

Iwona Gorzeń-Mitka

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

ORCID: 0000-0002-2844-0054

e-mail: iwona.gorzen-mitka@ue.katowice.pl

JEL Classification: Q01, Q56, D81

ZRÓŻNICOWANIE WYMIARÓW KONCEPCJI SMART CITY W OBSZARACH METROPOLITARNYCH

DIFFERENTIATING THE DIMENSIONS OF THE SMART CITY CONCEPT IN METROPOLITAN AREAS

<https://doi.org/10.34739/maj.2024.02.02>

Streszczenie: Celem niniejszego opracowania jest ocena zróżnicowania miast położonych na terenie poznańskiego obszaru metropolitarnego pod kątem sześciu podstawowych obszarów koncepcji inteligentnego miasta: inteligentnej gospodarki, inteligentnego zarządzania, inteligentnej mobilności, inteligentnego środowiska i inteligentnego życia. Ocena została przeprowadzona z wykorzystaniem wielokryterialnej metody decyzyjnej TOPSIS. Jako kryteria porównawcze wybrano łącznie 31 wskaźników odnoszących się do tej koncepcji, a wskazywanych w literaturze naukowej. Analizą objęto 14 miast. W konsekwencji opracowano siedem autorskich rankingów – sześć prezentujących ocenę działań miast w zakresie poszczególnych obszarów „smart city” oraz ranking zbiorczy wskazujący miejsce poszczególnych miast w ich wysiłkach wpisujących się w budowę inteligentnego miasta na tle całej grupy. Rankingi te mogą stanowić wskazania do udoskonalenia programowania ich rozwoju przez decydentów miast położonych w obszarach metropolitarnych w wyróżnionych zakresach. Porównanie pozycji poszczególnych jednostek pozwoliło na wskazanie, które z nich i w jakim obszarze mają najwyższe osiągnięcia, a które kwestie „smart city” wymagają uważniejszego spojrzenia decydentów. Wyniki badań pozwoliły na wskazanie kierunków rozwoju działań, jakie realizowane są w poszczególnych jednostkach na tle całej grupy.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, smart city, ranking miast, wielokryterialne metody podejmowania decyzji

Abstract: The aim of this study is to assess the differentiation of the dimensions of the smart city concept in metropolitan areas on the example of the cities of the Poznan metropolitan area. The analysis covered six basic areas of the smart city concept: smart economy, smart governance, smart mobility, smart environment and smart living. The assessment was carried out using the multi-criteria TOPSIS decision-making method. A total of 31 indicators relating to this concept and identified in the scientific literature were selected as comparative criteria. The analysis covered 14 cities. As a result, seven original rankings were prepared - six presenting an assessment of the cities' activities in individual smart city areas and a collective ranking indicating the position of individual cities in their efforts to build smart cities against the entire group. These rankings may provide indications for improving the programming of their development by decision-makers of cities located in metropolitan areas in the highlighted areas. By comparing the positions of individual units, it was possible to indicate which of them and in which area have the highest achievements and which smart city issues require a more careful look by decision-makers. The results of the study made it possible to indicate the directions of development of activities that are implemented in individual units against the background of the whole group.

Keywords: smart city, ranking of cities, sustainable development, multi-criteria decision-making methods

Wprowadzenie

Zrównoważona perspektywa działań miast wymaga wielowymiarowego spojrzenia integrującego różne aspekty zrównoważonego rozwoju. Z punktu widzenia długoterminowego planowania rozwoju miast łączy wymiary: społeczny, gospodarczy, ekologiczny czy polityczny (Ryba, 2017; Mwamba, 2020). Należy podkreślić, że zrównoważony rozwój miast to nie tylko osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju, ale także zapewnienie odporności procesu urbanizacji, który to wydaje się mieć kluczowe znaczenie właśnie dla obszarów miejskich, starających się sprostać dynamicznie zachodzącym wyzwaniom i zmianom przy jednoczesnym zachowaniu celów zrównoważonego rozwoju (Iwan, Poon, 2018). Implikuje to dążenie do zwiększania żywotności infrastruktury miejskiej, kładąc nacisk na procesy strukturalne mogące dynamizować rozwój miast (zarówno te wymuszone w sposób radykalny, jak i realizowane poprzez wielowymiarowe, długoterminowe strategie (Zeng i in., 2022). Transformacja ta jest niezbędna, aby miasta ewoluowały w sposób zrównoważony (Aksoy, 2024). W literaturze przedmiotu podkreśla się również rolę aspektów kulturowych i społecznych w inicjatywach na rzecz zrównoważonego rozwoju (Putra i in., 2022). Nie bez znaczenia pozostaje również zrównoważone planowanie urbanistyczne, które pozwala integrować szeroko pojmowane cele zrównoważonego rozwoju na grunt konkretnych praktyk rozwoju obszarów miejskich (Zeng i in., 2022). Niewątpliwie zagadnienia związane ze zrównoważonym rozwojem stanowią wyzwanie decyzyjne, a obserwacja działań miast w tym zakresie staje się codzienną praktyką decydentów zarówno na poziomie regulatorów, jak i poszczególnych jednostek.

Mimo iż podejmowane są badania w obszarze oceny działań w obszarze zrównoważonego rozwoju realizowanych przez miasta przyjmujące różnorodne płaszczyzny porównań i odniesień (w tym również odnoszące się do koncepcji smart city) (Yigitcanlar i Kamruzzaman, 2018; Alla et al., 2022; Kinelski, 2022; da Silva Tomadon et al., 2024; Okonta i Vukovic, 2024) nie zidentyfikowano badań na temat oceny tych działań w miastach obszarów metropolitarnych przy wykorzystaniu metody TOPSIS, uwzględniających rozróżnienie 6 filarów koncepcji smart city (smart economy, smart people, smart governance, smart mobility, smart environment, smart living). Niniejsza praca ma na celu wypełnienie tej luki i dostarczenie praktycznych wskazówek dla decydentów, jak realizowane są działania poszczególnych miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w zakresie koncepcji smart city, jak i jej poszczególnych filarów. Zgodnie z najlepszą wiedzą autorki empiryczne niedostateczne rozpoznanie tych zagadnień na poziomie miast z obszarów metropolitarnych, przy wykorzystaniu wielokryterialnej metody oceny, wskazuje na istniejącą lukę badawczą. Z uwagi na powyższe jako cel badania przyjęto ocenę zróżnicowania miast poznańskiego obszaru metropolitarnego z uwagi na stan realizowanych przez nie działań w ramach koncepcji smart city z uwzględnieniem rozbicia na działania przypisane do jej poszczególnych filarów.

Sformułowano następujące pytania badawcze:

RQ1: Jak kształtuje się zróżnicowanie miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w świetle wskaźników poszczególnych obszarów inteligentnego miasta, tj. inteligentnej gospodarki (smart economy), inteligentnego społeczeństwa (smart people), inteligentnego zarządzania (smart governance), inteligentnej mobilności (smart mobility), inteligentnego środowiska (smart environment), inteligentnego stylu życia (smart living)?

RQ2: Jak kształtuje się zróżnicowanie miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w świetle wszystkich wskaźników inteligentnego miasta (smart city) łącznie?

W celu uzyskania odpowiedzi na pytania badawcze zastosowano metodę TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution). TOPSIS jest jedną z podstawowych metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji (Dworniczek, 2012). Znajduje ona szerokie zastosowanie w wielu obszarach badań, w tym w obszarze oceny działań inteligentnych miast, takich jak m.in. pomiar efektywności energetycznej (Hajduk i Jelonek, 2021) czy wybór miejsca lokalizacji miejsc parkingowych (Prasertsri i Sangpradid, 2020). Metodę TOPSIS zastosowano jako odpowiednią do analizy problemów, w których istnieje kilkanaście wariantów wyboru (w tym przypadku 14 miast) i kilkanaście kryteriów porównawczych (w tym przypadku łącznie 31 kryteriów oceny w ramach 6 filarów koncepcji smart city). Dodatkowo, jak wskazują badania, przykładowo Shamsuzzoha, Piya i Shamsuzzaman (2021) czy Demircan i Yetilmezsoy (2023) metoda ta jest uznawana za

właściwe narzędzie do radzenia sobie z decyzjami w warunkach niepewności i złożoności otoczenia. W badaniach dotyczących zagadnień związanych z gospodarowaniem przestrzennym metody wielokryterialne znajdują szerokie zastosowanie (Ogrodnik, 2023).

W kolejnych częściach artykułu przedstawiono przegląd dotychczasowych dociekań naukowych w tym zakresie oraz metodykę oceny miast poznańskiego obszaru metropolitalnego z uwagi na stan realizowanych przez nie działań w ramach koncepcji smart city, z uwzględnieniem rozbicia na działania przypisane do jej poszczególnych filarów. Po przedstawieniu rezultatów analiz pracę zakończono podsumowaniem, w którym sformułowano kluczowe wnioski z nich wynikające.

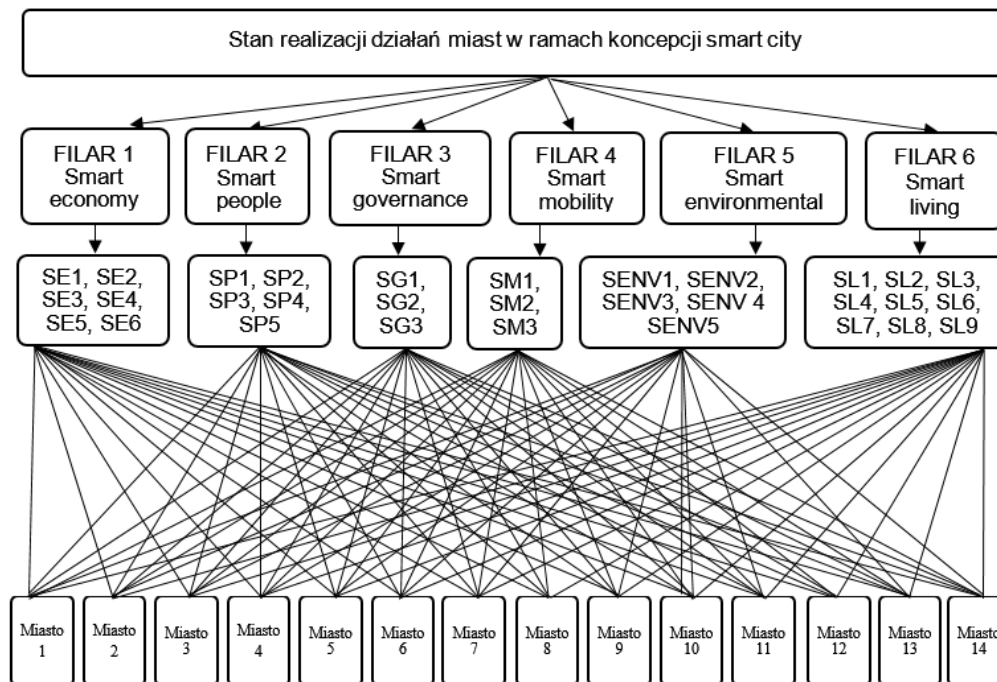
Przegląd literatury

Możliwości realizacji celów zrównoważonego rozwoju stały się integralnym elementem rozwoju miast, czego przykładem jest m.in. koncepcja inteligentnego miasta (ang. smart city). Wskazuje ona m.in. na wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych jako determinant zwiększenia wydajności infrastruktury miejskiej, promowania zrównoważonego rozwoju i poprawy jakości życia mieszkańców (Caselli i in., 2022). Ideą inteligentnych miast jest połączenie atrakcyjności i zrównoważonego podejścia do środowisk miejskich przy priorytetowym spojrzeniu na dobrobyt i satysfakcję obywateli, przy jednoczesnym nadążaniu za wyzwaniami urbanizacyjnymi (Saker, 2023). W obszarach metropolitalnych koncepcja inteligentnego miasta rozciąga się na różne dziedziny, jak np. transport, gospodarka, zarządzanie, ludzie, środowisko i jakość życia. Inteligentne miasta, koncentrując się na zrównoważonym rozwoju, efektywności energetycznej i integracji odnawialnych źródeł energii, w celu stworzenia przestrzeni do życia dla obecnych i przyszłych pokoleń (Odehadehan, 2021; Sabory et al., 2021) kładą nacisk na uczestnictwo mieszkańców w planowaniu i zarządzaniu miastem (Rosado-García i in., 2021, Mańka-Szulik i in., 2023). Inteligentne miasta mają na celu zapewnienie obywatelom wysokiej jakości życia poprzez świadczenie nowoczesnych usług oraz wykorzystywanie danych i technologii do efektywnego funkcjonowania miasta (Ševčík i in., 2022). Szczególnie w odniesieniu do rozwoju obszarów metropolitalnych reprezentują podejście holistyczne, integrując technologię, zrównoważony rozwój i zaangażowanie obywateli w celu stworzenia odpornych, wydajnych i przyjaznych do życia środowisk miejskich. Jednym ze sposobów oceny działań podejmowanych przez poszczególne jednostki w zakresie zrównoważonego podejścia są różnorodne rankingi, pomagające decydom i interesariuszom w identyfikacji obszarów wymagających interwencji oraz w ich porównywaniu z innymi miastami, w celu przyjęcia najlepszych praktyk (Hajduk, 2021; Caselli i in., 2022; Saker, 2023). Jak wskazują Falco i in. (2018) rozszerzenie inicjatyw inteligentnych miast nie tylko na główne ośrodki miejskie obszarów metropolitalnych, ale również tzw. peryferyjne regiony miejskie, może zwiększyć lokalną odporność i promować zintegrowane zarządzanie w szerszym kontekście metropolitalnym. Pozwala to na ocenę tych obszarów pod względem m.in. ich partycypacji w podejmowanych wysiłkach na rzecz planowania inteligentnych miast (Janssen i Basta, 2022). Wynika to z dążenia do stymulacji mniejszych ośrodków miejskich do podejmowania wysiłków w zakresie rozwoju w kierunku inteligentnych, dynamicznie rozwijanych miast przy jednoczesnej poprawie jakości życia społeczności miejskich (Jonek-Kowalska, 2023).

Wykorzystanie rankingu jako sposobu kompleksowej oceny różnych wymiarów rozwoju inteligentnego miasta, przy wykazaniu zarówno atutów, jak i obszarów wymagających poprawy w danym mieście, zapewnia ich holistyczną ocenę (Ogrodnik, 2020). Umożliwiają one nie tylko cenny wgląd w postępy realizowanych działań, ale również wskazują na poziom dojrzałości poszczególnych miast czy całych obszarów metropolitalnych w przyjmowaniu koncepcji inteligentnych miast.

Metodyka badań

W toku organizacji badań przyjęto model koncepcyjny, który przedstawiono na rycinie 1.



Rycina 1. Model koncepcyjny badań

Legenda: symbole poszczególnych kryteriów i ich opis przedstawiono w tabeli 1.

Źródło: opracowanie własne

Jako kryteria porównawcze (tabela 1) wykorzystano zbiory 31 wskaźników zgrupowanych w ramach 6 filarów koncepcji smart city wskazywanych w literaturze przedmiotu jako parametry pozwalające na ocenę realizacji działań miast w zakresie zrównoważonego rozwoju. Do wstępnego rozpoznania tematu przyjęto zestaw 43 wskaźników wskazanych w pracy K. Ogródnik (2023). W kolejnym kroku dokonano modyfikacji i wykluczeń z uwagi na poziom szczegółowości raportowania niektórych danych przez Główny Urząd Statystyczny (poziom powiatowy, a nie gminy). Ponadto z uwagi na pełniąca rolę funkcjonalną wykluczono z badań miasto Poznań stanowiące rdzeń badanego obszaru metropolitalnego (Śleszyński, 2013; Śleszyński i Komornicki, 2016; Gorzeń-Mitka, 2022). Weryfikacji poddano łącznie dane z 14 miast poznańskiego obszaru metropolitalnego w zakresie 31 wskaźników. Dane na temat poszczególnych wartości wskaźników pozyskano przede wszystkim z Bazy Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego, strony Państwowej Komisji Wyborczej i portalu organizacji pozarządowych NGO.pl. W analizie wykorzystano najbardziej aktualne dostępne dane (tabela 1). Zgromadzono łącznie 434 obserwacje, które poddano analizie zgodnie z procedurą metody TOPSIS.

Tabela 1. Kryteria oceny realizacji działań miast w ramach koncepcji smart city

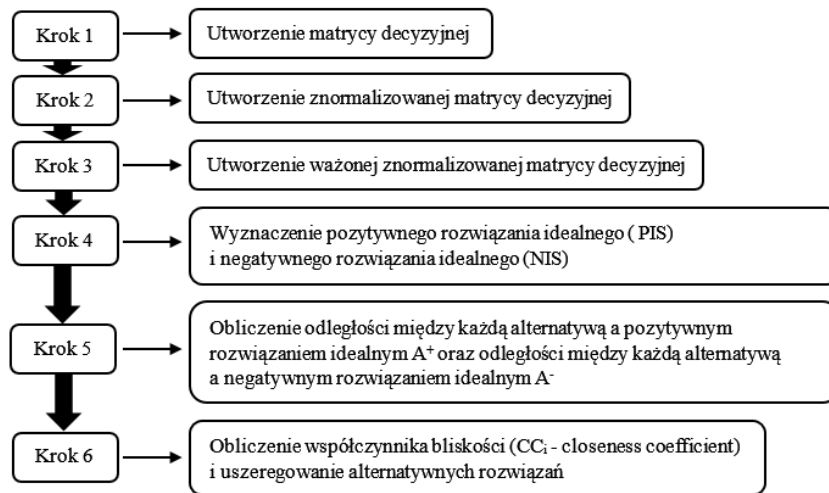
Kryterium	Filar	Opis	Rok	Źródło danych
SE1	Smart economy	Średnie miesięczne wynagrodzenie brutto (PLN)	2022	BDL*
SE2		Podmioty wpisane do rejestru REGON na 10 000 mieszkańców	2023	BDL*
SE3		Jednostki nowo zarejestrowane w rejestrze REGON na 10 000 mieszkańców	2023	BDL*
SE4		Osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą na 1 000 mieszkańców	2023	BDL*
SE5		Zarejestrowana stopa bezrobocia (%)	2023	BDL*
SE6		Liczba podmiotów z udziałem kapitału zagranicznego	2023	BDL*
SP1	Smart people	Współczynnik skolaryzacji netto (szkoły podstawowe) (%)	2022	BDL*
SP2		Zdawalność egzaminów maturalnych (ogółem) (%)	2022	BDL*

SP3		Użytkownicy bibliotek publicznych na 1 000 mieszkańców	2023	BDL*
SP4		Fundacje, stowarzyszenia i organizacje społeczne na 10 000 mieszkańców	2024	NGO***
SP5		Saldo migracji zagranicznych	2022	BDL*
SG1	Smart governance	Dochód miasta na mieszkańca	2022	BDL*
SG2		Udział kobiet w radzie miasta (%)	2024	PKW**
SG3		Frekwencja w wyborach samorządowych w 2024 roku (%)	2024	PKW**
SM1	Smart mobility	Liczba parkingów Park&Ride	2022	BDL*
SM2		Ścieżki rowerowe na 100 km ² powierzchni	2022	BDL*
SM3		Wypadki drogowe na 100 000 mieszkańców	2022	BDL*
SENV1	Smart environment	Udział parków, trawników i terenów zielonych w całkowitej powierzchni	2022	BDL*
SENV2		Odpady komunalne zbierane selektywnie w stosunku do całkowitej ilości odpadów komunalnych zebranych w ciągu roku	2022	BDL*
SENV3		Zużycie wody na mieszkańca (m ³)	2022	BDL*
SENV4		Zużycie energii elektrycznej na mieszkańca (kWh)	2022	BDL*
SENV5		Zużycie gazu z sieci na mieszkańca (kWh)	2022	BDL*
SL1	Smart living	Powierzchnia użytkowa mieszkań oddanych do użytkowania na 1000 ludności (m ²)	2022	BDL*
SL2		Mieszkania z dostępem do wody w stosunku do ogółu mieszkań (%)	2022	BDL*
SL3		Mieszkania z łazienkami w mieszkaniach ogółem (%)	2022	BDL*
SL4		Mieszkania z centralnym ogrzewaniem w mieszkaniach ogółem (%)	2022	BDL*
SL5		Lekarze (całkowity personel pracujący) na 1 000 mieszkańców	2021	BDL*
SL6		Przestępstwa wykryte przez policję w ogółem na 1 000 mieszkańców	2022	BDL*
SL7		Udział uczestników imprez w seansach filmowych (%)	2022	BDL*
SL8		Udział uczestników imprez kulturalnych w stosunku do liczby mieszkańców	2022	BDL*
SL9		Liczba obiektów w bazie noclegowej	2022	BDL*

*BDL – Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>; **PKW-S – Państwowa Komisja Wyborcza – Wybory Samorządowe 2024 <https://samorząd2024.pkw.gov.pl/samorząd2024/pl>; ***NGO – Portal organizacji pozarządowych <https://spis.ngo.pl/>
Źródło: opracowanie własne

Oceny miast poznańskiego obszaru metropolitalnego z uwagi na stan realizowanych przez nie działań w ramach koncepcji smart city z uwzględnieniem rozbicia na działania przypisane do jej poszczególnych filarów dokonano, sporządzając autorskie rankingi miast, stosując procedury wielokryterialnej metody podejmowania decyzji TOPSIS. W procesie analizy wykorzystuje ona dwa punkty referencyjne, tzw. rozwiązanie idealne (nazywane też pozytywnym idealnym rozwiązaniem – PIS ang. *positive ideal solution*) oraz rozwiązanie antyidealne (nazywane też negatywnym idealnym rozwiązaniem – NIS, ang. *negative ideal solution*) jako punkty odniesienia dla rozważanych wariantów decyzyjnych (Jefmański, 2013). Rozwiązanie typu PIS maksymalizuje kryteria pozytywne (w przypadku których, pożądaną wartością jest wartość maksymalna kryterium) i minimalizuje kryteria negatywne (w przypadku których, pożądaną wartością jest wartość minimalna kryterium). Natomiast rozwiązanie typu NIS maksymalizuje kryteria negatywne (w przypadku których, pożądaną wartością jest wartość minimalna kryterium) i minimalizuje kryteria pozytywne (w przypadku których, pożądaną wartością jest wartość maksymalna kryterium). Wynikowo za wariant optymalny uznaje się to, które jednocześnie ma najmniejszą odległość do PIS i największą odległość do NIS. Kroki proceduralne metody TOPSIS przedstawiono na ryc. 2.

Z uwagi, iż szczegółowa procedura postępowania jest szeroko omówiona w wielu publikacjach zarówno autorów polskich (np. Łuczak i Wysocki, 2011; Roszkowska, 2013; Tubis i Werbińska-Wojciechowska, 2023) jak i zagranicznych (np. El Alaoui, 2021; Nazim, Mohammad i Sadiq, 2022; Rana i in., 2023) w niniejszym opracowaniu zdecydowano o pominięciu prezentacji formuł obliczeniowych metody.



Rycina 2. Metoda TOPSIS – kroki proceduralne

Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań i dyskusja

Wykorzystując wskazaną w poprzedniej części metodę optymalizacji decyzji, na podstawie surowych danych (dotyczących wskaźników opisujących poszczególne filary koncepcji smart city), utworzono macierz decyzyjną. Zgodnie z procedurą obliczeniową metody TOPSIS w przyjętym podejściu kryteria SE1 – SE4, SE6, SP1 – SP5, SG1 – SG3, SM1 – SM2, SENV1 – SENV2, SL1 – SL5, SL8 – SL9 traktowane jest jako parametry do maksymalizacji, natomiast kryteria SE5, SM3, SENV3 – SENV5, SL6 – SL7 jako parametry do zminimalizowania (porównaj z tabelą 1). Wynikowo otrzymano sześć autorskich rankingi miast poznańskiego obszaru metropolitarnego pozwalających na ocenę ich działań w warstwie poszczególnych filarów koncepcji smart city oraz autorski ranking całościowy pozwalający wskazać pozycję poszczególnych miast w kontekście ich zrównoważonych działań. Uzyskane wyniki odniesiono ponadto do kategorii (typów) funkcjonalnych gmin, wykorzystując dla celów porządkujących ogólną typologię funkcjonalna gmin Polski na potrzeby monitoringu planowania przestrzennego zaproponowaną przez P. Śleszyńskiego i T. Komornickiego (2016), a porządkującą jednostki z uwagi na ich cechy morfologiczne, strukturalne i funkcjonalne. Z uwagi, iż wskazuje się, że klasyfikacja gmin może stanowić narzędzie wyjaśniania przyczynowo-skutkowego procesów rozwojowych zachodzących w tych jednostkach (Śleszyński, 2013) odniesienie do niej wyników sporządzonych rankingów wydaje się być zasadne.

Analiza wyników (tabela 2) wskazuje, że w zakresie realizacji działań dotyczących inteligentnej gospodarki miast poznańskiego obszaru metropolitarnego najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Luboń, zaś najniższą na tle analizowanej grupy miasto Skoki. Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach grupy B2 (2 miasta w rankingu), tj. miast położonych w strefie zewnętrznej ośrodków wojewódzkich, najlepiej realizuje również Luboń (pozycja 1 rankingu), zaś Puszczykowo uplasowała się dopiero na 5 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 (8 miast w rankingu), tj. miast położonych w strefie zewnętrznej obszarów funkcjonalnych ośrodków wojewódzkich, najwyższej ocenione zostały działania miasta Mosina (pozycja 2), zaś najniżej miasta Kostrzyn (pozycja 11). Wśród grupy miast E3 (3 miasta w rankingu), tj. stanowiących ośrodki wielofunkcyjne, najwyższej oceniono działania Szamotuł (pozycja 6), zaś najniżej w rankingu znalazł się w tej grupie Śrem (pozycja 12). Natomiast miasto Skoki, jako jedyne uwzględnione w rankingu i zaliczane pod względem funkcjonalnym do grupy I3, tj. miasto położone w gminie miejsko-wiejskiej o umiarkowanej funkcji rolniczej, zajęło ostatnią pozycję w rankingu.

Tabela 2. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart economy”

Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,372	0,332	0,472	8
Kostrzyn	0,446	0,262	0,37	11
Kórnik	0,406	0,296	0,421	9
Luboń	0,146	0,551	0,79	1
Mosina	0,177	0,527	0,749	2
Murowana Goślina	0,347	0,362	0,51	7
Oborniki	0,446	0,262	0,37	11
Pobiedziska	0,416	0,286	0,408	10
Puszczykowo	0,317	0,381	0,546	5
Skoki	0,551	0,146	0,21	13
Stęszew	0,277	0,432	0,609	3
Swarzędz	0,281	0,421	0,6	4
Szamotuły	0,33	0,372	0,53	6
Śrem	0,461	0,241	0,343	12

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart people”

Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,397	0,311	0,439	5
Kostrzyn	0,518	0,193	0,271	9
Kórnik	0,157	0,54	0,775	1
Luboń	0,576	0,12	0,173	11
Mosina	0,547	0,157	0,223	10
Murowana Goślina	0,35	0,366	0,511	3
Oborniki	0,474	0,234	0,33	7
Pobiedziska	0,397	0,306	0,435	6
Puszczykowo	0,397	0,311	0,439	5
Skoki	0,299	0,407	0,576	2
Stęszew	0,397	0,306	0,435	6
Swarzędz	0,361	0,336	0,482	4
Szamotuły	0,547	0,157	0,223	10
Śrem	0,481	0,222	0,316	8

Źródło: opracowanie własne

Analiza wyników z tabeli 3 wskazuje, że w zakresie realizacji działań dotyczących smart people miast poznańskiego obszaru metropolitarnego najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Kórnik, zaś najniższą na tle analizowanej grupy – miasto Luboń. Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach tego filaru w grupie B2 najlepiej realizuje Puszczykowo (pozycja 5

rankingu), zaś Luboń – tak jak wskazano powyżej – uplasował się dopiero na 11 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej ocenione zostały działania miasta Kórnik (pozycja 1), zaś najniżej miasta Mosina (pozycja 10). Wśród grupy miast E3 najwyższej oceniono działania Obornik (pozycja 7) zaś najniżej w rankingu znalazły się w tej grupie Szamotuły (pozycja 10). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło 2 pozycję w rankingu.

Analiza wyników (tabela 4) wskazuje, że w zakresie realizacji działań dotyczących inteligentnego zarządzania analizowanego obszaru najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Pobiedziska, zaś najniższą na tle analizowanej grupy miasto Kostrzyn. Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach tego filaru w grupie B2 najlepiej realizuje Puszczykowo (pozycja 3 rankingu), zaś Luboń uplasował się dopiero na 8 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej ocenione zostały działania miasta Pobiedziska (pozycja 1), zaś najniżej miasta Kostrzyn (pozycja 11). Wśród grupy miast E3 najwyższej oceniono działania Szamotuł (pozycja 6), zaś najniżej w rankingu znalazło się w tej grupie miasto Oborniki (pozycja 9). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło ponownie 2 pozycję w rankingu.

Tabela 4. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart governance”

Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,461	0,321	0,411	7
Kostrzyn	0,65	0,121	0,157	11
Kórnik	0,256	0,505	0,664	4
Luboń	0,45	0,31	0,408	8
Mosina	0,601	0,181	0,232	10
Murowana Goślina	0,461	0,321	0,411	7
Oborniki	0,51	0,261	0,338	9
Pobiedziska	0,181	0,601	0,768	1
Puszczykowo	0,249	0,529	0,68	3
Skoki	0,2	0,559	0,736	2
Stęszew	0,321	0,461	0,589	5
Swarzędz	0,321	0,461	0,589	5
Szamotuły	0,389	0,389	0,5	6
Śrem	0,461	0,321	0,411	7

Źródło: opracowanie własne

W zakresie realizacji działań dotyczących inteligentnej mobilności analizowanego obszaru najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Szamotuły, zaś najniższą na tle analizowanej grupy miasta: Luboń, Mosina i Swarzędz (tabela 5). Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach tego filaru w grupie B2 najlepiej realizuje Puszczykowo (pozycja 9 rankingu), zaś Luboń uplasował się dopiero na 10 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej ocenione zostały działania miasta Pobiedziska (pozycja 2), zaś najniżej Swarzędza i Mosin (pozycja 10). Wśród grupy miast E3 najwyższej oceniono działania miasta Szamotuły (pozycja 1), zaś najniżej w rankingu znalazło się w tej grupie miasto Oborniki (pozycja 7). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło 8 pozycję w rankingu.

Analiza wyników (tabela 6) wskazuje, że w zakresie realizacji działań dotyczących inteligentnego podejścia do spraw środowiskowych analizowanego obszaru najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Swarzędz, zaś najniższą na tle analizowanej grupy miasto Śrem. Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach tego filaru w grupie B2 najlepiej realizuje Luboń (pozycja 3 rankingu), zaś Puszczykowo uplasowało się dopiero na 7 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej

ocenione zostały działania miasta Swarzędz (pozycja 1), zaś najniżej Murowana Goślina (pozycja 10). Wśród grupy miast E3 najwyżej oceniono działania Szamotuł (pozycja 1), zaś najniżej w rankingu znalazło się w tej grupie miasto Śrem (pozycja 11). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło 5 pozycję w rankingu.

Tabela 5. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart mobility”

Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,371	0,249	0,401	4
Kostrzyn	0,413	0,219	0,347	5
Kórnik	0,273	0,359	0,568	3
Luboń	0,572	0,06	0,096	10
Mosina	0,572	0,06	0,096	10
Murowana Goślina	0,432	0,2	0,317	7
Oborniki	0,432	0,2	0,317	7
Pobiedziska	0,213	0,42	0,663	2
Puszczykowo	0,481	0,148	0,235	9
Skoki	0,45	0,171	0,276	8
Stęszew	0,432	0,2	0,317	7
Swarzędz	0,572	0,06	0,096	10
Szamotuły	0,171	0,45	0,724	1
Śrem	0,432	0,208	0,325	6

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart environment”

Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,242	0,462	0,656	2
Kostrzyn	0,275	0,396	0,591	3
Kórnik	0,37	0,337	0,477	8
Luboń	0,275	0,396	0,591	3
Mosina	0,483	0,216	0,309	9
Murowana Goślina	0,507	0,199	0,282	10
Oborniki	0,381	0,366	0,49	6
Pobiedziska	0,37	0,337	0,477	8
Puszczykowo	0,343	0,326	0,487	7
Skoki	0,351	0,355	0,503	5
Stęszew	0,275	0,396	0,591	3
Swarzędz	0,249	0,493	0,664	1
Szamotuły	0,321	0,384	0,545	4
Śrem	0,513	0,157	0,234	11

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach filaru „smart living”

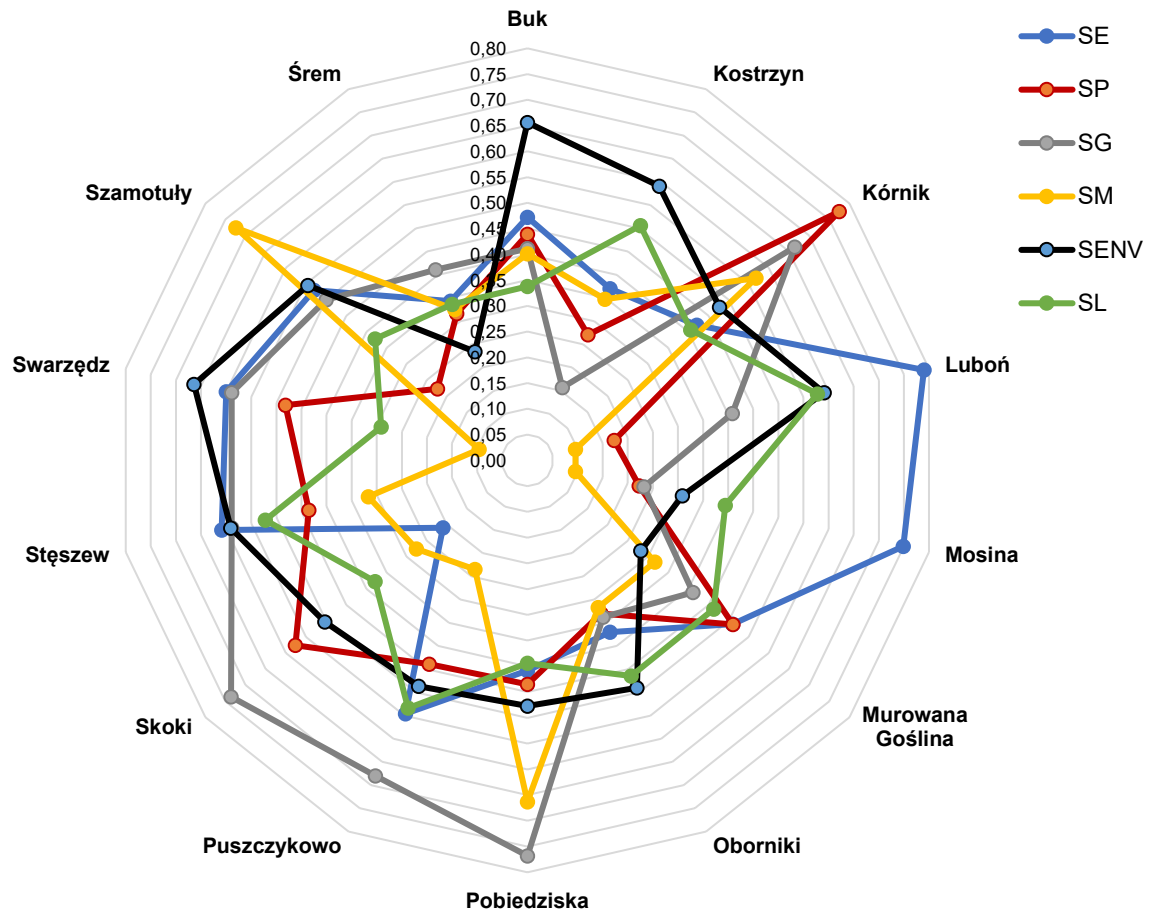
Alternatywy (miasta)	TOPSIS			
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu
Buk	0,438	0,223	0,338	10
Kostrzyn	0,324	0,333	0,506	4
Kórnik	0,391	0,267	0,406	7
Luboń	0,282	0,386	0,578	1
Mosina	0,401	0,261	0,394	8
Murowana Goślina	0,351	0,302	0,463	6
Oborniki	0,354	0,309	0,465	5
Pobiedziska	0,401	0,261	0,394	8
Puszczykowo	0,308	0,353	0,534	2
Skoki	0,411	0,25	0,378	9
Stęszew	0,318	0,347	0,522	3
Swarzędz	0,464	0,19	0,291	12
Szamotuły	0,414	0,251	0,378	9
Śrem	0,437	0,221	0,336	11

Źródło: opracowanie własne

Analiza wyników (tabela 7) wskazuje, że w zakresie realizacji działań dotyczących inteligentnego podejścia do jakości życia analizowanego obszaru najwyższą pozycję w rankingu odnotowało miasto Luboń, zaś najniższą na tle analizowanej grupy miasto Swarzędz. Analiza rankingu z uwagi na kategorię grupy funkcjonalnej miasta wskazuje, że działania w ramach tego filaru w grupie B2 najlepiej realizuje Luboń (pozycja 1 rankingu), zaś Puszczykowo uplasowało się na 2 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej ocenione zostały działania miasta Swarzędz (pozycja 1), zaś najniższej Stęszew (pozycja 3). Wśród grupy miast E3 najwyższej oceniono działania Oborniki (pozycja 5), zaś najniższej w rankingu znalazło się w tej grupie miasto Śrem (pozycja 11). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło 9 pozycję w rankingu.

W kolejnym kroku dokonano zestawienia opracowanych rankingów, co przedstawiono na ryc. 3. Wyniki zaprezentowane na rycinie 3 wskazują, że w ramach 6 analizowanych filarów w mieście Buk najlepiej ocenione zostały działania podejmowane w ramach inteligentnego podejścia do kwestii środowiskowych (CC_i = 0,656), zaś najniższej w obszarze jakości życia (CC_i = 0,338). Z kolei w Kostrzynie również jako najwyższej ocenione zostały działania dt. obszaru środowiskowego (CC_i = 0,591), zaś najniższej zagadnienia związane z inteligentnym zarządzaniem (CC_i = 0,157). W Kórniku wiodącymi okazały się kwestie dt. inteligentnych zasobów ludzkich (CC_i = 0,775), co jednocześnie dość mocno kontrastuje z oceną jakości życia (CC_i = 0,406), która była filarem najniższej ocenionym. Luboń i Mosina to natomiast miasta, w których najwyższej oceniony został filar dt. inteligentnych działań w obszarze gospodarki (odpowiednio CC_i 0,79 i 0,749), a najniższe parametry uzyskał filar inteligentnej mobilności (CC_i dla obu miast 0,096). Filarem, który z kolei najwyższej oceniony została w Murowanej Goślinie są zagadnienia dt. inteligentnych zasobów ludzkich (CC_i = 0,511), zaś najniższej kwestie środowiskowe (CC_i = 0,282). Te ostatnie natomiast są wiodącym filarem w Obornikach i Swarzędzu (odpowiednio CC_i 0,49 i 0,664), przy najniższej ocenionych kwestiach dt. inteligentnej mobilności (odpowiednio CC_i 0,317 i 0,096). Z kolei w Pobiedzisku, Puszczykowie i Skokach wiodącymi filarami okazały się działania zarządcze (odpowiednio CC_i 0,768; 0,68 i 0,736) przy najniższym zaangażowaniu w aktywności poprawiające jakość życia (Pobiedziska CC_i = 0,394), mobilności (Puszczykowo CC_i = 0,235) i gospodarkę (Skoki CC_i = 0,21). Te ostatnie zostały natomiast najwyższej ocenione w Stęszewie (CC_i = 0,609) przy jednocześnie najniższych

wskazaniach odnoszących się do mobilności ($CC_i = 0,317$). Z kolei właśnie mobilność uzyskała najwyższe oceny w Szamotułach ($CC_i = 0,724$) przy najniżej ocenionych kwestiach odnoszących się do jakości zasobów ludzkich ($CC_i = 0,223$). Natomiast wartości wskaźników dla miast Śrem wskazują, że kwestie zarządcze ($CC_i = 0,411$) stanowią wiodący filar działań wpisujących w koncepcję smart city, przy najniższej ocenie kwestii środowiskowych ($CC_i = 0,234$).



Rycina 3. Ocena realizacji działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego w ramach 6 filarów koncepcji smart city w świetle wartości współczynnika bliskości CC_i

Źródło: opracowanie własne

Finalnie dokonano oceny łącznej wyróżnionych filarów, której wyniki przedstawiono w tabeli 8. Analiza wyników zbiorczych wskazuje, że wśród 14 miast poznańskiego obszaru metropolitarnego realizacja kwestii odnoszących się do koncepcji inteligentnego miasta najwyższą pozycję w rankingu uzyskało miasto Stęszew, zaś najniższą – Śrem. Odnosząc wynikowe pozycje opracowanego rankingu do kategorii funkcjonalnych miast, wskazuje, że działania te w grupie B2 najlepiej realizuje Puszczykowo (pozycja 3 rankingu), zaś Luboń uplasowało się na 4 pozycji. Z kolei w ramach grupy B3 najwyższej ocenione zostały działania miasta Stęszew (pozycja 1), zaś najniżej Mosina (pozycja 13). Wśród grupy miast E3 najwyższej oceniono działania Szamotuły (pozycja 7), zaś najniżej w rankingu znalazło się w tej grupie miasto Śrem (pozycja 14). Natomiast miasto Skoki z grupy I3 zajęło 10 pozycję w rankingu.

Tabela 8. Ranking oceny stanu działań miast poznańskiego obszaru metropolitarnego – rezultaty zbiorcze

Alternatywy (miasta)	TOPSIS				Klasyfikacja funkcjonalna gminy*
	Odległość między alternatywą a pozytywnym idealnym rozwiązaniem A ⁺	Odległość między alternatywą a negatywnym idealnym rozwiązaniem A ⁻	Współczynnik bliskości CC _i	Pozycja w rankingu	
Buk	0,38	0,306	0,447	8	B3
Kostrzyn	0,408	0,273	0,401	12	B3
Kórnik	0,326	0,357	0,523	2	B3
Luboń	0,343	0,335	0,494	4	B2
Mosina	0,427	0,259	0,378	13	B3
Murowana Goślina	0,391	0,297	0,432	9	B3
Oborniki	0,415	0,279	0,402	11	E3
Pobiedziska	0,356	0,331	0,482	5	B3
Puszczykowo	0,338	0,342	0,503	3	B2
Skoki	0,391	0,292	0,428	10	I3
Stęszew	0,325	0,359	0,525	1	B3
Swarzędz	0,371	0,318	0,462	6	B3
Szamotuły	0,375	0,311	0,453	7	E3
Śrem	0,459	0,221	0,325	14	E3

Źródło: opracowanie własne

* B2 – miasta położone w strefie zewnętrznej ośrodków wojewódzkich; B3 – gminy miejsko-wiejskie położone w strefie zewnętrznej obszarów funkcjonalnych ośrodków wojewódzkich; E3 – gminy miejsko-wiejskie stanowiące ośrodki wielofunkcyjne; I3 – gminy miejsko-wiejskie o umiarkowanej funkcji rolniczej (opracowanie na podstawie Śleszyński, 2013; Śleszyński i Komornicki, 2016).

Analiza rankingu pozwala stwierdzić, że miasta położone w strefie zewnętrznej ośrodków wojewódzkich (B2) oraz obszarów funkcjonalnych ośrodków wojewódzkich (B3) wykazują wyższe parametry przybliżające je do realizacji na ich terenie koncepcji inteligentnych miast (pozycje 1–5 rankingu to 2 miasta z kategorii B2 oraz 3 – B3). Jednakże należy podkreślić, że potencjał jaki niesie za sobą przynależność do kategorii nie oznacza jednoczesnego potencjału jako inteligentnego miasta (świadczą o tym może pozycja lidera rankingu – miasto Stęszew z kategorii B3).

Przedstawione wyniki winny być jednak rozpatrywane przy zwróceniu uwagi na ograniczenia badawcze oraz potencjalne możliwości przyszłych badań w wyróżnionym obszarze. Przede wszystkim za takie ograniczenie należy uznać fakt, że badania skoncentrowano na wybranych charakterystykach opisujących poszczególne filary koncepcji smart city. Niewątpliwie zmiana doboru parametrów może dostarczyć nowych interesujących spostrzeżeń, co równocześnie może stanowić kierunek dalszych badań tego zagadnienia. Za kolejne ograniczenie analizy należy uznać ramy czasowe badania. W niniejszym opracowaniu wykorzystano najnowsze dostępne dane, które (jak wskazano w tabeli 1) pochodzą z lat 2022-2024. Ujednoczenie okresu czasowego pozwoliłoby uniknąć zmienności parametrów spowodowanych m.in. pandemią Covid-19 czy wojną w Ukrainie. Zarówno monitorowanie zmian w rankingu (np. przygotowanie analizy porównawczej), jak i uszczegółowienie/modyfikacja analizy z wykorzystaniem innych parametrów mogły być ciekawym rozwinięciem przedstawionych ustaleń. Obserwacja parametrów odnoszących się do opisu inteligentnego miasta w opinii autorki nie tylko wpisuje się w najnowsze trendy badawcze, ale może stanowić istotną informację dla decydentów programujących długofalowe działania realizowane w poszczególnych miastach. Badanie zostało przeprowadzone w miastach poznańskiego obszaru metropolitarnego, a zatem wnioski mogą nie mieć zastosowania do innych kategorii miast czy obszarów. Mogą jednak stanowić wskazanie w analizie potencjału innych obszarów metropolitarnych w tym zakresie.

Podsumowanie

Zrównoważony rozwój jest obecnie jednym z najbardziej złożonych współczesnych wyzwań zarówno całych gospodarek, jak i poszczególnych organizacji, regionów czy jednostek samorządowych. W niniejszym badaniu skoncentrowano się na ocenie miast położonych na terenie poznańskiego obszaru metropolitarne z perspektywy poszczególnych filarów koncepcji smart city (tj. smart economy, smart people, smart governance, smart mobility, smart environment, smart living) oraz ocenie łącznej ich działań wpisujących się w nią. Analizy zgromadzonego materiału dokonano przy wykorzystaniu procedury jednej z wielokryterialnych metod podejmowania decyzji – metody TOPSIS. Jako kryteria porównawcze miast przyjęto zbiory 31 wskaźników odnoszących się do 6 filarów koncepcji wyodrębnionych w literaturze przedmiotu. Analizę skoncentrowano na 14 miastach poznańskiego obszaru metropolitarne (wyłączając z analizy miasto Poznań, jako charakteryzujące się znacząco odmienną funkcjonalnością terytorialną). Wynikowo otrzymano 7 autorskich rankingów pozwalających na ocenę wyróżnionych miast z uwagi na ich działania w ramach poszczególnych kwestii wpisujących się w pojęcie inteligentnego miasta (6 – odnoszących się do poszczególnych filarów koncepcji i 1 – zbiorczy). Rankingi te mogą stanowić wskazania do udoskonalenia programowania ich rozwoju przez decydentów miast w wyróżnionych zakresach. Porównanie pozycji poszczególnych jednostek pozwoliło na wskazanie, które z nich i w jakim obszarze mają najwyższe osiągnięcia, a które kwestie smart city wymagają uważniejszego spojrzenia decydentów. Wyniki badań pozwoliły na wskazanie kierunków rozwoju działań, jakie realizowane są w poszczególnych jednostkach na tle całej grupy, tj. miast poznańskiego obszaru metropolitarne.

W aspekcie metodologicznym praca prezentuje aplikację i wskazuje zastosowanie jednej z metod wielokryterialnych wspomaganie decyzji – metody TOPSIS. Jej wykorzystanie pozwala decydentom nie tylko na analizę wielowariantowych problemów decyzyjnych, lecz również może stanowić podstawę sporządzanych przez nich analiz porównawczych, np. w formie uszeregowania alternatyw. W analizowanym przypadku umożliwia decydentom ocenę działań poszczególnych miast i ich grupy w odniesieniu do działań wpisujących się w budowę inteligentnego miasta. Tym samym decydenci uzyskują narzędzie pozwalające kształtować wewnętrzną politykę i strategię w tym zakresie, przeorientować zasoby miasta z uwagi np. na priorytety budowy smart city. Może to wpłynąć na poprawę działań miast wpisujących się w ich dążenia do realizacji wyzwań związanych z szeroko pojmowanym równoważonym rozwojem oraz kwestiami ESG.

Bibliografia

- Aksoy, E. (2024). A conceptual exploration of hidden spatial layers: reading urban-breccia. *Sustainability*, 16(4), 1625.
- Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S.E., Jones, D.S., Krogstie, J. (2022). The metaverse as a virtual form of smart cities: Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures. *Smart Cities* 5(3), 771-801.
- Caselli, B., Pellicelli, G., Rossetti, S., Zazzi, M. (2022). How are medium-sized cities implementing their smart city governance? Experiences from the Emilia-Romagna Region. *Sustainability*, 14(22), 15300.
- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- da Silva Tomadon, L., do Couto, E.V., de Vries, W.T., Moretto, Y. (2024). Smart city and sustainability indicators: a bibliometric literature review. *Discover Sustainability*. 5(1), 143.
- Demircan, B.G., Yetilmezsoy, K. (2023). A hybrid fuzzy AHP-TOPSIS approach for implementation of smart sustainable waste management strategies. *Sustainability*, 15(8), 6526.
- Dworniczak, P. (2012). Metoda TOPSIS w warunkach rozmytości intuicjonistycznej. [TOPSIS in the Intuitionistic Fuzzy Environment]. *Zeszyty Naukowe/Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu*, (241), 64-76.
- El Alaoui, M. (2021). *Fuzzy TOPSIS: logic, approaches, and case studies*. Boca Raton: CRC press.
- Falco, S., Angelidou, M., Addie, J. (2018). From the “smart city” to the “smart metropolis”? Building resilience in the urban periphery. *European Urban and Regional Studies*, 26(2), 205-223.

- Gorzeń-Mitka, I. (2022). Dostępność i jakość zasobów mieszkaniowych – porównanie wielokryterialne gmin miejskich województwa wielkopolskiego metodą MULTIMOORA. [Development potential in the area of availability and quality of housing resources – multicriteria comparison of urban municipalities of Wielkopolska voivodeship using the MULTIMOORA method]. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 62(5), 183-197.
- Hajduk, S. (2021). Multi-criteria analysis of smart cities on the example of the polish cities. *Resources*, 10(5), 44.
- Hajduk, S., Jelonek, D. (2021). A decision-making approach based on TOPSIS method for ranking smart cities in the context of urban energy. *Energies*. 14(9), 2691.
- Iwan, A., Poon, K. (2018). The role of governments and green building councils in cities' transformation to become sustainable: case studies of Hong Kong (East) and Vancouver (West). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 13(04), 556-570.
- Jankowska, M. (2015). Smart city jako koncepcja zrównoważonego rozwoju miasta – przykład Wiednia. *Studia i Prace WNEiZ Uniwersytetu Szczecińskiego*, 42(2), 173-182.
- Janssen, C., Basta, C. (2022). Are good intentions enough? Evaluating social sustainability in urban development projects through the capability approach. *European Planning Studies*, 32(2), 368-389.
- Jefmański, B. (2013). Rozmyta metoda TOPSIS jako narzędzie identyfikacji determinant jakości usług i produktów. [The Fuzzy TOPSIS Method as a Tool for Identification of Services and Products Quality Determinants]. *Handel Wewnętrzny*, (5), 29-42.
- Jonek-Kowalska, I. (2023). The exclusiveness of smart cities – myth or reality? Comparative analysis of selected economic and demographic conditions of Polish cities. *Smart Cities*, 6(5), 2722-2741.
- Khanjanasthiti, I., Chandrasekar, K., Bajracharya, B. (2021). Making the gold coast a smart city – an analysis. *Sustainability*, 13(19), 10624.
- Kinelski, G. (2022). Smart-city trends in the environment of sustainability as support for decarbonization processes. *Polityka Energetyczna*, 25(2), 109-136.
- Łuczak, A., Wysocki, F. (2011). Porządkowanie liniowe obiektów z wykorzystaniem rozmytych metod AHP i TOPSIS. [Linear ordering of objects from application of fuzzy AHP and TOPSIS]. *Przegląd Statystyczny*, 58(1-2), 3-23.
- Mańka-Szulik, M., Krawczyk, D., Wodarski, K. (2023). Residents' perceptions of challenges related to implementation of smart city solutions by local government. *Sustainability*, 15(11), 8532.
- Mwamba, J. (2020). Analysing the sustainability challenges of informal urban settlements: the case of Chibolya in Lusaka Zambia. *Journal of Sustainable Development*, 13(6), 55.
- Nazim, M., Mohammad, C.W., Sadiq, M. (2022). A comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods to software requirements selection. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 10851-10870.
- Odefadehan, C. (2021). Smart city development, urban governance and affordable housing in Lagos Nigeria. *Caleb Journal of Social and Management Science*, 6(1), 51-69.
- Ogrodnik, K. (2023). Application of MCDM/MCDA methods in city rankings-review and comparative analysis. *Economics and Environment*, 86(3), 132-151.
- Ogrodnik, K. (2020). Multi-criteria analysis of smart cities in Poland. *Geographia Polonica*, 93(2), 163-181.
- Okonta, D.E., Vukovic, V. (2024). Smart cities software applications for sustainability and resilience. *Heliyon*, 10(12), e32654.
- Prasertsri, N., Sangpradid, S. (2020). Parking site selection for light rail stations in Muaeng District, Khon Kaen, Thailand. *Symmetry*. 12(6), 1055.
- Putra, R., Anisa, L., Sherra, B., Edison, E., Syah, N., Catri, I. (2022). Approach to development sustainable green city. *Extra Teritorial*, 1(02).
- Rana, H., Umer, M., Hassan, U., Asgher, U., Silva-Aravena, F., Ehsan, N. (2023). Application of fuzzy TOPSIS for prioritization of patients on elective surgeries waiting list-A novel multi-criteria decision-making approach. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 6(1), 603-630.
- Rosado-García, M., Kubus, R., Argüelles-Bustillo, R., García-García, M. (2021). A new european bauhaus for a culture of transversality and sustainability. *Sustainability*, 13(21), 11844.
- Roszkowska, E. (2013). Zastosowanie rozmytej metody Topsis do oceny ofert negocjacyjnych. [Application of the Fuzzy TOPSIS Method to the Estimation of Negotiation Offers]. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia*, 20(278), 74-84.
- Ryba, M. (2017). Czym jest koncepcja smart city, a zatem dlaczego powinniśmy je nazywać miastem sprytnym. [What is a 'smart city' concept and how we should call it in Polish]. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 467, 82-90.
- Sabory, N., Senjyu, T., Danish, M., Hosham, A., Noorzada, A., Amiri, A., Muhammdi, Z. (2021). Applicable smart city strategies to ensure energy efficiency and renewable energy integration in poor cities: Kabul case study. *Sustainability*, 13(21): 11984.
- Saker, A. (2023). Nurturing sustainable urban space: integrating smart city innovations and earthship design principles for eco-friendly futures. *International Journal of Architectural Engineering and Urban Research*, 6(2), 376-400.

- Ševčík, M., Chaloupková, M., Zourková, I., Janošíková, L. (2022). Barriers to the implementation of smart projects in rural areas, small towns, and the city in Brno metropolitan area. *European Countryside*, 14(4), 675-695.
- Shamsuzzoha, A., Piya, S., Shamsuzzaman, M. (2021). Application of fuzzy TOPSIS framework for selecting complex project in a case company. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(3), 528-566.
- Śleszyński, P. (2013). Delimitacja Miejskich Obszarów Funkcjonalnych stolic województw. [Delimitation of the Functional Urban Areas around Poland's voivodship capital cities]. *Przegląd Geograficzny*. 85(2), 173-197.
- Śleszyński, P., Komornicki, T. (2016). Klasyfikacja funkcjonalna gmin Polski na potrzeby monitoringu planowania przestrzennego. [Functional classification of Poland's communes (gminas) for the needs of the monitoring of spatial planning]. *Przegląd Geograficzny*, 88(4), 469-488.
- Tubis, A., Werbińska-Wojciechowska, S. (2023). Fuzzy TOPSIS in selecting logistic handling operator: case study from Poland. *Transport*, 38(1), 12-30.
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M. (2018). Does smart city policy lead to sustainability of cities?. *Land use Policy*. 73, 49-58.
- Zeng, X., Yu, Y., Yang, S., Lv, Y., Sarker, N. (2022). Urban resilience for urban sustainability: concepts, dimensions, and perspectives. *Sustainability*, 14(5), 2481.