie:

1. opracowanie koncepcji oceny i optymalizacji struktur przestrzennych - publikacje [C1], [C3], [C4];
2. opracowanie założeń oceny i klasyfikacji przestrzeni - zasadności przeprowadzenia procesu optymalizacji i polioptymalizacji - publikacje [C1], [C2];
3. opracowanie metodyki oceny i klasyfikacji wykorzystywanej przy procesie optymalizacji i polioptymalizacji przestrzeni - publikacje [C1], [C2];
4. opracowanie metodyki i struktury systemu wspomaganie decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu - publikacje [C3], [C4];
5. opracowanie metodyki i struktury systemu wspomaganie decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu - publikacje [C3], [C5];
6. opracowanie metodyki badania istotności zmiennych oraz eliminacji zbędnych danych w procesie oceny i klasyfikacji przestrzeni - publikacje [C2], [C6].

Oryginalnym osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w pracy jest opracowanie metodyki oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (ratingu rynku nieruchomości, jako jednego ze sposobów oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych), jako istotnego elementu wspierającego w procesie podejmowania decyzji oraz metodyki systemu wspomaganie decyzji w procesie optymalizacji i polioptymalizacji przeznaczenia terenu. Jak wykazano w pracy połączenie metod optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych wraz z kompleksową oceną i klasyfikacją pozwala nie tylko na zwiększenie skuteczności i wiarygodności analiz przestrzennych i oceny rynku nieruchomości ale również, w połączeniu z odpowiednimi narzędziami, umożliwia określenie potencjału przestrzeni wraz z perspektywą rozwoju spełniających niezwykle ważną rolę w gospodarce przestrzennej. W rozdziałach 4.3 – 4.5 przedstawiono rezultaty realizacji celów szczegółowych.

4.3. Szczegółowa charakterystyka cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe.

4.3.1. Opracowanie koncepcji oceny i optymalizacji struktur przestrzennych – publikacje [C1], [C3], [C4].

Gospodarka przestrzenna jest jedną z nauk, która ma bezpośredni wpływ na życie każdego człowieka. Zależność ta nie jest jednostronna – również człowiek ma bezpośredni wpływ na obraz i sposób użytkowania otaczającej przestrzeni. Rozmieszczenie funkcji użytkowania przestrzeni miejskiej jest wypadkową aktywności różnych podmiotów, jednak nie jest ono przypadkowe. Występują ogólne zasady kierujące procesem tworzenia się tej struktury. Prawidłowy wybór i rozmieszczenie terenów w mieście pod różne rodzaje użytkowania ma istotne znaczenie dla zaspokojenie potrzeb ekonomicznych, funkcjonalnych, jak również planistycznych miasta. Koncepcja podziału obszarów wpływa więc decydująco na strukturę przestrzenną każdego miasta, a ocena i klasyfikacja tego procesu na sposób zarządzania. Ocena procesu, która jest sądem wartościującym, stanowi też podstawowy element w procesie podejmowania decyzji powinna opierać się na rzetelnych danych opisujących rzeczywistość, zgodnie z preferencjami decydenta (Saaty 2008). Problem oceny, wartościowania i klasyfikacji jest jednym z podstawowych zagadnień w badaniach wszelkich relacji między człowiekiem a jego środowiskiem. Człowiek nadaje każdemu obserwowanemu zjawisku pewną wartość, nawet gdy chce zachować pewną neutralność. Ogólnie można przyjąć, że ocena jest subiektywną relacją pomiędzy podmiotem oceniającym, a przedmiotem ocenianym. Klasyfikacja w tym przypadku dąży do ustalenia porządku analizowanych zjawisk w czasie i przestrzeni, a także do poznania złożoności tych zjawisk wraz z

określeniem ich struktury i dynamiki. Analizując strukturę i charakter otaczającej przestrzeni, można ustalić, czy istnieją atrakcyjne perspektywy i czy w analizowanym obszarze istnieje potencjał wzrostu. Dlatego zaproponowano procedurę oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych będącą częścią systemu podejmowania decyzji na podstawie analizy sytuacji na rynku nieruchomości w formie ratingowej. W proponowanej procedurze przyjęto założenia teorii podejmowania decyzji, technologii data mining (teoria zbiorów przybliżonych) oraz analizy scoringowej. Umożliwia to ustalenie zasad decyzyjnych w formularzu systemowym dla oceny porównawczej i diagnozowania rynku. Rating jako narzędzie służące do zobiektywizowanej oceny i klasyfikacji zakłada: sprecyzowanie celu i zakresu oceny, uwzględnienie wzajemnych powiązań elementów składowych przedmiotu oceny, poprzedzenie właściwej oceny szczegółową inwentaryzacją, dobranie właściwej metody oceny zależnie od celu i zakresu prac oraz określenie kryteriów oceny (Miękus 1971). Rating to proces oraz wynik oceny, klasyfikacji danego zjawiska. Uogólniając i rozszerzając pojęcie ratingu oraz wychodząc poza rynek kapitałowy, proces przygotowania ratingów może dotyczyć nie tylko obszarów inwestowania, ale również innych aspektów związanych z klasyfikacją zjawisk i procesów przestrzennych.

Nieruchomości i ich zasoby na konkretnych rynkach odgrywają coraz ważniejszą rolę w globalnej gospodarce i przyciągają coraz większą liczbę międzynarodowych inwestorów, dlatego też popyt na niezawodne systemy klasyfikacji i scoringu stał się istotnym narzędziem w procesie planowania inwestycji. Pozycje poszczególnych miast, opracowane zgodnie z ustalonymi kryteriami, mogą mieć decydujące znaczenie przy wyborze lokalizacji inwestycji i wpływają na zasięg oddziaływania centralnego obszaru na cały region. Miasta, regiony czy obszary chcące osiągnąć dominującą pozycję, poprzez swoją politykę muszą optymalnie wykorzystać ekonomiczny oraz ekologiczny potencjał przestrzeni, uwzględniając potrzeby i możliwości społeczeństwa. Nieruchomości, a przede wszystkim mieszkaniowe, są nie tylko wspólnym elementem dla zapewnienia podstawowych potrzeb egzystencjalnych i lokaty kapitału, ale także ważnym czynnikiem determinującym warunki i potencjał rozwojowy oraz inwestycyjny danego regionu. W celu uporządkowania informacji w złożonym obrazie zjawisk charakteryzujących rynek nieruchomości, wprowadzono różne typy klasyfikacji i segmentacji. Rynki nieruchomości są zazwyczaj klasyfikowane na podstawie typu nieruchomości, lokalizacji, stanu zagospodarowania, potencjalnych dochodów, typowych cech inwestorów, charakterystycznych typów najemców lub innych cech uznanych przez osoby uczestniczące w obrocie nieruchomościami (Razzak 2015). Literatura przedmiotu wyróżnia szereg kryteriów segmentacji rynków nieruchomości, wśród których wyróżnić

można kryterium przedmiotowe (rodzajowe, funkcjonalne), kryterium przestrzenne (geograficzne), kryterium jakości oferowanego obiektu (realizowanej usługi), kryterium przejrzystości rynku, kryterium cenowe, kryterium nabywanych praw do nieruchomości. Rynek nieruchomości pełni również istotne funkcje gospodarcze i społeczne, takie jak: funkcję wymiany, funkcję informacyjną oraz najistotniejszą z punktu widzenia procesu optymalizacji - funkcję korygowania przestrzeni. Przeprowadzona ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych stanowi pierwszy etap oceny zasadności przeprowadzenia procesu optymalizacji obszaru lub nieruchomości. Niska ocena otrzymana w procesie ratingu oznacza konieczność przeprowadzenia procesu optymalizacji lub polioptymalizacji przestrzeni lub poszczególnych elementów analizowanych struktur przestrzennych.

Ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych, a także ich optymalizacja lub jej poszczególnych elementów, uwarunkowana jest dysponowaniem zasobem informacji, który pozwala na dokonanie regionalizacji badanego obszaru. Punktem wyjścia jest dokonanie inwentaryzacji antropogenicznych, przyrodniczych, społecznych i ekonomicznych informacji odnośnie ocenianego obiektu, którym może być miasto jako całość, dzielnica ulica, lub nawet konkretna nieruchomość. Z analizy literatury wynika, że transformacja użytków gruntowych jest jednym z głównych narzędzi (instrumentów) zarządzania przestrzenią planistyczną (zarządzania przestrzennego). Jako cel oraz efekt planowania przestrzennego musi optymalizować zależności między wartością przyrodniczo-ekonomiczną a społeczno-ekologiczną przestrzeni. W dziedzinie gospodarki przestrzennej pojęcie optymalizacja stosowane jest przy weryfikacji najlepszych (optymalnych) sposobów użytkowania ziemi. Weryfikacja ta dotyczy przede wszystkim problemu optymalnej lokalizacji przestrzennej podmiotów gospodarczych i bardzo często odnosi się do obszarów miast i ich okolic (Bajerowski 2003).

Często spotykaną definicją optymalnego użytkowania ziemi, według której jest to takie użytkowanie, które spośród fizycznie możliwych i prawnie dopuszczalnych form użytkowania, czyli zgodnych z przeznaczeniem, powoduje najwyższą wartość gruntu (Kinzy 1992). Optymalny stan użytkowania ziemi można rozumieć jako funkcję potrzeb człowieka i przyrody, czyli jako sumę wartości cech przyrodniczych i antropogenicznych, która powoduje najwyższą wartość gruntu. Istnieje przy tym konflikt pomiędzy koniecznością zaspakajania potrzeb ludzi, a koniecznością zmian sposobu użytkowania wraz ze zmianą warunków środowiska i możliwościami przyrodniczymi. Każdy stan użytkowania ziemi może być rozumiany jako funkcja popytu na taki sposób wykorzystania przestrzeni. Popyt sprawia, że wybierane są obszary o odpowiednich dla danego stanu cechach lub następuje przymus

przekształcenia tych cech w celu osiągnięcia optymalnego stanu użytkowania. Dlatego stan użytkowania ziemi można zamiennie nazywać funkcją obszaru (Bajerowski 2003). Stany użytkowania powierzchni ziemi można scharakteryzować według takich wyróżników jak: obecny sposób użytkowania, najlepsza przydatność obszaru do jego wykorzystania pod względem jego cech wewnętrznych, najlepsza przydatność obszaru według przeznaczenia (Bajerowski 2003, za Hopfer 1981).

Optymalizacja przeznaczenia terenu, szczególnie na obszarach zurbanizowanych, wymaga rozwiązania szeregu postawionych na etapie studiów i analiz zadań, minimalizujących możliwość powstawania konfliktów przestrzennych. Metoda optymalizacji nazywana jest inaczej metodą waloryzacji terenów, a jej genezę w Polsce stanowi „metoda optymalizacji warszawskiej” (Leśniak 1985). Metoda ta została opracowana w latach 1961-1963, jako narzędzie wspomagające planowanie rozwoju miast po II wojnie światowej. Zadaniem metody była racjonalna lokalizacja inwestycji w mieście. Za główne zasady przyjęto minimalizację kosztów uzyskania terenów, kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Gdy określono możliwe sposoby wykorzystania terenów oraz opracowano kombinacje poszczególnych wariantów, model pomagał przy ocenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Metodę optymalizacji wykorzystano w trakcie przygotowań planów zagospodarowania przestrzennego w latach 1961-1978 dla kilku miast: Warszawy, Trójmiasta, Krakowa, Łodzi, Poznania i Skopje (Broniewski, Suchorzewski 1979). Każdy fragment przestrzeni jest lub ma w danej chwili możliwości osiągnięcia optymalnego stanu użytkowania. Jednak każda zmiana sposobu użytkowania analizowanego obszaru powinna być poprzedzona określeniem opłacalności tej transformacji. Okazać się może, że różnica pomiędzy wartością terenu o przyszłym optymalnym użytkowaniu, a wartością aktualnego użytkowania będzie mniejsza niż koszty transformacji. Analiza i interpretacja informacji przestrzennej, społecznej oraz ekonomicznej stanowi podstawę wdrożenia procesu optymalizacji przestrzeni planistycznej jako narzędzia ułatwiającego zrozumienie wzajemnych zależności zachodzących między wszystkimi obiektami z przestrzeni planistycznej, zarówno z zakresu gospodarki przestrzennej, jak i ekonomii, finansów, zarządzania oraz demografii.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym na tym etapie mojej pracy było opracowanie koncepcji procedury oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych przedstawionej na przykładzie oceny rynku nieruchomości mieszkaniowych oraz procedury wyboru funkcji optymalnej w postaci algorytmu zmiany przeznaczenia terenu. Opracowana koncepcja oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych dotyczy oceny stanu (kondycji) rynku nieruchomości,

jego potencjału i możliwości osiągnięcia pewnej fazy rozwoju oraz umiejętności zachowania elastyczności w reakcji na zmiany, zarówno w sferze popytu jak i podaży analizowanego rynku nieruchomości. Na potrzeby prowadzonych badań zdefiniowano kondycję rynku nieruchomości określaną i ocenianą na pewnym wydzielonym obszarze administracyjnym, jako przestrzeń zapewniającą konkretną jakość danego terytorium w sferze zaspokojenia potrzeb oraz wymagań jej użytkowników, w różnych dziedzinach ich aktywności i form życia społecznego, w powiązaniu z czynnikami odnoszącymi się do bezpieczeństwa inwestycji (społecznej i kapitałowej), jak i zdolności elastycznej samoregulacji rynku, w reakcji na ewolucję rzeczywistych warunków rynkowych oraz potrzeb użytkowników nieruchomości. Opracowana koncepcja przygotowania ratingów rynków nieruchomości, jako jednego ze sposobów oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych, wskazuje zakres informacji i czynników wpływających na podejmowanie decyzji na rynkach nieruchomości, a dzięki układowi modułowemu jest otwarta metodologicznie i oceny można dokonywać dla różnych segmentów rynku nieruchomości z uwzględnieniem wszystkich modułów lub dokonać wyboru tylko kilku spośród wszystkich dostępnych. Koncepcja optymalizacji struktur przestrzennych opiera się na analizie potrzeb społecznych, ekonomicznych oraz ekologicznych. Optymalizacja społeczna, gdzie przedmiotem badań są związki między człowiekiem a fizycznym, architektonicznym środowiskiem, daje obraz potrzeb i oczekiwań społecznych w zakresie rozwiązań architektoniczno-urbanistycznych, prowadząc do prawidłowego i zróżnicowanego rozwoju i funkcjonowania miasta. Optymalizacja społeczna opiera się na badaniach sondażowych lub np. na opracowaniu przez ankietowanych tzw. map wyobrażeń, które są sporządzane na potrzeby identyfikacji potrzeb i preferencji społecznych. Ekonomiczna optymalizacja struktur przestrzennych opiera się na rachunku ekonomicznym odnośnie maksymalizacji dochodów lub minimalizacji kosztów transformacji. Optymalizacja ekologiczna dotyczy ochrony i zachowania środowiska naturalnego i potencjału ekologicznego analizowanego obszaru w jak najlepszym stanie.

W ramach badań scharakteryzowano podstawowe założenia metodyczne teorii decyzji, teorii zbiorów przybliżonych i zbiorów rozmytych, optymalizacji i możliwości ich wykorzystania w gospodarce przestrzennej. Opracowana koncepcja oceny i optymalizacji struktur przestrzennych jest częścią systemu wspomagającego proces decyzyjny z zakresu gospodarki przestrzennej. Decyzja w tym przypadku jest efektem procesu wymiany informacji między różnymi podmiotami, które wnoszą do procesu decyzyjnego nowe argumenty oraz preferencje, zarówno z punktu widzenia społecznego jak i ekonomicznego. Ogólnie można przyjąć następujące etapy procesu decyzyjnego (Knosala 2005; Szapiro 2000,

Wiśniewski 2008, Zieliński 2000): definicja problemu decyzyjnego, system celów, alternatywy decyzyjne, ograniczenia decyzyjne, wybór decyzji, a następnie jej wykonanie i kontrola. Algorytm oceny i zmiany przeznaczenia terenu, jako instrument optymalizacji przestrzeni planistycznej będzie w tym przypadku elementem ułatwiającym podjęcie właściwej – optymalnej decyzji dotyczącej użytkowania analizowanego obszaru. To uporządkowany zbiór zadań, w wyniku którego otrzymamy rozwiązanie określonego zadania czyli przeprowadzenie oceny i wyznaczenie optymalnego przeznaczenia terenu. Zmodyfikowany i dostosowany do specyfiki gospodarki przestrzennej algorytm podejmowania decyzji przedstawiono i szczegółowo opisano poniżej.

Opracowana przeze mnie i opisana w publikacjach: *“Rating methodology for real estate markets – Poland case study”* [C1], *“Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn”* [C3], *„Multi-Criteria Land use Function Optimization”* [C4] koncepcja procedury przeprowadzenia procesu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych oraz wyboru optymalnego przeznaczenia terenu przebiegać powinna według następujących etapów:

1. ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych - rating przestrzeni (ocena zasadności przeprowadzenia procesu optymalizacji: analiza czynników techniczno-opisowych, społecznych, gospodarczych, politycznych, behawioralnych, definiujących stan i jakość przestrzeni, a w szczególności rynki nieruchomości),
2. monitoring przestrzenny - wybór obszarów (lub nieruchomości), gdzie możliwa lub konieczna jest zmiana funkcji (dotyczy przede wszystkim funkcji o charakterze „niemiejskim”, tzn. tereny rolnicze, sady, ogródki działkowe, tereny zieleni naturalnej - nieurządzonej, itp.),
3. określenie społecznych warunków optymalizacji terenu – opracowanie zasad i sposobów przeprowadzania badań sondażowych dotyczących stanu zagospodarowania przestrzeni oraz interpretacji uzyskanych wyników,
4. określenie ekonomicznych warunków optymalności funkcji terenu – analiza procesu transformacji gruntowych w aspekcie: funkcjonalności, kosztów i zysków,
- 4.1 opracowanie zasad ekonomicznej optymalizacji kosztowej - identyfikacja antropogenicznych oraz przyrodniczych cech przestrzeni określających aktualny stan zagospodarowania terenu, przeprowadzenie analizy geoinformacji niezbędnych w procesie optymalizacji przestrzennej, ustalenie funkcji optymalnej przy pomocy macierzy cech wywołujących optymalne użytkowanie terenu,

- 4.2 opracowanie zasad ekonomicznej optymalizacji dochodowej - analiza cen transakcyjnych nieruchomości z lokalnego rynku nieruchomości, przeprowadzenie symulacji sprzedaży nieruchomości w drodze przetargu, identyfikacja i analiza wpływu elementów rachunku ekonomicznego w procesie transformacji użytków gruntowych, ustalenie funkcji optymalnej – generującej największy możliwy zysk,
5. określenie ekologicznych warunków optymalizacji terenu,
6. analiza przesłanek społecznych, ekonomicznych i ekologicznych badanego obszaru – wielowariantowa analiza zasadności zmiany funkcji obszaru,
7. optymalizacja przeznaczenia terenu,
8. ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych - rating przestrzeni (ocena przestrzeni przeprowadzona po procesie optymalizacji, analiza czynników techniczno-opisowych, społecznych, gospodarczych, politycznych, behawioralnych, definiujących stan i jakość przestrzeni, a w szczególności rynki nieruchomości).

Opracowana i przedstawiona w publikacji „*Rating methodology for real estate markets – Poland case study*” [C1] koncepcja oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych w perspektywie znaczenia nieruchomości i rynków nieruchomości w procesach inwestycyjnych daje obraz kondycji i jakości użytkowania i zagospodarowania przestrzeni. Określa również zasadności przeprowadzenia procesu optymalizacji. Proces optymalizacji przeznaczenia terenu, szczegółowo opisana w publikacjach: „*Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn*” [C3], „*Multi-Criteria Land use Function Optimization*” [C4], uwzględniając kryteria społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne, ma na celu minimalizację niepewności w procesie planowania przestrzennego. Proponowany system może być wykorzystany w różnej skali i na różnorodnym stopniu szczegółowości analiz przestrzennych oraz przy tzw. „monitoringu przestrzennym”, służącym do analizy i weryfikacji poszczególnych form zagospodarowania terenu pod kątem minimalizacji kosztów transformacji oraz maksymalizacji dochodów.

4.3.2 Opracowanie zasad oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych w formie ratingu rynku nieruchomości – publikacje [C1], [C2].

Proces podejmowania decyzji przestrzennych jest skomplikowany, szczególnie z punktu widzenia potrzeb które mają zostać spełnione. Trudność polega również na zróżnicowaniu atrybutów przestrzeni, dużym i wielowymiarowym zakresie danych, które mają być poddane analizie, wrażliwością na zmiany środowiskowe, ekonomiczne oraz modę, a także

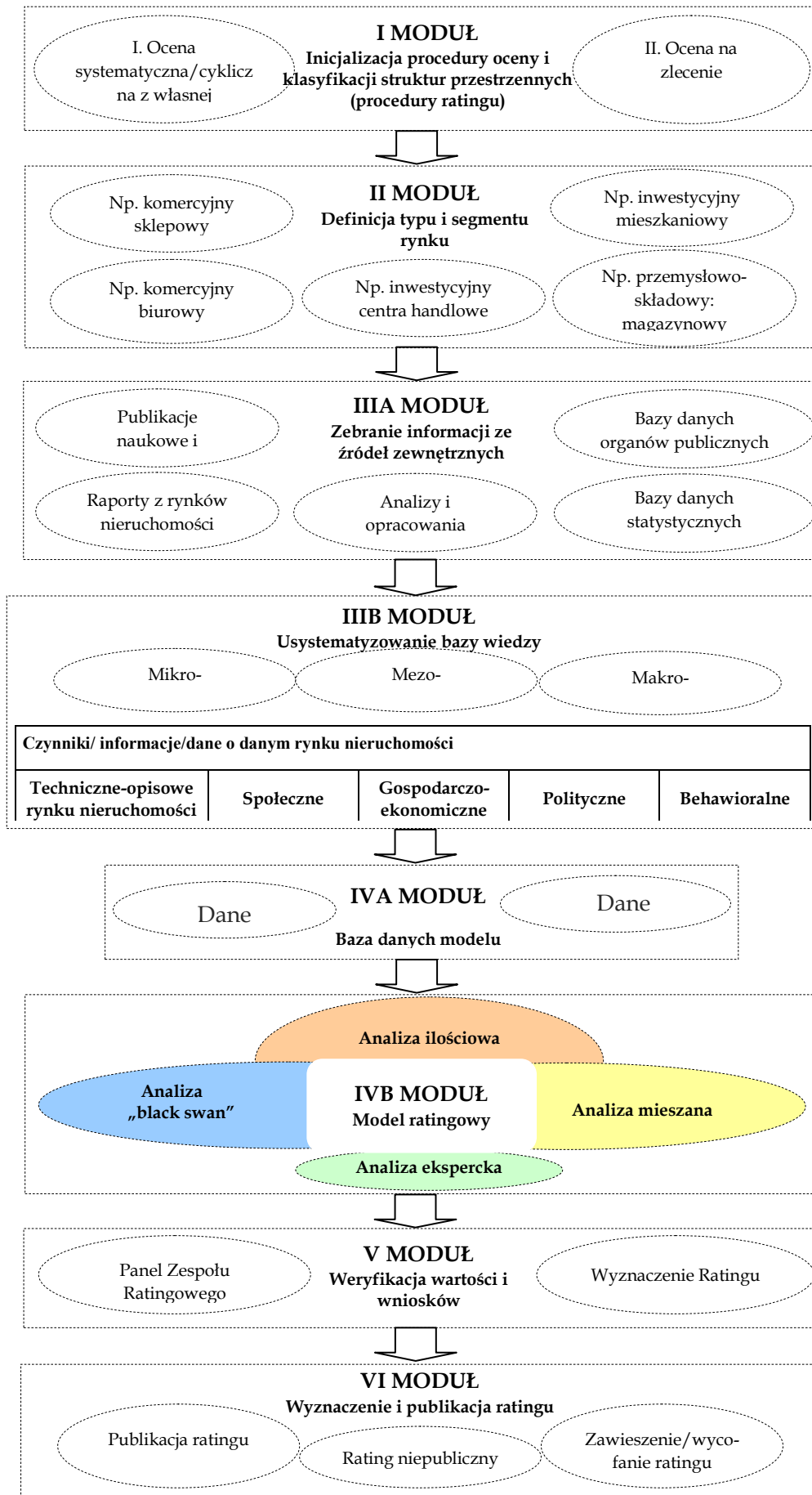
różnorodności w odniesieniu do rodzaju i typu poszczególnych obiektów. Większość analiz skupia się jednak na podziale i klasyfikacji segmentów rynku nieruchomości, a nie na ocenie jego kondycji, co jest niezwykle istotne w procesie zwiększania efektywności podejmowania decyzji dla każdego uczestnika rynku nieruchomości. Dlatego w prowadzonych badaniach zaproponowano opracowanie jednolitego systemu scoringowego, który pozwala na ocenę sytuacji i kondycji rynku nieruchomości mieszkaniowych. Wyniki pozwolą uczestnikom rynku podejmować decyzje w bardziej świadomy i zorganizowany sposób, a biorąc pod uwagę stale aktualizowane informacje dotyczące ratingu, z pewnością wpłyną na zwiększenie efektywności procesu decyzyjnego. Prowadzone badania są również istotne z punktu widzenia oceny kondycji i stanu rozwoju urbanistycznych struktur przestrzennych (np. miast w aspekcie mieszkaniowym). Badając strukturę i charakter otaczającej przestrzeni, można określić, czy istnieją atrakcyjne perspektywy i czy w analizowanym obszarze istnieje potencjał wzrostu. Ratingi, określane jako dynamiczna ocena kondycji struktur przestrzennych, umożliwiają również bieżącą ocenę poszczególnych jednostek przestrzennych i identyfikację ewentualnych zagrożeń (np. malejące zainteresowanie inwestorów, wysoka migracja ludności, wzrastające bezrobocie, pogarszająca się kondycja techniczna i infrastruktura społeczna, obniżenie jakości życia, pojawienie się konfliktów przestrzennych i społecznych, a także występowanie barier przestrzennych, środowiskowych i prawnych) w funkcjonowaniu tych jednostek w kontekście ich lokalizacji na rynku nieruchomości.

Struktury przestrzenne kształtują się na skutek współoddziaływania na przestrzeń wszystkich istotnych czynników, takich jak: zdarzenia naturalne, przemiany polityczne i administracyjne, rozwój społeczny wraz z zapotrzebowaniem na nowe siedziby ludzkie, rozwój gospodarczy i powstające miejsca pracy, udostępnienie komunikacji i rozwój funkcji usługowych, a także możliwości wypoczynku i spędzenia wolnego czasu. Powstające struktury przestrzenne tworzą pewien system, który wiąże ze sobą elementy zagospodarowania, łącząc je w funkcjonalną całość. Struktury te składają się z obszarów, które różnią się między sobą pełnioną funkcją, przeznaczeniem oraz eksploatacją terenu i są wynikiem zbioru przestrzennie zależnych od siebie warunków społecznych i gospodarczych, które w szerokim zakresie warunkują się nawzajem i tym samym określają lub wpływają na układ przestrzeni. Obszary te, najczęściej analizowane w kontekście nieruchomości wyznaczają podstawowe ogniwa struktury przestrzeni, które ściśle oddziałują na siebie (Borsa 2004).

Ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych przedstawiona w formie ratingu rynku nieruchomości określa zasadność przeprowadzenia procesu optymalizacji i polioptymalizacji, a także weryfikuje proces optymalnego wykorzystania potencjału społecznego, ekonomicznego oraz ekologicznego całych struktur przestrzennych, obszarów, lub poszczególnych nieruchomości. Zmiany zachodzące w przestrzeni można poddać analizie i ocenie pod kątem jej optymalnego wykorzystania na podstawie obserwacji rynku nieruchomości. Rynki nieruchomości odgrywają coraz ważniejszą rolę w krajach wysoko rozwiniętych i rozwijających się, a ich rosnące znaczenie zachęca inwestorów do poszukiwania czynników i zmiennych, które wspomagają spójne analizy, porównania rynków na podstawie różnych kryteriów i określania potencjału analizowanej przestrzeni. Inwestorzy szukają strategii minimalizacji ryzyka, a oceny i klasyfikacje rynków są narzędziem, które można wykorzystać w analizach i prognozach potencjału przestrzeni i rynku nieruchomości. Rozwój rynku nieruchomości uwarunkowany jest różnorodnymi czynnikami endogenicznymi i egzogenicznymi. Wybrane parametry decydują o jego lokalnym charakterze, a inne przyczyniają się do klasyfikacji jako jednej z głównych gałęzi gospodarki narodowej. Specyfika rynku nieruchomości zależy od unikalnych właściwości nieruchomości. Jednym z najważniejszych problemów w tej dziedzinie jest identyfikacja właściwych cech rynku nieruchomości i danych rozwojowych.

Opracowana i przedstawiona w publikacji „*Rating methodology for real estate markets – Poland case study*” [C1] koncepcja metodyki oceny i klasyfikacji przestrzeni określona jako „rating rynku nieruchomości”, wskazuje rodzaje informacji i czynników wpływających na decyzje na rynku nieruchomości. W opracowaniu dokonano szczegółowej analizy i weryfikacji informacji związanej z klasyfikacją struktur przestrzennych, które w kolejnym etapie jako wskaźniki wdrożono do procesu oceny i klasyfikacji.

Głównym celem i osiągnięciem naukowym opracowanej metody oceny było stworzenie uniwersalnego i znormalizowanego systemu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych pod kątem jej optymalnego wykorzystania na podstawie analizy rynku nieruchomości oraz opracowanie zbioru zmiennych wykorzystywanych do opracowania ocen rynku nieruchomości. Zaproponowana wstępna koncepcja procedury oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (rating przestrzeni), jest dostosowana do specyfiki przedmiotu analiz, a jej ogólny schemat przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat procedury oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (procedury ratingowej). Źródło: C1.

Koncepcja budowy systemu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (procedury ratingu rynku nieruchomości) zakłada, że oceny ratingowe różnicowane byłyby dla danego typu i segmentu rynku na poziomie doboru zmiennych oceniających, czyli informacji i czynników opisujących funkcjonalności nieruchomości. Zaprezentowana procedura ma układ modułowy, co gwarantuje jej otwartość metodologiczną. Oceny można dokonać z uwzględnieniem wszystkich modułów lub dokonać wyboru tylko kilku spośród wszystkich dostępnych.

Korzyści z opracowania ratingu dla uczestników rynku nieruchomości, w tym także planistów i zarządców przestrzeni, mogą mieć szczególne znaczenie dla newralgicznych aspektów, do których zaliczyć można przede wszystkim:

- zwiększenie bezpieczeństwa transakcji na rynku,
- wzrost sprawności rynku nieruchomości,
- wzrost stabilności cen na rynku nieruchomości,
- większa efektywność podejmowanych decyzji,
- optymalne wykorzystanie potencjału przestrzeni,
- niższe oprocentowanie kredytów hipotecznych,
- większa dostępność kredytów hipotecznych,
- zwiększenie wrażliwości władz samorządowych na rozwój obszaru i pobudzenie rynku nieruchomości,
- systematyczny monitoring procesów przestrzennych,
- przyciągnięcie inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych,
- zwiększenie mobilności pracowników,
- kształtowanie wizerunku miasta, gminy, regionu.

Ze względu na wielowątkowość prowadzonych badań, ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych w formie ratingu opracowana została na przykładzie rynku nieruchomości mieszkaniowych, głównie ze względu na tzw. szeroko rozumianą „powszechność” rynku nieruchomości mieszkaniowych oraz liczbę i możliwość pozyskania niezbędnych danych. Aktualnie oceniane są głównie rynki kapitałowe, a brak jest oceny i klasyfikacji przestrzeni. Proces oceny i optymalizacji struktur przestrzennych, uwzględniając potrzeby społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne, istotnie wpływa na przestrzeń i wymaga ciągłych studiów i analiz. Rezultaty prowadzą do uzyskania niezbędnego zestawu funkcji stanowiących istotne informacje, opisujące sytuację wykorzystania i zagospodarowania przestrzeni na lokalnym

rynku nieruchomości. Oceny są również narzędziem, które można wykorzystać w analizach i prognozach potencjału rynku nieruchomości.

4.3.3 Opracowanie metodyki oceny i klasyfikacji wykorzystywanej przy procesie optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych – publikacje [C1], [C2].

Każde rozwijające się miasto organizując się według przyjętych praw określonego systemu wzajemnych powiązań i relacji, nie może pozostawać w stanie niezmiennym i podlega procesowi przemian. Zmienia się jako całość, zmianom ulegają jego elementy i relacje między nimi. Rozwój miasta jest procesem ciągłym i nie istnieje „stan docelowy”, do którego by miasto dążyło. Każdy stan osiągnięty jest stanem przejściowym, stanowiącym podstawę do następnego etapu. W przypadku przestrzennego rozwoju miasta, każda zmiana związana jest ze wzniesieniem nowego budynku (konstrukcji czy urządzenia) lub zagospodarowaniem części obszaru. Znalezienie rozwiązania, które byłoby optymalne dla danego obszaru powinno być jednym z priorytetowych zadań we współczesnym gospodarowaniu przestrzenią. Szukając optymalnego rozwiązania problemu decyzyjnego odnośnie zmiany przeznaczenia terenu należy uwzględnić szereg istotnych czynników, a uzyskane wyniki poddać ocenie i weryfikacji. Uniwersalnym miernikiem jakości rozwiązań jest przedstawiona w publikacjach: „*Rating methodology for real estate markets – Poland case study*” [C1], „*Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment*“ [C2] procedura oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych pod kątem jej optymalnego wykorzystania na podstawie obserwacji procesów przestrzennych i analizy rynku nieruchomości.

Opracowana przeze mnie metodyka oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych składa się z 6 podstawowych modułów, których szczegółowy opis przedstawiono w publikacjach [C1], [C2] i zawiera:

- 1. Moduł 1** - decyzja o przeprowadzeniu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych - ratingu dla rynku/rynków nieruchomości (inicjatywa wynikająca ze zlecenia podmiotu bezpośrednio zainteresowanego, np. gminy, lub/i inicjowana cyklicznie).
- 2. Moduł 2** - zdefiniowanie typu i segmentu rynku nieruchomości z uwzględnieniem funkcji użytkowej nieruchomości (segment rynku nieruchomości to wyróżniony w ramach danego typu rynku zbiór nieruchomości ze względu na funkcję użytkową pełnioną przez nieruchomości: typ rynek inwestycyjny → segment: mieszkaniowy, usługowy, handlowy, itp.; typ rynek komercyjny → segment: sklepy, usługi, biura; typ przemysłowo-składowy → segment: przemysłowy, magazynowy, itd.). Wskazany

podział ma za zadanie wprowadzić czynnik ujednocający niezbędny do wykonania oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości. Głównym czynnikiem ujednocającym jest funkcja użytkowa rynku i nieruchomości. Wybór funkcji użytkowej rynku i nieruchomości zakłada, że rynki oceniane będą w perspektywie typologii użytkowej nie zaś typologii prawnej.

3. Moduł 3A - Zgromadzenie odpowiednich danych i informacji dostępnych w:

- bazach danych organów publicznych (rejstry cen i wartości, bazy GUS, bazy Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, bazy Polskiej Agencji Inwestycji Zagranicznych, bazy specjalistyczne gmin, powiatów i województw samorządowych, inne),
- komercyjne bazach danych (bazy firm konsultingowych, bazy organizacji zawodowych rzeczoznawców, pośredników i zarządców nieruchomości, bazy agencji nieruchomościowych, inne),
- bazach danych organizacji międzynarodowych (BIS, OECD, Eurostat, European Central Bank, IMF itp.),
- własne bazach danych (bazy specjalistyczne, bazy dedykowane, bazy indeksów cen, inne),
- publikacje naukowe i prasowe, analizy i opracowania, periodyczne raporty z rynków nieruchomości publikowane przez podmioty zajmujące się obsługą rynków nieruchomości.

4. Moduł 3B - Usystematyzowanie bazy wiedzy.

Analiza źródeł informacji dostosowanych na temat danego rynku, podział informacji w module uwzględniający skale makro-, mezo- i mikro gospodarki, a także podział na czynniki opisujące „twarde” i „miękkie” szczegółowo przedstawiono w publikacji [C1]. Definiując zakres i rodzaj informacji do bazy danych opracowano tzw. platformę wiedzy w oparciu o dostępne źródła informacji dotyczące nieruchomości, służącą wstępnemu rozpoznaniu sytuacji na rynku nieruchomości, w której uwzględniono czynniki:

- ekonomiczne: cena nieruchomości, podaż nieruchomości, zasięg przestrzenny rynku, liczba mieszkańców na danym rynku, liczba transakcji, siła nabywcza podmiotów na rynku nieruchomości, średnia wartość odtworzeniowa 1m² w relacji do średniej wartości rynkowej 1m², atrakcyjność położenia: np. w stosunku do obszarów leśnych i parków, zbiorników wodnych, itp.;
- gospodarcze: inflacja, PKB, średni poziom dochodów, dostępność kredytów;

- społeczne: poziom bezrobocia, migracja ludności, średni poziom dochodów, wskaźnik przyrostu naturalnego, infrastruktura społeczna: szkoły, szpitale, urzędy, itp., zaspokojenie podstawowych potrzeb związanych z bytem, w tym własne mieszkanie, itp.;
- polityczne: podatki i opłaty od nieruchomości, opracowania planistyczne np. stopień pokrycia rynku MPZP, programy wspierające popyt na nieruchomości np. rodzina na swoim, dopłaty do instalacji źródeł energii odnawialnych;
- techniczne: atrakcyjność położenia: np. w stosunku do obszarów leśnych i parków, zbiorników wodnych, uciążliwości sąsiedztwa: drogi ruchu kołowego, linie kolejowe, inne (np. zakłady przemysłowe), jakość gruntów inwestycyjnych;
- behawioralne: moda i trendy na rynku nieruchomości, motywacje indywidualne grup popytowych, prestiż z posiadania nieruchomości, nastroje społeczne, spekulacje na rynku nieruchomości, itd.

Opracowana baza wiedzy, szczegółowo opisana w publikacji [C1], ma służyć jako platforma do wstępnego rozeznania sytuacji na rynku nieruchomości i jako podstawa do budowania oraz aktualizacji bazy danych. Szczegółowej analizie podlegałyby czynniki z bazy danych jako wynik zastosowania metod do analizy rynku nieruchomości. Wymienione czynniki są niezbędnymi informacjami, które przedstawiają aktualną kondycję rynku nieruchomości, których zakres może być dowolnie rozszerzany lub zawężany w zależności od m.in. wielkości rynku podlegającego analizie (np. mały, duży), rodzaju i segmentu rynku nieruchomości oraz celu analizy np. inwestycyjny. Przedstawione informacje stanowią pewną bazę wiedzy, ale często nie są jednak czynnikami, które można łatwo skwantyfikować i przyjąć do analiz jako baza danych podlegająca modelowaniu analitycznemu. Z uwagi na to, że głównym zadaniem oceny i klasyfikacji przestrzeni (ratingu) było dostarczenie szybkiej, obiektywnej, wiarygodnej i aktualnej informacji opracowano zestaw danych jako platformę wiedzy do analiz ilościowo-jakościowych. Zaproponowano zestaw czynników, w tym przypadku opisujący przestrzeń zurbanizowaną, będący pewną kompilacją wiedzy opartej na badaniach różnych autorów zajmujących się pogłębioną analizą rynku i inwestycjami w przestrzeni zurbanizowanej tj. Irwin i inni (1993), Jaffe i Sirmans (1989), Bryx i Matkowski (2001), Ball and Wood (1999), Case (2000), a także badaniach własnych autora. Zmienne uwzględnione przy budowie bazy danych podzielono na trzy podstawowe kategorie z uwzględnieniem ich wpływu na popyt i podaż. Podstawowe grupy wskaźników zawierają zmienne: polityczno-gospodarcze, rynkowe (w dużej mierze odnoszące się do sposobu

wykorzystania przestrzeni) oraz społeczne. Podział i oznaczenia poszczególnych zmiennych [wg publikacji C1] wykorzystanych w pierwszej fazie budowy bazy danych przedstawiono w tabeli 1. Dobór czynników uwzględniał unifikacje przyjętych struktur przestrzennych - rynków nieruchomości).

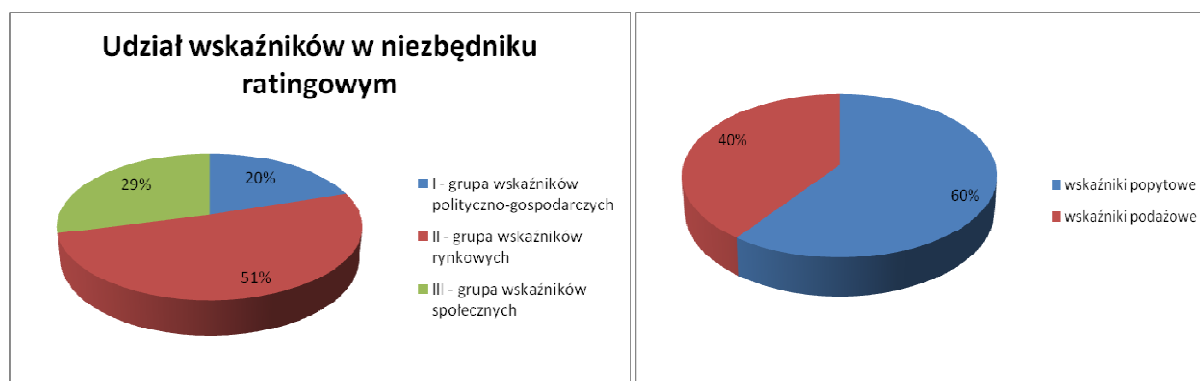
Tabela 1. Zmienne uwzględnione przy budowie bazy danych

Ia	<p>Grupa wskaźników polityczno-gospodarczych (podażowych) wskaźnik 1a – poziom nakładów z budżetu miasta na gospodarkę mieszkaniową (w tys. zł na osobę), wskaźnik 2a – procent pokrycia terenu rynku opracowaniami planistycznymi.</p>
Ib	<p>Grupa wskaźników polityczno-gospodarczych (popytowe) wskaźnik 3b – poziom wydatków z budżetu miasta przypadający na 1 mieszkańca w ostatnich latach, wskaźnik 4b – wydatki z budżetów miasta na promocje w wydatkach ogółem, wskaźnik 5b – różnica między średnim wynagrodzeniem kraju, a średnim wynagrodzeniem na rynku lokalnym w danym roku. wskaźnik 6b - stopa bezrobocia, wskaźnik 7b - liczba zarejestrowania nowych podmiotów gospodarczych (liczba nowych podmiotów na 1000 mieszkańców).</p>
IIa	<p>Grupa wskaźników rynkowych (podażowe) wskaźnik 8a – liczba wydanych pozwoleń na budowę ogółem, wskaźnik 9a – liczba wydanych pozwoleń na budowę – indywidualne, wskaźnik 10a - ilość ofert nieruchomości przypadających na 1000 mieszkańców, wskaźnik 11a - relacja wartości odtworzeniowej 1m² nieruchomości do średniej ceny ofertowej na lokalnym rynku nieruchomości, wskaźnik 12a - liczba ofert transakcyjnych – średnia z najpopularniejszych portali internetowych, wskaźnik 13a - liczba deweloperów na rynku lokalnym, wskaźnik 14a – dostępność wynajmu (ilość metrów możliwych do wynajęcia za średnią płacę mieszkańców na lokalnym rynku w miesiącu), wskaźnik 15a - różnica między średnią ceną nieruchomości z rynku pierwotnego i wtórnego, wskaźnik 16a – liczba mieszkań oddanych do użytku na 1000 mieszkańców,</p>
IIb	<p>Grupa wskaźników rynkowych (popytowe) wskaźnik 17 b – przeciętna siła nabywcza na tle kraju – stosunek przeciętnego wynagrodzenia w kraju do przeciętnej ceny nieruchomości na lokalnym rynku w danym roku, wskaźnik 18b - ilość transakcji przypadających na 1000 mieszkańców, wskaźnik 19b - siła nabywcza zakupu nieruchomości mieszkaniowych na lokalnym rynku (średnie wynagrodzenie za pracę dla lokalnego rynku/średnią cenę 1m nieruchomości dla lokalnego rynku), wskaźnik 20b - zmiany cen nieruchomości na rynku lokalnym w ostatnim okresie – średnie ceny w ujęciu kwartalnym, wskaźnik 21b - relacja wartości odtworzeniowej 1m² nieruchomości do średniej ceny transakcyjnej na lokalnym rynku nieruchomości, wskaźnik 22b - średni okres wystawienia nieruchomości na rynku wyrażony w miesiącach, wskaźnik 23b - liczba pośredników w obrocie nieruchomościami na rynku lokalnym, wskaźnik 24b - wskaźnik określający dostępność kredytów w m² (średnia cena nieruchomości/ przeciętny poziom zdolności kredytowej rodziny lub osoby), wskaźnik 25b _ wartość transakcji na rynku nieruchomości na 1 mieszkańca rynku lokalnego,</p>
IIIa	<p>Grupa wskaźników społecznych (podażowe) wskaźnik 26a - liczba zgonów - ludność powyżej 50 roku, wskaźnik 27a – ilość istniejącej powierzchni użytkowej mieszkań przypadającej na 1 mieszkańca, wskaźnik 28a – liczba mieszkańców przypadająca na 1 istniejące mieszkanie,</p>
IIIb	<p>Grupa wskaźników społecznych (popytowe) wskaźnik 29b - gęstość zaludnienia na m², wskaźnik 30b - liczba zawartych małżeństw, wskaźnik 31b - liczba rozwodów, wskaźnik 32b - saldo migracji, wskaźnik 33b - przyrost naturalny, wskaźnik 34b - struktura wiekowa potencjalnych klientów - liczba ludności w wieku 25-45 do ogółu populacji na danym terenie), wskaźnik 35b - jakość życia i mieszkania na wybranym rynku uwzględniający podstawowe potrzeby ludności zamieszkującej danym terenie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ szkoły, uczelnie, ▪ przedszkola, żłobki, ▪ jakość komunikacji np. stan dróg i ich przepustowość (korki), transport publiczny wewnętrzny i zewnętrzny,

<ul style="list-style-type: none"> ▪ przestępczość, ▪ ochrona zdrowia, ▪ obiekty kulturalne np. kina, teatry, muzea, ▪ obiekty rekreacyjne np. baseny, SPA, ▪ tereny rekreacyjne np. parki, lasy, zbiorniki wodne, ▪ czystość powietrza.
--

Źródło: C1.

Udział zmiennych wykorzystywanych w modelach analitycznych przy ocenie i klasyfikacji przestrzeni - ratingu rynku nieruchomości przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Udział zmiennych wykorzystywanych w modelach analitycznych ratingu rynku nieruchomości. Źródło: C1.

5. Moduł 4A - Budowa bazy danych.

Faza I modułu 4 polegała na zbudowaniu bazy danych niezbędnej do opracowania modelu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (modelu ratingowego). Moduł IVA przedstawia zakres danych konkretnie dostosowanych do wybranej metody analitycznej (przykład opracowanej bazy danych dla miast wojewódzkich przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Baza danych opracowana dla 16 miast wojewódzkich.

		1a	2a	3b	4b	5b	6b	7b	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17b
1	Gdańsk	419,00	64	12677	0,75	1034	5,9	38	3203	279	50,0	123,59	22863	52	169	299,00	10	0,67
2	Olsztyn	93,00	44	11888	0,47	-222	7,8	35	911	72	28,0	102,86	4926	19	131	375,00	5	0,85
3	Szczecin	247,00	41	9696	0,52	96	10,5	42	2704	226	39,0	128,04	15918	45	151	739,00	4	0,85
4	Bydgoszcz	35,00	31	10101	1,07	-401	8,2	31	1255	139	64,0	76,67	22786	25	158	1017,00	2	0,92
5	Białystok	393,00	33	12389	0,48	-576	12,7	34	1184	156	20,0	123,35	5879	10	139	273,00	6	0,84
6	Poznań	340,00	31	13112	0,65	472	3,8	45	4438	526	33,0	115,07	18072	45	143	1396,00	5	0,66
7	Warszawa	379,00	29	18684	0,85	1181	4,1	46	15663	980	90,5	142,06	155703	266	116	-634,00	5	0,52
8	Łódź	359,00	5	10850	0,44	-312	11,3	34	2562	655	20,6	93,50	15186	52	142	936,00	2	0,92
9	Wrocław	621,00	46	14915	1,02	-19	5,2	41	8053	479	75,5	119,98	47823	100	107	13,00	6	0,67
10	Lublin	26,00	44	10886	0,32	-58	9,6	35	2267	207	23,0	131,93	8043	20	152	87,00	4	0,75
11	Kraków	221,00	36	13056	0,20	123	5,4	42	8620	494	82,5	153,64	62393	154	125	148,00	6	0,57
12	Rzeszów	226,00	12	11525	0,46	-16	7,8	33	1486	669	13,0	127,35	2301	110	137	-187,00	9	0,81
13	Zielona Góra	613,00	57	11627	1,13	-670	8,5	39	1144	133	18,0	95,04	2151	10	129	686,00	5	1,06
14	Kielce	262,00	11	13553	0,54	-414	10,3	33	1378	226	12,0	116,17	2502	43	132	445,00	4	0,80
15	Katowice	694	21	12804	0,55	1309	4,9	34	1351	130	28	113,58	6815	30	182	1361,00	2	0,87
16	Opole	174	33	12752	0,22	-172	6,8	35	270	76	21	114,94	2633	11	165	899,00	3	0,89

		18b	19b	20b	21b	22b	23b	24b	25b	26a	27a	28a	29b	30b	31b	32b	33b	34b	35b
1	Gdańsk	14,0	0,86	-1,68	101,50	3,0	186	80	4099	11190	24,6	2,4	1744	2253	1028	-83	91	144003	382
2	Olsztyn	3,0	0,80	-5,80	94,22	4,0	174	60	3000	3409	23,9	2,5	1988	905	442	-277	309	55871	344
3	Szczecin	6,0	0,87	-3,07	116,44	4,0	200	66	1688	10095	24,8	2,5	1350	1951	989	32	-681	127018	343
4	Bydgoszcz	4,0	0,82	-7,50	71,61	5,0	323	55	1000	7593	22,9	2,6	2024	1876	955	-1115	-308	109823	376
5	Białystok	9,0	0,71	-3,60	111,61	6,0	80	28	2000	5698	24,3	2,4	2890	1435	692	-414	557	94169	364
6	Poznań	11,0	0,74	-0,06	102,50	5,0	861	55	402	14122	27,9	2,3	2106	2907	1178	-2493	443	178051	382
7	Warszawa	11,0	0,69	-5,25	118,60	5,0	2494	71	4751	46458	28,3	2,1	3326	8217	3566	7102	1277	549744	353
8	Łódź	3,0	0,84	-6,30	84,20	8,0	191	57	634	22823	25,0	2,2	2514	3233	1333	-1467	-4111	212071	333
9	Wrocław	8,0	0,66	-3,57	105,48	5,0	160	55	2851	16216	26,0	2,3	2162	3156	1331	615	-71	203364	360
10	Lublin	3,0	0,73	-1,30	126,40	7,0	55	63	830	8913	24,0	2,5	2363	1736	648	-1124	208	108126	297
11	Kraków	4,0	0,59	-1,16	145,64	3,0	1181	48	1380	17460	24,9	2,3	2314	3732	1852	975	422	243499	376
12	Rzeszów	10,0	0,80	-1,56	121,96	6,0	64	73	2299	3406	24,2	2,7	1532	1013	328	275	557	56830	344
13	Zielona Góra	9,0	0,87	0,13	90,04	5,0	82	60	1603	2653	25,4	2,4	2017	593	285	140	107	37680	303
14	Kielce	4,0	0,71	-2,10	109,77	6,0	41	52	817	4335	23,2	2,5	1859	1037	313	-699	64	61305	306
15	Katowice	11,0	1,18	-10,50	100,46	6	110	110	1500	8389	25,9	2,3	1880	615	651	-1160	-957	90343	394
16	Opole	6,0	0,85	-4,32	105,56	3	156	60	1170	2699	25,2	2,5	1273	225	260	-169	-48	38435	348

Źródło: C1.

6. Moduł 4B - Budowa modelu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (modelu ratingowego).

Moduł IVB w fazie pierwszej opiera się na zbudowanych modelach ilościowych opartych na metodach wykorzystywanych do analizy rynku nieruchomości np. regresyjnych oraz bardziej zaawansowanych opartych na teorii zbiorów przybliżonych, teorii zbiorów rozmytych, sieciach neuronowych czy algorytmach genetycznych wykorzystywanych do analizy rynku nieruchomości. Modele te bazują na czynnikach podlegających kwantyfikacji ilościowej i służą one do zbudowania jądra decyzyjnego, które w kolejnej fazie jest weryfikowane analizą ekspercką z uwzględnieniem dostępnych zewnętrznych i wewnętrznych baz wiedzy na temat rynku nieruchomości oraz jego interaktywnych związków z sytuacją zewnętrzną.

Opracowana koncepcja oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych [C1], jest częścią systemu wspomagającego proces decyzyjny z zakresu gospodarki przestrzennej. Każda ocena i klasyfikacja przestrzeni budowana i prezentowana jest dla szerokiego grona odbiorców o różnym poziomie wiedzy o analizowanej przestrzeni, a w szczególności rynku nieruchomości. W tabeli nr 3 w sposób schematyczny przedstawiono propozycję dywersyfikacji rynków nieruchomości poprzez wskazanie określonej skali dla ocen ratingowych rynków nieruchomości.

Tabela 3. Propozycje dywersyfikacji rynków nieruchomości – skala oceny i klasyfikacji rynków nieruchomości

Grupa	Skala oceny	Opis ryzyka
Poziom inwestycyjny (optymalny)	AAA	Wysoka opłacalność inwestycyjna. Korzystne prognozy opłacalności inwestycyjnej. Wysoki potencjał rozwoju rynku tzn. popytu i podaży nieruchomości.
	AA	Wysokie predyspozycje rynku nieruchomości do rozwoju przestrzennego i ekonomicznego. Wysoka elastyczność samoregulowania się rynku w zależności od warunków gospodarczych.

	A	Wysoka ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości. Relatywnie dobra relacja kosztów do cen nieruchomości. Małe możliwości zmian w zachowaniach uczestników rynków nieruchomości. Niskie zagrożenia rozwojowe na rynku nieruchomości.
Poziom rozwojowy	BBB	Umiarkowana opłacalność inwestycyjna. Umiarkowane prognozy opłacalności inwestycyjnej. Pewne zagrożenie potencjału rozwoju rynku tzn. popytu i podaży nieruchomości. Umiarkowane predyspozycje rynku nieruchomości do rozwoju przestrzennego i ekonomicznego.
	BB	Niższa elastyczność samoregulowania się rynku w zależności od warunków gospodarczych. Umiarkowana ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości. Wyższa rozbieżność relacji kosztów do cen nieruchomości.
	B	Możliwości zmian w zachowaniach uczestników rynków nieruchomości. Średnie zagrożenia rozwojowe na rynku nieruchomości. Średnia ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości.
Poziom stagnacyjny	CCC	Niska opłacalność inwestycyjna. Złe prognozy opłacalności inwestycyjnej. Duże zagrożenia potencjału rozwoju rynku tzn. popytu i podaży nieruchomości. Małe predyspozycje rynku nieruchomości do rozwoju przestrzennego i ekonomicznego.
	CC	Niska elastyczność samoregulowania się rynku w zależności od warunków gospodarczych. Słaba ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości. Wysoka rozbieżność relacji kosztów do cen nieruchomości.
	C	Duże prawdopodobieństwo zmian w zachowaniach uczestników rynków nieruchomości. Duże zagrożenia rozwojowe na rynku nieruchomości. Niska ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości.
Poziom nierozwojowy /kryzysowy (nieprzydatny)	D	Brak opłacalność inwestycyjnej na rynku nieruchomości. Brak potencjału rozwojowego na rynku. Brak możliwości rozwoju przestrzennego i ekonomicznego. Rynek w fazie reorganizacji. Relacje kosztów do cen nieruchomości niemożliwe do ustalenia. Zachowania uczestników rynków nieruchomości nieprzewidywalne. Bardzo duże zagrożenia rozwojowe na rynku nieruchomości. Bardzo niska ocena aspektów społecznych rynku nieruchomości.

Źródło: C1.

Wyodrębniono również 10 podstawowych poziomów dzieląc je na 4 grupy ocen poziomu: inwestycyjnego (optymalny), rozwojowego, stagnacyjnego i nierozwojowego/kryzysowego (nieprzydatne). W każdej z grup ocen, z wyjątkiem grupy poziomu nierozwojowego/kryzysowego, w której występuje tylko jeden poziom D, wyróżniono 3 poziomy ocen: AAA/BBB/CCC, AA/BB/CC, A/B/C. Skale ocen AAA/BBB/CCC przedstawiają najwyższy poziom oceny w ramach danej grupy. Skale AA/BB/CC niższy poziom oceny w grupie, zaś skale A/B/C najniższy poziom w danej grupie. W przypadku ocen trudnych do zakwalifikowania stosowane mogą być dla każdej skali znaki „+” i „-” oznaczające odpowiednio „wyższy” i „niższy” poziom oceny na danej skali.

W symulacji przedstawionej w publikacji [C1] do opracowania ilościowej i eksperckiej analizy analitycznego modelu oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (modelu ratingowego) wykorzystano metodę badania rynku opartą na teorii zbiorów przybliżonych i logice rozmytej do określenia podobieństwa rynków, a następnie analizę statystyczną opartą na dendogramach w celu określenia klasyfikacji jakości rynków. Analiza ekspercka pozwoliła

na ostateczną ocenę i klasyfikację struktur przestrzennych (modelu ratingowego) dla analizowanych rynków. Główny model analityczny oparto na założeniach teorii zbiorów przybliżonych z uwagi na to, że jej geneza zakłada aplikację do danych specyficznych, rozmytych, mało precyzyjnych i zróżnicowanych ilościowo oraz jakościowo. Stworzona przez polskiego informatyka prof. Zdzisława Pawlaka (1982, 1991, 1997) jest wykorzystywana właśnie do badania nieprecyzyjności, ogólnikowości i niepewności w procesie analizy danych, które to cechy są typowe na rynku nieruchomości i powszechnie towarzyszą w procedurach podejmowania decyzji (tzw. „niewyraźnie określonych”) na rynku nieruchomości. Teoria ta wykorzystywana jest w wielu dziedzinach nauki i jest często wykorzystywana jako główne narzędzie wspomagające w systemach podejmowania decyzji m.in. w pracach Bello i Verdegay (2012), Chi i in. (2011), Chung i Tseng (2012), Polkowski i Semeniuk-Polkowska (2010), Zavadskas i Turskis (2011), Zhang 2012, a także autora. W badaniach zastosowano następującą procedurę analityczną opartą na teorii zbiorów przybliżonych:

- Zdefiniowanie problemu – określenie podobieństwa rynków,
- Budowa tablicy decyzyjnej - ustalenie dziedzin poszczególnych atrybutów warunkowych (cechy rynku nieruchomości) i decyzyjnego (rynek) – moduł IVB,
- Wyznaczenie reguł decyzyjnych - Każdy obiekt $u \in U$ tablicy decyzyjnej $TD = (U, C, \{d\}, V, f)$ może zostać zapisany w postaci zdania warunkowego (postaci: jeżeli warunki to decyzja – ang. If.....Then.....) i być traktowany jako reguła decyzyjna. Regułą decyzyjną w tablicy decyzyjnej TD nazywamy funkcje: $g : C \cup D \rightarrow V$ jeżeli istnieje $x \in U$ taki, że $g = f_x$. Obcięcie g do C ($g|C$) oraz m do D ($g|D$) nazywamy odpowiednio warunkami oraz decyzjami reguły decyzyjnej g . W analizowanym przypadku wstępnie uznaje się, że tablica jest deterministyczna i występuje 13 reguł decyzyjnych bo 13 rynków nieruchomości,
- Zastosowanie formuły „wartościowanej relacji tolerancji” (Stefanowski, Tsoukias 2000) dla poszczególnych atrybutów warunkowych i utworzenie macierzy tj:

$$R_j(x, y) = \frac{\max(0, \min(c_j(x), c_j(y)) + k - \max(c_j(x), c_j(y)))}{k} \quad (1)$$

- gdzie: $R_j(x, y)$ - to relacja pomiędzy dwoma zbiorami z funkcją przynależności $[0,1]$
 $c_j(x), c_j(y)$ - zmienna analizowanego rynku nieruchomości

k - współczynnik przyjmowany jako odchylenie standardowe w zbiorze danego atrybutu rynku nieruchomości

- Utworzenie macierzy sum z poszczególnych macierzy wartościowanej relacji tolerancji atrybutów warunkowych według wzoru:

$$R_j(x, p) = \max \left(\sum_{j=1}^n R_j(x, p) \right) \quad (2)$$

- Wyznaczenie wstępnych klas nierozróżnialności przy przyjętym poziomie podobieństwa dla zbiorów w podgrupach decyzyjnych według wzoru:

$$IND_{TD}(B, d) = \{(x, y) \in U \times U : (x, y) \in IND_{St}(B) \vee f(x, d) = f(y, d)\} \quad (3)$$

- Redukcja klas abstrakcji z uwagi na powtarzalność obiektów we wstępnych klasach decyzyjnych przy przyjętym poziomie podobieństwa na poziomie 65%.
- Wyznaczenie podobieństwa rynków, w celu pełniejszej weryfikacji wyników oparto na analizie skupień metodą Warda. Wyznaczenie rynków podobnych do siebie w tej metodzie polega na tworzeniu k -skupisk, mających na celu minimalizację zmienności wewnątrz skupisk oraz maksymalizację zmienności między skupiskami. Do pomiaru odległości zastosowano metrykę euklidesową, według której przypadki zostały przydzielone do grupy, której środek ciężkości leży najbliżej obiektu.

7. Moduł 5 - Ocena zestawionych wartości i weryfikacja uzyskanych wyników.

Podziału rynków według największego podobieństwa po uwzględnieniu przyjętych kryteriów.

8. Moduł 6 - Wyznaczenie i publikacja oceny i klasyfikacji przestrzeni – ratingu rynku nieruchomości.

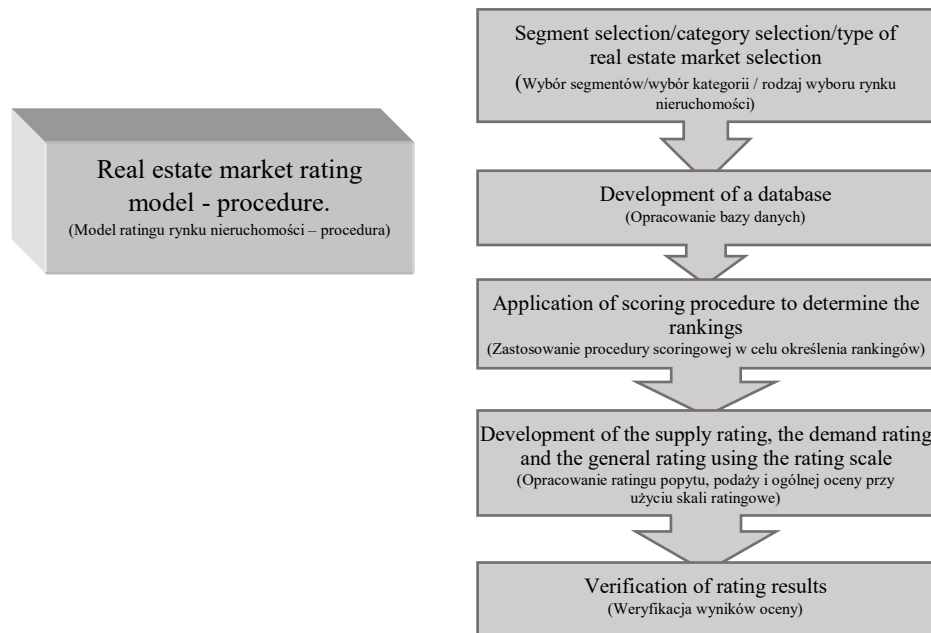
Jakość oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (ratingu rynku nieruchomości) jest funkcją jego aktualności (zdolności oceny bieżącej sytuacji na rynku nieruchomości w świetle dostępnych zasobów danych, informacji i wiedzy), wiarygodności (zdolności udzielania prawidłowej odpowiedzi na stawiane pytania, odnajdywania i wykorzystania w ocenach ukrytych wzorców, przewidywania zachowań uczestników rynku nieruchomości), użyteczności (odnosząc się do zapotrzebowania na informacje wynikające z przygotowanych ocen) i porównywalności (wykorzystania zestandaryzowanej skali ocen).

W procesie podejmowania decyzji celem optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych jest znalezienie najlepszego rozwiązania danego zagadnienia. Procedura

optymalizacji i polioptymalizacji wymaga przede wszystkim zdefiniowania funkcji celu, która jest głównym kryterium jakości decyzji, a także określa zależności między zmiennymi wchodzącymi do modelu. Ocena i klasyfikacja jakości przestrzeni, a w szczególności jej optymalnego wykorzystania najczęściej odnosi się do konieczności zmiany funkcji obszaru, a także wpływu tego procesu na otoczenie. Wynikiem kolejnych badań dotyczących oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych była publikacja „*Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment*“ [C2]. Zmodyfikowana procedura oceny i klasyfikacji przestrzeni przedstawiona w publikacji [C2] odnosząc się do poszczególnych typów i segmentów rynków nieruchomości określa ich wartość urbanistyczną wyrażoną sposobem użytkowania. Rynek nieruchomości, który ściśle związany jest z kondycją i jakością obszaru (np.: jakość infrastruktury technicznej i społecznej, funkcja obszaru - mieszkalniowa, handlowa, przemysłowa, rekreacyjna, charakterystyka i stan środowiska, bariery przestrzenne, itp.), zależy także od różnorodności i wymagań użytkowników przestrzeni. Miasta i regiony, które chcą osiągnąć dominującą pozycję, poprzez swoją politykę próbują przyciągnąć jak najwięcej podmiotów i rodzajów działalności. Połączenia między rynkami nieruchomości a potencjałem rozwoju miast stają się coraz bardziej widoczne i podkreślane w wielu badaniach. Celem i najważniejszym osiągnięciem prowadzonych i opisanych w publikacji [C2] badań było opracowanie metodologii, która mogłaby być wykorzystana do oceny stanu i jakości struktur przestrzennych przy pomocy oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości. Ustalona skala oceny (klasyfikacja ratingowa) zapewnia aktualny, rzetelny i porównywalny obraz warunków przestrzeni miasta, które mogą być użyteczne w procesie podejmowania decyzji. Przeprowadzone i opisane w publikacji [C2] badania obejmowały opracowanie systemu oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości mieszkaniowych, jako jednego ze sposobów oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych, który postrzegany jest jako kluczowy czynnik wspomagający wiele zjawisk ewolucyjnych i wpływających na rozwój danego obszaru. Badania wskazały, że jest to sposób na ocenę potencjału i możliwości osiągnięcia pewnego etapu rozwoju rynku z uwzględnieniem stanu i kondycji obszaru. Ponadto procedura umożliwia ocenę zarówno w zakresie popytu, jak i podaży analizowanego rynku nieruchomości. Określenie oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości w formie ratingu zostało przygotowane w ogólnej formie procedury klasyfikacji struktur przestrzennych – rys. 3. Dla pełniejszej przejrzystości prezentowanych wyników badań, szczegółowy model procedury opracowano w formie schematu – rys. 4.

W celu uzyskania porównywalności poszczególnych wskaźników przyjęto następujące unifikujące kryteria: wielkość miasta, liczby ludność, gęstość zaludnienia, funkcji

strategicznej i administracyjne itp. Ponadto ze względu na złożoność rynku nieruchomości zdefiniowano kluczowe zjawiska (wskaźniki), które mogłyby pełnić rolę weryfikatora wyników testów. W tym przypadku przyjęto, że zjawiska te bezpośrednio odzwierciedlałyby skalę ewolucji dwóch głównych obszarów rynku tj. podaży (pod względem liczby nieruchomości, które mogą być przedmiotem obrotu) oraz popytu (wyrażonego w liczbie transakcji).



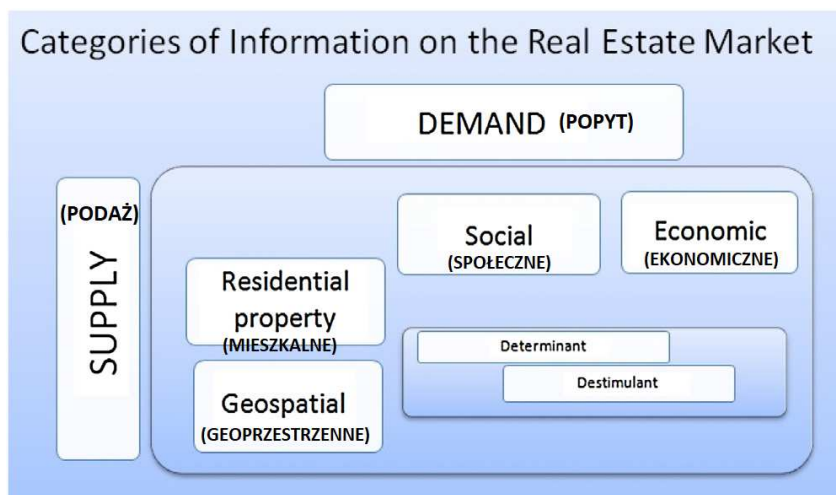
Rys. 3. Ogólny model oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych – procedura. Źródło: C2.



Rys. 4. Szczegółowy model oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych – procedura. Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z przedstawionym na rys. 4 szczegółowym modelem oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości w poszczególnych etapach badań:

- Uzupełniono bazę danych obejmującą szereg czynników mających wpływ na kondycję rynku nieruchomości, a w szczególności o czynniki przestrzenne – rys.5.



Rys. 5. Czynniki uwzględniane w ocenie kondycji rynku nieruchomości. Źródło: C2.

Zebrane zmienne pozwoliły na wieloparametrową i kompleksową analizę warunków i potencjału rynków mieszkaniowych. Zmienne w pierwszej fazie badania podzielono dwie kategorie: podaż i popyt. Zakres czynników podzielono na cztery podkategorie: społeczne, ekonomiczne, geoprzestrzenne i mieszkalne. Są to czynniki, które zasadniczo wpływają na ogólną ocenę rynku nieruchomości mieszkaniowych. Każda z wymienionych podkategorii reprezentuje inny zakres informacji, który wpływa na decyzje dotyczące inwestycji na rynku nieruchomości mieszkaniowych. Ponadto w każdej z określonych kategorii rozróżniono kryterium wskaźników determinujących (det.) lub destymulujących (des.) przedmiot analiz. Uzupełniona baza danych zawiera 124 wskaźniki, które dzielą się na podażowe i popytowe, wymienione podkategorie i kryteria [C2].

- Przygotowano bazę danych, w której dokonano wstępnej weryfikacji jakości i ilości danych. Przeprowadzono statystyczną weryfikację danych metodą analizy korelacji z tak zwanymi kluczowymi wskaźnikami w przyjętych kategoriach, tj. dla podaży (liczba gotowych i oferowanych mieszkań) oraz dla popytu (liczba i wartość transakcji dotyczących nieruchomości). Analiza (tabela 4) potwierdziła przyjęte założenia, ponieważ zmienne, które istotnie skorelowano z kluczowymi wskaźnikami (wskaźniki 19 i 41) zbiegły się z zasadniczo przyjętymi determinantami i destymulantami.

Tabela 4. Przykład weryfikacji czynników de stymulujących i determinujących podaży.

Kluczowe wskaźniki dla korelacji ze wskaźnikiem 41	4	15	22	27	10	45	
Korelacja ze wskaźnikiem 41	0.5259	0.6636	0.4992	-0.4985	0.6890	0.8688	
Istotność ze statystyką t student dla $t_k=2,14$	2.3135	3.3191	2.1557	2.1523	3.5573	6.5679	
Kluczowe wskaźniki dla korelacji ze wskaźnikiem 19	4	15	16	18	20	27	43

Korelacja ze wskaźnikiem 19	0.5365	0.6397	0.7725	0.7268	0.9694	-0.5185	0.5139
Istotność ze statystyką t student dla $t_k = 2,14$	2.3789	3.1145	4.5518	3.9604	14.7857	2.2523	2.2418

Źródło: C2.

- Określono reguły decyzyjne, których budowa jest ściśle związana z problemem wyboru ilości zmiennych. Nadmiarowe atrybuty, a także atrybuty, które nie mają związku z zjawiskami, zwiększają czas i koszt procesu decyzyjnego. Co więcej, wprowadzanie bezużytecznych i zbędnych informacji (szumów) powoduje nierównomierność stopni swobody, co sprawia, że interpretacja jest nieefektywna i wpływa na jej jakość. W opracowanej metodzie oceny i klasyfikacji w procedurze eliminacji zbędnych danych wykorzystano kombinację metod klasyfikacji takich jak: wrapped methods, embedded methods and filter methods. Przeprowadzono analizę korelacji wielowymiarowej (MCA), podczas której zmienne silnie skorelowane, gdzie współczynniki korelacji był powyżej 0,90 oraz te bezwzględnie powiązane z kluczowymi zmiennymi podaży oraz popytu zostały usunięte (tabela 5).

Tabela 5. Redukcja zbędnych wskaźników – przykład

wskaźnik	korelacja	Korelacja ze wskaźnikiem 18	Korelacja ze wskaźnikiem 41	wskaźnik	korelacja	Korelacja ze wskaźnikiem 93	Korelacja ze wskaźnikiem 94
2	0,93	0,41	0,42	48	0,95	0,20	0,25
3		0,31	0,46	49		0,33	0,43

Źródło: C2

Stosowana metoda pozwala na kontrolę i nadzorowanie redukcji zmiennych oraz zapobiega usunięciu istotnych informacji do analizy.

- Dokonano normalizacji, której celem było przekształcenie przestrzeni wielowymiarowej zebranych zmiennych diagnozujących w przestrzeń jednowymiarową (obiektywnie porównywalne). W klasycznym podejściu parametry normalizacji przyjmują następujące wartości:

$$p = 1; \quad a = \begin{cases} 0, \\ \max_i \{x_{ij}\}, \\ \min_i \{x_{ij}\}. \end{cases}; \quad b = \max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}, \quad (4)$$

W prezentowanej procedurze dokonano pewnych modyfikacji klasycznego zbioru danych i przeprowadzono normalizację (tabela 6) na podstawie następujących wzorów:

- dla determinant:

- dla destymulant:

$$Z_j = \frac{X_j - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}} \quad Z_j = \frac{X_j^{\max} - X_j}{X_j^{\max} - X_j^{\min}} \quad (5)$$

gdzie:

Z_j - wartość wskaźnika po normalizacji, wartość X_j - wskaźnika przed normalizacją,

X_j^{\max} , X_j^{\min} - maksymalna i minimalna wartość wskaźnika w ciągu 3 lat.

Tabela 6. Normalizacja wskaźników - przykład dla Gdańska

Przykład normalizacji dla zmiennych podaży							
		Wskaźnik 1 - determinanta		Wskaźnik 2 - determinanta		Wskaźnik 5 - destimulanta	
		Min. value - absolute	1	Min. value among 3 years	6,62	Min. value among 3 years	1,9
		Max. value - absolute	100	Max. value among 3 years	13,24	Max. value among 3 years	2,7
No.	markets	Original	After normalization	Original	After normalization	Original	After normalization
1	Gdansk	44.0	0.4343	9.58	0.4470	2.30	0.5000

Źródło: C2.

- Dokonano selekcji i dywersyfikacji zmiennych / wskaźników pod kątem ich znaczenia i istotności z punktu widzenia celu analizy. Istotność zmiennych określano w oparciu o ich wagę przy użyciu funkcji entropii. To podejście pozwoliło uwzględnić różnorodność, istotność oraz użyteczność informacji. W przedstawionym wzorze określającym miarę entropii jako "czynnik różniczkujący" zastosowano miarę "chaosu i chaotyczności informacji" (Shannon i Weaver, 1964). Miara entropii (wektor wagi określona entropią) obliczono dla czynników w poszczególnych podgrupach informacji określono zgodnie ze wzorem:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

gdzie:

w_j – wektor wagi dla poszczególnych kryteriów,

d_j – stopień wewnętrznej zmienności ratingowe $d_j = 1 - E_j$

E_j – entropia, $E_j = -K \sum_{i=1}^m n_{i,j} \ln n_{i,j}$; $K = 1/\ln m$; $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$

m – liczba przypadków

Przykład wektora wagi dla podkryterium społecznego w sferze podaży przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Wektor wagi dla podkryterium społecznego w sferze podaży.

Podaż - podkryterium społeczne				
wskaźnik	1	2	4	5
E_j	0.9902	0.9960	0.9987	0.9940
d_j	0.0098	0.0040	0.0013	0.0060
w_j	0.4632	0.1902	0.0631	0.2835

Źródło: C2.

Badania wykazały, że im mniejsza wartość entropii (mała różnica w analizowanych danych), tym większa jest waga danego czynnika, a tym samym większe znaczenie wpływu informacji na wynik klasyfikacji ratingowej.

- Określono poziom rankingu częściowego według następującego wzoru:

$$Sr_j = \sum_{i=1}^m Z_j \times w_j \quad (7)$$

gdzie:

Sr_j - poziom częściowego rankingu; Z_j - znormalizowany wskaźnik; w_j - wektor wagi

Poziom ranking częściowego dla wszystkich podkategorii podaży i popytu przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Częściowy poziom rankingu dla wszystkich podkategorii w zakresie podaży i popytu.

Lp.	Rynek	Częściowy poziomy ranking w podkategorii podaży				Częściowy poziomy ranking w podkategorii popytu			
		Spół.	Ekonom.	Mieszkalne	Geoprzestrzenne	Spół.	Ekonom.	Mieszkalne	Geoprzestrzenne
1	Gdansk	0.4457	0.4637	0.5439	0.4194	0.3695	0.2631	0.6931	0.2243
2	Olsztyn	0.3542	0.3550	0.3575	0.1604	0.3077	0.1779	0.6789	0.2163
3	Szczecin	0.3704	0.5359	0.3245	0.1908	0.2688	0.2248	0.5064	0.2097
4	Bydgoszcz	0.2695	0.1786	0.2190	0.1163	0.1644	0.1862	0.4881	0.2473
5	Białystok	0.3278	0.2383	0.2973	0.1730	0.2581	0.1672	0.4555	0.2855
6	Poznan	0.4647	0.1913	0.3552	0.2986	0.3205	0.3103	0.6525	0.2597
7	Warsaw	0.6186	0.3563	0.5985	0.7641	0.4765	0.5888	0.6041	0.2979
8	Lodz	0.5623	0.3890	0.2532	0.1129	0.1341	0.1899	0.4397	0.2025
9	Wroclaw	0.5657	0.4299	0.5232	0.4093	0.3555	0.2663	0.5445	0.2433
10	Lublin	0.3527	0.2804	0.2717	0.1939	0.2300	0.1617	0.4713	0.2173
11	Cracow	0.4247	0.2549	0.4037	0.3409	0.4561	0.2586	0.5206	0.2303
12	Rzeszow	0.2354	0.3474	0.3851	0.2314	0.5792	0.2050	0.3820	0.2412
13	Zielona Gora	0.2802	0.2413	0.3286	0.2091	0.3639	0.2055	0.5455	0.1770
14	Kielce	0.2834	0.2072	0.2365	0.1255	0.1975	0.1846	0.4025	0.1933
15	Katowice	0.5670	0.3306	0.2788	0.3539	0.2974	0.3444	0.5317	0.2728
16	Opole	0.4224	0.3319	0.2677	0.2325	0.3058	0.2534	0.5250	0.1583

Źródło: C2.

- Określono oceny i klasyfikacji lokalnego rynku nieruchomości dla ustalonych kategorii - LRS. LRS określono przy założeniu, że miara arytmetyczna obliczona jest dla każdej podkategorii w oparciu o częściową klasyfikację względem średniego poziomu skali ratingowej. Określenie klasyfikacji ratingowej dla analizowanych rynków nieruchomości pozwoliło na dywersyfikację i określenie poziomu ratingu na

podstawie średniej wartości wyrażającej średni poziom rozwoju rynku. Na podstawie szczegółowej analizy ustalono ocenę wszystkich podkategorii przy zastosowaniu przyjętych założeń (tabela 9). Analizy te pozwoliły przeprowadzić bardziej szczegółową ocenę stanu rynku nieruchomości, biorąc pod uwagę daną kategorię ratingową.

Tabela 9. LRS wyznaczony dla wszystkich kategorii

No.	Rynek	LRS dla podaży				LRS dla popytu			
		Spół.	Ekonom.	Mieszkalne	Geoprzestrzenne	Spół.	Ekonom.	Mieszkalne	Geoprzestrzenne
1	Gdansk	BB-	BBB-	BBB	BBB-	BB	BB-	BBB+	B+
2	Olsztyn	B-	BB-	BB-	CC+	B+	CCC	BBB+	B+
3	Szczecin	B	BBB	B	CCC	B-	B	B+	B
4	Bydgoszcz	CCC-	CC+	CCC	CC-	CC	CCC+	B	BB-
5	Białystok	CCC+	CCC+	B	CCC-	B-	CCC-	B-	BB
6	Poznan	BB	CC+	BB-	BB-	BB-	BB	BBB-	BB-
7	Warsaw	BBB+	BB-	BBB+	AA	BBB-	A-	BB+	BB
8	Lodz	BBB-	BB	CCC	CC-	CC-	CCC+	B-	B
9	Wroclaw	BBB-	BB+	BBB-	BB+	BB-	BB-	BB-	BB-
10	Lublin	B-	CCC	CCC+	CCC	CCC	CCC-	B	B+
11	Cracow	BB-	CCC+	BB	BB	BBB-	BB-	B+	BB-
12	Rzeszow	CC+	BB-	BB-	B-	BBB+	B-	CCC	BB-
13	Zielona Gora	CCC	CCC+	B	CCC+	BB	B-	BB-	CCC+
14	Kielce	CCC	CCC-	CCC-	CC-	CCC-	CCC	CCC+	B-
15	Katowice	BBB-	BB-	CCC+	BB	B	BB+	BB-	BB-
16	Opole	BB-	BB-	CCC+	B-	B+	BB-	B+	CCC

Źródło: C2.

- W ostatnim etapie procedury dokonano ostatecznej oceny i klasyfikacja rynku nieruchomości, w aspekcie popytu (FRs), podaży (FRd), a także ratingu globalnego (GR) – tabela 10.

Tabela 10. Ogólny rating i ostateczna ocena rynków nieruchomości

No.	Rynek	Suma częściowych ratingów		Suma dla częściowych ratingów popytu i podaży- LRSsum	Końcowy rating		Ogólny Rating (GR)
		Podaż	Popyt		Podaż (FRs)	Popyt (FRd)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Gdansk	1.8727	1.5500	3.4227	BB+	BB	BB+
2	Olsztyn	1.2272	1.3808	2.6080	B	BB-	B+
3	Szczecin	1.4217	1.2097	2.6314	BB-	B	B+
4	Bydgoszcz	0.7833	1.0860	1.8693	CC+	B-	CCC
5	Białystok	1.0363	1.1663	2.2026	CCC+	B	B-
6	Poznan	1.3098	1.5430	2.8528	B+	BB	BB-
7	Warsaw	2.3375	1.9674	4.3049	BBB+	BBB-	BBB
8	Lodz	1.3173	0.9661	2.2834	B+	CCC	B-
9	Wroclaw	1.9281	1.4096	3.3377	BBB-	BB-	BB+
10	Lublin	1.0987	1.0803	2.1790	B-	B-	B-
11	Cracow	1.4242	1.4657	2.8899	BB-	BB-	BB-
12	Rzeszow	1.1993	1.4073	2.6066	B-	BB-	B+
13	Zielona Gora	1.0592	1.2919	2.3511	CCC+	B+	B

14	Kielce	0.8525	0.9780	1.8305	CCC-	CCC	CCC-
15	Katowice	1.5303	1.4462	2.9765	BB	BB-	BB-
16	Opole	1.2545	1.2426	2.4971	B-	B+	B
Arithmetic mean		1.3533	1.3244	2.6777			

Źródło: C2.

Dodanie wartości LRS dla kategorii charakteryzujących odpowiednio popyt i podaż miało uwzględniać wkład poszczególnych kategorii ratingowych. W ostatnim etapie, w celu uzyskania ogólnego odwzorowania analizowanych rynków nieruchomości, została określona klasyfikacja globalna (GR). W pierwszej fazie podsumowano wartości LRS dla podaży i popytu oraz wynik LRSsum (wyniki tej operacji przedstawiono w kolumnie 5 w tabeli 10). Następnie obliczono średnią odpowiednich wartości LRSsum. Do utworzenia GR zastosowano średnią wartość (tabela 10, kol. 8). Po utworzeniu GR zastosowano metodę określania LRS (podsekcja: lokalna ocena podkategorii).

- W celu zweryfikowania wyników badań i podkreślenia znaczenia oraz możliwości wykorzystania procedury ratingowej opracowano metodę sprawdzania klasyfikacji ratingowej w celu diagnozowania stanu rynków nieruchomości mieszkalnych w przyszłości. Badania przeprowadzone były na podstawie danych z lat 2011-2013, a rok 2014 reprezentował przyszłość i posłużył do weryfikacji metodologii badań. Pozwoliło to na sprawdzenie uzyskanych wyników, nie tylko w celu określenia potencjału i możliwości rozwoju rynku nieruchomości w analizowanej perspektywie, ale także do przewidywania jego kondycji w przyszłości.

Opracowana procedura oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych stanowi wstęp do procesu optymalizacji. Metodologia systemu scoringowego pozwala ocenić stan i kondycję przestrzeni zurbanizowanej, a w szczególności rynków nieruchomości mieszkaniowych i przedstawić je w formie ratingu. Jest to istotny element analizy rynkowej oraz systemu wspomagającego proces podejmowania decyzji przez uczestników rynku nieruchomości. Ocena i klasyfikacja kondycji rynku nieruchomości jest istotnym elementem analizy rynku, jak i stanu gospodarki danego kraju. Biorąc pod uwagę konotacje między klasyfikacją rynku nieruchomości i powszechnie stosowaną klasyfikacją, jest to jednocześnie istotna informacja związana z potencjalną wiarygodnością kredytową uczestników rynku, zależnie od kondycji, potencjału i rozwoju danego rynku. Przeprowadzone badania i proponowane rozwiązania stanowią istotny element metodologii badań w zakresie oceny kondycji rynków nieruchomości i obszarów miejskich. Rozwiązanie to jest użyteczne i może być skutecznie stosowane w innych dziedzinach nauki, zwłaszcza gdy przedmiot badań jest heterogeniczny.

Proponowana procedura systemu oceny i klasyfikacji może być wdrożona w dowolnej dziedzinie, zwłaszcza gdy analiza dotyczy nieprecyzyjnych i drażliwych danych. Badania wykazały, że opracowane oceny wskazują na istotną korelację z przyszłymi wydarzeniami w przestrzeni, a w szczególności na rynku nieruchomości, które mają wpływ na jego rozwój i ocenę. Uzyskane wyniki potwierdziły, że opracowana metodologia umożliwia uzyskanie rzetelnego obrazu kondycji rynku nieruchomości.

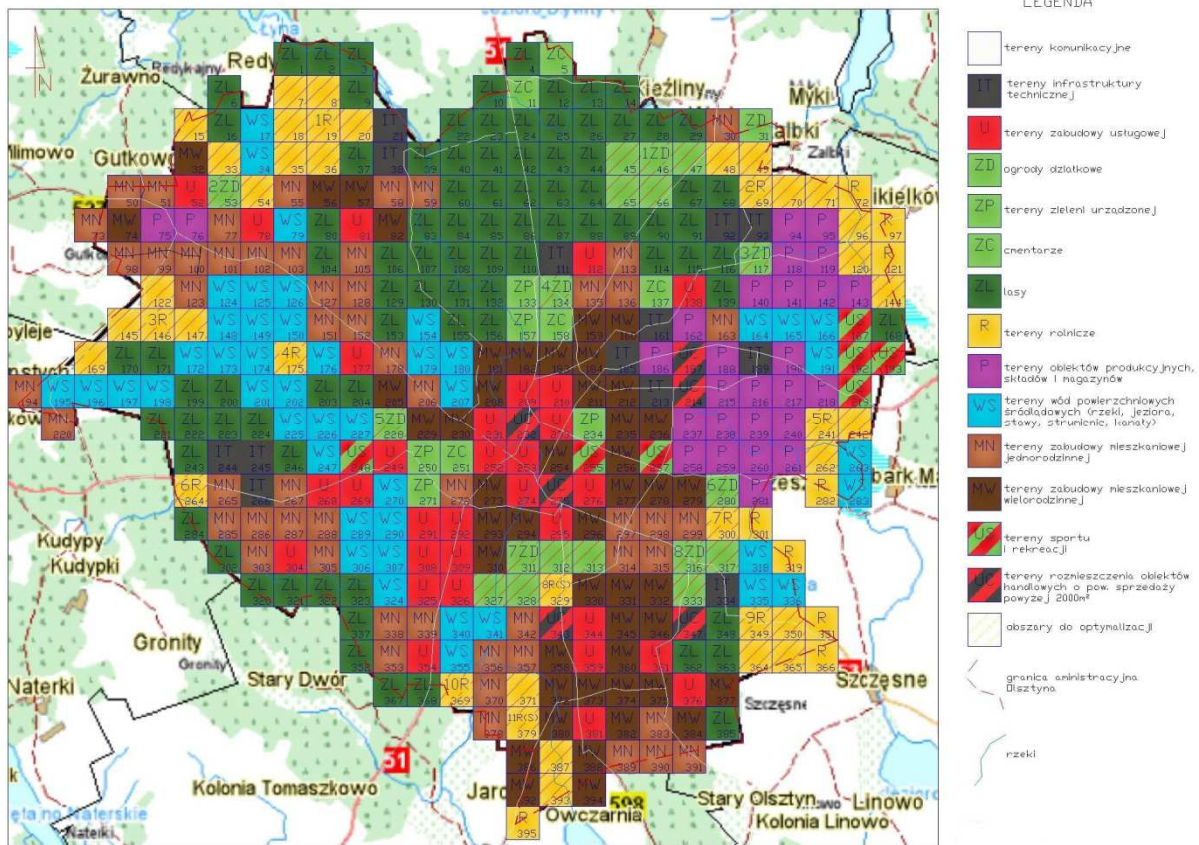
4.3.4 Opracowanie metodyki i struktury systemu wspomaganie decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu – publikacje [C3], [C4].

Gospodarowanie przestrzenią oznacza całokształt działań biernych i czynnych dotyczących podmiotów i przedmiotów związanych z organizacją i użytkowaniem przestrzeni (Kucharska-Stasiak 1998). Gospodarowanie przestrzenią jako dobrem rzadkim polega na maksymalizacji efektów przy danych zasobach przestrzeni i minimalizacji nakładów w przestrzeni dla osiągnięcia danych efektów (Meyer 1998). Wszystkie działania człowieka zawarte w definicji gospodarowania przestrzeni podporządkowane są ogólnej prawidłowości, która wyraża się tym, że człowiek w swoim działaniu kieruje się (na ogół) zasadą najmniejszego wysiłku. Cele jakie sobie stawia w zagospodarowaniu przestrzennym, stara się osiągnąć możliwie najmniejszym nakładem sił i środków (Malisz 1984). Sprowadza się to do podejmowania decyzji o przeznaczeniu terenu do pełnienia różnorodnych funkcji społecznych i gospodarczych oraz decyzji o sposobie zagospodarowania i zabudowy tych terenów. W efekcie powstają określone stany zagospodarowania, struktury przestrzenne oraz organizacja społeczeństwa, co w znaczeniu planistycznym prowadzi do planowego rozmieszczenia na danym obszarze ludności, mieszkań, infrastruktury społecznej, technicznej i gospodarczej w celu racjonalnego zagospodarowania, funkcjonowania i użytkowania tego obszaru, z uwzględnieniem ochrony środowiska i jakości życia (Cymerman 2001, 2002). Potrzeba zrównoważonego rozwoju jest efektem wrodzonej woli człowieka do utrzymania naturalnego porządku świata, pewnego „optimum”, które umożliwia rozwój ludzkości, a przede wszystkim zapewnia jej przetrwanie. Ocena i klasyfikacja struktur przestrzennych poprzedzająca proces optymalizacji w przejrzysty sposób określa stan oraz jakość analizowanego obszaru ze względu na przyjęte kryteria. Niski rating przestrzeni z perspektywą spadkową świadczy o złej kondycji jej poszczególnych składników. Szczególnie istotne w tym przypadku wydają się informacje o jakości i kondycji rynku nieruchomości, które stanowią pierwszy etap procedury optymalizacji przestrzeni. Optymalizacja funkcji przestrzeni miejskiej ma na celu weryfikację najbardziej niedopasowanych funkcji terenu oraz

propozycję ich zamiany na funkcje najbardziej dopasowane względem występujących cech przyrodniczych i antropogenicznych. Dostosowanie terenów problemowych – generujących tzw. konflikty przestrzenne i niekorzystnie wpływających na obraz i jakość użytkowania przestrzeni, powinno opierać się na opinii mieszkańców miasta, odzwierciedlając ich aktualne potrzeby, co można określić mianem optymalizacji społecznej oraz na tzw. rachunku ekonomicznym, co można określić mianem optymalizacji ekonomicznej.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym było opracowanie procedury decyzyjnej wyboru optymalnej funkcji obszaru w oparciu o etapy zaprezentowane poniżej. Poniżej przedstawiono kolejne etapy oraz wyniki symulacji opracowanej procedury na przykładzie miasta Olsztyna – publikacje: „*Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn*” [C3] oraz „*Multi-Criteria Land use Function Optimization*” [C4].

Struktura systemu wspomagania decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu w pierwszej kolejności opiera się na ocenie i klasyfikacji struktur przestrzennych oraz na tzw. monitoringu przestrzennym. Monitoring przestrzenny obszarów zurbanizowanych opiera się na analizie stanu zagospodarowania przestrzeni oraz identyfikacji, lokalizacji i wyborze obszarów, gdzie możliwa lub konieczna jest zmiana funkcji (dotyczy przede wszystkim funkcji o charakterze „niemiejskim” – [C3], które nie są jednoznacznie kojarzone z miastem, tzn. tereny rolnicze, sady, ogródki działkowe, tereny zieleni naturalnej - nieurządzonej, itp.). Przykład takiej procedury przedstawiono w publikacji [C3]. W celu optymalizacji przeznaczenia terenu przeprowadzono analizę stanu zagospodarowania przestrzeni miejskiej Olsztyna oraz zlokalizowano tzw. funkcje „niemiejskie”. W pierwszym etapie analizy na mapę miasta naniesiono siatkę kwadratów o bokach 500 x 500 m – łącznie 395 pól, o powierzchni 25 ha każdy. Przyjęta wielkość pól badawczych podyktowana była wcześniej prowadzonymi badaniami na tym obszarze oraz wielkością obszaru przyjętego do analizy. Łącznie powierzchnia obszaru opracowania wyniosła 9875 ha (98,75 km²). Główną zasadą doboru funkcji dla każdego pola podstawowego było występowanie charakterystycznych jej cech w granicach kwadratu. W Olsztynie zidentyfikowano 2 funkcje o charakterze niemiejskim. Należą do nich: tereny rolnicze i tereny ogrodów działkowych. W Olsztynie zlokalizowano 11 terenów rolniczych oraz 8 terenów o funkcji ogrodów działkowych. Wszystkie 19 obszarów można uznać za problemowe - konfliktowe. Na rysunku nr 6 – rozmieszczenie funkcji w przestrzeni miejskiej Olsztyna – pola podstawowe o tzw. funkcjach „niemiejskich” oznaczono czerwonym, ukośnym kreskowaniem. Ponadto obszary rolnicze zostały oznaczone kolorem żółtym, literą R oraz kolejno ponumerowane, a obszary ogrodów działkowych oznaczone kolorem jasno-zielonym, literami ZD oraz kolejno ponumerowane.



Rys. 6. Rozmieszczenie funkcji w przestrzeni miejskiej Olsztyna. Źródło: C3.

W publikacjach [C3], [C4] szczegółowo opisano również zasady optymalizacji społecznej, ekonomicznej oraz ekologicznej, będące podstawowym elementem systemu wspomagania decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu.

Optymalizacja społeczna oparta na badaniach sondażowych wymaga skonstruowania ankiety i przeprowadzenia badań sondażowych w celu określenia preferencji społecznych (dla całej populacji przez np. referendum, konsultacje społeczne lub dla wybranych jednostek z próby) odnośnie zagospodarowania danego miasta lub jego fragmentu (konkretnej dzielnicy). Ankieta stanowi przykład standaryzowanej techniki pozyskiwania informacji na skutek wzajemnego porozumiewania się, w której komunikacja następuje w formie pisemnej, bez pośrednictwa osoby badającej. Ankieta powinna zawierać informację na temat sposobu, w jaki ma być uzupełniona, jak również na temat celu badań. Według Sołomy (2002) ankieta pozwala na stosunkowo szybkie i tanie uzyskanie informacji od dużej zbiorowości przestrzennie rozproszonej, eliminację wpływu osoby badającej, kształtowanie się u respondentów poczucia anonimowości, uzyskanie jednolitości materiałów

Optymalizacja ekonomiczna skupia się ono na finansowym podejściu do planowania przestrzennego i polega na wykorzystaniu w jak największym stopniu ekonomicznego

potencjału przestrzeni. Optymalizacja ekonomiczna realizowana może być w dwóch płaszczyznach – poprzez minimalizację kosztów transformacji lub maksymalizację dochodów. Minimalizacja kosztów polega na optymalnym wykorzystaniu naturalnych i antropogenicznych cech analizowanego terenu poprzez macierz cech przyrodniczych wywołująca optymalne użytkowanie obszaru - macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej z cechami terenu [C3].

W celu opracowania zasad **ekonomicznej optymalizacji kosztowej** przeprowadzono badanie sondażowe wśród mieszkańców Olsztyna odnośnie występujących w przestrzeni miejskiej form przeznaczenia terenu, a także przestrzennych preferencji. W trakcie prowadzonych badań zapytano 100 mieszkańców Olsztyna o ich preferencje dotyczące funkcji oraz cech przestrzennych występujących na terenie miasta. Respondenci odpowiedzieli na 3 pytania:

- 1) Jak ważne dla potrzeb miasta i jego mieszkańców są funkcje przestrzeni – wybór z 21 funkcji?
- 2) Które z przyrodniczych cech terenu mają znaczenie dla odpowiedniego funkcjonowania przestrzeni miejskiej – wybór z 30 cech?
- 3) Które z cech antropogenicznych terenu mają znaczenie dla odpowiedniego funkcjonowania przestrzeni miejskiej – wybór z 38 cech?

Respondent (mieszkaniec Olsztyna) miał ustosunkować się do poziomu istotności każdej z określonych funkcji, przyrodniczych cech terenu oraz cech antropogenicznych. Występujące poziomy istotności funkcji i cech przyrodniczych oraz antropogenicznych to: zupełnie nieważna (0 pkt.), raczej nieważna (1 pkt.), obojętna (2 pkt.), raczej ważna (3 pkt.), bardzo ważna (4 pkt.). Kolejnym etapem było stworzenie przedziałów punktowych oraz nadanie im rang, co dla funkcji przestrzeni przedstawia się następująco:

- (0-96 pkt.) – **ranga 1** – wskazuje nieoptymalne funkcje dla przestrzeni miejskiej,
- (97-192 pkt.) – **ranga 2** – oznacza „mało” optymalne funkcje dla przestrzeni miejskiej,
- (193-288 pkt.) – **ranga 3** – wskazuje „średnio” optymalne funkcje,
- (powyżej 288 pkt.) – **ranga 4** – oznacza optymalne funkcje dla przestrzeni miejskiej.

Zestawienie punktów i rang uzyskanych przez każdą funkcję przestrzeni (przeznaczenie terenu) zestawiono w tabeli 11.

Tabela 11. Zestawienie punktów i rang uzyskanych przez każdą funkcję przestrzeni (przeznaczenie terenu)

Lp.	Funkcja przestrzeni (przeznaczenie terenu)	Uzyskana ocena punktowa za każdy poziom istotności funkcji					Suma ocen pkt.	Ranga
		Zupełnie nieważna (os.x0p.)	Raczej nieważna (os.x1p.)	Obojętna (os.x2p.)	Raczej ważna (os.x3p.)	Bardzo ważna (os.x4p.)		
1	Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	0	0	16	186	120	322	4
2	Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej	0	0	6	84	276	366	4
3	Tereny zabudowy usługowej	0	0	0	54	328	382	4
4	Tereny sportu i rekreacji	0	10	26	156	80	272	3
5	Tereny obiektów handlowych o pow. sprzedaży >2000 m ²	0	19	28	87	124	257	3
6	Tereny rolnicze	0	2	6	0	0	8	1
7	Tereny obsługi produkcji w gospodarstwach rolnych,	0	1	0	0	0	1	1
8	Tereny zabudowy zagrodowej	0	1	2	0	0	3	1
9	Tereny obiektów produkcyjnych, składów i magazynów	0	22	44	78	60	204	3
10	Obszary i tereny górnicze	0	45	4	0	0	49	1
11	Tereny zieleni objęte formami ochrony przyrody	0	8	30	21	20	79	1
12	Lasy	0	14	16	99	56	185	2
13	Tereny zieleni urządzonej	0	12	30	114	100	256	3
14	Tereny ogrodów działkowych	0	12	10	12	8	42	1
15	Cmentarze	0	20	20	93	68	201	3
16	Obszary zagrożone powodzią	0	8	4	0	0	12	1
17	Tereny wód morskich	0	9	6	3	0	18	1
18	Tereny wód śródlądowych	0	17	40	93	128	278	3
19	Tereny komunikacji	0	6	10	75	240	331	4
20	Tereny infrastruktury tech.	0	9	39	102	88	238	3
21	Tereny zamknięte (np. wojskowe, policyjne)	0	28	18	57	68	171	2

Źródło: C3.

Do przeznaczenia terenu, które są optymalne (najlepiej korelują z przestrzenią miejską) zaliczono funkcje o rangach 3 i 4 („średnio” optymalne i optymalne funkcje).

Tabele 12 oraz 13 zawierają zestawienie punktów uzyskanych przez każdą cechę przyrodniczą oraz antropogeniczną terenu określone w analogiczny sposób jak w Tabeli 11. Dla cech przyrodniczych terenu, wyróżniono następujące przedziały punktowe i odpowiadające im rangi: (0-79 pkt.) – **ranga 1**, (80-156 pkt.) – **ranga 2**, (157-233 pkt.) – **ranga 3**, (powyżej 233 pkt.) – **ranga 4**. Dla cech antropogenicznych terenu, wyróżniono następujące przedziały punktowe i odpowiadające im rangi: - (0-202 pkt.) – **ranga 1**, (203-263 pkt.) – **ranga 2**, (264-324 pkt.) – **ranga 3**, (powyżej 324 pkt.) – **ranga 4**.

Tabela 12. Zestawienie punktów i rang uzyskanych przez każdą cechę przyrodniczą

Lp.	Cecha przyrodnicza terenu	Uzyskana ocena punktowa za każdy poziom istotności cechy					Suma ocen pkt.	Ranga
		Zupełnie nieważna (os.x0p.)	Raczej nieważna (os.x1p.)	Obojętna (os.x2p.)	Raczej ważna (os.x3p.)	Bardzo ważna (os.x4p.)		
1	Linie brzegowe jezior	0	8	46	102	140	296	4
2	Rzeki i strumienie	0	19	18	87	124	248	4
3	Kanały i rowy	0	26	40	69	52	187	3
4	Bagna i mokradła	0	15	18	9	0	42	1
5	Małe wody stojące	0	7	32	81	156	276	4
6	Zróżdła	0	38	22	6	12	78	1
7	Granice lasów	0	31	28	54	36	149	2
8	Rzędy drzew	0	10	34	96	136	276	4
9	Grupy drzew, zagajniki	0	21	24	120	52	217	3
10	Pojedyncze drzewa	0	9	28	93	160	290	4
11	Pasy krzaków, żywopłoty	0	4	38	90	176	308	4
12	Zarośla, kępy krzaków...	0	27	8	12	0	47	1

13	Tereny podmokłe	0	9	4	0	0	13	1
14	Wąwozy, jary	0	31	2	3	0	36	1
15	Skarpy, nasypy, wykopy...	0	29	30	6	0	65	1
16	Piaski, głazowiska...	0	5	8	0	0	13	1
17	Skąły, glazy...	0	13	10	0	0	23	1
18	Obszary chronione	0	9	2	9	0	20	1
19	Tarasy widokowe	0	15	12	102	52	181	3
20	Zabytki przyrody	0	12	8	27	16	63	1
21	Wystawa północna	0	11	6	3	0	20	1
22	Wystawa wschodnia	0	14	10	27	20	71	1
23	Wystawa południowa	0	12	20	96	108	236	4
24	Wystawa zachodnia	0	17	8	111	76	212	3
25	Brak nachylenia terenu	0	7	36	129	36	208	3
26	Niewielkie nachylenie terenu	0	12	46	54	120	232	3
27	Znaczne nachylenie terenu (spadki powyżej 35%)	0	6	2	21	12	41	1
28	Łąki	0	4	4	6	0	14	1
29	Pastwiska	0	3	0	0	0	3	1
30	Grunty orne	0	6	2	3	12	23	1

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 13. Zestawienie punktów i rang uzyskanych przez każdą cechę antropogeniczną

Lp.	Cecha antropogeniczna terenu	Uzyskana ocena punktowa za każdy poziom istotności cechy					Suma ocen punktowych	Ranga
		Zupełnie nieważna (os.x0p.)	Raczej nieważna (os.x1p.)	Obojętna (os.x2p.)	Raczej ważna (os.x3p.)	Bardzo ważna (os.x4p.)		
1	Prąd	0	6	24	18	288	336	4
2	Telefon	0	5	30	90	152	277	3
3	Wodociągi	0	1	0	12	372	385	4
4	Kanalizacja	0	2	6	21	324	353	4
5	Gaz	0	10	10	87	196	303	3
6	Multimedia	0	4	34	54	168	260	2
7	Łatwy dojazd	0	4	2	69	256	331	4
8	Dojazd utrudniony	0	12	16	0	0	28	1
9	Kolej	0	8	34	84	168	294	3
10	Pomosty, plaża	0	5	14	165	80	264	3
11	Sprzęt wodny (kajaki, łódki)	0	7	40	123	80	250	2
12	Restauracje	0	9	6	195	68	278	3
13	Baseny	0	8	14	102	140	264	3
14	Bloki wielorodzinne	0	3	24	84	220	331	4
15	Domy jednorodzinne	0	4	34	129	116	283	3
16	Budynki użyteczności publicznej	0	5	8	54	288	355	4
17	Dyskoteki	0	28	36	48	76	188	1
18	Kluby, puby	0	8	28	63	188	287	3
19	Ośrodki wypoczynkowe	0	33	50	60	32	175	1
20	Pola namiotowe	0	7	26	105	92	230	2
21	Ścieżki zdrowia	0	19	56	72	48	195	1
22	Zabytki	0	3	20	201	52	306	3
23	Sąsiedztwo terenów o tej samej funkcji	0	8	32	96	128	264	3
24	Sąsiedztwo terenów o innej funkcji	0	18	40	105	76	239	2
25	Dostęp do oświaty	0	6	8	27	316	357	4
26	Kina, teatry, domy kultury	0	12	14	108	160	294	3
27	Sklepy o małej pow. użytkowej	0	1	10	66	276	353	4
28	Sklepy wielkopowierzchniowe	0	9	22	129	116	276	3
29	Obszary zdewastowane	0	5	6	0	0	11	1
30	Użytki przemysłowe	0	13	38	84	100	235	2
31	Ruiny	0	21	36	93	96	246	2
32	Drogi utwardzone	0	4	4	54	300	362	4
33	Drogi ulepszone	0	38	38	42	60	178	1
34	Drogi gruntowe	0	28	20	54	40	142	1
35	Ścieżki	0	18	12	132	40	202	1
36	Ogrodzenia	0	16	4	153	64	237	2
37	Cmentarze i grzebowiska	0	11	36	126	92	265	3
38	Obiekty sakralne	0	12	22	84	156	274	3

Źródło: Opracowanie własne.

Kolejnym etapem badań było stworzenie macierzy powiązań między funkcjami przestrzeni miejskiej (przeznaczeniem terenu), a cechami terenu. W kolejnej ankiecie zostało zadane respondentom jedno pytanie - czy zdaniem Pani/Pana wymienione antropogeniczne i

przyrodnicze cechy terenu odpowiadają przedstawionym funkcjom przestrzeni miejskiej? Wstępnie wyniki zaprezentowano w postaci sumy punktów (każda osoba, która odpowiedziała twierdząco wpisała 1 pkt.), a następnie ustalono zamienne dla punktów uzyskanych z ankiety [0-100 pkt.] na wartości ujemne i dodatnie [-10;10], które posłużyły do obliczenia prawdopodobieństw wystąpienia danej funkcji na badanym obszarze problemowym. Macierz powiązań składa się z 11 funkcji przestrzeni, 13 cech przyrodniczych oraz 23 cech antropogenicznych terenu, do których zaliczono również występującą infrastrukturę. W komórkach macierzy zostały umieszczone wartości ujemne i dodatnie, które informują z jaką siłą dana cecha generuje potrzebę włączenia na analizowanym obszarze jednej z jedenastu wybranych funkcji przestrzeni miejskiej. Suma uzyskana z kolumn macierzy określa wartość prawdopodobieństwa, a ujemny znak sumy oznacza prawdopodobieństwo równe zero. Funkcja z macierzy, która uzyska najwyższe prawdopodobieństwo będzie funkcją optymalną dla badanego obszaru. Wartości ujemne i dodatnie w macierzy zostały ustalone w kolejnej ankiecie, gdzie określono czy wymienione antropogeniczne i przyrodnicze cechy terenu odpowiadają przedstawionym funkcjom przestrzeni miejskiej. Tabela nr 14 przedstawia macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej z cechami terenu.

Tabela 14. Macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej (przeznaczenia terenu) z cechami terenu oraz z występującą infrastrukturą.

Lp.	Funkcja przestrzeni miejskiej (przeznaczenie terenu)											
	MN	MW	U	US	UC	P	ZP	ZC	WS	K*	IT*	
Cechy terenu, występująca infrastruktura												
1	Prąd	8	8	9	8	8	10	0	5	3	4	10
2	Telefon	7	7	6	4	8	7	-8	3	-7	0	8
3	Wodociągi	9	8	9	7	9	9	3	6	3	2	9
4	Kanalizacja	7	8	6	3	5	9	-6	1	3	3	8
5	Gaz	7	8	4	2	4	8	-8	-2	3	4	9
6	Łatwy dojazd	7	7	8	2	6	7	1	5	4	6	4
7	Kolej	-10	-10	-7	-10	6	9	-9	-5	-8	9	9
8	Pomosty, plaża	-7	-7	-6	8	-9	-10	0	-10	7	-8	-8
9	Restauracje	3	4	7	2	3	-7	1	-6	1	6	-9
10	Baseny	-5	1	4	8	4	-3	-7	-9	-7	-4	-1
11	Bloki wielorodzinne	-7	10	-2	-6	5	-4	2	-9	-8	-3	-7
12	Domy jednorodzinne	10	-8	-3	-3	-3	-9	5	-8	-9	-6	-8
13	Budynki użyteczności publicznej	-3	1	8	-9	2	-4	4	-7	-8	0	-5
14	Kluby, puby	-6	3	7	1	4	-4	-8	-7	3	2	-4
15	Zabytki	-9	-10	-7	-9	-6	-5	8	3	-6	-7	-7
16	Sąsiedztwo tej samej funkcji	3	2	-8	-6	1	8	-9	3	2	-4	3
17	Dostęp do oświaty	4	5	2	-6	1	-2	-9	-7	-9	3	-1
18	Kina, teatry, domy kultury	-4	-3	6	-9	-5	-7	-7	-6	-8	3	1
19	Sklepy o małej pow. użytkowej	4	4	10	3	-7	1	-4	2	-3	4	-1
20	Sklepy wielkopowierzchniowe	-7	-5	1	-10	10	4	-10	-6	-9	9	5
21	Drogi utwardzone	6	7	8	2	9	10	-3	9	-2	10	6
22	Cmentarze i grzebowiska	-10	-10	-9	-10	-10	-10	2	10	-6	4	-2
23	Obiekty sakralne	-1	3	-5	-3	-6	-2	4	9	-8	4	-6
24	Linie brzegowe jezior	-6	-10	-7	10	-9	-8	7	-9	10	-7	-8
25	Rzeki i strumienie	-2	-7	1	4	-8	-4	3	-8	10	-6	-5

26	Kanały i rowy	-10	-10	-10	-6	-4	1	-9	-1	7	5	4
27	Małe wody stojące	1	1	-5	6	-8	-4	4	1	6	-6	-7
28	Rzędy drzew	-4	-3	-6	-2	-1	-1	9	7	6	-6	1
29	Grupy drzew, zagajniki	1	-6	-9	6	-3	-1	7	3	6	-8	-1
30	Pojedyncze drzewa	-2	-3	-3	4	-1	0	9	7	6	-6	3
31	Pasy krzaków, żywopłoty	3	3	5	-2	-1	0	10	7	6	3	2
32	Tarasy widokowe	-7	-8	-3	9	-8	-5	7	0	4	-7	-7
33	Wystawa południowa	5	4	-3	6	-5	-5	6	3	3	-10	-8
34	Wystawa zachodnia	3	2	-4	5	-6	-5	3	3	3	-10	-4
35	Brak nachylenia terenu	6	3	-3	-6	10	10	-3	6	-2	9	9
36	Niewielkie nachylenie terenu	6	1	6	-3	5	7	5	7	4	8	8
	Suma dodatnich	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Suma ujemnych	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
	Suma ogólna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Oznaczenia: MN- tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, MW – tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, U - tereny zabudowy usługowej, US –tereny sportu i rekreacji, UC – tereny rozmieszczenia obiektów handlowych o powierzchni sprzedaży powyżej 2000 m², P – Tereny obiektów produkcyjnych, składów i magazynów, ZP – Tereny zieleni urządzonej, takie jak: parki, ogrody, zieleń towarzysząca obiektom budowlanym, zieleńce, arboreta, alpinaria, grodziska, kurhany, zabytkowe fortyfikacje, ZC – Cmentarze, WS – Tereny wód powierzchniowych śródlądowych (rzeki, jeziora, stawy, strumienie, kanały), K – tereny komunikacyjne (oznaczenie własne), IT – tereny infrastruktury technicznej (oznaczenie własne).

Źródło: C3.

Weryfikację opracowanej procedury przeprowadzono dla wyznaczonych w procesie monitoringu przestrzennego obszarów problemowych [C3]. Doboru odpowiednich cech dla analizowanych 19 obszarów problemowych (11 obszarów użytkowanych rolniczo i 8 obszarów o funkcji ogrodów działkowych) dokonywano zgodnie z zasadami, że inwentaryzowane cechy muszą znajdować się w granicach badanego obszaru, aby mogły zostać przyjęte do badań, jak również poza nimi (kwadraty najbliższej sąsiadujące z obszarem problemowym) – tabela 15.

Tabela 15. Zasady inwentaryzacji cech przestrzeni

Cechy w granicach obszaru		Cechy w granicach obszaru lub w najbliższym sąsiedztwie	
Lp.	Nazwa cechy	Lp.	Nazwa cechy
1	Prąd	1	Łatwy dojazd
2	Telefon	2	Kolej
3	Wodociągi	3	Pomosty, plaża
4	Kanalizacja	4	Restauracje
5	Gaz	5	Baseny
6	Rzeki i strumienie	6	Bloki wielorodzinne
7	Kanały i rowy	7	Domy jednorodzinne
8	Małe wody stojące	8	Budynki użyteczności publicznej (szpitale, urzędy, poczta)
9	Rzędy drzew	9	Kluby, puby
10	Grupy drzew, zagajniki	10	Zabytki
11	Pojedyncze drzewa	11	Sąsiedztwo terenów o tej samej funkcji
12	Pasy krzaków, żywopłoty	12	Dostęp do oświaty
13	Tarasy widokowe	13	Kina, teatry, domy kultury
14	Wystawa południowa	14	Sklepy o małej powierzchni użytkowej
15	Wystawa zachodnia	15	Sklepy wielkopowierzchniowe
16	Brak nachylenia terenu	16	Drogi utwardzone
17	Niewielkie nachylenie terenu	17	Cmentarze i grzebowiska
-	-	18	Obiekty sakralne (kościół kaplice)
-	-	19	Linie brzegowe jezior

Źródło: opracowanie własne.

Przykład procedury dla wybranego obszaru problemowego przedstawiono poniżej. Na podstawie wizji lokalnej, analizy zdjęć satelitarnych oraz danych z ewidencji gruntów i budynków ustalono, że obszar rolniczy 1R (rys. 7 oraz rys. 8) posiada dostęp do prądu, wodociągów, telefonu, a w jego granicach występują kanały i rowy melioracyjne, małe wody stojące, grupy drzew oraz niewielkie nachylenie terenu. W kwadratach najbliższej sąsiadujących z badanym obszarem występują zabudowania mieszkalne wielorodzinne oraz jednorodzinne, obszar jest większy, więc występuje sąsiedztwo terenów o tej samej funkcji, są też sklepy o małej powierzchni użytkowej, kościoły oraz linia brzegowa Jeziora Redykajny. Tabela 16 zawiera macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej z cechami terenu 1R.



Rys. 7. Tereny rolnicze 1R. Źródło: [C3].



Rys. 8. Tereny rolnicze 1R – funkcje. Źródło: [C3].

Tabela 16. Macierz powiązań funkcji przestrzeni miejskiej z cechami terenu 1R

Lp.	Funkcja przestrzeni miejskiej Cechy terenu, występująca infrastruktura	MN	MW	U	US	UC	P	ZP	ZC	WS	K*	IT*
1	Prąd	8	8	9	8	8	10	0	5	3	4	10
2	Telefon	7	7	6	4	8	7	-8	3	-7	0	8
3	Wodociągi	9	8	9	7	9	9	3	6	3	2	9
11	Bloki wielorodzinne	-7	10	-2	-6	5	-4	2	-9	-8	-3	-7
12	Domy jednorodzinne	10	-8	-3	-3	-3	-9	5	-8	-9	-6	-8
16	Sąsiedztwo tej samej funkcji	3	2	-8	-2	1	8	-9	3	2	-4	3
19	Sklepy o małej pow. użytkowej	4	4	10	3	-7	1	-4	2	-3	4	-1
23	Obiekty sakralne (kościół kaplice)	-1	3	-5	-3	-6	-2	4	9	-8	4	-6
24	Linie brzegowe jezior	-6	-10	-7	10	-9	-8	7	-9	10	-7	-8
26	Kanały i rowy	-10	-10	-10	-6	-4	1	-9	-1	7	5	4
11	Małe wody stojące	1	1	-5	6	-8	-4	4	1	6	-6	-7
12	Grupy drzew, zagajniki	1	-6	-9	6	-3	-1	7	3	6	-8	-1
13	Niewielkie nachylenie terenu	6	1	6	-3	5	7	5	7	4	8	8
	Suma	25	10	-9	21	-4	15	7	12	6	-7	4

Źródło: C3.

Suma uzyskana z kolumn macierzy określa wartość prawdopodobieństwa, a ujemny znak sumy oznacza prawdopodobieństwo równe zero. Funkcja z macierzy, która uzyska najwyższe prawdopodobieństwo jest optymalną funkcją dla badanego obszaru.

Na podstawie przeprowadzonych analiz ustalono określono funkcje optymalne dla wszystkich obszarów problemowych. Na rysunku 9 – rozmieszczenie funkcji

gdzie:

C_{T1} i C_{T2} - ceny transakcyjne,

p_1, p_2 - prawdopodobieństwo, z którym wystąpi cena transakcyjna,

Wk - wskaźnik ceny,

C_w - cena wywoławcza,

J - jednostka postąpienia.

Dla bardziej precyzyjnej miary ryzyka należy obliczyć wariancje gry. Im większe jest odchylenie od wyników, tym gra jest bardziej ryzykowna. Program wybiera ten wskaźnik cenowy, którego ryzyko jest najniższe, uzyskane z modyfikacji wzoru na wariancje gry [Ogryzek 2007 za Kamińska 2006]. Wartość terenu dla wszystkich funkcji jest wyznaczana jako najbardziej prawdopodobna cena zbycia nieruchomości w drodze przetargu. Porównanie wskaźników dla wszystkich funkcji terenu pozwala określić potencjalne profity ze zbycia nieruchomości w drodze przetargu dla każdego ze sposobów użytkowania. W ten sposób możliwe jest ustalenie dla wszystkich funkcji terenu przewidywanych modelowych jednostek porównawczych (Biłozor 2013 za Ogryzek 2007).

Wykorzystując programowanie liniowe i matematyczny zapis warunków optymalizacji funkcji terenu można określić, czy dany teren może zostać poddany procesowi transformacji i czy spełnia jednocześnie dwa podstawowe warunki:

- suma wartości przyrodniczych i antropogenicznych dla danej funkcji jest większa od wartości przyrodniczych i antropogenicznych aktualnej funkcji;
- wartość ekonomiczna po transformacji jest największa w stosunku do aktualnej i pozostałych funkcji terenu.

Jeżeli nie zostaną spełnione podstawowe warunki optymalności funkcji terenu, należy przyjąć za jego rozwiązanie największą sumę wartości przyrodniczych, antropogenicznych i ekonomicznej po transformacji gruntów (Biłozor 2013).

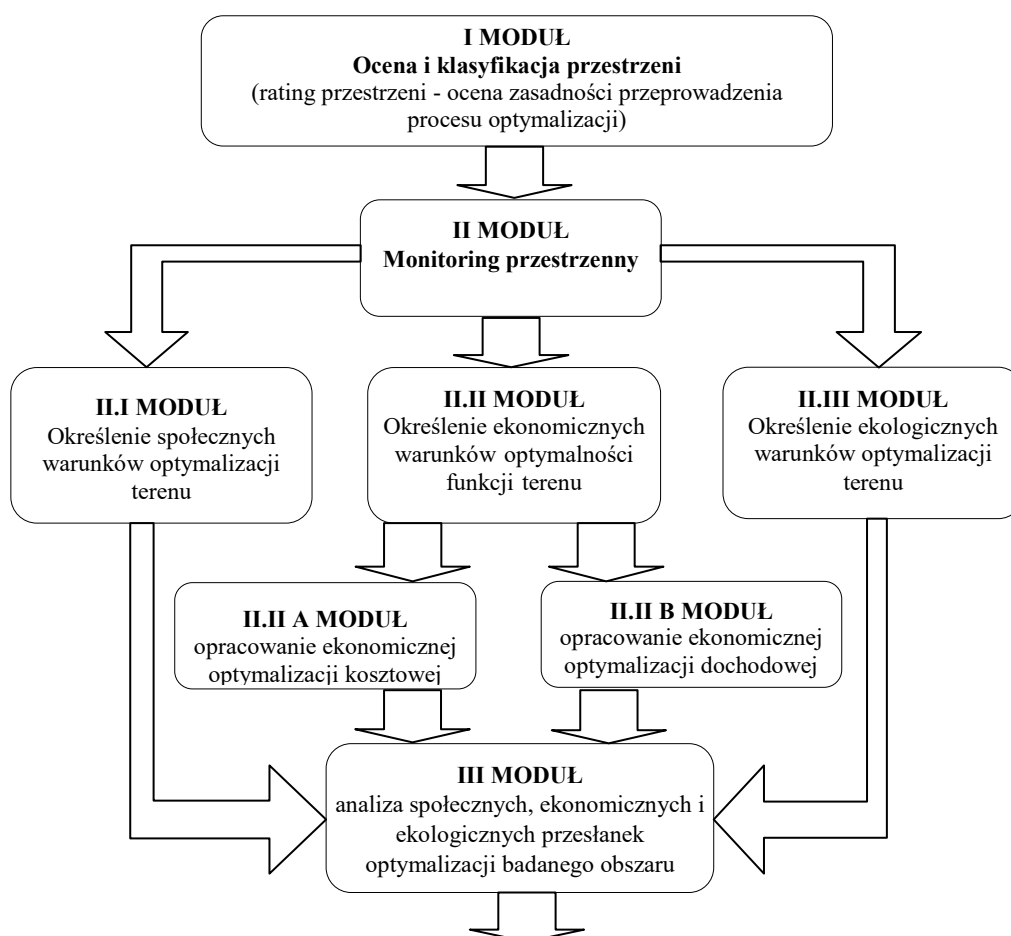
Optymalizacja ekologiczna skupiła się przede wszystkim na ochronie i zachowaniu środowiska naturalnego w jak najlepszym stanie. W celu wykonania optymalizacji ekologicznej analizie należy poddać szereg dostępnych dokumentów dotyczących tej sfery przestrzeni miejskiej. Informacje i wytyczne zawarte między innymi w Programie Ochrony Środowiska, Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego, miejscowych planach zagospodarowania przestrzenne określają priorytety ekologiczne dla poszczególnych obszarów, i najczęściej dotyczą ochrony walorów i warunków funkcjonowania oraz ciągłości przestrzennej systemów ekologicznych, ochrony jakości i zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, powiększania świadomości ekologicznej społeczeństwa, itd. Analiza zebranych informacji służy do opracowania optymalizacji

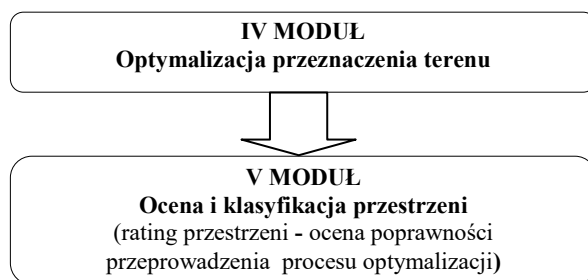
ekologicznej, jednocześnie wskazując propozycje sposobu zagospodarowania poszczególnych terenów.

Poprawność procedury optymalizacji użytkowania przestrzeni ma na celu minimalizację niepewności w procesie planowania przestrzennego. Proponowany system może być wykorzystany w różnej skali i na różnorodnym stopniu szczegółowości analiz przestrzennych oraz przy tzw. „monitoringu przestrzennym”, który służy do analizy i weryfikacji poszczególnych form zagospodarowania terenu (Biłozor 2013). Podstawowym kryterium optymalizacji jest tzw. funkcja celu, czyli w tym przypadku:

- minimalizacji kosztów transformacji (gdzie: $f(x) = x_{\text{koszt}} \rightarrow \text{minimum}$),
- maksymalizacja oczekiwań społecznych (gdzie: $f(x) = x_{\text{społeczne}} \rightarrow \text{maksimum}$),
- dochodów ekonomicznych (gdzie: $f(x) = x_{\text{ekonomiczne}} \rightarrow \text{maksimum}$),
- wartości ekologicznych (gdzie: $f(x) = x_{\text{ekologiczne}} \rightarrow \text{maksimum}$) (Biłozor 2015).

Model zadania optymalizacji poprzedza decyzję. Opracowana przeze mnie metodyka zaprezentowana w publikacji [C4] składa się z kilku szczegółowych zagadnień – modułów, które wchodzi w skład struktury systemu wspomagania decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu.





Rys. 10. Model systemu wspomaganie decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu. *Źródło:* opracowanie własne na podstawie [C4].

Ocena i klasyfikacja istniejących struktur przestrzennych, opracowana w formie ratingu, przeprowadzona w pierwszym etapie procesu optymalizacji określa zasadności całego procesu. Określona kondycja i jakość wykorzystania przestrzeni, a także odpowiednia lokalizacja nowych form zagospodarowania jest niezwykle istotną kwestią w aspekcie gospodarowania przestrzenią. Jeśli decydent ma wątpliwości, lepszym rozwiązaniem jest optymalizacja wielokryterialna lub polioptymalizacja. W procesie optymalizacji przeznaczenia terenu szuka się więc rozwiązania, które byłoby najlepsze w danym czasie i miejscu. Szukając optymalnego rozwiązania problemu decyzyjnego odnośnie zmiany przeznaczenia terenu należy uwzględnić szereg istotnych czynników. Każda z opracowanych przez autora optymalizacji dotyczy wyłącznie jednego wariantu – społecznego, ekonomicznego, gdzie zastosować można podejście kosztowe, dochodowe lub oba jednocześnie, lub ekologicznego. Ostatecznym wynikiem prowadzonych prac jest połączenie wszystkich trzech aspektów w taki sposób, aby otrzymać optymalnie zagospodarowaną przestrzeń miasta. Analiza przesłanek społecznych, ekonomicznych oraz ekologicznych badanego obszaru, a także zastosowanie podstawowych założeń analizy wielokryterialnej, można wspomóc proces podejmowania decyzji planistycznych, unikając w ten sposób powstawania sytuacji konfliktowych. Kryteria przyjmowane do wielokryterialnej optymalizacji przeznaczenia terenu dotyczą konieczności spełnienia przez daną funkcję określonych warunków społecznych, ekonomicznych lub ekologicznych. W zastosowanej przez autora metodzie twardej – nakładkowania, definiuje się je jako bariery, a wynikiem jest tzw. mapa przydatności terenu (mapa – obraz funkcji optymalnych), będąca prostym iloczynem jednostkowych map przydatności opracowanych dla każdego kryterium. Analiza przeprowadzona w oparciu o kryteria twarde, wyznaczone podczas procesu optymalizacji społecznej, ekonomicznej oraz ekologicznej z uwzględnieniem minimalizacji możliwych konfliktów przestrzennych, umożliwiła określenie optymalnych stanów zagospodarowania oraz stworzenie mapy przydatności terenu pod określone funkcje [C4]. Ocena i klasyfikacja nowopowstałych struktur przestrzennych, opracowana w formie ratingu, przeprowadzona w

ostatnim etapie procesu optymalizacji, określa poprawności przeprowadzenia procesu optymalizacji i trafności podjętych decyzji przestrzennych.

4.3.5 Opracowanie metodyki i struktury systemu wspomaganie decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu – publikacje [C3], [C5].

Optymalizacja to postępowanie - proces wyboru określonego elementu z danego zbioru w oparciu o określone relacje ustalające pewien porządek. Elementami tymi są zazwyczaj rozwiązania konkretnych problemów, zapewniające realizację danego celu. Zbiór takich rozwiązań, ograniczony często przez warunki poboczne, określa się mianem zbioru rozwiązań dopuszczalnych. Przy czym rozwiązaniem zadania optymalizacji jest takie rozwiązanie dopuszczalne, które zostało wyznaczone w oparciu o określoną relację porządkującą (Findeisen i in. 1977). Optymalizacja jest to wybór najlepszego, najkorzystniejszego w danych warunkach rozwiązania (Polański 2010). Wyboru rozwiązania dokonuje się przy określonych założeniach i występujących ograniczeniach. Według Malisza (1984) jako optymalne określa się rozwiązania, które na podstawie pobieżnego porównania i subiektywnych przesłanek wydają się być najlepsze z możliwych.

Optymalizacja jest dziedziną wiedzy zajmującą się metodami wyboru optymalnych działań związanych z aktywnością człowieka w sferze techniki, gospodarki itp. Parametrami optymalizacji są wszystkie atrybuty charakteryzujące dany proces, które można podzielić na wymierne – dające się przedstawić za pomocą modelu matematycznego oraz niewymierne – opisane np. za pomocą pojęć rozmytych (Ostwald 2005). Optymalizacja to zbiór czynności, dzięki którym, wybieramy najtrafniejsze rozwiązanie, spośród możliwych, budując model matematyczny. Celem polioptymalizacji (zwanej też optymalizacją z wektorową funkcją celu) jest znalezienie zbioru wariantów kompromisowych, gdy przyjętych kryteriów jest więcej niż 1, przy czym wszystkie warianty muszą spełniać wszystkie ograniczenia. W procesie optymalizacji i polioptymalizacji w danym zbiorze wariantów A definiuje się podzbiór wariantów dopuszczalnych D , takich które spełnią wszystkie ograniczenia. Optymalizacja poszukuje najlepszego wariantu ze względu na skalarną funkcję celu F , przy ograniczeniach w zbiorze D . W procesie polioptymalizacji poszukujemy podzbioru $P \subset D$ wariantów kompromisowych ze względu na wiele kryteriów K . W otrzymanym zbiorze P nie ma natomiast rozwiązania dominującego – optymalnego (Tarnowski 2011).

Polioptymalizacja to inaczej optymalizacja z wektorową funkcją celu, której zadaniem jest znalezienie najlepszego rozwiązania ze względu na kilka kryteriów jednocześnie. Jej podstawowym celem jest znalezienie podzbioru wariantów polioptymalnych P w zbiorze

wariantów dopuszczalnych D. Według Tarnowskiego (2011) zadaniem procesu polioptymalizacji jest znalezienie zbioru rozwiązań kompromisowych, które rozwiązuje się w dwóch fazach poprzez:

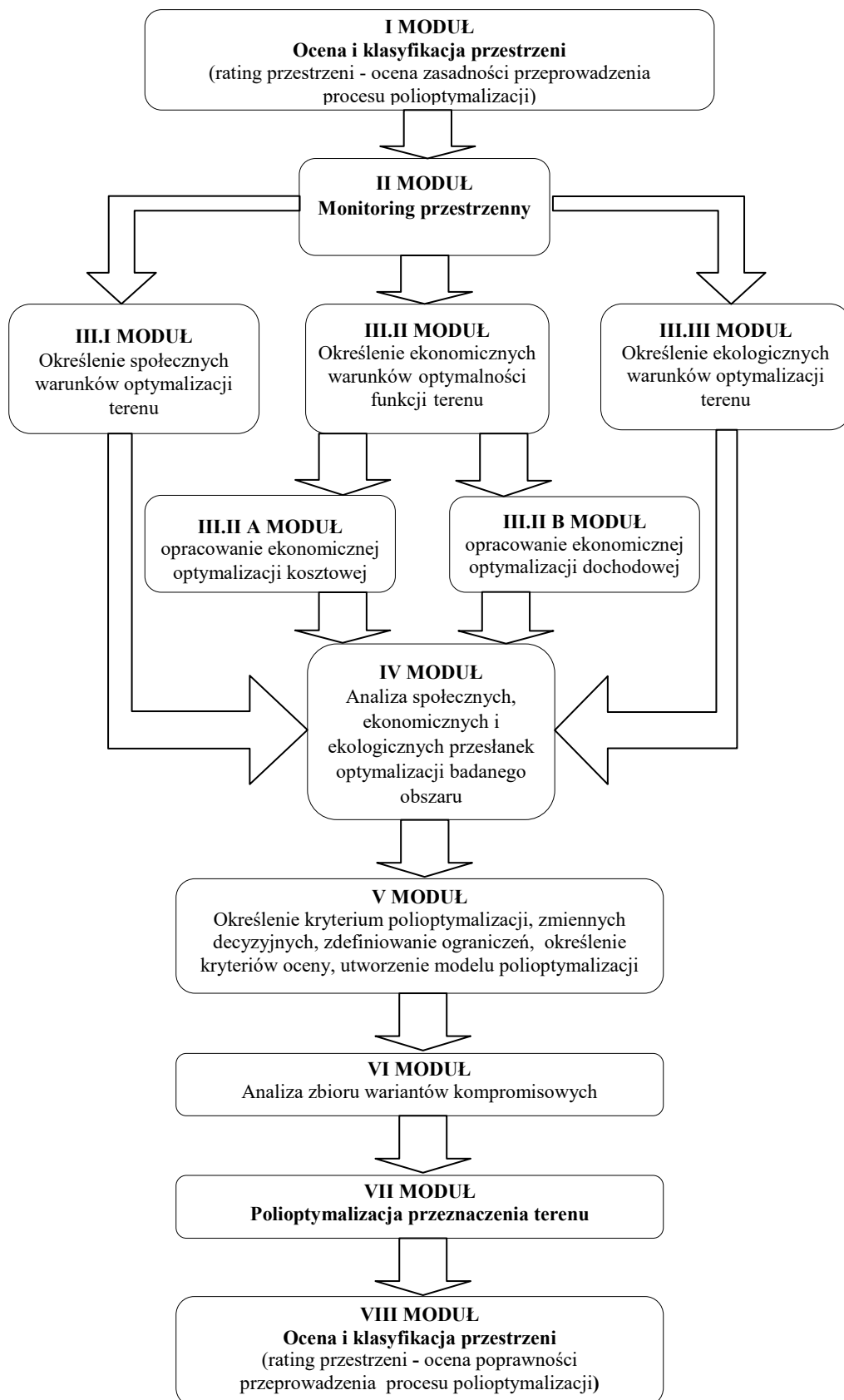
1. określenie zbioru rozwiązań kompromisowych (polioptymalnych),
2. przedstawienie w możliwie dogodnej formie do oceny decydentowi, który dokonuje oceny i wyboru rozwiązania.

Plioptymalizację można określić również jako optymalizację pewnego zbioru niezależnych kryteriów jakości które zależą od pewnej liczby zmiennych sterujących. Celem polioptymalizacji jest wykorzystanie wszystkich relacji między kryteriami jakości i zmiennymi sterującymi. Określony na tej podstawie zbiór w obszarze zmiennych sterujących lub kryteriów jakości, stanowi to podstawę do wyznaczania rozwiązania kompromisowego (Peschel, Riedel 1979). Ogólnie rzecz ujmując w polioptymalizacji chodzi o to, aby podzielić rozwiązania na te użyteczne i na te złe. Zastosowanie znajdują tu również podstawowe założenia zarówno statycznej teorii kompromisu (teorii wyboru), gdzie decydent dąży do osiągnięcia funkcji celu, szukając jednocześnie równowagi (kompromisu) pomiędzy korzyściami będącymi wynikiem zmian w przestrzeni, a kosztami ich wprowadzenia (Kubiak 2012). Zbiór rozwiązań kompromisowych określa się przede wszystkim metodami analitycznymi, do których zaliczyć można: kompromisy liniowe i nieliniowe (maksymalizując wszystkie kryteria jakości), metody oparte na teorii gier (gdy kryteria jakości są większe od 0), optymalizację geometryczną (gdy zmienne sterujące są większe od 0), lub wyznaczając wszystkie punkty brzegowe obszaru celu (wprowadzając do procesu tzw. kryteria zastępcze). W przypadku gdy metody analityczne nie prowadzą do celu, stosuje się metody poszukiwania, które pozwalają wyznaczyć poszczególne punkty celu lub odcinki zbioru kompromisów za pomocą pewnych algorytmów matematycznych. Konstrukcja algorytmów umożliwia w każdym następnym kroku równomierną poprawę w porównaniu z poprzednim punktem celu. Strategia poszukiwania ekstremum przy pomocy metody: gradientu, celów cząstkowych lub gradientów równoległych, prowadzi do pewnego punktu zbioru kompromisów po osiągnięciu wystarczającej dokładności (Peschel, Riedel 1997). Wybór rozwiązania kompromisowego zależy przede wszystkim od konkretnego zadania, a na samą decyzję wpływają specyficzne warunki zadania, informacje i wymagania dodatkowe oraz aspekty subiektywne. W procesie polioptymalizacji w oparciu o ścisłe metody matematyczne decydent otrzymuje do dyspozycji pełny i uzasadniony zbiór kompromisów stanowiący podstawę do podjęcia decyzji. Podstawę do podjęcia decyzji zapewnić mu mogą

tw. metody dialogowe, które poprzez eliminację kolejnych wariantów decyzyjnych prowadzą do najlepszego – zadowalającego rozwiązania.

Poliptymalizacja znajduje szerokie zastosowanie w analizie zbioru dopuszczalnych wariantów, a także tam gdzie podejmuje się decyzje jak np. w: planowaniu i organizacji, w zagadnieniach inżynierijno – projektowych (Nocoń A., Paszek S., 2006, Wróbel, J. Okulicz, K., 2009, Masłowski A. (1989), Tarnowski, W. 2010, 2013, Szparaga, Ł., Ratajski, J. 2013, Paszek, S. 2012, Bogusławska W., 2011, Nalepa, K., Pietkiewicz, P. 2009, Grzyb, A. 2007, Chmielowski, W. Sarna, S. 2006), konstruowaniu i projektowaniu obiektów (Jedrzejuk H., Marks W., 2002, Caruso G., Fantozzi F., Leccese F. 2013, Paczkowski W. M. 1999, Adamski, M., 2003, Paczkowski, W., Kęcka-Piotrkowska, K., 1998.) , sterowaniu procesami, a w szczególności w rozmytych systemach decyzyjnych (Wagenknecht M., Hartmann K., 1983, Tarnowski, W. 2011, Kumar A., Dash M.K. 2016), formułowaniu szczegółowych zasad doboru, porządkowaniu złożonych modeli matematycznych, uczeniu sieci neuronowych, itp. (Tarnowski 2011).

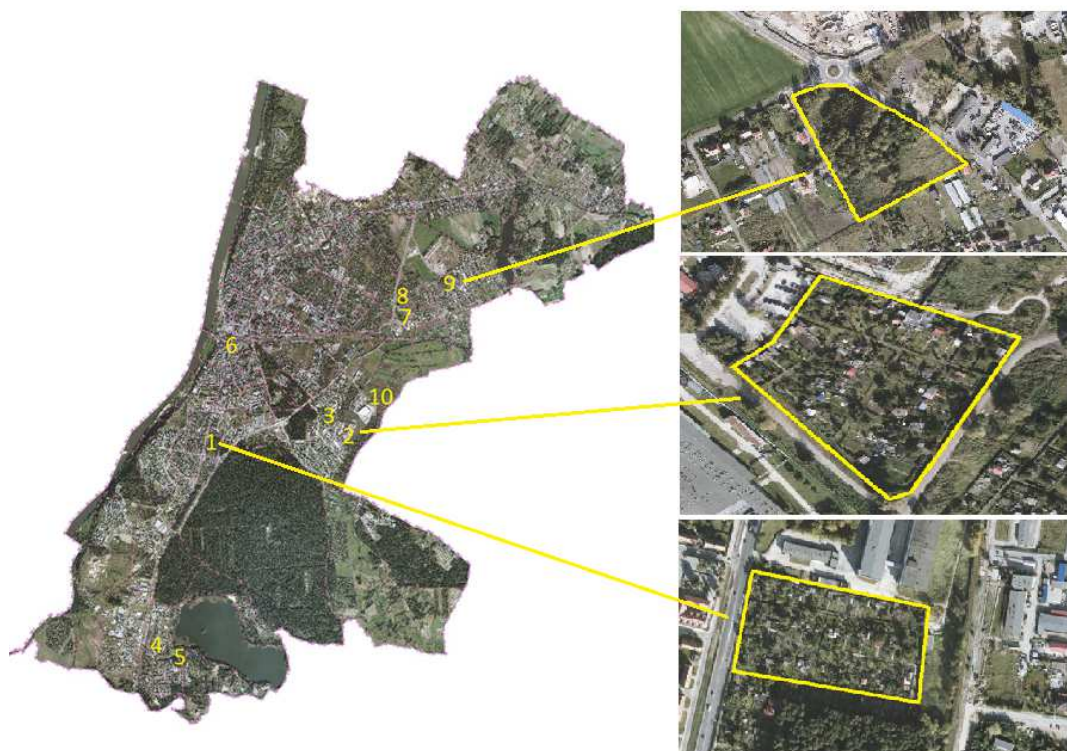
Najważniejszym osiągnięciem naukowym na tym etapie prac było opracowanie procedury decyzyjnej wyboru polioptymalnej funkcji obszaru w oparciu o etapy zaprezentowane poniżej. Opracowany we wcześniejszych badaniach algorytm zmiany przeznaczenia terenu (Biłozor 2013) oraz w publikacjach: „*Multi-Criteria Land use Function Optimization*” [C4] oraz „*Methodology of the polyoptimization for spatial processes*” [C5], jako instrument optymalizacji przestrzeni planistycznej jest w tym przypadku elementem ułatwiający podjęcie właściwej decyzji dotyczącej zmiany formy użytkowania analizowanego obszaru. Opracowany algorytm, w wyniku którego otrzymamy rozwiązanie określonego zadania czyli wyznaczenie optymalnego lub polioptymalnego przeznaczenia terenu, został zmodyfikowany i dostosowany do specyfiki gospodarki przestrzennej. Procedura przeprowadzenia procesu decyzyjnego wyboru polioptymalnego przeznaczenia terenu przebiegać powinna według etapów przedstawionych na rysunku 11. Opracowana metodyka zaprezentowana w publikacji [C5] składa się z kilku szczegółowych zagadnień – modułów, które wchodzi w skład struktury systemu wspomagania decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu.



Rys. 11. Model systemu wspomaganie decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu. Źródło: opracowanie własne na podstawie [C4].

Kryteria przyjmowane w procesie polioptymalizacji dotyczą konieczności spełnienia przez daną funkcję określonych warunków społecznych, ekonomicznych i ekologicznych. Formułując zadanie polioptymalizacji należy znaleźć takie funkcje i takie parametry, aby kryteria cząstkowe miały wartości ekstremalne dla określonych przedziałów zmiennych, przy spełnieniu określonych ograniczeń. Funkcjom celu przypisuje się odpowiednie wagi, które wyrażają znaczenie jakie przypisuje się do poszczególnych funkcji.

Procedurę wyboru polioptymalnego sposobu zagospodarowania terenu opisana w publikacji [C5] przeprowadzono na terenie miasta Grudziądz. W procesie tzw. "monitoringu przestrzennego" wytypowano 10 obszarów, gdzie możliwa lub konieczna jest zmiana funkcji. Są to tereny zlokalizowane w różnych częściach miasta, zagospodarowane i użytkowane w sposób niewłaściwy i powodujące szereg konfliktów przestrzennych. Lokalizację obszarów przeznaczonych do polioptymalizacji przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Lokalizacja obszarów wybranych do przeprowadzenia procesu polioptymalizacji. Źródło: [C3].

Szukając optymalnego rozwiązania problemu decyzyjnego odnośnie zmiany przeznaczenia terenu należy uwzględnić szereg istotnych czynników. Każda z przeprowadzonych optymalizacji dotyczy wyłącznie jednego wariantu – społecznego, ekonomicznego lub ekologicznego. Szukając rozwiązania, które byłoby najlepsze w danym czasie i miejscu należy połączyć i przeanalizować wszystkie warianty i wybrać ten najkorzystniejszy, a zarazem uwzględniający wszystkie cele. Formułując zadanie

polioptymalizacji należy znaleźć takie funkcje i parametry, aby kryteria cząstkowe miały wartości maksymalne, przy spełnieniu określonych ograniczeń, a następnie dokonać analizy zbioru wariantów kompromisowych. Funkcjom celu przy pomocy procedury wagowania liniowego określono odpowiednie wagi, określane mianem stopni przynależności do użytkowania optymalnego. Mieszczą się one w przedziale od 0,0 (nieprzydatne) – 1,0 (optymalne). Określone dla poszczególnych funkcji stopnie przynależności tworzą zbiór wariantów kompromisowych oraz wprowadzają hierarchię propozycji zmian.

Wyniki przeprowadzonej ankiety pokazują, które funkcje i w jakim stopniu są najbardziej przydatne dla optymalizacji społecznej. Analiza rynku nieruchomości natomiast pokazuje, które funkcje są najbardziej przydatne dla optymalizacji ekonomicznej dochodowej. W ekonomicznej optymalizacji kosztowej wykorzystujemy potencjał cech przestrzeni, przy jednoczesnej minimalizacji kosztów transformacji. Wybór i określenie przydatności oraz istotności dla projektowanych obszarów podczas optymalizacji ekologicznej zależy w dużej mierze od warunków przyrodniczych, charakteru obszaru i możliwości wprowadzenia poszczególnych form przyrodniczych. Korzystając z metody nakładkowania (Hejmanowska, Hnat 2009) optymalny stan zagospodarowania terenu otrzymuje się jako iloczyn jednostkowych wyników optymalizacji. Analiza przeprowadzona w oparciu o kryteria twarde, wyznaczone podczas procesu optymalizacji społecznej, ekonomicznej oraz ekologicznej umożliwiła określenie optymalnych stanów zagospodarowania (tabela 17).

Tabela 17. Zestawienie optymalnych form użytkowania gruntu.

Nr	Optymalizacja przeznaczenia terenu – funkcje				Optymalna forma zagospodarowania
	Społeczna	Ekonomiczna dochodowa	Ekonomiczna kosztowa	Ekologiczna	
Teren 1	U	U	U	ZP	U
Teren 2	P	P	MW	ZL	P
Teren 3	U	U	U	ZP	U
Teren 4	U	U	MW	ZP	U
Teren 5	US	US	UC	US	US
Teren 6	U	U	U	ZP	U
Teren 7	U	U	MN	ZL	U
Teren 8	U	U	MN	ZP	U
Teren 9	MN	U	MN	ZP	MN
Teren 10	P	P	P	ZL	P

Źródło C5.

Celem polioptymalizacji jest znalezienie najlepszego rozwiązania z uwzględnieniem kilku kryteriów jednocześnie, co zazwyczaj sprowadza się to do znalezienia rozwiązań kompromisowych (wariantów polioptymalnych w zbiorze wariantów dopuszczalnych).

Szczególnie przydatne w procesie polioptymalizacji terenu wydaje się zastosowanie logiki rozmytej, stosowanej do opisywania złożonych zjawisk oraz słabo zdefiniowanych, nieprecyzyjnych pojęć, trudnych do opisanego przy pomocy klasycznych modeli. Klasyczna teoria zbiorów zakłada, że dowolny element należy (prawda) lub nie należy (fałsz) do danego zbioru, a ostra relacja przynależności nie przewiduje sytuacji pośredniej. Teoria zbiorów rozmytych umożliwia generalizację informacji związanych z niepewnością i niedokładnością opisu i wprowadza wartości, które są pomiędzy standardowymi 0 i 1 i rozmywa granice między nimi umożliwiając występowanie innych wartości z tego przedziału. W teorii zbiorów rozmytych poza wartością prawdy (1) i fałszu (0), dopuszcza wartości pośrednie (pół prawda, niemal fałsz), reprezentowane przez liczby ułamkowe. Oznacza to, że każdy element może należeć, nie należeć lub częściowo należeć do pewnego zbioru, a przynależność tę można wyrazić przy pomocy liczby rzeczywistej z przedziału $[0,1]$. I tak, zbiorem rozmytym A , w pewnej numerycznej przestrzeni rozważań X nazywamy zbiór par:

$$A = \{(\mu_A(x), x)\}; \quad x \in X, \quad (11)$$

gdzie: μ_A jest funkcją przynależności zbioru rozmytego A , która każdemu elementowi $x \in X$ przypisuje stopień jego przynależności do zbioru rozmytego.

Szerokie wykorzystaniem logiki rozmytej, którą można określić mianem techniki służącej do definiowania i prezentacji nieokreślonych, niepewnych informacji (Zilberstein 1999), bazuje na korzystaniu z rozmytych funkcji przynależności do pewnych zbiorów. Zdefiniowanie rozmytej przynależności do zbiorów pozwala też na opisanie wielkości zmiennej, bez podawania konkretnej liczby, która opisywałaby tę wartość, a jedynie zbiorów, do których wartość ta należy.

Określając kryterium polioptymalizacji oraz definiując ograniczenia, poszczególnym formom optymalizacji w zależności od modelu należy wyznaczyć odpowiednie stopnie przynależności do funkcji celu. Stopień przynależności przyporządkowuje każdemu elementowi x danej zmiennej pewną wartość z zakresu $[0;1]$ w zbiorze rozmytym A :

$$\mu_A(x): x \rightarrow [0;1] \quad (12)$$

Wartość ta informuje, w jakim stopniu element x należy do zbioru rozmytego A (Łachwa 2001). Przypisanie obiektom zbioru stopni przynależności w trafny sposób jest zwykle trudne. Operacja ta jest zazwyczaj subiektywna, zależna od kontekstu sytuacyjnego, a dokładne stopnie przynależności nie istnieją same w sobie. Stopnie przynależności (subiektywne i uzależnione kontekstem) odzwierciedlają na obiektach z obszaru rozważań uporządkowanie wprowadzone przez skojarzenie ze zbiorem pewnej własności (Łachwa 2001). Stopnie przynależności wyznaczyć można metodą statystyczną ankietową lub metodą

eksperta (Molecki 1998, Cieślak, Smoluk 1988). Figury określające stopień przynależności danego obszaru wartości do określonych zbiorów rozmytych mogą być trapezami, trójkątami, lub innymi figurami geometrycznymi. Ich kształt i usytuowanie powinno jednak zapewniać fakt należenia każdej z wartości zmiennej w sumie w 100% (w innych przypadkach konieczna jest późniejsza normalizacja) do zbiorów rozmytych (Molecki 1998).

Zestawienie stopnia przynależności dla poszczególnych form zagospodarowania terenu przedstawiono w tabeli 18.

Tabela 18. Zestawienie stopnia przynależności dla optymalnych form zagospodarowania terenu.

Funkcja	Zestawienie stopnia przynależności dla optymalnych form zagospodarowania terenu			
	Spoleczna	Ekonomiczna dochodowa	Ekonomiczna kosztowa	Ekologiczna
MN	0,64	0,40		0,00
MW	0,64	0,42		0,00
U	1,00	1,00	Stopień przynależności dla poszczególnych funkcji zależy od występujących cech przestrzeni	0,00
US	0,24	0,32		0,55
P	0,80	0,52		0,00
ZP	0,40	0,00		0,70
ZL	0,12	0,15		0,80

Źródło: C5.

Kryteria przyjmowane do analizy dotyczą konieczności spełnienia przez daną funkcję określonych warunków społecznych, ekonomicznych, ekologicznych oraz technicznych. Analiza przydatności przeprowadzona w oparciu o kryteria wyznaczone podczas procesu optymalizacji, a także analiza zbioru wariantów kompromisowych umożliwiła określenie polioptymalnych stanów zagospodarowania wybranych terenów na terenie miasta Grudziądz - tabela 19. Za istotne przyjęto w tym przypadku funkcje, których wartość stopnia przynależności przekracza 0,5. Określone na potrzeby badań miary rozmyte są dogodnym wskaźnikiem stopnia istotności poszczególnych form zagospodarowania terenu oraz umożliwiają oszacowanie poziomu jego zmienności. Granicę istotności (przydatności) poszczególnych form zagospodarowania (wartość stopnia przynależności) określa się wg założeń teorii zbiorów rozmytych metoda ankietową lub ekspercką.

Tabela 19. Zestawienie polioptymalnych form użytkowania gruntu.

No	Optymalizacja przeznaczenia terenu				Zagospodarowanie polioptymalne (kompromisowe)
	Spoleczna	Ekonomiczna dochodowa	Ekonomiczna kosztowa	Ekologiczna	
Teren 1	U/1,00	U/1,00	U/1,00	ZP/0,70	U/ZP
Teren 2	P/0,80	P/0,52	MW/1,00	ZL/0,80	P
Teren 3	U/1,00	U/1,00	U/1,00	ZP/0,70	U/ZP

Teren 4	U/1,00	U/1,00	MW/1,00	ZP/0,70	U/ZP
Teren 5	US/0,24	US/0,32	UC/1,00	US/0,55	US
Teren 6	U/1,00	U/1,00	U/1,00	ZP/0,70	U/ZP
Teren 7	U/1,00	U/1,00	MN/1,00	ZL/0,80	MN/U
Teren 8	U/1,00	U/1,00	MN/1,00	ZP/0,70	U/ZP
Teren 9	MN/0,64	U/1,00	MN/1,00	ZP/0,70	MN/ZP
Teren 10	P/0,80	P/0,52	P/1,00	ZL/0,80	P

Źródło: C5.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że oczekiwania społeczne najczęściej pokrywają się z propozycjami optymalizacji ekonomicznej. We wszystkich analizowanych przypadkach za funkcję optymalną na danym obszarze przyjęto funkcję z przeważającą sumą stopni przynależności. W większości przypadków gdy przeprowadzona analiza nie wskazywała jednoznacznie funkcji optymalnej, wyboru dokonywano łącząc ze sobą funkcje najmniej konfliktowe. Zastosowanie analizy polioptymalnej przy wyborze optymalnego przeznaczenia terenu pokazały możliwości jej zastosowania jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji planistycznych. Opracowana procedura decyzyjna z jasno zdefiniowanymi czynnościami koniecznymi do wykonania założonego zadania może wspomóc system zarządzania przestrzenią, którego głównym instrumentem są zabiegi transformacji użytkowania ziemi. Zastosowanie procedury polioptymalizacji w analizach przestrzennych pozwoli wyeliminować z obrębu miasta obszary konfliktowe i ustalić hierarchię propozycji zmian. Proponowane zmiany spowodują głównie wzrost powierzchni terenów przemysłowych o ponad 5 ha i usługowych o ponad 15 ha. Zmniejszy się zarazem powierzchnia ogródków działkowych i terenów zieleni nieurządzonej. Zaproponowany kompromis wymusza łączenie najmniej konfliktowych funkcji jak usługi i zabudowa jednorodzinna z terenami zieleni urządzonej oraz usługi (np. nieuciążliwe) z zabudową jednorodziną.

Polioptymalizacja przeznaczenia terenu poprzedzona oceną i klasyfikacją istniejących struktur przestrzennych, opracowaną w formie ratingu i przeprowadzoną w pierwszym etapie procesu polioptymalizacji, określa zasadności całego postępowania. Określona kondycja i jakość wykorzystania przestrzeni, a także odpowiednia lokalizacja nowych form zagospodarowania, identyfikacja konfliktów oraz możliwych rozwiązań kompromisowych uwzględniających potrzeby społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne, istotnie wpływa na sposób postrzegania analizowanej przestrzeni i jej otoczenia. Ocena i klasyfikacja nowopowstałych struktur przestrzennych, opracowana w formie ratingu, przeprowadzona w ostatnim etapie procesu polioptymalizacji, określając poprawność przeprowadzenia procesu i

trafność podjętych decyzji, wskazuje również kierunki zmian w przestrzeni ograniczające do minimum możliwość powstania konfliktów przestrzennych.

4.3.6 Opracowanie metodyki badania istotności zmiennych oraz eliminacji zbędnych danych w procesie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych – publikacje [C2], [C6].

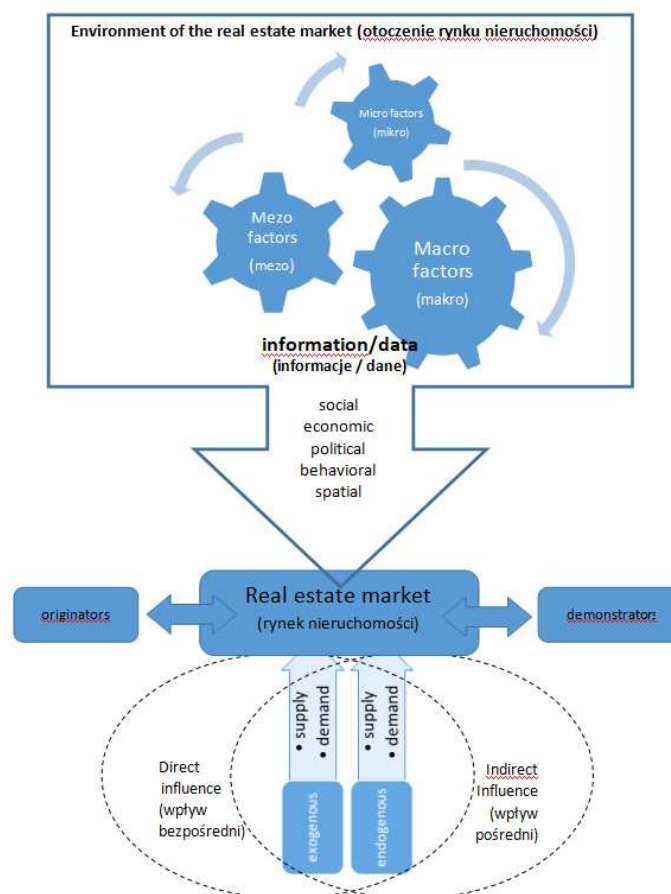
Procedura oceny i klasyfikacji oraz optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych wymaga szczegółowej analizy szeregu czynników i danych przestrzennych. Ich dobór, jakość, wiarygodność oraz znaczenie istotnie wpływają na cały proces. W publikacji „*Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment*“ [C2] przyjęto założenie, że opracowywanie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych wskazuje rodzaje informacji i czynników wpływających na decyzje na rynku nieruchomości. Głównym celem opracowanej metody oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych (ratingu) było stworzenie uniwersalnego i znormalizowanego systemu klasyfikacji i oceny rynku nieruchomości. Jednym z najważniejszych problemów w tej dziedzinie jest gromadzenie właściwych informacji - cech rynku nieruchomości i danych rozwojowych oraz wybór i zastosowanie odpowiednich funkcji, które miałyby związek ze specyfiką informacji związanych z rynkiem nieruchomości i stworzyć rodzaj spójnego systemu wspomagającego proces podejmowania decyzji. Głównym celem i osiągnięciem naukowym badań szczegółowo opisanych w publikacji „*Rating attributes toolkit for the residential property market*” [C6] jest opracowanie zbioru zmiennych (platformy wiedzy) wykorzystywanych do opracowania ocen rynku nieruchomości oraz opracowanie procedury analizy istotności i eliminacji zbędnych danych. Rezultaty prowadzą do uzyskania niezbędnego zestawu funkcji stanowiących istotne informacje, które opisują sytuację na lokalnym rynku nieruchomości. Konieczność ustalenia klasyfikacji rynków nieruchomości wynika z różnych potrzeb związanych ze sferą poznawania i analizy mechanizmów rynkowych. Odnoszą się do potrzeb wynikających z aspektu prawnego związanego z oceną nieruchomości, aspektem naukowym i poznawczym związanym z ustaleniem teorii i pomieszczeń służących do ustalania klasyfikacji, aspekt doradczy w odniesieniu do wykonywania różnych rodzajów obliczeń i analiz związanych z lokalizacją inwestycji, a także do analizy ryzyka gospodarczego i społecznego. Prowadzi to do szerokiego zakresu użyteczności analiz tego typu, związanych z sposobami i procedurami wyznaczania klasyfikacji rynków nieruchomości i nieruchomości jako takich.

Kwestie dotycząca rozwoju rynku obejmujące między innymi dostęp do informacji, wybór metod ich przetwarzania, budowanie baz danych oraz przedstawianie wyników stosowanych metod i procedur analitycznych w formie klasyfikacji, segmentacji i ratingów jest silnie pojawiającą się tendencją ze względu na potrzebę minimalizacji narastających szumów informacji. W przedstawionym osiągnięciu zarówno dobór czynników w opisie przedmiotu analiz (czyli nieruchomości) jak i sprecyzowanie alternatyw decyzyjnych zostało opracowane z uwzględnieniem potencjału aplikacyjnego metody opartej o założenia teorii zbiorów przybliżonych i logiki rozmytej. Na tej podstawie opracowano zarys koncepcji struktury procesu decyzyjnego na przykładzie wybranych aspektów związanych z gospodarowaniem nieruchomościami, wkomponowanego w poszczególne etapy procedury decyzyjnej (rys. 13). W omawianym osiągnięciu została opracowana metodyka badania istotności zmiennych, która powstała w wyniku integracji teorii zbiorów przybliżonych (TZP) oraz wartościowanej relacji tolerancji (WRT) oraz eliminacji zbędnych danych i zastąpienia ich syntetycznymi zmiennymi. Dzięki tej integracji możliwe jest wykorzystanie teorii zbiorów przybliżonych, także do analizy pierwotnych (surowych) danych ilościowych, bez konieczności dokonywania ich transformacji. Ponadto opracowana metodyka pozwala na efektywne rozpoznawanie i ustalanie cech oraz klasyfikację danych, a także zjawisk niewyraźnie określonych, aproksymacyjnych.

W publikacji [C6] założono, że rynek nieruchomości jest podsystemem, który składał się z określonego zestawu czynników (cech), których relacje wpływają na jakość życia mieszkańców (QOL). Jakość życia powinna być szeroko rozważana w wielu aspektach wyrażanych na podstawie zjawisk endo- i egzogennych. Wskazują one prawdopodobieństwo poprawy lub pogorszenia jakości życia w bliskiej i odległej przyszłości. Zapewnienie dostępu do wiedzy na temat oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości opracowanej w formie czytelnej informacji jest jedynym sposobem na rozwiązanie tego problemu. Opracowany system oceny przyczynia się do obiektywizmu w procesie podejmowania decyzji i skróci czas podejmowania decyzji [C1]. Z tego punktu widzenia głównym celem prowadzonych badań było opracowanie procedury zmniejszenia liczby zmiennych, ograniczenia liczby wariantów w procesie podejmowania decyzji oraz zminimalizowanie ryzyka błędnych decyzji.

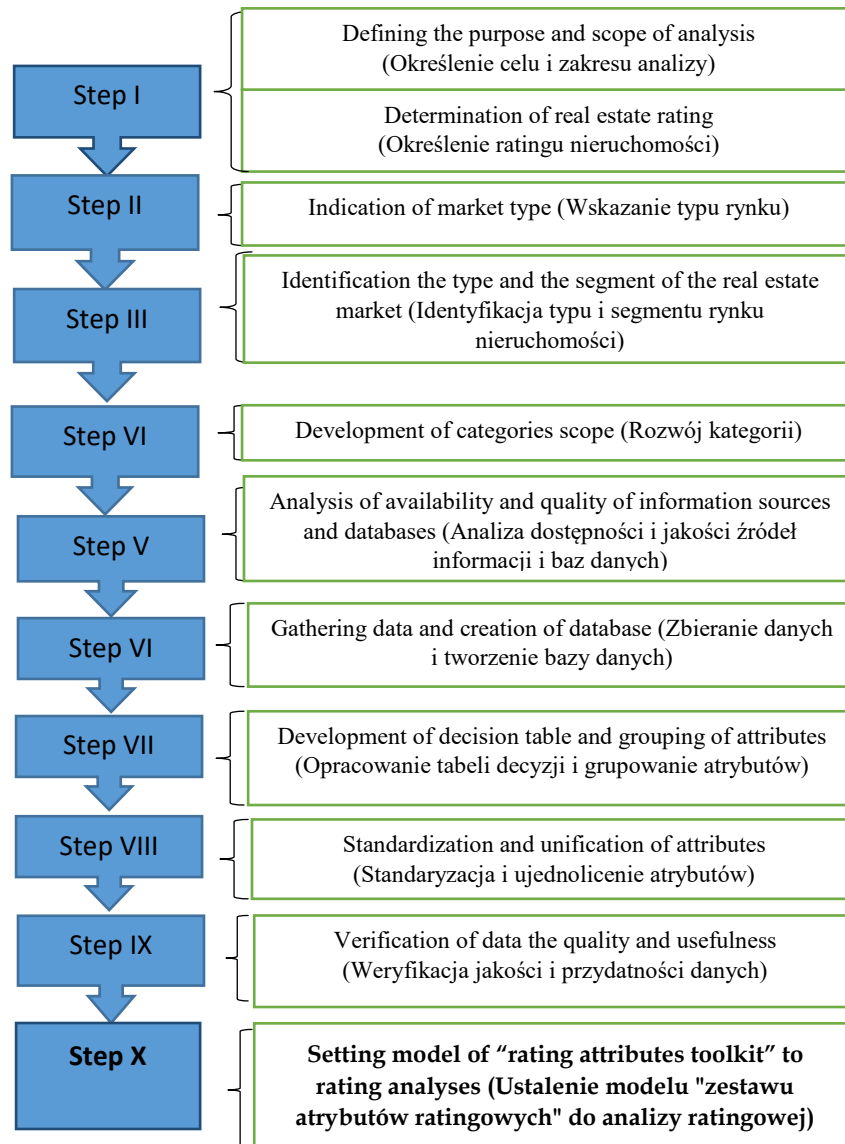
Jednym z najważniejszych powodów podejmowania badań w tej dziedzinie jest problem, który występuje w zaawansowanej analizie nieruchomości, a także gromadzenie właściwych cech rynku nieruchomości i danych rozwojowych. Zakres czynników podzielono na cztery podkategorie: techniczne i przestrzenne, społeczne, ekonomiczne, polityczne i behawioralne. Są to najczęstsze czynniki, które bezpośrednio lub pośrednio wpływają na

rynek nieruchomości mieszkaniowych. Zaproponowano także podział czynników na inicjatory (powodują zmiany) i demonstratory (wpływają na zmiany). Inicjatory dostarczają impuls i inicjują zdarzenia, i mogą być wyrażone poprzez dostępność gruntów pod inwestycje mieszkaniowe, atrakcyjność lokalizacji na poziomie mikro, stan sektora bankowego i dostęp do kredytu hipotecznego, itp. Demonstratory są natomiast obrazem istniejących efektów i mogą być wyrażone np. przez liczbę ukończonych mieszkań, wartość transakcji lub nowych inwestycji, itp. W tym kontekście podział informacji powinien uwzględniać makro, mezo i mikroskalę gospodarki, a także podział na konkretne kategorie danych / informacji, które są związane z analizowanym rynkiem. Niektóre informacje mogą być uważane za egzogeniczne, które są bezpośrednio związane z rynkiem nieruchomości i endogeniczne, pośrednio związane z rynkiem nieruchomości, zależnie od wpływu i wydłużone w czasie. Określenie baz danych dla procedury oceny i klasyfikacji (ratingu) rynków nieruchomości zostało przygotowane w formie procedury mającej na celu uzyskanie znacznego elementu wspierającego podejmowanie decyzji na rynku (rys. 13).



Rys. 13. Struktura systemu informacji na rynku nieruchomości. Źródło: C6.

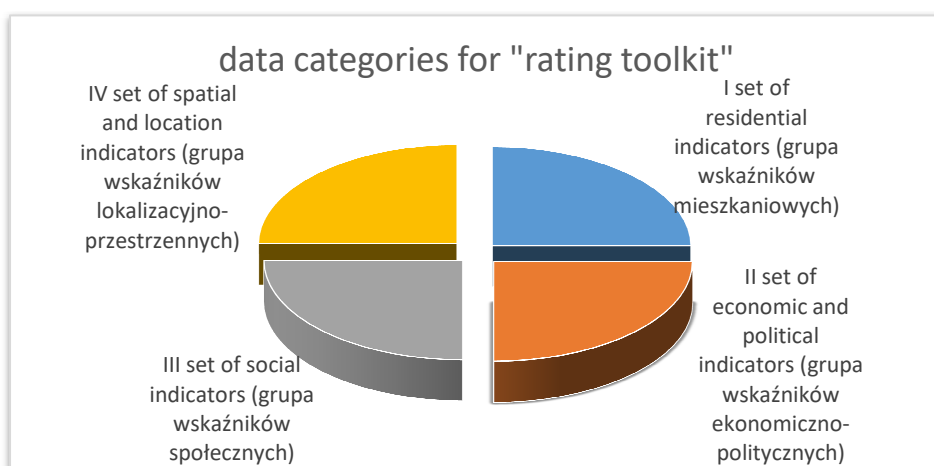
Ze względu na specyficzny charakter rynku nieruchomości, dostępność informacji rynkowych oraz nagłe i nieprzewidywalne zmiany, które często występują na tym rynku, opracowany system pozyskiwania i gromadzenia danych rynkowych powinien być na tyle elastyczny, aby umożliwić częstą modyfikację. Określenie baz danych dla oceny rynków nieruchomości zostało przygotowane w formie procedury mającej na celu stworzenie istotnego elementu wspomagającego proces podejmowania decyzji (rys. 14).



Rys. 14. Procedura tworzenia bazy danych. Źródło: C6.

Podstawowym zadaniem opracowanej procedury było stworzenie modelu danych w postaci zestawu narzędzi (wskaźników) umożliwiających wiarygodne analizy zjawisk na rynku nieruchomości. Opracowana procedura eliminacji zmiennych zakłada przeprowadzenie pewnych sekwencji w celu zbudowania platformy wiedzy (bazy danych) do oceny i

klasyfikacji ratingowej na rynku nieruchomości. Opracowując zakres danych (zestaw wskaźników do oceny rynków nieruchomości), określono funkcję, które mogą mieć najistotniejszy wpływ na podejmowanie decyzji rynkowych. Obejmują one kategorie informacji dotyczących obszarów o wysokim stopniu urbanizacji, gospodarczą i polityczną, społeczną, przestrzenną i lokalizacyjną. Każda z wymienionych dziedzin reprezentuje inny zakres informacji, który wpływa mniej lub bardziej na jakość życia i w perspektywie długoterminowej ma wpływ na decyzje dotyczące zakupu, wynajmu lub sprzedaży nieruchomości mieszkalnych. W oparciu o dostępne informacje opracowano zestaw narzędzi dotyczących oceny i klasyfikacji (ratingu) rynku nieruchomości mieszkaniowych dla różnych kategorii (rys. 15). Kategorie informacji przedstawionych na rysunku 15 zostały opracowane na podstawie założeń przyjętych przy opracowaniu bazy danych (informacji) – tabela 1, publikacja [C6] i struktury systemu informacji na rynku nieruchomości przedstawionej na rysunku 13, po weryfikacji ze względu na merytoryczne i praktyczne możliwości uzyskania określonych danych i dostępu do źródeł. Opracowany diagram pozwala na wielokryterialny opis informacji wpływających i ilustrujących stan rynków mieszkaniowych. Zmienne zostały sklasyfikowane i oznakowane podczas budowy bazy danych.



Rys. 15. Klasyfikacja kategorii danych dla "niezbędnika atrybutów ratingowych". Źródło: C6.

Dane uzyskane m.in. z: NBP (raporty na rynku nieruchomości), GUS, banki, np. Raporty SARFIN, AMRON, strony np.: www.otodom.pl; www.gratkadom.pl itp., Colliers International, "Przegląd polskiego rynku nieruchomości", agencja Ober Haus property "Raport z rynku nieruchomości", np. Gazeta "Polityka", "Rzeczpospolita", podczas przetwarzania zostały zunifikowane i dostosowane do celu analizy. W tym celu przeprowadzono ujednolicenie danych "surowych" odnoszących się do określonego obszaru rynku lokalnego poprzez przekształcenie go w indeksy wyrażone w formie jednostek na mieszkańca, jednostki przestrzeni, przeciętne wynagrodzenie mieszkańców lub średnią cenę

nieruchomości. Przykład przekształconych danych przedstawiono w tabeli 20, która zawierała 122 atrybuty, które zostały wykorzystane do oceny i klasyfikacji rynku nieruchomości. W badaniu wzięto pod uwagę dane z 16 miast wojewódzkich na lata 2011-2013 i przygotowano w formie tabeli decyzji.

Table 20. Baza danych o rynku nieruchomości mieszkaniowych

Wskaźniki dla 2013r.								
	1	2	3	4	5	6	7	...
Rynek	Social.	Social.	Social.	Ekonom.	Ekonom	Ekonom	Ekonom	...
Gdansk	44	9.58	21.30	5.23	26	234.61	1607.42	...
Olsztyn	36.8	7.75	18.50	5.59	18	496.34	852.20	...
Szczecin	33.9	9.61	21.10	5.44	32	250.11	733.60	...
Bydgoszcz	23.3	9.76	21.60	5.31	19	197.11	586.89	...
Białystok	40.3	7.45	18.10	5.50	18	174.11	1048.67	...
Poznan	33.1	10.03	21.30	5.37	21	124.77	891.87	...
Warszawa	40.3	10.21	22.40	5.46	20	215.86	1055.70	...
Łodz	30.7	13.24	24.30	5.39	19	334.11	1034.03	...
Wrocław	53.5	9.40	21.50	5.31	22	363.91	822.74	...
Lublin	40.3	8.27	20.40	5.30	16	305.87	1577.41	...
Krakow	34.9	8.94	21.00	5.24	19	286.78	528.65	...
Rzeszów	44.5	7.11	17.80	5.33	17	410.25	1331.75	...
Zielona Gora	21.5	8.42	20.40	5.27	24	150.92	545.78	...
Kielce	31.3	8.92	21.60	5.38	16	220.73	983.01	...
Katowice	53.1	10.70	22.50	5.29	15	322.81	1404.23	...
Opole	40.7	9.49	21.20	5.37	20	327.14	982.64	...

Źródło: C6.

Ponadto w każdej z określonych kategorii wyróżniono podkategorie wskaźników determinujących lub destymulujących popyt lub podaż. Determinanty pozytywnie wpływają na cechy, które kształtują sytuację na rynku nieruchomości mieszkaniowych, podczas gdy destymulanty mają na nie negatywny wpływ. Taki podział zaproponowano ze względu na różnorodność grupy docelowej dla tych dwóch zjawisk rynkowych. Niektóre wskaźniki są "dwubiegunowe", co oznacza, że mogą one mieć znaczenie zarówno pod względem podaży, jak i popytu, np. atrakcyjność wynajmu mieszkań lub wkładu osób w wieku poprodukcyjnym itp. Celem przeprowadzonej w kolejnym etapie weryfikacji jakości danych a priori było usunięcie nadmiarowych informacji. Pierwszym etapem była weryfikacja merytoryczna, przygotowana jednocześnie z analizą korelacji krzyżowej (zastosowano analizę korelacji Pearsona (metoda parametryczna) i τ Kendalla (w celu sprawdzenia istnienia uporządkowania prawdopodobieństwa zbioru danych - metoda nieparametryczna). W następnym kroku określono korelację między seriami czasowymi (3 lata) i wykazano, że każda ustalona kombinacja wykazuje silną autokorelację. Opracowane analizy pozwoliły na podjęcie decyzji w sprawie redukcji kombinacji zmiennych. W tym celu określono zmienne syntetyczne przy użyciu metody maksymalnego prawdopodobieństwa w metodzie analizy czynników, a wyniki ustalono na podstawie poniższego wzoru:

$$\begin{aligned}
X_i &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1k}F_k + b_1U_1 \\
X_i &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1k}F_k + b_1U_1 \iff X_i = A \cdot F + BU_1, \\
X_i &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1k}F_k + b_1U_1
\end{aligned}
\tag{13}$$

where: X_i – vector of variables; $A = (a_{ij})$ – matrix of linear combination coefficient called factors loadings; F – vector of mutual factor; U – vector of specific factors; B – matrix of diagonal factors loadings for specific factors.

(X_i - wektor zmiennych, $A=(a_{ij})$ - macierz współczynnika liniowego połączenia zwanego czynnikami obciążającymi, F - wektor wzajemnego czynnika, U - wektor konkretnych czynników, B - macierz czynników ukośnych uwzględnia konkretne czynniki.)

Źródło: C6.

Badania wykazały wysoki stopień niezawodności nowych funkcji. Przeprowadzone analizy pozwoliły na redukcję zmiennych, co do których istnieje wysokie prawdopodobieństwo nadmiarowości informacji. Wyniki analiz doprowadziły do usunięcia 31 zmiennych (z zestawu 122) i dodania 11 zmiennych syntetycznych. Te dodatkowe zmienne nie wykazywały silnej korelacji z pozostałymi zmiennymi początkowymi.

Procedura oceny i klasyfikacji wykorzystywana w procesie optymalizacji i polioptymalizacja struktur przestrzennych wymaga analizy szeregu czynników o charakterze technicznym, przestrzennym, społecznym, ekonomicznym i politycznym. Wielowymiarowość oraz ilość danych przyjętych do analizy powoduje, że proces oceny jest długotrwały i obciążony dużym ryzykiem. Ogólna ocena i klasyfikacja zapewnia podmiotom działającym na rynku dodatkowe informacje na temat wiarygodności kredytowej i wyników danego rynku, jakości procesów rynkowych oraz konsekwencji decyzji podejmowanych przez podmioty rynkowe. W tym badaniu "jakość procesów rynkowych" zależy od skuteczności uczestników rynku, których wpływ ma efektywność informacji związana jest z przepływem informacji i jakością baz danych. Opracowana metodyka badania istotności zmiennych w procesie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych ma na celu eliminację zbędnych danych w zależności od przyjętego celu analizy. Przedstawiona procedura stanowi „bazę wiedzy” reprezentującą podstawowe informacje, które opisują sytuację na lokalnym rynku nieruchomości. Opracowana baza danych (zestaw atrybutów ratingowych), służy jako platforma wiedzy do analizy lokalnego rynku nieruchomości. Informacje przygotowane w formie indeksów stanowią przykład zestawu danych, niezbędnych do wykorzystania w zakresie opisu rynku inwestycji mieszkaniowych. Opracowane wskaźniki wspierają porównanie różnych rynków, a dane mają charakter informacyjny i są "otwarte", co oznacza, że ich wybór zależy od rodzaju i segmentu rynku.

4.4. Podsumowanie cyklu artykułów.

Każda przestrzeń podlega procesowi ciągłych przemian, który szczególnie widoczny jest w przestrzeni miejskiej. Miasto organizując się według praw złożonego systemu o

wzajemnych powiązaniach i relacjach, nie może stać w stanie niezmiennym. Zmienia się jako całość, zmianom ulegają jego elementy i relacje między nimi. Rozwój miasta jest procesem ciągłym i nie istnieje „stan docelowy”, do którego by miasto dążyło. Każdy stan osiągnięty jest stanem przejściowym, stanowiącym podstawę do następnego etapu. Właściwe gospodarowanie przestrzenią i nieruchomościami, szczególnie w mieście wymaga prowadzenia ciągłych badań dotyczących optymalnych sposobów zagospodarowania terenu zarówno pod kątem oczekiwań społecznych, jaki i ekonomicznym. Potrzeby opracowania systemów wspomaganie decyzji w gospodarce przestrzennej i gospodarce nieruchomościami wynikają z konieczności przewidywania stanów oraz zachowań lokalnych (ale także globalnych) rynków nieruchomości, co w warunkach gospodarki rynkowej powinno być jednym z podstawowych instrumentów planowania gospodarczego, a w wymiarze bezpośrednio dotyczącym indywidualnych użytkowników przestrzeni, także planowania przestrzennego. Z tego względu podjęto problematykę opracowania metodyki oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych na przykładzie rynków nieruchomości w formie procedury decyzyjnej. Metodyka oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych opracowana w formie ratingu rynku nieruchomości wprowadza zobiektywizowane kryterium porównywalności rynków nieruchomości w przyjętej perspektywie odniesienia, pomaga w podejmowaniu racjonalnych (proceduralnie) decyzji, umożliwia redukcję liczby zmiennych w procesach decyzyjnych, ocenia predyspozycję rynków nieruchomości w rozwoju ekonomiczno-przestrzennym, pomaga w przewidywaniu zagrożeń rozwojowych, a także zwiększa efektywność informacyjną rynków nieruchomości.

Zastosowanie procedur optymalizacji i polioptymalizacji w procesie kształtowania przestrzeni niesie za sobą szereg korzyści, jak np.: efektywne wspomaganie procesu decyzyjnego, formułowanie szczegółowych zasad wyboru, odkrywanie nowych obszarów rozwiązań, budowanie platformy dyskusji w negocjacjach, zobrazowanie wieloaspektowych sytuacji. Przeprowadzenie procesu optymalizacji lub polioptymalizacji przy wyborze przeznaczenia terenu daje możliwości jej zastosowania jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji planistycznych. Wszystkie informacje zebrane w procesie optymalizacji stać się powinny narzędziem w kreowaniu racjonalnej – optymalnej polityki gospodarowania przestrzenią i nieruchomościami, a przyjęte kryteria stanowią podstawę zrównoważonego rozwoju danego obszaru i powinny być brane pod uwagę w procesie planowania zagospodarowania terenu. Analizując sposób zagospodarowania terenów wyznaczonych w procesie monitoringu przestrzennego, czyli jakościowej oraz ilościowej obserwacji obszarów problemowych (konfliktowych, tzw. niemiejskich) określić można

optymalne stany przestrzeni. Optymalizacja społeczna wskaże kierunki dla kształtowania polityki przestrzennej zarówno w skali całego miasta, jak i w konkretnej dzielnicy lub jej części. Optymalizacja ekonomiczna wskaże jak najlepiej wykorzystać potencjał ekonomiczny, walory przestrzeni oraz aktualnie panująca sytuację na rynku nieruchomości. Optymalizacja ekologiczna wskaże jak najlepiej wykorzystać walory przyrodnicze przestrzeni. Zastosowanie metod polioptymalizacji umożliwia znalezienie najlepszego rozwiązania z uwzględnieniem kilku kryteriów jednocześnie, co stanowi podstawę do wyznaczania rozwiązania kompromisowego.

W publikacjach: „*Rating methodology for real estate markets – Poland case study*” [C1], „*Rating engineering of real estate markets as the condition of Urban areas assessment*“ [C2], „*Optymalizacja przestrzeni miejskiej – studium na przykładzie miasta Olsztyn*” [C3], „*Multi-Criteria Land use Function Optimization*” [C4], „*Methodology of the polyoptimization for spatial processes*” [C5] oraz „*Rating attributes toolkit for the residential property market*” [C6] przedstawiono oryginalną koncepcję metodyki **oceny i klasyfikacji oraz optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych**. Najważniejszym oryginalnym osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w cyklu publikacji jest opracowanie zarówno w części merytorycznej jak i analitycznej metodyki elementów systemów wspomagania decyzji w aspektach związanych z gospodarowaniem przestrzenią i nieruchomościami, a w szczególności:

- opracowanie metodyki oceny i klasyfikacji wykorzystywanej przy procesie optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych,
- opracowanie metodyki i struktury systemu wspomagania decyzji w procesie optymalizacji przeznaczenia terenu,
- opracowanie metodyki i struktury systemu wspomagania decyzji w procesie polioptymalizacji przeznaczenia terenu,
- opracowanie metodyki badania istotności zmiennych oraz eliminacji zbędnych danych w procesie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych.

Opracowana i przedstawiona w formie ratingu rynku nieruchomości metodyka oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych jest istotnym elementem analizy rynkowej oraz systemu wspomagającego proces podejmowania decyzji przez uczestników rynku nieruchomości. Ocena i klasyfikacja rynków nieruchomości, szczególnie w obliczu dynamicznie zmieniającej się przestrzeni i otoczenia nieruchomości, opracowana w formie wspomagającej procedury decyzyjnej stanowi istotny, i niezbędny element w racjonalnym gospodarowaniu przestrzenią

i nieruchomościami. Zaproponowana metodologia jednolitego systemu scoringowego pozwala ocenić i sklasyfikować stan i jakość przestrzeni na przykładzie rynków nieruchomości mieszkaniowych.

Opracowany algorytm decyzyjny dzięki narzędziom z których będzie zbudowany umożliwi wyznaczenie optymalnego przeznaczenia terenu z jasno zdefiniowanymi czynnościami koniecznymi do wykonania założonego zadania. Optymalizacja społeczna pokaże na jakie formy zagospodarowania terenu jest największe zapotrzebowanie w danym czasie. Optymalizacja ekonomiczna określi, wprowadzenie której formy jest najbardziej uzasadnione z ekonomicznego punktu widzenia. Opracowane narzędzie wyboru optymalnej funkcji może być przydatne w procesie opracowywania planów wykorzystania przestrzeni. Pozwala wybrać rozwiązania najbardziej korzystne dla danego obszaru, pomaga wypracować rozwiązania uwzględniające aspekty nie tylko ekonomiczne, ale ekologiczne oraz potrzeby człowieka. Odpowiednio zebrane i interpretowane informacje, a przede wszystkim geoinformacje mogą stanowić podstawę sprawnego zarządzania przestrzenią, którego głównym instrumentem jest zabieg transformacji użytkowania ziemi.

Zastosowanie metod polioptymalizacji umożliwia znalezienie rozwiązania kompromisowego przy wyborze funkcji optymalnej. Wykorzystanie analizy polioptymalnej przy wyborze optymalnego przeznaczenia terenu pokazało możliwości jej zastosowania jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji planistycznych. Przyjęte do analizy kryteria: społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne, stanowią podstawę zrównoważonego rozwoju danego obszaru i powinny być brane pod uwagę w procesie planowania optymalnego zagospodarowania terenu. Zastosowanie procedury polioptymalizacji w analizach przestrzennych pozwoli wyeliminować z obrębu miasta obszary konfliktowe i ustalić hierarchię propozycji zmian. Zaproponowany kompromis, co pokazały badania, najczęściej wymusza łączenie najmniej konfliktowych funkcji jak usługi i zabudowa jednorodzinna z terenami zieleni urządzonej oraz usługi (np. nieuciążliwe) z zabudową jednorodziną. Opracowana procedura decyzyjna z jasno zdefiniowanymi czynnościami koniecznymi do wykonania założonego zadania może wspomóc system zarządzania przestrzenią, którego głównym instrumentem są zabiegi transformacji użytkowania ziemi.

Opracowana metodyka badania istotności zmiennych umożliwia także redukcję zmiennych, co do których istnieje wysokie prawdopodobieństwo nadmiarowości informacji w procesie oceny i klasyfikacji struktur przestrzennych. Ogólna ocena i klasyfikacja ratingowa zapewnia podmiotom działającym na rynku dodatkowe informacje na temat wiarygodności kredytowej i wyników danego rynku, jakości przestrzeni i procesów rynkowych oraz

konsekwencji podejmowanych decyzji. "Jakość procesów rynkowych" zależy od skuteczności uczestników rynku, których wpływ ma efektywność informacji związana z przepływem informacji i jakością baz danych. Przedstawione informacje stanowią bazę wiedzy reprezentując podstawowe informacje które opisują sytuację na lokalnym rynku nieruchomości, a także służą jako platforma wiedzy do analizy lokalnego rynku nieruchomości.

Końcowym efektem przeprowadzonych badań jest opracowanie podstawowego elementu dedykowanego systemu wspomagania decyzji wykorzystywanego w procesie i procedurach gospodarowania przestrzenią i nieruchomościami. Wymiernym rezultatem jest jasno ustrukturyzowany system dedykowany wszystkim zainteresowanym podmiotom związanym z podejmowaniem decyzji przestrzennych, w szczególności w zakresie nieruchomości, do których zaliczyć można między innymi:

- inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych,
- developerów i innych inwestorów, przy wyborze lokalizacji inwestycji i określeniu opłacalności procesów inwestycyjnych na rynku nieruchomości
- banki i inne instytucje kredytowe do określania poziomu ryzyka kredytowego,
- gminy i inne jednostki publiczne, do określenia kierunków działań inwestycyjnych, zachęcania inwestorów, rozwoju obszarów, itp.,
- firmy konsultingowe, agencje nieruchomościowe, rzeczoznawców majątkowych, pośredników w obrocie nieruchomościami, zarządców nieruchomości do określania trendów i tendencji na rynku nieruchomości,
- inne podmioty.

Główne cele opracowania procedury oceny i klasyfikacji, a także optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych, czyli wprowadzenie zobiektywizowanego kryterium oceny jakości wykorzystania, porównywalności rynków nieruchomości w przyjętej perspektywie odniesienia, pomoc w podejmowaniu racjonalnych (proceduralnie) decyzji na rynku nieruchomości, redukcja liczby zmiennych decyzyjnych w procesach decyzyjnych są w dobie fluktuacji elementami, które mogą stabilizować zachowania podmiotów uczestniczących w grze na rynku nieruchomości. W okresach kolejnych mogą stać się narzędziami przewidywania okresów dekonjunktury rynkowej. Mogą też być traktowane jako narzędzie obiektywnej oceny stanu danego rynku nieruchomości.

4.5. Literatura.

1. Adamski M. 2003. Polyoptimization of the form of a building on an oval base. Archives of Civil Engineering 2003 Vol. 49, nr 4, 511—530.
2. Bajerowski T., 1996. Metodyka wyboru optymalnego użytkowania ziemi na obszarach wiejskich. Acta Acad. Agricult. Tech. Tech. Olsz. Geodaesia et Ruris Regulatio, No 26, Supplementum B.
3. Bajerowski T. Bal A., Biłozor A., Gerus-Gościowska M., Sidor I., Szurek M., Turkowska O., Wielgosz A., 2003. Podstawy teoretyczne gospodarki przestrzennej i zarządzania przestrzenią. UWM Olsztyn.
4. Bello R.; Verdegay, J. L. 2012. Rough sets in the soft computing environment, Information Sciences 212: 1–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2012.04.041>
5. Broniewski S., Suchorzewski W. 1979. Metoda optymalizacji warszawskiej. W: Kulikowski R., Owsiniński J. W. (red.). Zastosowanie analizy systemowej w modelowaniu rozwoju regionalnego. PWN, Warszawa – Łódź, s. 91-102.
6. Biłozor A. 2013. Development of a Decision-Making Algorithm for Determination of the Optimal Land Use Function. Real Estate Management and Valuation. Volume 21, Issue 3, Pages 15–24.
7. Biłozor A., Renigier-Biłozor M. 2015 Optimization and polyoptimization in the management of land. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2015. ISBN 978-619-7105-35-3 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2015B22. June 18-24, 2015, Book2 Vol. 2, 1011-1018 pp.
8. Bogusławska W. 2011. Poly-optimization: A paradigm in engineering design in mechatronics. Archive of Applied Mechanics 81(2):141-156.
9. Borsa M. 2004. Gospodarka i polityka przestrzenna: część 1 gospodarka przestrzenna. Wyższa Szkoła Społeczno-Ekonomiczna w Warszawie.
10. Bryx M., Matkowski R. (2001) Inwestycje w nieruchomości. Poltext, Warszawa.
11. Caruso G., Fantozzi F., Leccese F. 2013. Optimal theoretical building form to minimize direct solar irradiation. Solar Energy Volume 97, November 2013, Pages 128-137.
12. Chin H.; Dent, P. 2005. An analysis of the level of maturity in South-East Asian property markets, Pacific Rim Property Research Journal 11(4): 355–372.
13. Chmielowski W. Sarna S. 2006. Polioptymalizacja z wykorzystaniem metody szkieletu jako metoda o potencjalnym zastosowaniu w inżynierii środowiska. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki. Czasopismo Techniczne. Środowisko. 103, z. 2-Ś, pp.101-120.
14. Chung, W.; Tseng, T.-L. 2012. Discovering business intelligence from online product reviews: a rule-induction framework, Expert Systems with Applications 39(15): 11870–11879. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.059>
15. Cieślak M., Smoluk A., 1988. Zbiory rozmyte. Rozpoznawanie obrazów. Teoria katastrof. Wybór tekstów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
16. Cymerman R., Grabowski R., Gwiazdzińska M., Piekarska B., Zawadzka J., 2001. Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne w gospodarce nieruchomościami (wycena, zarządzanie i pośrednictwo w obrocie). Materiały edukacyjne N – 9. Wydawnictwo Educaterra, Olsztyn.
17. Cymerman R., Grządka B., Tyszko L., 2002. Gospodarka przestrzenna jako dziedzina wiedzy i praktyki kształtująca ład przestrzenny. ACTA SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum 1 (1-2). Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
18. Grzyb A. 2007. Algorytm do polioptymalizacji z odpowiednio przystosowaną metodą ewolucji ekstrapolacyjnej. Pomiary Automatyka Kontrola. R. 53, nr 8, pp. 13-16.

19. Hejmanowska B., Ewelina Hnat E., 2009. Wielokryterialna analiza lokalizacji zabudowy na przykładzie gminy podegrodzie. Multi-factoral evaluation of residential area locations: case study of podegrodzie local authority. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 20, s. 109–121.
20. Hopfer A. 1981. Próba kompleksowego ujęcia oceny stanu wyjściowego i potrzeb przekształcenia użytkowania powierzchni ziem. *Zeszyty naukowe AGH, Kraków*, 780, *Geodezja*, 63:187-217.
21. Jedrzejuk H., Marks W., 2002. Discrete polyoptimization of energy-saving building. *Archives of Civil Engineering*, 48 (2002), pp. 331-347.
22. Kamińska T., 2006. <http://ekonom.univ.gda.pl/mikro/sklad sobowy/Kaminska/SD/Teoria%20ry-zyka_popr1.pdf>.
23. Kinzy S.A. 1992. Dwelling attribute forecasts based on land residua maximization. *Land Economics*. 68(4): s. 380-396.
24. Knosala E. 2005. *Zarys nauki administracji*. Kantor wydawniczy, Zakamycze.
25. Kubiak J. 2012. Wykorzystanie rachunku przepływów pieniężnych do analizy struktury kapitału. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, rynki finansowe, ubezpieczenia*. Nr 689(50).
26. Kucharska-Stasiak E., 1998. *Leksykon rzeczoznawcy majątkowego*. Polska Federacja Stowarzyszeń Rzeczoznawców Majątkowych, Warszawa.
27. Kumar A., Dash M.K. 2016. *Fuzzy Optimization and Multi-Criteria Decision Making in Digital Marketing*. Hershey : Business Science Reference, An Imprint of IGI Global, 2016.
28. Leśniak J. 1985. *Planowanie przestrzenne*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
29. Łachwa A., 2001. *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*. Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa.
30. Malisz B., 1984. *Podstawy gospodarki i polityki przestrzennej*. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdański – Łódź.
31. Masłowski A. 1989. Polyoptimization in state estimation problem of space-time distributed dynamic systems. *Nonlinear Vibration Problems*, 23, 229-233.
32. Mayer B., 1998. *Gospodarka przestrzenna – mechanizmy rozwoju, teorie i systemy*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne. Szczecin.
33. Miękus K. 1971. *Taksacja rolnicza*. PWN, Warszawa.
34. Molecki B., 1998. *Algorytmy genetyczne a logika rozmyta*. Politechnika Wrocławska.
35. Nalepa K., Pietkiewicz P. 2009. Koncepcja informatycznego systemu polioptymalizacji wykorzystania potencjału energetycznego. *Inżynieria Rolnicza*. R. 13, nr 8, pp. 133-138.
36. Nocoń A., Paszek S. 2006. Polyoptimisation of synhronous generator fuzzy voltage regulator. *Journal of Electrical Engineering*, VOL. 57, NO. 5, 2006, 296–300.
37. Ogryzek M. 2007. Weryfikacja metodyki wyboru optymalnego użytkownika ziemi wg Bajerowskiego dla potrzeb zarządzania przestrzenią planistyczną. *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 6(2) 2007, 19-34.
38. Ostwald M. 2005. *Podstawy optymalizacji konstrukcji*, Wyd. Politechniki Poznańskiej.
39. Paczkowski W.M. 1999. Wybrane problemy dyskretnej optymalizacji ewolucyjnej. Chosen problems of discrete evolutionary optimization. *Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej. Instytut Inżynierii Lądowej*. Nr 544(33), pp. 3-225.
40. Paczkowski W., Kęcka-Piotrkowska K. 1998. Application of polyoptimization in building walls coldproofing analysis. *Zastosowanie polioptymalizacji do analizy docieplania ścian budynków*. *Przegląd Budowlany*, 1998 R. 69, nr 2, pp. 4-7.
41. Paszek S. 2012, Polioptymalizacja parametrów stabilizatorów systemowych pracujących w wielomaszynowym systemie elektroenergetycznym. Parameter polioptimisation of

- power system stabilizers working in a multimachine power system. *Przegląd Elektrotechniczny*. Nr 88, nr 9a, pp. 62-66.
42. Pawlak Z. 1982. Rough sets. *International Journal of Information and Computer Science* 11: 341.
 43. Pawlak Z. 1991. *Rough sets: Theoretical aspects of reasoning about data*. Kluwer Academic Press, Dordrecht.
 44. Pawlak Z. 1997. *Rough Sets and their Applications*. Seminar Department of Computing – Macquarie University.
 45. Peschel M., Riedel C. 1979. *Poliptymalizacja. Metody podejmowania decyzji kompromisowych w zagadnieniach Inżynierijno-technicznych*. Wydawnictwo naukowo Techniczne. Warszawa.
 46. Polański Z. 1977. *Metody optymalizacji w technologii maszyn*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
 47. Polkowski L. Semeniuk–Polkowska M. 2010. Granular rough mereological logics with applications to dependencies in information and decision systems, *Transactions on Rough Sets XII, Lecture Notes in Computer Science* 6190: 1–20. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14467-7_1
 48. Razzak M. A., Location Profiling in Cadastre for Property Value Intelligence. "The World Cadastre Summit. Congress & Exhibition (WCS-CE)" Turkey (2015) <http://wcadastre.org/files/fulltexts/fulltext18.pdf>
 49. Renigier-Biłozor M., Wiśniewski R., Kaklauskas A., Biłozor A. 2014. Rating methodology for real estate markets – Poland case study, *International Journal of Strategic Property Management* 18(2): 198–212. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2014.927401>
 50. Saaty T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy proces, *J. Services Sciences*. Vol. 1. No. 1.
 51. Shannon C., Weaver W. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. I II.
 52. Sołoma L., 2002. *Metody i techniki badań socjologicznych: wybrane zagadnienia*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, 2002. Olsztyn.
 53. Stefanowski J., Tsoukias A. 2000. Valued Tolerance and Deciosion Rules In: Ziarko W. and Yao Y (eds) *Proceedings of the RSCTC 2000 Conference*, Banff.
 54. Szapiro T. 2000. *Decyzje menedżerskie z Excelem*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
 55. Szparaga Ł., Ratajski, J. 2013. Poliptymalizacja przeciwzużyciowych powłok gradientowych TiAlN/TiN. *Polyoptimization of antiwear gradient TiAlN/TiN coatings*. *Inżynieria Materiałowa*. Vol. 34, nr 5, pp. 547—550.
 56. Tarnowski W. 2010. Równoczesna optymalizacja lub poliptymalizacja maszyny i procesu. *Simultaneous optimisation or polyoptimisation of machine and process*. *Problemy Eksploatacji* Nr 2, pp. 17-34.
 57. Tarnowski W. 2011. *Optymalizacja i poliptymalizacja w technice*. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin.
 58. Tarnowski W. 2011. Poliptymalizacja rozmyta w MATLAB'ie, *Pomiary Automatyka Kontrola*. 57, nr 9, pp. 1059-1062.
 59. Tarnowski W. 2013, *Optymalizacja w ujęciu praktycznym : niestandardowe ujęcia zadania optymalizacji*. *Optimization in practice : non-conventional definitions of optimization problems*. *Przegląd Mechaniczny*. Nr 9, pp. 17—23.
 60. Wagenknecht M., Hartmann K. 1983. On fuzzy rank-ordering in polyoptimization. *Fuzzy Sets and Systems*. Volume 11, Issues 1–3, 1983, Pages 253-264

61. Wiśniewski R. i in. 2008. Gospodarowanie gminnymi zasobami nieruchomości. Wydawnictwo UWM w Olsztynie.
62. Wróbel J., Okulicz, K. 2009. Nieklasyczne podejście do zadania optymalizacji z wykorzystaniem narzędzi wirtualnej rzeczywistości. *Acta Mechanica et Automatica*, vol 3, no 2 (8).
63. Zavadskas E. K.; Turskis Z. 2011. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview, *Technological and Economic Development of Economy* 17(2): 397–427. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.593291>
64. Zhang Z. 2012. A rough set approach to intuitionistic fuzzy soft set based decision making, *Applied Mathematical Modelling* 36(10): 4605–4633. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2011.11.071>
65. Zieliński J. 2000. Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
66. Zilberstein S. 1999. What is 'fuzzy logic'? Are there computers that are inherently fuzzy and do not apply the usual binary logic? Ask the experts: computer science. http://www.sciam.com/askexpert_question.cfm?articleID=000E9C72-536D-1C72-9EB7809EC588F2D7&pageNumber=1&catID=3

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

Inne osiągnięcia naukowo-badawcze obejmują oryginalne publikacje naukowe w czasopismach posiadających współczynnik wpływu impact factor (IF), publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika wpływu impact factor (IF), monografie i rozdział w monografii, referaty wygłoszone na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych oraz publikowane w materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanych bazach o zasięgu międzynarodowym, dokumentacje prac badawczych oraz udział w projektach badawczych. Opracowane prace naukowo-badawcze zostały omówione w punktach 5.1 – 5.4 z podziałem na poszczególne zagadnienia problemowe. W pierwszej grupie omówiono pozostałe prace związane tematycznie z cyklem artykułów przedstawionych autoreferacie. Pozostałe prace podzielono na trzy grupy problemowe związane z: gospodarowaniem przestrzenną i nieruchomościami, planowaniem i zarządzaniem przestrzenną oraz z metodami kształtowania przestrzeni bezpiecznej.

5.1. Pozostałe prace związane tematycznie z cyklem artykułów przedstawionych autoreferacie

Podstawowym celem prowadzonych od kilku lat badań było opracowanie koncepcji i zasad optymalizacji i polioptymalizacji struktur przestrzennych oraz metod oceny i klasyfikacji przestrzeni opracowanej i przedstawionej w formie ratingu rynku nieruchomości, jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania decyzji w gospodarce przestrzennej. Oprócz najistotniejszych publikacji C1, C2, C3, C4, C5, C6 szczegółowo opisanych w

autoreferacie, szereg istotnych zagadnień związanych z tematem zostało również opisanych w publikacjach wymienionych poniżej.

- 1) **Bilozor A.**, Renigier-Biłozor M. 2014. *The use of geoinformation in the process of optimizing the use of land*. 9th International Conference on “Environmental Engineering”. 22-23 May 2014. Vilnius, Lithuania. ISBN 978-609-457-4
- 2) Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2015. *Optimization of the variables selection in the process of real estate markets rating*. *Oeconomia Copernicana*, 6 (4). pp 139-157.
- 3) **Bilozor A.**, Renigier-Biłozor M. 2015. *Optimization and polyoptimization in the management of land*. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2015 Conference Proceedings, Book2 Vol. 2, 1011-1018 pp. ISBN 978-619-7105-35-3 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2015B22.
- 4) Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2016. *Information capacity database in the rating model on the basis of polish and italian real estate markets*. *Real Estate Management and Valuation*. Vol. 24. No.3 2016 pp: 40-51.
- 5) Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.**, di Summa D. 2016. *Rating decision rules on the real estate market in Poland and in Italy – a case study*. *Świat Nieruchomości*. No. 98 (4/2016).
- 6) d’Amato M., Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2017. *Decision making on the residential market – rating procedure with the use of fuzzy logic*. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. (w druku).

Celem badań było zebranie, usystematyzowanie oraz opracowanie zbioru geoinformacji opisujących optymalny stan użytkowania terenu jako kryterium oceny przestrzeni, stanowiącej podstawę transformacji użytkowania ziemi. Przedstawiono korzyści płynące z zastosowania metod optymalizacji polioptymalizacji, metody rozwiązywania zadań wprost oraz zadań odwrotnych w różnych działaniach analitycznych, a także metody formułowania oraz rozwiązywania zadań polioptymalizacyjnych związanych z wyborem funkcji optymalnej. W efekcie powstanie prosty i przejrzysty schemat umożliwiający przeprowadzenie procesu transformacji użytkowania ziemi i wybór optymalnego przeznaczenia terenu. Celem badań było również opracowanie i udoskonalanie uniwersalnego i znormalizowanego systemu oceny i klasyfikacji przestrzeni przedstawianego w formie ratingu rynku nieruchomości. Badania dotyczyły optymalizacji zestawu zmiennych wykorzystywanych do opracowania ocen rynku nieruchomości, przy zastosowaniu metody Hellwiga o zintegrowanej zdolności informacyjnej. Opracowano w ramach badań procedurę analizy i ciągłego monitorowania rynków, w formie kompleksowej klasyfikacji w oparciu o założenie teorii podejmowania decyzji, technologii wydobywania danych (Rough Set Theory - RST i Value Tolerance Relation (teorii rozmytej - VTR)) oraz analizy scoringowej. Wyniki opracowane na podstawie

danych z największych rynków w Polsce i we Włoszech wykazały, że istnieje wyraźny związek pomiędzy warunkami gospodarczymi i społecznymi na rynkach mieszkaniowych w Polsce, podczas gdy we Włoszech na rynek mieszkaniowy największy wpływ ma sfera społeczna.

5.1. Gospodarowanie przestrzenią i nieruchomościami.

W kolejnej grupie badań znalazły się rozważania na temat zdefiniowania realnych i najważniejszych problemów związanych z gospodarowaniem nieruchomościami i przestrzenią w wymiarze praktycznym, które dotyczą szerokiego grona ekspertów zajmujących się nieruchomościami, do których zaliczyć można przede wszystkim: geodetów, kartografów, planistów, budowlanców, rzeczoznawców, zarządców, prawników, ekonomistów, developerów etc., czyli według m.in. Williamsona i in. (2010) grona specjalistów z zakresu gospodarki nieruchomościami. Problem łączący tak wiele różnych zawodów i jednocześnie dziedzin polega na trudności w dostępie do wiarygodnej, właściwej, aktualnej i użytecznej informacji o nieruchomościach i ich otoczeniu. Rezultatem przeprowadzonych badań na ten temat były następujące publikacje:

1. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2007. *Application of the rough sets theory and the fuzzy sets theory in land management*. ERES Conference 2007 - 14th Annual European Real Estate Society Conference, London. 27-30.06.2007.
2. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2008. *Zastosowanie teorii zbiorów przybliżonych (rough set) i teorii zbiorów rozmytych (fuzzy set) w gospodarce przestrzennej*. Nowe kierunki i metody w analizie regionalnej. Biuletyn Instytutu Geografii Społeczno – Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM w Poznaniu, pod redakcją Teresy Czyż, Tadeusza Strykiewicza, Pawła Churskiego. Seria Rozwój Regionalny I Polityka Regionalna nr 3. Poznań 2008.
3. **Biłozor A.**, Renigier-Biłozor M. 2009. *The significance of real estate attributes in the process of determining land function with the use of the rough set theory*. Scientific monograph - Value in the process of real estate management and land administration. Polish Real Estate Scientific Society. Olsztyn 2009.
4. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2009. *Procedura określania istotności wpływu atrybutów nieruchomości z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych*. Przegląd geodezyjny 6/2009. Miesięcznik Stowarzyszenia Geodetów Polskich. Wydawnictwo Sigma –Not. Warszawa 2009.
5. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2010. *Alternatywna procedura ustalania współczynników „wagowych” cech przestrzeni przy ustalaniu funkcji obszaru – ACAT SCIENTIARUM POLONORUM*. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 8 (3) 2009. Wydawnictwo UWM w Olsztynie..
6. **Biłozor A.**, Renigier-Biłozor M. 2013. *Development of a Decision-Making Algorithm for Determination of the Optimal Land Use Function*. Real Estate Management and Valuation. Volume 21, Issue 3, Pages 15–24, October 2013.

7. **Bilozor A.**, Renigier-Biłozor M. 2014. *The application of geoinformation in the process of determining significance of real estate attributes*. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 17-26 June 2014, Bulgaria. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-12-4 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2014B23. Vol. 3, 9415-948 pp.
8. *Application of image geoinformation in the safe space development process – współautorstwo monografii*: **Bilozor Andrzej**, Cichociński Piotr, Cieślak Iwona, Dadić Vlado, Dawidowicz Karol, Ivanković Damir, Gerus-Gosciewska Malgorzata, Hanus Paweł, Kowalczyk Anna, Kowalczyk Kamil, Krzyżek Robert, Parzych Piotr, Szuniewicz Karol, Vučić Ivan. Croatian Information Technology Society, GIS Forum, Croatia, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, University of Silesia, Poland, Zagreb 2014. ISBN/ISSN:978-953-6129-41-6
9. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.**, 2015. *Territorial marketing as efficient part of municipality development*. Real Estate Management and Valuation. Volume 23, Issue 2, Pages 40-51, July 2015.
10. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.**, Walacik M. 2015. *The impact of solutions affecting the quality of life on residential property prices*. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-35-3 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2015B22. June 18-24, 2015, Book2 Vol. 2, 1155-1162 pp (Web of Science).
11. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2015. *The analysis of the spatial relationships of urban networks with the use of Thiessen polygons*. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-35-3 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2015B22. June 18-24, 2015, Book2 Vol. 2, 1115-1122 pp.
12. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2015. *Spatial analysis of real estate market structural similarities on the example of Polish cities case study*. International Scientific Conference “GIS ODYSSEY 2015” Italy 7th to 11th of September 2015, Perugia. Rozdział w monografii. Pt Real estate management. Spatial analysis supported by GIS tools. Str. 73-95, ISBN 978-953-6129-46-1.
13. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.**, Napiórkowska-Baryła A. 2016. *Streamlining of the process of decision-making in real estate management with in complete information*. Real Estate Management and Valuation. Vol. 24. No.1 2016 pp: 63-74.
14. d’Amato M., Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.** 2016. *Proximity and propinquity of residential market AREA - Polish and Italian case study*. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-60-5 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2016B23. 30 June – 6 July 2016, Albena Bułgaria. Book2 Vol. 3, pp. 549-556.
15. Renigier-Biłozor M., **Bilozor A.**, d’Amato M. 2016. *Spatial Approach to Capitalization Rate Determination in Residential Market Segment a case in Manfredonia (Italy)*. International Journal of Economics and Management Systems. Volume 1, 2016, pp. 259-269.

16. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2016. *Endogenous and exogenous circumstances influencing the supply and demand of residential markets*. Świat Nieruchomości. No. 98 (4/2016).
17. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.** 2017. *Comparative analysis of urban condition the residential market area with the use of GIS tools*. "Environmental Engineering" 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University Lithuania, 27–28 April 2017.
18. Renigier-Biłozor M., **Biłozor A.**, Janowski A. 2017. *Assessment procedure of suburban land attractiveness and usability for housing*. Baltic Geodetic Congress (Geomatics). Gdansk University of Technology, 22-25 June 2017, Poland 2017.

W opracowaniach z zakresu gospodarowania przestrzenią i nieruchomościami wykazano zależności między immanentnymi cechami informacji o nieruchomościach jakimi są niepewność, nieprecyzyjność oraz losowość, a ich wpływem na efektywność procesów związanych z nieruchomościami i otoczeniem przestrzenno-rynkowym, na którym się znajdują i jednocześnie konsekwencją decyzji podejmowanych przez podmioty na tej podstawie. W opracowaniach dokonano oceny efektywności procesów i decyzji związanych z nieruchomościami wraz ze wskazaniem możliwości poprawy tego stanu rzeczy poprzez tworzenie zunifikowanej i skompilowanej informacji dostarczanej w formie modelowania przestrzennego oraz procedur decyzyjnych. Wykorzystano założenia teorii zbiorów przybliżonych (rough set) i teorii zbiorów rozmytych (fuzzy set) przy określaniu istotności wpływu atrybutów nieruchomości. Analizowano endogenne i egzogeniczne uwarunkowania mające wpływ na podaż i popyt na rynki mieszkaniowe oraz przestrzenne podobieństwa strukturalne rynków nieruchomości w wybranych miastach Polski. Opracowano metodykę usprawniającą proces decyzyjny w zarządzaniu nieruchomościami przy niepełnych informacjach oraz metodykę analizy kondycji rynków nieruchomości z wykorzystaniem narzędzi GIS. W prowadzonych analizach przestrzennych opracowano algorytm podejmowania decyzji w celu określenia optymalnej funkcji użytkowania gruntów, określono możliwości wykorzystania geoinformacji w procesie określania znaczenia atrybutów nieruchomości oraz zależności sieci miejskich z użyciem wielokątów Thiessena. Wykorzystano również przestrzenne podejście do określania stóp kapitalizacji w segmencie rynku mieszkaniowego oraz marketing terytorialny jako skuteczny element rozwoju gminy.

5.2 Planowanie i zarządzanie przestrzenią.

Kolejne rozpatrywane zagadnienie związane było z analizą procesów i procedur stosowanych planowaniu i zarządzaniu przestrzenią. Rezultatem przeprowadzonych badań na ten temat były następujące publikacje:

1. Bajerowski T., **Biłozor A.** 2005. *Podstawy teoretyczne sporządzania prognoz finansowych skutków uchwalenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego – ciąg dalszy*. Wycena 2005.
2. Bajerowski T., **Biłozor A.** 2005. *Theory of Barabási scale-free networks as a new tool in researching the structure and dynamics of regions – A tribute to professor Ryszard Domański from regional scientists*. Studia Regionalia 2005 - tom XV.
3. **Biłozor A.** 2005. *Zastosowanie logiki rozmytej do identyfikacji i lokalizacji strefy przejściowej miasta i wsi – ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 4 (1-2) 2005*. Wydawnictwo UWM w Olsztynie.
4. **Biłozor A.** 2005. *Analiza zmian form użytkowania ziemi w strefie przejściowej miasta i wsi – Zmiany na rynku nieruchomości na obrzeżach wielkich miast*. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Teodora Stokarczyka. Studia z prawa i gospodarki nieruchomościami nr 01. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Wydział Ekonomiki i Organizacji Gospodarki Żywnościowej. Szczecin 2005.
5. **Biłozor A.** 2007. *Granice wielkiego miasta*. Polska geografia osadnictwa. Dotychczasowy dorobek. Program badań. XX Konwersatorium Wiedzy o Mieście. Pod redakcją Iwony Jażdżewskiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
6. **Biłozor A.** 2007. *Kształtowanie przestrzeni miasta*. Studia i materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości (Journal of the Polish Real Estate Scientific Society). Vol. 15, No 3-4, Olsztyn 2007.
7. Bajerowski T., **Biłozor A.**, Cieślak I., Senetra A., Szczepańska A. 2007. *Ocena i wycena krajobrazu - wybrane problemy rynkowej oceny i wyceny krajobrazu wiejskiego, miejskiego i stref przejściowych*. Pod redakcją naukową Tomasza Bajerowskiego. Wydawnictwo Educaterra, Olsztyn 2007 r.
8. **Biłozor A.** 2007. *Warunki zagospodarowania gruntu*. Referat wygłoszony i opublikowany w materiałach konferencyjnych XVI Krajowej Konferencji Rzecznawców Majątkowych „Grunt to grunt – aktualne aspekty w szacowaniu”. Katowice 20-22.09.2007 r.
9. **Biłozor A.** 2005. *Kształtowanie krajobrazu miasta*. Studia krajobrazowe jako podstawa właściwego gospodarowania przestrzenią. Praca zbiorowa pod redakcją A. Zręby, D. Chylińskiej. Wrocław 2008 (Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Wrocławskiego).
10. **Biłozor A.**, Szuniewicz K. 2008. *Struktura sieci powiązań regionalnych*. Nowe kierunki i metody w analizie regionalnej. Biuletyn Instytutu Geografii Społeczno – Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM w Poznaniu, pod redakcją Teresy Czyż, Tadeusza Strykiewicza, Pawła Churskiego. Seria Rozwój Regionalny I Polityka Regionalna nr 3. Poznań 2008.
11. *Podstawy planowania i projektowania urbanistycznego*. Pod redakcją Ryszarda Cymarmana. Wydawnictwo UWM w Olsztynie. Olsztyn 2009.
12. **Biłozor A.** 2010. *Wpływ planowania przestrzennego na wartość krajobrazu*. Studia i materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości (Journal of the Polish Real Estate Scientific Society). Vol. 18, No 3, Olsztyn 2010.
13. **Biłozor A.** 2005. *Wstępne studium wykonalności procesu inwestycyjnego*. Wycena 3(92) 2010 r. Wydawnictwo Educaterra. Olsztyn 2010.

14. **Biłozor A.** Renigier-Biłozor M. 2010. *Analiza zmian form użytkowania gruntów w Olsztynie w latach 1999 – 2009*. ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 9(2) 2010. .
15. **Biłozor A.** 2010. *Zarządzanie przestrzenią miejską*. Międzynarodowa konferencja naukowa: „Rozwój lokalny i regionalny – instytucje, instrumenty, innowacyjność”. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu Nr 31/2010. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu.
16. **Biłozor A.,** Szuniewicz K., Czyża Sz. 2010. *Wstępne studium wykonalności procesu inwestycyjnego – przykład praktyczny*. Wycena – nr 4 - 2010. Wydawnictwo Educaterra
17. *Podstawy planowania i projektowania urbanistycznego*. Pod redakcją Ryszarda Cymarmana. Wydanie III poprawione. Wydawnictwo UWM w Olsztynie. Olsztyn 2011.
18. **Biłozor A.,** Biedrzycki G. 2012. *Wpływ drogi ekspresowej S61 na strukturę przestrzeni wsi Karwowa*. ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 11(1) 2012.
19. *Współczesna waloryzacja przestrzeni zurbanizowanej*. Pod red. Iwony Cieślak. Wydawnictwo UWM w Olsztynie. Olsztyn 2012
20. **Biłozor A.** 2014. *Urban land use changes forecasting*. 9th International Conference on “Environmental Engineering”. 22-23 May 2014. Vilnius, Lithuania, 2014. ISBN 978-609-457-4
21. **Biłozor A.,** Renigier-Biłozor M. 2010. *The use of geoinformation in the process of shaping a safe space*. Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Cartography & GIS. SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-60-5 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2016B23. 30 June – 6 July 2016, Albena Bułgaria. Book2 Vol. 3, 391-398 pp.
22. **Biłozor A.,** Renigier-Biłozor M. 2016. *Procedure of Assessing Usefulness of the Land in The Process of Optimal Investment Location for Multi-Family Housing Function*. Procedia Engineering. Volume 161, 2016, Pages 1868–1873. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.720
23. **Biłozor A.,** Renigier-Biłozor M., Zielińska N. 2017. *Przestrzenne i społeczno-gospodarcze skutki budowy drogi ekspresowej S7 na odcinku Olsztynek – Nidzica wraz z obwodnicą Olsztyńka w ciągu drogi ekspresowej S51 – studium na przykładzie wsi Sudwa*. Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum 16(1)2017. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
24. **Biłozor A.,** Kowalczyk A., Bajerowski T. 2018. *Theory of scale-free networks as a new tool in researching the structure and optimization of spatial planning*. Journal of Urban Planning and Development (w druku).

W opracowaniach z zakresu planowanie i zarządzanie przestrzenią wykorzystano założenia teorii zbiorów rozmytych (fuzzy set) do identyfikacji i lokalizacji strefy przejściowej miasta i wsi, lokalizacji granicy miasta, w procesie kształtowania przestrzeni i krajobrazu miasta, a także w procesie oceny i wycena krajobrazu. Analizowano również

zmiany form użytkowania ziemi w strefie przejściowej miasta i wsi, a także wpływ planowania przestrzennego na wartość krajobrazu. Elementy teorii prognozy wykorzystano do oceny zmian form użytkowania gruntów. Opracowano także procedurę oceny użyteczności gruntów w procesie optymalnej lokalizacji inwestycji dla funkcji mieszkaniowej wielorodzinnej, a także sposoby wykorzystanie geoinformacji w procesie kształtowania bezpiecznej przestrzeni, przy eliminacji konfliktów przestrzennych. W zakresie zarządzania przestrzenią opracowano prawno-organizacyjne i finansowe zasady umożliwiające realizację zadań własnych gminy, takich jak uchwalenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, przeprowadzenie procesu scalenia podziału oraz uzbrojenie terenu w infrastrukturę techniczną. Analizie poddano również wpływ powstającej infrastruktury liniowej na strukturę przestrzeni terenów wiejskich. W ramach badań analizie poddano Strukturę sieci powiązań regionalnych wybranych miast w Polsce, analizowano możliwości tworzenia sieci w przestrzeni geograficznej, wykorzystano założenia teorii sieci bezskalowej Barabási wraz z teorią samoorganizacji przestrzennej i koncepcją biegunów wzrostu jako narzędzia do badania struktury i dynamiki regionów, w procesie planowania zrównoważonego rozwoju i optymalizacji tworzenia krajobrazu .

5.3 Kształtowanie przestrzeni bezpiecznej.

W ramach prac badawczych zrealizowano także badania w zakresie analiz procesów i procedur w procesie kształtowania przestrzeni bezpiecznej. Rezultatem przeprowadzonych badań na ten temat były następujące publikacje:

1. **Biłozor A., Szuniewicz K., Czyża Sz.** *Analiza potencjału kryzysowego miasta w proaktywnym przeciwdziałaniu zagrożeniom.* "Katastrofy naturalne i cywilizacyjne - różne oblicza bezpieczeństwa". Pod redakcją naukową Mariana Żubera. Wrocław 2010.
2. **Biłozor A., Walicka J.** *Analiza zagrożenia pożarowego w powiecie olsztyńskim.* Katastrofy naturalne i cywilizacyjne. Interdyscyplinarność nauk o bezpieczeństwie. Pod redakcją naukową Mariana Żubera. Wrocław 2012.
3. **Biłozor A., Szuniewicz K., Czyża Sz.** *Modelowanie procesu ewakuacji w przypadku zagrożeń terrorystycznych.* ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 12(1) 2013..
4. **Biłozor A., Szuniewicz K., Czyża Sz.** *Wykorzystanie algorytmów genetycznych do prognozowania stanów przestrzeni miejskiej w procesie proaktywnego przeciwdziałania zagrożeniom.* ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 12(1) 2013.
5. **Biłozor A., Renigier-Biłozor M.** *Opracowanie systemu wspomagania podejmowania decyzji z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych oraz teorii zbiorów przybliżonych*

w procesie kształtowania bezpieczeństwa przestrzeni. ACAT SCIENTIARUM POLONORUM. Administratio Locorum – Gospodarka Przestrzenna 12(1) 2013.

6. **Bilozor A., Szuniewicz K.,** *Zastosowanie geoinformacji obrazowej w ocenie zagrożeń i ochronie infrastruktury krytycznej.* Katastrofy naturalne i cywilizacyjne. Zagrożenia i ochrona infrastruktury krytycznej. Pod redakcją naukową Mariana Żubera. Wrocław 2013.

W ramach badań dokonano analizy potencjału kryzysowego miasta w proaktywnym przeciwdziałaniu zagrożeniom. Potencjał kryzysowy miasta określono poprzez uproszczoną waloryzację opartą na analizie takich wskaźników jak - obiekty infrastruktury krytycznej, zdarzenia zgłoszone, wskaźnik intensywności zabudowy, średni dobowy ruch pojazdów. Na potrzeby tej pracy sformułowano koncepcję potencjału kryzysowego, wychodząc z prawa grawitacji określanego jako „konieczny warunek istnienia istoty ludzkiej”. Opracowano system wspomaganie podejmowania decyzji z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych oraz teorii zbiorów przybliżonych w kontekście ich wykorzystania w kształtowaniu bezpieczeństwa przestrzeni. W opracowaniu przedstawiono główne założenia związane z aplikacją zbiorów przybliżonych (oraz wartościowaną relacją tolerancji) i zbiorów rozmytych, jako punkt wyjścia do opracowania efektywnych procedur decyzyjnych związanych z właściwym kształtowaniem przestrzeni bezpiecznej. Wykorzystano algorytmy genetyczne do prognozowania stanów przestrzeni miejskiej w procesie proaktywnego przeciwdziałania zagrożeniom. W opracowaniu przedstawiono możliwości zastosowania algorytmów genetycznych do prognozowania stanów przestrzeni miejskiej. Badania dały możliwość wskazania istotnych tendencji i procesów w przemianach dotyczących tkanki miejskiej w odniesieniu do zagrożeń. Analiza wzajemnych relacji i zależności między obszarami o różnym potencjale zagrożeń z wykorzystaniem algorytmów genetycznych pozwala przewidywać oddziaływania potencjałów poszczególnych terenów miejskich między sobą. Daje to możliwość stworzenia dynamicznego systemu przeciwdziałania zagrożeniom. Opracowano również system modelowanie procesu ewakuacji w przypadku zagrożeń terrorystycznych z wykorzystaniem automatów komórkowych. W publikacji zaprezentowano możliwości zastosowania automatów komórkowych w modelowaniu procesu ewakuacji w przypadku ataku terrorystycznego. Wykorzystano oprogramowanie GIS pozwalające na przetwarzanie oraz wizualizację danych geoprzestrzennych. W wyniku tych analiz opracowano dynamiczny model ewakuacji na obszarze miasta Olsztyn oparty na prostych regułach i uwzględniający lokalne oddziaływania.

6. Podsumowanie dorobku i osiągnięć naukowych.

Tabela 6.1 prezentuje zestawienie osiągnięć naukowo-badawczych uzyskanych po otrzymaniu stopnia doktora. Szczegółowy opis osiągnięć przedstawia Załącznik nr 3.

L.p.	Rodzaj publikacji lub opracowania naukowego	Liczba	Liczba punktów wg listy MNiSW	
			ogółem	wg udziałów
1.	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (lista A MNiSW)	3	75	31,5
2.	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (lista A MNiSW) – w procesie wydawniczym	2	50	18,5
3.	Publikacje w materiałach konferencyjnych indeksowanych na Web of Science	10	135	77
4.	Publikacje w materiałach konferencyjnych indeksowanych na Web of Science – w procedowaniu	4	60	29,5
5.	Monografie lub rozdział w monografii <ul style="list-style-type: none"> • w języku angielskim • w języku polskim 	4	61	13
		12	46	32,8
6.	Pozostałe publikacje (lista B MNiSW) <ul style="list-style-type: none"> • w języku angielskim • w języku polskim 	7	74	35,8
		16	82	55,6
7.	Materiały konferencyjne <ul style="list-style-type: none"> • w języku angielskim • w języku polskim 	1	3	1,5
		1	2	2
8.	Wystąpienia na konferencjach: <ul style="list-style-type: none"> • referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych • referaty wygłoszone na konferencjach krajowych 	8		
		10		
9.	Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania	4,851		
10.	Liczba cytowani i publikacji: <ul style="list-style-type: none"> • według bazy Web of Science • według bazy „Publish or Perish” • według bazy Google Scholar 	10		
		189		
		149		
11.	Indeks Hirscha: <ul style="list-style-type: none"> • według bazy Web of Science • według bazy „Publish or Perish” • według bazy Google Scholar 	2		
		6		
		6		
12.	Suma punktów (1-3-5-6-7)	54	478	249,2
13.	Suma punktów (1-2-3-4-5-6-7)	60	588	297,2

Tabela 6.2 Zestawienie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej (stan na 01.10.2017)

L.p.	Wskaźnik	Wartość
1.	Udział w konferencjach międzynarodowych	7
2.	Udział w konferencjach krajowych	20
3.	Wystąpienia na konferencjach w języku angielskim lub w języku polskim	18
4.	Udział w krajowych projektach badawczych (NCN)	2
5.	Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych	1
6.	Staże w międzynarodowych i krajowych jednostkach naukowych	2
7.	Staże w przedsiębiorstwach	2
8.	Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych: <ul style="list-style-type: none"> • Czasopisma z IF • Czasopisma bez IF • Monografie i rozdziały w monografiach 	2 3 1
9.	Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji i seminariów naukowych	4
10.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki i sztuki <ul style="list-style-type: none"> • Przedmioty na studiach I i II stopnia dla których habilitant prowadził wykłady i ćwiczenia • Promotor prac dyplomowych: <ul style="list-style-type: none"> ▪ magisterskich ▪ inżynierskich • Recenzent prac dyplomowych – magisterskich i inżynierskich 	26 49 72 29
11.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia	2

