

METODY WIELOKRYTERIALNE W KONSTRUKCJI RANKINGÓW *URBAN SMARTNESS*

Sławomira Hajduk



Politechnika
Białostocka

Sławomira Hajduk

**METODY WIELOKRYTERIALNE
W KONSTRUKCJI RANKINGÓW
*URBAN SMARTNESS***



Politechnika
Białostocka

OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ
BIAŁYSTOK 2024

Recenzenci:
dr hab. Wawrzyniec Rudolf, prof. UŁ
dr hab. Anetta Zielińska, prof. UEW

Redaktor naukowy dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości:
prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko

Redakcja i korekta językowa:
Edyta Chrzanowska

Skład, grafika:
Oficina Wydawnicza Politechniki Białostockiej

Okładka:
Marcin Dominów

Zdjęcie na okładce:
Amr_khdr
<https://pixabay.com/pl/illustrations/ai-generowane-miejski-krajobraz-8548673/>

© Copyright by Politechnika Białostocka, Białystok 2024

ISBN 978-83-68077-33-9
ISBN 978-83-68077-34-6 (e-Book)
DOI: 10.24427/978-83-68077-34-6



Publikacja jest udostępniona na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0
(CC BY-NC-ND 4.0).

Pełną treść licencji udostępniono na stronie
creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pl.
Publikacja jest dostępna w Internecie na stronie Oficyny Wydawniczej PB.

Druk: Print Profit sp. z o.o.

Oficina Wydawnicza Politechniki Białostockiej
ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok
e-mail: oficina.wydawnicza@pb.edu.pl
www.pb.edu.pl

Spis treści

Wykaz skrótów.....	5
Wprowadzenie	7
Rozdział 1	
Teoretyczne aspekty koncepcji <i>smart city</i>	10
1.1. Uwarunkowania <i>smart city</i>	10
1.2. Geneza <i>smart city</i>	14
1.3. Ujęcie definicyjne <i>smart city</i>	19
1.4. Wymiary <i>smart city</i>	25
1.5. Klasyfikacja <i>smart city</i>	28
1.6. Zalety i zagrożenia wdrażania koncepcji <i>smart city</i>	34
Wnioski z rozdziału 1	37
Rozdział 2	
Istota <i>urban smartness</i>	39
2.1. Komponenty <i>urban smartness</i>	39
2.2. Odporność miejska	43
2.3. Miasto zrównoważone	47
2.4. Standaryzacja w kontekście miasta	52
Wnioski z rozdziału 2	58
Rozdział 3	
Charakterystyka wybranych rankingów <i>smart city</i>	60
3.1. Rankingi miast	60
3.2. Ranking <i>Global smart city</i>	69
3.3. Ranking <i>CITYkeys Project</i>	71
3.4. <i>IESE Cities in Motion</i>	73
3.5. <i>European smart cities</i>	74
3.6. <i>Mapping smart cities in the EU</i>	79
Wnioski z rozdziału 3	81
Rozdział 4	
Wielokryterialne metody	
podejmowania decyzji w rankingach <i>smart city</i>	83
4.1. Istota wielokryterialnych metod podejmowania decyzji	83
4.2. Algorytm klasycznej metody TOPSIS	87

4.3. Metody wielokryterialne dla <i>smart city</i> w badaniach miejskich	91
4.4. Metody Hellwiga i parametryczna	98
Wnioski z rozdziału 4	101
Rozdział 5	
Rankingi polskich miast według indeksu <i>urban smartness</i> – wyniki badań empirycznych	103
5.1. Przebieg procedury badawczej	103
5.2. Charakterystyka zmiennych dla indeksu <i>urban smartness</i>	105
5.3. Wnioski z porządkowania liniowego miast	109
5.4. Rekomendacje, przyszłe kierunki i ograniczenia badań	113
Wnioski z rozdziału 5	115
Zakończenie	117
Literatura	119
Załączniki	131
Załącznik 1. Zmienne zrównoważonego miasta	131
Załącznik 2. Zmienne odpornego miasta	133
Załącznik 3. Zmienne <i>smart city</i>	135
Spis tabel	139
Spis rysunków	141
Streszczenie	142
Summary	143

Wykaz skrótów

AI	– sztuczna inteligencja (<i>artificial intelligence</i>)
AR	– rozszerzona rzeczywistość (<i>augmented reality</i>)
BDL GUS	– Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego
B+R+I	– badawczo-rozwojowa i innowacyjna działalność
GaWC	– Globalization and World Cities
HDI	– wskaźnik rozwoju społecznego (<i>Human Development Index</i>)
ICT	– technologia informacyjno-komunikacyjna (<i>information and communication technology</i>)
IDC	– Międzynarodowa Korporacja Danych (International Data Corporation)
IoT	– internet przedmiotów, internet rzeczy (<i>Internet of things</i>)
ISO	– Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (International Organization for Standardization)
ISO 37120	– norma ISO 37120:2015: Zrównoważony rozwój społeczny – Wskaźniki usług miejskich i jakości życia (<i>Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life</i>)
MADM	– wieloatrybutowe podejmowanie decyzji (<i>multi-attribute decision making</i>)
MCDA	– wielokryterialne metody analizy decyzji (<i>multi-criteria decision analysis</i>)
MCDM	– wielokryterialne metody podejmowania decyzji (<i>multi-criteria decision making</i>)
MODM	– wielocelowe podejmowanie decyzji (<i>multi-objective decision making</i>)
MPZP	– miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
QLI	– wskaźnik jakości życia (<i>Quality of Life Index</i>)
SC	– miasto inteligentne (<i>smart city</i>)
SDI	– infrastruktura danych przestrzennych (<i>spatial data infrastructure</i>)
SIP	– systemy informacji przestrzennej
SRM	– strategia rozwoju miasta
SRSC	– strategia rozwoju oparta na <i>smart city</i>
TOPSIS	– Technika ustalania kolejności preferencji według podobieństwa do rozwiązania idealnego (<i>Technique for order of preference by similarity to ideal solution</i>)
UE	– Unia Europejska (European Union)
UM	– urząd miasta
ZRM	– zarządzanie rozwojem miasta (<i>city management</i>)
ZR	– zrównoważony rozwój (<i>sustainable development</i>)

Wprowadzenie

Dynamicznie rozwijające się miasta charakteryzują się chaotycznym rozprzestrzenianiem się zabudowy, utrudnieniami komunikacyjnymi, zanieczyszczonym środowiskiem i obniżonymi standardami życia mieszkańców. Nowoczesna technologia informacyjno-komunikacyjna (ICT) w powiązaniu z wykorzystaniem kapitału intelektualnego mieszkańców kształtuje realia współczesnych miast. Wykorzystanie koncepcji *smart city* (SC) w zarządzaniu rozwojem miasta (ZRM) może służyć osiągnięciu jego złożonych celów, jakimi są zrównoważony rozwój (ZR) i wysoka jakość życia. Autorka wyraża przekonanie, iż transformacja przestrzeni miejskich w kierunku *smart city* stała się już koniecznością. Jednym z kluczowych czynników sukcesu adaptacji rozwiązań ICT w miastach jest podniesienie ich konkurencyjności i innowacyjności. Dzięki odpowiedniemu przygotowaniu wartościowego dokumentu strategicznego rozwoju miasta z uwzględnieniem podejść perspektywicznego i partycypacyjnego można udoskonalić myślenie o rozwoju miast oraz odpowiednio zaplanować wdrażanie inicjatyw wspierających *urban smartness*. Istotne jest odnalezienie punktu odniesienia do najlepszych rozwiązań wdrażanych w benchmarkach miast, do czego służą rankingi miast.

Autorka przeanalizowała determinanty zarządzania miastem. Dostrzegła konieczność holistycznego i strategicznego podejścia do tej problematyki. Przeobrażanie przestrzeni miejskich w ośrodki dojrzałe pod względem *urban smartness* wymaga wspierania tego procesu poprzez konstruowanie rankingów miast z indeksami ich rozwoju. Do oceny miast rzadko są stosowane wskaźniki syntetyczne. Diagnozę i monitoring miast należy prowadzić pod kątem zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*.

Przestrzeń miejska, funkcjonując w turbulentnych warunkach, stoi przed wyzwaniem przeobrażania systemów miejskich w *smart city* 5.0. Wiele europejskich miast, w szczególności skandynawskich i z krajów Beneluksu, stało się już generacjami 3.0¹. Jak zauważy Dorota Sikora-Fernandez, polskie miasta wdrażają inicjatywy najczęściej z zakresu transportu, energetyki, edukacji i mieszkalnictwa². W obliczu nieprzewidywalnych zmian strategiczna orientacja dla jednostek miejskich staje się skutecznym

¹ B. Cohen, *The 3 Generations of Smart Cities*, www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities [dostęp: 23.12.2023].

² D. Sikora-Fernandez, *Smarter cities in post-socialist country: Example of Poland*, „Cities” 2018, nr 78, s. 55.

i efektywnym sposobem na zaprogramowanie rozwoju przestrzennego w kierunku *smart*, zrównoważonego i odpornego miasta. Takie podejście sprawia, iż jednostki te ograniczają zjawisko rozlewania zabudowy (z ang. *urban sprawl*), eliminują jej chaotyczność i zmniejszają degradację śródmieść. Pascual Berrone i Joan Enric Ricart, twórcy *IESE Cities in Motion Index*, uważają, że współczesne miasta ewoluują od *smart city* do *wide city*³. Ich rozwój powinien opierać się nie tylko na rozwiązaniach ICT, lecz także na kapitale ludzkim i projektach społecznych, jak *urban labs*, miejskie hackathony, *crowdsourcing* i otwieranie danych miejskich. W zarządzaniu rozwojem miasta należy przede wszystkim wykorzystywać mądrość jego mieszkańców, którzy powinni mieć świadomość pozycji, jaką zajmuje zamieszkiwane przez nich miasto i skąd bierze się jego potencjał (*urban smartness*).

Rankingi miast pozwalają na ocenę poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz ukazują ich potencjały i bariery. Włodarze miejscy, porównując się z innymi miastami, dzięki rankingom mogą poznać swoje ośrodki miejskie, wskazać obszary, które wymagają wzmocnienia, mogą też zrozumieć zróżnicowania regionalne, a także uzyskać informacje na temat pozycji rankingowej miasta, którym zarządzają.

Celem głównym monografii jest porównanie metodyki budowy i wyników rankingów z wykorzystaniem wskaźnika *urban smartness* w ocenie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego 66 miast na prawach powiatu w Polsce. **Cele szczegółowe** pracy obejmują:

- identyfikację komponentów *urban smartness*,
- przedstawienie założeń konstrukcji wskaźnika *urban smartness* jako syntezy koncepcji zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*,
- opracowanie procedury budowy rankingów miast z uwzględnieniem wskaźnika *urban smartness* w ujęciu holistycznym dostosowanym do polskich realiów,
- ocenę czynników determinujących rozwój współczesnych miast pod kątem *urban smartness*,
- porównanie rankingów z wykorzystaniem wskaźnika *urban smartness* w ocenie wybranych miast.

Do ich osiągnięcia wykorzystano następujące metody badawcze: analizę i krytykę literatury, indukcyjno-dedukcyjne wnioskowanie i konstrukcję logiczną oraz analizę statystyczną z zastosowaniem metod Hellwiga i TOPSIS.

Osiągnięciu celów badawczych podporządkowano strukturę pracy, na którą składają się wprowadzenie, pięć rozdziałów, podsumowanie i trzy załączniki.

W rozdziale pierwszym opartym na przeglądzie piśmiennictwa podjęto próbę określenia miejsca i roli koncepcji *smart city* w zarządzaniu rozwojem miasta. Zaprezentowano uwarunkowania SC, do których zaliczono cyfrową rewolucję i inteligentny rozwój. Odniesiono się do najnowszych osiągnięć cywilizacji, którymi są cyfrowe bliźniaki miast, technologie 5G, sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa

³ *IESE Cities in Motion Index*, <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0442-E.pdf> [dostęp: 3.03.2023].

i internet rzeczy. Przedstawiono genezę *smart city*, która wiąże się z nowym urbanizmem i miastem industrialnym. Dokonano zestawienia i przeglądu definicji tej koncepcji. Sklasyfikowano ją pod względem podejść, paradygmatów, generacji i wymiarów, a także zaprezentowano jej zalety i zagrożenia wdrażania.

W rozdziale drugim dokonano przeglądu komponentów *urban smartness*, do których zaliczono zrównoważony rozwój, odporność miejską i *smart city*. Przedstawiono definicje *urban smartness* według Renaty Paoli Dameri (opartą na łańcuchach wartości SC) i Marii-Lluïsy Marsal-Llacuny. Autorka niniejszej pracy również zaproponowała własną definicję *urban smartness*. Scharakteryzowano też dwie pozostałe koncepcje rozwoju miasta tworzące *urban smartness*, takie jak miasto odporne i miasto zrównoważone. Skupiono się na perspektywach rozwoju idei miast krótkich dystansów, a w szczególności 15-minutowych. Na koniec dokonano przeglądu najważniejszych standardów dotyczących *smart city* (ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123).

W rozdziale trzecim przedstawiono globalne rankingi *smart city* wykorzystujące indeksy miejskie. Omówiono klasyfikację rankingów miast według Grega Clarka i Tima Moonena. Do najważniejszych zestawień ośrodków miejskich zaliczono: *Global smart city*, *CITYkeys Project*, *IESE Cities in Motion*, *European smart cities* i *Mapping smart cities in the EU*. Przeanalizowano wykorzystane metody, wyniki i wskaźniki rozwoju SC w wybranych rankingach.

Rozdział czwarty zawiera przegląd wielokryterialnych metod podejmowania decyzji (MCDM) i ich zastosowanie w studiach miejskich. Szczegółowo scharakteryzowano metody TOPSIS i entropii wraz z technikami normalizacji oraz Hellwiga z parametryczną. Przejrzano bazy tekstowe pod względem wykorzystanych rodzajów MCDM dla koncepcji *smart city* w latach 2014–2023. Przeanalizowano publikacje w bazach tekstowych Elsevier, WoS, Scopus i Springer dla określeń „*smart city*” i TOPSIS. Na tej podstawie zidentyfikowano artykuły i ich autorów, w których występują rankingi SC z wykorzystaniem powyższych metod. Podjęto próbę określenia głównych obszarów badawczych MCDM w zakresie koncepcji *smart city*.

Rozdział piąty oparty na analizie statystycznej zawiera rankingi polskich miast wykorzystujące skonstruowany indeks *urban smartness*. Wskaźnik ten skupia się na podejściu holistycznym do zarządzania rozwojem miasta, będącym syntezą koncepcji zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*. W prowadzonych badaniach nad polskimi miastami na prawach powiatu użyto metod entropii, TOPSIS, parametrycznej i Hellwiga. Do zbadania zgodności dwóch zbudowanych rankingów metodami Hellwiga i TOPSIS wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

Rozdział 1

Teoretyczne aspekty koncepcji *smart city*

1.1. Uwarunkowania *smart city*

Kluczową rolę w konceptualizacji *smart city* odegrały dwa megatrendy cywilizacyjne określane jako rewolucja cyfrowa (z ang. *digital revolution*) i inteligentny wzrost (z ang. *smart growth*). Wyzwania koncepcji SC wiązały się z upowszechnieniem stosowania rozwiązań technologii informacyjno-komunikacyjnej (z ang. *information and communication technology*, ICT) oraz dostrzeżeniem ogromnego potencjału tkwiącego w kapitale społecznym i intelektualnym⁴. Dzięki ICT możliwe są szybki, nieograniczony przesył danych, dostęp do baz danych oraz powstawanie efektywnej i łatwo programowalnej infrastruktury. Rozbudowana sieć czujników, sterowników i sensorów sprawia, że miasta stają się cybermiastami. Stosowanie rozwiązań ICT służy pozyskiwaniu, gromadzeniu, przetwarzaniu, przesyłaniu i upowszechnianiu wiedzy, informacji i danych.

Koncepcja *smart city* łączy się ściśle z rewolucją cyfrową, która nastąpiła po rewolucji motoryzacyjnej i związana była z wynalezieniem komputera. Warto wspomnieć, iż maszyną roku 1982 tygodnika „Time” został właśnie komputer. Rozpowszechnienie wykorzystania internetu i mobilnych urządzeń noszonych (z ang. *wearables*), takich jak telefon komórkowy, smartfon, tablet, notebook, aparat cyfrowy czy nawigacja GPS, w życiu codziennym mieszkańców stanowiło ogromny impuls do rozwoju tej koncepcji. Sformułowane przez Daniela Bella określenie „społeczeństwo postindustrialne”, trzecia fala Alvina Tofflera, nakreślone przez Johna Naisbitta megatrendy oraz stworzony przez Nikołaja Kondratjewa szósty cykl sygnalizowały istotne przemiany cywilizacyjne związane z przechodzeniem od agrarnej ery preindustrialnej do ery postindustrialnej, które doprowadziły do powstania społeczeństwa informacyjnego⁵. Sprzyjały temu również odchodzenie od gospodarki opartej na produkcji

⁴ N. Komninos, *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Space*, Spon Press, London 2002, s. 23.

⁵ M. Haller, „*The Third Wave*” – *Also in Insurance? (Reflections of a European on world trends in insurance)*, „The Geneva Papers on Risk and Insurance” 1983, nr 8, s. 158–174.

w kierunku tej opartej na wiedzy, a także rozwój usług. Istotą cyfryzacji, informatyzacji i digitalizacji jest właściwie ułatwienie dostępu i przesyłania informacji, która może być rozpatrywana jako wiedza, towar i technologia. Przełom XX i XXI wieku był ważny dla rozwoju koncepcji SC, gdyż wiązał się z pojawieniem: internetu przedmiotów (z ang. *Internet of things*, IoT), rzeczywistości wirtualnej (z ang. *virtual reality*, VR) i rozszerzonej (z ang. *augmented reality*, AR), *big data* i chmury obliczeniowej (z ang. *cloud computing*). IoT zapewnia połączenie internetowe między przedmiotami a ludźmi w mieście w celu wzajemnej komunikacji, wymiany informacji o stanie i przesyłaniu zapotrzebowania na usługi sieciowe. Termin „internet przedmiotów” po raz pierwszy użyty został przez Kevina Ashtona w 1999 roku. Powiązaniem jest internet wszechrzeczy (z ang. *Internet of everything*). Największą część rynku IoT (około 21%) stanowią rozwiązania SC. Rzeczywistość wirtualna polega na multimedialnym kreowaniu komputerowej wizji przestrzeni. Natomiast rozszerzona rzeczywistość została wprowadzona przez Ronalda Azumę i stanowi system łączący świat rzeczywisty z generowanym komputerowo. *Big data* odnosi się do olbrzymich zbiorów danych gromadzonych za pośrednictwem sieci komputerowej i prowadzi do zdobywania nowej wiedzy. Chmura obliczeniowa jest związana z przetwarzaniem i wymianą danych, wykorzystuje połączenie internetowe poprzez użytkowanie usług dostarczonych przez usługodawcę.

Motorami napędowymi w rozwoju przestrzeni miejskiej są również sztuczna inteligencja (AI, z ang. *artificial intelligence*) i technologia 5G. Piąta generacja sieci komórkowej w porównaniu z poprzednimi generacjami zwiększa jej przepustowość i pojemność. Pozwala na rozwój wielu dziedzin, jak telemedycyna w czasie rzeczywistym, autonomiczne pojazdy, *smart* sieci energetyczne, zarządzanie odpadami, bezpieczeństwo. W rozwoju sztucznej inteligencji istotną rolę odegrały działające na jej bazie aplikacje, m.in. ChatGPT, Google Bard, Midjourney. Termin ten został zdefiniowany przez Johna McCarthy’ego, amerykańskiego informatyka, który w 1956 roku podczas konferencji w Dartmouth określił sztuczną inteligencję jako „konstruowanie maszyn, o których działaniu można powiedzieć, że są podobne do ludzkich przejawów inteligencji”⁶. AI wykorzystywana jest np. do optymalizacji ruchu drogowego – dzięki analizie danych z kamer i czujników na drogach możemy określić natężenie ruchu i wybrać optymalną trasę. Również ogromne ilości danych z kamer monitorujących miasto analizowane są w czasie rzeczywistym, co pozwala wykryć podejrzane zachowania i przekazać informacje do odpowiednich służb. Ciekawym przykładem użycia sztucznej inteligencji w transporcie publicznym jest projekt CAVForth uruchomiony w maju 2023 roku w Edynburgu, w którym autonomiczne pojazdy jeżdżące na 22,5-kilometrowej trasie przewożą do 10 tysięcy pasażerów tygodniowo przez

⁶ J. McCarthy, *Programs with Common Sense*, Proceeding of the Teddington Conference on the Mechanization of Thought Process, London 1959, s. 756–791.

siedem dni w tygodniu co 30 minut. System napędowy CAVStar przedsiębiorstwa Fusion Processing korzysta z kamer, LiDAR-u i radarów, przez co zapewnia optymalną wydajność podczas podróży i w każdych warunkach pogodowych⁷.

Koncepcja *smart city* jest związana z wykorzystaniem dorobku cyfrowego w miastach i wytwarzaniem danych. Jej istotą są cyfrowe bliźniaki miast (z ang. *digital twin city*), czyli cyfrowe obrazy całych miast lub dzielnic. Zapewniają one dokładny wirtualny model miasta służący podejmowaniu decyzji w planowaniu infrastruktury miejskiej i optymalizacji procesów. Cyfrowe bliźniaki usprawniają zarządzanie infrastrukturą i pomagają w rozwiązywaniu zdiagnozowanych problemów. Wykorzystywane są przede wszystkim przy projektowaniu w urbanistyce, energetyce i transporcie. Cyfrowe bliźniaki nie grupują informacji w sposób zorientowany na technologię, ale przede wszystkim na użytkownika. Amerykańskie przedsiębiorstwo analityczne Gartner szacuje, iż do 2027 roku 40% dużych przedsiębiorstw będzie wykorzystywać cyfrowe bliźniaki z powodu zwiększenia przychodów⁸. Wartość tego rynku wzrośnie globalnie z 6,5 miliarda dolarów w 2022 roku do 120 miliardów dolarów w 2030 roku⁹. Na technologię tę składają się sensory (umieszczane na przedmiotach codziennego użytku i służące do zbierania danych), bliźniaki cyfrowe (odbierają dane z sensorów i kreują wirtualne modele rzeczywistości miejskiej) i algorytmy sztucznej inteligencji (podejmują na bieżąco decyzje związane z funkcjonowaniem infrastruktury miejskiej, np. sygnalizacją świetlną). W ramach projektu LEAD cyfrowe bliźniaki zostały wykorzystane do celów niskoemisyjnej logistyki w sześciu miastach (węzłach miejskich TEN-T): Madryt, Haga, Lyon, Porto, Budapeszt i Oslo. W ten sposób stworzono innowacyjny model biznesowy usprawniający magazynowanie i dystrybucję towarów, co ma zachęcać do korzystania z niskoemisyjnych pojazdów dostawczych, opracowania inteligentnych rozwiązań logistycznych opartych na danych ograniczających koszty i emisję zanieczyszczeń powietrza¹⁰. Kolejnym przykładem wykorzystania cyfrowego bliźniaka jest projekt DUET (*Digital Urban European Twins*), który wiąże się z wprowadzeniem innowacji w zakresie ruchu, jakości powietrza i hałasu¹¹. Projekt ten pozwala na podejmowanie optymalnych decyzji opartych na dowodach.

Istotne znaczenie dla koncepcji *smart city* miał również nurt określany jako inteligentny rozwój, który zmierza do ograniczenia wszelkich zasobów materialnych. Polega on na oszczędności nie tylko finansów i czasu, lecz także energii i nieodnawialnych elementów środowiska przyrodniczego¹². Szczególny nacisk jest położony

⁷ Welcome to CAVForth, the world's most ambitious and complex autonomous bus pilot, www.cavforth.com [dostęp: 10.12.2023].

⁸ M. Attaran, B.G. Celik, *Digital twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities*, „Decision Analytics Journal” 2023, nr 6, 100165.

⁹ M. Gajek, *Cyfrowe bliźniaki miast, Nowy rynek warty miliardy*, „Forbes” 2023, nr 5.

¹⁰ *Digital Twins for low emission last mile logistics*, www.leadproject.ecu [dostęp: 10.12.2023].

¹¹ *Decide better*, www.digitalurbantwins.com [dostęp: 10.12.2023].

¹² D. Coble, *Is Smart Growth Really So Smart? [w:] Mitigating Climate Change. The Emerging Face of Modern Cities*, red. A. Khare, T. Beckman, Springer, Heidelberg–Berlin 2013, s. 3–23.

na redukowanie kosztów życia, bezpieczeństwo przestrzeni miejskiej, energooszczędność budynków i wsparcie w zakresie dzielenia się wiedzą poprzez kreowanie życia we wspólnocie osiedlowej.

Unia Europejska promuje inteligentny rozwój, który jest zapisany w dokumencie *Strategia Europa 2020* i odnosi się on również do miast. Komisja Europejska propaguje model ZRM, w którym ośrodki miejskie charakteryzują się zaawansowanym postępowaniem społecznym i środowiskowym, a jednocześnie utrzymują atrakcyjność ekonomiczną i wzrost gospodarczy oparty na zintegrowanym podejściu uwzględniającym wszystkie aspekty wzrostu zrównoważonego. *Strategia Europa 2020* przyjęła trzy priorytety rozwoju gospodarczego: rozwój inteligentny, zrównoważony (z ang. *sustainable growth*) i sprzyjający włączeniu społecznemu (z ang. *inclusive growth*). Transformacja UE zmierza w kierunku gospodarki opartej na wiedzy i innowacji, niskoemisyjnej oraz zmniejszającej wykluczenie społeczne¹³.

Inteligentny rozwój oznacza wzrost konkurencyjności przez tworzenie wysokiej wartości dodanej i wymaga znacznych nakładów na B+R+I, a także stosowania mechanizmów, które sprzyjają szybkiej transmisji wiedzy teoretycznej do praktyki gospodarczej. Zakłada zwiększenie środków przeznaczanych na inwestycje w B+R+I do 3% PKB UE oraz podniesienie poziomu wykształcenia przez zmniejszenie do minimum 10% odsetka osób zbyt wcześnie kończących edukację i zwiększenie do minimum 40% odsetka osób w wieku 30–34 lat z wykształceniem wyższym lub równorzędnym. Krajowe założenia dla każdego państwa członkowskiego UE są określone we wskaźnikach *Strategii Europa 2020*¹⁴.

Zrównoważony rozwój jest możliwy dzięki realizacji działań bardziej przyjaznych środowisku i służących efektywniejszemu korzystaniu z nieodnawialnych zasobów przyrody. Osiągnięcie takiego stanu jest możliwe po spełnieniu założeń pakietu klimatyczno-energetycznego. Ramy polityki w zakresie klimatu i energii do roku 2030 zakładają ograniczenie o co najmniej 40% emisji gazów cieplarnianych (w stosunku do poziomu z 1990 roku), osiągnięcie co najmniej 27-procentowego udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii w UE i zwiększenie o 27% efektywności energetycznej¹⁵. Założenia te UE planuje zrealizować poprzez:

- usprawnienie systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (ETS), które odpowiadają za 45% emisji pochodzących z elektrowni i instalacji przemysłowych – w porównaniu z rokiem 2005 w roku 2020 uległy one zmniejszeniu o 43%,

¹³ European Commission, *Europe 2020. A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*, Brussels 2010, www.ec.europa.eu/eu2020/pdf [dostęp: 5.02.2023].

¹⁴ Eurostat, *Europe 2020 Targets*, www.ec.europa.eu/eurostat/documents/4411192/4411431/Europe_2020_Targets.pdf [dostęp: 6.12.2023].

¹⁵ Rada Europejska, Konkluzje z 23–24 października 2014 r. w sprawie ram klimatyczno-energetycznych do roku 2030, EUCO169/14, Bruksela 2014, www.data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/pl/pdf [dostęp: 4.12.2022].

- ustalenie krajowych celów redukcji emisji gazów cieplarnianych, które generują 55% emisji pochodzącej z mieszkalnictwa i transportu, przez wzrost udziału w produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych do 30%,
- finansowanie badań i innowacji wspierających rozwój technologii niskoemisyjnych,
- ustanowienie planu na rzecz efektywności energetycznej.

Natomiast rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu wspiera wysoki poziom zatrudnienia oraz zapewnia integrację terytorialną, spójność przestrzenną i gospodarczą¹⁶. Osiągnąć to można, zwiększając wskaźnik zatrudnienia osób w przedziale wiekowym 20–64 lat do poziomu 75% i zmniejszając wykluczenie społeczne poprzez poprawienie sytuacji życiowej minimum 20 milionów najuboższych ludzi.

Megatrendy cywilizacyjne, do których zaliczono rewolucję cyfrową i inteligentny rozwój UE, powiązane są również z genezą koncepcji *smart city*, która wywodzi się z nowego urbanizmu i teorii miasta industrialnego.

1.2. Geneza *smart city*

W piśmiennictwie naukowym zagadnienie *smart city* zostało podjęte po raz pierwszy w 1991 roku w artykule Hunter Drohojowskiej pt. *San-Francisco style, art-deco elements inform a smart city residence + interior-design by Arnold Val* zamieszczonym w „Architectural Digest”¹⁷. Natomiast Maria-Lluïsa Marsal-Llacuna i Mark Segal zauważają, iż termin ten po raz pierwszy znalazł się w opublikowanej w 1992 roku książce zatytułowanej *The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks*, której redaktorami są David V. Gibson, George Kozmetsky i Raymond W. Smilor¹⁸. Z kolei zdaniem Renaty Paoli Dameri i Annalisa Cocchii określenie *smart city* w literaturze naukowej pojawiło się w 1994 roku¹⁹. Stawiają taki wniosek na podstawie analizy bibliometrycznej 705 wyselekcjonowanych artykułów z bazy Google Scholar z lat 1994–2012. Badając ewolucję koncepcji SC i miasta cyfrowego, zaprojektowali zawartość i granice każdej z tych ścieżek rozwoju miejskiego oraz wspierają projektowanie strategii miejskich i ocenę wydajności miasta. Pierwszy artykuł w bazie Scopus, pt. *A tale of smart cities*, pochodzi z 1997 roku, został napisany przez Vineetę Shetty i opublikowany w czasopiśmie „Communications International”²⁰.

¹⁶ European Commission, *Europe 2020*...

¹⁷ P. Krysiński, *Smart city w przestrzeni informacyjnej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2020.

¹⁸ M.L. Marsal-Llacuna, M.E. Segal, *The Intelligent Method (II) for “smarter” urban policy-making and regulation drafting*, „Cities” 2017, nr 61, s. 83–84.

¹⁹ R.P. Dameri, A. Cocchia, *Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution*, X Conference of the Italian Chapter of AIS, Milano 2013.

²⁰ V. Shetty, *A tale of smart cities*, „Communications International” 1997, nr 24(8).

Alberto Vanolo twierdzi, że popularność koncepcji SC w Europie wynika z dostępności znacznych zasobów finansowych na ekorestrukturyzację miast, tendencji korporacji do inwestowania w miejskie projekty digitalizacyjne, wysokiej pozycji zbawczych wizji technologii, wizerunku czystych i przyjaznych dla życia oraz zaawansowanych technologicznie miast dalekich od kryzysu gospodarczego²¹.

Andrzej Bukowski dostrzega zaś jej powiązanie z nowym urbanizmem (z ang. *new urbanizm*) mającym początek w USA w latach osiemdziesiątych XX wieku²². W odniesieniu do miast wiąże się to z planowaniem przestrzeni i sieci transportowych służącym ograniczeniu wzrostu kosztów wynikających z powszechnego zjawiska określanego jako rozlewanie się miast (z ang. *urban sprawl*)²³. Poprawę jakości przestrzeni miejskiej i środowiska przyrodniczego uzyskuje się poprzez działania zapobiegające rozrastaniu się miasta, promujące zrównoważoną mobilność i prowadzące do racjonalnego gospodarowania nieruchomościami budowlanymi. Do istotnych inicjatyw nowego urbanizmu zaliczamy: miasto kompaktowe (z ang. *compact city*), odzyskiwanie przestrzeni dla pieszych, augmentacja więzi społecznych (z ang. *cohousing*), przesadzanie dużych drzew, kontraruch rowerowy, zielone dachy, pasy ruchu dla pojazdów z wieloma pasażerami, parki kieszonkowe, przystanki wiedeńskie, „uszy Myszki Miki”. Koncepcja SC łączy wizję miasta idealnego i dostosowanego do potrzeb społeczno-gospodarczych użytkowników, co oznacza że nowoczesne ośrodki miejskie stają się aeropolis (kombinacja dużego portu lotniczego, uczelni, przestrzeni dla biznesu). We współczesnych miastach zauważalne są dwa zjawiska społeczne: przewaga użytkowania nad własnością i potrzeba dzielenia się. Dostęp do zasobów zyskuje wyższe znaczenie i motywację niż ich kumulowanie. Ważną kwestią jest stworzenie miasta kompaktowego o strukturze komórkowej w celu zmniejszenia odległości pokonywanych przez mieszkańców do usług społecznych oraz promowania mobilności pieszej i rowerowej. Jedną z jego form jest miasto krótkich odległości. Idea ta zostanie przybliżona w **podrozdziale 2.3** niniejszej monografii.

Dorota Sikora-Fernandez twierdzi, iż nurt oszczędności zasobów wynikający z inteligentnego rozwoju nie jest nowością w badaniach rozwoju miast²⁴. Razem z Danutą Stawasz i Maciejem Turałą zwraca również uwagę na jedną z konsekwencji gwałtownego napływu ludności do miast, jaką jest niekontrolowany rozwój zabudowy mieszkaniowej²⁵. Wzrost liczby mieszkańców prowadzi do przeludnienia, pogorszenia

²¹ A. Vanolo, *Smartmentality: The Smart City as Disciplinary strategy*, „Urban Studies” 2014, nr 51(5), s. 888–890.

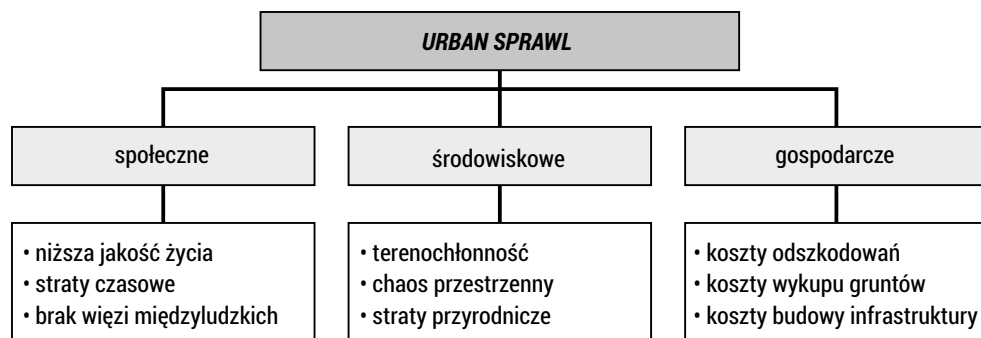
²² A. Bukowski, *Od „miasta inteligentnego” do miasta „smart”* [w:] *Sprawne państwo. Systemowe zmiany w funkcjonowaniu polskiego samorządu terytorialnego*, red. M. Ćwiklicki, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego–Małopolska Szkoła Administracji Publicznej, Kraków 2015, s. 169.

²³ A. Downs, *Smart growth: Why we discuss it more than we do it*, „Journal of the American Planning Association” 2005, nr 71(4), s. 367–378.

²⁴ D. Sikora-Fernandez, *Smart city jako nowa koncepcja funkcjonowania i rozwoju miast w Polsce*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 339, s. 177.

²⁵ D. Stawasz, D. Sikora-Fernandez, M. Turała, *Koncepcja smart city jako wyznacznik podejmowania decyzji związanych z funkcjonowaniem i rozwojem miasta*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Studia Informatica” 2012, nr 721, s. 98.

warunków życia, chaotycznego powiększania się miasta i utraty kontroli nad jego rozwojem²⁶. Skutki środowiskowe, społeczne i gospodarcze zjawiska *urban sprawl* zostały zobrazowane na rysunku 1.1.



RYSUNEK 1.1. Konsekwencje zjawiska *urban sprawl*

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: C. Brzeziński, *Wybrane problemy planowania przestrzennego w Polsce*, „Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica” 2013, nr 289, s. 105–114.

Urban sprawl prowadzi przede wszystkim do gorszej jakości życia i wzrostu kosztów funkcjonowania miasta. Dużym wyzwaniem staje się rozprzestrzenianie osiedli o niskiej gęstości zaludnienia, gdzie świadczenie usług publicznych jest drogie, naturalne zasoby środowiska są nadmiernie eksploatowane, a sieci transportu publicznego stają się niewystarczające. Przyczynia się to do rozwoju indywidualnej komunikacji samochodowej i kongestii w centrum miasta, a także stanowi istotne zagrożenie dla jego spójności terytorialnej²⁷. Ograniczaniu kosztów funkcjonowania miast służy wspomniany już nurt inteligentny rozwoju i gospodarki niskoemisyjnej²⁸.

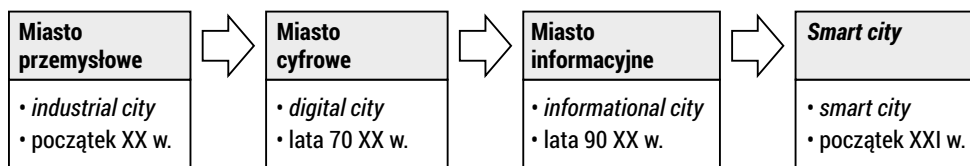
Koncepcja *smart city* wywodzi się z miasta industrialno-przemysłowego. Digitalizacja usług i gospodarka oparta na wiedzy stworzyły dla niej historyczne podwaliny. Mona Shah i in. wyróżniają cztery etapy dojścia do SC: miasto przemysłowe, cyfrowe, informacyjne i *smart city*²⁹ (rysunek 1.2).

²⁶ L.G. Anthopoulos, *The Smart City in Practice* [w:] tegoż, *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?*, Springer, Cham 2017, s. 56–59 („Public Administration and Information Technology”, 22).

²⁷ Ministerstwo Rozwoju, *Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, www.mr.gov.pl/media/23504/projekt_SOR_29072016.pdf [dostęp: 12.08.2022].

²⁸ ESPON, *Second Tier Cities and Territorial Development in Europe: Performance, Policies and Prospects*, 2013, https://archive.espon.eu/sites/default/files/attachments/SGPTD_Executive_Summary_-_Final_Version_27.09.12.pdf [dostęp: 19.08.2022].

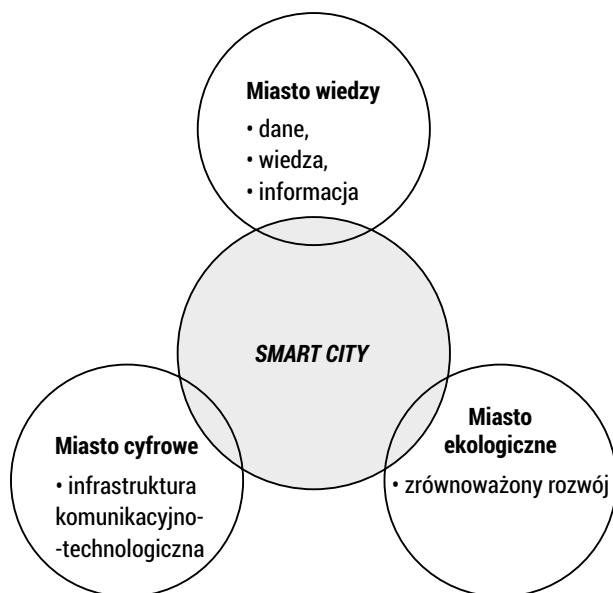
²⁹ M.N. Shah, S. Nagargoje, Ch. Shah, *Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel* [w:] *Proceedings of 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, red. Y. Wu, S. Zheng, J. Luo, W. Wang, Z. Mo, L. Shan, Springer, Singapore 2017, s. 111–127.



RYSUNEK 1.2. Geneza koncepcji *smart city* według Shah i in.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: M.N. Shah, S. Nagargoje, Ch. Shah, *Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel* [w:] *Proceedings of 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, red. Y. Wu, S. Zheng, J. Luo, W. Wang, Z. Mo, L. Shan, Springer, Singapore 2017, s. 116.

Clara Benevolo i in. dostrzegają korzenie koncepcji *smart city* w trzech paradygmatach określanych jako: miasto cyfrowe, ekologiczne i wiedzy³⁰. Ich wizualizację zaprezentowano na rysunku 1.3, a ich istotne charakterystyki zawiera tabela 1.1.



RYSUNEK 1.3. Paradygmaty *smart city* według Benevolo i in.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: C. Benevolo, R.P. Dameri, B. D'Auria, *Smart Mobility in Smart City: action taxonomy, ICT intensity and public benefits* [w:] *Empowering Organizations: Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2016, s. 13–28 („Lecture Notes in Information Systems and Organizations”, 11).

³⁰ C. Benevolo, R.P. Dameri, B. D'Auria, *Smart Mobility in Smart City: action taxonomy, ICT intensity and public benefits* [w:] *Empowering Organizations: Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2016, s. 13–28 („Lecture Notes in Information Systems and Organizations”, 11).

TABELA 1.1. Charakterystyka paradygmatów *smart city*

Termin	Główne wyróżniki
Miasto wiedzy	• gospodarka oparta na wiedzy, • rozwój systemu edukacji, • bazuje na przekazie wiedzy, • rozwój kapitału intelektualnego, • uczenie się przez całe życie, • kreatywność i wysoki poziom innowacyjności, • produkowanie i wartościowanie danych, informacji
Miasto cyfrowe	• rozwój ICT, • usługi online, takie jak e-administracja i e-demokracja, • internet rzeczy, publiczna sieć Wi-Fi, inteligentne sterowanie ruchem, • korzystanie z <i>big data</i>
Miasto zrównoważone	• wykorzystuje odnawialne źródła energii, • koncentruje się na ochronie zasobów środowiska przyrodniczego, • samowystarczalne energetycznie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: C. Benevolo, R.P. Dameri, B. D'Auria, *Smart Mobility in Smart City: action taxonomy, ICT intensity and public benefits* [w:] *Empowering Organizations: Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2016, s. 13–28 („Lecture Notes in Information Systems and Organizations”, 11).

Miasto cyfrowe (z ang. *digital city*) wykorzystuje ICT do wspierania i tworzenia sieci współpracy obywateli i organizacji, dzielenia się danymi i informacjami oraz łączenia usług online, takich jak e-administracja i e-demokracja³¹. Miasto ekologiczne (z ang. *green city*) prezentuje ekologiczną wizję przestrzeni miejskiej opartej na zrównoważonym rozwoju i zmniejszeniu śladu węglowego miasta w środowisku, korzysta z odnawialnych źródeł energii i koncentruje się na ochronie zasobów środowiska przyrodniczego. Natomiast miasto wiedzy (informacyjne, z ang. *knowledge-based city*) opiera się na egzekwowaniu i wartościowaniu danych, informacji i wiedzy dostępnej i produkowanej w mieście, koncentruje się na edukacji, rozwoju kapitału intelektualnego, uczeniu się przez całe życie, kreatywności i wysokim poziomie innowacyjności³².

³¹ F. Duarte, F. Figueiredo, L. Leite, D.A. Rezende, *A conceptual framework for assessing digital cities and the Brazilian Index of Digital Cities: analysis of Curitiba, the first-ranked city*, „Journal of Urban Technology” 2014, nr 21(3), s. 38.

³² A.P. Lara, E. Moreira Da Costa, T. Zilinski Furlani, T. Yigitcanlar, *Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities*, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2016, nr 2(1), s. 3.

Koncepcja SC obejmuje różne perspektywy i podobny zakres pojęciowy. Rozważania najczęściej odnoszą się do: miasta inteligentnego (z ang. *intelligent city*), zrównoważonego (z ang. *sustainable city*), ekologicznego (z ang. *eco-city*) wiedzy (z ang. *knowledge city*), cyfrowego (z ang. *digital city*), sieciowego (przewodowego, z ang. *wired city*), utalentowanego (z ang. *talented city*). Odniesienie do dziedzin i atrybutów w *smart city* znajduje się w tabeli 1.2.

TABELA 1.2. Dziedziny *smart city* i atrybuty miast

Dziedziny	ICT	Gospodarka	Zrównoważony rozwój	Infrastruktura społeczna
• atrybuty	• infrastruktura techniczna, • komunikacja i technologie cyfrowe	• przedsiębiorczość, • innowacyjność, • konkurencyjność, • społeczeństwo wiedzy	• regulacje, • dyrektywy, • styl życia	• kapitał ludzki i społeczny, • współzarządzanie
• rodzaj miast	• miasto cyfrowe, • miasto informacyjne, • miasto internetowe, • miasto sieciowe, • miasto inteligentne	• miasto kreatywne, • miasto wiedzy, • miasto innowacyjne	• miasto zrównoważone, • miasto ekologiczne, • miasto zeroemisyjne	• <i>human smart city</i>, • <i>human city</i>, • miasto nauki

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: A.P. Lara, E. Moreiro Da Costa, T. Zilinski Furlani, T. Yigitcanlar, *Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities*, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2016, nr 2(1), s. 4.

Koncepcja *smart city* wywodzi się z nowego urbanizmu i miasta industrialnego oraz dotyczy trzech jego paradygmatów. W tym kontekście istotne są przegląd definicji i usystematyzowanie pojęcia *smart city*.

1.3. Ujęcie definicyjne *smart city*

W literaturze krajowej i zagranicznej brakuje jednoznacznej definicji *smart city*. Autorka zauważyła, iż pojęcie to jest badane i rozpatrywane z uwzględnieniem aspektów technicznych, społecznych, środowiskowych i ekonomicznych. Może dotyczyć

jakości życia, usług publicznych, zrównoważonego rozwoju, rozwiązań ICT. Badania naukowe koncentrują się na charakterze SC, przyczynach wdrożenia tej koncepcji i jej komponentach³³.

Brak definicji *smart city* w światowej literaturze jest związany z mnogością aspektów rozwoju miejskiego. Dodatkowo polscy naukowcy mają problem z tłumaczeniem wyrażenia. Uważają, iż sformułowanie „inteligentne miasto” nie oddaje istoty znaczenia, a *smart* dosłownie oznacza sprytny, bystry. Mateusz Ryba twierdzi, iż te problemy wynikają głównie z aspektów lingwistycznych i odmiennego znaczenia poszczególnych słów w różnych językach³⁴.

We współczesnych rozważaniach i dyskusjach naukowych nad wieloaspektowym rozwojem miasta pojawiają się następujące sformułowania: miasto kreatywne, miasto utalentowanych ludzi, miasto innowacyjne, miasto ludzi myślących, miasto zielone, miasto zrównoważone, miasto zorientowane na ludzi, miasto informatyczne. Niezwykle ważna jest próba zdefiniowania SC, zwłaszcza przy ogromnej liczbie podobnych definicji funkcjonujących w piśmiennictwie z tego zakresu.

Nicos Komninos określa *smart city* jako przestrzeń miejską o wysokiej zdolności uczenia się i wprowadzania innowacji, mającą kreatywne nastawienie, wyposażoną w instytucje badawczo-rozwojowe, ośrodki szkolnictwa wyższego, infrastrukturę cyfrową i technologie komunikacyjne, a sprawność zarządzania jest na wysokim poziomie (efektywne zarządzanie)³⁵. Natomiast Robert Hollands ujmuje SC jako przestrzeń miejską koncentrującą się na wykorzystaniu infrastruktury transportowej i telekomunikacyjnej, ICT, przemysłów kreatywnych³⁶. Vito Albino i in. określili następujące wyróżniki przedmiotowej koncepcji: infrastruktura sieciowa wzmacniająca efektywność działań politycznych i kulturowych; biznesowe i twórcze działania promujące rozwój miast; włączenie społeczne mieszkańców miast i zaangażowanie kapitału społecznego, środowisko naturalne³⁷.

W raporcie przygotowanym w 2007 roku przez zespół z Centrum Badań Regionalnych Politechniki Wiedeńskiej (z ang. Vienna University of Technology, VUT) *Smart cities – ranking of European medium-sized cities*, który kierowany jest przez Rudolfa Giffingera, przyjmuje się, że *smart city* to miasto, które przyszłościowo dobrze radzi sobie ze wszystkimi komponentami miejskiej jednostki osadniczej, zbudowane

³³ A. Ojo, Z. Dzhusupova, E. Curry, *Exploring the Nature of the Smart Cities Research Landscape* [w:] *Smarter As the New Urban Agenda: A Comprehensive View of the 21st Century City*, red. J.R. Gil-Garcia, T.A. Pardo, T. Nam, Springer, Berlin 2016, s. 31.

³⁴ M. Ryba, *Czym jest koncepcja smart city, a zatem dlaczego powinniśmy je nazywać miastem sprytnym*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2017, nr 467, s. 85.

³⁵ N. Komninos, *Intelligent Cities...*, s. 23–24.

³⁶ R.G. Hollands, *Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?*, „City” 2008, nr 12(3), s. 308–309.

³⁷ V. Albino, U. Berardi, R.M. Dangelico, *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*, „Journal of Urban Technology” 2015, nr 22(1), s. 3–21.

jest na inteligentnym połączeniu działań samodecydujących, niezależnych i świadomych obywateli³⁸. W tym podejściu omawiana koncepcja jest ujmowana w szerszym ujęciu.

Andrea Caragliu i in. określają *smart city* jako miasto, które inwestuje w kapitał ludzki i społeczny, a infrastruktura komunikacyjna prowadzi do zrównoważonego rozwoju i podnosi jakość życia, szeroko pojętego sprawnego zarządzania zasobami naturalnymi oraz zarządzania partycypacyjnego³⁹. Jako *smart cities* określa się też miasta, w których kwestie publiczne są rozwiązywane z wykorzystaniem ICT, przy zaangażowaniu różnego rodzaju interesariuszy działających w partnerstwie z władzami miasta⁴⁰. Komisja Europejska promuje model rozwoju miast o zaawansowanych postęпах społecznym i środowiskowym przy jednoczesnym utrzymaniu atrakcyjności ekonomicznej i wzroście gospodarczym opartym na zintegrowanym podejściu uwzględniającym wszystkie aspekty wzrostu zrównoważonego. Tak zdefiniowany rozwój obejmuje większość składowych koncepcji SC.

Podkreślone zostało znaczenie inwestycji w kapitał ludzki i infrastrukturę komunikacyjną z wykorzystaniem partycypacji obywatelskiej. Iñaki Azkuna opisuje *smart city* jako aglomerację, która wykorzystuje ICT w celu powiększenia interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej oraz podniesienia świadomości jej mieszkańców⁴¹. Natomiast Andre Van der Meer i Willem Van Winden termin ten odnoszą do sposobów zarządzania przestrzenią publiczną, skutecznego rozwiązywania problemów społecznych i środowiskowych w mieście⁴².

Według Dameri *smart city* jest obszarem geograficznym, w którym wysokie technologie, takie jak ICT, logistyka, produkcja energii, współpracują na korzyść obywateli ze względu na dobrobyt, włączenie społeczne i jakość środowiska⁴³. Miasto zarządzane zgodnie z wytycznymi koncepcji SC to miasto ludzi myślących i kreatywnych, potrafiących wykorzystać innowacje techniczne i technologiczne oraz stosujących

³⁸ R. Giffinger, G. Haindlmaier, *Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities*, „Architecture, City, and Environment” 2010, nr 4(12), s. 7–25.

³⁹ A. Caragliu, Ch. Del Bo, P. Nijkamp, *Smart Cities in Europe*, „Journal of Urban Technology” 2011, nr 18(2), s. 70.

⁴⁰ C. Manville, G. Cochrane, J. Cave, J. Millard, J.K. Pederson, R.K. Thaarup, A. Liebe, M. Wissner, R. Massink, B. Kotternik, *Mapping smart cities in the EU*, IP/A/ITRE/ST/2013-02, European Parliament, Brussels 2014.

⁴¹ *Smart Cities Study: International Study on the Situation of ICT, Innovation and Knowledge in Cities*, red. I. Azkuna, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao 2012, s. 14.

⁴² A. Van der Meer, W. Van Winden, *E-governance in Cities: A Comparison of Urban Information and Communication Technology Policies*, „Regional Studies” 2003, nr 37(4), s. 409.

⁴³ R.P. Dameri, *Searching for smart city definition: a comprehensive proposal*, „International Journal of Computers & Technology” 2013, nr 11(5), s. 2546.

powszechnie ICT⁴⁴. *Smart city* jest zdolne szybciej i kompleksowo reagować na kryzys miejski, gdyż ma wysoki poziom odporności⁴⁵. Koncepcja ta w dokumentach unijnych wiązała się z realizacją polityki energetycznej i zmianami klimatu.

Najpełniejszą definicję SC podaje Victoria Fernández-Áñez, która zidentyfikowała i porównała różnorodne dyskursy naukowe pod względem interesariuszy, kluczowych zagadnień i analizy tekstu. W rezultacie określiła *smart city* jako system, który wykorzystuje kapitał ludzki i społeczny i w połączeniu z zasobami naturalnymi i gospodarczymi opartymi na rozwiązaniach technologicznych i innowacyjnych osiąga zrównoważony rozwój i wysoką jakość życia⁴⁶.

Wyniki przeprowadzonego przeglądu literatury w zakresie definiowania *smart city* zaprezentowano w tabeli 1.3.

TABELA 1.3. Przegląd definicji *smart city*

Autor	Definicja
Hall, 2000	Miasto, które monitoruje i integruje warunki dla wszystkich swoich infrastruktur krytycznych w celu zoptymalizowania zasobów, zaplanowania konserwacji i działań zapobiegawczych, monitorowania bezpieczeństwa przy jednoczesnej maksymalizacji usług dla obywateli
Komninos, 2002	Przestrzeń miejska o wysokiej zdolności uczenia się i wprowadzania innowacji, mająca kreatywne nastawienie, wyposażona w instytucje badawczo-rozwojowe, uczelnie wyższe, infrastrukturę cyfrową i technologie komunikacyjne oraz efektywnie zarządzana
Giffinger i in., 2007	Miasto dobrze radzące sobie w sposób przyszłościowy ze wszystkimi komponentami miejskiej jednostki osadniczej, zbudowane na inteligentnym połączeniu działań samodecydujących, niezależnych i świadomych obywateli
Hollands, 2008	Przestrzeń miejska koncentrująca się na wykorzystaniu infrastruktury transportowej i telekomunikacyjnej, ICT, przemysłów kreatywnych
Caragliu i in., 2011	Miasto, które inwestuje w kapitał ludzki i społeczny, a infrastruktura komunikacyjna prowadzi do ZR i podnosi jakość życia, szeroko pojętego sprawnego zarządzania zasobami naturalnymi oraz zarządzania partycypacyjnego
Schaffers i in., 2011	Miasto, które osiąga zrównoważony wzrost gospodarczy oraz zapewnia wysoką jakość życia, inwestując w kapitał ludzki, społeczny, mądrze gospodarując zasobami naturalnymi i przekładając ideę współzarządzania na praktykę
Azkuna, 2012	Aglomeracja, która wykorzystuje ICT w celu wzrostu interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej oraz podniesienia świadomości jego mieszkańców

⁴⁴ D. Stawasz, D. Sikora-Fernandez, *Koncepcja smart city na tle procesów i uwarunkowań rozwoju współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016, s. 48.

⁴⁵ R. Ferrara, *The smart city and the green economy in Europe: a critical approach*, „Energies” 2015, nr 8(6), s. 4728.

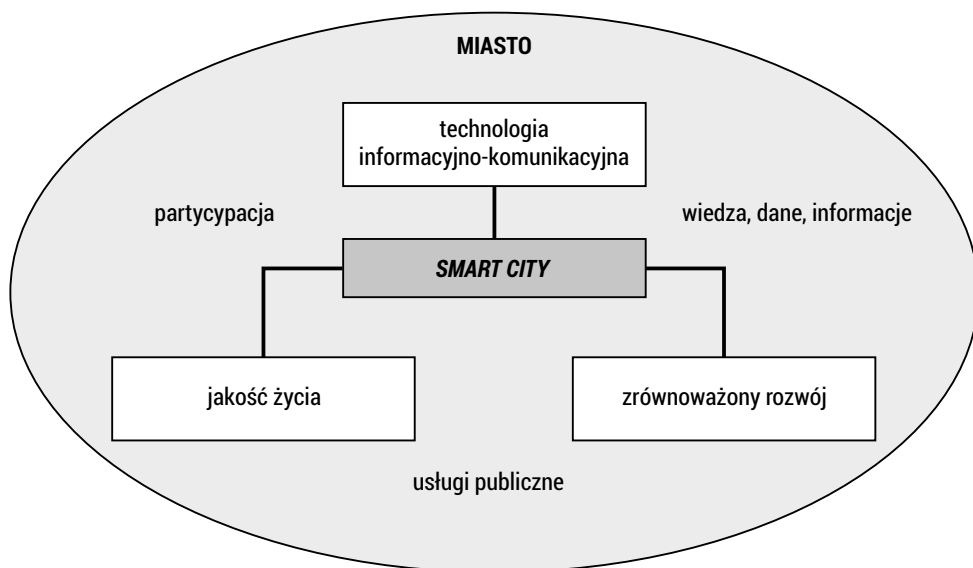
⁴⁶ V. Fernández-Áñez, *Stakeholders Approach to Smart Cities: A Survey on Smart City Definitions* [w:] *Smart Cities. First International Conference, Smart-CT 2016, Málaga, Spain, June 15–17, 2016*, red. E. Alba, F. Chicano, G. Luque, Springer, Cham 2016, s. 159.

Autor	Definicja
Lombardi i in., 2012	Miasto mające wykształconych obywateli, którzy wykorzystują nowe kanały komunikacji pomiędzy lokalną administracją a obywatelami
Bakici i in., 2012	Zaawansowane miasto intensywnie korzystające z technologii high-tech, łączące mieszkańców, informację i elementy miejskie za pomocą ICT w celu stworzenia zrównoważonego i ekologicznego, konkurencyjnego i innowacyjnego miasta i wzrostu jakości życia
Barrionuevo i in., 2012	Wykorzystanie dostępnych technologii i zasobów w sposób skoordynowany w celu rozwoju ośrodków miejskich, które byłyby zrównoważone i nadawały się do zamieszkania
Dameri, 2013	Obszar geograficzny, w którym wysokie technologie, takie jak ICT, logistyka, produkcja energii, współpracują w celu tworzenia korzyści dla obywateli ze względu na dobrobyt, włączenie społeczne i jakość środowiska
Zygiaris, 2012	Przestrzeń miejska wykorzystująca umiejętności intelektualne skierowane do społeczno-technicznych i społeczno-gospodarczych aspektów wzrostu, które odnoszą się do infrastruktury miejskiej w celu ochrony środowiska przyrodniczego i redukcji emisji CO ₂
Greenfield, 2013	Definicja SC promuje niepożądaną wizję przyszłego miasta ze scentralizowaną inwigilacją i kontrolą kierowaną przez ludzi znajdujących się u władzy
Manville i in., 2014	Miasta, w których kwestie publiczne rozwiązywane są z wykorzystaniem ICT, przy zaangażowaniu różnego rodzaju interesariuszy działających w partnerstwie z władzami miast
Barber, 2014	Gadżeciarstwo i tendencja do niekonwencjonalnego prowadzenia spraw konwencjonalnych – elektronicznie, cyfrowo, a tym samym wirtualnie
Stawasz, Sikora-Fernandez, 2016	Miasto ludzi myślących i kreatywnych, potrafiących wykorzystać innowacje techniczne i technologiczne oraz stosujących powszechnie ICT
Fernández-Áñez, 2016	System łączący kapitał ludzki i społeczny z zasobami naturalnymi i gospodarczymi opartymi na rozwiązaniach technologicznych i innowacyjnych dla osiągnięcia ZR i wysokiej jakości życia
Krivý, 2018	Przedsiębiorczy mit niemający wiele do czynienia z tym, jak właściwie rozwija się istniejąca urbanizacja

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury.

Przegląd definicji pokazał ewolucyjne podejście do SC. Odchodzi się w nich od aspektów ICT, a nacisk kładzie się na jakość życia, zrównoważony rozwój i partycypację społeczną. W większości przytaczanych definicji SC zauważyć można dwa podstawowe konstrukty (rysunek 1.4):

- celem *smart city* jest osiągnięcie wysokiej jakości życia przez ZR i partycypację społeczną,
- infrastruktura ICT jest traktowana jako narzędzie do osiągnięcia celów SC.



RYSUNEK 1.4. Elementy definicyjne koncepcji *smart city*

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: V. Fernández-Áñez, *Stakeholders Approach to Smart Cities: A Survey on Smart City Definitions* [w:] *Smart Cities. First International Conference, Smart-CT 2016, Málaga, Spain, June 15–17, 2016*, red. E. Alba, F. Chicano, G. Luque, Springer, Cham 2016, s. 158–159.

Część naukowców posługuje się terminem *smart city* w stosunku do metod zarządzania⁴⁷, część zaś używa go, mając na myśli zwalczanie problemów społecznych. Natomiast jeszcze inni stosują to pojęcie do rozwiązywania problemów środowiskowych, ale są i tacy, którzy określenie *smart city* odnoszą do miast nasyconych nowoczesną ICT.

Z przeglądu piśmiennictwa wyłaniają się dwa ujęcia koncepcji SC – wąskie i szerokie. To pierwsze zawiera tylko aspekty technologiczne i uwypukla znaczenie twardej infrastruktury. Celem jest poprawa sytuacji gospodarczej miast, która ma się przyczynić do ich wzrostu gospodarczego, stworzenia kapitału społecznego oraz poprawienia efektywności wykorzystania zasobów obszarów miejskich. Ten nurt badawczy jest reprezentowany przez takich badaczy jak Andre Van der Meer i Willem Van Winden, Nicos Komninos, Robert Hollands. Natomiast w szerokim ujęciu ujmuje się dodatkowo kapitał ludzki i społeczny, opierając się na miękkiej infrastrukturze. *Smart city* odnosi się wówczas do miasta zorientowanego na ludzi. Głównymi autorami tego podejścia są Andrea Caragliu i in., Rudolf Giffinger, Patrizia Lombardi i in.⁴⁸

⁴⁷ A. Van der Meer, W. Van Winden, *E-governance...*, s. 410.

⁴⁸ B. Tundys, K.H. Bachanek, E. Puzio, *Smart city. Modele, generacje, pomiar i kierunki rozwoju*, edu-Libri, Kraków–Legionowo 2022, s. 71–72.

W literaturze przedmiotu na temat definicji *smart city* wyróżniamy cztery poglądy: technologiczne, ekonomiczne, humanistyczne i krytyczne. Pogląd technologiczny obejmuje definicje pojmujące SC przez pryzmat *smart* urządzeń i technologii, a reprezentowany jest przez Petera Halla, Iñakiego Azkunę, Juana Manuela Barrionueva i in., Danutę Stawasz, Dorotę Sikorę-Fernandez. W definicjach SC z punktu widzenia poglądu ekonomicznego uwypukla się znaczenie ICT w kontekście finansowych oszczędności i poprawy życia w warunkach współpracy między interesariuszami w procesach decyzyjnych. Głównymi autorami tego poglądu są Andrea Caragliu i in., Tuba Bakıcı i in., Catriona Manville i in. Pogląd humanistyczny obejmuje definicje SC, w których ICT nie stanowi kluczowego komponentu inteligentnego rozwoju, a istotne są potrzeby obywateli miasta. Ich wiedza i umiejętności odgrywają ważną rolę w procesie ZRM, a istotnym instrumentem staje się partycypacja społeczna. Ten pogląd jest reprezentowany przez Rudolfa Giffingera i in., Roberta Hollandsa. W poglądzie krytycznym na definicję *smart city* autorzy (Adam Greenfield, Benjamin Barber, Maroš Krivý) wyrażają nawet negatywny stosunek wobec tej koncepcji.

Brak ogólnie przyjętej definicji *smart city* sprawia, iż miasta same wybierają projekty, które wpasowują się w indywidualne działania postrzegane jako *smart*, a zmierzające do wdrożenia tej koncepcji. Przegląd literatury naukowej odzwierciedla wieloaspektowość w podejściu do rozwoju zurbanizowanych obszarów miejskich, pokazując, iż głównym nurtem koncepcji jest oparcie na ICT. Ważnym zagadnieniem są wymiary SC, które zostały scharakteryzowane w kolejnym podrozdziale.

1.4. Wymiary *smart city*

W funkcjonowaniu SC istotne są jego wymiary. Giffinger i in. wyróżniają ich sześć: gospodarka, transport, środowisko, kapitał ludzki, jakość życia i współzrządzenie (z ang. *smart economy, smart mobility, smart environment, smart people, smart living, smart governance*)⁴⁹. Wymiary SC te zostały szczegółowo omówione w **podrozdziale 3.5**.

W 2013 roku Boyd Cohen podjął próbę całościowego ujęcia koncepcji *smart city*. Ten profesor na Universidad del Desarrollo w Santiago w Chile, a także współautor książki *Climate Capitalism: Capitalism in the Age of Climate Change*, wskazuje na brak przejrzystości i jednoznaczności w określeniu tego, co uznać za SC, oraz jakie są w rzeczywistości składniki współczesnego miasta. Wzorując się na opracowaniach Giffingera, wyróżnił sześć wymiarów: *smart* ludzie, *smart* gospodarka, *smart* środowisko, *smart* zarządzanie, jakość życia i *smart* mobilność. Model SC według Giffingera sprawia wrażenie niekompleksowego, gdyż nie uwzględniał bezpośrednio stosowania ICT charakterystycznej dla SC i jej roli w rozwoju społeczno-gospodarczym miasta. Architektura *smart city* obejmuje składniki fizyczne, cyfrowe i usługi, które zostały zaprezentowane w tabeli 1.4.

⁴⁹ R. Giffinger, G. Haindlmaier, *Smart cities...*, s. 14–15.

TABELA 1.4. Architektura *smart city*

Aspekty	Charakterystyka	Poziom procesu, interesariusze
Cele	atrakcyjność miasta, efektywność zasobów, jakość życia, partycypacja społeczna, zaufanie publiczne	
Poziom usług	środowisko, gospodarka, mobilność, zarządzanie, jakość życia, kapitał ludzki	
Poziom cyfrowy	internet rzeczy, sztuczna inteligencja, rozszerzona rzeczywistość, automatyka i robotyka	
Poziom fizyczny	transport, infrastruktura gospodarki odpadami, budynki, parkingi, infrastruktura edukacyjna, infrastruktura ochrony zdrowia	

ŹRÓDŁO: B. Cohen, *Smart City Wheel*, www.smartcityhub.ch/smart_city_wheel.120en.html [dostęp: 3.12.2023].

Smart ludzie tworzą społeczeństwo uczące się, inicjujące zmiany, wykorzystujące ICT, społeczeństwo informacyjne, które dąży do poprawy funkcjonowania miasta i optymalizowania warunków życia. Do jego wskaźników zaliczamy edukację XXI wieku, otwarte społeczeństwo i kreatywność.

Smart gospodarka opiera się na innowacyjności, kreatywności, wysokiej produktywności, elastycznym rynku pracy i profilu działalności. Konkurencyjna i wysoce wydajna gospodarka sprzyja tworzeniu się powiązań lokalnych i globalnych oraz otwartej wymianie dóbr, usług i wiedzy. Jest zaawansowana w zastosowaniu ICT, wytwarza nowe produkty i usługi, a także wdraża optymalne modele biznesowe. Do wskaźników tego wymiaru zaliczamy przedsiębiorczość i innowacyjność, produktywność, lokalne i globalne powiązania.

Smart środowisko oznacza racjonalne i zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska przyrodniczego, minimalizację emisji zanieczyszczeń, optymalne zużycie energii i wprowadzanie pasywnego budownictwa wykorzystującego odnawialne źródła energii. Ten wymiar bazuje na ZR oraz efektywnym planowaniu i zarządzaniu przestrzennym. Optymalizacja kosztów i środków finansowych następuje poprzez implementację ICT do kontroli i monitoringu stanu środowiska przyrodniczego, m.in. powietrza, wody, budownictwa mieszkaniowego, ogrzewania, oświetlenia ulic, odpadów komunalnych. Wyróżniamy następujące wskaźniki: zrównoważone budownictwo, odnawialne źródła energii i zrównoważone planowanie przestrzenne.

Smart zarządzanie tworzy efektywny i przejrzysty system zarządzania miastem, który opiera się na współpracy wszystkich grup interesariuszy z wykorzystaniem ICT (e-zarządzanie). Zdaniem Taewoo Nama i Theresy Pardo istotne są jawność zarządzania, jakość i dostępność usług publicznych⁵⁰. Ważna jest również partycypacja społeczna w podejmowaniu decyzji. Należy podkreślić, iż *smart* zarządzanie stanowi

⁵⁰ T. Nam, T.A. Pardo, *The changing face of a city government: A case study of Philly311*, „Government Information Quarterly” 2014, nr 31(1), s. S1–S9.

podstawę integracji i wdrażania pozostałych wymiarów SC⁵¹. Obejmuje takie wskaźniki, jak: tworzenie polityki popytowej i podażowej, przejrzystość i ogólnodostępność danych i e-zarządzanie.

Jakość życia dostarcza mieszkańcom optymalnych warunków życiowych. Dostęp do ICT pozwala świadczyć na wysokim poziomie usługi publiczne dotyczące zdrowia, bezpieczeństwa, życia kulturalnego, sportu i rekreacji. Do wskaźników tego wymiaru zaliczamy tętniące życie kulturalne oraz zadowolenie, bezpieczeństwo i zdrowie.

Smart mobilność stawia na zintegrowane i *smart* systemy transportowe i logistyczne oraz wykorzystuje transport zeroemisyjny. Dzięki ICT tworzone są systemy zarządzania ruchem. Ten wymiar obejmuje następujące wskaźniki: dostęp do intermodalnego transportu, transport zeroemisyjny i niezmotywowany, zintegrowane systemy ICT⁵².

Koncepcja *smart city* jest złożona i wielowymiarowa. Ewolucję podejścia do niej w trzech okresach czasowych (do 2014 roku, w 2015 roku, od 2016 roku) z istotnymi cechami zaprezentowano w tabeli 1.5⁵³. Proces transformacji przestrzeni miejskiej w kierunku SC powinien obejmować wszystkie sfery życia obywateli i funkcjonowania miasta. Dla poszczególnych okresów czasowych scharakteryzowano wyróżniki z zakresu podejścia do danych, takie jak otwartość, transparentność (jawność i łatwy dostęp do danych) i interoperacyjność (zharmonizowanie produktów danych).

TABELA 1.5. Ewolucja podejścia do *smart city*

Cechy	Do 2014 roku	2015 rok	Od 2016 roku
stosunek do mieszkańców	zaangażowanie mieszkańców	doświadczenie mieszkańców	miasto przyjazne do życia
podejście do danych	<i>open data</i>	transparentność	interoperacyjność
cele SC	redukcja kosztów	zwiększenie wydajności	przyszłe inwestycje
rodzaj zarządzania	zarządzanie ryzykiem	zarządzanie innowacjami	kultura innowacyjna
wynik	zrównoważony rozwój	elastyczność	gotowość

ŹRÓDŁO: opracowanie na podstawie: R.Y. Clarke, *Measuring Success in the Development of Smart and Sustainable Cities* [w:] *Managing for Social Impact. Innovations in Responsible Enterprise*, red. M.J. Cronin, T.C. Dearing, Springer International Publishing, Cham 2017, s. 243.

⁵¹ A. Caragliu, Ch. Del Bo, P. Nijkamp, *Smart Cities...*, s. 70.

⁵² B. Cohen, *Smart City Wheel*, www.smartcityhub.ch/smart_city_wheel.120en.html [dostęp: 3.12.2023].

⁵³ R.Y. Clarke, *Measuring Success in the Development of Smart and Sustainable Cities* [w:] *Managing for Social Impact. Innovations in Responsible Enterprise*, red. M.J. Cronin, T.C. Dearing, Springer International Publishing, Cham 2017, s. 243.

Na uwagę zasługuje kwestia dotycząca komponentów składających się na *smart city*. Dameri wyróżnia cztery elementy, do których zalicza: terytorium, ludzi, infrastrukturę i samorząd. W tym kontekście Lombardi wskazuje na podwójną rolę SC w rozwoju miasta – z jednej strony jako czynnika wspierającego rozwój kapitału intelektualnego i dobrobytu przez system instytucji, z drugiej zaś opartego na mechanizmie transferu wiedzy, który jest niezbędny do działania systemu innowacji⁵⁴. Nam i Pardo podkreślają trzy główne komponenty SC: technologię (jej dostawców, np. firmy z sektora ICT), ludzi (mieszkańców) i instytucje (zarządzający miastem, administracja miejska)⁵⁵. Na wszystkich poziomach rozwoju i wdrażania *smart city* wyróżnia się te wyżej wskazane trzy dominujące grupy interesariuszy. W dalszej części pracy podjęto również próbę klasyfikacji SC.

1.5. Klasyfikacja *smart city*

W literaturze naukowej można dostrzec dwa podejścia do koncepcji *smart city* – europejskie i amerykańskie. Podobne poglądy wyrażają w swoich pracach Danuta Stawasz i in.⁵⁶ oraz Andrzej Brzuśnian⁵⁷. Spojrzenia różnią się wdrażaniem inicjatyw ICT w odmiennych obszarach funkcjonowania miasta. W przypadku miast amerykańskich jest ono całościowe, a europejskich skupione na wybranych dziedzinach.

Podejście europejskie promuje działania poprawiające jakość życia mieszkańców związane z redukcją emisji CO₂ poprzez efektywne wykorzystanie energii. Zakłada ono partnerstwo przy stymulowaniu postępu w obszarach transportu i mobilności, użytkowaniu ICT oraz produkcji, dystrybucji i wykorzystaniu energii⁵⁸. Współczesne inteligentne miejskie technologie są istotnym czynnikiem w zrównoważonym rozwoju miasta. Poprawa jakości dostarczanych usług związana jest z jednoczesnym zmniejszeniem zużycia energii zasobów i zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Europejskie *smart cities* są prekursorami przejścia do gospodarki niskoemisyjnej dzięki innowacjom i zaawansowanym technologiom⁵⁹.

⁵⁴ P. Lombardi, S. Giordano, H. Farouh, W. Yousef, *Modelling the smart city performance*, „Innovation. The European Journal of Social Science Research” 2012, nr 25(2), s. 138.

⁵⁵ T. Nam, T.A. Pardo, *The changing face...*, s. S1–S9.

⁵⁶ D. Stawasz, D. Sikora-Fernandez, *Koncepcja smart city w teorii...*, s. 18–19.

⁵⁷ A. Brzuśnian, *Wrocław jako przykład miasta inteligentnego*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2017, nr 470, s. 32.

⁵⁸ H. Haarstad, *Who is driving the ‘Smart City’ Agenda? Assessing Smartness as a Governance Strategy for Cities in Europe* [w:] *Services and the Green Economy*, red. A. Jones, P. Ström, B. Hermelin, G. Rusten, Palgrave Macmillan, London 2016, s. 207.

⁵⁹ European Commission, *Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership*, C(2012)4701, Brussels 2012, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/smart-cities-and-communities-european-innovation-partnership-communication-commission-c2012-4701> [dostęp: 6.12.2022].

Natomiast podejście amerykańskie do SC łączy kilka koncepcji rozwoju miasta opartych na trzech paradygmatach ZR oraz partycypacji mieszkańców w zarządzaniu miastem⁶⁰. Amerykańskie ośrodki miejskie wykazują wysoką zdolność uczenia się, wykorzystania innowacji, sprawności zarządzania poprzez korzystanie z zaawansowanych technologii. Koncentrują się na edukacji, rozwoju kapitału intelektualnego, permanentnym uczeniu się, kreatywności i utrzymaniu wysokiego poziomu innowacyjności, działaniach ochronnych zasobów środowiska naturalnego i źródłach energii odnawialnej.

Komninos uważa, że *smart city* jest obszarem składającym się z czterech głównych elementów:

- kreatywnej populacji realizującej działania intensywnie wykorzystujące wiedzę lub klaster takich działań,
- efektywnie działających instytucji i procedur w zakresie tworzenia wiedzy, umożliwiających jej nabywanie, adaptację i rozwój,
- rozwiniętej infrastruktury szerokopasmowej, cyfrowych przestrzeni, e-usług i narzędzi online do zarządzania wiedzą,
- udokumentowanej zdolności do innowacji, zarządzania i rozwiązywania problemów, które pojawiają się po raz pierwszy, gdyż innowacyjność i zarządzanie w warunkach niepewności są kluczowe do oceny inteligencji⁶¹.

Toru Ishida i Katherine Isbister kreowali wirtualną przestrzeń miasta przez społeczeństwo informacyjne⁶². Hall skupił się na dwóch aspektach: miejskiej infrastrukturze i usługach miejskich⁶³. Hollands zaś docenił dodatkowo kapitał społeczny w zarządzaniu miastem⁶⁴ – w tym kontekście istotne są współpraca z mieszkańcami i partycypacja obywatelska. Caragliu i in., analizując SC, zwrócili uwagę na infrastrukturę i mieszkańców⁶⁵. Natomiast Lara i in. podkreślają znaczenie społeczności miejskiej w realizacji koncepcji *smart city*⁶⁶.

Wspomniany już Cohen, strateg miejski pomagający wprowadzić społeczność miejską i przedsiębiorstwa na drogę *smart*, do niskoemisyjnej i innowacyjnej gospodarki, uważa, iż miasta w różnym stopniu wykorzystują zaawansowane technologie do przeobrażania swych systemów. Dostrzegł trzy podejścia miast do korzystania z ICT, które są określane jako generacje SC i są to: *Smart city 1.0*, *Smart city 2.0* i *Smart city 3.0*⁶⁷. Kryterium klasyfikacji SC jest podmiot inspirujący do działań związanych

⁶⁰ D. Stawasz, D. Sikora-Fernandez, M. Turała, *Koncepcja smart city...*, s. 99–100.

⁶¹ N. Komninos, *Intelligent Cities...*, s. 24.

⁶² *Digital Cities: Technologies, Experiences, and Future Perspectives*, red. T. Ishida, K. Isbister, Springer, Berlin 2000, s. 24.

⁶³ P. Hall, *Creative cities and economic development*, „Urban Studies” 2000, nr 37(4), s. 639.

⁶⁴ R.G. Hollands, *Will the real smart city...*, s. 309.

⁶⁵ A. Caragliu, Ch. Del Bo, P. Nijkamp, *Smart Cities...*, s. 68.

⁶⁶ A.P. Lara, E. Moreira Da Costa, T. Zilinski Furlani, T. Yigitcanlar, *Smartness that matters...*, s. 14.

⁶⁷ B. Cohen, *The 3 Generation...*

z wdrożeniem rozwiązań ICT. Do tych inicjatorów zaliczamy: aktywność przedsiębiorstw technologicznych, własne działania władz miasta oraz inicjatywy z udziałem mieszkańców. Do pozostałych cech różnicujących SC zaliczamy: stopień zaangażowania mieszkańców, zależność między ICT a potrzebami miasta oraz nasycenie infrastrukturą ICT.

Charakterystykę generacji *smart city* zaprezentowano w tabeli 1.6. *Smart cities 1.0* są słabo wyposażone w rozwiązania technologiczno-komunikacyjne. Pojedyncze rozwiązania z zakresu ICT są inicjowane przez przedsiębiorstwa informatyczne, które celowo kreują zapotrzebowanie na zaawansowaną technologię wśród miast. Dostawcy technologii (IBM, CISCO) dążą do przyjęcia swoich pomysłów. Władza lokalna nie zauważa zależności pomiędzy zastosowaniem ICT a wzrostem jakości życia. Nie pojawia się współpraca między samorządem miejskim a mieszkańcami. Celami menadżerów miejskich są stworzenie idealnego miasta przyszłości, dążenie do osiągnięcia doskonałości i samowystarczalności. Klasycznymi przykładami takich miast są Masdar w Zjednoczonych Emiratach Arabskich i Songdo w Korei Południowej.

TABELA 1.6. Charakterystyka generacji *smart city* według Cohena

Cechy różnicujące	<i>Smart city 1.0</i>	<i>Smart city 2.0</i>	<i>Smart city 3.0</i>
Inicjator wdrożenia ICT	przedsiębiorstwa ICT	administracja samorządowa	mieszkańcy
Stopień zaangażowania mieszkańców	nie występuje	niski	bardzo wysoki
Zależność między ICT a potrzebami miasta	brak	niska	ogromna
Nasycenie ICT	niskie	średnie	wysokie

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: B. Cohen, *The 3 Generation of Smart Cities*, www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities [dostęp: 8.08.2022].

Smart city 2.0 ma wdrożone rozwiązania ICT, które inicjowane są przez władzę lokalną. Przedsiębiorstwa informatyczne stają się partnerem samorządu miejskiego, który dostrzega korzyści z zaawansowanych technologii przy poprawie jakości życia i identyfikacji słabych stron. Te ośrodki miejskie charakteryzują się świadomym, wydajnym procesem wykorzystania oferty firm ICT. Istotne są nie tylko wdrożenie technologii, lecz także efekt. Miasta realizują projekty SC dotyczące publicznych sieci Wi-Fi, inteligentnego sterowania ruchem ulicznym, wykorzystania *big data*, promocji transportu elektrycznego i włączania przestrzeni miejskiej do internetu rzeczy (sensory, liczniki, sterowniki) w celu lepszego zarządzania. Mimo swojej wspaniałości technologicznej wadą tej generacji *smart city* jest spychanie mieszkańców na dalszy plan na rzecz technologii. Do tej grupy możemy zaliczyć zdecydowaną większość polskich miast: Warszawę, Kraków, Wrocław, Łódź, Katowice, Słupsk, Gdynię, Rzeszów, Lublin, Kielce.

Smart cities 3.0 są dobrze wyposażone w rozwiązania ICT poprawiające jakość życia, a ich wdrożenie inicjowane jest przez mieszkańców. Występuje silna współpraca pomiędzy samorządem miejskim a obywatelami. Typowym procesem dla *Smart city 3.0* jest *crowdsourcing*. Władza lokalna zachęca mieszkańców do korzystania z ICT poprzez projekty edukacyjne skierowane do osób mniej zorientowanych cyfrowo i umożliwia im tworzenie ich własnych rozwiązań technologii informacyjno-komunikacyjnej za pomocą *open data* (hackatony). Społeczeństwo jest zaangażowane we współzrządzenie miastem i staje się za nie współodpowiedzialne. Samorząd miejski musi zaakceptować rosnącą pozycję mieszkańców. Komunikacja z obywatelami prowadzona jest z wykorzystaniem dialogu, mediacji, deliberacji, które przyczyniają się do wspólnego rozwiązywania problemów. Towarzyszy temu *crowdsourcing* pozwalający na pozyskanie poglądów i pomysłów od mieszkańców. Typowe jest zjawisko związane z ekonomią współdzielenia (z ang. *sharing economy*). Miasta tej generacji określane bywają jako *Human smart city* lub *Sharing smart city*, a ich przykładowymi pionierami są Wiedeń, Barcelona, Amsterdam, Vancouver, Seul, Medellín.

Asif Khan i in. rozszerzyli ten katalog o *Smart city 4.0* i *Smart city 5.0*, które są odpowiednio napędzane przez Przemysł 4.0 i sztuczną inteligencję⁶⁸. *Smart city 4.0* wykorzystuje korzyści płynące z platformizacji. Dodatkowo charakteryzuje się holistycznym podejściem do technologii i wyzwaniami związanymi z integracją rozwiązań oraz możliwością działania w czasie rzeczywistym. Czwarty etap ewolucji polega na korzystaniu ze zdobytego doświadczenia, dobrych praktyk, dostępnych danych i wiedzy mieszkańców w celu radzenia sobie z problemami. Dodatkowo miasto przekształca się w platformę, co oznacza możliwość dzielenia się różnego rodzaju wypracowanymi schematami działania, obniżając tym samym koszt rozwiązania nowych problemów i umożliwiając koncentrację na kluczowych kompetencjach. Scharakteryzowane zjawisko przedstawia miasto tworzące strukturę holonu. Pojęcie to pochodzi z informatyki, wymyślił je Arthur Koestler, a następnie potwierdził noblista i twórca sztucznej inteligencji Herbert A. Simon. W swoich rozważaniach obaj zakładali, iż całość jest czymś więcej niż sumą jej części (maksyma Arystotelesa), oraz rozważali założenia złożonych systemów, które byłyby niestabilne, gdyby nie składały się z wzajemnie powiązanych i jednocześnie autonomicznych części. Neologizm holon pochodzi od słowa *holos* oznaczającego całość i zawiera przedrostek -on, czyli część. W odniesieniu do *smart city* uważa się, iż umiejętność współpracy wszystkich warstw społecznych jest warunkiem zdolności miasta do samoorganizacji. Mówiąc o holonie, mamy na myśli cztery elementy: holizm (z ang. *holism*), aby postrzegać proces jako całość; wspólnotę (z ang. *communion*), aby pozostawać częścią; transcendencję (z ang. *transcendence*) do ciągłego rozwoju i przekraczania barier; rozpad (z ang. *decompose*)

⁶⁸ A. Khan, S. Aslam, K. Khurseed, M. Alhussein, N. Javaid, *Multiscale modelling in smart cities: A survey on applications, current trends, and challenges*, „Sustainable Cities and Society” 2022, nr 8, 103517.

rozumiany w kontekście dysocjacji miasta. W związku z tym *Smart city 4.0* można postrzegać jako przestrzeń zdolną do samoorganizacji i wytwarzania wartości dodanej przez samodzielne działanie⁶⁹.

Smart city 5.0 charakteryzuje się współpracą między ludźmi a systemem sztucznej inteligencji (z ang. *artificial intelligence*) oraz harmonijnie łączy wszystkie aspekty życia i sprzeczne interesy różnych interesariuszy⁷⁰. Generacja ta zorientowana jest na prawdziwym życiu, uwzględnia dane generowane przez różnego rodzaju czujniki i sensory nieustannie zmieniające się w czasie rzeczywistym, zainteresowania, preferencje i ograniczenia, które powinny być stale rozpoznawane, analizowane, przekształcane w plany, wdrażane i kontrolowane⁷¹. Stąd pojawił się nowy termin „miasto zarządzane z wykorzystaniem danych”. Ostatnia generacja *smart city* polega na przekształceniu wyżej wymienionych wartości w usługi odpowiadające na potrzeby mieszkańców, wspomagane przez AI. Zestawienie generacji i wymiarów zaprezentowano w tabeli 1.7.

TABELA 1.7. Generacje a wymiary *smart city*

Generacje <i>smart city</i>	Główni aktorzy	Wymiary <i>smart city</i>
<i>Smart city 1.0</i>	przedsiębiorstwa ICT	technologia, gospodarka
<i>Smart city 2.0</i>	administracja samorządowa	technologia, gospodarka, mobilność, zarządzanie
<i>Smart city 3.0</i>	mieszkańcy	technologia, gospodarka, środowisko, mobilność zarządzanie, jakość życia, kapitał ludzki
<i>Smart city 4.0</i>	platformizacja	technologia, gospodarka, środowisko, mobilność zarządzanie, jakość życia, kapitał ludzki
<i>Smart city 5.0</i>	sztuczna inteligencja	technologia, gospodarka, środowisko, mobilność zarządzanie, jakość życia, kapitał ludzki

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury.

Praktycy dostrzegają możliwości rozwoju *smart cities*, w których samorząd współpracuje ze środowiskiem start-upowym i mieszkańcami. Twórcą pojęcia start-upa jest brytyjski przedsiębiorca Kevin Ashton. Są to nowo utworzone przedsiębiorstwa,

⁶⁹ Y. Yun, M. Lee, *Smart city 4.0 from the perspective of open innovation*, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2019, nr 5(4), 92.

⁷⁰ M. Svitek, P. Skobelev, S. Kozhevnikov, *Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Service* [w:] *Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing System for Industry of the Future. Proceedings of SOHOMA 2019*, red. T. Borangiu, D. Trentesaux, P. Leitão, A. Giret Boggino, V. Botti, Springer, Cham 2020, s. 426–438.

⁷¹ S. Kozhevnikov, P. Skobelev, O. Pribyl, M. Svitek, *Development of Resource-Demand Networks for Smart Cities 5.0* [w:] *Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems. 9th International Conference, HoloMAS 2019, Linz, Austria, August 26–29, 2019, Proceedings*, red. V. Mařík, P. Kadera, G. Rzevski, A. Zoitl, G. Anders-Kotsis, A.M. Tjoa, I. Khalil, Springer, Berlin–Heidelberg 2019, s. 203–217.

tymczasowe organizacje poszukujące modelu biznesowego, który zapewniłby jej zyskowny rozwój. Start-upy charakteryzują się następującymi cechami:

- są związane z ICT i sektorami zaawansowanych technologii (potocznie nazywane nowymi technologiami, z ang. *high tech*),
- mają krótką historię działalności,
- są innowacyjne,
- są skalowalne,
- występują w nich wyższe niż w „tradycyjnych” przedsięwzięciach ryzyko i sukces zwrotu z inwestycji,
- finansowane są ze środków własnych ich założycieli (z ang. *bootstrapping*) poprzez wsparcie funduszy wysokiego ryzyka (z ang. *venture capital*) i aniołów biznesu (z ang. *business angel*),
- przedsiębiorstwo przestaje być start-upem, gdy osiągnie zysk, nastąpią fuzja lub przejęcie.

Sektory zaawansowanych technologii są związane z takimi dziedzinami, jak: astronautyka, biotechnologia, farmacja, fizyka jądrowa, informatyka, inżynieria kwantowa (spintronika, komputer kwantowy), inżynieria materiałowa (nanomateriały, nanotechnologie), lotnictwo, medycyna, robotyka, telekomunikacja. Zaawansowane technologie są ważne w identyfikacji Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS) i Regionalnych strategii badań i innowacji na rzecz inteligentnej specjalizacji (z ang. *Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation*, RIS3).

Tworzone przez start-upy rozwiązania wykorzystujące ICT wdrażane są w przestrzeni miejskiej. Dostarczane produkty służą poprawie jakości usług publicznych i realizują zidentyfikowane przez menadżerów miejskich potrzeby obywateli. Przykładowe działania start-upów dotyczą:

- inteligentnych latarni, Gartner,
- inteligentnych pojemników na śmieci, Enevo,
- aplikacji do zamawiania i płatności za wydarzenia i imprezy kulturalne, festiwałe, BitzNetwork,
- czujników optycznych lamp ulicznych zmniejszających zużycie energii, SMART-I, SmartEye,
- czujników optycznych wykrywających niebezpieczne zdarzenia, Sense,
- zrównoważonego transferu lotniskowego, TransferHero,
- platformy do tworzenia projektów przestrzennych na mobilnych urządzeniach, Virtualist⁷².

W klasyfikacji *smart cities* skupiono się przede wszystkim na ich generacjach według Cohena, które są powiązane z sześcioma wymiarami SC. Na zakończenie niniejszego rozdziału zaprezentowano benefity wynikające z wdrożenia koncepcji SC, ale również zwrócono uwagę na negatywne konsekwencje.

⁷² Startupbootcamp, *Smart City & IoT*, www.startupbootcamp.org/accelerator/smart-city-iot-amsterdam/ [dostęp: 8.12.2022].

1.6. Zalety i zagrożenia wdrażania koncepcji *smart city*

Miasta, które zmieniają się w *smart cities*, dostarczają wielu korzyści wszystkim grupom użytkowników (mieszkańcom, przedsiębiorcom, dostawcom usług publicznych, samorządowi). Zalety z wdrażania i rozwijania koncepcji SC dotyczą głównie jej założeń i związane są z kształtowaniem zasad zrównoważonego rozwoju, wdrażania nowej technologii informacyjno-komunikacyjnej, podbudzania inwestycji w wiedzę. Ważną rolę w tworzeniu ośrodków miejskich oraz inicjowaniu zmian według własnych potrzeb odgrywają mieszkańcy.

Korzystają oni z wysokiej jakości spersonalizowanych usług zorientowanych na ich potrzeby i komfort życia. W czasie rzeczywistym uzyskują dostęp do kompleksowej informacji o mieście. Skutkuje to wzrostem przejrzystości podejmowanych decyzji (transparentność), zaangażowaniem w życie miasta i zwiększeniem ich świadomości. Administracja sprawnie załatwia sprawy i efektywnie działają służby miejskie. Przedsiębiorcy mają korzystne warunki do inwestowania. Oddolny ruch SC opiera się na pięciu filarach: laboratorium innowacji społecznej, otwartych danych, założeniu, iż ludzkie zachowanie jest równie istotne jak technologia, inwestowaniu w personel, a nie maszyny, włączeniu w proces tworzenia usług i funkcji miasta osób cyfrowo wykluczonych⁷³. Koncepcja *smart city* ma bardzo wiele zalet. Do najważniejszych zaliczamy kontrolowaną urbanizację i zmniejszenie kosztów funkcjonowania miasta. Jej atuty zaprezentowano w tabeli 1.8.

TABELA 1.8. Zalety koncepcji *smart city*

Atuty	Charakterystyka
Kontrolowana urbanizacja	zahamowanie rozlewania zabudowy, wzrost terenów zielonych, zrównoważona mobilność
Sprawiedliwość społeczna	wyższa jakość życia, wzrost bezpieczeństwa, dostępność usług publicznych, spójność społeczna, poprawa zdrowia i niezależność, lepsze relacje społeczne, możliwość „uczenia się przez całe życie”, elastyczność, większe szanse na zatrudnienie, szybka reakcja w sytuacjach kryzysowych
Ułatwienia dla mieszkańców	e-zarządzanie, systemy zarządzania ruchem, zarządzanie miejscami parkingowymi
Uczestnictwo w życiu publicznym	przejrzystość współzarządzania, silniejsza współpraca, poprawa decyzyjności
Ochrona środowiska	segregacja odpadów, odnawialne źródła energii, optymalizacja zużycia energii, zrównoważony rozwój

⁷³ A. Laska, *Idea smart city – między innowacyjnością publiczną a technokratycznym zagrożeniem* [w:] *Innowacyjność w warunkach współczesnych miast*, red. A. Kaszukur, A. Laska, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2017, s. 28.

Atuty	Charakterystyka
Aktywność gospodarcza	promocja innowacji, katalizowanie nowych usług i produktów, zaangażowanie i wpływ MŚP, przyspieszenie start-upów, nowych biznesów, dobrobyt gospodarczy
Budowana marka miasta	wzrost konkurencyjności
Koszty funkcjonowania miasta	obniżenie kosztów i skrócenie czasu, poprawa wydajności pracy i zasobów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: A. Wiktorska-Świąćka, *Współzarządzanie miastami w Unii Europejskiej. Polityka instytucjonalna na tle koncepcji*, Difin, Warszawa 2016, s. 60.

Implementacja *smart* projektów w mieście upraszcza proces załatwiania spraw w urzędach i buduje przychylny mieszkańcom obraz urzędnika. Umożliwia modyfikację zakresu usług publicznych zgodnie z preferencjami mieszkańców i tworzenie przestrzeni do aktywności przedsiębiorców w tym zakresie. Wdrażanie takich projektów pozwala oszczędzać energię niezbędną na oświetlenie miasta i redukować koszty poprzez zastosowanie *smart* sterowania lampami ulicznymi dostosowującymi natężenie oświetlenia do pory dnia, pogody, intensywności ruchu ulicznego. *Smart grid* optymalizuje koszty energii elektrycznej, wykorzystując *smart* liczniki z systemami zdalnego odczytu, które pozwalają odbiorcom energii dokładnie monitorować jej zużycie w gospodarstwie domowym. Daje to możliwość zdalnego sterowania zapotrzebowaniem, które zapobiega przekroczeniom norm obciążenia i pozwala oszczędzać rezerwową moc w elektrowniach. Dzięki dokładnej lokalizacji przeciążeń i strat sieciowych operator systemu dystrybucyjnego może optymalizować zarządzanie siecią, podnosząc bezpieczeństwo, jakość i efektywność dostaw energii. *Smart* rozwiązania usprawniają komunikację miejską poprzez prowadzenie bieżącego monitoringu i kontrolowanie stopnia wykorzystania pojazdów. *Smart* transport poprawia płynność ruchu, zwiększa komfort przemieszczania się, życia i przebywania w mieście poprzez tworzenie stref ograniczonego ruchu. Obniża też natężenie hałasu, skraca czas podróży, poprawia bezpieczeństwo na drogach i ogranicza degradację infrastruktury drogowej. Wdrażanie nisko- i zeroemisyjnych rozwiązań redukuje emisję spalin i zanieczyszczeń powietrza. *Smart* rozwiązania przyczyniają się do zwiększenia przychodów i poprawiają płynność spółek miejskich poprzez prowadzenie systemu automatycznego pomiaru zużycia mediów i monitorowania sieci wodociągowych, energetycznych i gazowych. *Smart* projekty optymalizują koszty świadczenia usług publicznych. Dzięki wprowadzeniu systemu monitorującego zapełnianie się śmietników zmniejszają się koszty usług wywozu odpadów komunalnych. Powyższe rozwiązania ułatwiają kreowanie wizerunku miasta jako nowoczesnego, funkcjonalnego i przyjaznego mieszkańcom, co pozwala budować markę i sprzyja napływowi nowych mieszkańców, inwestorów i turystów⁷⁴.

⁷⁴ ThinkTank, *Raport. Przyszłość miast, miasta przyszłości. Strategie i wyzwania, innowacje społeczne i technologiczne*, Warszawa 2013, <http://www.ekip.kujawsko-pomorskie.pl/pliki/raport.pdf> [dostęp: 20.08.2022].

Wdrożenie koncepcji *smart city* może prowadzić do wielu zagrożeń. Hollands podkreśla, iż duża koncentracja na wymiarze technologicznym miasta może skutkować pojawieniem się negatywnych efektów rozwoju nowoczesnej infrastruktury sieciowej i ignorowaniem alternatywnych dróg rozwojowych⁷⁵. Uzależnienie działalności miasta od dostaw energii elektrycznej może prowadzić do chaosu wskutek przerw w dostawie i cybernetycznych ataków. Zjawisko wykluczenia społecznego dotyczące osób biednych, starszych, wyłączonych ze społeczeństwa ze względu na niepełnosprawność i uzależnienia może się przyczyniać do niemożliwości korzystania z usług oferowanych przez SC⁷⁶.

Realizacji projektów rewitalizacyjnych, które zmieniają przestrzeń miejską, może towarzyszyć gentryfikacja okolicy. Gwałtowna zmiana charakteru części miasta skutkuje powstawaniem enklaw.

Smart city przynosi bardzo wiele korzyści, ale i stawia bariery. Jedną z nich może być brak długoterminowej wizji rozwoju miast w tym kierunku. Brak koncepcji SC i brak odpowiedniego poziomu zarządzania strategicznego sprawiają, iż ośrodek miejski staje się silosowo zarządzanym miastem, w którym wdrażane są łatwe rozwiązania, a jednostkowe koncepcje nie są realizowane w ramach podejścia holistycznego i występują w oderwaniu od planów i działań strategicznych. W miastach, które nie rozwijają się w duchu SC, brakuje koordynacji, współpracy, interdyscyplinarnego podejścia i spojrzenia z perspektywy całości. Do powodzenia tej koncepcji konieczne jest zaangażowanie wszystkich interesariuszy, a rozwiązania muszą spełniać wymagania i dawać konkretne odpowiedzi na potrzeby mieszkańców i innych interesariuszy. Kolejną barierą jest niedostosowanie struktur organizacyjnych miast do wdrożenia koncepcji *smart city*, w ramach której musi zostać powołany zespół pracowników o odpowiednich kompetencjach do podejmowania innowacyjnych działań. Do podstawowych zadań takiego zespołu należą:

- monitorowanie wdrożenia i optymalizacja SRSC oraz dbanie, aby jej założenia zostały uwzględnione w innych programach miejskich i polityce miasta,
- koordynowanie projektów i inwestycji w technologie cyfrowe i SC, w tym dokumentowanie doświadczenia z ich realizacji i funkcjonowania,
- zaplanowanie i wdrażanie zasad realizowania projektów *smart city* uwzględniających konieczność opracowania uzasadnienia biznesowego i wpływu ich realizacji na miasto, a nie tylko na poszczególne jednostki; wykorzystywanie uznanych, otwartych standardów technologicznych i metodyk realizacji projektów czy możliwości ponownego użycia projektowania rozwiązania do innych zastosowań w mieście,
- identyfikacja nowych *smart* technologii i usług, które powinny być wdrożone w mieście jako odpowiedź na zmieniające się potrzeby i jego nowe wyzwania rozwojowe,

⁷⁵ R.G. Hollands, *Will the real smart city ...*, s. 308.

⁷⁶ A. Glasmeier, S. Christopherson, *Thinking about smart cities*, „Cambridge Journal of Regions, Economy and Society” 2015, nr 8(1), s. 8.

- tworzenie ram zachęcających interesariuszy do zgłaszania nowych pomysłów, nowych form współpracy, nowych sposobów wykonania zadań i nowych modeli świadczenia usług,
- inicjowanie i wdrażanie wielu interesariuszy projektów pilotażowych, których celami są sprawdzenie nowych technologii i pobudzenie współpracy oraz optymalizacja struktury organizacyjnej miasta i testowanie nowych form i modeli finansowania,
- identyfikacja kompetencji niezbędnych do prowadzenia i rozwijania przedsięwzięć SC i optymalnego wykorzystania ich efektów, a następnie inicjowanie i koordynowanie programów edukacyjnych pozwalających na podnoszenie kompetencji cyfrowych wśród pracowników urzędu miasta i mieszkańców,
- wymiana doświadczeń z innymi miastami.

Do innych barier należą brak odwagi do bycia liderem i obawa przed nieznanym, a także niekorzystanie z doświadczeń innych miast, które już osiągnęły wymierne korzyści z wdrażanych projektów⁷⁷. Krytyczne spojrzenie na koncepcję SC wynika przede wszystkim z dużego skoncentrowania się na wykorzystaniu ICT. Takie rozwiązanie promowane jest przez duże przedsiębiorstwa z branży technologii informatycznych, które są właścicielami programów wspomagających wdrażanie *smart* rozwiązań. Równocześnie nie poświęca się wystarczającej uwagi potrzebom obywateli i ich oczekiwaniom oraz wprowadzaniu rozwiązań, które będą dążyły do tworzenia równowagi środowiskowej i wspierały wzrost jakości życia.

Wnioski z rozdziału 1

Przeprowadzone rozważania teoretyczne dotyczące koncepcji *smart city* można ująć w następujących wnioskach:

1. Uwarunkowania tej koncepcji wynikają ze zrównoważonego rozwoju, inteligentnego wzrostu i rewolucji cyfrowej. Natomiast sama koncepcja opiera się na trzech paradygmatach (miasto ekologiczne, miasto wiedzy, miasto cyfrowe), z których wynikają takie cele jak zrównoważony rozwój i wysoka jakość życia, ICT zaś jest traktowana jako narzędzie służące ich osiągnięciu.
2. Zmiana modelu funkcjonowania miasta w kierunku *smart* wymaga kompleksowej transformacji cyfrowej, która wymusza daleko idące zmiany w obszarach kultury organizacyjnej, kompetencji, zarządzania zasobami w inny sposób niż przy dotychczas realizowanych procesach informatyzacji.

⁷⁷ M. Kidyba, Ł. Makowski, *Smart city. Innowacyjne rozwiązania w administracji publicznej a zarządzanie inteligentnym miastem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań–Chorzów 2018, s. 26–33.

3. Koncepcja SC stanowi przedmiot zainteresowania przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych. Opierając się na wynikach przeglądu definicji *smart city*, przyjęto tę proponowaną przez Fernández-Áñez, która określa SC jako system łączący kapitał ludzki i społeczny z zasobami naturalnymi i gospodarczymi opartymi na rozwiązaniach technologicznych i innowacyjnych, dzięki którym osiąga zrównoważony rozwój i wysoką jakość życia⁷⁸.
4. Dokonano systematyki SC na podstawie podejścia do niej, jej paradygmatów, generacji i wymiarów. Zestawienie kryteriów klasyfikacji SC zawiera tabela 1.9.

TABELA 1.9. Systematyka *smart city*

Klasyfikacja	Kryterium klasyfikacji	Rodzaje <i>smart cities</i>
Podejście do SC	obszary wdrożenia inicjatyw ICT	oparte na wzorcu miast europejskich oparte na wzorcu miast amerykańskich
Paradygmaty SC	źródło inteligentnego wzrostu	miasta cyfrowe miasta ekologiczne miasta wiedzy
Generacje SC	inicjator wdrażania rozwiązań ICT	<i>Smart city 1.0</i> <i>Smart city 2.0</i> <i>Smart city 3.0</i> <i>Smart city 4.0</i> <i>Smart city 5.0</i>
Wymiary SC	dziedziny rozwoju miasta	<i>smart</i> gospodarka <i>smart</i> transport <i>smart</i> środowisko <i>smart</i> kapitał ludzki <i>smart</i> jakość życia <i>smart</i> współzarządzanie

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

5. Istotną korzyścią z wdrożenia koncepcji SC jest to, iż mieszkańcy korzystają z wysokiej jakości spersonalizowanych usług zorientowanych na ich potrzeby i komfort życia. Aby ułatwić jej wdrażanie, w strukturze organizacyjnej urzędu miasta powinna zostać powołana specjalna komórka. Natomiast wadą jest to, że duża koncentracja na wymiarze technologicznym miasta może skutkować ignorowaniem alternatywnych dróg jego rozwoju.

⁷⁸ V. Fernández-Áñez, *Stakeholders Approach...*, s. 159.

Rozdział 2

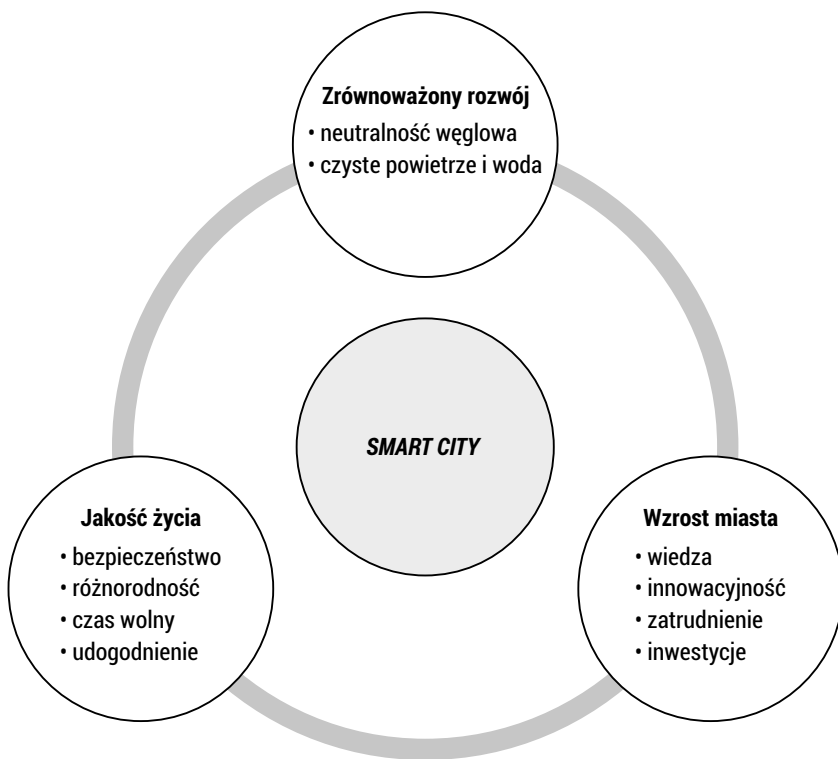
Istota *urban smartness*

2.1. Komponenty *urban smartness*

Wielu badaczy próbuje określić założenia i cele inteligencji miejskiej (z ang. *urban smartness*), która opiera się na modelu łańcucha wartości *smart city* zaproponowanym przez Renatę Paolę Dameri. Bazuje on na wzroście gospodarczym (z ang. *urban development*) zharmonizowanym z równowagą środowiskową w celu stworzenia miasta bezpiecznego i zróżnicowanego kulturowo, oferującego wypoczynek i wygodę życia (z ang. *liveability city*)⁷⁹. *Urban smartness* polega na zabezpieczeniu czterech filarów zrównoważonego rozwoju (gospodarczego, społecznego, środowiskowego, instytucjonalno-politycznego), podczas gdy odporność miejska (z ang. *urban resilience*) poprawia się dzięki wykorzystaniu ICT⁸⁰. Łańcuch wartości SC według Dameri został zilustrowany na rysunku 3.1. Prowadzi on do redukcji kosztów funkcjonowania infrastruktury i efektywniejszego wykorzystania zasobów miasta. *Smart city* reaguje na zmieniające się warunki i oczekiwania otoczenia. Takie miasta inwestują w kapitał ludzki, integrują warunki funkcjonowania infrastruktury krytycznej, stwarzają możliwości współpracy sektora publicznego i prywatnego, umiejętnie rozwiązują problemy ubóstwa i wykluczenia. Wymaga to skutecznego wykorzystania współczesnej ICT oraz posiadania wiarygodnych danych o mieście. Innowacyjne rozwiązania poprawiające jakość życia pozwalają na oszczędności czasowe i finansowe, zwiększają też komfort życia. Technologia informacyjno-komunikacyjna i analiza danych SC pozwalają na poprawę koherencji społecznej, zrównoważonego rozwoju i skuteczności w działaniu.

⁷⁹ R.P. Dameri, *Smart City Definition, Goals and Performance* [w:] tejże, *Smart City Implementation. Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems*, Springer, Cham 2017, s. 12.

⁸⁰ R.P. Dameri, C. Rosenthal-Sabroux, *Smart City and Value Creation* [w:] *Smart City. How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, red. tychże, Springer, Cham 2014, s. 5.



RYSUNEK 2.1. Model łańcucha wartości *smart city* według Dameri

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: R.P. Dameri, *Urban Smart Dashboard Measuring Smart City Performance* [w:] tejże, *Smart City Implementation. Creating Economic and Public Value in Innovation Urban Systems*, Springer, Cham 2017, s. 67–84.

Urban smartness należy badać wielowymiarowo, jako złożony agregat czynników, uwzględniając ICT i jej wykorzystanie przez mieszkańców i administrację, podejście do środowiska, jakość kapitału ludzkiego i społecznego poprzez obecność klasy kreatywnej i poziom wykształcenia mieszkańców. *Smart city* jest wspólnym przedsięwzięciem mieszkańców, władzy i lokalnych przedsiębiorców.

Maria-Lluïsa Marsal-Llacuna uważa, iż podstawą inicjatywy SC jest pomiar, który służy monitorowaniu i kontrolowaniu wydajności miast pod względem *urban smartness*⁸¹. W swym modelu inteligencji miejskiej wyróżniła trzy czynniki: zrównoważony rozwój, rozwój miejski i odporność miejską (rozwój miasta uwzględniający

⁸¹ M.L. Marsal-Llacuna, *Measuring the Standardized Definition of “smart city”. A Proposal on Global Metrics to Set the Terms of Reference for Urban “smartness”* [w:] *Computational Science and Its Application – ICCSA 2015. 15th International Conference Banff, AB, Canada, June 22–25, 2015. Proceedings*, cz. 2, red. O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M.L. Gavrilova, A.M. Alves Coutinho Rocha, C. Torre, D. Taniar, B.O. Apduhan, Springer, Cham 2015, s. 596.

wytrzymałość poprzez ZR)⁸². Dwa ostatnie czynniki są przeciwstawnymi procesami, a zrównoważony rozwój pozwala zachować równowagę (rysunek 3.2)⁸³. *Urban smartness* powinien służyć wzrostowi wydajności i efektywności miasta poprzez poprawę warunków życia jego mieszkańców i obniżenie kosztów funkcjonowania jednostki osadniczej.



RYSUNEK 2.2. Czynniki inteligencji miejskiej według Marsal-Llacuny

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie M.L. Marsal-Llacuna, *Conceptualizing Modelling and Simulating Sustainability as Tools to Implement Urban Smartness* [w:] *Computational Science and Its Application – ICCSA 2015. 15th International Conference Banff, AB, Canada, June 22–25, 2015. Proceedings*, cz. 3, red. O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M.L. Gavrilova, A.M. Alves Coutinho Rocha, C. Torre, D. Taniar, B.O. Apduhan, Springer, Cham 2015, s. 489–490.

W rankingu średnich miast europejskich realizujących ideę *smart city* (model benchmarkingowy Giffingera) określono sześć wymiarów (jakość życia, mobilność, środowisko, mieszkańcy, gospodarka, zarządzanie), które według badaczy mają stanowić o *urban smartness* lub o stopniu jego rozwoju. Szczegółowe omówienie rankingu SC według Giffingera znajduje się w **podrozdziale 3.5** niniejszej monografii.

W raporcie *Mapping smart cities in the EU* zaprezentowano podejście do pomiaru dojrzałości *urban smartness*, które opiera się na jakościowej analizie i ocenie formułowanych i wdrażanych w miastach strategii. Więcej informacji o tym rankingu znajduje się w **podrozdziale 3.6** monografii.

W modelu audytowym SC *urban smartness* mierzy się zgodnie z normą ISO 37120 według 100 wskaźników z 17 grup tematycznych.

Przeobrażanie przestrzeni miast w ośrodki dojrzałe pod względem *urban smartness* wymaga zaplanowania tego procesu i zaangażowania mieszkańców⁸⁴. Wiąże się to z koniecznością doskonalenia systemu zarządzania miastem (z ang. *city*

⁸² Taż, *Conceptualizing, Modelling and Simulating Sustainability as Tools to Implement Urban Smartness* [w:] tamże, cz. 3, s. 479–492.

⁸³ Tamże, s. 478.

⁸⁴ H. Haarstad, *Who is driving...*, s. 199–218.

management) zgodnie z koncepcją SC z wykorzystaniem partycypacji społecznej⁸⁵. Naukowcy uważają, iż większość praktyk ukierunkowanych jest na dążenie do *smartness* (sprytu), co oznacza otrzymanie nagrody lub dotacji od europejskiej agencji finansującej⁸⁶.

Na podstawie analizy wybranej literatury i dotychczasowych osiągnięć w zakresie pomiaru *urban smartness* podjęto próbę zdefiniowania tego pojęcia, a w zależności od rozwoju danego państwa zróżnicowania także cech istotnych. Na potrzeby niniejszej monografii sformułowano następującą definicję *urban smartness*: jest to poziom rozwoju miejskiego wykorzystujący wiedzę i aktywne uczestnictwo społeczeństwa obywatelskiego z zastosowaniem innowacji technologicznych służących reagowaniu na bieżące zakłócenia oraz dbający jednocześnie o potrzeby przyszłych pokoleń. Zaproponowana definicja tworzy podwaliny omawianych w prezentowanej pracy założeń i przeprowadzanych analiz.

Urban smartness bazuje na trzech koncepcjach rozwoju miasta, do których zaliczamy rozwój zrównoważony, rozwój inteligentny i odporność miejską, oraz na trzech podsystemach: gospodarczym, społecznym i środowiskowym. Charakterystykę tych komponentów zaprezentowano w tabeli 2.1.

TABELA 2.1. Komponenty *urban smartness*

Składowe	Koncepcje rozwoju miasta		
	zrównoważone	smart	odporne
	- wymiar społeczno-demograficzny - wymiar gospodarczy - wymiar środowiskowy - wymiar instytucjonalno-polityczny	- gospodarka - mobilność - kapitał ludzki - środowisko przyrodnicze - jakość życia - zarządzanie	- odporność ekonomiczna - odporność społeczna - odporność instytucjonalna - odporność infrastrukturalna

ŹRÓDŁO: A. Wojewnik-Filipkowska, A. Gierusz, P. Krauze-Maślankowska, *Fundamentalna siła miasta. Synteza koncepcji zrównoważonego, inteligentnego i odpornego miasta*, CeDeWu, Warszawa 2022, s. 73–76.

Zrównoważone wykorzystanie zasobów gospodarczych oznacza podniesienie atrakcyjności i konkurencyjności inwestycyjnej, wzrost przedsiębiorczości oraz dostępność do infrastruktury ekonomicznej. *Smart* gospodarka, przemysł i mobilność polegają na sprytnym użyciu zasobów produkcyjnych oraz stosowaniu nowoczesnych

⁸⁵ A.P. Lara, E. Moreira Da Costa, T. Zilinski Furlani, T. Yigitcanlar, *Smartness that matters...*, s. 4.

⁸⁶ J. Engelbert, L. van Zoonen, F. Hirzalla, *Excluding citizens from the European smart city: The discourse practices of pursuing and granting smartness*, „Technological Forecasting and Social Change” 2019, nr 142, s. 347–353.

technologii i innych innowacji z korzyścią dla biznesu. Podsystem gospodarczy miasta odpornego odnosi się do różnorodności gospodarczej w zakresie zatrudnienia, liczby i rodzaju przedsiębiorstw, a także ich zdolności do funkcjonowania po katastrofie.

Gospodarka bazuje na lokalnych zróżnicowanych zasobach i odpornej infrastrukturze technicznej i wykorzystuje recykling. Zrównoważone wykorzystanie zasobów społecznych opiera się na odpowiedzialności, rozwoju społeczeństwa demokratycznego i poprawie jakości życia poprzez wzrost dostępności i jakości infrastruktury społecznej. *Smart* społeczeństwo buduje klasa kreatywna i ułatwiona jest współpraca interesariuszy, poprawia się również jakość życia dzięki wykorzystaniu ICT i innowacji.

Podsystem społeczny miasta odpornego odnosi się do stabilnych miejsc pracy, podziału zasobów i dóbr ograniczających ubóstwo, co stymuluje tworzenie więzi społecznych i dostępność do różnych usług. Rozwijają się demokracja i poczucie wspólnoty, podnosi się odporność społeczeństwa na szok, a jego członkowie są zdolni do współdziałania. Ten podsystem charakteryzuje się zrównoważonym wykorzystaniem zasobów naturalnych w poszanowaniu otoczenia przyrodniczego, z zachowaniem różnorodności biologicznej pomiędzy przyrodniczymi i antropogenicznymi elementami. Społeczność miejska zapobiega stratom środowiskowym, a do optymalizacji zużycia zasobów naturalnych wykorzystuje ICT. Odporność środowiskowo-przestrzenna dąży do zachowania równowagi w przyrodzie, zapobiegania rozlewaniu się miasta, ochrony bioróżnorodności i terenów zielonych oraz odpowiedzialnej gospodarki zasobami naturalnymi minimalizującej efekty przekształceń środowiska (rolnictwo ekologiczne, zarządzanie ryzykiem katastroficznym)⁸⁷.

W niniejszym rozdziale monografii scharakteryzowano dwie pozostałe koncepcje rozwoju miasta tworzące *urban smartness* – miasto odporne i miasto zrównoważone.

2.2. Odporność miejska

W miastach zachodzi wiele wzajemnie powiązanych procesów, których duże natężenie na stosunkowo niewielkim obszarze może stanowić źródło problemów i zagrożeń. Mogą one mieć charakter naturalny (powódzie, wichury), technologiczny (awarie przemysłowe i infrastruktury technicznej) oraz społeczny (terroryzm, degradacja środowiska). Zagrożenia w miastach prowadzą do rozluźnienia kontaktów międzyludzkich i anonimowości. Dlatego też duże znaczenie przypisuje się budowaniu odporności.

⁸⁷ A. Wojewnik-Filipkowska, A. Gierusz, P. Krauze-Maślankowska, *Fundamentalna siła miasta. Synteza koncepcji zrównoważonego, inteligentnego i odpornego miasta*, CeDeWu, Warszawa 2022.

W polskiej literaturze termin *urban resilience* jest tłumaczony jako odporność miejska⁸⁸ lub prężność miejska⁸⁹. Pojęcie odporności miejskiej pojawiło się w artykule Crawforda S. Hollinga w 1973 roku. Określał on ją jako zdolność ekosystemu do zachowania jego podstawowych charakterystyk funkcjonalnych w związku z pojawieniem się określonych zakłóceń⁹⁰. Odporność miejska oznacza, że system miasta i jego społeczne, ekologiczne i techniczne składowe są zdolne do stałych zachowań w wymiarach czasowym i przestrzennym lub do szybkiej transformacji w zakresie ograniczającym zdolności adaptacyjne⁹¹. Natomiast Kevin Desouza i Trevor Flanery odporność miejską określają jako zdolność miasta do absorpcji, adaptacji i reakcji na zmiany w jego systemie⁹².

Odporność miejska składa się z czterech współzależnych wymiarów: systemu współzarządzania będącego siecią współzależności aktorów politycznej sceny miejskiej, przepływów zasobów, infrastruktury miejskiej, dynamiki społeczno-ekonomicznej⁹³. W kolejnym podejściu również pojawiają się cztery podobne podsystemy miejskie, takie jak: system współzarządzania, przepływów metabolicznych, infrastruktury i dynamiki społecznej⁹⁴. Diagnoza miasta jest prowadzona w dwunastu obszarach w ramach wspomnianych czterech wymiarów miejskich:

- przywództwo i strategia (skuteczne przywództwo, zaangażowani interesariusze, zintegrowane planowanie rozwoju),
- zdrowie i dobre samopoczucie (realizacja podstawowych potrzeb społecznych, zróżnicowane miejsca pracy i źródła dochodów, efektywna ochrona życia i zdrowia),
- gospodarka i społeczeństwo (zrównoważona gospodarka, promocja wzrostu gospodarczego, powszechne bezpieczeństwo, praworządność i sprawiedliwość społeczna, poczucie tożsamości zbiorowej i wsparcie wspólnoty),
- infrastruktura i środowisko (ograniczona podatność na negatywne czynniki, skuteczne zapewnienie krytycznie wrażliwych usług publicznych, niezawodna komunikacja)⁹⁵.

⁸⁸ R. Czachor, *Koncepcja urban resilience: założenia, treść, możliwości implementacji*, „Społeczności Lokalne. Studia Interdyscyplinarne” 2019, nr 3, s. 127–148.

⁸⁹ A. Drobnia, *Koncepcja urban resilience: narzędzie strategicznej diagnozy i monitoringu miast*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2015, nr 1, s. 119–143.

⁹⁰ C.S. Holling, *Resilience and stability of ecological systems*, „Annual Review of Ecology and Systematics” 1973, nr 4, s. 1–23.

⁹¹ S. Meerow, J.P. Newell, M. Stults, *Defining urban resilience: A review*, „Landscape and Urban Planning” 2016, nr 147, s. 38–49.

⁹² K.C. Desouza, T.H. Flanery, *Design, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework*, „Cities” 2013, nr 35, s. 89–99.

⁹³ S. Meerow, J.P. Newell, M. Stults, *Defining urban resilience...*, s. 45.

⁹⁴ Resilience Alliance, www.resalliance.org [dostęp: 2.01.2023].

⁹⁵ The Rockefeller Foundation, *100 Resilient Cities*, www.rockefellerfoundation.org [dostęp: 4.01.2023].

Odporność miejska charakteryzuje się następującymi atrybutami:

- adaptacyjność (elastyczność), zdolność do dopasowania się do zmieniających się warunków otoczenia,
- łączalność, zdolność do kreowania nowych powiązań i jakości wewnątrz systemu,
- różnorodność (heterogeniczność), zróżnicowanie elementów systemu miejskiego,
- efektywność, zdolność osiągania zakładanych rezultatów i unikanie strat,
- nadmiarowość (redundancja), zdolność zapewnienia zasobów w przypadku ich istotnego ograniczenia,
- współzależność, zdolność do kreowania relacji pomiędzy niezależnymi elementami systemu⁹⁶.

Godschalk⁹⁷ i Fleischhauer⁹⁸ uważają, że miasto odporne odznacza się zdolnością do adaptacji w warunkach niepewności i można je wyjaśnić jako pożądaną kombinację powyższych atrybutów. Ich wysoka wartość pozytywnie wpływa na poziom odporności miasta i jego małą ekspozycję na zakłócenia z otoczenia. Czynniki odporności miejskiej w wymiarze ekonomicznym zawiera tabela 2.2. Wartość adaptacyjności jest determinowana wysokim poziomem przedsiębiorczości i znaczącymi zdolnościami do innowacji.

TABELA 2.2. Czynniki odporności miejskiej w wymiarze ekonomicznym

Atrybuty odporności	Czynniki odporności miejskiej w wymiarze ekonomicznym
Adaptacyjność	• wysoki poziom przedsiębiorczości • znaczące zdolności do innowacji • istotne lokalne zasoby wiedzy (baza wiedzy, infrastruktura badawcza, transfer wiedzy) • duże zasoby gospodarcze (liczba przedsiębiorstw, wartość ich aktywów, przychody)
Połączalność	• aktywne sieci aktorów gospodarczych (powiązanie klastrowe w łańcuchach produkcji i dostaw) • międzysektorowe powiązania w zakresie wiedzy (platformy innowacji i komercjalizacji w ramach różnych łańcuchów produkcji)
Różnorodność	• zróżnicowana specjalizacja gospodarcza

⁹⁶ B. Walker, D. Salt, *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, Island Press, Washington 2006, s. 24–25.

⁹⁷ D.R. Godschalk, *Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities*, „Natural Hazards Review” 2003, nr 4(3), s. 136–143.

⁹⁸ M. Fleischhauer, *The Role of Spatial Planning and Strengthening Urban Resilience* [w:] *Resilience of Cities to Terrorists and Other threats. Learning from 9/11 and Further Research Issues*, red. H.J. Pashman, I.A. Kirillov, Springer, Dordrecht 2008, s. 273–298.

Atrybuty odporności	Czynniki odporności miejskiej w wymiarze ekonomicznym
Efektywność	• ponadlokalna konkurencyjność produktów • wysoka wartość łańcuchów produkcji (przemysł oparty na wiedzy) • szybkość odzyskiwania utraconego potencjału
Nadmiarowość	• różnorodne, trwałe i niezawodne źródła energii • bezpieczne aplikacje ICT
Współzależność	• dobre praktyki i standardy w zakresie współpracy gospodarczej • komplementarność lokalnych przemysłów

ŹRÓDŁO: B. Walker, D. Salt, *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, Island Press, Washington 2006, s. 24–25.

Kategoria ekonomiczna odporności miasta odnosi się do jego zdolności do skutecznej regeneracji gospodarki po zakłóceniu, które zmieniło dotychczasową ścieżkę rozwoju gospodarczego, do antycypowania i regeneracji po zakłóceniu oraz do powrotu do stanu gospodarki sprzed szoku⁹⁹.

Natomiast zapewnienie odporności miasta w ujęciu polityki społecznej wiąże się z: przeciwdziałaniem zjawiskom segregacji społeczno-przestrzennej, tworzeniem homogenicznych dzielnic etnicznych i niekontrolowanym osadnictwem wokół centrów miast (slumsy, fawele, *townships*), kształtowaniem i wzmacnianiem lokalnej tożsamości, przywiązaniem do miejsca zamieszkania i wdrażaniem mechanizmów partycypacji oraz wzmacnianiem kapitału ludzkiego. Wykluczenie i nierówności społeczne w mieście doprowadziły do utworzenia miasta dualnego (*dual city*), które jest szczególnie zauważalne w Stanach Zjednoczonych i Republice Południowej Afryki¹⁰⁰.

Zagrożenia w funkcjonowaniu miasta stanowią również problematykę zarządzania kryzysowego, które polega na przeciwdziałaniu im, przygotowaniu się na wypadek ich wystąpienia oraz przywracania stanu stabilizacji. Współczesne podejście do zarządzania kryzysowego obejmuje budowanie odporności¹⁰¹, która ma trzy wymiary: techniczny (odporność infrastruktury krytycznej), organizacyjny (odporność systemów organizacyjnych administracji publicznej) i społeczny (odporność obywateli).

Niedawno do badań miejskich wprowadzono pojęcie miasta odpornego i oznacza ono miasto, które wspiera zwiększenie odporności w instytucjach, infrastrukturze, społeczeństwie i gospodarce. Takie miasta zmniejszają wrażliwość na ekstremalne

⁹⁹ Resilience City Organization, www.100resilientcities.org [dostęp: 3.01.2023].

¹⁰⁰ I. Turok, *The Resilience of South African Cities a Decade after Local Democracy*, „Environment and Planning A: Economy and Space” 2014, nr 46(4), s. 7749–7769.

¹⁰¹ K. Sienkiewicz-Małyjurek, *Smart City w budowaniu odporności miast na zagrożenia*, „Bezpieczeństwo” 2020, nr 4, s. 75–90.

zdarzenia i kreatywnie reagują na gospodarcze, społeczne i środowiskowe zmiany dla zrównoważonego rozwoju¹⁰². Konieczne staje się wyznaczenie działań podejmowanych przez miasta w celu zwiększenia ich odporności.

Proces budowy miasta odpornego rozpoczyna się od określenia potencjalnych zagrożeń, wrażliwości systemu i nieprzewidywalności. Efektywność działań administracji publicznej jest uwarunkowana stopniem współpracy pomiędzy szczeblami administracji publicznej oraz między władzą lokalną a przedsiębiorcami i społeczeństwem. Konsultacje społeczne i udział jak największej liczby interesariuszy na etapie planowania zwiększa skuteczność działań administracji publicznej. Mnogość powiązań, gęstość sieci między miastami i relacje wewnątrzmięskie przyczyniają się do przepływu doświadczeń, wiedzy i innowacji, co prowadzi do efektywnego planowania strategicznego. Zwiększa się różnorodność powiązań, zasobów, instytucji i interesariuszy. Przepływ wiedzy i doświadczeń może się przyczynić do powstania specjalnych programów zwiększających odporność miasta – mają one różny zasięg i realizowane są przez różne podmioty w sposób przemyślany i wynikający z planów oraz uwzględniają aktualne potrzeby i przyszłe możliwe zmiany warunków. System miejski wyposażony w innowacyjne i przemyślane rozwiązania jest w stanie reagować na zagrożenia, opierać się im, łagodzić ich skutki, adaptować się do nowych warunków lub wykorzystać nową sytuację na swoją korzyść.

Negatywne konsekwencje wywołane zmianami klimatu i skutki procesów migracyjnych spowodowane niestabilną sytuacją geopolityczną prowadzą do kryzysu w mieście i zwiększają w nim nierówności społeczne. Wymaga to zmiany polityki miejskiej i podniesienia odporności miasta.

2.3. Miasto zrównoważone

Miasta dotyka wiele procesów cywilizacyjnych, takich jak zmiany demograficzne, kryzys klimatyczny, rozwarstwienie społeczne. Społeczność miejska pragnie żyć w bezpiecznym i wygodnym otoczeniu bez względu na wiek i status materialny¹⁰³. Organizacja Narodów Zjednoczonych promuje zrównoważony rozwój miejski oraz zakłada przeobrażanie miast w bezpieczne, stabilne, zrównoważone i sprzyjające włączeniu społecznemu struktury miejskie¹⁰⁴. Cel 11 Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030 uwzględnia: zapewnienie dostępu do przystępnych cenowo mieszkań i podstawowych usług oraz bezpiecznych systemów transportowych, poprawienie warunków życia w slumsach, zapewnienie zrównoważonej urbanizacji

¹⁰² M. Bizzotto, A. Huseynova, V.V. Estrada, *Resilient cities, thriving cities: the evolution of urban resilience*, ICLEI, Bonn 2019, www.resilientcities.iclei.org [dostęp: 4.01.2023].

¹⁰³ R.Y. Clarke, *Measuring Success...*, s. 241.

¹⁰⁴ Organizacja Narodów Zjednoczonych, *Cele zrównoważonego rozwoju 2030*, www.un.org.pl/# [dostęp: 5.01.2023].

i partycypacji, zintegrowane planowanie i gospodarowanie osiedlami ludzkimi, wzmocnienie ochrony światowego dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego, obniżenie wskaźnika negatywnego oddziaływania na środowisko, zapewnienie łatwego dostępu do terenów zielonych.

Nowa agenda miejska (*New Urban Agenda*) podkreśla, że miasta powinny wykorzystać możliwości obecnego i przyszłego zrównoważonego oraz inkluzyjnego rozwoju gospodarczego¹⁰⁵. Zwrócono uwagę na potrzebę zintegrowanego planowania, przeciwdziałania zmianom klimatu i skutkom klęsk żywiołowych, w tym budowanie adaptacyjności społeczno-gospodarczej i środowiskowej w miastach. Do istotnych kwestii miast zrównoważonych należą zaspokajanie potrzeb obecnych i przyszłych mieszkańców, poprawa jakości ich życia przy jednoczesnym zachowaniu równowagi przyrodniczej¹⁰⁶. Zrównoważony rozwój obejmuje wymiary: społeczny, przestrzenny, środowiskowy i instytucjonalny. Działania rekompensacyjne są stosowane, gdy brak jest możliwości oszczędnego gospodarowania terenami i ochrony środowiska¹⁰⁷.

Sposobem na rozwiązanie problemów środowiskowych w zarządzaniu przestrzennym *smart city* może być wdrażanie koncepcji miasta krótkich dystansów. W ostatnich latach szczególnie popularna wśród urbanistów stała się idea miasta 15-minutowego (z ang. *fifteen minutes city*, FMC). Jednym z jej atutów jest przeciwdziałanie rozlewaniu się miasta. Miasto 15-minutowe łączy planowanie przestrzenne z polityką transportową. Lidia Mierzejewska wyróżnia kilkanaście koncepcji miasta dotyczących rozwoju zrównoważonego w dwóch kryteriach – przestrzennej formy miasta oraz jakości życia w mieście¹⁰⁸. W innej klasyfikacji wydziela modele odnoszące się do uporządkowania miejskiej struktury wewnętrznej i porządkowania relacji między miastem a jego regionem¹⁰⁹.

Koncepcja miasta zwartego (z ang. *compact city*) została opracowana na początku lat osiemdziesiątych XX wieku. Jego cechami charakterystycznymi są wysoka gęstość zaludnienia z niskim udziałem domów jednorodzinnych w samym mieście i na jego terenach podmiejskich oraz wielofunkcyjność dzielnic i osiedli. Sprzyja to ograniczeniu inwazji obszarów zabudowanych na te wolne od zabudowy, poprawie dostępności do lokalnych usług i zapewnieniu efektywnego transportu publicznego. Wysoka gęstość zaludnienia skraca odległość i czas przejazdu, zmniejsza zapotrzebowanie na transport prywatny, upowszechnia zrównoważone formy przemieszczania¹¹⁰. Koncepcja ta przyczynia się do jego zrównoważonego rozwoju, a tym samym

¹⁰⁵ *The New Urban Agenda*, www.habitat3.org [dostęp: 10.04.2023].

¹⁰⁶ L. Mierzejewska, W poszukiwaniu nowych modeli rozwoju miasta, „Studia Miejskie” 2011, t. 4, s. 81–92.

¹⁰⁷ Taż, Zrównoważony rozwój miast – wybrane sposoby pojmowania, koncepcje i modele, „Problemy Rozwoju Miast” 2015, nr 3, s. 5–11.

¹⁰⁸ Tamże.

¹⁰⁹ L. Mierzejewska, Miasto zwarte, rozproszone, zrównoważone, „Studia Miejskie” 2015, t. 19, s. 9–22.

¹¹⁰ K. Kjærås, Towards a relational conception of the compact city, „Urban Studies” 2021, nr 58(6), s. 1176–1192.

zmniejszenia zużycia energii, emisji zanieczyszczeń i natężenia hałasu¹¹¹. Zwarta forma miasta sprzyja realizacji celów ZR dotyczących ograniczenia zużycia energii i wykorzystania przestrzeni zainwestowanej typu *brownfield*.

Denise Capasso Da Silva zaproponowała koncepcję 20-minutowego miasta na przykładzie Tempe w Arizonie. Autorka uważa, że dostępność różni się w zależności od obszaru geograficznego i środowiska zabudowanego. W jej założeniach wszystkie potrzeby są zaspokajane w ciągu 20 minut pieszo lub rowerem. Natomiast naukowcy związani z projektem *CityScope* prowadzonym w grupie MIT Media Lab City Science opracowują cyfrowe platformy służące do rozwiązywania problemów z projektowaniem przestrzennym i planowaniem urbanistycznym¹¹².

Nowoczesna idea miasta 15-minutowego jest coraz bardziej popularna wśród urbanistów zarówno w Polsce, jak i na świecie. Zakłada ona powstawanie bardziej zintegrowanych i dynamicznych społeczności. Pozwala mieszkańcom na możliwość realizacji podstawowych potrzeb w ciągu kwadransa. Prowadzi do wzrostu zagęszczenia obszarów miejskich, zmniejszenia rozlewania zabudowy i poprawia jakość życia. Zakłada, że obiekty handlowe i usługowe, instytucje medyczne i edukacyjne powinny być zlokalizowane w odległości 15-minutowej drogi od miejsca zamieszkania, który to dystans można pokonać pieszo bądź rowerem.

Koncepcja miasta 15-minutowego po raz pierwszy została przedstawiona w 2016 roku przez francusko-kolumbijskiego profesora Carlosa Moreno. Takie miasta są budowane z wielu 5-minutowych dzielnic, które są nazywane kompletne społeczności lub dzielnice spacerowe. Miasta 15-minutowe oferują wygodę i jakość życia, ale nie izolację¹¹³. Koncepcja ta szczególnie mocno została spopularyzowana po wybuchu pandemii COVID-19. Zakłada ona przemodelowanie miejskiej infrastruktury i tworzenie dzielnic wielofunkcyjnych. Polega na zapewnieniu mieszkańcom dostępu do podstawowych usług i produktów oraz możliwości szybszego przemieszczania się do miejsca pracy, ograniczeniu emisji spalin i hałasu. Warto wspomnieć, iż ta koncepcja była początkowo komponentem kampanii wyborczej mer Paryża Anne Hidalgo, która uwolniła nabrzeże Sekwany od ruchu samochodowego.

Koncepcja miasta 15-minutowego zakłada wzajemne powiązania między planowaniem przestrzennym a polityką transportową. Przyczynia się do zrównoważonego rozwoju jednostki miejskiej poprzez wprowadzanie nowych sposobów życia, pracy i odpoczynku. Przyjmuje się możliwość przekształcenia monofunkcyjnej przestrzeni miejskiej na cechującą się: różnorodnością (zabudowy i kultury), digitalizacją (odwołanie do SC), bliskością (czasową i przestrzenną) i gęstością (liczba mieszkańców na kilometr kwadratowy). Daje to możliwość korzystania z walorów miejskiego życia i zaspokajania większości potrzeb życiowych bez konieczności przemieszczania się transportem publicznym i samochodem. Atutem tej koncepcji jest nie tylko uzyskanie

¹¹¹ K. Mouratidis, *Compact city, urban sprawl, and subjective well-being*, „Cities” 2019, nr 92, s. 261–272.

¹¹² MIT Media Lab City Science, *CityScope*, www.media.mit.edu [dostęp: 23.04.2023].

¹¹³ C40 Knowledge, *How to build back better with a 15-minute city*, www.c40knowledgehub.org, [dostęp: 10.07.2022].

bezcennego czasu na dojazd do pracy, lecz także tworzenie miejsca sprzyjającego lokalnej integracji i zachęcającej do spędzania czasu poza domem. Popularyzacja mikromobilności (rower, skuter, hulajnoga) sprzyja walce z ociepleniem klimatu. Coraz więcej osiedli mieszkaniowych powstaje w odległości 200 metrów od przystanku komunikacji miejskiej.

Powyższa koncepcja staje się popularna na świecie i jest wdrażana w wielu miastach, np. Bogocie, Melbourne, Detroit, Cagliari, Portlandzie, Ottawie, Szanghaju, Paryżu, Barcelonie, Londynie, Wiedniu, Mediolanie. W Polsce również deweloperzy chętnie inwestują w projekty stanowiące połączenie przestrzeni o zróżnicowanym charakterze. Związane jest to z odejściem od monofunkcyjności. Nowe inwestycje wpisują się w potrzeby mieszkańców, którym zależy na wygodzie i łatwym dostępie do punktów usługowych, terenów rekreacyjnych i zielonych. Koncepcja jest sprzeczna z rozwiązaniami popularnymi w XX wieku, gdyż obszary mieszkaniowe nie muszą być oddzielone od biznesu, handlu czy rozrywki. Dodatkowo miasta 15-minutowe dostosowane są do osób niepełnosprawnych i starszych.

Miasto 15-minutowe stanowi nową perspektywę chronourbanistyki¹¹⁴. Struktury miejskie stają się bezpieczniejsze, odporniejsze i zrównoważone ze zintegrowanym społeczeństwem¹¹⁵. Wykorzystywane przy przeprojektowaniu miast technologie sieciowe, takie jak Digital Twins, IoT i 6G, mają pomagać w reagowaniu na wyzwania poprzez eksplorację i przetwarzanie danych w celu informowania o miejskich procesach decyzyjnych. Dane zebrane z tych technologii i przetwarzane z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego ujawniają nowe wzorce, dzięki którym można zrozumieć charakterystykę tkanki miejskiej. Konieczna jest aktualizacja planów rozwoju miasta ze względu na nadchodzące postępy technologiczne dla nowych możliwości regeneracji miast i wzrostu ich odporności¹¹⁶.

Zmodyfikowaną metodę mierzenia 15-minutowych dzielnic zastosowano w Szanghaju w Chinach. Ocenę oparto na dostępie do usług, wymaganiach różnych grup pieszych, atrybutach udogodnień (skala i kategoria) i rzeczywistych warunkach ruchu. Regresja przestrzenna pozwoliła ustalić powiązania między statusem społeczno-ekonomicznym społeczności a oceną 15-minutowej dzielnicy, w której można przemieszczać się pieszo. Dzielnice niedostępne pieszo charakteryzują się niską gęstością zabudowy, słabo skomunikowanymi sieciami ulic, fragmentarycznym użytkowaniem gruntów, słabą motywacją mieszkańców do aktywności fizycznej. Z założenia 15-minutowe dzielnice powinny cechować się pełnym zasięgiem usług, budową ciągłej

¹¹⁴ C. Moreno, Z. Allam, D. Chabaud, C. Gall, F. Pratlong, *Introducing the „15-minute city”: sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities*, „Smart Cities” 2021, nr 4, s. 93–111.

¹¹⁵ Z. Allam, M. Nieuwenhuijsen, D. Chabaud, C. Moreno, *The 15-minute city offers a new framework for sustainability, liveability, and health*, „The Lancet. Planet Health” 2022, nr 6(3), s. 181–183.

¹¹⁶ Z. Allam, S.E. Bibri, D.S. Jones, D. Chabaud, C. Moreno, *Unpacking the ‘15-minute city’ via 6G, IoT, and digital twins: towards a new narrative for increasing urban efficiency, resilience, and sustainability*, „Sensor” 2022, nr 22, 1369.

i przyjaznej pieszym sieci ulic, tworzeniem zwartego i dostępnego układu przestrzennego i rozwojem tanich mieszkań¹¹⁷. W Chinach od 2018 roku funkcjonuje norma krajowa „Standard planowania i projektowania miejskich obszarów mieszkalnych”.

Aleksander Noworól i in. przeanalizowali możliwości rozwoju Krakowa w kierunku idei miasta 15-minutowego. Zidentyfikowali dostępność miasta z wykorzystaniem ekwidystant odpowiadających 5-, 10- i 15-minutowemu czasowi dojazdu do obiektów publicznych¹¹⁸. Pierwszym polskim miastem 15-minutowym został wielkopolski Pleszew. Proces transformacji tradycyjnego miasta w łatwo dostępne dla mieszkańców należy rozpocząć od stworzenia mapy udogodnień w każdej dzielnicy (tego typu mapę ma np. Metropolia Górnośląsko-Zagłębiowska). Służy temu rozbudowa ścieżek rowerowych i wkomponowanie w miejską przestrzeń obiektów sportowych i zieleni. Coraz większą popularnością cieszą się aplikacje pozwalające sprawdzić, czy miasto spełnia kryteria dostępności.

Georgia Pozoukidou i Zoi Chatziyiannaki twierdzą, iż idea miasta 15-minutowego nie jest wcale nową koncepcją przeprojektowania współczesnych miast, i w swej analizie trzech przypadków – Portlandu, Melbourne i Paryża – koncentrują się na trzech filarach ewaluacji: integracji, bezpieczeństwie i zdrowiu. Naukowcy próbują wyjaśnić, w jaki sposób idea miasta 15-minutowego wpisuje się w dziedzictwo różnych ośrodków miejskich z tradycyjnymi zasadami planowania. W koncepcji następuje przesunięcie akcentu planowania z dostępności sąsiedztwa funkcji na rzecz bliskości w obrębie dzielnic¹¹⁹. Natomiast Fulvia Pinto i Mina Akhavan zauważają, że idea 15-minutowego miasta wywodzi się z koncepcji jednostki sąsiedniej Clarence’a Perry’ego z początku XX wieku jako samodzielnej dzielnicy mieszkaniowej, w której podstawowe usługi są dostępne pieszo¹²⁰. Inicjatywy realizacji 15-minutowego miasta scharakteryzowano w tabeli 2.3.

¹¹⁷ M. Weng, N. Ding, J. Li, X. Jin, H. Xiao, Z. He, S. Su, *The 15-minute walkable neighborhoods: Measurement, social inequalities and implications for building healthy communities in urban China*, „Journal of Transport & Health” 2019, nr 13, s. 259–273.

¹¹⁸ A. Noworól, P. Kopyciński, P. Hałat, J. Salamon, J. Baziak, W. Sypek, M. Wirchniańska, *Czy Kraków może stać się „miastem 15-minutowym”?*, Centrum Polityk Publicznych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2021.

¹¹⁹ G. Pozoukidou, Z. Chatziyiannaki, *15-minute city: decomposing the new urban planning eutopia*, „Sustainability” 2021, nr 13(2), 928.

¹²⁰ F. Pinto, M. Akhavan, *Scenarios for a post-pandemic city: urban planning strategies and challenges of making “Milan 15-minutes city”*, „Transportation Research Procedia” 2022, nr 60, s. 370–377.

TABELA 2.3. Charakterystyka inicjatyw realizacji 15-minutowego miasta

Miasto	Charakterystyka
Paryż	Przekształcono szkolne place zabaw w parki po godzinach, a Place de la Bastille i inne place zostały odnowione, nasadzono na nich drzewa i zaprojektowano ścieżki rowerowe
Cagliari	Rozpoczęto strategiczny plan rewitalizacji tego miasta położonego na włoskiej Sardynii i poprawy możliwości poruszania się po nim. Wykorzystano partycypacyjny proces planowania. Intensyfikując miasto, ponownie wykorzystano przestrzeń publiczną i budynki
Portland	Opracowany w 2012 roku plan kompletnych dzielnic zakłada wspieranie młodzieży, zapewnienie niedrogich mieszkań i promowanie handlu w historycznych, niedostatecznie obsługiwanych dzielnicach. Promuje chodzenie i jazdę na rowerze jako sposób na zwalczenie otyłości oraz dostępność niedrogiej zdrowej żywności. Wymaga przejrzystości i zaangażowania społeczności
Melbourne	W planie Melbourne na lata 2017–2050 zaproponowano budowę 20-minutowych dzielnic i nowych ścieżek rowerowych
Singapur	W 2019 roku Urząd Transportu Lądowego zaproponował plan generalny z celami 15-minutowego miasta
Bogota	W 2021 roku wdrożono 84 km ścieżek rowerowych, aby zachęcić do dystansu społecznego podczas pandemii COVID-19
Lagos	Podczas pandemii COVID-19 zamknięte szkoły przekształcono w rynki żywności, aby zapobiec panicznym zakupom

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury.

Koncepcja miasta 15-minutowego przyczynia się do zwiększenia gęstości zabudowy, która w strefie podmiejskiej jest coraz wyższa. Pozwala na rewitalizację terenów zdegradowanych i dysfunkcyjnych, np. pogórnich, powojennych, pokolejowych, przemysłowych. Koncepcja miast krótkich dystansów jest odpowiedzią na wiele problemów z przestrzenią i transportem w mieście. Idea ta staje się także modelem rewitalizacji po pandemii z nowatorskim podejściem do jakości życia i zdrowia miejskiego. Przeprojektowanie miast jest rozwijane z wykorzystaniem technologii sieciowych *smart city*.

Koncepcje SC, odporności miejskiej i zrównoważonego rozwoju można mierzyć z wykorzystaniem norm ISO 37120, ISO 37122 i ISO 37123, które zostaną przybliżone w kolejnym podrozdziale.

2.4. Standaryzacja w kontekście miasta

Standardy dotyczące SC pozwalają na prowadzenie raportowania rozwoju miast w kierunku zrównoważonym i odporności. Polega to na dostarczaniu kompleksowej i rzetelnej informacji z zakresu uwarunkowań gospodarczych, środowiskowych i społecznych

miasta względem interesariuszy. Raportowanie służy zwiększeniu transparentności podejmowanych działań i jest podstawą procesu decyzyjnego. Stanowi też istotny element zarządzania strategicznego miastem, gdyż odzwierciedla poziom realizacji celów strategicznych. Umożliwia prowadzenie komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej, konkretyzuje strategię rozwoju i dostarcza kluczowych informacji dotyczących wydajności działań samorządu miejskiego. Przyczynia się do wzrostu znaczenia i wiarygodności miasta na arenie krajowej i światowej. Raport służy mierzeniu, ujawnianiu i ponoszeniu odpowiedzialności za wyniki i wydajność danych o mieście. Proces raportowania dostarcza kompleksowej informacji na temat funkcjonowania miasta w złożonym otoczeniu. Obejmuje takie zagadnienia, jak: jakość życia, wyniki finansowe, sytuacja ekonomiczna, oddziaływanie miasta na środowisko, skuteczność i efektywność działania służb publicznych. Przegląd standardów ISO dotyczących koncepcji *smart city* zaprezentowano w tabeli 2.4.

TABELA 2.4. Przegląd standardów z zakresu koncepcji *smart city*

Norma	Nazwa opracowania	Charakterystyka
ISO 37120	Zrównoważony rozwój społeczności – Wskaźniki dla usług miejskich i jakości życia (<i>Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life</i>)	Określa wskaźniki dotyczące pomiaru usług miejskich i jakości życia
ISO 37121	Zrównoważony rozwój w społecznościach – Inwentaryzacja istniejących wytycznych i podejścia do zrównoważonego rozwoju i odporności w miastach (<i>Sustainable development in communities – Inventory of existing guidelines and approaches on sustainable development and resilience in cities</i>)	Określa wskazówki dotyczące pomiaru odporności miasta i oszacowania skutków zagrożeń
ISO 37122	Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla <i>smart cities</i> (<i>Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities</i>)	Dostarcza wskaźników do poprawy wyników społecznych, gospodarczych i środowiskowych w miastach
ISO 37123	Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla odporności miast (<i>Sustainable cities and communities – Indicators for resilient cities</i>)	Dostarcza wskaźników pomiaru wspierających działania redukujące ryzyko klęski żywiołowej i promujące odporność w miastach
ISO 37101	Zrównoważony rozwój w społecznościach lokalnych – System zarządzania dla zrównoważonego rozwoju – Wymogi ze wskaźnikami stosowania (<i>Sustainable development in communities – Management system for sustainable development – Requirements with guidance for use</i>)	Wspiera społeczność lokalną w zastosowaniu strategii zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem ich gospodarczego, społecznego i środowiskowego kontekstu

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu standardów ISO.

W 2014 roku został opublikowany pierwszy dokument porządkujący podejście do tworzenia rozwiązań *smart city* przez ISO (International Organization for Standardization). Wyznacznikiem dla zawartości informacyjnej raportu rozwoju miasta w kierunku *smart* może być norma ISO 37120¹²¹ oraz jej zakres dotyczący jakości życia i usług publicznych. Inicjatorem i współtwórcą tego standardu była Światowa Rada Danych Miejskich (World Council on City Data)¹²², która zajmuje się budową innowacyjnych rozwiązań w zakresie zestandaryzowanych danych miejskich. Pozwala ona mierzyć i kontrolować poziom rozwoju pod kątem społecznym, gospodarczym i środowiskowym. Norma 37120 jest wykorzystywana przez miasta do oceny wydajność i kontroli postępów w realizacji założeń rozwoju miejskiego. Informacje wynikające z jej stosowania mogą być wykorzystane do określenia najlepszych praktyk i uczenia się od siebie nawzajem, przyczyniają się też do transparentności i otwartości baz danych, zwiększając atrakcyjność inwestycyjną miast. Pomiar stanu rozwoju miasta wskaźnikami zaproponowanymi w normie wspiera raportowanie, śledzenie i monitorowanie postępów w jego działalności, a także określanie potrzeb na przyszłość.

Norma ISO 37120 obejmuje 17 grup tematycznych z 46 podstawowymi i 54 dodatkowymi wskaźnikami. Spośród tych grup najwięcej dotyczy aspektów społecznych, takich jak: jak zdrowie, edukacja, rekreacja, bezpieczeństwo, reagowanie kryzysowe, zarządzanie, ochrona najuboższych, telekomunikacja, transport, planowanie przestrzenne. Najliczniejszą grupą pod względem łącznej liczby wskaźników jest gospodarka odpadami stałymi (aż dziesięć). Natomiast najwięcej mierników podstawowych zidentyfikowano w gospodarce ściekami (pięć), a dodatkowych – w gospodarce odpadami stałymi (siedem). Wskaźników podstawowych nie wyróżniono w rekreacji, natomiast dodatkowych – w gospodarce ściekami. W grupie planowanie przestrzenne wskaźnikiem podstawowym jest powierzchnia terenów zielonych na 100 tysięcy osób. Z kolei roczna liczba nasadzonych drzew na 100 tysięcy osób, udział powierzchni nieformalnych osiedli i współczynnik pracy do zamieszkania należą do wskaźników uzupełniających.

Miasta podlegają audytowi niezbędnemu do certyfikacji ISO 37120. Aktualnie takim certyfikatem dysponują 64 miasta na świecie (z 36 krajów). W zależności od liczby zidentyfikowanych wskaźników wyróżniamy pięć poziomów certyfikacji:

- aspirujący (30–44 wskaźniki podstawowe),
- brązowy (powyżej 45 wskaźników podstawowych i do 14 wskaźników dodatkowych),
- srebrny (powyżej 45 wskaźników podstawowych i 15–29 wskaźników dodatkowych),
- złoty (powyżej 45 wskaźników podstawowych i 30–44 wskaźniki dodatkowe),
- platynowy (powyżej 45 wskaźników podstawowych i powyżej 45 wskaźników dodatkowych).

¹²¹ ISO 37120:2014 Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-1:v1:en [dostęp: 8.07.2022].

¹²² World Council on City Data, www.open.dataforcities.org/ [dostęp: 5.07.2022].

Pierwszymi miastami, które przeszły proces certyfikacji w 2014 roku, były: Amsterdam, Rotterdam, Helsinki, Whitby, Barcelona, Boston, Guadalajara, Bogota. Najwięcej miast ma certyfikat na poziomie platynowym. Natomiast w Polsce w 2017 roku zostały wyróżnione dwa miasta – Kielce (www.idea.kielce.eu) i Gdynia (www.otwarte.dane.gdynia.pl), a w następnym roku Warszawa (www.danepowarszawsku.pl).

Do przygotowania audytu SC można również wykorzystać normę ISO 37122, która została opublikowana w 2019 roku i dostarcza indeksów do pomiaru poziomu usług publicznych z wykorzystaniem ICT. Obejmuje 76 wskaźników w 19 grupach tematycznych. Najliczniejszymi grupami pod względem łącznej liczby indeksów są transport (aż dziesięć) i energia (siedem). Rekreacja, gospodarka wodna i miejskie rolnictwo z bezpieczeństwem żywności mają tylko po dwa wskaźniki. Planowanie przestrzenne obejmuje trzy wskaźniki: roczna liczba obywateli zaangażowanych w proces planowania na 100 tysięcy mieszkańców, średni czas na wydanie pozwolenia na budowę oraz udział ludności miasta żyjącej w średniej lub dużej gęstości zaludnienia¹²³.

W procesie raportowania *smart city* można skorzystać ze standardu ISO 37123, który został opublikowany w 2019 roku i służy do pomiaru poziomu odporności miejskiej. Obejmuje 66 wskaźników z 16 grup tematycznych. Najliczniejszą grupą pod względem łącznej liczby indeksów jest środowisko (aż 9). Transport i gospodarka odpadami mają tylko po jednym wskaźniku. W grupie planowanie przestrzenne wyróżniamy 6 wskaźników: udział terenów objętych publicznie dostępnymi mapami zagrożeń, udział gruntów nadbrzeżnych i przestrzeni publicznej wraz z chodnikami zbudowanymi z porowatych materiałów drenażowych, udział gruntów wysokiego ryzyka, na których wdrożono środki ograniczające ryzyko, udział wydziałów miejskich i służb komunalnych, które przeprowadzają ocenę ryzyka przy planowaniu i inwestowaniu, udział zalanej infrastruktury krytycznej, udział wydatków na retencję wody w budżecie miejskich środków zapobiegawczych¹²⁴.

Najwięcej wskaźników zawiera norma ISO 37120 (100 indeksów), a najmniej norma ISO 37123 (66 indeksów). Natomiast najliczniejszą pod względem grup tematycznych jest norma ISO 37122, gdyż obejmuje ich aż 19. Ogólne informacje na temat standardów ISO z zakresu *smart city* zaprezentowano w tabeli 2.5.

¹²³ ISO 37122:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en [dostęp: 1.07.2022].

¹²⁴ ISO 37123:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for resilient cities, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37123:ed-1:v1:en [dostęp: 1.07.2022].

TABELA 2.5. Zarys informacji o standardach ISO z zakresu *smart cities*

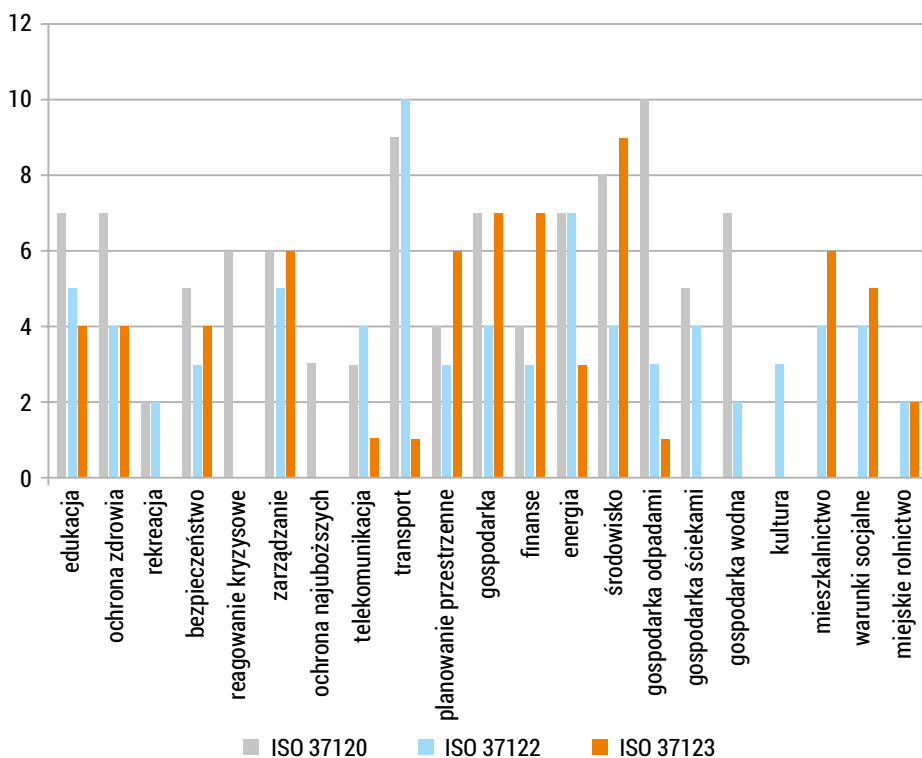
Norma	Rok publikacji	Nazwa standardu	Liczba kategorii	Liczba wskaźników
ISO 37120	2014	Zrównoważony rozwój społeczności – Wskaźniki dla usług miejskich i jakości życia	17	46 + 54*
ISO 37122	2019	Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla <i>smart cities</i>	19	76
ISO 37123	2019	Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla odporności miast	16	66

LEGENDA: * Liczba podstawowych + dodatkowych wskaźników.

ŹRÓDŁO: opracowanie na podstawie ISO 37120:2014, ISO 37122:2019, ISO 37123:2019.

Wspólnych grup tematycznych dla wszystkich norm jest dwanaście. Na rysunku 2.3 zilustrowano ogólną liczbę wskaźników w poszczególnych grupach tematycznych dla analizowanych standardów. Standard ISO 37120 ma dwie własne grupy – reagowanie kryzysowe (sześć indeksów) i ochrona najuboższych (trzy indeksy), a ISO 37122 tylko jedną – kulturę (trzy indeksy). Z kolei ISO 37122 i ISO 37123 mają trzy wspólne grupy tematyczne: mieszkalnictwo (odpowiednio cztery indeksy i sześć indeksów), warunki socjalne mieszkańców (cztery indeksy i pięć indeksów) i miejskie rolnictwo (po dwa indeksy). Normy ISO 37120 i ISO 37122 mają trzy wspólne grupy: rekreacja (po dwa indeksy), gospodarka ściekami (pięć indeksów i cztery indeksy) i gospodarka wodna (siedem indeksów i dwa indeksy). W analizowanych normach najwięcej wskaźników (po dziesięć) jest dla transportu (ISO 37122) i gospodarki odpadami (ISO 37120), a najmniej (tylko po jednym) mają telekomunikacja (ISO 37123), transport (ISO 37123) i gospodarka odpadami (ISO 37123).

Poszczególne grupy tematyczne standardów ISO z zakresu *smart city* przenalizowano w sześciu wymiarach według Giffingera, do których zaliczamy: ekonomię, ekologię, mobilność, jakość życia, kapitał ludzki i administrację publiczną. Najwięcej grup tematycznych ma jakość życia, natomiast najmniej liczne są kapitał ludzki i administracja publiczna (po jednym). Zestawienie wymiarów SC w poszczególnych grupach tematycznych według Giffingera dla analizowanych standardów ISO zaprezentowano w tabeli 2.6.



RYSUNEK 2.3. Liczba wskaźników w poszczególnych grupach tematycznych dla standardów ISO z zakresu *smart cities*

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: ISO 37120:2016, ISO 37122:2019, ISO 37123:2019.

TABELA 2.6. Zestawienie wymiarów *smart cities* Giffingera w poszczególnych grupach tematycznych dla standardów ISO

Wymiary	ISO 37120	ISO 37122	ISO37123
Ekonomia	- gospodarka - finanse	- gospodarka - finanse	- gospodarka - finanse
Ekologia	- energia - środowisko - gospodarka odpadami - gospodarka ściekami - gospodarka wodna	- energia - środowisko - gospodarka odpadami - gospodarka ściekami - gospodarka wodna	- energia - środowisko - gospodarka odpadami – –
Mobilność	- telekomunikacja - transport	- telekomunikacja - transport	- telekomunikacja - transport

Wymiary	ISO 37120	ISO 37122	ISO37123
Jakość życia	• ochrona zdrowia • bezpieczeństwo • planowanie przestrzenne • rekreacja • – • – • – • – • reagowanie kryzysowe • ochrona najuboższych	• ochrona zdrowia • bezpieczeństwo • planowanie przestrzenne • rekreacja • kultura • mieszkalnictwo • warunki socjalne • miejskie rolnictwo • – • –	• ochrona zdrowia • bezpieczeństwo • planowanie przestrzenne • – • – • mieszkalnictwo • warunki socjalne • miejskie rolnictwo • – • –
Kapitał ludzki	• edukacja	• edukacja	• edukacja
Administracja publiczna	• zarządzanie	• zarządzanie	• zarządzanie

ŹRÓDŁO: opracowanie na podstawie: ISO 37120:2016, ISO 37122:2019, ISO 37123:2019.

Wnioski z rozdziału 2

Przeprowadzone rozważania teoretyczne dotyczące *urban smartness* można ująć w następujących wnioskach:

1. *Urban smartness* według Renaty Paoli Dameri oznacza wzrost gospodarczy miasta zharmonizowany ze zrównoważonym rozwojem, który tworzy bezpieczne i zróżnicowane kulturowo miasto oferujące wypoczynek i wygodne w nim życie. Definicja ta jest oparta na łańcuchu wartości SC.
2. Maria-Lluïsa Marsal-Llacuna wyróżnia trzy czynniki inteligencji miejskiej: rozwój miejski, zrównoważony rozwój i odporność miejską.
3. Autorka podjęła próbę sformułowania definicji *urban smartness*: jest to poziom rozwoju miejskiego wykorzystujący wiedzę i aktywne uczestnictwo społeczeństwa obywatelskiego z zastosowaniem innowacji technologicznych służących reagowaniu na bieżące zakłócenia oraz dbający jednocześnie o potrzeby przyszłych pokoleń.
4. Odporność miejska jest zbieżna z koncepcją zrównoważonego rozwoju, ale znacznie szersza, gdyż oprócz kwestii racjonalnego wykorzystania zasobów przyrodniczych uwzględnia również aspekty gospodarcze, społeczne i instytucjonalno-polityczne.
5. Koncepcja miasta odpornego wyróżnia cztery składowe, do których zaliczamy: odporność ekonomiczną, odporność społeczną, odporność infrastrukturalną i odporność instytucjonalną.

6. Miasto zrównoważone zostało utożsamione z miastem krótkich dystansów. Ta koncepcja jest współcześnie bardzo popularna. Wyróżnia się w niej cztery wymiary: społeczno-demograficzny, gospodarczy, środowiskowy i instytucjonalno-polityczny.
7. Sposobem na rozwiązanie problemów w zarządzaniu przestrzennym miastem może być wdrażanie koncepcji miasta krótkich dystansów. Jednym z jej odpowiedników jest miasto 15-minutowe.
8. Do najważniejszych standardów dotyczących *smart city* zaliczamy ISO 37120, ISO 37122 i ISO 37123. Według normy ISO 37120 *smart city* służy do sporządzania audytów, ale jest trudne do stosowania, gdyż krajowe statystyki nie ujmują niektórych wskaźników na poziomie miast.

Rozdział 3

Charakterystyka wybranych rankingów *smart city*

3.1. Rankingi miast

Ranking (od ang. *rank* – rząd, szereg) jest klasyfikacją wartości liczbowych podmiotów (osób, instytucji, rzeczy, przedsiębiorstw itp.) przyporządkowanych według wcześniej określonych kryteriów oceniających¹²⁵. Rankingi określają zajmowaną pozycję (zaszeregowanie) ocenianego obiektu w ustalonej kolejności. Są ważnym elementem ustalania rangi konkurencyjnej miasta w odniesieniu do zarządzania, jakości życia, innowacyjności, atrakcyjności biznesowej itp. Jedną z ich podstawowych funkcji jest wykorzystanie rezultatów w praktyce społeczno-gospodarczej, gdyż stanowią bazę ocen służących rekomendacjom i podstawę podejmowania właściwych decyzji przez władze.

Rankingi pełnią różnorodne funkcje, a do najistotniejszych zaliczamy:

- informacyjną – baza danych o analizowanych obiektach, zbiór informacji tworzony przez organizacje zewnętrzne na podstawie jednakowych i powtarzalnych cech,
- komparatywną – komponent pozycjonowania na tle innych ocenianych obiektów, przeciwstawiania ich sobie, ukazywania różnic, dystansów według przyjętych cech, mierników,
- diagnostyczną (ewaluacyjną) – analiza danej tematyki, sytuacji poprzez określenie słabych i mocnych stron obiektu,
- stymulującą – impuls do poprawy pozycji konkurencyjnej i przesłanka do zmiany (aktualizacji) strategii, uruchamiania określonych działań dotychczas niepodejmowanych lub słabo rozwijanych,
- edukacyjną – narzędzie zwartej wiedzy na analizowany temat, przedstawiające trendy rozwojowe i ukazujące przyczyny sukcesu lub porażki,
- demonstracyjną – instrument marketingowy, promocja wśród odbiorców, sposób na przedstawienie obiektu w sytuacji lepszych rezultatów, w korzystniejszym świetle niż konkurencyjne obiekty.

¹²⁵ Słownik języka polskiego, PWN, www.sjp.pwn.pl [dostęp: 12.11.2023].

Rankingi miast prezentują kompleksowe funkcjonowanie miasta lub tylko wybranej sfery i corocznie są publikowane w ogromnej liczbie przez organizacje rządowe, instytucje konsultingowe, banki, instytuty naukowo-badawcze, media. Wykorzystywane są do określenia istotnych wyróżników sukcesu miasta i odgrywają rolę benchmarkingową (porównanie danego obiektu z najlepszymi konkurentami w analizowanej dziedzinie), mimo że występują w nich problemy z dokładnością, aktualnością i porównywalnością danych.

Greg Clark i Tim Moonen w pracy *The business of cities*¹²⁶ zaprezentowali 107 kluczowych dla świata rankingów miast z różnych dziedzin. Wyróżnili oni rankingi: ogólne, ekonomiczne, finansowo-biznesowe, kapitału ludzkiego, jakości życia, kosztów życia, wizerunkowe, środowiskowe, infrastruktury i nieruchomości, zarządzania, władz miejskich. Wśród instytucji i organizacji, które przygotowują ważniejsze zestawienia miast, znajdują się m.in. A.T. Kearney, 2ThinkNow, Knight Frank, UN-Habitat, Economist Intelligence Unit, PricewaterhouseCoopers.

Rankingi ogólne obejmują wiele dziedzin społeczno-gospodarczego rozwoju miasta. Zaliczamy do nich: MORI *Global Power City Index* (GPCI)¹²⁷, A.T. Kearney *Global Cities Index* (GCI)¹²⁸, PricewaterhouseCoopers *Cities of Opportunity*¹²⁹. Polskim odpowiednikiem jest Raport PricewaterhouseCoopers na temat wielkich miast Polski¹³⁰.

Rankingi ekonomiczne kładą nacisk na gospodarcze warunki rozwoju miasta, takie jak: produkt krajowy, wartość eksportu produktów miejskich, zadłużenie, zatrudnienie, liczba siedzib firm transportowych. Do najważniejszych można zaliczyć: *The World According to Globalization and World Cities* (GaWC)¹³¹, *Global Metro Monitor*¹³², *Milken Institute Best-Performing Cities*¹³³, *Nordea Metrox*¹³⁴.

Rankingi finansowo-biznesowe oceniają kondycję finansową miast, atrakcyjność dla inwestorów i otoczenie biznesowe. Wśród nich możemy wyróżnić np. *Cushman & Wakefield European Cities Monitor*¹³⁵, *IBM Global Locations Trends*¹³⁶, *MarketWatch*

¹²⁶ T. Clark, G. Moonen, *The business of cities 2015. What do 150 city indexes and benchmarking studies tell us about the urban world in 2013?*, www.web.worldbank.org [dostęp: 23.11.2022].

¹²⁷ Institute for Urban Strategies. The Mori Memorial Foundation, *Global Power City Index 2022*, www.mori-m-foundation.or.jp [dostęp: 2.03.2023].

¹²⁸ A.T. Kearney, *Readiness for the storm: the 2022 Global Cities Report*, www.kearney.com/global-cities/ [dostęp: 12.03.2023].

¹²⁹ PricewaterhouseCoopers, *Cities of Opportunity*, www.pwc.com [dostęp: 13.03.2023].

¹³⁰ PwC, *Raport o polskich metropoliach 2019*, www.pwc.pl [dostęp: 23.10.2022].

¹³¹ Globalization and World Cities, *The World According to GaWC*, <http://www.lboro.ac.uk/gawc/> [dostęp: 22.04.2022].

¹³² Brookings, *Global Metro Monitor*, www.brookings.edu [dostęp: 12.11.2022].

¹³³ Milken Institute, *Best Performing Cities*, www.milkeninstitute.org/best-performing-cities [dostęp: 19.12.2022].

¹³⁴ Nordea, *Fourth-Quarter and Full-Year Financial Report 2022*, www.nordea.com [dostęp: 12.03.2023].

¹³⁵ Cushman & Wakefield 20th annual *European Cities Monitor*, www.europe-re.com [dostęp: 29.12.2022].

¹³⁶ IBM Institute for Business Value, *Global Locations Trends*, www.ibm.com [dostęp: 22.12.2022].

*Best Cities for Business*¹³⁷, *Small Business Vitality Rankings*¹³⁸, ranking „Forbesa” – *Miasta przyjazne dla biznesu* czy ranking „Newsweeka”¹³⁹.

Rankingi kapitału społecznego klasyfikują gospodarkę opartą na wiedzy, uwzględniając: wykształcenie, jakość pracy, innowacyjność i kreatywność siły roboczej, jakość edukacji, potencjał naukowy. Możemy do nich zaliczyć: *Innovation Cities Program* przygotowywany przez 2ThinkNow¹⁴⁰, *Hot Spots* opracowywany przez Economist Intelligence Unit and Citigroup¹⁴¹, projekt *Global Urban Competitiveness Report* tworzony przez UN-Habitat¹⁴², *Ericsson Networked Society City Index*¹⁴³, Robert Huggins *World Knowledge Competitiveness Index*¹⁴⁴, AON *Global Risk Management Survey*¹⁴⁵, *QS World University Rankings*¹⁴⁶, *World Cities of Scientific Knowledge*¹⁴⁷, *Best Student Cities*¹⁴⁸, *Shanghai Rankings*¹⁴⁹.

Rankingi jakości życia uwzględniają parametry warunków i poziomu życia w miastach, które są istotne dla mieszkańców. Klasyfikacje te są przygotowywane na podstawie wyników sondażu diagnostycznego w formie badań ankietowych. Są to np. *The Global Liveability Index* organizacji Economist Intelligence Unit¹⁵⁰, Knight Frank *Global Residential Cities Index*¹⁵¹ czy ranking „Wprost” dotyczący miast najlepszych do życia¹⁵². Natomiast rankingi kosztów życia koncentrują się na cenach mieszkań,

¹³⁷ MarketWatch, *Best for Business: The full list and rankings*, www.marketwatch.com [dostęp: 15.12.2022].

¹³⁸ *Small Business Vitality Rankings*, www.bizjournals.com [dostęp: 17.12.2022].

¹³⁹ A. Rejer, *Pandemia nie zatrzymała przedsiębiorczych. Ranking Miasta Przyjazne dla Biznesu 2021*, www.forbes.pl [dostęp: 5.12.2022].

¹⁴⁰ 2ThinkNow, *Innovation Cities Program, Making Cities Innovative*, www.innovation-cities.com/world-city-rankings [dostęp: 13.03.2023].

¹⁴¹ Economist Intelligence Unit, *Hot Spots: benchmarking global city competitiveness*, www.citigroup.com [dostęp: 14.03.2023].

¹⁴² UN-Habitat, *Global Urban Competitiveness Report (2020–2021). Global Urban Value Chain: Insight into Human Civilization over Time and Space*, www.unhabitat.org [dostęp: 14.03.2023].

¹⁴³ Ericsson, *Networked Society City Index 2016*, www.ericsson.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁴ R. Huggins, H. Izushi, W. Davies, L. Shougui, *World Knowledge Competitiveness Index 2008. Centre for International Competitiveness*, Cardiff School of Management, www.publication.ac.uk [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁵ AON, *Global Risk Management Survey 2021*, www.assets.foleon.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁶ *QS World University Rankings 2023: Top global universities*, www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2023 [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁷ *Leading 200 science cities*, www.nature.com/nature-index [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁸ *QS Best Student Cities 2023*, www.topuniversities.com/city-rankings/2023 [dostęp: 12.03.2023].

¹⁴⁹ *Academic Ranking of World Universities 2022*, www.shanghairanking.com/rankings/arwu/2022 [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁰ Economist Intelligence Unit, *The Global Liveability Index 2022. Recovery and hardship*, www.eiu.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵¹ Knight Frank, *Global Residential Cities Index – Q3 2022*, www.knightfrank.com/research/report [dostęp: 14.03.2023].

¹⁵² „Wprost”, *Ranking miast 2016*, www.rankingi.wprost.pl/ranking-miast [dostęp: 12.03.2023].

komunikacji, komunalnych usług miejskich i komercyjnych oraz placówkach handlowych, często w zestawieniu z wysokością zarobków, poziomem siły nabywczej. Zaliczamy do nich: Mercer *Cost of Living Survey*¹⁵³, Economic Intelligence Unit *Most Expensive Cities*¹⁵⁴, Numbeo *Price Rankings by Local Transport*¹⁵⁵, McKinsey & Company *Urban transportation*¹⁵⁶, WorldAtlas *Cost of Public Transit*¹⁵⁷, ECA International *Cost of Living*¹⁵⁸, UBS *Prices and Earnings*¹⁵⁹.

Rankingi wizerunkowe skupiają się na image'u miasta, oceniają siłę jego marki i jego atrakcyjność dla turystów i uczestników kongresów. Wśród nich znajdują się: Euromonitor International *Top City Destinations*¹⁶⁰, ECA International *Location Rating Survey*¹⁶¹, International Congress and Convention Association *Destination Performance Index*¹⁶², *European Cities Marketing Benchmarking Report*¹⁶³, *Magnetyzm polskich miast* BAV Consulting.

Rankingi środowiskowe oceniają dostępność i jakość środowiska przyrodniczego, realizację idei zrównoważonego rozwoju, działania proekologiczne, głównie energooszczędne technologie. Do nich zaliczamy: Mercer *Eco City Ranking*, Siemens/EIU *European Green City Index*¹⁶⁴, *European smart cities*¹⁶⁵.

Z kolei istotnymi rankingami infrastruktury są: Mercer *Top Cities for Infrastructure*¹⁶⁶, Cushman & Wakefield *Office Space*¹⁶⁷ czy też *Main Streets Across the World*¹⁶⁸. Natomiast do rankingów władz miejskich zaliczamy: *World*

¹⁵³ Mercer, *Cost of Living City Ranking 2022*, www.mercer.com/our-thinking [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁴ Economist Intelligence Unit, *Worldwide Cost of Living 2022. How soaring inflation has affected prices globally*, www.eiu.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁵ Numbeo, *Price Rankings by Country of One-way Ticket (Local Transport)*, www.numbeo.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁶ McKinsey & Company, *Urban transportation systems of 25 global cities. Elements of success*, www.mckinsey.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁷ WorldAtlas, *Cost of Public Transit By Country*, www.worldatlas.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁸ ECA International, *Cost of Living*, www.eca-international.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁵⁹ UBS, *Prices & Earnings report compares the cost of living in 77 cities worldwide*, www.ubs.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁰ Euromonitor International, *Euromonitor report reveals world's top 100 city destinations for 2022*, www.euromonitor.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶¹ ECA International, *Location Ratings*, www.eca-international.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶² ICCA, *Top performing destinations for international association meetings 2022*, www.iccaworld.org [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶³ ECM, *Benchmarking Report 2021*, www.citydestinationsalliance.org [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁴ Siemens/EIU, *European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe's major cities*, www.assests.new.siemens.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁵ *European smart cities*, www.smart-cities.eu [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁶ Mercer, *Top Cities for Infrastructure*, www.businessinsider.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁷ Cushman & Wakefield, *Office Space Across the World 2017*, www.cushmanwakefield.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁶⁸ Cushman & Wakefield, *Main Streets Across the World 2022*, www.cushmanwakefield.com [dostęp: 12.03.2023].

Mayor¹⁶⁹, przygotowywany przez „Newsweeka” *Ranking prezydentów miast*¹⁷⁰, *Ranking samorządów „Rzeczypospolitej”*¹⁷¹, *Ranking powiatów Związku Miast Powiatowych*¹⁷².

Do rankingów *smart cities* o zasięgu globalnym zaliczamy opracowania takich instytucji, jak Eden Strategy Institute i ONG & ONG Pte Ltd., IESE Business School University of Navarra, ABI Research. Różne lokaty miast w rankingach wynikają z przyjętych w badaniach założeń metodologicznych. Najważniejszymi wskaźnikami odnoszącymi się do koncepcji SC są: *Smart Cities Index* (International Data Corporation, IDC)¹⁷³, *Global Smart City Index* (GSCI), *Global Smart City Performance Index* (Juniper Research)¹⁷⁴, *World's Smartest Cities*¹⁷⁵ (Forbes), *Spatially Adjusted Liveability Index* (Economist Intelligence Unit)¹⁷⁶, *Quality of Living Survey* (Mercer Consulting Human Resources)¹⁷⁷, *Networked Society City Index* (Ericsson)¹⁷⁸. Charakterystykę wybranych rankingów SC z kategoriami wskaźników i najlepszymi miastami zaprezentowano w tabeli 3.1.

W badaniach Eden Strategy Institute uwzględniono miasta, które pojawiały się w rankingach: *Cities in Motion* (IESE)¹⁷⁹, *Smart City* (EasyPark), *Smart City Ranking* (Juniper Research), *Smart Cities Prospects* (Procedia Computer Science). Pierwsza dziesiątka obejmuje następujące miasta: Londyn, Singapur, Seul, Nowy Jork, Helsinki, Montreal, Boston, Melbourne, Barcelona, Szanghaj. Do oceny 140 miast przyjęto takie obszary, jak: wizja SC, przywództwo, budżetowanie, bodźce finansowe dla sektora prywatnego, programy wspomagające, orientacja na mieszkańców, ekosystem innowacji, *smart* polityka, doświadczenia miasta w zakresie inicjowania projektów *smart* zakończonych sukcesem i programy skierowane na *smart* umiejętności wśród mieszkańców.

Ranking ABI Research uwzględnia wyłącznie duże miasta zlokalizowane w rozwiniętych gospodarczo regionach Ameryki Północnej, Europy, Bliskiego Wschodu i Azji. Ze względu na charakter miasta w badaniach wyróżniono: huby handlowe, cargo i transportowe (Singapur – 1. miejsce, Dubaj – 2. miejsce, Szanghaj – 9. miejsce), ośrodki polityczne (Londyn – 3. miejsce, Paryż – 5. miejsce, Tokio – 6. miejsce,

¹⁶⁹ *World Mayor. Honoring outstanding mayors since 2004*, www.worldmayor.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁷⁰ „Newsweek”, *Ranking prezydentów miast*, www.newsweek.pl [dostęp: 13.03.2023].

¹⁷¹ „Rzeczpospolita”, *Ranking samorządów*, www.rankingsamorzadow.rp.pl [dostęp: 13.03.2023].

¹⁷² Związek Miast Powiatowych, *Ogólnopolski Ranking Powiatów i Miast na prawach powiatu*, www.ranking.zpp.pl [dostęp: 13.03.2023].

¹⁷³ IDC, *Smart Cities Index*, www.idcsmartcity.com [dostęp: 1.03.2023].

¹⁷⁴ Juniper Research, *Smart Cities: Key Technologies, Environmental Impact & Market Forecasts 2022–2026*, www.juniperresearch.com [dostęp: 12.03.2023].

¹⁷⁵ Forbes, *20 Smartest Cities In The World 2023*, www.forbesmiddleeast.com/industry [dostęp: 31.10.2023].

¹⁷⁶ Economist Intelligence Unit, *Spatially Adjusted Liveability Index*, www.businessinsider.com/the-spatially-adjusted-living-index-2012-7?IR=T [dostęp: 4.05.2022].

¹⁷⁷ Mercer, *Quality of Living city ranking 2019*, www.mobilityexchange.mercer.com [dostęp: 2.03.2023].

¹⁷⁸ Ericsson, *Networked Society City Index 2016*, www.mb.cision.com [dostęp: 3.03.2023].

¹⁷⁹ IESE *Cities in Motion*, IESE Business School University Navarra 2017, <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0442-E.pdf> [dostęp: 2.03.2023].

Seul – 7. miejsce, Beijing – 10. miejsce) i gospodarcze obszary metropolitarne (Nowy Jork – 4. miejsce, Los Angeles – 8. miejsce). Podstawą rankingu jest analiza innowacyjnych programów i strategii rozwoju miast oraz ocena udziału rynkowego *smart* rozwiązań w porównaniu z PKB miasta. W 2019 roku globalna wartość rynku technologii wynosiła 1,4 biliona USD, a globalne oszczędności kosztów dla władz miejskich – 580 miliardów USD¹⁸⁰.

Smart City Ranking opracowywany jest przez Juniper Research. Ranking 50 miast świata opiera się na ocenie wielu aspektów *smart city*, które obejmują transport i infrastrukturę, energię i oświetlenie, zarządzanie miastem i technologię oraz łączność miejską. Top 6 tworzą w kolejności: Szanghaj, Nowy Jork, Toronto, Seul, Shenzhen i Sydney. Szanghaj jest wiodącym miastem ze względu na wzorcową platformę danych (Suishenban Citizen Cloud), kompleksowe wdrożenia 5G i wykorzystanie innowacyjnych technologii, w tym cyfrowych bliźniaków. Wydatki na *smart city* w Azji wzrosły o 120%. Rynki wschodzące w Indonezji, Tajlandii i Wietnamie odnotują silny wzrost w związku z wdrażaniem inicjatyw SC. Przewiduje się, że wydatki na sprzęt i oprogramowanie osiągną 42 miliardy dolarów w 2028 roku w porównaniu z 19 miliardami dolarów w 2023 roku¹⁸¹. Dzięki wdrożeniu koncepcji SC oszczędności wyniosą 249 miliardów dolarów w 2028 roku w porównaniu z 96 miliardami dolarów w 2023 roku i wzrosną o 159%.

Jeśli chodzi o wiodące *smart cities* w Europie, w 2023 roku były to: Berlin, Londyn, Barcelona, Rzym i Madryt. Analizy Juniper wskazały na pierwszym miejscu Berlin, którego władze skupili się na poprawie infrastruktury tranzytowej. Dzięki aplikacji Maas (Mobility-as-a-Service) Jelbi zintegrowano transport publiczny i prywatny. Berlin podjął również proaktywne kroki w zakresie współdzielonej mikromobilności i wytwarzania energii odnawialnej. Redukcja emisji CO₂ jest kluczowym czynnikiem napędzającym wdrażanie SC. Powszechna presja kosztowa w europejskim sektorze energetycznym wymusza koncentrację na strategiach redukujących koszty i wdrożeniach energii odnawialnej, takich jak wykorzystanie sztucznej inteligencji w systemach *smart grid*. Przewiduje się, że zaoszczędzone emisje CO₂ na wdrożenia SC w Europie osiągną 247 MMT w 2028 roku w porównaniu z 161 MMT w 2023 roku i oznaczają wzrost o 53%¹⁸².

Kolejny ranking *smart city* opracowywany jest przez EasyPark Group, która jest liderem w wykorzystaniu innowacyjnych technologii dla *smart* mobilności w miastach. Badania skupiają się na czterech obszarach, do których zaliczamy: cyfrowe życie mieszkańców (adopcja obywatelska i rządowa, innowacje w opiece zdrowotnej, edukacja techniczna), innowacyjną mobilność (innowacje parkingowe, zarządzanie

¹⁸⁰ ABI Research The Tech Intelligence ExpertsSM, *Ranking Smart Cities: Relevance and Challenges*, www.abiresearch.com/market-research [dostęp: 30.10.2023].

¹⁸¹ Juniper Research, *Shanghai ranked number one smart city for Asia in 2023*, www.intelligentcio.com [dostęp: 31.10.2023].

¹⁸² Juniper Research, *Berlin Ranked Number 1 Smart City for Europe in 2023*, www.intelligentcio.com [dostęp: 30.10.2023].

ruchem, czysty transport), infrastrukturę biznesowo-technologiczną (innowacje w biznesie, płatności elektroniczne, łączność z internetem) i ślad środowiskowy (zielona energia, zielone budynki, gospodarka odpadami, reakcja na zmiany klimatu). W rankingach miast wyróżniono trzy kategorie oparte na liczbie ludności w obszarach metropolitarnych: powyżej 3 milionów mieszkańców (Londyn, Nowy Jork, San Francisco), od 600 tysięcy do 3 milionów mieszkańców (Kopenhaga, Sztokholm, Oslo) i od 50 tysięcy do 600 tysięcy mieszkańców (Lund, Stavanger, Espoo)¹⁸³.

A.T. Kearney bada, które miasta na świecie poprawiają swoją konkurencyjność i jakie czynniki decydują o tym sukcesie. Ocenia również stopień, w jakim miasta są w stanie przyciągnąć, zatrzymać i generować globalne przepływy kapitału, ludzi i idei. *Global Cities Index* analizuje sytuacje miast na podstawie 29 wskaźników obejmujących 5 kluczowych wymiarów: działalność biznesowa (30%; przepływ kapitału, dynamika rynku i obecność dużych przedsiębiorstw), kapitał ludzki (30%; poziom wykształcenia), wymiana informacji (15%; dostęp do informacji za pośrednictwem internetu i innych źródeł medialnych), doświadczenie kulturalne (15%; dostęp do dużych imprez sportowych, muzeów i innych wystaw) i zaangażowanie polityczne (10%; wydarzenia polityczne, ośrodki analityczne i ambasady). Wiodące globalne miasta muszą coraz bardziej konkurować ze wschodzącymi ośrodkami na całym świecie¹⁸⁴.

TABELA 3.1. Wybrane rankingi *smart city* z wymiarami

Nazwa rankingu	Instytucje	Liczba miast	Najlepsze miasta	Wymiary <i>smart city</i>
<i>Global Smart City Index</i>	Institute for Management Development	141	Zurych, Oslo, Canberra	zdrowie i bezpieczeństwo, mobilność, aktywność, możliwości, zarządzanie
<i>Cities in Motion Index (CIMI)</i>	IESE University of Navarra	183	Londyn, Nowy Jork, Paryż	gospodarka, spójność społeczna, kapitał ludzki, zasięg międzynarodowy, technologia, planowanie urbanistyczne, mobilność i transport, środowisko, zarządzanie
<i>Smart Cities Index</i>	EasyPark Group	100	Kopenhaga, Sztokholm, Oslo	transport i mobilność, zrównoważony rozwój, zarządzanie, gospodarka innowacyjna, digitalizacja, bezpieczeństwo cybernetyczne, standard życia, percepcja ekspertów

¹⁸³ EasyPark, *Cities of the Future Index*, www.easyparkgroup.com/studies [dostęp: 31.10.2023].

¹⁸⁴ A.T. Kearney, *The distributed geography of opportunity*, 2023 *Global Cities Report*, www.kearney.com/service [dostęp: 3.11.2023].

Nazwa rankingu	Instytucje	Liczba miast	Najlepsze miasta	Wymiary <i>smart city</i>
<i>TOP 50 Smart City Governments</i>	Eden Strategy Institute	50	Londyn, Singapur, Seul	wizja, przywództwo, budżet, zachęty finansowe, programy wsparcia, gotowość talentów, skoncentrowanie na ludziach, ekosystemy innowacyjne, <i>smart</i> polityka, osiągnięcia
<i>Global Power City Index (GPCI)</i>	Institute for Urban Strategies, The Mori Memorial Foundation	48	Londyn, Nowy Jork, Tokio	gospodarka, badania i rozwój, interakcje kulturowe, żywotność, środowisko, dostępność
<i>Global Smart City Performance Index</i>	Juniper Research	50	Szanghaj, Nowy Jork, Toronto	mobilność, opieka zdrowotna, bezpieczeństwo publiczne, wydajność
<i>Global Cities Index</i>	A.T. Kearney	128	Nowy Jork, Londyn, Paryż	aktywność biznesowa, kapitał ludzki, wymiana informacji, doświadczenie kulturowe, zaangażowanie polityczne
<i>Innovation Cities Index</i>	2ThinkNow	500	Tokio, Londyn, San Francisco	aktywa kulturalne, infrastruktura ludzka (transport, uniwersytety, rząd, technologie), rynki sieciowe (lokalizacja, wojsko, ekonomie powiązanych przedmiotów)
<i>City Competitiveness Index</i>	Economist Intelligence Unit	120	Nowy Jork, Londyn, Singapur	siła gospodarcza, kapitał fizyczny, dojrzałość finansowa, skuteczność instytucjonalna, charakter społeczny i kulturowy, kapitał ludzki, zagrożenia dla środowiska i natury, atrakcyjność globalna
<i>Global Liveability Index</i>	Economist Intelligence Unit	140	Auckland, Osaka, Adelajda	stabilność, opieka zdrowotna, kultura i środowisko, edukacja, infrastruktura
<i>Quality of Living City Index</i>	Mercer	498	Wiedeń, Zurych, Vancouver	dobry konsumpcyjny, otoczenie gospodarcze, zasoby mieszkaniowe, kwestie medyczne i zdrowotne, środowisko naturalne, otoczenie polityczne i społeczne, usługi publiczne i transport, rekreacja, szkoła i edukacja, otoczenie społeczno-kulturowe

Nazwa rankingu	Instytucje	Liczba miast	Najlepsze miasta	Wymiary <i>smart city</i>
<i>Global cities in Harmonious Development</i>	Geography Department at Loughborough University, Globalization and World Cities (GaWC)	707 miast w kategoriach alpha, beta, gamma	Londyn, Nowy Jork, Hongkong	łączność międzynarodowa na podstawie rachunkowości, reklamy, bankowości/finansów, prawa
<i>Sustainable Cities Index</i>	Arcadis	100	Londyn, Sztokholm, Edynburg	ludzie (zdrowie, edukacja, przestępczość, nierówność dochodów, godziny pracy, wskaźnik zależności, dostępność transportu), planeta (dostawy wody, zanieczyszczenia sanitarne i powietrza), zysk (kolej, kongestia powietrzna i drogowa, PKB, łączność mobilna i szerokopasmowa)
<i>European Digital City Index</i>	Nesta, European Digital Forum	60	Londyn, Sztokholm, Paryż	dostęp do kapitału, środowisko biznesowe, infrastruktura biznesowa, infrastruktura cyfrowa, kultura przedsiębiorczości, wiedza, styl życia, rynek, mentoring i pomoc kierownicza, infrastruktura niecyfrowa, umiejętności
<i>Spatially Adjusted Liveability Index</i>	Economist Intelligence Unit	70	Hongkong, Amsterdam, Osaka	tereny zielone, rozlewanie się miasta, zasoby naturalne, zasoby kultury, dostępność komunikacyjna, izolacja, zanieczyszczenie środowiska
<i>Networked Society City Index</i>	Ericsson	41	Sztokholm, Londyn, Singapur	dojrzałość rozwiązań ICT: dostępność szerokopasmowego internetu, opłaty za dostęp do internetu i transmisji danych, występowanie <i>know-how</i> ; miejski ZR: zdrowie, edukacja, inkluzywność społeczeństwa, produktywność, konkurencyjność, zasoby naturalne, zanieczyszczenie środowiska, zmiany klimatu

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu rankingów miast.

Zestawienia miast i *smart cities* obejmują również wskaźniki: sytuacji finansowej, warunków do inwestowania i otoczenie biznesowe (z ang. *Finance, Investment and Business Environment Index*), makroekonomicznej wydajności miast (z ang. *Macroeconomic Performance Index*), poziomu jakości życia (z ang. *Quality of Life Index*, QLI), gospodarki opartej na wiedzy, kapitale ludzkim i zagadnieniach technologicznych (z ang. *Knowledge Economy, Human Capital and Technology Index*), infrastruktury i rynku nieruchomości (z ang. *Infrastructure and Real Estate Index*), środowiska i zrównoważonego rozwoju (z ang. *Environment and Sustainability Index*), siły wizerunku i marki miast (z ang. *Image, Brand and Destination Power Index*), kultury i różnorodności (z ang. *Culture and Diversity Index*), kosztów utrzymania i przystępności cenowej (z ang. *Cost of Living and Affordability Index*). Większość wskaźników dotyczy bezpośrednio lub pośrednio SC i służy ocenie efektywności, z jaką miasta wykorzystują rozwiązania ICT w transporcie, bezpieczeństwie publicznym, telekomunikacji, bankowości, energetyce.

W kolejnych podrozdziałach zostaną scharakteryzowane rankingi odnoszące się do koncepcji SC.

3.2. Ranking *Global smart city*

Ranking *Global smart city* jest opracowywany od 2019 roku przez Institute for Management Development (IMD), World Competitiveness Centre, International Data Corporation (IDC) oraz Singapore University for Technology and Design (SUTD). Skupia się na gospodarczych i technologicznych aspektach *smart city* oraz humanistycznych wymiarach (jakość życia, środowisko, inkluzywność). W 2023 roku zostało sklasyfikowanych 141 miast na podstawie postrzegania przez ich mieszkańców wpływu ICT na poprawę ich życia oraz danych gospodarczych i społecznych zaczerpniętych ze wskaźnika rozwoju społecznego (HDI)¹⁸⁵. Dotychczas było analizowanych 118 miast. Dodatkowo w pracy *Sixteen shades of Smart: How cities can shape their own future* omówiono poszczególne *smart cities* na różnych etapach rozwoju i zaprezentowano nowe eksperymentalne projekty dotyczące takich obszarów, jak planowanie urbanistyczne, zrównoważona energia, strategie transportowe, integracja społeczna i przyciąganie talentów.

Co roku wśród 15 tysięcy mieszkańców miast na całym świecie jest przeprowadzana ankieta. Zawiera ona 39 pytań dotyczących pięciu priorytetowych obszarów: zdrowia i bezpieczeństwa, mobilności, działania, możliwości i zarządzania. Respondenci po wyrażeniu zgody udzielają odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób technologia pomaga sprostać konkretnym wyzwaniom miejskim. Mogą wybierać spośród stwierdzeń: „Usługi recyklingu są zadawalające”, „Zanieczyszczenie powietrza nie stanowi problemu” oraz „Bezpieczeństwo publiczne nie stanowi problemu”.

¹⁸⁵ *Global smart city*, www.imd.org/smart-city-observatory [dostęp: 4.03.2023].

Ankietowani są również proszeni o wybór pięciu z piętnastu priorytetowych obszarów dla ich miasta (mieszkanie, zatrudnienie, bezrobocie, usługi zdrowotne, podstawowe udogodnienia, edukacja szkolna, zanieczyszczenie powietrza, kongestia, tereny zielone, transport publiczny, recykling, bezpieczeństwo, zaangażowanie obywateli, mobilność społeczna, korupcja). Ocenia się także ich nastawienie, zadając im cztery dodatkowe pytania – jedno z nich brzmi: czy uważasz, że dostępność informacji online zwiększyła Twoje zaufanie do władz?

W rankingu *Global smart city* 120 mieszkańców każdego miasta objętego badaniem ocenia kwestie związane ze strukturami i aplikacjami technologicznymi dostępnymi dla nich w ich mieście. Ostateczny wynik dla miasta jest obliczany na podstawie percepcji z ostatnich trzech lat badania z wagą 3:2:1 odpowiednio dla lat 2023, 2022 i 2021. Wyróżniamy dwa filary: struktury (odnoszący się do istniejącej infrastruktury miasta) oraz technologii (dotyczący rozwiązań technologicznych i usług dostępnych dla mieszkańców). Każdy filar jest oceniany w pięciu kluczowych obszarach: zdrowia i bezpieczeństwa, mobilności, działania (z ang. *activities*), możliwości (z ang. *opportunities*) i zarządzania. Miasta podzielono na cztery grupy na podstawie wskaźnika rozwoju społeczno-gospodarczego ONZ. W ramach każdej z nich miastu jest przypisana skala ocen od AAA do D na podstawie wyniku postrzegania danego miasta w porównaniu z wynikami wszystkich innych miast w tej samej grupie. Grupa 1 (najwyższy kwartył HDI) obejmuje skalę AAA-AA-A-BBB-BB, grupa 2 (drugi kwartył HDI) – A-BBB-BB-B-CCC, grupa 3 (trzeci kwartył HDI) – BB-B-CCC-CC-C i grupa 4 (najniższy kwartył HDI) – CCC-CC-C-D. Ranking jest prezentowany w dwóch formatach: ogólny ranking (od 1 do 141) oraz ocena dla każdego filaru i ogólna.

Studia przypadku *smart cities* skupiają się na różnych poziomach rozwoju i zaawansowania i obejmują: Szanghaj, Tokio, Melbourne, Wiedeń, Manilę, Bombaj, Santiago, Tel Awiw, Medynę, Kigali¹⁸⁶. Miasta, które mają już kilkuletnią praktykę w zakresie SC, dostosowały swoje strategie do tej koncepcji. Jakość powietrza stała się kluczowym składnikiem dobrego stanu zdrowia. Włodarze tych ośrodków miejskich szczególnie wspierają partnerstwo publiczno-prywatne w finansowaniu inicjatyw *smart* oraz przejrzystość procesów przetargowych. *Smart city* skoncentrowane na człowieku rozwija się z poszanowaniem własnej kultury, historii i wartości. Medyna wykorzystała we właściwy sposób swoje zasoby ICT do lepszego zarządzania tłumami pielgrzymów podczas ramadanu i pielgrzymki, Tokio i Santiago do łagodzenia skutków częstej aktywności sejsmicznej, natomiast Kigali do odbudowy społeczeństwa integracyjnego po okrutnej wojnie domowej. Zwinne zarządzanie SC pozwala miastom na skuteczniejsze i szybsze reagowanie w sytuacjach kryzysowych. Przyspieszona transformacja cyfrowa na skutek COVID-19 zwiększa responsywność SC na potrzeby mieszkańców i nowe możliwości dotyczące innowacji technologicznych. Dostępność *smart* rozwiązań zwiększa odporność miasta i jego zdolność reagowania na globalne kryzysy.

¹⁸⁶ *Cities in a Time of Global Emergencies. Can smart cities help?*, red. A. Bris, Ch. Cabolis, Ch.H. Chee, B. Lanvin, www.imd.org/smart-city-observatory [dostęp: 5.03.2023].

W edycji tego rankingu z 2023 roku czołowe lokaty zajęły Zurych, Oslo i Canberra. Warto zaznaczyć, iż w pierwszej dziesiątce znalazły się aż trzy szwajcarskie miasta (Zurych – lider, Lozanna – 5. miejsce, Genewa – 9. miejsce). Liderem Ameryki Północnej jest Nowy Jork (21. miejsce), Bliskiego Wschodu – Abu Zabi (13. miejsce), Ameryki Łacińskiej – Buenos Aires (124. miejsce), Afryki zaś Kair (108. miejsce). Natomiast wśród polskich miast w rankingu na 44. miejscu pojawiła się Warszawa i na 79. miejscu Kraków. W edycji 2023 gospodarki azjatyckie i europejskie zdominowały pierwszą dwudziestkę¹⁸⁷.

Dane rankingu *Global smart city* wskazują, iż troska o środowisko jest wyższa w bogatszych miastach. Najważniejszym problemem w ośrodkach o najwyższej randze jest dostęp do przystępnych cenowo mieszkań, gdyż te niedrogie można znaleźć tylko w znacznej odległości od miejsc pracy, co wpływa na wzorce mobilności i jakość powietrza. Natomiast w miastach o niższej randze wyższy priorytet przypisuje się rozwiązywaniu problemów związanych ze zdrowiem i bezpieczeństwem. Pandemia COVID-19 i przyspieszenie transformacji cyfrowej w ogromnym stopniu wpłynęły na postrzeganie przez mieszkańców miast sposobu, w jaki technologia pomaga stawić czoła miejskim wyzwaniom. Od wybuchu pandemii priorytetami w *smart cities* na całym świecie stały się dostęp do lepszej jakości powietrza i usług zdrowotnych.

3.3. Ranking *CITYkeys Project*

CITYkeys Project został sfinansowany z programu UE Horyzont 2020. Projekt ten tworzy holistyczne ramy do pomiaru i oceny wydajności działań europejskich miast podczas wdrażania rozwiązań SC w celu porównywalności i prowadzenia monitoringu inicjatyw *smart*. Wykorzystując otwarte dane i budując zaufanie do rozwiązań *smart*, dzięki niemu szybciej można przejść do niskoemisyjnych i zasobooszczędnych miast. Sprzyja to redukcji emisji CO₂, zwiększa efektywność energetyczną i udział OZE, poprawia jakość życia przez lepszą mobilność, klarowną komunikację między władzami miejskimi a ich mieszkańcami. Wykorzystane kluczowe wskaźniki wydajności (*key performance indicators*, KPI) są bezpośrednio związane ze skutecznością realizacji strategii SC¹⁸⁸.

¹⁸⁷ A. Bris, B. Lanvin, *Smart City Index 2021. A tool for action, an instrument for better lives for all citizens*, www.imd.cld.bz/Smart-City-Index-2021 [dostęp: 5.03.2023].

¹⁸⁸ P. Bosch, S. Jongeneel, V. Rovers, H.M. Neumann, M. Airaksinen, A. Huovila, *Smart City (project) KPIs and related methodology - for feedback*, www.cordis.europa.eu/project [dostęp: 6.03.2023].

CITYkeys Project składa się ze 108 wskaźników miejskich i projektowych w pięciu głównych kategoriach zrównoważonego rozwoju:

- ludzie – w tej kategorii bierze się pod uwagę atrakcyjność miasta dla mieszkańców i jakości życia. Obejmuje ona: różnorodność i spójność społeczną, edukację, bezpieczeństwo, zdrowie, jakość mieszkalnictwa i środowiska zabudowanego, dostęp do usług,
- planeta – ta kategoria skupia się na wzroście efektywności wykorzystania zasobów i różnorodności biologicznej, dostosowania się do skutków zmian klimatu (ryzyko powodzi, fale upałów i susz). Wyróżniamy tu: energię i łagodzenie skutków, materiały, wodę i ziemię, odporność klimatyczną, zanieczyszczenia i odpady, ekosystem,
- dobrobyt – odnosi się do zamożnego i równego społeczeństwa oraz wspiera nie-drogie ekologiczne i *smart* rozwiązania. Na poziomie projektu dobrobyt oznacza opłacalność ekonomiczną i wartość projektu SC dla dzielnicy. Kategoria ta obejmuje: zatrudnienie, sprawiedliwość, zieloną gospodarkę, wyniki ekonomiczne, konkurencyjność i atrakcyjność, innowacyjność,
- zarządzanie – sprzyja sprawnej administracji i rozwojowi demokracji lokalnej przez proaktywne angażowanie obywateli. W tym obrębie wyróżniamy: zarządzanie wielopoziomowe, organizację, jakość procesu wdrożeniowego, solidne przywództwo, przejrzystość organizacji, współtworzenie, zaangażowanie społeczne,
- propagowanie – służy zwiększeniu potencjału udanych rozwiązań SC w szerszej skali miasta przez poprawę powtarzalności i skalowalności projektu *smart*.

Wartość indeksu *smart city* ustala się według formuły $SCI = \frac{\sum OI_i w_i}{\sum w_i}$, gdzie:

$$\text{dla obszaru } OI_i = \frac{\sum I_{ij} v_{ij}}{\sum v_{ij}}$$

I_{ij} – wartość j -tej zmiennej, miara zawarta w i -tym obszarze,

v_{ij} – wartość j -tej zmiennej, miara zawarta w i -tym obszarze, $\sum v_{ij} = 1$,

OI_i – wartość wskaźnika dla i -tego obszaru,

w_i – waga i -tego obszaru, $\sum w_i = 1$.

Im większa wartość zmiennych zagregowanych, tym lepszy obiekt.

Wskaźnik uwzględnia zależności pomiędzy obszarami i ich miernikami. Przy ustalaniu wartości SCI każdy obszar ma tę samą wagę, a sama wartość SCI jest średnią arytmetyczną wskaźników z obszarów.

W rankingu *CITYkeys* wykorzystuje się wskaźniki: wejściowe, które mierzą ilość, jakość i terminowość zasobów potrzebnych do realizacji działania; procesu, służące do pomiaru czy zaplanowane działania miały miejsce; wyjściowe, które bardziej szczegółowo odnoszą się do produktu działania; wyników, które mierzą pośrednie rezultaty generowane przez produkty projektu; wpływu, odnoszące się do ilości i jakości długoterminowych wyników generowanych przez produkty programu.

CITYkeys Project wspiera wdrażanie rozwiązań *smart* w miastach i wyzwania społeczne związane z ciągłym rozwojem i zagęszczeniem miasta oraz unijną polityką energetyczną i klimatyczną. Dobór wskaźników w tym rankingu odzwierciedla cele miasta, stopień SC lub projektu i skupia się na wszystkich interwencjach. Wszystkie wskaźniki zostały szczegółowo opisane i przetestowane w miastach partnerskich. *CITYkeys* sprzyja interesariuszom w procesie uczenia się od siebie nawzajem, budowaniu zaufania do rozwiązań *smart* i monitorowaniu postępów z wykorzystaniem zintegrowanych ram pomiaru wydajności.

3.4. *IESE Cities in Motion*

Ranking ten jest publikowany przez Business School Centre for Globalization and Strategy działającą na Uniwersytecie Navarry. Miasta są pozycjonowane pod względem kluczowych czynników odporności na zmiany klimatu i zakłócenia gospodarcze w aspekcie zrównoważonego rozwoju, sprawiedliwości i żywotności. Ocena społeczno-gospodarczych aspektów rozwoju miast na świecie obejmuje 114 wskaźników w 9 kluczowych wymiarach¹⁸⁹.

Omawiany ranking klasyfikuje miasta według ich wyników w następujących wymiarach:

- kapitał ludzki (rozwój, przyciąganie i pielęgnowanie talentów),
- spójność społeczna (zatrudnienie, udział kobiet w sile roboczej, harmonia między różnymi grupami społecznymi),
- gospodarka (obecny i szacowany PKB),
- zarządzanie publiczne (jakość interwencji państwa),
- mobilność i transport (łatwość przemieszczania się i dostęp do usług publicznych),
- planowanie urbanistyczne (infrastruktura zdrowotna, usługi sanitarne, polityka mieszkaniowa),
- środowisko (poziomy zanieczyszczeń, jakość wody i inne wskaźniki żywotności ekosystemu),
- zasięg międzynarodowy (branding, zasięg turystyczny),
- technologia (wykorzystanie ICT).

¹⁸⁹ *IESE Cities in Motion Index*, IESE Business School University Navarra 2017, <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0442-E.pdf> [dostęp: 3.03.2023].

Aktualne wyniki można przeglądać na mapie online¹⁹⁰, która pozwala na porównywanie miast i prezentuje wyniki w każdym z wymiarów. Dostępny jest również kalkulator *Cities in Motion Index* (CIMI), do którego można wprowadzać dane wskaźnikowe dla miast i na ich podstawie pozycjonować. Kalkulator można wykorzystać do pokazania zmiany rankingu miast wraz z modyfikacją danych wejściowych. W edycji rankingu z 2022 roku pojawiło się 13 nowych wskaźników w następujących obszarach: środki polityki przyjaznej LGBTQ+ i tolerancji rasowej (kapitał ludzki), projekty sztucznej inteligencji i ładowania pojazdów (planowanie urbanistyczne), wrażliwość klimatyczna (środowisko).

Edycja rankingu z 2022 roku objęła 183 miasta (85 stolic) w 92 krajach. Europejskie miasta zajmują sześć pozycji z pierwszej dziesiątki (1. miejsce – Londyn, 3. – Paryż, 5. – Berlin, 8. – Amsterdam, 9. – Oslo, 10. – Kopenhaga), natomiast w pierwszej pięćdziesiątce pojawia się 28 miast. Polska jest reprezentowana przez Warszawę (62. miejsce) i Wrocław (100. miejsce). Warszawa zajmuje wysoką 7. lokatę w wymiarze zarządzania i 24. w planowaniu urbanistycznym, natomiast Wrocław w tym drugim wymiarze zajął 31. miejsce. Listę dziesięciu najlepszych ośrodków miejskich uzupełniają dwa północnoamerykańskie (2. miejsce – Nowy Jork, 6. – Waszyngton) i dwa azjatyckie (4. miejsce – Tokio, 7. – Singapur). Poza Europą na liście pięćdziesięciu najlepszych znajduje się trzynaście miast z Ameryki Północnej, sześć z Azji i trzy z Oceanii. Wśród miast z krajów rozwijających się najwyższe pozycje zajmują Santiago (75.), Buenos Aires (103.), Meksyk (115.) i Kapsztad (141.).

Ranking *IESE Cities in Motion* jest przygotowywany pod kierunkiem profesorów Pascuala Berronego i Joana Enrica Ricarta, którzy uważają, iż miasta ewoluują od *smart* do mądrych (*wise*). Kryzysy gospodarcze (pandemia COVID-19, wojna na Ukrainie) osłabiły odporność wielu miast. Autorzy raportu uważają, że konieczne są promocja wydajności i innowacyjności wraz z komunikacją w celu zaangażowania obywateli i przedsięwzięcia w projekty społeczne.

3.5. *European smart cities*

W 2007 roku zespół składający się z pracowników Instytutu Badań Planowania Przestrzennego Zakładu Badań Miejskich i Regionalnych Politechniki Wiedeńskiej, Instytutu Badawczego Studiów nad Mieszkalnictwem, Urbanistyką i Mobilnością Politechniki w Delft i Departamentu Geografii Uniwersytetu w Lublanie pod kierunkiem Rudolfa Giffingera opracował europejski model SC, który zapewnia zintegrowane podejście do profilowania i porównywania miast średniej wielkości. Model ten tworzy skuteczny proces uczenia się w zakresie innowacji miejskich w określonych obszarach rozwoju miasta, takich jak: gospodarka, środowisko, transport, kapitał

¹⁹⁰ *IESE Cities in Motion*, <http://www.citiesinmotion.iese.edu/indicecim/map/index.eng.html> [dostęp: 3.03.2023].

ludzki, jakość życia i zarządzania. Aktualnie dostępna jest już czwarta odsłona rankingu europejskich *smart cities* (2007, 2013, 2014 i 2015). Dobrane miasta spełniały trzy kryteria: liczba mieszkańców w przedziale od 300 tysięcy do miliona, obecność w bazie Urban Audit i co najmniej 80-procentowa dostępność wskaźników. Przeanalizowano 90 miast z 21 krajów¹⁹¹.

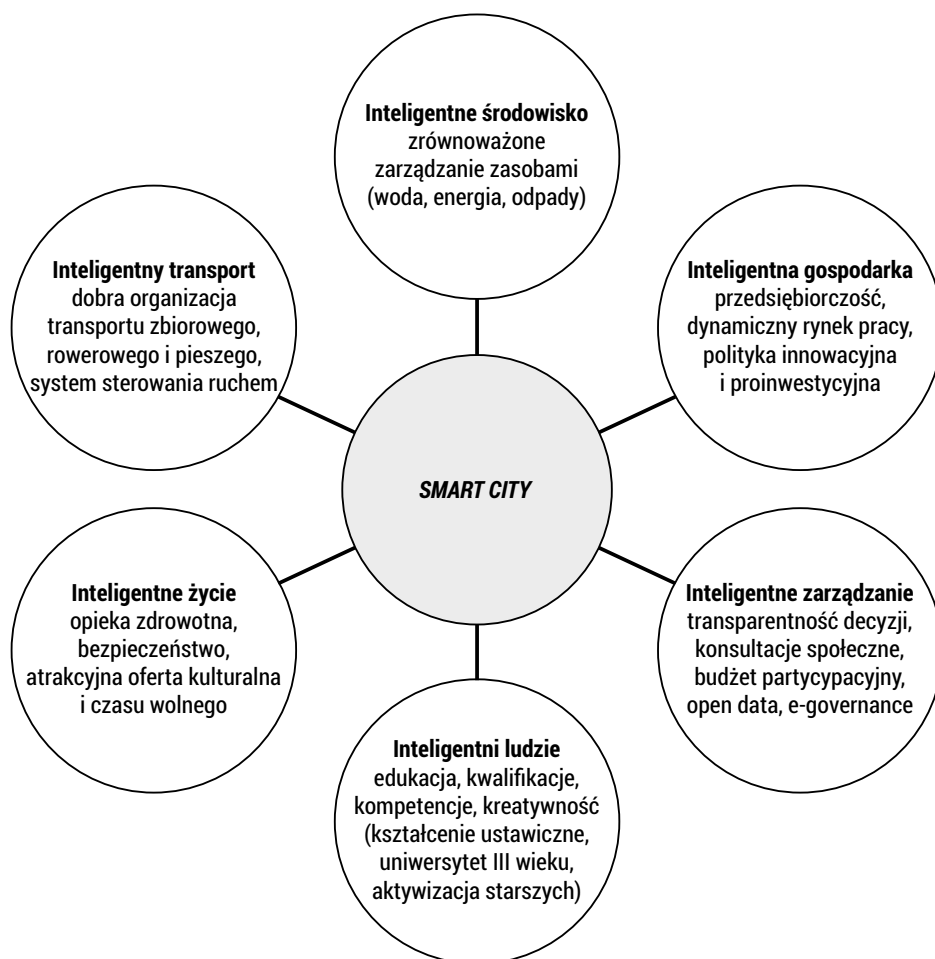
Zastosowany model badawczy jest trójpoziomowy. W 2007 roku 6 dziedzin podzielono na 31 czynników i na 74 wskaźniki, a w edycji z 2014 roku było 28 czynników, w ramach których wyłoniono 81 wskaźników. *Smart* gospodarka obejmuje czynniki związane z konkurencyjnością gospodarczą, takie jak: innowacyjność, przedsiębiorczość, znaki towarowe, produktywność, elastyczność rynku pracy, integracja na rynku (między)narodowym. W obszarze dotyczącym *smart* ludzi skupiamy się na: poziomie kwalifikacji i wykształceniu mieszkańców, jakości interakcji społecznych z zakresu integracji i życia publicznego, otwartości na otoczenie. *Smart* zarządzanie obejmuje partycypację polityczną, usługi dla obywateli i funkcjonowanie administracji. Do *smart* mobilności zaliczamy dostępność lokalną i międzynarodową, dostępność do technologii informacyjnych i komunikacyjnych oraz nowoczesne i zrównoważone systemy transportowe. *Smart* środowisko dotyczy atrakcyjności warunków naturalnych (klimat, tereny zielone itp.), zanieczyszczeń, zarządzania zasobami i działań na rzecz ochrony środowiska. *Smart* życie obejmuje różne aspekty jakości życia, takie jak: zdrowie, edukacja, mieszkalnictwo, bezpieczeństwo, kultura, turystyka¹⁹². Scharakteryzowane wymiary zostały zwizualizowane na rysunku 2.1.

Giffinger i in. przeanalizowali ponad 80 wskaźników, z których prawie 50 było dostępnych na poziomach lokalnym lub regionalnym. Wykorzystano np. takie mierniki, jak: obecność renomowanych centrów badawczych, liczba wypożyczeń bibliotecznych na jednego mieszkańca, udział obcokrajowców w społeczności miasta, perspektywy otrzymania nowej pracy, udział ludności pracującej w przemysłach kreatywnych, frekwencja wyborcza w wyborach europejskich, udział pracujących w wolontariacie¹⁹³.

¹⁹¹ *European smart cities*, www.smart-cities.eu [dostęp: 10.03.2023].

¹⁹² R. Giffinger, R. Kalasek, H. Kramar, Ch. Fertner, N. Pichler-Milanović, E. Meijers, *Smart cities – Ranking of European medium-sized cities*, Centre of Regional Science Vienna University of Technology, Vienna 2007, http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf [dostęp: 20.08.2023].

¹⁹³ R. Giffinger, H. Kramar, G. Haindl, *The role of rankings in growing city competition*, „Urban Research & Practice” 2010, nr 3(3), s. 1–14.



RYSUNEK 3.1. Komponenty *smart city* według Giffingera

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: R. Giffinger, G. Haindlmaier, *Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities*, „Architecture, City, and Environment” 2010, nr 4(12), s. 14–15.

Do porównania wszystkich danych, znacząco różnych pod względem jednostek i wielkości, wykorzystano standaryzację umożliwiającą normalizację wartości wskaźnika, w której efekcie średnia wartość oczekiwana wyniosła 0, a wariancja – 1. W rankingu zastosowano następujący wzór standaryzacyjny:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s},$$

gdzie:

z_i – zmienna zestandaryzowana,

x_i – zmienna niestandaryzowana,

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna ze wszystkich wartości dla danego wskaźnika,
 s – odchylenie standardowe.

Następnie znormalizowane wskaźniki przemnożono przez wagi dotyczące liczby miast, w których dany wskaźnik występuje w odniesieniu do całego analizowanego zbioru. Osiągnięte wyniki zsumowano i uśredniono dla każdej z sześciu dziedzin. Efektem prac są również wykresy radarowe, które pozwalają na analizę poziomu inteligencji badanego miasta w stosunku do pewnej przyjętej wartości i porównanie dla kilku miast

Zestaw wskaźników w poszczególnych wymiarach wykorzystywanych w modelu benchmarkingowym SC według Giffingera i in. prezentuje tabela 3.2.

TABELA 3.2. Wskaźniki w modelu benchmarkingowym SC według Giffingera i in.

Dziedzina	Cechy i wskaźniki
Gospodarka	Klimat dla innowacji: nakłady na badania i rozwój; osoby zatrudnione w sektorach wiodących Przedsiębiorczość: poziom samozatrudnienia; liczba nowo otwartych firm Marka gospodarcza i znaki handlowe: liczba siedzib firm Produktywność: PKB na mieszkańca Elastyczność rynku pracy: poziom bezrobocia; wskaźnik zatrudnienia; osoby zatrudnione w niepełnym wymiarze godzin Współpraca międzynarodowa: liczba firm notowanych na giełdzie z siedzibą w danym mieście; liczba osób korzystających z transportu lotniczego; liczba towarów w transporcie lotniczym
Transport i komunikacja	Lokalna dostępność transportowa: sieć transportu publicznego na jednego mieszkańca; poziom zadowolenia z dostępności transportu zbiorowego; poziom zadowolenia z jakości transportu zbiorowego Krajowa i międzynarodowa dostępność transportowa: liczba połączeń lotniczych; liczba obsługiwanych osób; liczba połączeń kolejowych; długość dróg krajowych Dostępność infrastruktury ICT: liczba komputerów w gospodarstwach domowych; dostęp do szerokopasmowego internetu w gospodarstwach domowych Suspensywne, innowacyjne i bezpieczne systemy transportowe: udział zielonej mobilności; bezpieczeństwo ruchu drogowego; używanie ekonomicznych samochodów
Środowisko	Atrakcyjność warunków naturalnych: liczba godzin nasłonecznionych; udział powierzchni zielonych Zanieczyszczenie środowiska: letni smog; jakość powietrza; śmiertelne przypadki chorób układu oddechowego Ochrona środowiska: indywidualne działania na rzecz ochrony środowiska naturalnego; opinie mieszkańców na temat ochrony środowiska Zrównoważone podejście do zarządzania zasobami naturalnymi: efektywne wykorzystanie wody; efektywne wykorzystanie elektryczności

Dziedzina	Cechy i wskaźniki
Kapitał ludzki	Poziom kwalifikacji: centra wiedzy; kwalifikacje mieszkańców; kompetencje w posługiwaniu się językami obcymi Zdolność do uczenia się przez całe życie: wypożyczanie książek; udział osób uczestniczących w kształceniu ustawicznym; uczestnictwo w kursach językowych Różnorodność społeczna i etniczna: udział obcokrajowców w populacji; udział mieszkańców mających obywatelstwo, ale urodzonych za granicą Elastyczność: percepcja możliwości zmiany pracy Kreatywność: udział osób zatrudnionych w sektorach kreatywnych Orientacja kosmopolityczna: frekwencja w wyborach do Parlamentu Europejskiego; otoczenie przychylne imigrantom; poziom wiedzy o UE Partycypacja w życiu publicznym: frekwencja w wyborach lokalnych; udział w wolontariacie
Jakość życia	Obiekty kultury: liczba widzów w kinach; liczba odwiedzających w muzeach; liczba widzów w teatrach Warunki zdrowotne: oczekiwana długość trwania życia; liczba łóżek szpitalnych; liczba lekarzy; poziom zadowolenia z jakości systemu opieki zdrowotnej Bezpieczeństwo osobiste: poziom przestępczości; liczba zgonów w wyniku napaści; poziom zadowolenia z osobistego bezpieczeństwa Jakość zasobu mieszkaniowego: udział mieszkańców spełniających minimalne standardy; średnia powierzchnia użytkowa; poziom zadowolenia z osobistej sytuacji mieszkaniowej Obiekty edukacyjne: liczba studentów; poziom zadowolenia z dostępności do systemu edukacji; poziom zadowolenia z jakości systemu edukacji Atrakcyjność turystyczna: liczba atrakcji turystycznych; liczba osób nocujących Spójność społeczna: percepcja osobistego ryzyka popadnięcia w stan ubóstwa; udział osób ubogich
Współrządzenie	Partycypacja w procesach decyzyjnych: liczba radnych; poziom aktywności politycznej; znaczenie polityki w ocenie mieszkańców; udział kobiet radnych Usługi publiczne i społeczne: wydatki z budżetu według PPS; udział dzieci korzystających z placówek dziennej opieki; poziom zadowolenia z jakości szkół Przejrzystość współzarządzania: poziom zadowolenia z przejrzystości lokalnej biurokracji; poziom zadowolenia z działań przeciwko korupcji

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: R. Giffinger, G. Haindlmaier, *Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities*, „Architecture, City, and Environment” 2010, nr 4(12), s. 14–15.

Najwyższy poziom *urban smartness* prezentują Luksemburg i miasta z Danii, Szwecji, Finlandii i Austrii. W tym rankingu czołowe lokaty zajmują: Luksemburg (który wysoką pozycję zawdzięcza gospodarce, mobilności i jakości życia), Aarhus,

Turku, Aalborg, Odense, Umeå, Tampere¹⁹⁴. Wysokie oceny osiągają również Montpellier i Lublana. Natomiast najniżej sklasyfikowano miasta z nowych krajów członkowskich UE (Bułgarii, Rumunii, Węgier, Grecji).

Najlepsze oceny w ramach *smart* gospodarki uzyskały miasta Luksemburga, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Danii, a także Eindhoven, Ratyzbona, Lublana i Linz. Liderami w obszarze *smart* ludzie są miasta skandynawskie, holenderskie i Luksemburg. Wysokie oceny w *smart* zarządzaniu uzyskały skandynawskie i austriackie ośrodki miejskie. Najlepsze noty w ramach *smart* mobilności zdobyły miasta z Beneluksu i Danii. *Smart* środowisko znacznie różni się od generalnej oceny, gdyż najwyżej sklasyfikowano miasta francuskie, słoweńskie, greckie i rumuńską Timisoarę. Do liderów w obszarze *smart* życie należą miasta austriackie, belgijskie i dwa fińskie oraz Luksemburg i Umeå. W odświeżeniu tego rankingu z 2015 roku Polskę reprezentowało dziewięć miast: Bydgoszcz, Gdańsk, Katowice, Kraków, Łódź, Lublin, Poznań, Szczecin i Wrocław. Natomiast w wersji 1.0 z 2007 roku, skierowanej do miast z liczbą od 100 do 500 tysięcy mieszkańców, pojawiło się pięć polskich ośrodków miejskich: Rzeszów (48. miejsce), Białystok (53. miejsce), Bydgoszcz (57. miejsce), Szczecin (62. miejsce) i Kielce (64. miejsce).

Na podstawie benchmarkingu europejskich miast średniej wielkości zespół profesora Rudolfa Giffingera z Politechniki Wiedeńskiej opracował model *smart city*. Do badania wybrano miasta średniej wielkości, które muszą sprostać konkurencji z większymi metropoliami i jednocześnie nie są dobrze rozpoznawalne w skali krajowej. W badaniu wzięły udział ośrodki liczące od 100 do 500 tysięcy mieszkańców, na których terenie znajduje się minimum jedna uczelnia wyższa, a obszary podmiejskie zamieszkuje poniżej 1,5 miliona mieszkańców.

Ranking europejskich miast średniej wielkości według Giffingera wskazuje na rodzaje projektów *smart*, w które mogą angażować się mieszkańcy. Boyd Cohen uważa, iż model SC według Giffingera sprawia wrażenie niekompleksowego, gdyż nie uwzględniał bezpośrednio stosowania ICT charakterystycznej dla SC i jej roli w rozwoju społeczno-gospodarczym miasta¹⁹⁵.

3.6. Mapping smart cities in the EU

W 2014 roku Komisja Przemysłu, Badań Naukowych i Energii Parlamentu Europejskiego przedstawiła raport dotyczący mechanizmów działania SC w Unii Europejskiej w odniesieniu do celów *Strategii Europa 2020*¹⁹⁶. Z 468 miast w UE z powyżej 100 tysiącami mieszkańców zidentyfikowano 240 miast (51% ogółu)

¹⁹⁴ R. Giffinger, R. Kalasek, H. Kramar, Ch. Fertner, N. Pichler-Milanović, E. Meijers, *Smart cities...*

¹⁹⁵ B. Cohen, *Smart City Wheel...*

¹⁹⁶ C. Manville, G. Cochrane, J. Cave, J. Millard, J.K. Pederson, R.K. Thaarup, A. Liebe, M. Wissner, R. Massink, B. Kotternik, *Mapping smart cities...*

o znaczącej aktywności w zakresie *smart city*. Następnie przeanalizowano 50 inicjatyw SC w 37 miastach pod względem zaangażowanych interesariuszy, źródeł finansowania i skalowalności projektów. Z uwagi na ograniczenia danych dalsze badania skupiły się na 20 miastach w zakresie ilościowej analizy dopasowania celów i cech portfela projektów każdego z nich do odpowiednich celów *Strategii Europa 2020*. Na zakończenie zidentyfikowano 6 najlepiej prosperujących *smart cities* i na podstawie ich innowacyjnych strategii wdrożeniowych określono potencjalne możliwe do powielenia tego rozwiązania.

Podejście do pomiaru dojrzałości *urban smartness* zaproponowane w raporcie *Mapping smart cities in the EU* opiera się na jakościowej analizie i ocenie formułowanych i wdrażanych w miastach strategii ze względu na ograniczenia w dostępności danych statystycznych dla miast. Wybrano 240 europejskich miast typu SC, które zostały poddane klasyfikacji ze względu na ich stopień dojrzałości. Podstawą przeprowadzonego podziału była kategoria zaawansowania działań. Wyróżniono:

- miasta na pierwszym poziomie dojrzałości (uwzględniono 27% miast z raportu), mają jedynie sformułowaną strategię lub politykę stawiania się SC;
- miasta na drugim poziomie dojrzałości (uwzględniono 25% miast z raportu), mają dodatkowo plan lub wizję projektu, ale nie były jeszcze wdrażane;
- miasta na trzecim poziomie dojrzałości (uwzględniono 20% miast z raportu), prowadzą pilotaż inicjatyw wpisujących się w charakterystykę SC;
- miasta na czwartym poziomie dojrzałości (uwzględniono 28% miast z raportu), mają co najmniej jedną wdrożoną inicjatywę typu *smart*¹⁹⁷.

Najwięcej *smart cities* jest w Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i we Włoszech. Z kolei ich największy udział jest we Włoszech, w Austrii, Danii, Norwegii, Szwecji, Estonii i Słowenii. Większe miasta są zwykle bardziej dojrzałe pod względem SC. Najwięcej *smart* projektów realizowanych jest w obszarach środowiska i mobilności, odpowiednio 33% i 21% inicjatyw. Wielkość miasta jest dodatnio skorelowana z liczbą inicjatyw SC. Jedną inicjatywę zazwyczaj mają miasta od 100 do 200 tysięcy mieszkańców. Projekty *smart* zarządzania głównie są zauważalne w ośrodkach miejskich Europy Północnej (Niemcy, Szwecja, Wielka Brytania), w Hiszpanii, we Francji i Włoszech. Natomiast inicjatywy na rzecz *smart* mobilności są dobrze reprezentowane w niemordyckiej Europie Północnej, Hiszpanii, na Węgrzech, w Rumunii i we Włoszech.

Zidentyfikowane projekty pogrupowano w pięć charakterystycznych typów: inteligentne systemy ruchu, *smart* sąsiedztwo, mikroinfrastruktury testowe, systemy zarządzania zasobami i platformy partycypacyjne. Sukces projektu wiąże się z koniecznością jasnego sprecyzowania jego celów, posiadaniem silnego strategicznego i finansowego partnera samorządowego i umiejscowienia w kompleksowej wizji miasta. Kluczowymi czynnikami są również partnerstwo publiczno-prywatne oraz wkład partnera prywatnego w zakresie specjalistycznej wiedzy i możliwości finansowych. Najwięcej środków publicznych przypada na inteligentne systemy ruchu i projekty *smart* sąsiedztwa.

¹⁹⁷ Tamże.

Cele inicjatyw SC są zgodne z celami strategii innowacji i rozwoju miast oraz nadrzędnymi celami *Strategii Europa 2020*. Projekty charakteryzujące się cechami *smart city* (środowisko, innowacyjne wykorzystanie ICT) przyciągają biznes do miasta i pozwalają na finansowanie ze środków europejskich. Cechy związane z obszarami, w których miasto jest słabe, mogą służyć do zbiorowego rozwiązywania problemów z wykorzystaniem efektu aureoli SC. Cechy odpowiadające szczególnej sile lokalnej (środowisko wśród skandynawskich miast) zapewniają platformę do budowy koalicji SC. Inicjatywy *smart city* stanowią sposób na rozwiązanie konkretnych problemów przez budowę świadomego społeczeństwa.

Kluczowymi czynnikami sukcesu w odniesieniu do SC i wdrażanych inicjatyw są jasna wizja, zaangażowanie obywateli i lokalnych przedsiębiorstw oraz wydajne procesy. Rozwiązania SC oparte na ICT generują ogromne skutki. Nie każda inicjatywa SC przyczynia się do realizacji celów *Strategii Europa 2020* i nie każdy projekt realizujący cele UE jest oparty na ICT.

W grupie miast liczących od 100 do 200 tysięcy osób udział miast, w których zidentyfikowano co najmniej jeden wymiar SC, wynosił zaledwie 43%, natomiast w miastach liczących powyżej 500 tysięcy mieszkańców stanowiły one ponad 88%. Zauważalna jest tendencja wzrostowa poziomu *smart* miasta wraz ze wzrostem liczby mieszkańców. Większe ośrodki miejskie tworzą korzystniejsze warunki do rozwoju *smart* aktywności. Wymiary SC charakteryzują się zróżnicowanym stopniem *urban smartness*. Najwyższe są w środowisku (prawie 83% badanych miast reprezentuje ten wymiar), mobilności (około 52%) i zarządzaniu (prawie 35,5%). Najniższy zaś stopień *smart* występuje w kapitale społecznym (około 21%).

Wnioski z rozdziału 3

Przeprowadzone rozważania teoretyczne dotyczące rankingów i wskaźników SC można ująć w następujących wnioskach:

1. Najważniejszymi rankingami SC są: *Global smart city*, *CITYkeys Project*, *IESE Cities in Motion*, *European smart cities model* i *Mapping smart cities in the EU*.
2. Ranking *Global smart city* skupia się na ekonomicznych i technologicznych aspektach SC oraz humanistycznych wymiarach (jakość życia, środowisko, inkluzywność). Opracowywany jest przez Institute for Management Development. W edycji z 2023 roku czołowe lokaty zajęły Zurych, Oslo i Canberra.
3. *CITYkeys Project* składa się ze 108 wskaźników miejskich i projektowych w pięciu głównych kategoriach zrównoważonego rozwoju: ludzie, planeta, dobrobyt, zarządzanie i propagowanie.
4. W rankingu *IESE Cities in Motion* miasta są pozycjonowane pod względem kluczowych czynników odporności na zmiany klimatu i zakłócenia gospodarcze w aspekcie zrównoważonego rozwoju, sprawiedliwości i żywotności. Czołowe lokaty zajmują Londyn, Nowy Jork i Paryż.

5. Europejski model *smart city* został opracowany przez zespół pracowników Politechniki Wiedeńskiej, na którego czele stoi Rudolf Giffinger. Model ten tworzy skuteczny proces uczenia się w zakresie innowacji miejskich w określonych obszarach rozwoju miasta, którymi są: gospodarka, środowisko, transport, kapitał ludzki, jakość życia i zarządzanie.
6. *Mapping smart cities in the EU* obejmuje 240 miast, w których wdrożono mechanizmy działania SC w Unii Europejskiej w odniesieniu do celów *Strategii Europa 2020*. Stwierdzono, iż najwięcej *smart cities* jest w Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i we Włoszech.

Rozdział 4

Wielokryterialne metody podejmowania decyzji w rankingach *smart city*

4.1. Istota wielokryterialnych metod podejmowania decyzji

Podejmowanie decyzji stanowi poddyscyplinę badań operacyjnych, która ocenia różnorodne, często sprzeczne kryteria wpływające na procesy podejmowania decyzji przez decydenta nie tylko w kontekście codziennym, lecz także w takich dziedzinach jak ekonomia, medycyna, polityka¹⁹⁸. Decydent nie jest w stanie dokonać dowolnego wyboru ze względu na ograniczenia wynikające z okoliczności, w jakich działa. Decyzję, która spełnia te ograniczenia, nazywa się decyzją dopuszczalną, choć należy pamiętać, iż nie każda taka decyzja jest równie korzystna. W odniesieniu do celów wyznaczonych przez decydenta pewne decyzje mogą być korzystniejsze niż inne. To prowadzi do problemu wyboru decyzji optymalnej, która jest najlepszą spośród dostępnych opcji zgodnie z określonymi kryteriami i celami. Aby dokonać wyboru decyzji optymalnej, konieczne jest ustalenie konkretnego kryterium, które nazywamy kryterium wyboru (oceny). Według niego można ocenić, która decyzja jest lepsza lub gorsza. Decyzje dopuszczalne składają się z wartości zmiennych spełniających wszystkie warunki charakteryzujące daną sytuację. Rolę kryterium wyboru odgrywa funkcja zmiennych decyzyjnych mierząca cel, który zamierza osiągnąć decydent, określana funkcją celu (funkcji-kryterium).

Wybór decyzji optymalnej polega na identyfikacji decyzji dopuszczalnej, czyli takiej, dla której funkcja celu osiąga wartość najkorzystniejszą w warunkach określonych przez badaną sytuację. Podejmowanie decyzji jest procesem wyboru wariantu najlepszego (optymalnego, najbardziej odpowiedniego) spośród dostępnych, uwzględniającym kryteria ważne dla decydenta. W tym procesie wyróżniamy uporządkowania jakościowe, które polegają na ocenie, zwykle przez eksperta, hierarchii różnych wariantów (stwierdzenia, czy dany wariant poprzedza inne w kontekście wybranego kryterium), oraz ilościowe, gdzie dostarczane są dodatkowe informacje o stopniu,

¹⁹⁸ E.K. Zavadskas, Z. Turskis, *Multiple Criteria Decision Making (MCDM) methods in economics: an overview*, „Technological and Economic Development of Economy” 2011, nr 17(2), s. 397–427.

w jakim dany obiekt jest lepszy od drugiego¹⁹⁹. W pewnych sytuacjach interesujący może być wpływ czynników o różnej wadze. W celu oceny decyzji, które uwzględniają wiele kryteriów, stosowane są metody pozwalające na porządkowanie liniowe obiektów.

Decydent dąży do jednego z wymienionych celów: albo wyboru wariantu najlepiej odpowiadającego jego preferencjom (problem wyboru), albo uszeregowania rozpatrywanych wariantów decyzyjnych od najlepszego do najgorszego (problem szeregowania). Rozpatrywane warianty należy przyporządkować do jednej z predefiniowanych klas (problem klasyfikacji wielokryterialnej)²⁰⁰. Wielokryterialna analiza decyzji wyróżnia wielokryterialne metody podejmowania decyzji (z ang. *multi-criteria decision making*, MCDM)²⁰¹ i wielokryterialne metody analizy decyzji (z ang. *multi-criteria decision analysis*, MCDA)²⁰². Od początku lat sześćdziesiątych XX wieku nastąpił znaczny postęp, gdyż różnorodne podejścia i metody wdrażane są przez wyspecjalizowane oprogramowanie do podejmowania decyzji²⁰³. Akronimy MCDM i MCDA zostały spopularyzowane przez Stanleya Ziontsa w artykule z 1979 roku pt. *MCDA – If not a roman numeral, then what*.

MCDA dostarczają decydentowi narzędzi pozwalających na rozwiązanie problemu, któremu towarzyszy jednocześnie wiele, często sprzecznych ze sobą kryteriów decyzyjnych²⁰⁴. Zazwyczaj nie istnieje jedno optymalne rozwiązanie problemów i konieczne jest wykorzystanie preferencji decydentów do rozróżnienia rozwiązań. MCDM dzielimy na:

- wielocelowe podejmowanie decyzji (z ang. *multi-objective decision making*, MODM), w którym stosuje się metody programowania matematycznego i jest możliwe wygenerowanie wariantów rozwiązania rozważanych problemów,
- wieloatrybutowe podejmowanie decyzji (z ang. *multi-atribute decision making*, MADM), w którym rozwiązanie dotyczy oceny wcześniej ustalonych potencjalnych wariantów decyzji²⁰⁵.

¹⁹⁹ W. Zalewski, *Zastosowanie metody TOPSIS do oceny kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2012, nr 4, s. 153–161.

²⁰⁰ T. Trzaskalik, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Przegląd metod i zastosowań*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2014, z. 74, s. 239–263.

²⁰¹ *International Society on MCDM*, www.mcdmsociety.org [dostęp: 23.12.2022].

²⁰² *EWG/MCDA Multiple Criteria Decision Aiding*, www.cs.put.poznan.pl [dostęp: 24.12.2022].

²⁰³ J. Amoyal, *Decision analysis: Biennial survey demonstrates continuous advancement of vital tools for decision-makers, managers and analysts*, www.pubsonline.informs.org [dostęp: 22.12.2022].

²⁰⁴ Ph. Vincke, *Multicriteria Decision-Aid*, Wiley, New York 1992.

²⁰⁵ Ch.L. Hwang, K. Yoon, *Methods for Multiple Attribute Decision Making* [w:] tychże, *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, Springer, Berlin–Heidelberg 1981, s. 1 („Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, 186).

W tabeli 4.1 porównano MODM z MADM. Rozwinęły się różne szkoły myślenia dotyczące problemów MCDM (zarówno typu projektowego, jak i ewaluacyjnego)²⁰⁶. Studium bibliometryczne pokazujące ich rozwój w czasie można znaleźć w pracy Dejiana Yu i in.²⁰⁷

TABELA 4.1. Cechy różnicujące MODM i MADM

Cechy różnicujące	MODM	MADM
Kryteria (określone przez)	atrybuty	cele
Cele	niejawne	jawne
Atrybuty	jawne	niejawne
Wiązanie	nieaktywne (włączone do atrybutów)	aktywne
Wybór	liczba skończona dyskretna (zalecana)	nieskończona liczba ciągła (pojawiająca się w miarę postępu procesu)
Interakcja z podejmowaniem decyzji	niewiele	przeważnie
Projekt	wyboru/oceny	użycia

ŹRÓDŁO: Ch.L. Hwang, K. Yoon, *Methods for Multiple Attribute Decision Making* [w:] tychże, *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, Springer, Berlin–Heidelberg 1981, s. 3–4 („Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, 186).

MADM dotyczy problemów decyzyjnych, dla których zbiór wszystkich dopuszczalnych decyzji jest zbiorem dyskretnym, zawierającym skończoną i z góry określoną liczbę możliwych wariantów rozwiązania. Ze względu na sposób interpretacji kryteriów nieporównywalnych bezpośrednio z uwagi na różne dziedziny atrybutów metody MADM dzielimy na szkołę francuską, która klasyfikuje obiekty z wykorzystaniem mechanizmu ustalania odpowiednich progów wzajemnych zależności, oraz szkołę amerykańską, która stosuje metody syntezy jednokryterialnej, unifikując dziedziny porównywanych kryteriów, co pozwala na bezpośrednie porównywanie ich ze sobą²⁰⁸.

Szkoła francuska koncentruje się na wspomaganiu decyzji, w szczególności na rodzinie metod ELECTRE (z ang. *Elimination and Choice Translating Reality*), która powstała w połowie lat sześćdziesiątych XX wieku we Francji. Po raz pierwszy

²⁰⁶J. Bragge, P. Korhonen, H. Wallenius, J. Wallenius, *Bibliometric Analysis of Multiple Criteria Decision Making / Multiattribute Utility Theory* [w:] *Multiple Criteria Decision Making for Sustainable Energy and Transportation Systems*, red. M. Ehrgott, B. Naujoks, T.J. Stewart, J. Wallenius, Springer, Berlin 2010, s. 259–268 („Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, 634).

²⁰⁷D. Yu, W. Wang, W. Zhang, S. Zhang, *A bibliometric analysis of research on multiple criteria decision making*, „Current Science” 2018, nr 114(4), s. 747–758.

²⁰⁸F.A. Lootsma, *The French and the American School in Multi-criteria Decision Analysis*, „Operation Research” 1990, nr 24(3), s. 263–285.

zapropował ją Bernard Roy w 1968 roku²⁰⁹. Natomiast w metodach szkoły amerykańskiej punktem wyjścia jest określenie zbioru wariantów decyzyjnych i zbioru kryteriów oraz zaprezentowanie problemu decyzyjnego za pomocą macierzy decyzyjnej złożonej z ocen wariantów decyzyjnych względem kryteriów. Przyjęte kryteria powinny być niezależne liniowo i ich suma wag musi równać się 1. Efektem finalnym zastosowanej metody jest uzyskanie wartości syntetycznego wskaźnika charakteryzującego każdy rozpatrywany wariant. Wybór najlepszego wariantu jest możliwy dzięki przeprowadzonemu porządkowi liniowemu. Szkoła francuska promuje koncepcję oceny dyskretnych alternatyw, a amerykańska opiera się na wieloatrybutowych funkcjach wartości i wieloatrybutowej teorii użyteczności (*multi-attribute utility theory*, MUAT)²¹⁰.

MCDM można podzielić na metody: addytywne, analitycznej hierarchizacji, ELECTRE, werbalne, wykorzystujące punkty referencyjne, PROMETHEE (z ang. *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*), interaktywne²¹¹. Do metod addytywnych zaliczamy: SAW (z ang. *Simple Additive Weighting*), FSAW (z ang. *Fuzzy Simple Additive Weighting*), SMART (z ang. *Simple Multi-Attribute Rating Technique*), SMARTER (z ang. *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks*). Metoda SAW należy do wielokryterialnych metod dyskretnych. Do modelowania preferencji decydenta wykorzystuje się addytywną funkcję liniową

Metody analitycznej hierarchizacji obejmują: AHP (z ang. *Analytic Hierarchy Process*), REMBRANDT (z ang. *Ratio Estimation in Magnitudes or deciBells to Rate Alternatives which are Non-Dominated*), FAHP (z ang. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*), ANP (z ang. *Analytic Network Process*), FANP (z ang. *Fuzzy Analytic Network Process*), MACBETH (z ang. *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*). Metoda AHP zaproponowana przez Thomasa Saaty'ego w 1980 roku bazuje na koncepcji celów i tworzeniu porównań dwójkowych pomiędzy celami tego samego poziomu²¹². Jest ona stosowana do rozwiązywania problemów decyzyjnych, dla których trudność sprawia jednoznaczne określenie początkowej macierzy decyzyjnej lub arbitralne dobieranie wartości wektora wagowego.

Werbalna analiza decyzji (z ang. *Verbal Decision Analysis*, VDA) jest wykorzystywana przy problemach nieustrukturyzowanych, w których pojawiają się przede wszystkim parametry jakościowe i dla których brakuje obiektywnego modelu agregacji. Posługujemy się tu ocenami werbalnymi, dla których nie mają zastosowania operacje ilościowe.

²⁰⁹ B. Roy, *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Springer, New York 1996, s. 4–5.

²¹⁰ R. Keeney, H. Raiffa, *Decision with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*, John Wiley & Sons, New York 1976.

²¹¹ *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metody i zastosowania*, red. T. Trzaskalik, PWE, Warszawa 2014, s. 13–14.

²¹² T.L. Saaty, *Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process*, „RACSAM – Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas” 2008, nr 102, s. 251–318.

Do metod wykorzystujących punkty referencyjne zaliczamy: TOPSIS (z ang. *The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), VIKOR (z serb. *Visekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje*), DEMATEL (z ang. *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*). Metody interaktywne obejmują: STEM-DPR (z ang. *STEp Method for Discrete Decision Making Problems under Risk*), INSDECM (z ang. *Interactive Stochastic DECision Making Procedure*), ATO-DPR (z ang. *Analysis of Trade-Offs for Discrete Decision Making Problems under Risk*). Do pozostałych MCDM zaliczamy: MULTIMOORA (z ang. *Multi-Objective Optimization Ratio Analysis plus full multiplicative form*), EXPROM (z ang. *Extension of the PROMethee*), DEA (z ang. *Data Envelopment Analysis*)²¹³.

Określenie „zbiory rozmyte” zostało wprowadzone przez Lotfiego Zadeha w 1965 roku jako rozszerzenie klasycznego pojęcia zbiorów²¹⁴. Pomysł ten jest używany w wielu algorytmach MCDM do modelowania i rozwiązywania problemów rozmytych.

Jedną z często stosowanych MCDM wykorzystującą punkty referencyjne jest TOPSIS, którą zastosowano w niniejszej monografii do utworzenia rankingu według *urban smartness* miast na prawach powiatu.

4.2. Algorytm klasycznej metody TOPSIS

Klasyczna metoda TOPSIS należy do grupy metod szkoły amerykańskiej wykorzystującej punkty referencyjne. Opiera się na kryterium syntetycznym i wykorzystaniu funkcji agregującej wartości wariantów decyzyjnych ze względu na poszczególne kryteria, co pozwala na utworzenie rankingów analizowanych wariantów. Algorytm TOPSIS został zaproponowany przez Chinga-Lai Hwanga i Kwangsuna Yoon w 1981 roku²¹⁵, chociaż podobną metodę przedłożył już w 1968 roku Zdzisław Hellwig²¹⁶. Podstawy jego metody zostaną zaprezentowane w podrozdziale 4.4 niniejszej monografii.

Idea metody TOPSIS polega na rozpatrywaniu wariantów decyzyjnych i porównaniu ich z abstrakcyjnymi ważonymi rozwiązaniami referencyjnymi: idealnym (z ang. *positive ideal solution*, PIS) i antyidealnym (z ang. *negative ideal solution*, NIS)²¹⁷.

²¹³ A. Kukulka, M. Wirkus, *Metody wielokryterialne wspomaganie decyzji oraz ich zastosowanie w opracowaniu metody oceny niepotokowych procesów produkcyjnych*, „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji” 2017, t. 1, s. 612–623.

²¹⁴ L.A. Zadeh, *Fuzzy sets*, „Information and Control” 1965, nr 8(3), s. 338–353.

²¹⁵ Ch.L. Hwang, K. Yoon, *Methods for Multiple...*, s. 51–191.

²¹⁶ M. Filipowicz-Chomko, *Wpływ doboru technik normalizacji kryteriów decyzyjnych na stabilność rankingów uzyskanych algorytmem TOPSIS* [w:] *Wybrane zagadnienia informatyki technicznej. Modelowanie i przetwarzanie informacji w warunkach niepewności*, red. A. Onisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, s. 7–31.

²¹⁷ E.K. Zavadskas, A. Mardani, Z. Turskis, A. Jusoh, K.M.D. Nor, *Development of TOPSIS Method to Solve Complicated Decision-Making Problems – An Overview on Developments from 2000 to 2015*, „International Journal of Information Technology & Decision Making” 2016, nr 15(3), s. 645–682.

Wyznaczenie uprządkowania liniowego obiektów wymaga uwzględnienia wag kryteriów i normalizacji oraz wybranej metryki. Utworzenie końcowego rankingu polega na wyznaczeniu dla każdego rozpatrywanego wariantu decyzyjnego rozwiązania odległości tego wariantu od rozwiązań referencyjnych i obliczeniu wartości miernika syntetycznego. Najkorzystniejszym wariantem decyzyjnym jest ten, który cechuje się najmniejszą odległością od PIS i największą odległością od NIS.

Dowolny wielokryterialny problem dyskretny, w którym rozważa się m wariantów decyzyjnych ($A_i, i = 1, \dots, m$) oceniany na podstawie n kryteriów ($C_j, j = 1, \dots, n$), można przedstawić w postaci macierzy decyzyjnej $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ (tabela 4.2), w której x_{ij} jest wartością i -tego wariantu decyzyjnego ze względu na j -te kryterium, a $w_j \in [0, 1]$ oznacza wagę (istotność) j -tego kryterium.

TABELA 4.2. Ogólna postać macierzy decyzyjnej

	w_1	w_2	...	w_j	...	w_n
	c_1	c_2	...	c_j	...	c_n
A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
...	...	...	...	...	...	...
A_i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}
...	...	...	...	...	...	...
A_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}

ŹRÓDŁO: M. Filipowicz-Chomko, *Wpływ doboru technik normalizacji kryteriów decyzyjnych na stabilność rankingów uzyskanych algorytmem TOPSIS* [w:] *Wybrane zagadnienia informatyki technicznej. Modelowanie i przetwarzanie informacji w warunkach niepewności*, red. A. Onisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, s. 9.

Zbiór kryteriów składa się ze stymulant ($Z_j, j = 1, \dots, k$) i destymulant ($K_j, j = k + 1, \dots, n$). Przyjmuje się, że kryteria decyzyjne są niezależne preferencyjnie. Klasyczny algorytm TOPSIS dla tak zdefiniowanego problemu decyzyjnego obejmuje następujące etapy²¹⁸:

Etap 0. Wyznaczenie macierzy decyzyjnej $X = [x_{ij}]$ i wektora wag $w = [w_1, \dots, w_n]$, gdzie $w_1 + \dots + w_n = 1$.

Metodę entropii można wykorzystać do wyznaczania wektora wag w_n (stopień istotności kryteriów) w następujący sposób:

$$E = (e_1, e_2, \dots, e_n)$$

gdzie: E oznacza wektor entropii,

²¹⁸ Ch.L. Hwang, K. Yoon, *Methods for Multiple...*, s. 131–132.

$$e_n = \frac{-1}{\ln m} \sum_{i=1}^m z_{ij} \ln z_{ij}$$

$$z_{ij} \ln z_{ij} = 0$$

gdzie: $z_{ij} = 0$,

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad w_j \in [0,1]$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

$$d_j = 1 - e_j$$

Etap 1. Obliczenie znormalizowanej macierzy decyzyjnej $N = [z_{ij}]_{m \times n}$ z wykorzystaniem zmodyfikowanej normalizacji liniowej opartej na sumie i max I wariant, gdzie z_{ij} oznacza wartość znormalizowanej oceny wariantu decyzyjnego, zgodnie z poniższą formułą:

$$z_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, & \text{gd } j \in \text{stymulanta} \\ 1 - \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, & \text{gd } j \in \text{destymulanta} \end{cases}$$

gdzie: $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$.

Formuła ta określa zmodyfikowaną normalizację liniową opartą na sumie i max I wariant. W badaniach wykorzystujących TOPSIS stosuje się różne techniki normalizacyjne. Do najczęstszych zaliczamy: normalizację oryginalną zaproponowaną przez Hwanga i Yoona²¹⁹, normalizację wektorową, normalizacje liniowe oparte na max (dwa warianty), max-min i sumie oraz normalizację logarytmiczną. Formuły technik normalizacyjnych prezentuje tabela 4.3.

²¹⁹Tamże, s. 29.

TABELA 4.3. Formuły technik normalizacyjnych

Technika normalizacji	Formuła dla kryteriów typu stymulanta	Formuła dla kryteriów typu destymulanta
Oryginalna	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}}$	
Wektorowa	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}}$	$z_{ij} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}}$
Liniowa oparta na max I wariant	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}$	$z_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}$
Liniowa oparta na max II wariant	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}$	$z_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}$
Liniowa oparta na sumie	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$	$z_{ij} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$
Logarytmiczna	$z_{ij} = \frac{\ln x_{ij}}{\ln \prod_{i=1}^m \ln x_{ij}}$	$z_{ij} = \frac{1}{m-1} \left(1 - \frac{\ln x_{ij}}{\ln \prod_{i=1}^m \ln x_{ij}} \right)$

Źródło: M. Filipowicz-Chomko, *Wpływ doboru...*, s. 12.

Etap 2. Wyznaczenie znormalizowanej macierzy decyzyjnej zgodnie z poniższą formułą:

$$W = [v_{ij}]_{m \times n},$$

gdzie: $v_{ij} = w_j \cdot z_{ij}$.

Etap 3. Obliczenie wariantów idealnego A^+ i A^- w postaci:

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-)$$

gdzie: $v_j^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid v_{ij} \in S \right), \left(\min_i v_{ij} \mid v_{ij} \in D \right) \right\}$; $v_j^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid v_{ij} \in S \right), \left(\max_i v_{ij} \mid v_{ij} \in D \right) \right\}$.

Etap 4. Wyznaczenie odległości euklidesowej (d_i^+) i -tego wariantu decyzyjnego od A^+ oraz odległości (d_i^-) i -tego wariantu decyzyjnego od A^- zgodnie z poniższymi formułami:

$$d_i^+ = \sqrt{(v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{(v_{ij} - v_j^-)^2}$$

gdzie: $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$.

Etap 5. Obliczenie syntetycznego miernika oceny (ocena globalna) i -tego wariantu decyzyjnego według poniższej formuły:

$$RC = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

gdzie: $0 \leq RC \leq 1, i = 1, 2, \dots, m$.

Etap 6. Budowa rankingu wariantów decyzyjnych uszeregowanych malejąco ze względu na wartość syntetycznego miernika oceny. Wariant decyzyjny zajmuje tym wyższą wartość, im wyższa jest wartość miernika oceny.

Globalna ocena i ranking wariantów decyzyjnych otrzymanych algorytmem TOPSIS zależą od wyboru metody: normalizacji, pomiaru odległości przy założeniu preferencyjnej niezależności i zależności kryteriów, wyznaczania wag (stopień istotności kryteriów), sposobu wyznaczania wektorów PIS i NIS.

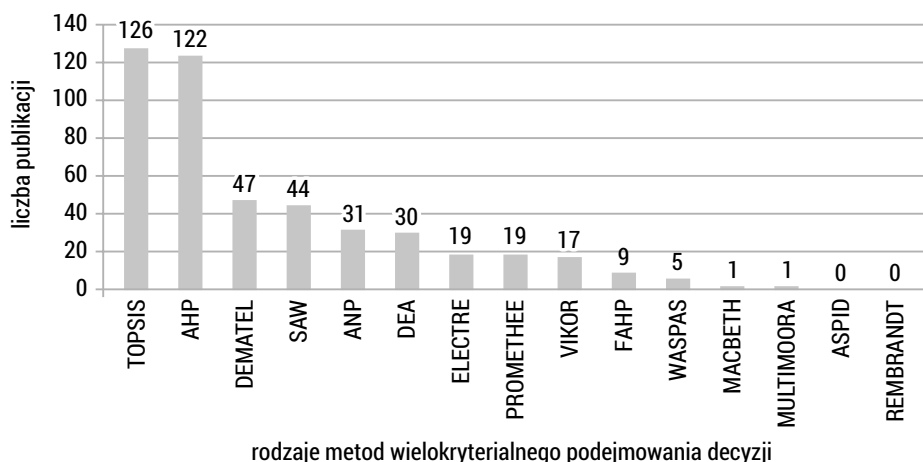
Metody TOPSIS używa się do tworzenia rankingów różnych obiektów, w tym miast. Została zastosowana w niniejszej monografii obok metody Hellwiga. Interesujące jest pokazanie wykorzystania wielokryterialnych metod podejmowania decyzji w obszarze SC.

4.3. Metody wielokryterialne dla *smart city* w badaniach miejskich

Jedną z popularnych metod rozwiązywania wielokryterialnych zadań dyskretnych jest metoda TOPSIS. Może być ona wykorzystana do tworzenia rankingów SC, gdyż ustala się w niej odległości rozpatrywanych obiektów od rozwiązania idealnego i anty-idealnego, a końcowym rezultatem analizy jest wskaźnik syntetyczny porządkujący liniowo badane obiekty.

Przeanalizowano różne metody wielokryterialnego podejmowania decyzji w obszarze SC. Najpopularniejszymi okazały się TOPSIS, AHP i DEMATEL. Natomiast najrzadziej lub w ogóle nie były wykorzystywane metody WASPAS, MACBETH,

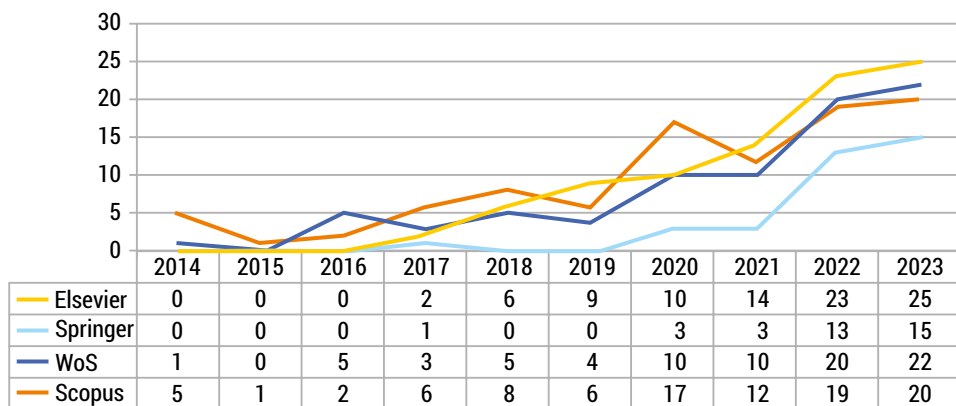
MULTIMOORA, ASPID i REMBRANDT. Na rysunku 4.1 zobrazowano liczbę publikacji, w których użyto danego rodzaju metod wielokryterialnego podejmowania decyzji w obszarze SC.



RYSUNEK 4.1. Publikacje w bazach tekstowych dla rodzajów metod wielokryterialnego podejmowania decyzji i *smart city*

ŹRÓDŁO: opracowanie własne [data wejścia: 30.11.2023].

Następnie w bazach tekstowych Elsevier, Springer, Scopus i Web of Science przeanalizowano występowanie sformułowania *smart city* i TOPSIS w tytule lub abstrakcie bądź słowach kluczowych publikacji. W bazach Scopus i Web of Science pierwsze publikacje pojawiły się w roku 2014. Łącznie najwięcej opublikowano w bazach Elsevier i Scopus. Na rysunku 4.2 ukazano liczbę publikacji w bazach tekstowych dla *smart city* i TOPSIS w latach 2014–2023.



RYSUNEK 4.2. Publikacje w bazach tekstowych dla *smart city* i TOPSIS w latach 2014–2023

ŹRÓDŁO: opracowanie własne [data wejścia: 30.11.2023].

Kolejny etap polegał na określeniu celu badania, wymiarów SC oraz zidentyfikowaniu obiektów badawczych i wykorzystanych MCDM do utworzonych rankingów SC na podstawie analizy treści publikacji wcześniej zidentyfikowanych.

Badania prowadzone przez Yao Zhanga i in. pokazały, że analizowane miasta mają niski poziom *smart*, a różnice między nimi były znaczne. Miasta na południu wypadały lepiej niż te na północy, natomiast miasta na wschodzie korzystniej od tych na zachodzie. Duże rozbieżności występowały pomiędzy *smart* wymiarami. Infrastruktura, gospodarka i jakość życia uzyskały dużo niższe oceny w porównaniu z zarządzaniem i środowiskiem. Miasta drugiego i trzeciego szczebla, w których mieszka większość mieszkańców Chin, staną się ośrodkami *smart* budownictwa miejskiego²²⁰.

W analizach prowadzonych przez Gokhana Ozkayę i Ceren Erdin globalne miasta, takie jak Tokio, Londyn, Nowy Jork, Boston i Singapur, znalazły się na czele rankingu. Żadne z nich nie jest w pierwszej piątce pod względem zarządzania, mobilności i środowiska. *Smart* życie jest najwyższym wymiarem z wagą 35,5%, natomiast ostatnim – *smart* zarządzanie (5,7%). Z kolei miastom, które są najniżej oceniane, czyli tym z Afryki, Bliskiego Wschodu i Ameryki Łacińskiej (Meksyk, Bombaj, Johannesburg, Dżakarta, Kair) – badacze sugerują inwestować w poprawę infrastruktury, aby zapewnić wyższy poziom rozwoju gospodarczego w zakresie przedsiębiorczości i produktywności. Ośrodki te powinny opracować strategiczne programy w zakresie poprawy funkcjonowania systemów zdrowotnych, edukacyjnych i bezpieczeństwa. Vancouver, Boston i Sztokholm uzyskały słabe wyniki w zakresie *smart* środowiska, dlatego zaleca się im większe zaangażowanie w działania na rzecz klimatu, energii odnawialnej, recyklingu odpadów, emisji CO₂. Miasta, które potrzebują wzrostu gospodarczego, powinny priorytetowo potraktować edukację swoich mieszkańców. Takie działanie będzie wspierać branżę wiedzochłonna, co jest siłą gęsto zaludnionych miast globalnych. Miasta o niskich wynikach w zakresie *smart* mobilności powinny promować bezpłatny dostęp do internetu i ICT oraz zmniejszyć kongestię poprzez wzrost zrównoważonej sieci transportu publicznego i jej dostępność. Miasta o niskich wynikach w zakresie *smart* jakości życia powinny zwiększać dostępność do mieszkań, ośrodków zdrowia, obiektów kulturalnych i edukacyjnych oraz poprawiać bezpieczeństwo, aby ich mieszkańcy osiągnęli wyższy poziom życia (dobrostan), tak jak w Tokio, Londynie i Bostonie. Miasta o niskich wynikach w zakresie *smart* kapitału ludzkiego powinny podnosić jakość nauczania na wyższych uczelniach, zwiększać zatrudnienie w przemyśle kreatywnych, wspierać zaangażowanie społeczne i kształcenie przez całe życie oraz nie dopuszczać do wykluczenia społecznego i etnicznego²²¹.

²²⁰ Y. Zhang, Y. Zhang, H. Zhang, Y. Zhang, *Evaluation on new first-tier smart cities in China based on entropy method and TOPSIS*, „Ecological Indicator” 2022, nr 145, 109616.

²²¹ G. Ozkaya, C. Erdin, *Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique*, „Heliyon” 2020, nr 6, e05052.

Prace prowadzone przez Shiyao Zhu i in. pokazały, że odporność SC jest na niskim poziomie. Pomiędzy miastami występuje też znaczna nierównowaga ze względu na różne warunki infrastrukturalne, gospodarcze, społeczne, instytucjonalne i środowiskowe. Pojawił się pozytywny związek pomiędzy SC a jego odpornością, szczególnie w wymiarach infrastrukturalnym, gospodarczym i instytucjonalnym. *Smart cities* charakteryzują się większą odpornością na zakłócenia zewnętrzne. Miasta o lepszej odporności znajdują na wschodnich i południowych obszarach przybrzeżnych Chin. Wykazano, iż odporność infrastrukturalna i gospodarcza determinują ogólną odporność²²².

Jarosław Wątróbski i in. zaproponowali innowacyjną metodę oceny trwałości, która integruje podejście MCDA z pomiarem zmienności wyników alternatyw, zwaną techniką oceny zmienności (z ang. *Data vARIability Assessment*, DARIA) dla TOPSIS²²³. Natomiast Nurliana Nasution i in. do wskazania *smart cities* na Sumatrze uwzględniły cztery kryteria oceny każdej alternatywy: infrastrukturę, ludność, powierzchnię i poziom gospodarczy. Najwyższą pozycję w rankingu SC zajmuje miasto Medan²²⁴.

Emel Gelmez i Eren Özceylan ocenili miasta, wykorzystując *Smart City Index 2021* opublikowany przez Institute for Management Development, w którym zastosowano metody COPRAS (złożona ocena proporcjonalna oparta na entropii) i ARAS (metodologia oceny współczynnika addytywnego). Badacze stwierdzili, iż rankingi według tych metod są takie same. Miasta sklasyfikowano pod względem technologicznym (Zhuhai, Shenzhen, Nankin) i strukturalnym (Abu Zabi, Chongqing, Hangzhou). W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że najważniejszym kryterium w ujęciu technologii jest zarządzanie, a w strukturach – możliwości (praca i szkoła)²²⁵.

Jelena Stanković i in. podjęli próbę ustalenia związku pomiędzy efektywnością *smart city* a subiektywnym postrzeganiem zadowolenia z życia jego mieszkańców. Badacze uważają, iż nie zależy to od *smart* wyników tych miast. Porównanie rang uzyskanych przez skonstruowany model wielokryterialny z odczuwalną satysfakcją z życia wskazuje na słabą zależność. Wyniki przeprowadzonych procedur pozwalają porównać poziomy konkurencyjności miast uzyskane na podstawie ważonych kryteriów z rankingami opartymi na subiektywnym odczuciu. Mieszkańcy miast Europy Środkowo-Wschodniej w swojej ocenie jakości życia najwyżej stawiają aspekty ekonomiczne²²⁶.

²²² S. Zhu, D. Li, H. Feng, *Is smart city resilient? Evidence from China*, „Sustainable Cities and Society” 2019, nr 50, 101636.

²²³ J. Wątróbski, A. Bączkiewicz, E. Ziemia, W. Sałabun, *Sustainable cities and communities using DARIA-TOPSIS method*, „Sustainable Cities and Society” 2022, nr 83, 103926.

²²⁴ N. Naustion, G.W. Bhawika, A. Wanto, N.L.W. Sri Rahayu Ginantra, T. Afriliansyah, *Smart City recommendations using the TOPSIS methods*, „IOP Conference Series: Materials science and Engineering” 2020, nr 846, 012028.

²²⁵ E. Gelmez, E. Özceylan, *Evaluation of the Smart Cities Listed in Smart City Index 2021 by using entropy based CORPAS and ARAS methodology*, „Foundations of Computing and Decision Sciences” 2023, nr 48, s. 153–180.

²²⁶ J. Stanković, M. Džunić, Ž. Džunić, S. Marinković, *A multi-criteria evaluation of the European cities' smart performance: Economic, social and environmental aspects*, „Zbornik Radova Ekonomskog

Wyniki badań Stanislava Shmeleva i Iriny Shmelevy pokazały, że w rankingach zrównoważonego rozwoju w ramach priorytetów polityki ochrony środowiska dominuje Singapur, Tokio przoduje w zakresie priorytetów gospodarczych i społecznych, natomiast Londyn i Tokio – w zakresie priorytetów SC²²⁷. Hongbo Shi i in. stworzyli system wskaźników ewaluacyjnych SC oparty na modelu ewaluacji zorientowanym na ludzi, miasto i przepływ zasobów²²⁸.

W badaniach Adama Sojdy, który korzystał z danych Eurostatu, najwyższą pozycję w rankingu zajmują Helsinki, równie wysokie miejsca mają skandynawskie stolicy. Także mniejsze stolicy plasują się dość wysoko. Przeprowadzona analiza wykazała, iż wyniki rankingu wybranych stolic europejskich przeprowadzonych metodą TOPSIS są podobne do tych uzyskanych w *CITYkeys project*²²⁹.

Wykorzystanie MCDM w rankingach SC z uwzględnieniem celu i obiektów badań oraz analizowanych wymiarów SC zaprezentowano w tabeli 4.4.

TABELA 4.4. Wykorzystanie MCDM w rankingach *smart city*

Autorzy	Cel badań	Metoda	Obiekt badań	Wymiary <i>smart city</i>
Zhang i in., 2022	kompleksowa ocena na poziomie budowy SC	TOPSIS	15 nowych miast I rzędu w Chinach	infrastruktura (infrastruktura sieciowa, obiekty komunalne), zarządzanie (usługi w zakresie spraw rządowych, usługi publiczne), jakość życia (poziom życia, kultura edukacyjna), gospodarka (siła ekonomiczna, zdolność do innowacji), środowisko (ochrona środowiska)
Ozkaya, Erdin, 2020	określenie priorytetów wymiarów SC	ANP, TOPSIS	44 miasta na całym świecie	innowacyjność, badania i rozwój, przedsiębiorczość
Zhu i in., 2019	ocena odporności SC	AHP, TOPSIS	187 miast w Chinach	infrastruktura, gospodarka, społeczeństwo, instytucje, środowisko

Fakulteta u Rijeci” 2017, nr 35(2), s. 519–550.

²²⁷ S.E. Shmelev, I.A. Shmeleva, *Multidimensional sustainability benchmarking for smart megacities*, „Cities” 2019, nr 92, s. 134–163.

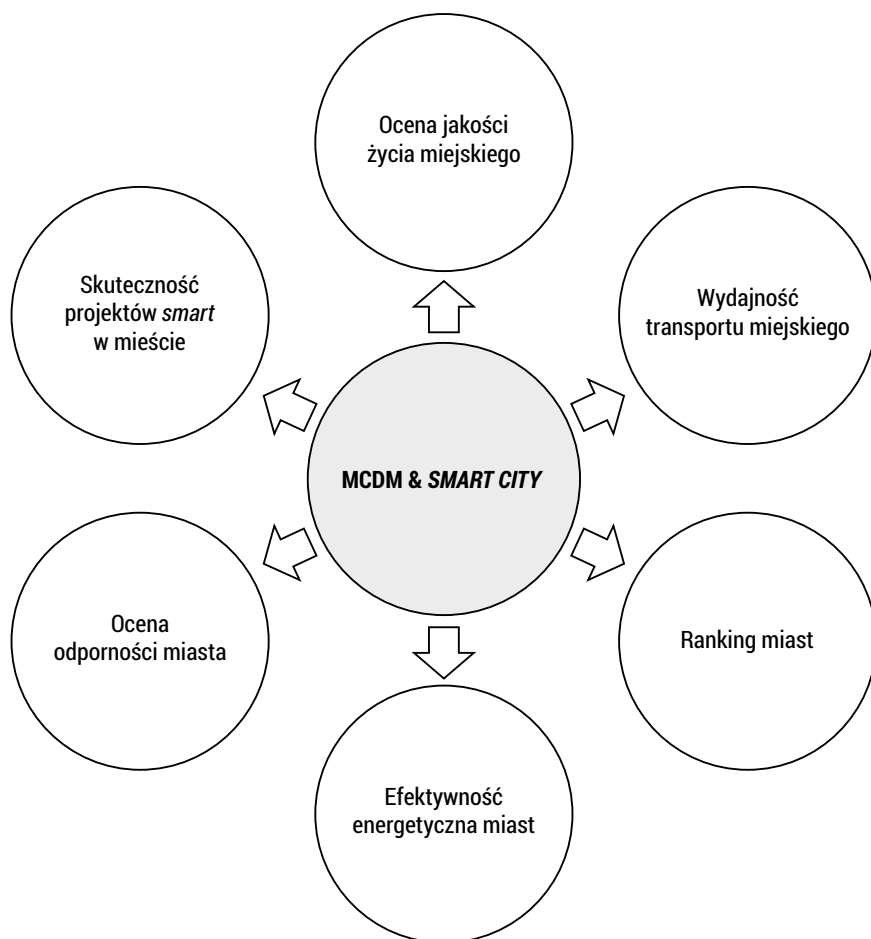
²²⁸ H. Shi, S.B. Tsai, X. Lin, T. Zhang, *How to Evaluate Smart Cities’ Construction? A Comparison of Chinese Smart City Evaluation Methods Based on PSF*, „Sustainability” 2018, nr 10(1), 37.

²²⁹ A. Sojda, *Linear ordering of cities in the smart city concept*, „Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series” 2020, nr 149, s. 621–630.

Autorzy	Cel badań	Metoda	Obiekt badań	Wymiary smart city
Wątróbski i in., 2022	ocena zrównoważonych miast i społeczności	DARIA-TOPSIS	miasta w 26 krajach europejskich	przeludnienie, ludność narażona na hałas, powierzchnia zabudowy, zabici w wypadkach drogowych, narażenie na zanieczyszczenie, poziom recyklingu
Nasution i in., 2020	identyfikacja miast, które mogą być SC	TOPSIS	10 głównych miast na Sumatrze	infrastruktura, gęstość zaludnienia, powierzchnia, poziom gospodarki
Gelmez, Özceylan, 2023	klasyfikacja miast pod względem technologicznym i strukturalnym	COPRAS, ARAS	118 miast na świecie	zdrowie i bezpieczeństwo, mobilność, działalność, możliwości (praca i szkoła), zarządzanie
Stanković i in., 2017	ocena życia miejskiego pod względem wydajności smart	AHP, TOPSIS	23 miasta Europy Centralnej i Wschodniej	infrastruktura, warunki życia i mieszkaniowe, środowisko, zatrudnienie i finanse, zarządzanie, zaufanie, spójność społeczna
Shmelev, Shmeleva, 2019	ocena zrównoważonego rozwoju	ELECTRE III	14 znaczących globalnych megamiast	środowisko, gospodarka, społeczeństwo
Shi i in., 2018	ocena poziomu smart rozwoju i porównanie miast pod względem dokładności modelu i kosztu czasu	AHP	151 chińskich miast	usługi branży informatycznej, rządowe usługi online, usługi otwartych danych, innowacje miejskie, przedsiębiorczość
Pang, Fang, 2016	badanie dynamiki niskoemisyjnego smart rozwoju	TOPSIS	52 chińskie miasta	nauka i technologia, zasoby i środowisko, gospodarka i przemysł, zdolności, kultura
Sojda, 2020	porównanie wyników rankingów miast	TOPSIS, Hellwig	27 europejskich stolic	środowisko, gospodarka, kapitał ludzki, jakość życia, mobilność
Ogrodnik, 2023	porównanie wyników rankingów miast	TOPSIS, PROMOTHEE	18 polskich miast wojewódzkich	środowisko, gospodarka, kapitał ludzki, jakość życia, mobilność, zarządzanie

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury.

Na zakończenie podjęto próbę identyfikacji obszarów badawczych MCDM dla *smart city* na podstawie przeglądu treści publikacji. Wyróżniono sześć głównych obszarów: ocenę jakości życia miejskiego, wydajność transportu miejskiego, rankingi miast, efektywność energetyczną miast, ocenę odporności miasta, skuteczność projektów *smart* w mieście. Wizualizację obszarów zastosowania MCDA dla *smart city* prezentuje rysunek 4.3.



RYSUNEK 4.3. Główne obszary badawcze MCDA dla *smart city*

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeglądu treści publikacji z zakresu MCDM i SC w bazach tekstowych.

Metoda TOPSIS, która jest charakterystyczna dla teorii decyzji, jest podobna do odnoszącej się w taksonomii metody Hellwiga. Zarówno ta metoda, jak i parametryczna służąca do analizy pojemności informacyjnej zmiennych zostaną omówione w kolejnym podrozdziale.

4.4. Metody Hellwiga i parametryczna

W obszarze ekonomii pierwsza metoda porządkowania liniowego została przedstawiona przez Zbigniewa Hellwiga w 1968 roku²³⁰. Jest ona określana metodą optymalnego wyboru predyktant lub metodą wskaźników pojemności informacji. Stanowi ona formalną metodę doboru zmiennych objaśniających do modelu statystycznego (w szczególności ekonometrycznego). Zmienne, które wybierano do modelu, powinny być silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą, a słabo skorelowane między sobą.

Zbiór potencjalnych zmiennych diagnostycznych ustalonych na podstawie kryteriów merytoryczno-formalnych podlega również weryfikacji ze względu na wartość informacyjną zmiennych. Weryfikacja ta odbywa się za pomocą procedur statystycznych ze względu na: zmienność dyskryminacyjną zmiennych, czyli zmienność względem badanych obiektów, oraz pojemność informacyjną (potencjał informacyjny) zmiennych, czyli stopień ich skorelowania z innymi zmiennymi²³¹. Małe zróżnicowanie zmiennej oznacza, że słabo dyskryminuje badane obiekty i ma małą wartość informacyjną. Do analizy cech można wykorzystać klasyczny i pozycyjny współczynnik zmienności. Klasyczny **współczynnik zmienności** obliczamy według poniższej formuły:

$$V^k(x_j) = \frac{s(x_j)}{\bar{x}_j}$$

gdzie:

$$\bar{x}_j \quad - \text{średnia arytmetyczna wartości } j\text{-tej zmiennej}, \quad \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$

$$s(x_j) \quad - \text{odchylenie standardowe } j\text{-tej zmiennej}, \quad s(x_j) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}.$$

Ze zbioru zmiennych diagnostycznych eliminujemy te zmienne, dla których wartość współczynnika zmienności jest nie większa od arbitralnie ustalonej małej wartości progowej ε ($\varepsilon > 0$), co oznacza, iż spełniona jest zależność: $V^k(x_j) \leq \varepsilon$, $j = 1, \dots, m$, i zwykle przyjmowana jest wartość $\varepsilon = 0,1$.

Pojemność informacyjna zmiennej jest tym większa, im słabiej jest ona skorelowana z innymi zmiennymi i jednocześnie silniej skorelowana ze zmiennymi, które nie wchodzi do ostatecznego zbioru zmiennych diagnostycznych. Korelowanie oznacza przenoszenie tych samych informacji o porównywanych obiektach.

²³⁰ Z. Hellwig, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanej kadry*, „Statistical Review” 1968, nr 4, s. 307–326.

²³¹ A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa 2006, s. 28–30.

Jedną z najczęściej stosowanych metod do analizy pojemności informacyjnej zmiennych jest **metoda parametryczna** zaproponowana przez Zbigniewa Hellwiga. Jej punktem wyjścia jest ustalenie wartości progowej współczynnika korelacji r^* , powyżej której zmienne są ze sobą istotnie skorelowane. Algorytm metody parametrycznej obejmuje następujące kroki:

Krok 1. Zbudowanie symetrycznej macierzy korelacji potencjalnych zmiennych

$$R = \begin{bmatrix} r_{k,k'} \end{bmatrix}$$

gdzie: $r_{k,k'}$ – współczynnik korelacji między k -tym i k' -tym ($k, k' = 1, 2, \dots, K$).

Krok 2. Wartość progowa współczynnika korelacji ma postać

$$r^* = \left[\frac{t_\alpha^2}{t_\alpha^2 + n - 2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

gdzie: t_α^2 – wartość odczytana z tablic rozkładów t -Studenta.

Krok 3. Wyznaczenie sum wartości bezwzględnych każdego wiersza w macierzy korelacji (R)

$$R_{k'} = \sum_{k=1}^K |r_{kk'}|$$

Krok 4. Wyznaczenie wiersza o największej sumie $R_{k'}$

$$R_{k_0} = \max_{k'} \{R_{k'}\}$$

Krok 5. Wybór elementów o wartościach bezwzględnych większych od wartości progowej w wierszu R_{k_0} i odpowiadających mu elementów w kolumnie. Zmienne znajdujące się w podświetlonym wierszu są określane jak centralne, natomiast zmienne korespondujące z nimi w podświetlonych kolumnach – satelitarne.

$$|r_{kk_0}| > r^*$$

Krok 6. Zmniejszenie macierzy korelacji odbywa się przez usunięcie podświetlonej kolumny i wiersza.

Krok 7. Macierz korelacji podlega dalszemu zmniejszeniu przez powtórzenie kroków 3–6.

Metoda Hellwiga składa się z poniższych etapów. Liczbowy opis zbioru obiektów można przedstawić w postaci macierzy obserwacji²³²:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

gdzie: x_{ij} – wartość j -ej charakterystyki dla i -tego obiektu ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$).

Następnie normalizację wybranych zmiennych obliczamy przekształceniem standaryzacyjnym według poniższej formuły²³³:

$$z_{ij} = \frac{X_{ij} - \overline{X_j}}{s(x_j)}.$$

W wyniku zastosowania powyższego przekształcenia utworzono macierz standaryzowanych wartości cechy Z , która ma poniższą postać²³⁴:

$$Z = [z_{ij}] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{n1} & z_{n2} & \dots & z_{nm} \end{bmatrix}$$

gdzie: z_{ij} – wartość standaryzowana x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$).

Odległość euklidesową między danym obiektem a obiektem idealnym P_o (c_{io}) wyznaczono za pomocą poniższej formuły:

$$c_{io} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_{oj})^2}$$

gdzie: $z_{oj} = \begin{cases} \max_i \{z_{ij}\}, & \text{dla stymulant} \\ \min_i \{z_{ij}\}, & \text{dla estymulant} \end{cases}.$

²³² Z. Hellwig, *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych* [w:] *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*, red. W. Welfe, PWN, Warszawa 1981, s. 46–68.

²³³ T. Panek, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, SGH, Warszawa 2009, s. 38–39.

²³⁴ M. Obrębski, *Mierniki rozwoju regionalnego* [w:] *Metody oceny rozwoju regionalnego*, red. D. Strahl, Akademia Ekonomiczna, Wrocław 2006, s. 26–35.

Syntetyczny wskaźnik Hellwiga (d_i) jest obliczany za pomocą następującej formuły²³⁵:

$$d_i = 1 - \frac{C_{io}}{C_o}, (i = 1, 2, \dots, n)$$

gdzie: C_o – odległość krytyczna pomiędzy danym obiektem a obiektem idealnym,

$$C_o = \overline{C_o} + 2S_o.$$

Wnioski z rozdziału 4

Przeprowadzone rozważania teoretyczne dotyczące metod wielokryterialnego podejmowania decyzji w obszarze *smart city* można ująć w następujących wnioskach:

1. Wielokryterialna analiza decyzji wyróżnia: wielokryterialne metody podejmowania decyzji (MCDM) i wielokryterialne metody analizy decyzji (MCDA). MCDM można podzielić na metody: addytywne, analitycznej hierarchizacji, ELECTRE, werbalne, wykorzystujące punkty referencyjne, PROMETHEE i interaktywne.
2. Klasyczna metoda TOPSIS należy do grupy metod szkoły amerykańskiej wykorzystującej punkty referencyjne. Jest ona oparta na kryterium syntetycznym i wykorzystaniu funkcji agregującej wartości wariantów decyzyjnych ze względu na poszczególne kryteria, co pozwala na utworzenie rankingów analizowanych wariantów.
3. Idea metody TOPSIS polega na określaniu odległości rozpatrywanych obiektów od rozwiązania idealnego i antyidealnego, a końcowym rezultatem analizy jest wskaźnik syntetyczny tworzący ranking badanych obiektów. Za najlepszy obiekt uważa się ten, który ma najmniejszą odległość od rozwiązania idealnego i jednocześnie największą od rozwiązania antyidealnego.
4. Najczęściej wykorzystywanymi metodami wielokryterialnej analizy decyzji w odniesieniu do SC są TOPSIS, AHP i DEMATEL. Najwięcej publikacji analizujących SC i wykorzystujących metodę TOPSIS znajduje się w bazach Elsevier i Scopus.
5. Do najczęściej stosowanych technik normalizacyjnych zaliczamy: oryginalną, wektorową, liniową i logarytmiczną.
6. Metoda Hellwiga stanowi formalną metodę doboru zmiennych objaśniających do modelu statystycznego. Zmienne, które wybieramy do modelu, powinny być silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą, a słabo skorelowane między sobą.
7. Metoda parametryczna służy do analizy pojemności informacyjnej zmiennych i wykorzystuje wartość progową współczynnika korelacji.

²³⁵ M. Stec, *Uwarunkowania rozwojowe województw w Polsce – analiza statystyczno-ekonometryczna*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2011, z. 20, s. 232–251.

8. Głównymi obszarami badawczymi MCDM dla *smart cities* są: ocena jakości życia miejskiego, wydajność transportu miejskiego, rankingi miast, efektywność energetyczna miast, ocena odporności miasta, skuteczność projektów *smart* w mieście.

Rozdział 5

Rankingi polskich miast według indeksu *urban smartness* – wyniki badań empirycznych

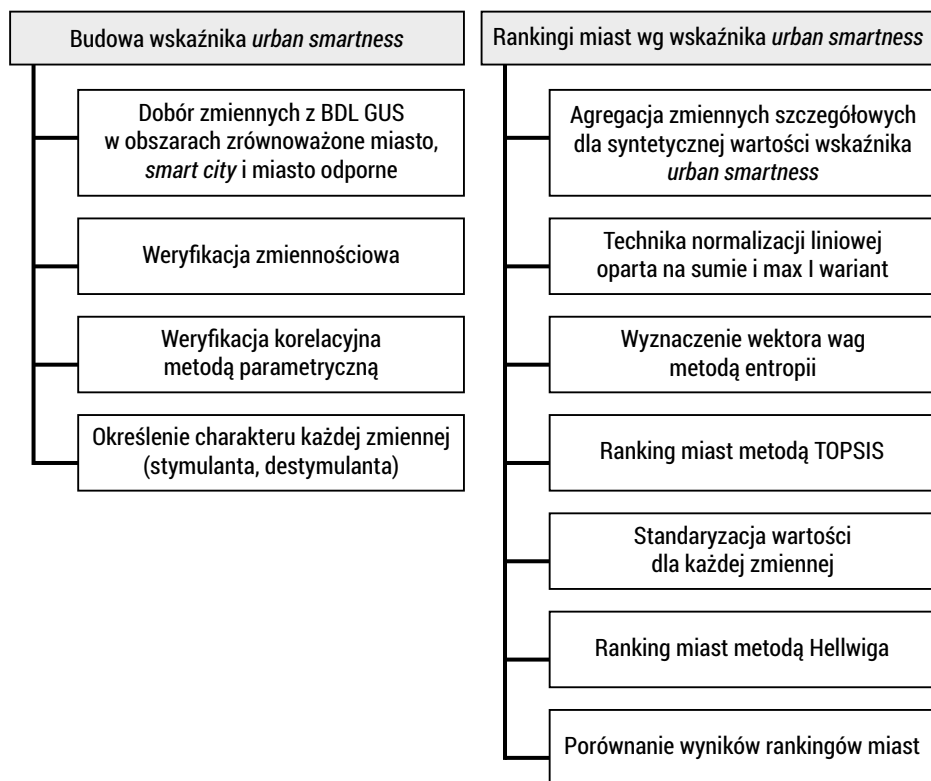
5.1. Przebieg procedury badawczej

Zagadnienie *urban smartness* powinno stać się jednym z elementów strategii rozwoju SC. Zróżnicowane tempo rozwoju miast wynika z odmiennych czynników, takich jak:

- uwarunkowania gospodarcze, społeczne i środowiskowe, które stanowią wymiary zrównoważonego rozwoju,
- wdrażanie *smart* rozwiązań technologicznych i innowacyjnych metod zarządzania, które stanowią istotę koncepcji *smart city*,
- determinanty poprawiające odporność miasta na zmiany.

Analiza miast na prawach powiatu pozwoliła udzielić odpowiedzi na następujące pytania: Które ze zmiennych charakteryzują się największą, a które najmniejszą zmiennością? Które ze zmiennych mają kluczowe znaczenie dla pomiaru *urban smartness*? Jakie miejsca zajmują miasta w poszczególnych rankingach? Jaka jest zależność pomiędzy pozycjami miast w rankingach Hellwiga i TOPSIS?

Empiryczne badania własne były realizowane zgodnie z procedurą badawczą, która obejmowała jedenaście etapów przedstawionych na rysunku 5.1. Proces badawczy rozpoczął się od identyfikacji problemu badawczego na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury, krytycznej analizy piśmiennictwa i badania źródeł zastanych. Zasadniczym zadaniem badawczym była konstrukcja wskaźnika *urban smartness* wykorzystanego do utworzenia rankingów polskich miast na prawach powiatu. Następnie opracowano narzędzie badawcze i dobrano próbę badawczą.



RYSUNEK 5.1. Przebieg procedury badawczej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Procedura badawcza obejmowała budowę wskaźnika *urban smartness* oraz przygotowanie dwóch rankingów miast z wykorzystaniem metod TOPSIS i Hellwiga. Badania empiryczne rozpoczęto od weryfikacji zmiennościowej i korelacyjnej metodą parametryczną analizowanych zmiennych. Następnie uporządkowano miasta na prawach powiatu metodą TOPSIS. Ten etap badań poprzedzono normalizacją liniową zmiennych, dla której dobrano technikę liniową opartą na max i wariancie macierzy decyzyjnej, natomiast wektor wag wyznaczono metodą entropii. Później uszeregowano miasta z wykorzystaniem metody Hellwiga, którą rozpoczęto od standaryzacji każdej zmiennej. Na zakończenie porównano rankingi dla obydwu metod.

Zmienne wejściowe charakteryzują 66 miast na prawach powiatu. Dane pochodzą z Banku Danych Lokalnych GUS. Zestaw zmiennych wejściowych został opracowany na podstawie analizy dostępnej literatury przedmiotu, z uwzględnieniem istniejących rankingów miast i indeksów miejskich. Przygotowano go dla każdego z trzech wymiarów *urban smartness*, czyli miasta zrównoważonego, odpornego i *smart*. Dla każdej zmiennej określono jej charakter pozytywny lub negatywny. Po zbadaniu poziomu

zmienności i korelacji pomiędzy zmiennymi usunięto te o małej zmienności (wartość współczynnika zmienności poniżej 20%) lub wysokiej korelacji z innymi zmiennymi (wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona powyżej 0,5).

Dla charakterystyki struktury wewnętrznej badanych miast obliczono podstawowe statystyki opisowe, do których zaliczamy: średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe, wskaźnik zmienności, maksimum i minimum. Wyniki wyliczonych wartości znajdują się w załącznikach 1, 2 i 3. Przedstawione statystyki pozwalają określić zmienność czynników determinujących poziom poszczególnych wskaźników.

5.2. Charakterystyka zmiennych dla indeksu *urban smartness*

Trzy koncepcje dotyczące *urban smartness* objęły 91 zmiennych badawczych dotyczących zrównoważonego rozwoju (wymiar społeczny, gospodarczy, środowiskowy; 27 zmiennych), odporności miejskiej (odporność ekonomiczna, społeczna, instytucjonalna i inwestycyjna; 22 zmienne) i *smart city* (wymiar: gospodarka, środowisko, transport, kapitał ludzki, jakość życia, zarządzanie; 42 zmienne). Liczby zmiennych w poszczególnych wymiarach i przykładowe zmienne zostały zaprezentowane w tabeli 5.1.

TABELA 5.1. Wykaz zmiennych w poszczególnych składowych *urban smartness*

Koncepcje	Wymiary	Liczba zmiennych	Przykład zmiennej
Zrównoważone miasto	społeczny	12	łóżka w szpitalach
	gospodarczy	9	zgłoszenia wynalazków
	środowiskowy	6	wydatki na ochronę środowiska
Odporne miasto	odporność ekonomiczna	4	przeciętne miesięczne wynagrodzenie
	odporność społeczna	5	gęstość zaludnienia
	odporność instytucjonalna	8	miejskowe zagrożenia
	odporność infrastrukturalna	5	biblioteki publiczne
<i>Smart city</i>	gospodarka	7	udział podmiotów sektora kreatywnego
	mobilność	4	ścieżki rowerowe
	kapitał ludzki	7	absolwenci
	środowisko przyrodnicze	8	masa wytworzonych odpadów komunalnych
	jakość życia	12	dzieci w żłobkach
	zarządzanie	4	udział kobiet w organach uchwałodawczych

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Dla zrównoważonego miasta początkowo przyjęto 27 zmiennych, które odnoszą się do aspektu środowiskowego, społecznego i gospodarczego. Wykaz wszystkich zmiennych znajduje się w załączniku 1. Po usunięciu zmiennych o małej zmienności (charakteryzujących się niską wartością współczynnika zmienności) lub wysokiej korelacji z innymi zmiennymi (pozwoliło odrzucić zmienne mocno ze sobą powiązane i niosące tę samą bądź podobną wartość informacyjną) pozostało 16 zmiennych, które zaprezentowano w tabeli 5.2.

TABELA 5.2. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla zrównoważonego miasta

Aspekty	Nazwa zmiennej
Środowiskowy	udział odpadów poddanych odzyskowi zużycie wody na 1 mieszkańca udział powierzchni terenów zielonych emisja zanieczyszczeń pyłowych na 1 km² powierzchni wydatki na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska
Społeczny	łóżka w szpitalach na 10 tysięcy ludności liczba prób (zachowań) samobójczych na 100 tysięcy ludności nowe budynki mieszkalne na 1000 ludności liczba ludności na 1 miejsce w kinach stałych czytelnicy bibliotek publicznych na 1000 ludności udzielone noclegi na 1000 ludności
Ekonomiczny	zgłoszenia wynalazków w UPRP na milion mieszkańców podmioty wpisane do rejestru REGON na 10 tysięcy ludności nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach na 1 mieszkańca ofiary śmiertelne na 100 tysięcy ludności udział powierzchni objętej obowiązującymi MPZP

LEGENDA: pogrubione nazwy zmiennych charakteryzują się najwyższym współczynnikiem zmienności.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zużycie wody na 1 mieszkańca charakteryzuje się największym współczynnikiem zmienności i dotyczy aspektu środowiskowego zrównoważonego rozwoju. Najwyższa wartość tej zmiennej (13 458,2 m³) jest dla Konina (ośrodek Zagłębia Węgla Brunatnego, lokalizacja Zespołu Elektrowni Pątnów–Adamów–Konin i jedynej w Polsce huty aluminium), a najniższa (39 m³) dla Chorzowa. Jako destymulanta oceniana jest niekorzystnie, gdy przyjmuje wysokie wartości. Zmienna ta jest czynnikiem wymiaru ekologicznego i wyznacza warunki środowiskowe. Kolejna najwyżej zróżnicowana wartość zmiennej odnosi się do liczby udzielonych noclegów na 1000 ludności. Najwyższą (33 864,6 noclegów) wartość ta zmienna osiągnęła dla Świnoujścia, a najniższą (0,0 noclegów) dla Mysłowic, Skierniewic, Jastrzębia-Zdroju i Świętochłowic. Jako stymulanta wysoka wartość wskaźnika oceniana jest

pozytywnie. Wymieniona zmienna jest charakterystyczna dla wymiaru społecznego oraz wyznacza jakość życia miejskiego i potencjał zasobu ludzkiego. Najniższa wartość współczynnika zmienności jest przyjmowana dla podmiotów wpisanych do rejestru REGON na 10 tysięcy ludności.

Przy określaniu miasta odpornego wykorzystano 22 zmienne odnoszące się do odporności ekonomicznej, społecznej, instytucjonalnej i infrastrukturalnej. Wykaz wszystkich zmiennych znajduje się w załączniku 2. Po usunięciu zmiennych o małej zmienności lub wysokiej korelacji z innymi zmiennymi otrzymano zestaw 14 zmiennych, które zaprezentowano w tabeli 5.3.

TABELA 5.3. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla miasta odpornego

Odporność	Nazwa zmiennej
Ekonomiczna	podmioty na 1000 mieszkańców w wieku produkcyjnym udział nowo zarejestrowanych podmiotów sektora medycznego w liczbie nowo zarejestrowanych podmiotów ogółem
Społeczna	gęstość zaludnienia ofiary śmiertelne na 100 wypadków ranni na 100 tysięcy pojazdów
Instytucjonalna	udział wydatków inwestycyjnych gmin i powiatów w wydatkach ogółem wydatki na bezpieczeństwo publiczne i ochronę przeciwpożarową na mieszkańca zdarzenia z udziałem jednostek ochrony przeciwpożarowej na 1000 ludności pożary przypadające na 1000 ludności przestępstwa stwierdzone przez policję ogółem na 1000 mieszkańców
Infrastrukturalna	drogi gminne o nawierzchni twardej na 100 km ² liczba ludności na łóżko w szpitalach ogólnych przychodnie na 10 tysięcy ludności biblioteki publiczne na 10 tysięcy ludności

LEGENDA: pogrubione nazwy zmiennych charakteryzują się najwyższym współczynnikiem zmienności.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Największą zmienność w grupie zmiennych odpornego miasta osiągnęły środki gmin i powiatów z UE na finansowanie programów i projektów w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Najwyższa jej wartość jest dla Włocławka (88,3 zł), a najniższa dla Jaworzna (−2,2, zł). Odnosi się ona do odporności instytucjonalnej i jest to stymulanta. Kolejną zmienną o wysokiej zmienności są ofiary śmiertelne na 100 wypadków. Najwyższa jej wartość przyjmowana jest dla Koszalina (21,7 osoby), a najniższa (0,0 osób) dla: Chełma, Zamościa, Przemyśla, Suwałk, Chorzowa, Piekar i Rybnika. Odnosi się ona do odporności społecznej i jest to destymulanta. Najniższa wartość współczynnika zmienności jest przyjmowana dla wskaźnika udziału nowo zarejestrowanych podmiotów sektora medycznego w liczbie nowo zarejestrowanych podmiotów ogółem.

Dla składowej, która określa *smart city*, scharakteryzowano 42 zmienne z obszarów: gospodarka, środowisko, transport, kapitał ludzki, jakość życia i zarządzanie. Wykaz wszystkich zmiennych wraz z obliczonymi statystykami opisowymi znajduje się w załączniku 3. Po usunięciu zmiennych o małej zmienności lub wysokiej korelacji z innymi zmiennymi pozostało 26 zmiennych, które zaprezentowano w tabeli 5.4.

TABELA 5.4. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla *smart city*

Wymiary	Nazwa zmiennej
Gospodarka	• patenty udzielone przez UPRP na 100 tysięcy mieszkańców • kapitał zagraniczny na 1 mieszkańca w wieku produkcyjnym • bezrobotni zarejestrowani na 1000 ludności
Środowisko przyrodnicze	• choroby układu oddechowego • nasadzenia drzew na 10 tysięcy osób • emisja dwutlenku siarki • wydatki na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu • udział odpadów poddanych odzyskowi • ścieki komunalne oczyszczane na 100 km²
Mobilność	• drogi gminne o nawierzchni twardej na 10 tysięcy osób • wypadki drogowe na 100 tysięcy ludności • ofiary śmiertelne na 100 tysięcy pojazdów • ścieżki rowerowe na 100 km²
Kapitał ludzki	• podmioty gospodarcze w sektorach wiodących na 1000 mieszkańców
Jakość życia	• pielęgniarki i położne na 10 tysięcy ludności • dzieci w żłobkach i klubach dziecięcych na 1000 dzieci • przestępstwa stwierdzone przez policję na 1000 mieszkańców • miejsca noclegowe na 1000 ludności • stopień wykorzystania miejsc noclegowych • księgozbiór bibliotek na 1000 ludności • zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych • przyrost naturalny na 1000 ludności
Zarządzanie	• udział kobiet w organach uchwałodawczych gmin • decyzje o warunkach zabudowy na 10 tysięcy mieszkańców • udział pozwoleń i zgłoszeń opartych na MPZP w liczbie pozwoleń i zgłoszeń z projektem budowlanym na budowę nowych obiektów • liczba mieszkań objętych wydanymi decyzjami o pozwoleniu na budowę lub przyjętymi zgłoszeniami budowy z projektem budowlanym

LEGENDA: pogrubione nazwy zmiennych charakteryzują się najwyższym współczynnikiem zmienności.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Największą zmiennością w grupie zmiennych *smart city* charakteryzują się miejsca noclegowe na 1000 ludności. Podobnie jak w przypadku zmiennej udzielone noclegi dla miasta zrównoważonego, jej najwyższe (263,4 miejsca) i najniższe (0,0 miejsca) wartości przyjmowane są dla tych samych miast. Jest to symulanta, której wysokie wartości są pożądane. Poprawa atrakcyjności turystycznej, która odnosi się do jakości życia, jest jednym z założeń *smart city*. Kolejną zmienną przyjmującą wysokie wartości jest wartość wydatków na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu na 1 mieszkańca. Najwyższą (455,7 zł) wartość osiągnięto w Rybniku, a najniższą (0,0 zł) w: Gdyni, Słupsku, Elblągu, Ostrołęce, Gorzowie Wielkopolskim, Grudziądzu, Toruniu, Chełmie, Chorzowie i Włocławku. Jednymi z istotnych założeń koncepcji *smart city* są przeciwdziałanie zmianom klimatu i ochrona środowiska, które związane są z wymiarem środowiska. Najniższa wartość współczynnika zmienności jest przyjmowana dla udziału chorób układu oddechowego.

Wskaźnik *urban smartess* buduje łącznie 56 zmiennych, które zostały wybrane po analizie zmiennościowej i korelacyjnej metodą parametryczną. Obejmuje on 16 zmiennych dla zrównoważonego rozwoju, 14 zmiennych dla odporności miejskiej i 26 zmiennych dla SC. W koncepcji miasta zrównoważonego wyróżniamy 5 zmiennych dla aspektu środowiskowego, 6 zmiennych dla aspektu społecznego i 5 zmiennych dla aspektu gospodarczego. Koncepcja miasta odpornego obejmuje 2 zmienne dla odporności ekonomicznej, 3 zmienne dla odporności społecznej, 5 zmiennych dla odporności instytucjonalnej i 4 zmienne dla odporności inwestycyjnej. Koncepcję *smart city* tworzą 3 zmienne dla wymiaru gospodarka, 6 zmiennych dla wymiaru środowisko, 4 zmienne dla wymiaru transport, 1 zmienna dla wymiaru kapitał ludzki, 8 zmiennych dla wymiaru jakość życia i 4 zmienne dla wymiaru zarządzanie.

5.3. Wnioski z porządkowania liniowego miast

Porządkowanie liniowe 66 polskich miast na prawach powiatu przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch metod – Hellwiga i TOPSIS. Następnie porównano wskaźniki syntetyczne i wyniki porządkowania liniowego oraz zgodność tych rankingów po wyznaczeniu współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

Metoda entropii zastosowana w porządkowaniu liniowym miast według TOPSIS pozwoliła zidentyfikować zmienne, którym przypisano największe wagi. Ponadczteroprocentowy udział mają następujące zmienne: zużycie wody na 1 mieszkańca (0,045398), liczba ludności na 1 miejsce w kinach stałych (0,043618) i decyzje o warunkach zabudowy na 10 tysięcy mieszkańców (0,042851).

W rankingu miast według metody Hellwiga czołowe miejsca zajmują Warszawa, Dąbrowa Górnicza i Wałbrzych, natomiast w rankingu TOPSIS – Rzeszów, Kraków i Siedlce. Tak wysoka pozycja Rzeszowa wynika z najniższego przyrostu naturalnego (−0,69 osób/1000 ludności) oraz najwyższej wartości zmiennych dotyczących liczby łóżek w szpitalach (121,9 łóżek/1000 ludności) i nowych budynków (4,8/1000 ludności).

Najwyższe miejsce stolicy województwa podkarpackiego w rankingu TOPSIS jest związane również z niskim zużyciem wody (0,2 m³/1 mieszkańca) i małą liczbą ludności przypadającą na 1 miejsce w kinach (41 mieszkańców). Warto podkreślić, iż w Rzeszowie jako jednym z dwóch polskich miast działa także *urban lab*.

W pierwszej dziesiątce rankingu miast według metody TOPSIS znalazło się aż siedem miast wojewódzkich (Rzeszów – 1. miejsce, Kraków – 2., Warszawa – 5., Białystok – 6., Wrocław – 7., Gdańsk – 8., Poznań – 10. miejsce). Wysokie pozycje stolic województw wynikają z dobrej dostępności do infrastruktury społecznej (opieki zdrowotnej, ośrodków kultury, bezpieczeństwa) i wysokiej jakości środowiska przyrodniczego (zużycie wody, odpady poddawane odzyskowi, tereny zieleni, oczyszczane ścieki komunalne). Poza miastami wojewódzkimi w pierwszej dziesiątce rankingu TOPSIS pojawiły się Siedlce (3. miejsce), Suwałki (4. miejsce) i Nowy Sącz (9. miejsce). Natomiast w pierwszej dziesiątce rankingu miast według metody Hellwiga znalazły się tylko cztery miasta wojewódzkie: Warszawa – 1. miejsce, Wrocław – 6., Poznań – 8., Kraków – 10. miejsce.

Wałbrzych jest miastem, które charakteryzuje się największą różnicą pozycji w obydwu rankingach, gdyż aż o 63 miejsca. Ostatnia pozycja Wałbrzycha w rankingu TOPSIS wynika z braku odpadów poddawanych odzyskowi i patentów udzielonych przez Urząd Patentowy RP. Z kolei najniższe miejsce w rankingu miast jest związane z najmniejszą liczbą przychodni (4 przychodnie/10 tysięcy ludności), wydatkami w dziale oświata i wychowanie (1598,4 zł/1 mieszkańca) i przyrostem naturalnym (–13,46 osób/1000 ludności).

W przypadku Wrocławia, Gdyni, Mysłowic oraz Rudy Śląskiej zmiana pozycji jest niewielka, odpowiednio o jedno i dwa miejsca. Mała różnica miejsc (do pięciu) w obydwu rankingach dotyczy także Tarnowa, Radomia, Opola i Przemyśla. Wysokie pozycje w obu rankingach zajmują miasta wojewódzkie: Wrocław, Kraków, Warszawa, Poznań i Gdańsk, w których dostęp do infrastruktury społecznej jest bardzo wysoki. Informacje o wartości wskaźnika i pozycji w rankingu zaprezentowano w tabeli 5.5. Największe odnotowane różnice – obejmujące 20 i więcej miejsc rankingowych – zaznaczono w tabeli kolorem szarym (dotyczy to 28 miast na prawach powiatu).

TABELA 5.5. Rankingi miast metodami Hellwiga i TOPSIS

Miasto	Metoda Hellwiga		Metoda TOPSIS		Różnica
	wskaźnik	ranking	wskaźnik	ranking	
Jelenia Góra	0,154671	41	0,04876325	58	+17
Legnica	0,218264	16	0,04876325	34	+18
Wrocław	0,336326	6	0,04876325	7	+1
Wałbrzych	0,368386	3	0,04876325	66	+63
Bydgoszcz	0,177649	29	0,04876325	35	+6
Grudziądz	0,164598	38	0,04876325	60	+22

Miasto	Metoda Hellwiga		Metoda TOPSIS		Różnica
	wskaźnik	ranking	wskaźnik	ranking	
Toruń	0,160904	40	0,04876325	20	-20
Włocławek	0,193614	27	0,04876325	62	+35
Biała Podlaska	0,135942	64	0,04876325	11	-53
Chełm	0,136395	63	0,04876325	44	-19
Lublin	0,172839	34	0,04876325	16	-18
Zamość	0,144302	50	0,04876325	27	-23
Gorzów Wielkopolski	0,17668	31	0,04876325	46	+15
Zielona Góra	0,163364	39	0,04876325	15	-19
Łódź	0,204763	21	0,04876325	57	+36
Piotrków Trybunalski	0,151628	43	0,04876325	61	+18
Skierniewice	0,173202	33	0,04876325	21	-12
Kraków	0,28316	10	0,04876325	2	-8
Nowy Sącz	0,144156	51	0,04876325	9	-42
Tarnów	0,174127	32	0,04876325	37	+5
Ostrołęka	0,349291	5	0,04876325	19	+14
Płock	0,233858	12	0,04876325	36	+24
Radom	0,149436	47	0,04876325	43	-4
Siedlce	0,14987	46	0,04876325	3	-43
Warszawa	0,719051	1	0,04876325	5	+4
Opole	0,206246	20	0,04876325	17	-3
Krosno	0,14065	55	0,04876325	22	-33
Przemyśl	0,138248	59	0,04876325	56	-3
Rzeszów	0,193678	26	0,04876325	1	-25
Tarnobrzeg	0,127585	66	0,04876325	40	-26
Białystok	0,167945	37	0,04876325	6	-31
Łomża	0,141268	54	0,04876325	12	-42
Suwałki	0,137137	62	0,04876325	4	-58
Gdańsk	0,25328	11	0,04876325	8	-3
Gdynia	0,196261	24	0,04876325	25	+1
Słupsk	0,18895	28	0,04876325	39	+11
Sopot	0,212763	18	0,04876325	41	+23
Bielsko-Biała	0,326992	7	0,04876325	23	+16
Bytom	0,140439	56	0,04876325	65	+9
Chorzów	0,355964	4	0,04876325	50	+46

Miasto	Metoda Hellwiga		Metoda TOPSIS		Różnica
	wskaźnik	ranking	wskaźnik	ranking	
Częstochowa	0,172458	35	0,04876325	63	+28
Dąbrowa Górnicza	0,608325	2	0,04876325	59	+57
Gliwice	0,316663	9	0,04876325	33	+24
Jastrzębie-Zdrój	0,138223	60	0,04876325	52	-8
Jaworzno	0,139804	58	0,04876325	51	-7
Katowice	0,221969	13	0,04876325	30	+17
Mysłowice	0,195994	25	0,04876325	24	-1
Piekary Śląskie	0,1316	65	0,04876325	53	-12
Ruda Śląska	0,1444	49	0,04876325	47	-2
Rybnik	0,140089	57	0,04876325	28	-29
Siemianowice Śląskie	0,220206	15	0,04876325	55	+40
Sosnowiec	0,19933	23	0,04876325	64	+41
Świętochłowice	0,142251	53	0,04876325	42	-11
Tychy	0,214509	17	0,04876325	29	+12
Zabrze	0,20839	19	0,04876325	45	+26
Żory	0,177068	30	0,04876325	14	-16
Kielce	0,200195	22	0,04876325	32	+10
Elbląg	0,148943	48	0,04876325	54	+6
Olsztyn	0,150486	44	0,04876325	13	-31
Kalisz	0,137628	61	0,04876325	48	-13
Konin	0,143745	52	0,04876325	38	-14
Leszno	0,153152	42	0,04876325	18	-24
Poznań	0,326269	8	0,04876325	10	+2
Koszalin	0,150485	45	0,04876325	26	-19
Szczecin	0,170661	36	0,04876325	31	-5
Świnoujście	0,220824	14	0,04876325	49	+35

LEGENDA: wytłuszczone miasta to stolice województw.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ostatnim etapem badań było wyznaczenie współczynnika korelacji liniowej Pearsona, który pozwolił porównać zgodność dwóch zbudowanych rankingów miast według metod Hellwiga i TOPSIS. Wartość tego współczynnika pomiędzy pozycjami miast w rankingach Hellwiga i TOPSIS wyniosła 0,09062, natomiast pomiędzy wartościami wskaźnika syntetycznego – 0,06583. Uzyskane wyniki wskazują na brak związku liniowego między rankingami Hellwiga i TOPSIS.

Duża rozbieżność pomiędzy pozycjami miast w rankingach według metod Hellwiga i TOPSIS wynika z tego, iż różnią się one kilkoma cechami, takimi jak: przyporządkowanie naukowe, punkt odniesienia, normalizacja zmiennych, postać analityczna funkcji agregującej²³⁶. Zestawienie cech różnicujących z ich wyjaśnieniem zaprezentowano w tabeli 5.6. Metoda Hellwiga jest wykorzystywana głównie przez ekonomistów (nauki taksonomiczne), z TOPSIS zaś korzysta się w teorii decyzji. Postać analityczna funkcji agregującej jest inna w obu metodach, a uzyskane wartości miary syntetycznej na ogół są w nich zawarte w przedziale [0; 1].

TABELA 5.6. Cechy różnicujące metody Hellwiga i TOPSIS

Cecha różnicująca	Metoda Hellwiga	Metoda TOPSIS
Przyporządkowanie naukowe	ekonomia (taksonomia)	teoria decyzji (wielokryterialne podejmowanie decyzji)
Punkt odniesienia	wzorzec	wzorzec i antywzorzec
Normalizacja zmiennych	standaryzacja	przekształcenie ilorazowe
Miara odległości obiektów od punktów odniesienia	odległość euklidesowa	odległość euklidesowa

ŹRÓDŁO: opracowanie na podstawie: A. Bąk, *Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i TOPSIS – analiza porównawcza*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2016, nr 426, s. 29.

Metody Hellwiga i TOPSIS, poza różnicującymi cechami, mają również wspólne cechy, takie jak cel badań, przyporządkowanie do metod wzorcowych i miarę odległości obiektów od punktów odniesienia. Celem badań empirycznych z wykorzystaniem obu metod jest ustalenie kolejności obiektów opisanych przez zbiór zmiennych. Obie metody należą do wzorcowych i miarą odległości obiektów od punktów odniesienia jest odległość euklidesowa.

Inwestorzy, podejmując decyzję dotyczącą wyboru miasta, powinni brać pod uwagę ranking według metody TOPSIS. Jego wyższość wynika z tego, iż zastosowana metoda odnosi się do wzorca i antywzorca, a nie tylko do wzorca, tak jak w metodzie Hellwiga.

5.4. Rekomendacje, przyszłe kierunki i ograniczenia badań

Współczesne otoczenie cechuje się permanentnym i dynamicznym tempem przeobrażeń, a także pojawianiem się nowych kierunków podejmowanych działań, co uniemożliwia ich natychmiastową analizę. Biorąc pod uwagę ten fakt, uzasadnione jest

²³⁶ A. Bąk, *Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i TOPSIS – analiza porównawcza*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2016, nr 426, s. 22–31.

inicjowanie prób aktualizacji i usystematyzowania wiedzy na temat procesów zachodzących w rozwoju społeczno-gospodarczym współczesnych miast. Niniejsza monografia zawiera cenne wskazówki dla menadżerów miejskich i inwestorów w miastach, gdyż może być pomocna w zakresie pomiaru *urban smartness* i umożliwia identyfikację najlepszych miast (benchmarków) w Polsce wdrażających rozwiązania z zakresu SC. Wyniki zawarte w monografii mogą pomóc władarzom zrozumieć ich sytuację w porównaniu z innymi miastami i wskazać obszary, w których decydenci miast powinni się wzmocnić.

Miasta, które zajęły niskie pozycje w rankingu według metody TOPSIS, powinny zrealizować serię hackatonów rozwojowych odnoszących się w szczególności do kluczowych braków rozwojowych. W celu kształtowania właściwych relacji z mieszkańcami można powołać laboratorium innowacji miejskich w formie *urban labs*, które działają w Rzeszowie i Gdyni. Miasta, które zajęły niskie pozycje w wymiarze środowiskowym, powinny zwiększyć zaangażowanie w działania na rzecz klimatu w zakresie odzysku odpadów, energii odnawialnej i zmniejszenia zużycia wody. Yannis Phillis i in. zauważają, iż wytwarzanie odpadów i emisja gazów cieplarnianych są wiodącymi problemami miast europejskich, a przestępczość i ubóstwo przeważają w miastach krajów rozwijających się²³⁷. Natomiast miasta, które zajęły niskie pozycje w wymiarze jakości życia, powinny poprawić funkcjonowanie swych systemów zdrowotnych, edukacyjnych i bezpieczeństwa. Priorytetowo należy potraktować edukację mieszkańców, gdyż oni będą wspierać branżę wiedzochłonne.

Pozycjonowanie miast w rankingach pozwala zidentyfikować priorytety w strategiach rozwoju miast. Rankingi umożliwiają porównywanie ośrodków miejskich, co decyduje o pozycji konkurencyjnej na arenach krajowej i europejskiej oraz przyciąga inwestorów i kreatywne jednostki do miast. Rankingi mogą służyć władarzom miast do identyfikacji potencjałów rozwojowych, które należy rozwinąć w strategiach rozwoju miast. Menadżerowie miast potrzebują narzędzi do analizy pozycji i identyfikacji międzynarodowych benchmarków, by ulepszać swoje miasta²³⁸.

Instytucje i korporacje przygotowują rankingi miast, aby przyciągnąć mieszkańców, przedsiębiorców i turystów oraz zwrócić uwagę innych miast na wdrażane przez nich projekty *smart*. Bycie *smart* jest już wpisane w pozycjonowanie miasta i oznacza jego przewagę konkurencyjną na arenach regionalnej, krajowej, międzynarodowej i globalnej. Adeoluwa Akande i in. uważają, iż rankingi powinny przyciągnąć uwagę odbiorców do najlepszych i najsłabszych miast oraz przyczynić się do ich rywalizacji²³⁹.

²³⁷ Y.A. Phillis, V.S. Kouikoglou, C. Verdugo, *Urban sustainability assessment and ranking of cities*, „Computer, Environment and Urban Systems” 2017, nr 64, s. 254–265.

²³⁸ F.J. Arroyo-Cañada, J. Gil-Lafuente, *Multidimensional positioning of a set of European smart cities* [w:] *Sustainable Smart Cities. Creating Spaces for Technological, Social and Business Development*, red. M. Peris-Ortiz, D.M. Bennett, D.P.B. Yábar, Springer, Cham 2017, s. 49–63.

²³⁹ A. Akande, P. Cabral, P. Gomes, S. Casteleyn, *The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe*, „Sustainable Cities and Society” 2019, nr 44, s. 475–487.

Rankingi miast ułatwiają zrozumienie zróżnicowań regionalnych oraz dostarczają władzy i mieszkańcom informacji na temat pozycji rankingowej miasta. Stały się powszechnym elementem promocyjnym ośrodków miejskich. Pozwalają na ocenę poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz ukazują potencjały i deficyty miasta. Zwiększają konkurencyjność miast i poprawiają ich wizerunek. Warto zauważyć, że rankingi miast wzbogacają wiedzę i rozwijają metody badań miejskich. Pomimo wielu głosów krytycznych dotyczących rankingów należy ciągle dopracowywać stosowane metody i wykorzystywane zmienne. W związku z tym trzeba rozwijać ten kierunek badań i doskonalić metody rankingowe. Za interesujące i istotne przyszłe kierunki badań nad zarządzaniem SC i związane z dalszym udoskonaleniem metod rankingowych miast należy uznać badania dotyczące:

- dyskusji nad doбором zmiennych do pomiaru *urban smartness* z wykorzystaniem metody eksperckiej,
- możliwych innych wielokryterialnych metod podejmowania decyzji mających zastosowanie przy pomiarze *urban smartness*, jak DEA, AHP oraz porównania ich wyników,
- przeprowadzenia analizy dla innych obiektów badawczych, jak miasta globalne, europejskie czy w obrębie konkretnego regionu, innego kraju lub kontynentu,
- zasad doboru wskaźników do pomiaru *urban smartness*,
- założeń procesu badawczego *urban smartness*,
- klasyfikacji modeli pomiaru poziomu *urban smartness*,
- operacjonalizacji pomiaru *urban smartness*,
- determinant zaangażowania mieszkańców w projekty typu SC,
- pomiaru zaufania do urzędników miejskich i miejskich ICT.

Ograniczenia badań prowadzonych w niniejszej monografii są związane z dostępnością danych statystycznych dla analizowanych miast, które zamieszczone są w Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego. Konieczne jest również stałe aktualizowanie danych, aby zapewnić trwałość analiz zawartych w rankingach miast. Należy podkreślić, iż monografia przedstawia jedynie wybrane kwestie związane z szeroką tematyką rankingów SC.

Wnioski z rozdziału 5

Rozważania wynikające z przeprowadzonych empirycznych badań w rozdziale 5 składają się do prezentacji następujących prawidłowości:

1. Empiryczne badania objęły trzy koncepcje *urban smartness*: zrównoważony rozwój (wymiar społeczny, gospodarczy, środowiskowy), odporność miejska (odporność ekonomiczna, społeczna, instytucjonalna i inwestycyjna) i *smart city* (wymiar: gospodarka, środowisko, transport, kapitał ludzki, jakość życia, zarządzanie).

2. Do stworzenia rankingów 66 miast na prawach powiatu względem wskaźnika *urban smartness* wykorzystano cztery metody: parametryczną, Hellwiga, entropii i TOPSIS.
3. Badania objęły 91 zmiennych wejściowych, które po analizie zmiennościowej i korelacyjnej ograniczono do 56 zmiennych budujących wskaźnik *urban smartness*. Obejmuje on następujące składowe: zrównoważony rozwój (wymiar społeczny, gospodarczy, środowiskowy; 16 zmiennych), odporność miejską (odporność ekonomiczna, społeczna, instytucjonalna i inwestycyjna; 14 zmiennych) i *smart city* (wymiar: gospodarka, środowisko, transport, kapitał ludzki, jakość życia, zarządzanie; 26 zmienne).
4. W rankingu Hellwiga czołowe pozycje zajmują Warszawa, Dąbrowa Górnicza i Wałbrzych, natomiast w rankingu TOPSIS – Rzeszów, Kraków i Siedlce.
5. Największa różnica pozycji, aż 63 miejsca, dotyczy dolnośląskiego Wałbrzycha. Mała zmiana pozycji jest dla Wrocławia, Gdyni, Mysłowic oraz Rudy Śląskiej, odpowiednio o 1 i 2 miejsca.
6. Wyliczony współczynnik korelacji liniowej Pearsona wskazuje na brak związku liniowego między rankingami Hellwiga i TOPSIS.
7. Przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych należy brać pod uwagę ranking miast metodą TOPSIS, gdyż odnosi się ona do wzorca i antywzorca, a nie tylko do wzorca, tak jak jest w metodzie Hellwiga.
8. Metody Hellwiga i TOPSIS różnią się kilkoma cechami, do których zaliczamy: przyporządkowanie naukowe, punkt odniesienia, normalizacja zmiennych i postać analityczna funkcji agregującej.
9. Lokaty w pierwszej dziesiątce stolic województw w rankingach miast wynikają z wysokiej jakości życia miejskiego i potencjału zasobu ludzkiego oraz dobrych warunków i praktyk środowiskowych, co sprzyja przeciwdziałaniu zmianom klimatu.
10. Miasta, które zajęły niskie pozycje w rankingu według metody TOPSIS, powinny podjąć się realizacji serii hackatonów rozwojowych odnoszących się w szczególności do kluczowych braków rozwojowych. W celu kształtowania właściwych relacji z mieszkańcami można powołać laboratorium innowacji miejskich w formie *urban labs*.

Zakończenie

Coraz częściej etykieta *smart* odnosi się nie tylko do miast, lecz także innych bytów, takich jak instytucje publiczne, przedsiębiorstwa prywatne, inne jednostki terytorialne, wspólnoty samorządowe. *Urban smartness* jest elementem systemu społeczno-gospodarczego miasta i szczególnym rodzajem, gdyż inteligencję najczęściej odnosi się do bytu ludzkiego.

Relatywnie nowa koncepcja SC, będąca paradygmatem miasta cyfrowego, zielonego i miasta wiedzy, wymaga w dalszym ciągu doprecyzowania zarówno warsztatu pojęciowego, jak i metodycznego. Według Dameri w racjonalnym zarządzaniu SC niezbędne jest prowadzenie takiego rozwoju miasta, który służyłby zachowaniu jego odporności i zrównoważonemu rozwojowi z wykorzystaniem ICT²⁴⁰. Konieczne staje się kontynuowanie dalszych badań nad rankingami SC i porównanie pozycji miasta w różnych zestawieniach. Ośrodki miejskie powinny upowszechniać swoje dane, co ułatwi przygotowywanie rankingów miast. W tym celu powinny wdrażać standardy normy z serii ISO 37120, 37122 i 37123.

Autorka osiągnęła postawiony cel, jakim było porównanie metodyki budowy i wyników rankingów miast z zastosowaniem metod Hellwiga i TOPSIS z wykorzystaniem autorskiego wskaźnika *urban smartness* w ocenie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego 66 miast na prawach powiatu w Polsce. W monografii udało się zidentyfikować komponenty *urban smartness* jako syntezę koncepcji zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki obszernych studiów literaturowych z zakresu koncepcji SC i rankingów miast oraz badań empirycznych, a w szczególności:

- dokonano przeglądu definicji SC oraz scharakteryzowano tę koncepcję z perspektywy paradygmatów, komponentów, wymiarów i generacji,
- wskazano na dynamiczne właściwości *urban smartness* wynikające z charakteru procesów zachodzących we współczesnym świecie i życiu społeczno-gospodarczym miasta oraz zaproponowano autorską definicję *urban smartness*,
- pod kątem wykorzystanych metod scharakteryzowano wybrane rankingi SC, do których zaliczamy: *Global smart city*, *CITYkeys Project*, *IESE Cities in Motion*, *European smart cities*, *Mapping smart cities in the EU*,

²⁴⁰R.P. Dameri, *Searching for smart city...*, s. 2546.

- dokonano przeglądu wielokryterialnych metod podejmowania decyzji, ze szczególnym uwzględnieniem metod entropii, technik normalizacji, TOPSIS, parametrycznej i Hellwiga,
- scharakteryzowano założenia procesu badawczego, zbudowano wskaźnik *urban smartness*, przedstawiono wyniki autorskiego rankingu 66 polskich miast na prawach powiatu oraz zaprezentowano różnice metod Hellwiga i TOPSIS.

Zaletą zastosowanych metod Hellwiga i TOPSIS w rankingu 66 polskich miast na prawach powiatu jest możliwość nie tylko porządkowania liniowego miast, lecz także przede wszystkim ocena odległości miasta od wzorca i antywzorca. Przeprowadzone empiryczne badania wykazały, iż w rankingu Hellwiga czołowe pozycje zajmują Warszawa, Dąbrowa Górnicza i Wałbrzych, natomiast w rankingu TOPSIS – Rzeszów, Kraków i Siedlce. Wyliczony współczynnik korelacji liniowej Pearsona wskazuje na słaby związek liniowy między rankingami Hellwiga i TOPSIS. Wynika to z wielu cech różnicujących te metody, do których zaliczamy: przyporządkowanie naukowe, punkt odniesienia, normalizację zmiennych i postać analityczną funkcji agregującej. Zbudowany wskaźnik *urban smartness* składa się z 53 zmiennych, które obejmują składowe dotyczące trzech koncepcji (zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*).

W rankingach miast do porządkowania liniowego wykorzystuje się najczęściej metody taksonomiczne typowe dla ekonomii, w których punktem odniesienia jest tylko wzorzec. Wskazane jest korzystanie z metod teorii decyzji, gdzie punktami odniesienia są wzorzec i antywzorzec. Przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych należy brać pod uwagę ranking miast metodą TOPSIS, gdyż odnosi się do wzorca i antywzorca, a nie tylko do wzorca tak jak jest w metodzie Hellwiga. Trzeba podkreślić, iż metoda TOPSIS jest wrażliwa pod względem technik normalizacji i ważenia kryteriów.

Lokaty stolic województw (Rzeszów, Kraków) w pierwszej dziesiątce w rankingach miast wynikają z wysokiej jakości życia miejskiego i potencjału zasobu ludzkiego oraz dobrych warunków i praktyk środowiskowych, co sprzyja przeciwdziałaniu zmianom klimatu.

Miasta, które zajęły niskie pozycje w rankingu według metody TOPSIS, powinny realizować serię hackatonów rozwojowych odnoszących się w szczególności do kluczowych braków rozwojowych. W celu kształtowania właściwych relacji z mieszkańcami można powołać laboratorium innowacji miejskich w formie *urban labs*, które działają w Rzeszowie i Gdyni.

Autorka zamierza w przyszłości udoskonalać metody rankingowe poprzez połączenie badań ilościowych z jakościowymi i wykorzystać wyniki przeprowadzonego wśród mieszkańców miast sondażu diagnostycznego. Do pomiaru *urban smartness* można podjąć próbę zastosowania innych wielokryterialnych metod podejmowania decyzji, jak DEA, AHP oraz porównania ich wyników. Warto również przeprowadzić analizy dla innych obiektów badawczych, jak miasta globalne, europejskie czy w obrębie konkretnego innego kraju lub kontynentu.

Literatura

Publikacje zwarte

1. Akande A., Cabral P., Gomes P., Casteleyn S., *The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe*, „Sustainable Cities and Society” 2019, nr 44, s. 475–487.
2. Albino V., Berardi U., Dangelico R.M., *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*, „Journal of Urban Technology” 2015, nr 22(1), s. 3–21.
3. Allam Z., Bibri S.E., Jones D.S., Chabaud D., Moreno C., *Unpacking the ‘15-minute city’ via 6G, IoT, and digital twins: towards a new narrative for increasing urban efficiency, resilience, and sustainability*, „Sensor” 2022, nr 22, 1369.
4. Allam Z., Nieuwenhuijsen M., Chabaud D., Moreno C., *The 15-minute city offers a new framework for sustainability, liveability, and health*, „The Lancet. Planet Health” 2022, nr 6(3), s. 181–183.
5. Anthopoulos L.G., *The Smart City in Practice* [w:] tegoż, *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?*, Springer, Cham 2017, s. 56–59 („Public Administration and Information Technology”, 22).
6. Arroyo-Cañada F.J., Gil-Lafuente J., *Multidimensional positioning of a set of European smart cities* [w:] *Sustainable Smart Cities. Creating Spaces for Technological, Social and Business Development*, red. M. Peris-Ortiz, D.M. Bennett, D.P.B. Yábar, Springer, Cham 2017, s. 49–63.
7. Attaran M., Celik B.G., *Digital twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities*, „Decision Analytics Journal” 2023, nr 6, 100165.
8. Bakıcı T., Almirall E., Wareham J., *A smart city initiative: the case of Barcelona*, „Journal of the Knowledge Economy” 2012, nr 4(2), s. 135–148.
9. Barber B.R., *Gdyby burmistrzowie rządzili światem. Dysfunkcyjne kraje, rozkwitające miasta*, Muza SA, Warszawa 2014.
10. Barrionuevo J.M., Berrone P., Ricart J.E., *Smart Cities, Sustainable Progress*, „IESE Insight” 2012, t. 14, s. 50–57.
11. Bąk A., *Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i TOPSIS – analiza porównawcza*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2016, nr 426, s. 22–31.
12. Benevolo C., Dameri R.P., D’Auria B., *Smart Mobility in Smart City: action taxonomy, ICT intensity and public benefits* [w:] *Empowering Organizations: Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2016, s. 13–28 („Lecture Notes in Information Systems and Organizations”, 11).

13. Bragge J., Korhonen P., Wallenius H., Wallenius J., *Bibliometric Analysis of Multiple Criteria Decision Making / Multiattribute Utility Theory* [w:] *Multiple Criteria Decision Making for Sustainable Energy and Transportation Systems*, red. M. Ehrgott, B. Naujoks, T.J. Stewart, J. Wallenius, Springer, Berlin 2010, s. 259–268 („Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, 634).
14. Brzeziński C., *Wybrane problemy planowania przestrzennego w Polsce*, „Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica” 2013, nr 289, s. 105–114.
15. Brzuśnian A., *Wrocław jako przykład miasta inteligentnego*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2017, nr 470, s. 29–39.
16. Bukowski A., *Od „miasta inteligentnego” do miasta „smart”* [w:] *Sprawne państwo. Systemowe zmiany w funkcjonowaniu polskiego samorządu terytorialnego*, red. M. Cwiklicki, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie – Małopolska Szkoła Administracji Publicznej, Kraków 2015, s. 167–176.
17. Caragliu A., Del Bo Ch., Nijkamp P., *Smart Cities in Europe*, „Journal of Urban Technology” 2011, nr 18(2), s. 65–82.
18. Clarke R.Y., *Measuring Success in the Development of Smart and Sustainable Cities* [w:] *Managing for Social Impact. Innovations in Responsible Enterprise*, red. M.J. Cronin, T.C. Dearing, Springer International Publishing, Cham 2017, s. 239–254.
19. Coble D., *Is Smart Growth Really So Smart? [w:] Mitigating Climate Change. The Emerging Face of Modern Cities. Springer Environmental Science and Engineering*, red. A. Khare, T. Beckman, Springer, Heidelberg–Berlin 2013, s. 3–23.
20. Czachor R., *Koncepcja urban resilience: założenia, treść, możliwości implementacji*, „Społeczności Lokalne. Studia Interdyscyplinarne” 2019, nr 3, s. 127–148.
21. Dameri R.P., *Searching for smart city definition: a comprehensive proposal*, „International Journal of Computers & Technology” 2013, nr 11(5), s. 2546–2551.
22. Dameri R.P., *Smart City Definition, Goals and Performance* [w:] *tejże, Smart City Implementation. Creating Economic and Public Value in Innovation Urban Systems*, Springer, Cham 2017, s. 1–22.
23. Dameri R.P., *Urban Smart Dashboard Measuring Smart City Performance* [w:] *tejże, Smart City Implementation. Creating Economic and Public Value in Innovation Urban Systems*, Springer, Cham 2017, s. 67–84.
24. Dameri R.P., Cocchia A., *Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution*, X Conference of the Italian Chapter of AIS, Milano 2013.
25. Dameri R.P., Rosenthal-Sabroux C., *Smart City and Value Creation* [w:] *Smart City. How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, red. tychże, Springer, Cham 2014, s. 1–12.
26. Desouza K.C., Flanery T.H., *Design, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework*, „Cities” 2013, nr 35, s. 89–99.
27. *Digital Cities: Technologies, Experiences and Future Perspectives*, red. T. Ishida, K. Isbister, Springer, Berlin 2000.
28. Downs A., *Smart growth: Why we discuss it more than we do it*, „Journal of the American Planning Association” 2005, nr 71(4), s. 367–378.
29. Drobnik A., *Koncepcja urban resilience: narzędzie strategicznej diagnozy i monitoringu miast*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2015, nr 1, s. 119–143.

30. Duarte F., Figueiredo F., Leite L., Rezende D.A., *A conceptual framework for assessing digital cities and the Brazilian Index of Digital Cities: analysis of Curitiba, the first-ranked city*, „Journal of Urban Technology” 2014, nr 21(3), s. 37–48.
31. Engelbert J., van Zoonen L., Hirzalla F., *Excluding citizens from the European smart city: The discourse practices of pursuing and granting smartness*, „Technological Forecasting and Social Change” 2019, nr 142, s. 347–353.
32. Fernández-Áñez V., *Stakeholders Approach to Smart Cities: A Survey on Smart City Definitions* [w:] *Smart Cities. First International Conference, Smart-CT 2016, Málaga, Spain, June 15–17, 2016*, red. E. Alba, F. Chicano, G. Luque, Springer, Cham 2016, s. 157–167.
33. Ferrara R., *The smart city and the green economy in Europe: a critical approach*, „Energies” 2015, nr 8(6), s. 4724–4734.
34. Filipowicz-Chomko M., *Wpływ doboru technik normalizacji kryteriów decyzyjnych na stabilność rankingów uzyskanych algorytmem TOPSIS* [w:] *Wybrane zagadnienia informatyki technicznej. Modelowanie i przetwarzanie informacji w warunkach niepewności*, red. A. Onisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, s. 7–31.
35. Fleischhauer M., *The Role of Spatial Planning and Strengthening Urban Resilience* [w:] *Resilience of Cities to Terrorists and Other threats. Learning from 9/11 and Further Research Issues*, red. H.J. Pasman, I.A. Kirillov, Springer, Dordrecht 2008, s. 273–298.
36. Gelmez E., Özceylan E., *Evaluation of the Smart Cities listed in Smart City Index 2021 by using entropy based CORPAS and ARAS methodology*, „Foundations of Computing and Decision Sciences” 2023, nr 48, s. 153–180.
37. Giffinger R., Haindlmaier G., *Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities*, „Architecture, City, and Environment” 2010, nr 4(12), s. 7–25.
38. Giffinger R., Kramar H., Haindl G., *The role of rankings in growing city competition*, „Urban Research & Practice” 2010, nr 3(3), s. 1–14.
39. Glasmeier A., Christopherson S., *Thinking about smart cities*, „Cambridge Journal of Regions, Economy and Society” 2015, nr 8(1), s. 3–12.
40. Godschalk D.R., *Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities*, „Natural Hazards Review” 2003, nr 4(3), s. 136–143.
41. Greenfield A., *Against the Smart City*, Do Projects, New York 2013.
42. Haarstad H., *Who is driving the 'Smart City' Agenda? Assessing Smartness as a Governance Strategy for Cities in Europe* [w:] *Services and the Green Economy*, red. A. Jones, P. Ström, B. Hermelin, G. Rusten, Palgrave Macmillan, London 2016, s. 199–218.
43. Hall P., *Creative cities and economic development*, „Urban Studies” 2000, nr 37(4), s. 639–649.
44. Haller M., *„The Third Wave” – Also in Insurance? (Reflection of a European on world trends in insurance)*, „The Geneva Papers on Risk and Insurance” 1983, nr 8, s. 158–174.
45. Hellwig Z., *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych* [w:] *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*, red. W. Welfe, PWN, Warszawa 1981, s. 46–68.
46. Hellwig Z., *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanej kadry*, „Statistical Review” 1968, nr 4, s. 307–326.

47. Hollands R.G., *Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?*, „City” 2008, nr 12(3), s. 303–320.
48. Holling C.S., *Resilience and stability of ecological systems*, „Annual Review of Ecology and Systematics” 1973, nr 4, s. 1–23.
49. Hwang Ch.L., Yoon K., *Methods for Multiple Attribute Decision Making* [w:] tychże, *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, Springer, Berlin–Heidelberg 1981, s. 58–191 („Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, 186).
50. Keeney R., Raiffa H., *Decision with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*, John Wiley & Sons, New York 1976.
51. Khan A., Aslam S., Khurseed K., Alhussein M., Javaid N., *Multiscale modelling in smart cities: A survey on applications, current trends, and challenges*, „Sustainable Cities and Society” 2022, nr 78, 103517.
52. Kidyba M., Makowski Ł., *Smart city. Innowacyjne rozwiązania w administracji publicznej a zarządzanie inteligentnym miastem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań–Chorzów 2018.
53. Kjærås K., *Towards a relational conception of the compact city*, „Urban Studies” 2021, nr 58(6), s. 1176–1192.
54. Komninos N., *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Space*, Spon Press, London 2002.
55. Kozhevnikov S., Skobelev P., Svítek M., *Development of Resource-Demand Networks for Smart City 5.0* [w:] *Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems. 9th International Conference HoloMAS 2019*, Linz, Austria, August 26–29, 2019, *Proceedings*, red. V. Mařík, P. Kadera, G. Rzevski, A. Zöitl, G. Anders-Kotsis, A.M. Tjoa, I. Khalil, Springer, Berlin–Heidelberg 2019, s. 203–217.
56. Krivý M., *Towards a critique of cybernetic urbanism: The smart city and the society of control*, „Planning Theory” 2018, t. 17(1), s. 8–30.
57. Krysiński P., *Smart city w przestrzeni informacyjnej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2020.
58. Kukułka A., Wirkus M., *Metody wielokryterialne wspomagania decyzji oraz ich zastosowanie w opracowaniu metody oceny niepotokowych procesów produkcyjnych*, „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji” 2017, t. 1, s. 612–623.
59. Lara A.P., Moreira Da Costa E., Zilinski Furlani T., Yigitcanlar T., *Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities*, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2016, nr 2(1), s. 1–13.
60. Laska A., *Idea smart city – między innowacyjnością publiczną a technokratycznym zagrożeniem* [w:] *Innowacyjność w warunkach współczesnych miast*, red. A. Kaszukur, A. Laska, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2017, s. 13–31.
61. Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W., *Modelling the smart city performance*, „Innovation. The European Journal of Social Science Research” 2012, nr 25(2), s. 137–149.
62. Lootsma F.A., *The French and the American School in Multi-criteria Decision Analysis*, „Operation Research” 1990, nr 24(3), s. 2632285.
63. McCarthy J., *Program with Common Sense*, Proceeding of the Teddington Conference on the Mechanization of Thought Process, London 1959, s. 756–791.

64. Manville C., Cochrane G., Cave J., Millard J., Pederson J.K., Thaarup R.K., Liebe A., Wissner M., Massink R., Kotternik B., *Mapping smart cities in the EU*, IP/A/ITRE/ST/2013-02, European Parliament, Brussels 2014.
65. Marsal-Llacuna M.L., *Conceptualizing, Modelling and Simulating Sustainability as Tools to Implement Urban Smartness* [w:] *Computational Science and Its Application – ICCSA 2015. 15th International Conference Banff, AB, Canada, June 22–25, 2015. Proceedings*, cz. 3, red. O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M.L. Gavrilova, A.M. Alves Coutinho Rocha, C. Torre, D. Taniar, B.O. Apduhan, Springer, Cham 2015, s. 479–492.
66. Marsal-Llacuna M.L., *Measuring the Standardized Definition of “smart city”. A Proposal on Global Metrics to Set the Terms of Reference for Urban “smartness”* [w:] *Computational Science and Its Application – ICCSA 2015. 15th International Conference Banff, AB, Canada, June 22–25, 2015. Proceedings*, cz. 2, red. O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M.L. Gavrilova, A.M. Alves Coutinho Rocha, C. Torre, D. Taniar, B.O. Apduhan, Springer, Cham 2015, s. 593–611.
67. Marsal-Llacuna M.L., Segal M.E., *The Intelligent Method (II) for “smarter” urban policy-making and regulation drafting*, „Cities” 2017, nr 61, s. 83–95.
68. Meerow S., Newell J.P., Stults M., *Defining urban resilience: A review*, „Landscape and Urban Planning” 2016, nr 147, s. 38–49.
69. Mierzejewska L., *Miasto zwarte, rozproszone, zrównoważone*, „Studia Miejskie” 2015, t. 19, s. 9–22.
70. Mierzejewska L., *W poszukiwaniu nowych modeli rozwoju miasta*, „Studia Miejskie” 2011, t. 4, s. 81–92.
71. Mierzejewska L., *Zrównoważony rozwój miast – wybrane sposoby pojmowania, koncepcje i modele*, „Problemy Rozwoju Miast” 2015, nr 3, s. 5–11.
72. Młodak A., *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa 2006.
73. Moreno C., Allam Z., Chabaud D., Gall C., Pratlong F., *Introducing the „15-minute city”: sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities*, „Smart Cities” 2021, nr 4, s. 93–111.
74. Mouratidis K., *Compact city, urban sprawl, and subjective well-being*, „Cities” 2019, nr 92, s. 261–272.
75. Nam T., Pardo T.A., *The changing face of a city government: A case study of Philly311*, „Government Information Quarterly” 2014, nr 31(1), s. S1–S9.
76. Nasution N., Bhawika G.W., Wanto A., Sri Rahayu Ginantra N.L.W., Afriliansyah T., *Smart City recommendations using the TOPSIS methods*, „IOP Conference Series: Materials science and Engineering” 2020, nr 846, 012028.
77. Noworól A., Kopyciński P., Hałat P., Salamon J., Baziak J., Sypek W., Wirchniańska M., *Czy Kraków może stać się „miastem 15-minutowym”?*, Centrum Polityk Publicznych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2021.
78. Obrębalski M., *Mienniki rozwoju regionalnego* [w:] *Metody oceny rozwoju regionalnego*, red. D. Strahl, Akademia Ekonomiczna, Wrocław 2006, s. 26–35.
79. Ogrodnik K., *Application of MCDM/MCDA methods in city rankings – review and comparative analysis*, „Ekonomia i Środowisko” 2023, nr 3(86), s. 132–151.
80. Ojo A., Dzhupova Z., Curry E., *Exploring the Nature of the Smart Cities Research Landscape* [w:] *Smarter As the New Urban Agenda: A Comprehensive View of the 21st Century City*, red. J.R. Gil-Garcia, T.A. Pardo, T. Nam, Springer, Berlin 2016, s. 23–47.

81. Ozkaya G., Erdin C., *Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique*, „Heliyon” 2020, nr 6, e05052.
82. Panek T., *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, SGH, Warszawa 2009.
83. Pang B., Fang Ch., *TOPSIS-based measurement and analysis on dynamics of smart low-carbon development for major Chinese cities*, „Journal of Landscape Research” 2016, nr 8(4), s. 51–58.
84. Phillis Y.A., Kouikoglou V.S., Verdugo C., *Urban sustainability assessment and ranking of cities*, „Computer, Environment and Urban Systems” 2017, nr 64, s. 254–265.
85. Pinto F., Akhavan M., *Scenarios for a post-pandemic city: urban planning strategies and challenges of making “Milan 15-minutes city”*, „Transportation Research Procedia” 2022, nr 60, s. 370–377.
86. Pozoukidou G., Chatziyiannaki Z., *15-minute city: decomposing the new urban planning eutopia*, „Sustainability” 2021, nr 13(2), 928.
87. Roy B., *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Springer, New York 1996.
88. Ryba M., *Czym jest koncepcja smart city, a zatem dlaczego powinniśmy je nazywać miastem sprytnym*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2017, nr 467, s. 82–90.
89. Saaty T.L., *Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process*, „RACSAM – Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas” 2008, nr 102, s. 251–318.
90. Schaffers H., Komninos N., Pallot M., Trousse B., Nilsson M., Oliveira A., *Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation* [w:] *The Future Internet. Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises*, red. J. Domingue i in., Springer, Cham 2011, s. 431–446.
91. Shah M.N., Nagargoje S., Shah Ch., *Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel* [w:] *Proceedings of 20th International Symposium Advancement of Construction Management and Real Estate*, red. Y. Wu, S. Zheng, J. Luo, W. Wang, Z. Mo, L. Shan, Springer, Singapore 2017, s. 111–127.
92. Shetty V., *A tale of smart cities*, „Communications International” 1997, nr 24(8).
93. Shi H., Tsai S.B., Lin X., Zhang T., *How to Evaluate Smart Cities’ Construction? A Comparison of Chinese Smart City Evaluation Methods Based on PSF*, „Sustainability” 2018, nr 10(1), 37.
94. Shmelev S.E., Shmeleva I.A., *Multidimensional sustainability benchmarking for smart megacities*, „Cities” 2019, nr 92, s. 134–163.
95. Sienkiewicz-Małyjurek K., *Smart City w budowaniu odporności miast na zagrożenia*, „Bezpieczeństwo” 2020, nr 4, s. 75–90.
96. Sikora-Fernandez D., *Smart city jako nowa koncepcja funkcjonowania i rozwoju miast w Polsce*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 339, s. 175–181.
97. Sikora-Fernandez D., *Smarter cities in post-socialist country: Example of Poland*, „Cities” 2018, nr 78, s. 52–59.

98. *Smart Cities Study: International Study on the Situation of ICT, Innovation and Knowledge in Cities*, red. I. Azkuna, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao 2012.
99. Sojda A., *Linear ordering of cities in the smart city concept*, „Scientific Papers of Silesian University of Technology” 2020, nr 149, s. 621–630.
100. Stawasz D., Sikora-Fernandez D., *Koncepcja smart city na tle procesów i uwarunkowań rozwoju współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.
101. Stawasz D., Sikora-Fernandez D., Turała M., *Koncepcja smart city jako wyznacznik podejmowania decyzji związanych z funkcjonowaniem i rozwojem miasta*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Studia Informatica” 2012, nr 721, s. 97–109.
102. Stec M., *Uwarunkowania rozwojowe województw w Polsce – analiza statystyczno-ekonomiczna*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2011, z. 20, s. 232–251.
103. Stanković J., Džunić M., Džunić Ž., Marinković S., *A multi-criteria evaluation of the European cities’ smart performance: Economic, social and environmental aspects*, „Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci” 2017, nr 35(2), s. 519–550.
104. Svíték M., Skobelev P., Kozhevnikov S., *Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Service [w:] Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing System for Industry of the Future. Proceedings of SOHOMA 2019*, red. T. Borangiu, D. Trentesaux, P. Leitao, A. Giret Boggino, V. Botti, Springer, Cham 2020, s. 426–438.
105. Trzaskalik T., *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Przegląd metod i zastosowań*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2014, z. 74, s. 239–263.
106. Tundys B., Bachanek K.H., Puzio E., *Smart city. Modele, generacje, pomiar i kierunki rozwoju*, edu-Libri, Kraków–Legionowo 2022.
107. Turok I., *The Resilience of South African Cities a Decade after Local Democracy*, „Environment and Planning A: Economy and Space” 2014, nr 46(4), s. 7749–7769.
108. Van der Meer A., Van Winden W., *E-governance in Cities: A Comparison of Urban Information and Communication Technology Policies*, „Regional Studies” 2003, nr 37(4), s. 407–419.
109. Vanolo A., *Smartmentality: The Smart City as Disciplinary strategy*, „Urban Studies” 2014, nr 51(5), s. 888–890.
110. Vincke P., *Multicriteria Decision Aid*, Wiley, New York 1992.
111. Walker B., Salt D., *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People Changing World*, Island Press, Washington 2006.
112. Wątróbski J., Bączkiewicz A., Ziemba E., Sałabun W., *Sustainable cities and communities using DARIA-TOPSIS method*, „Sustainable Cities and Society” 2022, nr 83, 103926.
113. Weng M., Ding N., Li J., Jin X., Xiao H., He Z., Su S., *The 15-minute walkable neighborhoods: Measurement, social inequalities and implications for building healthy communities in urban China*, „Journal of Transport & Health” 2019, nr 13, s. 259–273.
114. *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metody i zastosowania*, red. T. Trzaskalik, PWE, Warszawa 2014.
115. Wiktorska-Świecka A., *Współzarządzanie miastami w Unii Europejskiej. Polityka instytucjonalna na tle koncepcji*, Difin, Warszawa 2016.
116. Wojewnik-Filipkowska A., Gierusz A., Krauze-Maślankowska P., *Fundamentalna siła miasta. Synteza koncepcji zrównoważonego, inteligentnego i odpornego miasta*, CeDeWu, Warszawa 2022.

117. Yu D., Wang W., Zhang W., Zhang S., *A bibliometric analysis of research on multiple criteria decision making*, „Current Science” 2018, nr 114(4), s. 747–758.
118. Yun Y., Lee M., *Smart city 4.0 from the perspective of open innovation*, „Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity” 2019, nr 5(4), 92.
119. Zadeh L.A., *Fuzzy sets*, „Information and Control” 1965, nr 8(3), s. 338–353.
120. Zalewski W., *Zastosowanie metody TOPSIS do oceny kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2012, nr 4, s. 153–161.
121. Zavadskas E.K., Mardani A., Turskis Z., Jusoh A., Nor K.M.D., *Development of TOPSIS Method to Solve Complicated Decision-Making Problems – An Overview on Developments from 2000 to 2015*, „International Journal of Information Technology & Decision Making” 2016, nr 15(3), s. 645–682.
122. Zavadskas E.K., Turskis Z., *Multiple Criteria Decision Making (MCDM) methods in economics: an overview*, „Technological and Economic Development of Economy” 2011, nr 17(2), s. 397–427.
123. Zhang Y., Zhang Y., Zhang H., Zhang Y., *Evaluation on new first-tier smart cities in China based on entropy method and TOPSIS*, „Ecological Indicator” 2022, nr 145, 109616.
124. Zhu S., Li D., Feng H., *Is smart city resilient? Evident from China*, „Sustainable Cities and Society” 2019, nr 50, 101636.
125. Zygiaris S., *Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems*, „Journal of the Knowledge Economy” 2012, nr 4(2), s. 217–231.

Netografia

126. 2ThinkNow, *Innovation Cities Program, Making Cities Innovative*, www.innovation-cities.com/world-city-rankings [dostęp: 13.03.2023].
127. ABI Research The Tech Intelligence ExpertsSM, *Ranking Smart Cities: Relevance and Challenges*, www.abiresearch.com/market-research [dostęp: 30.10.2023].
128. *Academic Ranking of World Universities 2022*, www.shanghairanking.com/rankings/ [dostęp: 12.03.2023].
129. Amoyal J., *Decision analysis: Biennial survey demonstrates continuous advancement of vital tools for decision-makers, managers and analysts*, www.pubsonline.informs.org [dostęp: 22.12.2022].
130. AON, *Global Risk Management Survey 2021*, www.assets.foleon.com [dostęp: 12.03.2023].
131. A.T. Kearney, *The distributed geography of opportunity, 2023 Global Cities Report*, www.kearney.com/service [dostęp: 3.11.2023].
132. A.T. Kearney, *Readiness for the storm: the 2022 Global Cities*, www.kearney.com/global-cities/ [dostęp: 12.03.2023].
133. Bizzotto M., Huseynova A., Estrada V.V., *Resilient cities thriving cities: the evolution of urban resilience*, www.resilientcities.iclei.org [dostęp: 4.01.2023].
134. Bosch P., Jongeneel S., Rovers V., Neumann H.M., Airaksinen M., Huovila A., *Smart City (project) KPIs and related methodology – for feedback*, www.cordis.europa.eu/project [dostęp: 6.03.2023].
135. Bris A., Lanvin B., *Raport Smart City Index 2021. A tool for action, an instrument for better lives for all citizens*, www.imd.cld.bz/Smart-City-Index-2021 [dostęp: 5.03.2023].
136. Brookings, *Global Metro Monitor*, www.brookings.edu [dostęp: 12.11.2022].

137. C40 Knowledge, *How to build back better with a 15-minute city*, www.c40knowledge-hub.org [dostęp: 10.07.2022].
138. *Cities in a Time of Global Emergencies. Can smart cities help?*, red. A. Bris, Ch. Cabolis, Ch.H. Chee, B. Lanvin, www.imd.org/smart-city-observatory [dostęp: 5.03.2023].
139. Clark T., Moonen G., *The business of cities 2015. What do 150 city indexes and benchmarking studies tell us about the urban world in 2013?*, www.web.worldbank.org [dostęp: 23.11.2022].
140. Cohen B., *The 3 Generation of Smart Cities*, <https://www.fastcompany.com/> [dostęp: 3.12.2023].
141. Cohen B., *Smart City Wheel*, www.smartcityhub.ch/smart_city_wheel.12en.html [dostęp: 3.12.2023].
142. Cushman & Wakefield *20th annual European Cities Monitor*, www.europe-re.com [dostęp: 29.12.2022].
143. Cushman & Wakefield, *Main Streets Across the World 2022*, www.cushmanwakefield.com [dostęp: 12.03.2023].
144. Cushman & Wakefield, *Office Space Across the World 2017*, www.cushmanwakefield.com [dostęp: 12.03.2023].
145. *Decide better*, www.digitalurbantwins.com [dostęp: 10.12.2023].
146. *Digital Twins for low emission last mile logistics*, www.leadproject.ecu [dostęp: 10.12.2023].
147. EasyPark, *Cities of the Future Index*, www.easyparkgroup.com/studies [dostęp: 31.10.2023].
148. ECA International, *Cost of Living*, www.eca-international.com [dostęp: 12.03.2023].
149. ECA International, *Location Ratings*, www.eca-international.com [dostęp: 12.03.2023].
150. ECM, *Benchmarking Report 2021*, www.citydestinationsalliance.org [dostęp: 12.03.2023].
151. Economist Intelligence Unit, *Hot Spots: benchmarking global city competitiveness*, www.citigroup.com [dostęp: 14.03.2023].
152. Economist Intelligence Unit, *The Global Liveability Index 2022. Recovery and hardship*, www.eiu.com [dostęp: 12.03.2023].
153. Economist Intelligence Unit, *Spatially Adjusted Liveability Index*, www.businessinsider.com/ [dostęp: 4.05.2022].
154. Economist Intelligence Unit, *Worldwide Cost of Living 2022. How soaring inflation has affected prices globally*, www.eiu.com [dostęp: 12.03.2023].
155. Ericsson, *Networked Society City Index 2016*, www.ericsson.com [dostęp: 12.03.2023].
156. ESPON, *Second Tier Cities and Territorial Development in Europe: Performance, Policies and Prospects*, 2013, https://archive.espon.eu/sites/default/files/attachments/SGPTD_Executive_Summary_-_Final_Version_27.09.12.pdf [dostęp: 19.08.2022].
157. Euromonitor International, *Euromonitor report reveals world's top 100 city destinations for 2022*, www.euromonitor.com [dostęp: 12.03.2023].
158. European Commission, *Europe 2020. A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*, Brussels 2010, www.ec.europa.eu/eu2020/pdf [dostęp: 5.02.2023].
159. European Commission, *Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership*, C(2012)4701, Brussels 2012, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/smart-cities-and-communities-european-innovation-partnership-communication-commission-c2012-4701> [dostęp: 6.12.2022].

160. *European smart cities*, www.smart-cities.eu [dostęp: 12.03.2023].
161. Eurostat, *Europe 2020 Targets*, www.ec.europa.eu/eurostat/documents/4411192/4411431/Europe_2020_Targets.pdf [dostęp: 6.12.2023].
162. *EWG/MCDA Multiple Criteria Decision Aiding*, www.cs.put.poznan.pl [dostęp: 24.12.2022].
163. *Forbes, 20 Smartest Cities In The World 2023*, www.forbesmiddleeast.com/industry [dostęp: 31.10.2023].
164. Gajek M., *Cyfrowe bliźniaki miast, Nowy rynek warty miliardy*, „Forbes” 2023, nr 5.
165. Giffinger R., Kalasek R., Kramar H., Fertner Ch., Pichler-Milanović N., Meijers E., *Smart cities – Ranking of European medium-sized cities*, Centre of Regional Science Vienna University of Technology, Vienna 2007, http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf [dostęp: 20.08.2023].
166. *Global smart city*, www.imd.org/smart-city-observatory [dostęp: 4.03.2023].
167. Globalization and World Cities, *The World According to GaWC*, <http://www.lboro.ac.uk/gawc/> [dostęp: 22.04.2022].
168. Huggins R., Izushi H., Davies W., Shougui L., *World Knowledge Competitiveness Index 2008. Centre for International Competitiveness*, Cardiff School of Management, www.publication.ac.uk [dostęp: 12.03.2023].
169. IBM Institute for Business Value, *Global Locations Trends*, www.ibm.com [dostęp: 22.12.2022].
170. ICCA, *Top performing destinations for international association meetings 2022*, www.iccaworld.org [dostęp: 12.03.2023].
171. IDC, *Smart Cities Index*, www.idcsmartcity.com [dostęp: 1.03.2023].
172. *IESE Cities in Motion*, www.citiesinmotion.iese.edu/indicecim/map/index [dostęp: 3.03.2023].
173. *IESE Cities in Motion Index*, IESE Business School University Navarra 2017, <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0442-E.pdf> [dostęp: 2.03.2023].
174. Institute for Urban Strategies. The Mori Memorial Foundation, *Global Power City Index 2022*, www.mori-m-foundation.or.jp [dostęp: 2.03.2023].
175. *International Society on MCDM*, www.mcdmsociety.org [dostęp: 23.12.2022].
176. ISO 37120:2014 Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-1:v1:en [dostęp: 8.07.2022].
177. ISO 37122:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en [dostęp: 1.07.2022].
178. ISO 37123:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for resilient cities, www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37123:ed-1:v1:en [dostęp: 1.07.2022].
179. Juniper Research, *Berlin Ranked Number 1 Smart City for Europe in 2023*, www.intelligentcio.com [dostęp: 30.10.2023].
180. Juniper Research, *Shanghai ranked number one smart city for Asia in 2023*, www.intelligentcio.com [dostęp: 31.10.2023].
181. Juniper Research, *Smart Cities: Key Technologies, Environmental Impact & Market Forecasts 2022–2026*, www.juniperresearch.com [dostęp: 12.03.2023].
182. Knight Frank, *Global Residential Cities Index – Q3 2022*, www.knightfrank.com/research/report [dostęp: 14.03.2023].

183. *Leading 200 science cities*, www.nature.com/nature-index [dostęp: 12.03.2023].
184. McKinsey & Company, *Urban transportation systems of 25 global cities. Elements of success*, www.mckinsey.com [dostęp: 12.03.2023].
185. MarketWatch, *Best for Business: The full list and rankings*, www.marketwatch.com [dostęp: 15.12.2022].
186. Mercer, *Cost of Living City Ranking 2022*, www.mercer.com/our-thinking [dostęp: 12.03.2023].
187. Mercer, *Quality of Living city ranking 2019*, www.mobilityexchange.mercer.com [dostęp: 2.03.2023].
188. Mercer, *Top Cities for Infrastructure*, www.businessinsider.com [dostęp: 12.03.2023].
189. Milken Institute, *Best Performing Cities*, www.milkeninstitute.org [dostęp: 19.12.2022].
190. Ministerstwo Rozwoju, *Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, www.mr.gov.pl/media/23504/projekt_SOR_29072016.pdf [dostęp: 12.08.2022].
191. MIT Media Lab City Science, *CityScope*, www.media.mit.edu [dostęp: 23.04.2023].
192. *The New Urban Agenda*, www.habitat3.org [dostęp: 10.04.2023].
193. „Newsweek”, *Ranking prezydentów miast*, www.newsweek.pl [dostęp: 13.03.2023].
194. Nordea, *Fourth-Quarter and Full-Year Financial Report 2022*, www.nordea.com [dostęp: 12.03.2023].
195. Numbeo, *Price Rankings by Country of One-way Ticket (Local Transport)*, www.numbeo.com [dostęp: 12.03.2023].
196. Organizacja Narodów Zjednoczonych, *Cele zrównoważonego rozwoju 2030*, www.un.org.pl# [dostęp: 5.01.2023].
197. PricewaterhouseCoopers, *Cities of Opportunity*, www.pwc.com [dostęp: 13.03.2023].
198. PwC, *Raport o polskich metropoliach 2019*, www.pwc.pl [dostęp: 23.10.2022].
199. QS *Best Student Cities 2023*, www.topuniversities.com/city-rankings/2023 [dostęp: 12.03.2023].
200. QS *World University Rankings 2023: Top global universities*, www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2023 [dostęp: 12.03.2023].
201. Rada Europejska, *Konkluzje z 23–24 października 2014 r. w sprawie ram klimatyczno-energetycznych do roku 2030*, EUCO169/14, Bruksela 2014, www.data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/pl/pdf [dostęp: 4.12.2022].
202. Rejer A., *Pandemia nie zatrzymała przedsiębiorczych. Ranking Miasta Przyjazne dla Biznesu 2021*, www.forbes.pl [dostęp: 5.12.2022].
203. Resilience Alliance, www.resalliance.org [dostęp: 2.01.2023].
204. Resilience City Organization, www.100resilientcities.org [dostęp: 3.01.2023].
205. The Rockefeller Foundation, *100 Resilient Cities*, www.rockefellerfoundation.org [dostęp: 4.01.2023].
206. „Rzeczpospolita”, *Ranking samorządów*, www.rankingsamorzadow.rp.pl [dostęp: 13.03.2023].
207. Siemens/EIU, *European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe's major cities*, www.assests.new.siemens.com [dostęp: 12.03.2023].
208. *Słownik języka polskiego*, PWN, www.sjp.pwn.pl [dostęp: 12.11.2023].
209. *Small Business Vitality Rankings*, www.bizjournals.com [dostęp: 17.12.2022].

210. Startupbootcamp, *Smart City & IoT*, www.startupbootcamp.org/accelerator/smart-city-iot-amsterdam/ [dostęp: 8.12.2022].
211. ThinkTank, *Raport. Przyszłość miast, miasta przyszłości. Strategie i wyzwania, innowacje społeczne i technologiczne*, Warszawa 2013, <http://www.ekip.kujawsko-pomorskie.pl/pliki/raport.pdf> [dostęp: 20.08.2022].
212. UBS, *Prices & Earnings report compares the cost of living in 77 cities worldwide*, www.ubs.com [dostęp: 12.03.2023].
213. UN-Habitat, *Global Urban Competitiveness Report (2020–2021). Global Urban Value Chain: Insight into Human Civilization over Time and Space*, www.unhabitat.org [dostęp: 14.03.2023].
214. *Welcome to CAVForth the world's most ambitious and complex autonomous bus pilot*, www.cavforth.com [dostęp: 10.12.2023].
215. WorldAtlas, *Cost of Public Transit By Country*, www.worldatlas.com [dostęp: 12.03.2023].
216. World Council on City Data, <http://open.dataforcities.org/> [dostęp: 5.07.2022].
217. *World Mayor. Honoring outstanding mayors since 2004*, www.worldmayor.com [dostęp: 12.03.2023].
218. „Wprost”, *Ranking miast 2016*, www.rankingi.wprost.pl/ranking-miast [dostęp: 12.03.2023].
219. Związek Miast Powiatowych, *Ogólnopolski Ranking Powiatów i Miast na prawach powiatu*, www.ranking.zpp.pl [dostęp: 13.03.2023].

Załączniki

Załącznik 1. Zmienne zrównoważonego miasta

Zmienne	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Udział odpadów poddanych odzyskowi w ilości odpadów wytworzonych w ciągu roku	S	14,8	24,02	1,619	100	0	Z1
Zużycie wody na 1 mieszkańca	D	416,2	1,940,26	4,662	13,458,2	39	Z2
Udział powierzchni terenów zieleni w powierzchni gminy	S	8,0	4,55	0,572	22,5	1,43	Z3
Emisja tlenu azotu	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Emisja zanieczyszczeń pyłowych na 1 km ² powierzchni	D	1,3	1,27	0,962	5,8	0	Z4
Wydatki na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska na 1 osobę	S	671,4	328,35	0,489	2,096,4	282,0	Z5
Lekarze na 10 tysięcy ludności	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Łóżka w szpitalach na 10 tysięcy ludności	S	73,6	25,9	0,352	121,9	22,6	Z6
Ludność na aptekę ogólnodostępną	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Liczba prób samobójczych na 100 tysięcy ludności	D	64,9	39,89	0,615	162	13	Z7
Wydatki na ochronę zdrowia na 1 mieszkańca	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkania na 1 osobę	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					

Zmienne	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Nowe budynki mieszkalne na 1000 ludności	S	1,4	0,79	0,55	4,8	0,2	Z8
Liczba ludności na 1 miejsce w kinach stałych	D	113,2	308,72	2,726	2,581	0	Z9
Czytelnicy bibliotek publicznych na 1000 ludności	S	146	43,23	0,296	258	67	Z10
Zwiedzający muzea i oddziały na 1000 ludności	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Udzielone noclegi na 1000 ludności	S	1698	4725,13	2,783	33,864,6	0	Z11
Studenci na 10 tysięcy ludności	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Ludność w wieku nieprodukcyjnym na 100 osób w wieku produkcyjnym	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Zgłoszenia wynalazków w UPRP na milion mieszkańców	S	117,9	153,31	1,3	714,6	0	Z12
Podmioty wpisane do rejestru REGON na 10 tysięcy ludności	S	1,391,4	382,85	0,275	2,731	753	Z13
Stopa bezrobocia rejestrowanego	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Wydatki na 1 mieszkańca	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach na 1 mieszkańca	S	6,406,7	4,542,94	0,709	2,9138	988	Z14
Samochody osobowe na 1000 ludności	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Ofiary śmiertelne na 100 tysięcy ludności	D	2,1	1,44	0,693	7,5	0	Z15
Frekwencja wyborcza do rady gmin i rady miast	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Udział powierzchni objętej obowiązującymi miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego w powierzchni gminy	S	57,3	25,26	0,441	100	0	Z16

Linia potrójna oddziela wymiary środowiskowy, społeczny i ekonomiczny.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Załącznik 2. Zmienne odpornego miasta

Zmienne	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Podmioty na 1000 mieszkańców w wieku produkcyjnym	S	239,6	65,7	0,274	499,5	128,1	01
Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą na 10 tysięcy mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Udział nowo zarejestrowanych podmiotów sektora medycznego w liczbie nowo zarejestrowanych podmiotów	S	6,2	1,48	0,239	9,8	2,0	02
Gęstość zaludnienia	D	1,586,3	667,5	0,421	2,602	197	03
Ofiary śmiertelne na 100 wypadków	D	4,3	3,7	0,857	21,7	0	04
Ranni na 100 tysięcy pojazdów	D	79,1	42,58	0,539	212,9	22,9	05
Fundacje, stowarzyszenia i organizacje społeczne na 1000 mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Instytucje otoczenia biznesu na 10 tysięcy podmiotów gospodarki narodowej	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Środki gmin i powiatów z UE na finansowanie programów i projektów na 1 mieszkańca	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Udział wydatków inwestycyjnych gmin i powiatów w wydatkach	S	7,1	13,64	1,920	88,3	-2,2	06
Wydatki na bezpieczeństwo publiczne i ochronę przeciwpożarową na 1 mieszkańca	S	13	7,47	0,577	60,8	3,4	07
Zdarzenia wymagające udziału jednostek ochrony przeciwpożarowej na 1000 ludności	D	13,1	3,4	0,262	22,0	6,0	08
Pożary na 1000 ludności	D	2,3	0,87	0,378	5,0	1,0	09
Miejscowe zagrożenia na 1000 ludności	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					

Zmienne	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Wskaźnik wykrywalności sprawców przestępstw stwierdzonych przez policję	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Przestępstwa stwierdzone przez policję na 1000 mieszkańców	D	30,0	12,34	0,412	91	17,8	010
Liczba osób na 1 mieszkanie	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Drogi gminne o nawierzchni twardej na 100 km ²	S	199,8	70,1	0,351	370,6	19,5	011
Szkoły podstawowe na 100 tysięcy ludności	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Liczba ludności na 1 łóżko w szpitalach	D	160,9	80,19	0,498	442,5	82,1	012
Przychodnie na 10 tysięcy ludności	S	7,6	2,35	0,309	14,0	4,0	013
Biblioteki publiczne na 10 tysięcy ludności	S	1,1	0,3617	0,332	2,1	0,3	014

Linia potrójna oddziela wymiary ekonomiczny, społeczny, inwestycyjny i instytucjonalny.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Załącznik 3. Zmienne *smart city*

Zmienna	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Patenty udzielone przez UPRP na 100 tysięcy mieszkańców	S	11,5	15,36	1,332	78,9	0,0	S1
Udział nowo zarejestrowanych podmiotów sektora kreatywnego w liczbie nowo zarejestrowanych podmiotów ogółem	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Kapitał zagraniczny na 1 mieszkańca w wieku produkcyjnym	S	8813,2	15,698,3	1,781	96,190	0,0	S2
Nowo zarejestrowane podmioty gospodarki narodowej w sektorze prywatnym na 10 tysięcy mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Udział osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą w liczbie podmiotów gospodarki narodowej	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Bezrobotni zarejestrowani na 1000 ludności	S	21,6	9,51	0,44	50,5	8,3	S3
Podmioty MŚP na 10 tysięcy mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Dochody własne na 1 mieszkańca	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Masa wytworzonych odpadów komunalnych przez 1 mieszkańca	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Udział chorób układu oddechowego	D	5,0	1,49	0,295	8,5	2,5	S4
Nasadzenia drzew na 10 tysięcy osób	S	53,8	39,47	0,734	176,5	4,3	S5
Emisja dwutlenku siarki	D	893,9	1,253,05	1,402	7,580,0	0	S6

Zmienna	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Wydatki na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu na 1 mieszkańca	S	30,4	64,08	2,107	455,7	0	S7
Zużycie energii elektrycznej na 1 mieszkańca	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Udział odpadów poddanych odzyskowi w ilości odpadów wytworzonych w ciągu roku	S	14,8	24,02	1,619	100,0	0	S8
Ścieki komunalne oczyszczane na 100 km ²	S	7,449,0	3388,31	0,455	18,834,4	1226,8	S9
Drogi gminne o nawierzchni twardej na 10 tysięcy osób	S	13,9	4,96	0,358	23,9	1,0	S10
Wypadki drogowe na 100 tysięcy ludności	D	54,3	28,2	0,52	136,8	17,2	S11
Ofiary śmiertelne na 100 tysięcy pojazdów	D	2,7	1,89	0,712	10,4	0,0	S12
Ranni na 100 wypadków	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Ścieżki rowerowe na 100 km ²	S	78,5	41,38	0,527	189,3	3,5	S13
Absolwenci na 1000 osób	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Ludność na 1 placówkę biblioteczną	D	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Absolwenci liceów ogólnokształcących w ogólnej liczbie absolwentów szkół ponadgimnazjalnych	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Liczba podmiotów na 1000 osób	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Podmioty gospodarcze w sektorach wchłonnym na 1000 mieszkańców	S	42,3	20,69	0,489	119,9	16,6	S14
Wydatki na 1 mieszkańca na oświatę i wychowanie	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Zameldowania z zagranicy na 1000 osób	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					

Zmienna	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Mieszkania na 1000 mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Pielęgniarki i położne na 10 tysięcy ludności	S	139,0	50,8	0,366	307,9	59,6	S15
Dzieci w żłobkach i klubach dziecięcych na 1000 dzieci w wieku do lat 3	S	241,6	84,8	0,351	525,0	77,0	S16
Przestępstwa stwierdzone przez policję na 1000 mieszkańców	D	30,0	12,34	0,412	91,0	17,8	S17
Wskaźnik wykrywalności sprawców przestępstw stwierdzonych	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Miejsca noclegowe na 1000 ludności	S	17,7	39,9	2,254	263,4	0	S18
Stopień wykorzystania miejsc noclegowych	S	26,7	8,96	0,335	47,6	0	S19
Widzowie na 1000 mieszkańców	S	zmienna usunięta ze względu na wysoką korelację					
Współczynnik obciążenia demograficznego osobami starszymi	D	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					
Księgozbiór bibliotek na 1000 ludności	S	3,267,6	1,404,02	0,43	9,905,7	1,047,2	S20
Zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych	D	3,7	2,76	0,75	11,8	0,0	S21
Przyrost naturalny na 1000 ludności	S	-6,5	2,86	-0,438	-0,7	-13,5	S22
Udział kobiet w organach uchwałodawczych gmin	S	29,9	9,06	0,303	45,5	8,0	S23
Decyzje o warunkach zabudowy na 10 tysięcy mieszkańców	D	10,9	10,6	0,973	44,1	0	S24

Zmienna	Stymulanta/ destymulanta	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Maksimum	Minimum	Oznaczenie
Udział pozwoleń i zgłoszeń opartych na MPZP w liczbie pozwoleń i zgłoszeń z projektem budowlanym na budowę nowych obiektów budowlanych	S	65,9	25,17	0,382	100	0	S25
Liczba mieszkań objętych wydanymi decyzjami o pozwoleniu na budowę / przyjętymi zgłoszeniami budowy z projektem budowlanym na 1000 ludności	S	8,7	4,88	0,56	24	0,9	S26
Frekwencja wyborcza do sejmiku województwa	S	zmienna usunięta ze względu na mały współczynnik zmienności					

Linia potrójna oddziela wymiary gospodarki, środowiska, transportu, ludzi, życia i zarządzania.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Spis tabel

Tabela 1.1. Charakterystyka paradygmatów <i>smart city</i>	18
Tabela 1.2. Dziedziny <i>smart city</i> i atrybuty miast	19
Tabela 1.3. Przegląd definicji <i>smart city</i>	22
Tabela 1.4. Architektura <i>smart city</i>	26
Tabela 1.5. Ewolucja podejścia do <i>smart city</i>	27
Tabela 1.6. Charakterystyka generacji <i>smart city</i> według Cohena	30
Tabela 1.7. Generacje a wymiary <i>smart city</i>	32
Tabela 1.8. Zalety koncepcji <i>smart city</i>	34
Tabela 1.9. Systematyka <i>smart city</i>	38
Tabela 2.1. Komponenty <i>urban smartness</i>	42
Tabela 2.2. Czynniki odporności miejskiej w wymiarze ekonomicznym	45
Tabela 2.3. Charakterystyka inicjatyw realizacji 15-minutowego miasta.....	52
Tabela 2.4. Przegląd standardów z zakresu koncepcji <i>smart city</i>	53
Tabela 2.5. Zarys informacji o standardach ISO z zakresu <i>smart cities</i>	56
Tabela 2.6. Zestawienie wymiarów <i>smart cities</i> Giffingera w poszczególnych grupach tematycznych dla standardów ISO	57
Tabela 3.1. Wybrane rankingi <i>smart city</i> z wymiarami.....	66
Tabela 3.2. Wskaźniki w modelu benchmarkingowym SC według Giffingera i in.....	77
Tabela 4.1. Cechy różnicujące MODM i MADM	85
Tabela 4.2. Ogólna postać macierzy decyzyjnej.....	88
Tabela 4.3. Formuły technik normalizacyjnych	90
Tabela 4.4. Wykorzystanie MCDM w rankingach <i>smart city</i>	95
Tabela 5.1. Wykaz zmiennych w poszczególnych składowych <i>urban smartness</i>	105
Tabela 5.2. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla zrównoważonego miasta.....	106
Tabela 5.3. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla miasta odpornego	107
Tabela 5.4. Wykaz zmiennych wyselekcjonowanych dla <i>smart city</i>	108

Tabela 5.5. Rankingi miast metodami Hellwiga i TOPSIS	110
Tabela 5.6. Cechy różnicujące metody Hellwiga i TOPSIS.....	113

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Konsekwencje zjawiska <i>urban sprawl</i>	16
Rysunek 1.2. Geneza koncepcji <i>smart city</i> według Shah i in.	17
Rysunek 1.3. Paradygmaty <i>smart city</i> według Benevolo i in.	17
Rysunek 1.4. Elementy definicyjne koncepcji <i>smart city</i>	24
Rysunek 2.1. Model łańcucha wartości <i>smart city</i> według Dameri	40
Rysunek 2.2. Czynniki inteligencji miejskiej według Marsal-Llacuny	41
Rysunek 2.3. Liczba wskaźników w poszczególnych grupach tematycznych dla standardów ISO z zakresu <i>smart cities</i>	57
Rysunek 3.1. Komponenty <i>smart city</i> według Giffingera	76
Rysunek 4.1. Publikacje w bazach tekstowych dla rodzajów metod wielokryterialnego podejmowania decyzji i <i>smart city</i>	92
Rysunek 4.2. Publikacje w bazach tekstowych dla <i>smart city</i> i TOPSIS w latach 2014–2023	92
Rysunek 4.3. Główne obszary badawcze MCDA dla <i>smart city</i>	97
Rysunek 5.1. Przebieg procedury badawczej	104

Streszczenie

Rankingi miast stają się coraz powszechniejszym elementem promocyjnym współczesnych ośrodków miejskich. Pozwalają one na ocenę poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz ukazują potencjały i bariery rozwoju miasta. Zwiększają również konkurencyjność miast i poprawiają ich wizerunek oraz umożliwiają identyfikację najlepszych miast w Polsce wdrażających rozwiązania *smart city*. Pozwalają one władzom miejskim zrozumieć ich sytuację w porównaniu z innymi miastami i wskazać obszary, w których decydenci powinni się wzmocnić. Instytucje i korporacje przygotowują rankingi miast, aby przyciągnąć mieszkańców, przedsiębiorców i turystów oraz zwrócić uwagę innych miast na wdrażane przez nich projekty *smart*. Bycie *smart* jest wpisane w pozycjonowanie miasta i oznacza jego przewagę konkurencyjną na arenach regionalnej, krajowej, międzynarodowej i globalnej.

Rankingi miast ułatwiają zrozumienie różnicowań regionalnych oraz dostarczają władzy i mieszkańcom informacji na temat pozycji rankingowej miasta, którym zarządzają. Warto zauważyć, iż rankingi miast wzbogacają wiedzę i rozwijają metody badań miejskich. Pomimo wielu głosów krytycznych dotyczących rankingów należy ciągle dopracowywać stosowane metody. W związku z tym trzeba rozwijać ten kierunek badań i doskonalić metody rankingowe.

Pomiar *urban smartness* jest trudnym zadaniem. Zidentyfikowany został wskaźnik *urban smartness* składający się z 53 zmiennych, które obejmują składowe dotyczące zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej i *smart city*. Następnie przygotowano autorski ranking polskich miast na prawach powiatu z wykorzystaniem metod Hellwiga i TOPSIS. W rankingu Hellwiga czołowe pozycje zajmują Warszawa, Dąbrowa Górnicza i Wałbrzych, natomiast w rankingu TOPSIS – Rzeszów, Kraków i Siedlce. Wyliczony współczynnik korelacji liniowej Pearsona wskazuje na słaby związek liniowy między rankingami Hellwiga i TOPSIS. Wynika to z wielu cech różnicujących te metody, do których zaliczamy: przyporządkowanie naukowe, punkt odniesienia, normalizację zmiennych, postać analityczną funkcji agregującej. Przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych należy brać pod uwagę ranking TOPSIS.

Summary

City rankings are becoming an increasingly common promotional element of modern urban centres. They allow for the assessment of the level of socio-economic development and reveal the potentials and barriers to the city's development. Rankings also increase the competitiveness of cities and enhance the city's image. They enable the identification of the best cities in Poland implementing smart city solutions. Rankings enable urban leaders to understand their situation in comparison to other cities and identify areas where decision-makers should strengthen themselves. Institutions and corporations prepare city rankings to attract resident, entrepreneurs, and tourists, as well as to draw the attention of other cities to the smart projects they are implementing. Being "smart" is embedded in the city's positioning and signifies its competitive advantage on the regional, national, and global stage.

City rankings facilitate the understanding of regional variations and provide authorities and residents with information about the ranking position of the city they manage. It is worth noting that city rankings enrich knowledge and develop methods for urban research. Despite many critical voices regarding rankings, it is important to continually refine the methods used. Therefore, it is necessary to develop this research direction and improve ranking methods.

Measuring urban smartness is a challenging task. The urban smartness index consists of 53 variables, encompassing components related to sustainable development, urban resilience, and smart city aspects. Subsequently, an original ranking of Polish cities with county rights was prepared and held by the cities of Warsaw, Dąbrowa Górnicza, and Wałbrzych, while in the TOPSIS ranking – Rzeszów, Kraków, and Siedlce. The calculated Pearson linear correlation coefficient indicates a weak linear relationship between Hellwig and TOPSIS rankings. This results from various differentiating features between these methods, including scientific assignments, reference points, variable normalization, and the analytical form of aggregating function.

„Przedstawiona [...] monografia jest opracowaniem zwartym oczekiwanym na polskim rynku wydawniczym. Należy stwierdzić, że dyskusja na temat rankingów miast, ich roli oraz procedur ich tworzenia rozwija się na arenie międzynarodowej, natomiast na rynku krajowym nadal brakuje opracowań podejmujących tę problematykę z uwzględnieniem polskiego kontekstu. [...] prezentowana monografia stanowi spójne tematycznie opracowanie naukowe, zawiera obszerną bibliografię z dominacją pozycji zagranicznych, a jej Autorka przedstawia zawarte w niej treści w sposób oryginalny i twórczy. [...] praca stanowi wymierny wkład w rozwój dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości, zwłaszcza w obszarze metodyki rankingów [...]”.

dr hab. WAWRZYNIEC RUDOLF, prof. UŁ

„W pracy Autorka podjęła bardzo ważny i aktualny problem dotyczący rankingów miast według konkurencyjności i innowacyjności transformacji przestrzeni miejskich, gdzie istotnymi czynnikami sukcesu w miastach jest adaptacja rozwiązań nowoczesnej infrastruktury informacyjno-komunikacyjnej w powiązaniu z wykorzystaniem kapitału intelektualnego mieszkańców, która kształtuje realia współczesnych miast. [...] monografia Sławomiry Hajduk pt. „Metody wielokryterialne w konstrukcji rankingów *urban smartness*” wnosi istotny wkład w rozwój nauki o zarządzaniu i jakości”.

dr hab. ANETTA ZIELIŃSKA, prof. UWr