

**UNIWERSYTET GDAŃSKI  
WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA**

**mgr Patrycja Krauze-Maślankowska  
Katedra Informatyki Ekonomicznej**

**Badanie uwarunkowań rozwoju inteligentnych miast  
w Polsce**

**Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem  
śp. Prof. dr hab. Stanisława Wryczy (do dnia 13.01.2022 r.)  
dr hab. Anny Wojewnik-Filipkowskiej, prof. uczelni  
promotor pomocniczy dr inż. Przemysław Jatkiewicz**

**Sopot 2022**

*Niniejszą pracę dedykuję mojemu  
śp. Promotorowi, którego wsparcie  
inspirowało do nieustannego  
rozwoju.*

## Spis treści

Wstęp	5
1 GENEZA I WSPÓŁCZESNE UJĘCIE POJĘCIA INTELIGENTNEGO MIASTA	13
1.1 Zarys historyczny inteligentnego miasta	13
1.2 Ewolucja pojęcia smart city	18
1.3 Identyfikacja, klasyfikacja oraz standaryzacja inteligentnego miasta	23
1.4 Nowy model zarządzania miastem	34
1.5 Kluczowe obszary inteligentnych miast w Europie na przykładzie Wiednia i Amsterdamu	37
1.6 Światowe trendy rozwoju inteligentnych miast na przykładzie Barcelony i Singapuru	39
1.7 Formalne uwarunkowania rozwoju inteligentnych miast	42
1.8 Smart city – analiza współwystępowania terminu w literaturze	45
2 WYMIARY INTELIGENTNEGO MIASTA	55
2.1 Istota wielowymiarowości koncepcji smart city	55
2.2 Inteligentna gospodarka (smart economy)	59
2.3 Inteligentne życie (smart living)	66
2.4 Inteligentne współzarządzanie (smart governance)	72
2.5 Inteligentna mobilność (smart mobility)	76
2.6 Inteligentne środowisko (smart environment)	82
2.7 Inteligentni ludzie (smart people)	85
3 TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE INTELIGENTNYM MIASTEM	89
3.1 Internet rzeczy (Internet of Things, IoT)	89
3.2 Big Data w zarządzaniu inteligentnym miastem	94
3.3 Zastosowanie technologii blockchain w inteligentnym mieście	98
3.4 Otwarte dane	103
3.5 Zjawisko platformizacji w inteligentnym mieście	108
3.6 Miasto zorientowane na danych (data-driven city)	112
3.7 Znaczenie wykorzystania sztucznej inteligencji w inteligentnym mieście	116
4 ROZWÓJ KONCEPCJI SMART CITY W POLSCE	123

4.1	Uzasadnienie, charakterystyka i zakres badania	123
4.2	Uwarunkowania działalności lokalnej administracji publicznej	131
4.2.1	Uwarunkowania organizacyjne i zarządcze	131
4.2.2	Uwarunkowania techniczne	137
4.2.3	Uwarunkowania dotyczące współpracy	142
4.3	Realizacja działań w sześciu domenach smart city	149
4.3.1	Znajomość koncepcji smart city przez miasta w Polsce	149
4.3.2	Smart Economy	152
4.3.3	Smart Living	155
4.3.4	Smart Mobility	159
4.3.5	Smart Governance	161
4.3.6	Smart Environment	164
4.3.7	Smart People	167
4.4	Koncepcja smart city w Polsce – podsumowanie wyników badań ankietowych	170
5	KIERUNKI ROZWOJU KONCEPCJI SMART CITY W POLSCE	178
5.1	Media społecznościowe jako narzędzie zarządzania inteligentnym miastem	178
5.2	Znaczenie mobilności w inteligentnym mieście	183
5.3	Smart City Digital Twins (Smart City 4.0)	189
5.4	Mocne strony i bariery dla rozwoju koncepcji smart city	192
	Podsumowanie i wnioski	198
	Bibliografia	208
	Spis tabel	224
	Spis rysunków	225
	Spis wykresów	226

## Wstęp

Zjawisko rozlewania się miasta oraz odpływu mieszkańców z centralnych jego obszarów nie jest już wyzwaniem, z którym muszą mierzyć się jedynie największe światowe aglomeracje. Coraz częściej zjawisko to można zaobserwować również w Polsce. Przesiedlanie się społeczeństwa i związane z nim aspekty, w tym z rozbudową infrastruktury transportowej, to jednak niejedyny powód dla którego miasta, a w zasadzie lokalna administracja publiczna, powinny rozpatrywać innowacyjne sposoby zarządzania (Bryx, 2014). W rozwoju miasta znaczącą rolę odgrywają organy administracji samorządowej odpowiedzialne za zarządzanie miastem. Zadaniem i celem zarządzania miastem jest m. in. podejmowanie wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi, starzejącym się społeczeństwem, globalizacją czy cyfryzacją. Wymienione zagadnienia prowadzą kolejno do bardziej szczegółowych zagadnień, związanych między innymi z gospodarką odpadami, zapewnieniem efektywności energetycznej, wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, zarządzaniem gospodarką wodną, dostępem do wydarzeń kulturalnych i opieki zdrowotnej, bioróżnorodnością, optymalizacją użytkowania gruntów, zapobieganiem zanieczyszczeniu powietrza i hałasowi, reagowaniem na awarie infrastrukturalne, czy wreszcie z rozwojem gospodarczym.

W odpowiedzi na wymienione wyżej wyzwania, lokalna administracja publiczna powinna podejmować działania, które nie tylko będą zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju i nie tylko będą uwzględniać dobro obecnych i przyszłych pokoleń. W odniesieniu do kurczących się zasobów naturalnych, powszechnie wdrażane założenia koncepcji zrównoważonego rozwoju, stanowią podstawę rozwijania bardziej zaawansowanych rozwiązań w zarządzaniu miastem. Jednocześnie, globalizacja i siły rynkowe prowadzą do zmian kulturowych i rozwoju usług elektronicznych, co wpływa przede wszystkim na warstwę społeczną miasta, dlatego istnieje jeszcze większa potrzeba projektowania innowacyjnych rozwiązań technologicznych i zmiany sposobu zarządzania na takie, które będzie użyteczne dla obywateli, jak również przyczyni się do rozwoju gospodarki cyfrowej, wspierając zintegrowany rozwój miasta.

Biorąc pod uwagę działania podejmowane przez samorzady w ramach reagowania na wyzwania współczesnego miasta i świata, powstała koncepcja inteligentnego miasta (*smart city*). Koncepcja ta bazuje na zasadach zrównoważonego rozwoju, uwzględniając przy tym korzyści płynące z zastosowania technologii w obszarach miejskich obejmując gospodarkę, jakość życia, mobilność, współzarządzanie, środowisko oraz ludzi (Giffinger, Fertner, Kramer i Pichler-Milanović, 2007). *Smart city* jest zatem pojęciem złożonym i dotychczas nie doczekał

się jednolitej definicji, m.in. dlatego, że stanowi przedmiot rozważań przedstawicieli wielu dyscyplin naukowych. Istniejące interpretacje pojęcia *smart city* można podzielić na trzy grupy. Pierwszą z nich stanowią definicje skoncentrowane na aspektach technologicznych, związanych z rozwojem koncepcji inteligentnego miasta. Odnoszą się one do wdrażania złożonych projektów bazujących na zaawansowanej technologii informacyjno-komunikacyjnej (ICT) oraz Internetcie rzeczy (*Internet of Things*, IoT). Druga grupa obejmuje definicje ekonomiczne, które kładą nacisk na zmieniające się procesy gospodarcze oraz wykorzystanie wskaźników w celu pomiaru poziomu realizacji projektów. Trzecia grupa koncentruje się na społecznym wymiarze miasta. Definicje te w ogólnym ujęciu skoncentrowane są na jakościowych zmianach struktury społecznej, kompetencjach cyfrowych oraz nowych sposobach komunikacji.

Różne metody i modele zarządzania miastem wpisują się w dyscyplinę nauk o zarządzaniu i jakości. Główną funkcję nauk o zarządzaniu stanowi *pomoc organizacjom gospodarczym, administracyjnym i społecznym w realizacji ich funkcjonowania i rozwoju* (Sudoł, 2007). Zatem zarządzanie w kontekście miejskim może być rozumiane jako działania podejmowane przez samorządy w celu zapewnienia obywatelom wysokiego poziomu oferowanych usług (Bryx, 2014). Zarządzanie rozwojem miasta związane jest z dynamicznie zmieniającymi się uwarunkowaniami gospodarczymi, społecznymi, politycznymi i kulturowymi, w tym w szczególności z reagowaniem na oczekiwania ze strony mieszkańców oraz dostosowaniem się do funkcjonowania w rzeczywistości opanowanej przez cyfryzację. Wymienione założenia odpowiadają charakterystyce koncepcji *smart city*.

### **Cel rozprawy oraz pytania badawcze**

Celem głównym niniejszej rozprawy było rozpoznanie koncepcji inteligentnego miasta, stanu jej wdrażania w wybranych miastach w Polsce oraz wskazanie kierunków jej rozwoju, kreowanego przez lokalne jednostki administracji publicznej w Polsce. Zmiana podejścia do zarządzania miastem przez samorządy na bardziej innowacyjne, stanowi istotny aspekt z punktu widzenia wdrażania omawianej koncepcji. Innowacyjność rozumiana jest w tym przypadku jako usprawnianie istniejących procesów poprzez zastosowanie rozwiązań technologicznych.

Na potrzeby realizacji celu głównego sformułowano następujące cele szczegółowe:

1. Identyfikacja wymiarów i czynników rozwoju koncepcji *smart city*.
2. Sformułowanie definicji *smart city*, ujmującej specyfikę inteligentnego miasta w Polsce.

3. Charakterystyka wymiarów *smart city*.
4. Zidentyfikowanie technologii wspomagającej realizację koncepcji inteligentnego miasta.
5. Identyfikacja mocnych stron i barier związanych z realizacją koncepcji *smart city* przez lokalną administrację publiczną.

Wobec zdefiniowanych wyżej – celu głównego oraz szczegółowych, w niniejszej pracy podjęto próbę odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

- (1) Na czym polega i jakie elementy/aspekty tworzą koncepcję *smart city*?
- (2) Jaki jest poziom znajomości koncepcji *smart city* w jednostkach lokalnej administracji publicznej w Polsce?
- (3) Czy jednostki lokalnej administracji publicznej w polskich miastach zapewniają odpowiednie warunki technologiczne do rozwoju koncepcji *smart city*?
- (4) W jaki sposób wdrażane są założenia koncepcji *smart city* w odniesieniu do sześciu wymiarów: *smart people*, *smart environment*, *smart economy*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart living*?
- (5) W jakim kierunku zmierza rozwój koncepcji inteligentnego miasta w Polsce? Jakie są związane z tym procesem mocne strony i bariery?

W ramach ostatniego pytania badawczego, sformułowano dwa pytania pomocnicze, które przyczyniły się do sprecyzowania badania działań podejmowanych przez samorządy w stosunku do rozwoju omawianej koncepcji:

- Czy lokalna administracja publiczna stosuje kanały komunikacji elektronicznej (w tym popularne media społecznościowe) do poznania opinii mieszkańców na wybrane tematy?
- Jakie znaczenie dla rozwoju inteligentnego systemu transportu ma wdrażanie koncepcji *smart city* w miastach?

W miastach mieszka ponad 60% ludności, a pod koniec obecnego wieku liczba ta ma zwiększyć się do 80%. Dodatkowo, mimo tego, że miasta zajmują jedynie 3% powierzchni Ziemi przyczyniają się do zużycia 60-80% energii oraz wytwarzają ponad 75% emisji CO<sub>2</sub> (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021). Koncepcja inteligentnego miasta może przyczynić się do efektywnego wykorzystania zasobów, jednak powodzenie we wprowadzaniu zmian w głównej mierze zależy od jednostek samorządu terytorialnego (JST). Zgodnie z ustawą o samorządzie gminnym, JST działając we własnym imieniu i na własną odpowiedzialność (art. 2 pkt 1), zajmują się wszelkimi sprawami publicznymi o znaczeniu lokalnym, w celu zaspokojenia zbiorowych potrzeb wspólnoty samorządowej. W oparciu o obowiązujące przepisy jednostki te mają swobodę kształtowania strategii i taktyki

postępowania zmierzającego do osiągnięcia założonych celów (Mańka-Szulik i Krawczyk, 2022). Wobec powyższego coraz większe znaczenie dla inteligentnego rozwoju miast ma sposób, w jaki są one zarządzane przez lokalną administrację publiczną. Pomimo szeroko opisywanych w literaturze przypadków wdrażania koncepcji *smart city* w miastach na całym świecie oraz nieustannym tworzeniu innowacyjnych rozwiązań związanych z realizacją jej założeń, wciąż brakuje rozpoznania, jakie działania są podejmowane przez różne co do wielkości miasta w Polsce i w jakim kierunku rozwija się omawiana koncepcja. Przedstawione powyżej uzasadnienie stanowi jednocześnie założenia prowadzonych badań nad rozwojem koncepcji *smart city* w Polsce, realizowanych poprzez rozpoznanie sposobu wdrażania koncepcji inteligentnego miasta przez lokalną administrację publiczną.

### **Metody i narzędzia badawcze**

Zastosowanie zróżnicowanych metod badawczych zdaniem S. Sudoł (2007) umożliwia przeprowadzenie badań w sposób bardziej wszechstronny i uzyskanie wiarygodniejszych wyników odnośnie podejmowanego problemu badawczego, którym jest rozwój koncepcji inteligentnego miasta w Polsce. Wobec powyższego w niniejszej pracy zastosowano następujące metody badawcze:

- metoda jakościowa – dokonano przeglądu literatury naukowej podejmującej temat koncepcji inteligentnego miasta, zarządzania miastem w sposób inteligentny i zrównoważony, wskaźników pozwalających na pomiar rozwoju omawianej koncepcji oraz obszarów, w których koncepcja *smart city* ma swoje zastosowanie,
- metoda analizy dokumentacji operacyjnej (źródłowej) organizacji, która polegała w szczególności na zestawieniu i poddaniu analizie długoterminowych strategii rozwoju miast wojewódzkich, w celu wyznaczenia głównych obszarów, w których będą rozwijały się województwa, a w konsekwencji inne miasta w zasięgu ich oddziaływania. Zastosowanie tej metody pozwoliło również wskazać, w których województwach zaplanowano realizację założeń koncepcji inteligentnego miasta,
- metoda badań społecznych – związana była z prowadzeniem własnych obserwacji zjawiska rozwoju koncepcji *smart city* poprzez wykonywanie obowiązków służbowych, uczestnictwo w konferencjach, warsztatach i spotkaniach samorządowców, na których poruszane były dotychczasowe osiągnięcia, możliwości i planowane działania związane z wdrażaniem omawianej koncepcji,



- metoda badań ilościowo-jakościowych – obejmowała konstrukcję kwestionariusza i przeprowadzenie badania ankietowego wśród lokalnej administracji publicznej, mającego na celu poznanie uwarunkowań realizacji i rozpoznanie mocnych stron i barier związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city* w polskich miastach.

W szczególności, w ramach badań o charakterze teoretycznym, przeprowadzono ww. studia literatury. Ta część badań, zasadniczo jakościowych, związana z realizacją pierwszego i drugiego celu szczegółowego i odpowiednio dotycząca pierwszego pytania badawczego, miała na celu uporządkowanie i przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat koncepcji inteligentnego miasta zarówno w Polsce, jak i na świecie oraz sformułowanie autorskiej definicji *smart city*. W ramach przeprowadzonej analizy i syntezy literatury dotyczącej inteligentnych miast, wykorzystano następujące narzędzia i metody badawcze:

- Google Trends – narzędzie to pozwala na identyfikację liczby zapytań kierowanych do wyszukiwarki *Google* w odniesieniu do wskazanego tematu i określonego przedziału czasowego we wskazanej lokalizacji,
- język programowania Python – będący narzędziem typu *open source*, za pomocą którego sporządzono chmurę słów kluczowych (*wordcloud*) dotyczących współwystępowania omawianej koncepcji z innymi tematami,
- technika mapowania *Visualization of Similarities (VOS)* – pozwalająca na wizualizację podobieństw, w celu przedstawienia sieci współwystępowania słów kluczowych w publikacjach naukowych.

W drugiej kolejności, w związku z celem szczegółowym trzecim oraz czwartym i odpowiednio pozostałymi pytaniami badawczymi, związanymi z problemem zrozumienia, wdrażania i wpływu koncepcji *smart city* na rozwój obszarów miejskich, zastosowano metodę badań ilościowo-jakościowych. W tym celu opracowano kwestionariusz składający się z 27 pytań. Badanie przeprowadzono w terminie od 1 lipca do 31 sierpnia 2020 roku z wykorzystaniem techniki CAWI (*Computer-Assisted Web Interview*). Losowo wybrana do badania próba obejmowała 281 miast spośród wszystkich 940 polskich miast według stanu na dzień 30 czerwca 2020 roku. Miasta podzielono na warstwy według liczby ludności: małe – poniżej 20 tys. mieszkańców, miasta średnie – 20 tys. do 100 tys. mieszkańców i duże – powyżej 100 tys. mieszkańców. Narzędziem badawczym wykorzystanym do przeprowadzenia losowania jednostek do próby metodą prostą bez zwracania był program IBM SPSS Statistics, który pozwala na zastosowanie różnego rodzaju mechanizmów, modeli, metod lub technik analitycznych i statystycznych na zbiorach danych w formie graficznego interfejsu

użytkownika. Na podstawie wylosowanej próby sporządzono bazę danych, obejmującą adresy poczty elektronicznej Urzędów Miejskich, na które został wysłany kwestionariusz. Uzyskano zwrot ankiet na poziomie 75% próby badawczej, co obejmowało 22% całej populacji. W tej części badania o charakterze empirycznym, z racji zatrudnienia w jednostce samorządu terytorialnego (od 2016 roku), wykorzystano również metodę obserwacji uczestniczącej.

Wykorzystanie wymienionych metod miało na celu zminimalizowanie ryzyka zniekształcenia obrazu badanego zagadnienia, wynikającego z możliwości wyciągnięcia subiektywnych wniosków. Zasadnym jednak wydaje się wskazanie, że przedmiotem badań niniejszej pracy była koncepcja inteligentnego miasta w Polsce i jej rozwój, przy założeniu, że istotnym katalizatorem zmian w tym obszarze są podejmowane decyzje i sposób zarządzania miastem przez JST, to ww. podejmowanie decyzji, a zatem i samo badanie obciążone jest ryzykiem błędu. Przez błędy należy rozumieć takie aspekty jak brak dostatecznej wiedzy pracownika, który odpowiadał na pytania zawarte w kwestionariuszu lub chęć ukazania jednostki (miasta) w jak najlepszym świetle, wskazując na działania, które w rzeczywistości nie są podejmowane (Szyjewski, 2018). W celu ograniczenia ww. błędów, w uzasadnionych przypadkach, w szczególności, kiedy odpowiedzi wydawały się znacząco odstawać od pozostałych w danej warstwie, weryfikowano ich rzetelność poprzez przegląd informacji na temat realizowanych przez jednostki działań i podejmowanych inicjatyw dostępnych na stronach internetowych służących promocji miasta i publikowanych w Biuletynie Informacji Publicznej (BIP).

## **Struktura pracy**

Niniejsza dysertacja została podzielona na pięć rozdziałów. Pierwszy rozdział obejmuje genezę pojęcia inteligentnego miasta; koncepcja rozpatrywana jest nie tylko w kontekście zarządzania, ale i w ujęciu prawnym. Treść pierwszego rozdziału obejmuje analizę definicji *smart city* zawartych w literaturze naukowej oraz omówienie istniejących mierników rozwoju koncepcji inteligentnego miasta. W tej części zaproponowano również własną definicję, która kładzie nacisk na aspekt technologiczny związany z koncepcją *smart city* oraz uwarunkowania charakterystyczne dla miast w Polsce.

W rozdziale drugim przedstawiono opis sześciu wymiarów inteligentnego miasta według podziału zaproponowanego przez Giffingera, tj.: *smart economy* (inteligentna gospodarka), *smart living* (inteligentne życie), *smart governance* (inteligentne współzarządzanie), *smart mobility* (inteligentna mobilność), *smart environment* (inteligentne środowisko), *smart people* (inteligentni ludzie). Dla każdego z wymiarów przedstawiono

charakterystyczne rozwiązania, które wskazują na realizację zadań związanych z ich rozwojem. Dodatkowo, wskazano również wybrane rozwiązania technologiczne, jakie wypracowały przykładowe miasta na całym świecie w odniesieniu do realizacji założeń wynikających z rozwoju każdego wymiaru.

Trzeci rozdział odnosi się do innowacji cyfrowych związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city*. W rozdziale tym zwrócono uwagę na istotę takich rozwiązań jak *Big Data*, *IoT*, *blockchain* czy *Artificial Intelligence* oraz opisano przykłady zastosowań wymienionych technologii w środowisku miejskim.

Część czwarta zawiera szczegółowy opis przeprowadzonego badania ankietowego, przechodząc kolejno w pierwszej części przez opis motywacji wyboru badanej populacji, sposób doboru i losowania próby, pytania zawarte w kwestionariuszu oraz informacje nt. liczby i struktury próby badawczej oraz otrzymanych zwrotów. W drugiej części rozdziału czwartego zaprezentowano szczegółowe wyniki badania wraz z ich interpretacją według wielkości miast. Opis rezultatów badania, jak i sam kwestionariusz, podzielone zostały na sześć wymiarów, zgodnie z podziałem *smart city* na obszary, przyjętym i opisanym w rozdziale drugim. W rozdziale czwartym udzielono również odpowiedzi na pierwsze, drugie, trzecie i czwarte pytania badawcze.

Ostatni rozdział poświęcony został wskazaniu kierunków zmian w zakresie rozwoju koncepcji *smart city*. Opisano w nim znaczenie mediów społecznościowych w zarządzaniu inteligentnym miastem, wpływ nowych sposobów przemieszczania się po mieście na rozwój koncepcji *smart city* oraz rolę digitalizacji i tworzenia odwzorowania cyfrowego budynków, parków czy całych kompleksów mieszkaniowych na efektywne wprowadzanie zmian w przestrzeni miejskiej, z uwzględnieniem aktywnego udziału mieszkańców. Na koniec, zestawiono mocne strony i bariery dla rozwoju koncepcji inteligentnego miasta, które lokalna administracja publiczna wskazała w przeprowadzonym badaniu ankietowym.

Zrozumienie istoty koncepcji inteligentnego miasta, jej złożoności, czynników wpływających na rozwój i narzędzi, które go wspomagają jest niewątpliwie istotne z punktu widzenia zarządzania miastem przez lokalną administrację publiczną. W niniejszej dysertacji nacisk położono na uwarunkowania ww. koncepcji dla miast w Polsce. Wobec powyższego, praca skierowana jest w szczególności do jednostek samorządu terytorialnego, które na jej podstawie będą mogły tworzyć polityki miejskie dopasowane do zmieniających się trendów technologicznych, jak również poznać innowacyjne rozwiązania związane z wdrażaniem koncepcji *smart city* realizowane przez inne miasta. Przedstawione w kolejnych rozdziałach

rozważania mogą stanowić źródło informacji dla osób zainteresowanych tematyką koncepcji rozwoju miast oraz technologii wykorzystywanych do wspomagania zarządzania miastem. Wreszcie, niniejsza praca jest również dla autorki istotnym wstępem do prowadzenia kolejnych badań nad tematyką związaną z nowoczesnymi metodami zarządzania miastem, włączającymi do procesu podejmowania decyzji innowacyjne rozwiązania technologiczne.

Częściowe rezultaty przeprowadzonego badania zaprezentowano na konferencjach EMCIS 2021 (18th European, Mediterranean, and Middle Eastern Conference), PLAIS EuroSymposium 2021 (13th PLAIS EuroSymposium on Digital Transformation) oraz Smart Cities International Conference (SCIC) 9th Edition. Opublikowane referaty indeksowane są w bazie Scopus oraz Web of Science. Koncepcja rozprawy oraz wyniki badania ankietowego przedstawiona została, wraz z promotorem śp. prof. dr. hab. Stanisławem Wryczą oraz promotorem pomocniczym dr. inż. Przemysławem Jatkiewiczem, na IX Konsorcjum Doktoranckim Naukowego Towarzystwa Informatyki Ekonomicznej (2021) jako studium uwarunkowań rozwoju koncepcji inteligentnego zarządzania miastem w Polsce. Konspekt niniejszej rozprawy doktorskiej oraz jej główne założenia i ostateczny kształt powstały podczas intensywnej trzyletniej pracy ze śp. prof. dr. hab. Stanisławem Wryczą, który dzielił się swoją wiedzą, doświadczeniem oraz spostrzeżeniami. Dzięki motywacji Pana Profesora, kolejne etapy pracy nad powstawaniem niniejszej dysertacji stanowiły inspirację do zgłębiania koncepcji inteligentnego miasta, z uwzględnieniem jej interdyscyplinarnego charakteru. Przedstawiona praca stanowi efekt współpracy zarówno śp. prof. dr. hab. Stanisława Wryczy do dnia 13.01.2022 roku, jak również promotora pomocniczego dr. inż. Przemysława Jatkiewicza, którego zainteresowania naukowe skoncentrowane są między innymi na technologicznym rozwoju miast. Od marca 2022 roku obowiązki promotora przejęła dr. hab. Anna Wojewnik-Filipkowska, prof. uczelni, której jednym z naukowych zainteresowań jest rozwój miast.

# 1 GENEZA I WSPÓŁCZESNE UJĘCIE POJĘCIA INTELIAGENTNEGO MIASTA

## 1.1 Zarys historyczny inteligentnego miasta

Jeszcze w 1800 roku zaledwie 3% światowej populacji mieszkało w miastach liczących powyżej 5 tys. mieszkańców. Nie więcej niż 45 miast liczyło ponad 100 tys. mieszkańców, a mniej niż połowa z nich znajdowała się w Europie. Miasta takie jak Pekin, Kanton i Tokio były wówczas większe niż starożytny Rzym lub średniowieczny Konstantynopol w latach swojej świetności (Encyclopedia Britannica, 2022). W 2014 roku 3,9 miliarda ludzi zamieszkiwało obszary miejskie, co stanowiło 54% światowej populacji. Liczba ta zwiększyła się dwukrotnie w stosunku do roku 1950. Prognozy wskazują ponadto, iż do 2050 roku w miastach mieszkać będzie 66% społeczeństwa (United Nations Global Compact Network Poland, 2016). Obecnie na świecie istnieje 28 miast, których liczba mieszkańców przekracza 10 milionów (United Nations Development Program, 2022; Science, 2016).

Miasto może być centrum przemysłu, wymiany dóbr i usług, edukacji i rządzenia lub łączyć wszystkie wymienione obszary. Różnorodność oferowanych możliwości wpływa na przesiedlanie się ludności z obszarów wiejskich do miast. Mumford (1961) w swojej publikacji na temat historii miast odrzuca zasadność przyjmowania jednakowej charakterystyki w odniesieniu do wszystkich miast. Twierdzi, iż żadna pojedyncza definicja nie uwzględni wszystkich przemian zachodzących w mieście oraz do charakterystycznych dla konkretnej fazy rozwoju miasta w tym dojrzałości oraz starzenia się.

Rewolucja przemysłowa XVIII wieku przyczyniła się do zmian w funkcjonowaniu miast i ich industrializacji. Proces ten, w radykalny sposób zmienił strukturę skonsolidowanych średniowiecznych miast europejskich. Zjawisko nagłej urbanizacji doprowadziło do powstania nowego modelu miasta, zwanego miastem przemysłowym. Nastąpiło przejście od tradycyjnej gospodarki rolnej i wiejskiej do gospodarki miejskiej i przemysłowej. W wyniku przemiany modelu miasta powstało wiele wynalazków technologicznych i nowych procesów produkcyjnych. Determinowana przez przemysł rozbudowa obszarów zurbanizowanych w ujęciu terytorialnym, demograficznym i ekonomicznym, spowodowała dynamiczny rozwój obszarów miejskich (Nichols i Schlesinger, 1933). Wykorzystywane w niniejszej pracy pojęcie rozwoju miasta rozumiane jest w kontekście zarówno jakościowym, jak i ilościowym.

Podejście jakościowe oznacza orientację na zaspokajanie przez decydentów potrzeb materialnych i społecznych obywateli, ilościowe natomiast polega na zastosowaniu mierników rozwoju. Z drugiej strony rozwój miasta oznacza zmiany w terytorialnych strukturach takich jak: transport, krajobraz czy kultura oraz istniejące między tymi strukturami powiązania (Zaucha i inni, 2015).

Wymienione aspekty sprowadzają się do pojęcia urbanizacji. Początkowo miasto stanowiło przestrzeń zamkniętą. Z biegiem czasu oraz rosnącym znaczeniem gospodarki, proces otwierania się miasta na otoczenie stał się coraz bardziej widoczny np. poprzez przemieszczanie się ludności. Zjawiskiem, które wprowadza nowe elementy do struktury przestrzennej miast jest ww. industrializacja. Gospodarka industrialna, a następnie jej przekształcenie w gospodarkę postindustrialną przyczyniły się do gwałtownego rozwoju miast. Dynamiczny i nieprzewidywalny rozwój nowych procesów technologicznych, ekonomicznych i społecznych, doprowadził do budowy scenariuszy odbiegających od dotychczasowych reguł zarządzania miastem. Poprzez dotychczasowe reguły rozumiana jest pierwsza ustawa o planowaniu przestrzennym z 1945 roku, podjęta przez włoski rząd, która ustanowiła nowe kanony przestrzenne dla miasta. Ważnym aspektem było wówczas analizowanie zjawisk społecznych oraz zorientowanie na problemy pojawiające się w poszczególnych obszarach funkcjonowania miasta .

Przemiana wynikała z wielu czynników związanych z ekspansją miasta, takich jak (Łuczyszyn, 2018):

- nowe znaczenie planowania transportu publicznego,
- połączenie planowania miasta/regionu z planowaniem gospodarczym,
- stosowanie nowoczesnych technologii informatycznych,
- presja na poprawę jakości środowiska,
- rosnące obawy związane z planowaniem rozwoju społecznego,
- liczba dostępnych technik zarządzania.

Dodatkowy fenomen stanowią globalne aglomeracje miejskie, w których strukturze zaczęto dostrzegać elementy segmentacji miasta wynikające z rozwoju gospodarki industrialnej. W kształtującym się podziale odkrywano stopniowo potencjał odnoszący się do dziedzin związanych z finansami i zarządzaniem, produkcją i usługami oraz zdolnościami intelektualnymi. Wymienione okoliczności polegające na wzroście potencjału obszarów metropolitalnych składają się na proces metropolizacji. W tabeli 1.1 przedstawiono cechy charakterystyczne dla innych wybranych, dużych form urbanizacji.

**Tabela 1.1 Wybrane formy urbanizacji i ich charakterystyczne cechy**

<b>Nazwa</b>	<b>Charakterystyka</b>
Aglomeracja miejska	Zespół jednostek osadniczych wzajemnie ze sobą powiązanych, obejmujących duże miasto wraz z obszarami je otaczającymi, zjawisko powstałe w procesie koncentracji.
Konurbacja	Koncentracja wokół kilku dużych miast (jąder osadniczych) stanowiąca aglomerację policentryczną.
Zespół miejski	Obejmuje kilka miast sąsiadujących ze sobą bez uwzględnienia wspólnych związków jakie między nimi występują.
Obszar zurbanizowany	Dotyczy konkretnego stanu, w jakim znajduje się proces urbanizacji i niekoniecznie związany z granicami administracyjnymi danego obszaru. Widać tutaj wyraźne przekształcenia w sposobie zagospodarowania, charakterystyczne dla infrastruktury miejskiej oraz idące za tym zmiany w działalności gospodarczej charakterystyczne dla miejskiego stylu życia oraz pracy.
Obszar metropolitalny	Widoczne powiązania funkcjonalne pomiędzy zespołami miast. Stanowi spójną całość z centralnym ośrodkiem zwanym metropolią.
Megalopolis	Połączenie położonych obok siebie dużych miast stanowiących zespół o charakterze polifunkcyjnym. Dostępność przestrzenna stanowi tutaj nadrzędną wartość nad związkiem funkcjonalnym między miastami.

*Źródło:* (Łuczyszyn, 2018).

Do ukształtowania aktualnego wizerunku miasta przyczyniły się historyczne przemiany wpływające na strukturę funkcjonowania szczególnie dużych miast oraz ich wpływ na relacje z otoczeniem. W związku z powyższym można wyróżnić cztery etapy rozwoju miasta (Łuczyszyn, 2018):

- urbanizacja – centrum miasta charakteryzuje się wyraźną dominacją poprzez zaawansowaną działalność społeczno-gospodarczą, która przyciąga mieszkańców miast ościennych;
- suburbanizacja – następuje rozwój peryferii miejskich, które stają się bardziej atrakcyjne do centrum pod względem kosztowym. Centrum nadal jest głównym miejscem działalności oraz życia społecznego jednak jego rozwój znacznie spowalnia;

- dezurbanizacja – zauważa się zanikanie dominujących działalności społeczno-gospodarczych w centralnych obszarach miasta, która przenosi się na obrzeża;
- reurbanizacja – centrum miasta może być poddane rewitalizacji, ponownie odzyskując dominującą pozycję. Dodatkowe inwestycje w innowacyjne rozwiązania przyciągają nowych interesariuszy, w tym mieszkańców. Następuje proces metropolizacji, gdzie rozwinięte w fazie dezurbanizacji miasta ościenne łączą się tworząc nowoczesne aglomeracje.

Wszystkie wymienione fazy rozwoju determinują zastosowanie określonych zasad funkcjonowania miasta, stanowiących całość dla niego charakterystyczną. W zależności od fazy rozwoju, istnieją uwarunkowania technologiczne, ekonomiczne i społeczne, które przyczyniają się do wdrożenia określonych koncepcji rozwoju miasta. Relacja różnych aspektów, od kształtowania się różnego rodzaju kultury lokalnej, przekazywania wiedzy między pokoleniami, aż po ustalanie standardów dla projektowania przestrzeni, przyczyniła się do spojrzenia na miasto jako nierozdzielnie współpracujących ze sobą elementów. To holistyczne podejście przyczyniło się do formułowania zestawów cech, jakimi powinny charakteryzować się miasta. Rezultatem obserwacji, badań oraz pilotaży w warunkach niezakłóconych interwencją badacza, są liczne koncepcje pozwalające na zidentyfikowanie określonych praktyk w zakresie zarządzania miastem. W tabeli 1.2 przedstawiono wybrane koncepcje, które ukształtowały się na przestrzeni ostatniego ćwierćwiecza.

**Tabela 1.2 Koncepcje związane z rozwojem miast**

<b>Koncepcja</b>	<b>Charakterystyka</b>
<b>Zrównoważony rozwój</b> <i>(sustainable development)</i>	Najbardziej znana oraz najszerzej rozwinięta jak dotąd koncepcja polega na podejmowaniu działań z uwzględnieniem międzypokoleniowego wpływu podejmowanych decyzji (Sztumski, 2006). W procesie zrównoważonego rozwoju następuje rozpoznanie podstawowych potrzeb środowiskowych, społecznych i ekonomicznych, aby następnie w sprawiedliwy sposób doprowadzić do ich zaspokojenia (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021).
<b>Miasto zwarte</b> <i>(compact city)</i>	Koncepcja powstała w odpowiedzi na zjawisko suburbanizacji. Polega ona między innymi na zaprojektowaniu zagęszczonej i wielofunkcyjnej zabudowy w relatywnie gęsty i wielofunkcyjny sposób. Główną ideą, jaka przyświeca



Koncepcja	Charakterystyka
	koncepcji jest ograniczenie transportu samochodowego dzięki dopasowanym trasom komunikacji rowerowej, pieszej oraz usług publicznych (Ogrodnik, 2015).
<b>Miasto odporne</b> <i>(resilient city)</i>	Koncepcja odporności dotyczy zdolności miasta do całkowitego zapobiegania lub szybkiego reagowania na sytuacje związane z utratą bezpieczeństwa w wyniku wystąpienia ryzyka katastroficznego. Możliwe zagrożenia obejmują techniczne rozumienie tego zagadnienia, co oznacza utratę bezpieczeństwa w obszarze cyberprzestrzeni, jak również pod względem społecznym i ekonomicznym jako ryzyko doświadczenia traumatycznych wydarzeń oraz stresu. Kluczową kwestią jest podnoszenie poziomu bezpieczeństwa obywateli poprzez odpowiednie działania podejmowane przez administrację publiczną zwiększające poczucie bezpieczeństwa mieszkania na danym obszarze (Mierzejewska, 2018).
<b>Inteligentny wzrost</b> <i>(smart growth)</i>	Założenia koncepcji koncentrują się w głównej mierze na świadomym i odpowiedzialnym planowaniu przestrzennym, dzięki którym redukowane są koszty generowane przez zjawiska rozpraszania się przestrzeni miejskiej na pobliskie obszary. Szczególny nacisk kładzie się tutaj na zmniejszeniu kosztów życia, bezpieczeństwo przestrzeni miejskiej, energooszczędność w utrzymaniu budynków oraz wsparcie w zakresie dzielenia się wiedzą poprzez kreowanie życia we wspólnocie sąsiedzkiej, dzielnicowej czy osiedlowej (Szold, 2010).

*Źródło: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury.*

Analiza ww. koncepcji pozwala dostrzec ważne aspekty każdej z nich z punktu widzenia zarówno społeczeństwa, jak również środowiska i gospodarki. Są one jednak rozpatrywane niezależnie na poziomie konkretnej koncepcji, dlatego pojawiła się potrzeba zarządzania miastem w sposób holistyczny. Te wymagania wydaje się spełniać koncepcja określona mianem *smart city*, której podstawowym założeniem jest dostosowanie nowoczesnej technologii do potrzeb obywateli oraz wspomaganie wszystkich obszarów funkcjonowania miast. Po raz pierwszy termin *smart city* został użyty się w protokole z Kioto zatwierdzonym przez Wspólnotę Europejską w 2002 roku. Opracowano wówczas politykę energetyczną dla

Europy, która stała się źródłem szeregu inicjatyw. Spośród wielu ważnych inicjatyw mających na celu reakcję na zmiany klimatyczne istotną znaczącą okazała się wówczas koncepcja inteligentnego miasta. Jej celem było między innymi zmniejszenie do 2020 roku (rok referencyjny 1990) emisji gazów cieplarnianych o 40%, co miało wpłynąć pozytywnie na stan środowiska, zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne, zapewnić korzyści społeczno-ekonomiczne z punktu widzenia jakości życia, lokalnego zatrudnienia oraz przedsiębiorczości, jak również wzmocnić pozycję obywateli (Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r., 2005).

Ze względu na dynamiczne zmiany, jakie niosą za sobą nowe uwarunkowania rozwoju miasta, rosnące znaczenie świadomej ochrony zasobów naturalnych oraz działania mające na celu poprawę jakości życia, administracja publiczna musi zmierzyć się z dostosowaniem koncepcji rozwoju miasta. W zależności od uwarunkowań rozwoju danego kraju, miasta w większym lub mniejszym stopniu doświadczają negatywnych zjawisk. Dlatego ważna jest zdolność lokalnych władz do szybkiego reagowania na zmiany. Do osiągnięcia właściwych efektów może przyczynić się otwartość na opinie i zaangażowanie miejskich interesariuszy w procesy podejmowania decyzji oraz zastosowanie innowacyjnych technologii w celu zwiększenia skuteczności i efektywności realizowanych działań.

## **1.2 Ewolucja pojęcia smart city**

Wraz ze wzrostem liczby ludności w zurbanizowanej przestrzeni istotną rolę w rozwoju wielu obszarów codziennego życia zaczęła pełnić technologia. Jej znaczący wpływ w latach 90. XX wieku zaobserwowano również w odniesieniu do transformacji miasta. Pierwszymi symptomami były wdrożenia systemów elektronicznego zarządzania dokumentacją, tworzenia aktów prawnych czy wykorzystanie elektronicznych planów zagospodarowania przestrzennego w procesie podejmowania decyzji. Rozwój technologii spowodował przypisywanie miastu różnego rodzaju nazw takich jak miasto cyfrowe, w którym wykorzystanie innowacji przyczynia się do zaspokojenia potrzeb mieszkańców. W taki sposób kształtował się początek koncepcji *smart city* – od pojedynczych projektów realizowanych w skali mikro, po kompleksowe i systemowe włączanie wszystkich obszarów funkcjonalnych miasta (Russo, Rindone i Panuccio, 2014). Wraz z upływem czasu oraz nabytym doświadczeniem w zakresie inteligentnych działań, charakterystyka pojęcia *smart city* stała się coraz bardziej złożona. Współcześnie próby definiowania omawianej koncepcji koncentrują się na poprawie jakości

życia mieszkańców, włączaniu obywateli w proces podejmowania decyzji oraz budowaniu miasta opartego na wiedzy i przyjaznego dla otaczającego je środowiska.

Samo pojęcie inteligentnego miasta ma charakter interdyscyplinarny, ponieważ obejmuje zarówno technologię, jak również zagadnienia związane z zarządzaniem miastem. Pojęcie precyzuje się często poprzez opis konkretnych projektów oraz wdrożeń w przestrzeni miejskiej, niż poprzez ogólnie przyjęty zestaw cech oraz zasad (Gontarz, 2021). Brak ogólnie przyjętej definicji pojęcia *smart city* sprawia, że miasta same wybierają projekty, które wpasowują się w indywidualne działania, postrzegane jako inteligentne, a zmierzające do wdrożenia koncepcji inteligentnego miasta. Wybrane definicje, które charakteryzują się wysoką liczbą cytowań, zostały przedstawione w Business Dictionary oraz przez takie organizacje jak Parlament Europejski czy instytut badawczy Massachusetts Institute of Technology (MIT) oraz indywidualnych autorów Townsend, Schaffers oraz Bendyk. Ważna definicja została również opracowana przez Polski Komitet Normalizacyjny.

Business Dictionary definiuje pojęcie *smart city* jako zdolność do nieustannego rozwoju głównych dziedzin składających się na inteligentne miasto. Jako kluczowe obszary we wskazanym słowniku wymieniono gospodarkę, mobilność, środowisko, ludzi, jakość życia oraz lokalne samorządy. Rozwój na wymienionych płaszczyznach może zostać osiągnięty jedynie dzięki inwestowaniu w silny kapitał ludzki i społeczny oraz infrastrukturę informatyczną (Business Dictionary, 2021).

Parlament Europejski, zaproponował następującą definicję „*miasto inteligentne to miasto, które stara się zająć kwestiami publicznymi za pomocą rozwiązań opartych na technologii informacyjno-komunikacyjnej (ICT) w oparciu o wielostronne partnerstwo, w którym główną rolę odgrywają gminy*” (Parlament Europejski, 2021). Inteligentne miasto, w odniesieniu do wskazanej definicji, oznacza wykorzystanie nowoczesnej technologii w celu zwiększenia aktywności obywatelskiej mieszkańców, poprawy jakości życia oraz zmniejszenia kosztów, jak również oszczędzania zasobów. W raporcie Parlamentu Europejskiego, w którym przedstawiono ww. definicję, podkreślono istotną rolę jaką odgrywa wzajemne oddziaływanie poszczególnych obszarów funkcjonowania miasta. Główną ideą, która przyświeca rozumieniu *smart city* przez Parlament Europejski jest synergia w rozwoju społeczeństwa, środowiska, gospodarki, zarządzaniu, transportu oraz jakości życia. Osiągnięcie harmonii jest możliwe dzięki wykorzystaniu infrastruktury informacyjno-komunikacyjnej (ICT), która ułatwi podejmowanie kluczowych decyzji w partycypacyjny sposób (Stawasz i Sikora-Fernandez, 2016). Kolejny raz dostrzec można silne powiązanie współpracy lokalnych władz z mieszkańcami, która wpływa na skuteczność

wdrażanych przez administrację samorządową projektów miejskich i polityk. Proponowana w Business Dictionary definicja postrzegania *smart city* jest pod względem wybranych elementów zbliżona do koncepcji promowanej przez Parlament Europejski.

Ośrodek badawczy, który działa przy Massachusetts Institute of Technology (MIT) zajmuje się tematyką *smart city* od 2003 roku (Zastawnik-Perkosz, 2020). Naukowcy MIT uważają, iż inteligentne miasto swoją wartość tworzy poprzez połączenie coraz wydajniejszych cyfrowych sieci telekomunikacyjnych. Sieci te są porównywane z układem nerwowym człowieka jako inteligencji wbudowanej w otaczające urządzenia, co stanowi odpowiednik mózgu, czujników jako narządów zmysłu oraz oprogramowania, czyli wiedzy i kompetencji poznawczych. Inteligentne miasto według MIT odnosi się do integracji wszystkich miejskich systemów połączonych w jeden wspólny mechanizm (Mitchell, 2007).

Natomiast zdaniem Townsend, inteligentne miasto to miejsce, w którym technologia informacyjna łączy się z infrastrukturą tradycyjną, architekturą, przedmiotami codziennego użytku oraz naszymi ciałami, aby w efektywny sposób sprostać problemom społecznym, gospodarczym oraz środowiskowym (Lee, Hancock i Huc, 2014). Oznacza to, iż nie wystarczy budować miasta poprzez orientację jedynie na aspektach związanych z inżynierią budowlaną, a poprzez szerokie historyczne i globalne odniesienie do krajobrazu i otoczenia. Autor w swoich rozważaniach na temat nowej utopii zachęca do ponownego przeanalizowania tego w jaki sposób miasta oraz technologie kształtowały się nawzajem w przeszłości. Zwraca również uwagę na fakt, iż infrastruktura miejska nieustannie się zmienia dzięki napływowi nowych danych, powstawaniu nowego oprogramowania czy zmieniających się technologii. Townsend uważa również, że lepszym sposobem na budowanie inteligentnego miasta jest podejście oddolne, które wzmocni rolę obywateli w zarządzaniu i tym samym pozwoli uchronić się przed zmianami klimatycznymi (Townsend, 2013).

Schaffers i inni w przedstawionym przez siebie studium zwrócili uwagę na uwarunkowania społeczne i gospodarcze, które w istotny sposób wpływają na rozwój miast. Z ich rozważań wynika również, iż rozwój inteligentnych miast w przeważającej mierze zależy od roli jaką pełni Internet jako potencjalny czynnik wpływający na poczucie dobrobytu. Według Schaffersa włączenie aktywnego uczestnictwa obywateli w procesy decyzyjne pozwala skuteczniej wpływać na poprawę warunków zdrowotnych, efektywności energetycznej i ochronę środowiska. Biorąc pod uwagę zjawisko przekształcania miast w ekosystemy innowacji wzmocniające zbiorową inteligencję, wspomagając tym samym społeczeństwo obywatelskie i wzajemne partnerstwo, autorzy zidentyfikowali cztery czynniki, które wpływają na rozwój miasta (tabela 1.3) (Schaffers i inni, 2011).

**Tabela 1.3 Czynniki i narzędzia kształtowania rozwoju miast**

<b>Czynniki</b>	<b>Narzędzia wpływające na rozwój miast</b>
<b>Aktorzy</b>	Podmioty tworzący polityki miejskie Platformy obywatelskie Stowarzyszenia biznesowe
<b>Priorytety</b>	Podstawowa infrastruktura Pobudzanie biznesu
<b>Zasoby</b>	Tworzenie polityki miejskiej Zasoby organizacyjne Plany rozwoju
<b>Polityki</b>	Dokumenty opracowane w taki sposób, aby przyczyniały się do stymulowania innowacji i biznesu Innowacyjne zamówienia

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Schaffers i inni, 2011).*

Wspomniany w tabeli 1.3 termin „aktorzy” odnosi się do szeregu interesariuszy sceny danego obszaru terytorialnego, takich jak organizacje pozarządowe, wyższe szkoły czy instytucje gospodarcze (Głębocki, 2020).

Bendyk (i inni) wskazują na jeden z podstawowych błędów podczas opracowywania strategii inteligentnego miasta, jakim jest koncentracja na technologii oraz „twardej” infrastrukturze rozumianej jako drogi, zabudowa oraz organizacja przestrzeni publicznej. Zdaniem wskazanych autorów *„istota miejskiej inteligencji polega na wykorzystaniu inteligencji i wiedzy mieszkańców, którzy – zaopatrzeni często w proste narzędzia – są w stanie samodzielnie zaspokoić swoje potrzeby w sposób efektywniejszy, niż to zrobi lokalna administracja. Dzięki temu można uniknąć kosztownych inwestycji infrastrukturalnych, a zastąpić je kapitałem społecznym, czyli energią współpracy aktywnych obywateli. Nie wystarczy zapęłnić przestrzeni miejskiej inteligentnymi systemami zarządzania ruchem, monitoringu bezpieczeństwa, zainwestować w nowoczesny tabor komunikacji miejskiej publiczne punkty dostępu do bezprzewodowego Internetu. Jest to wspólne przedsięwzięcie mieszkańców, władz, lokalnych przedsiębiorców”*. Wspomniane w niniejszej definicji określenie inteligencji miejskiej oznacza zbiorową inteligencję obywateli, współpracę online, szeroki dostęp do innowacji oraz wspólne uczenie się i rozwój inspirowany przez ludzi. *Smart city* rozumiane jest bowiem w sposób bardziej techniczny poprzez przypisanie mu atrybutów takich jak zapewnienie możliwości korzystania z urządzeń mobilnych, różnego rodzaju

czujników, systemów wbudowanych oraz technologii wspomagających budowanie inteligentnego miasta (Bendyk, Bonikowska, Rabiej i Romański, 2013).

Innym przykładem definicji inteligentnego miasta są interpretacje przedstawione przez instytucje międzynarodowe takie jak definicja Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, który utożsamia termin *smart city* z miastem o strategii rozwoju stawiającej na kreatywność, otwartość na innowacje i elastyczność, rozumianą jako umiejętność szybkiego dostosowywania się do uwarunkowań zewnętrznych i wewnętrznych. Inteligentne miasta budują swoją strategię poprzez zastosowanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) w obszarach takich jak: gospodarka, środowisko, mobilność i zarządzanie. Wszystko to z myślą o poprawie standardu życia mieszkańców i zwiększeniu ich udziału w podejmowaniu istotnych decyzji (Polski Komitet Normalizacyjny, 2021).

Ze względu na różnorodność cech, jakimi charakteryzują się poszczególne miasta, skonstruowanie jednej definicji dla wszystkich mogłoby wpłynąć negatywnie na działania już realizowane, określone jako projekty oraz inicjatywy inteligentne. Specyfika problematyki *smart city* daje nieograniczone możliwości jej interpretacji. Wielowymiarowe postrzeganie *smart city* może sprzyjać kreowaniu założeń dotyczących dialogu z mieszkańcami oraz łączenia innowacyjnych pomysłów, których synergia będzie skutkowałą wzrostem gospodarczym i poprawą atrakcyjności miasta.

Na podstawie analizy wybranej literatury, dotyczącej dotychczasowych osiągnięć w zakresie inteligentnych miast podjęto decyzję o przyjęciu własnej definicji *smart city*. Dodatkowo, w zależności od poziomu rozwoju danego kraju, zróżnicowane będą cechy istotne dla określenia pojęcia *smart city*. Wobec tego na potrzeby niniejszej pracy sformułowano następującą definicję *smart city*:

*Inteligentne miasto to miasto, które kreuje wartość poprzez wiedzę i aktywne uczestnictwo społeczeństwa obywatelskiego w podejmowanych działaniach oraz wykorzystuje innowacje technologiczne do reagowania na bieżące trendy, dbając jednocześnie o potrzeby przyszłych pokoleń.*

Ujęte w definicji pojęcie kreowania wartości odnosi się do wartości publicznej rozumianej jako efekt produkcji i dostosowania dóbr oraz usług przez lokalną administrację publiczną do potrzeb obywateli, pomniejszony o koszt ich wytworzenia (Musialik i Musialik, 2013). Skonstruowana w ten sposób definicja odpowiada założeniom *smart city* w Polsce. Analiza strategii rozwoju miast, która została przeprowadzona w ramach prac nad opracowaniem indeksu fundamentalnej siły miasta, pozwoliła jednak zauważyć, że wiele miast jako jeden z celów strategicznych zakłada poprawę relacji z mieszkańcami oraz otoczeniem biznesowym

poprzez włączanie ich w podejmowane działania (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021). Proponowana definicja stanowi podstawę omawianych w niniejszej pracy założeń oraz przeprowadzonych analiz.

### **1.3 Identyfikacja, klasyfikacja oraz standaryzacja inteligentnego miasta**

Miasta inteligentne stanowią obecnie perspektywiczną wizję przyszłości miast. Popularność omawianej idei zdominowała takie koncepcje jak: miasta przyjazne ludziom, miasta innowacyjne, miasta cyfrowe, miasta zielone, a nawet miasta zrównoważone. Głównym aspektem miasta przyjaznego ludziom jest współdecydowanie mieszkańców w ważnych kwestiach oraz dbałość o ich potrzeby. W mieście innowacyjnym natomiast funkcjonują wspomagające je start-upy czy laboratoria rozwoju. Miasta cyfrowe stawiają w głównej mierze na rozwój miasta pod względem technologicznym. Zielone miasto koncentruje się na wsparciu działań związanych z ochroną, selektywnej zbiórce odpadów, czy rozwiązaniach mających na celu zmniejszenie zużycia energii. Ostatnią z ww. koncepcji funkcjonowania miasta jest zrównoważone miasto, która odnosi się do sposobu zarządzania miastem z wykorzystaniem zintegrowanego podejścia do wyzwań gospodarczych, środowiskowych oraz społecznych. Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii na znaczeniu zyskuje również społeczeństwo oparte na wiedzy, w którym obywatele odgrywają kluczową rolę, i które również wpisuje się w ramy charakterystyk wybieranych do określenia specyfiki miasta. *Smart city* łączy wszystkie wymienione wyżej elementy odpowiadając w ten sposób na wyzwania związane między innymi z systemami *civil infrastructure systems* (CIS). Na CIS składają się infrastruktura drogowa i kolejowa, metro, porty morskie, zaopatrzenie w energię oraz wodę (Callcut, Agliozzo, Varga i McMillan, 2021). Infrastruktura technologiczna to sieci szerokopasmowe, centra danych, czujniki oraz dostępne usługi. Na infrastrukturę społeczną składają się szkoły, szpitale, teatry czy sieci społecznościowe, a infrastruktura biznesowa to przedsiębiorstwa funkcjonujące na danym obszarze oraz różnego rodzaju klastry biznesowe (Simić, 2020). Powyższy przykład stanowi jeden ze sposobów zdefiniowania koncepcji inteligentnego miasta – przez pryzmat danych generowanych przez użytkowników każdej z wymienionych rodzajów infrastruktury. Takie podejście stanowi ważne odniesienie do analizowanego tematu, ponieważ ukazuje znaczenie technologii wspomagającej podejmowanie decyzji z wykorzystaniem eksploracji dużych zbiorów danych. Zanim jednak taki kontekst zaczął nabierać znaczenia, idea *smart city* musiała przejść przez kilka etapów rozwoju (tabela 1.4). Wymienione generacje inteligentnych miast są zróżnicowane pod względem zastosowania nowoczesnej technologii,

umiejętności dostosowania wybranych innowacji do poprawy jakości życia mieszkańców oraz zdolność do prowadzenia dialogu z mieszkańcami.

**Tabela 1.4 Generacje inteligentnych miast**

<b>Generacja</b>	<b>Charakterystyka</b>	<b>Atrybuty</b>
<b>1.0</b>	Inicjatywy ukierunkowane na wdrażanie nowoczesnej technologii do przestrzeni miejskiej. Założeniem jest sprowadzenie mieszkańca do roli użytkownika wybranych rozwiązań. Kluczowe znaczenie odrywają przedsiębiorstwa z branży ICT.	Technologia Ekonomia
<b>2.0</b>	Decyzje związane z funkcjonowaniem miasta podejmowane przez lokalną administrację publiczną skoncentrowane na rozpoznawaniu potrzeb mieszkańców. Dodatkowo, na kadrze zarządzającej spoczywa odpowiedzialność za pozyskiwanie funduszy, tworzenie odpowiedniego planu oraz wyłonienie ekspertów do realizacji określonych projektów.	Technologia Ludzie Współzarządzanie Strategia
<b>3.0</b>	Wykorzystanie technologii w celu osiągnięcia korzyści środowiskowych, poprawy jakości życia mieszkańców oraz lepszej komunikacji z mieszkańcami. Aktorzy zostają włączeni w proces podejmowania decyzji oraz współpracują podczas wdrażania nowoczesnych rozwiązań.	Technologia Ludzie Życie Współzarządzanie Środowisko Ekonomia
<b>4.0</b>	Czwarty etap ewolucji polega na korzystaniu ze zdobytego doświadczenia, dobrych praktykach, dostępnych danych oraz wiedzy mieszkańców w celu samodzielnego radzenia sobie z problemami. Dodatkowo, miasto przekształca się w tzw. platformę, co oznacza, iż umożliwia dzielenie się różnego rodzaju wypracowanymi schematami działania, obniżając tym samym koszty rozwiązywania nowych problemów oraz umożliwiając koncentrację na kluczowych kompetencjach. Opisywane zjawisko przedstawia miasto tworzące strukturę holon.	Technologia Ludzie Życie Współzarządzanie Środowisko Ekonomia



5.0	Charakteryzuje się współpracą systemów sztucznej inteligencji ( <i>Artificial Intelligence, AI</i> ) z człowiekiem, która potrafi harmonijnie równoważyć wszystkie sfery życia i sprzeczne interesy miejskich interesariuszy. Model <i>smart city 5.0</i> zorientowany jest na prawdziwym życiu, uwzględniając przy tym dane generowane przez różnego rodzaju czujniki, nieustannie zmieniające się w czasie rzeczywistym zainteresowania, preferencje i ograniczenia, które powinny być stale rozpoznawane, analizowane, przekształcane w plany, wdrażane i kontrolowane.	Integracji wszystkich wymiarów <i>smart city</i>
-----	--	--

*Źródło: opracowanie własne na podstawie* (Rudewicz, 2019; Svítek, Skobelev i Kozhevnikov, 2020).

Pojęcie „*holon*” wywodzi się z nurtu informatyki, między innymi od noblisty oraz jednego z twórców sztucznej inteligencji Herberta A. Simona oraz Arthura Koestlera. Wymienieni autorzy kierowali się holistyczną maksymą Arystotelesa, iż całość jest czymś więcej niż sumą jej części (Arystoteles, 1966) oraz rozważali założenia złożonych systemów, które byłyby niestabilne, gdyby nie składały się z wzajemnie powiązanych, lecz jednocześnie autonomicznych części. Neologizm „*holon*” pochodzi, od słowa „holos” czyli całość i zawiera przedrostek „on”, co oznacza „część”. W odniesieniu do inteligentnego miasta można przyjąć, iż umiejętność współpracy wszystkich warstw społecznych, jest warunkiem zdolności miasta do samoorganizacji. Pojęcie holon składa się z czterech ważnych elementów (de la Peña, 2020):

- holizm (*holism*), aby postrzegać proces jako całość,
- wspólnota (*communion*), aby pozostawać częścią,
- transcendencja (*transcendence*) do ciągłego rozwoju i przekraczania barier,
- rozpad (*decompose*) rozumiany w kontekście dysocjacji miasta.

Wobec powyższego *smart city 4.0* można zdefiniować jako przestrzeń zdolną do samoorganizacji i wytwarzania wartości dodanej poprzez samodzielne działanie (Yun, 2019). Natomiast *smart city 5.0* polega na przekształceniu ww. wartości w usługi odpowiadające na potrzeby mieszkańców, wspomaganych przez sztuczną inteligencję.

Kolejnym popularnym podziałem obszarów funkcjonowania miasta są zaproponowane przez Giffingera w 2007 roku i do dziś szeroko dyskutowane sześć wymiarów *smart city*. Celem zaproponowanego podejścia jest stopniowe wdrażanie *smart city*. Ścieżka postępu obejmuje następujące obszary (Giffender, 2007):

- inteligentna gospodarka (*smart economy*),
- inteligentne życie (*smart living*),
- inteligentna mobilność (*smart mobility*),
- inteligentne współzarządzanie (*smart governance*),
- inteligentne środowisko (*smart environment*),
- inteligentni ludzie (*smart people*).

Wymienione wymiary są integrowane przez zastosowane technologie, dostępne usługi, działania prowadzące do zrównoważonego rozwoju oraz dbałość o środowisko naturalne i poprawę jakości życia w złożoną sieć, która przyczynia się do osiągnięcia wzrostu kapitału społecznego. Aspektami miejskiego życia, które mają odniesienie do każdej z ww. sfer są kolejno przemysł, bezpieczeństwo oraz jakość życia, logistyka oraz infrastruktura, administracja, wydajność i zrównoważony rozwój oraz edukacja (Albino, 2015).

Rosnące wymagania względem wydajnego zarządzania oraz tworzenia polityki opartej na rzetelnych informacjach to jeden z elementów współczesnych oczekiwań niezależnie od koncepcji rozwoju miasta. Do nowych wyzwań, z jakimi muszą mierzyć się lokalne samorządy należą między innymi zapobieganie przestępczości, planowanie mobilności, dbanie o zapewnienie odpowiednich warunków środowiskowych dla mieszkańców, czy gotowość do podejmowania działań w przypadku sytuacji kryzysowej. Możliwość oceny i porównania świadczonych usług, czy działań podejmowanych w ramach poprawy jakości życia oraz dobrobytu z innymi miastami, znacznie poprawia i ułatwia skuteczne zarządzanie (McCarney, 2015).

Standaryzowane wskaźniki umożliwiające porównywanie miast na całym świecie przyczyniają się do budowania współpracy oraz wymiany informacji na temat osiągniętych rezultatów. Analiza porównawcza oraz możliwość dzielenia się zdobytymi doświadczeniami okazuje się niezbędna w odniesieniu do postępującej urbanizacji, zwiększających się oczekiwań w stosunku do inwestycji infrastrukturalnych oraz usług miejskich. W odpowiedzi na zapotrzebowanie na wskaźniki pozwalające tworzyć metryki porównawcze, światowe organy normalizacyjne, takie jak Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (*International Electrotechnical Commission, IEC*), Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (*International Organization for Standardization, ISO*) i Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (*International Telecommunication Union, ITU*), podjęły prace nad standaryzacją miast, wprowadzając nowe pojęcia takie jak inteligentne sieci, inteligentna infrastruktura miejska, międzynarodowa telekomunikacja oraz systemy zarządzania. W wyniku

działań podjętych przez wymienione organizacje w ramach ISO „Living Lab Process” powstał pierwszy międzynarodowy standard obejmujący wskaźniki miejskie, który ukazał się w postaci normy ISO 37120: Zrównoważony rozwój społeczności – wskaźniki usług miejskich i jakości życia. Projekt normy ISO 37120 został pomyślnie zatwierdzony oraz opublikowany 15 maja 2014 roku i stanowi punkt wyjścia dla serii dwóch norm stanowiących zestawy wskaźników szczegółowych dla miast inteligentnych (ISO 37122) oraz miast odpornych (ISO 37123). Opisaną zależność przedstawiono na rysunku 1.1.

### Rysunek 1.1 Rodzina wskaźników dotyczących zrównoważonego rozwoju społecznego



Źródło: (International Organization for Standardization, 2022).

Nowy standard pozwala naukowcom, obywatelom oraz decydom na dostęp do dokładnych oraz wiarygodnych danych na temat miasta. Wskaźniki mogą być wykorzystywane zarówno w procesie podejmowania decyzji dotyczących zrównoważonego rozwoju. Zaletą opracowanego standardu jest ujednoczenie sposobu analizy wskaźników związanych z funkcjonowaniem miasta, co stanowi dodatkowy wkład w dziedzinę statystyki.

Norma ISO 37122 pozwala na pomiar postępów w rozwoju inteligentnego miasta. Zastosowanie normy pozwala na oszacowanie mierzalnych wyników działań, jakie podejmują miasta w odniesieniu do trzech głównych filarów rozwoju: ekonomicznego, środowiskowego oraz społecznego (Marsal-Llacuna i Segal, 2016). Omawiany standard składa się ze wskaźników odpowiadających dziewiętnastu obszarom funkcjonowania miasta. Należą do nich (Kristiningrum i Kusumo, 2020):

- ekonomia,
- edukacja,
- energia,
- środowisko i zmiany klimatyczne,
- finanse,
- zarządzanie,
- zdrowie,

- przyrost naturalny i kondycja społeczna,
- rekreacja,
- bezpieczeństwo,
- zarządzanie odpadami,
- kultura i sport,
- telekomunikacja,
- transport,
- rolnictwo miejskie/lokalne i bezpieczeństwo żywnościowe,
- planowanie przestrzenne,
- zużycie wody,
- zarządzanie zasobami wodnymi,
- raportowanie i prowadzenie ewidencji.

Opracowanie przez miasta wskaźników proponowanych w omawianym standardzie, przyczynia się do uzyskania szeregu korzyści, takich jak (Malinowska i Kurkowska, 2018):

- dopasowanie usług do potrzeb mieszkańców,
- określenie ścieżki osiągnięcia założonego celu poprzez korzystanie z międzynarodowych dobrych praktyk,
- podejmowanie decyzji przez włodarzy miast w sposób świadomy,
- tworzenie stabilnych ram dla zrównoważonego planowania,
- poprawa relacji z mieszkańcami poprzez dostarczenie przejrzystych i zrozumiałych informacji,
- współpraca miast pod względem dzielenia się doświadczeniami zdobytymi poprzez realizację działań obejmujących wybrane obszary operacyjne.

Wspólne uczenie się miast sprzyja efektywniejszemu zarządzaniu w kontekście ogólnej poprawy jakości życia mieszkańców. W celu zachęcenia włodarzy miast do tego, aby ich miasta stały się inteligentne i tym samym przyciągały inwestycje, Światowa Rada Danych Miejskich (*World Council on City Data, WCCD*) stworzyła platformę, na której publikowane są dane pochodzące z oszacowanych wskaźników zgodnie z założeniami normy ISO 37120. Opracowane przez miasta wyniki, poddawane zostają weryfikacji pod względem ich otwartości oraz jakości. Dodatkowo, miasta mogą przystąpić do procesu certyfikacji, co pozwala na promowanie przejrzystego i zaangażowanego podejścia administracji samorządowej do spraw związanych ze zmniejszaniem korupcji oraz ulepszaniem oferowanych usług. Certyfikaty

w zależności od liczby opublikowanych wskaźników, dzielą się na pięć poziomów (Fijałkowska i Aldea, 2017):

- aspiracyjny (od 30 do 45 zdefiniowanych wskaźników głównych),
- brązowy (wszystkie 46 wskaźników głównych oraz dodatkowo 0-13 pomocniczych),
- srebrny (wszystkie wskaźniki główne oraz 14-29 pomocniczych),
- złoty (wszystkie wskaźniki główne oraz 30-44 pomocniczych),
- platynowy (wszystkie wskaźniki zostały oszacowane).

W Polsce ww. certyfikacji poddały się trzy miasta: Gdynia (2018), Warszawa (2018) oraz Kielce (2017), otrzymując platynowy certyfikat za oszacowanie wszystkich wskaźników wskazanych w normie (WCCD, 2021). Wykorzystanie standardów pomaga zarządzać miastem w sposób bardziej efektywny i świadomy. Miasta, które zdecydowały się na szacowanie wskaźników zgodnie z omawianym założeniem mają możliwość oceny i pomiaru postępów w czasie, co przyczynia się do odkrywania nowej wiedzy i wykorzystania jej do zapewnienia przejrzystości oraz stabilności podejmowanych działań.

Stosowanie wskaźników przez miejskie samorzady staje się obecnie coraz bardziej powszechne. Nie ulega wątpliwości, iż możliwość porównywania osiągnięć między miastami na całym świecie wspomaga proces decyzyjny, tworzy przestrzeń dla współpracy oraz buduje większe zaufanie mieszkańców względem samorządów i podejmowanych przez nie działań. *Metoda porównawcza, bazująca na wskaźnikach określonych w normie ISO 37120, identyfikuje większe miasta jako posiadające potencjał między innymi do przyciągania inwestycji, czy możliwości uzyskania dotacji. Miasta klasyfikowane jako średnie lub małe wymagają zaangażowania większych zasobów, aby sprostać założeniom międzynarodowego standardu, odnosząc jednocześnie mniejsze korzyści z ich wdrożenia* (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021). Jednak brak przejrzystości w odniesieniu do danych, które należy uwzględnić podczas konstrukcji wskaźników jest jednym z aspektów, które zostały skrytykowane w kontekście porównywania ze sobą miast na podstawie wyników uzyskanych w procesie standaryzacji (Deng, Zhao i Zhou, 2017).

W odniesieniu do rozwoju miast, pojawia się próba opracowania sposobu na wykorzystanie potencjału inteligentnych miast do zapewnienia zrównoważonego rozwoju. Inteligentne zrównoważone miasto (*smart sustainable city, SSC*) definiowane jest jako miasto innowacyjne, które w celu poprawy jakości życia mieszkańców, zapewnia dostęp do usług miejskich oraz zwiększa swoją konkurencyjność poprzez wykorzystanie nowoczesnych technologii. Miasta inteligentne a zarazem zrównoważone, w procesie podejmowania decyzji

oraz planowania biorą pod uwagę nie tylko obecne potrzeby jakie deklarują mieszkańcy ale również starają się przewidywać wymagania przyszłych pokoleń pod względem ekonomicznym, społecznym, środowiskowym oraz kulturowym (Wojewnik-Filipkowska, 2017).

W ramach badań nad opracowaniem zestawu wskaźników, będącego najbardziej efektywnym i elastycznym z punktu widzenia dynamicznych zmian, prowadzone są prace nad wykorzystaniem standardu International Telecommunication Union (ITU) 4903 w odniesieniu do wybranych miast (Huovila, 2019). We wspomnianym wyżej standardzie ITU 4903 określono szereg rekomendacji obejmujących kluczowe wskaźniki efektywności (*Key Performance Indicators*, KPI) w kontekście SSC, stosowane do oceny osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju. Zdefiniowane wskaźniki mają swoje zastosowanie w odniesieniu do postrzegania miast jako inteligentne oraz zrównoważone. W standardzie wskazano pięć aspektów zrównoważonego rozwoju inteligentnego miasta:

- ekonomiczny, rozumiany jako zdolność miasta do generowania dochodu i zatrudnienia w celu przyciągania i zatrzymywania mieszkańców,
- społeczny: zdolność miasta do zapewnienia dobrobytu,
- środowiskowy odnosi się do ochrony obecnie dostępnych zasobów naturalnych miasta oraz dbania o jakość środowiska wpływająca na jego stan w przyszłości,
- zarządzania, który polega na zapewnieniu przez lokalną administrację stabilności, demokracji, partycypacji i sprawiedliwości,
- kulturowy, zorientowany na akceptacji i pielęgnacji różnorodności kulturowej.

Dokonując pomiaru każdego z ww. obszarów administracja publiczna będzie w stanie opracować kompleksową strategię rozwoju, co przyczyni się do podejmowania racjonalnych działań. Omawiana standaryzacja pozwala lepiej zrozumieć mieszkańcom miasta główne założenia, jakimi charakteryzuje się SSC, co sprawi, iż będą mogli aktywnie przyczynić się do jego doskonalenia poprzez reagowanie na negatywne tendencje. Głównym celem zaprojektowania KPI dla SSC było dostarczenie kryteriów oceny postępów w przekształcaniu miasta w bardziej inteligentne oraz zrównoważone, jak również zapewnienie środków do okresowej samooceny. Przykładowe rodzaje wskaźników, na które składa się omawiany standard przedstawiono w tabeli 1.5 (International Telecommunication Union, 2022).

**Tabela 1.5 Wybrane kluczowe wskaźniki efektywności dla inteligentnych i zrównoważonych miast zgodne z rekomendacją ITU-T Y.4903/L.1603**

<b>Domena</b>	<b>Wybrane obszary</b>	<b>Wybrane wskaźniki</b>	<b>Opis</b>
<b>Gospodarka</b>	Infrastruktura	Dostęp do Internetu w gospodarstwach domowych	Odsetek gospodarstw domowych z dostępem do Internetu (%)
	Innowacje	Wydatki na badania i rozwój	Udział wydatków na badania i rozwój w PKB miasta (%)
	Infrastruktura fizyczna energia elektryczna	Dostępność inteligentnych liczników energii elektrycznej	Odsetek odbiorców energii elektrycznej (w tym gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa itp.) posiadających inteligentne liczniki energii elektrycznej (%)
<b>Środowisko</b>	Jakość powietrza	Zanieczyszczenie powietrza	Indeks jakości powietrza (AQI) oparty na: Pył zawieszony (PM10 i PM2,5), NO <sub>2</sub> (dwutlenek azotu), SO <sub>2</sub> (dwutlenek siarki), O <sub>3</sub> (ozon), CO (tlenek węgla) (numeryczny)
	Woda i kanalizacja	Oczyszczone ścieki	Odsetek ścieków poddawanych oczyszczaniu (%)
	Hałas	Narażenie na hałas	Odsetek mieszkańców miasta narażonych na poziom hałasu powyżej międzynarodowych/krajowych limitów narażenia (%)

<b>Domena</b>	<b>Wybrane obszary</b>	<b>Wybrane wskaźniki</b>	<b>Opis</b>
<b>Spoleczeństwo i kultura</b>	Edukacja	Dostęp uczniów do technologii ICT	Odsetek studentów/uczniów z dostępem do urządzeń ICT w salach lekcyjnych (%)
	Zdrowie	Elektroniczne karty zdrowia	Odsetek mieszkańców miasta z elektroniczną książeczką zdrowia (%)
	Bezpieczeństwo – narażenie na zagrożenie	Czas reakcji służb ratowniczych	Średni czas reakcji służb ratowniczych (minuty)

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (International Telecommunication Union, 2022).*

Biorąc pod uwagę wzrost liczby ludności, specyficzne położenie geograficzne, warunki środowiskowe czy demografię, miasta mogą wykorzystać dodatkowe wskaźniki wspomagające, które również zostały zaproponowane w standardzie jako załącznik do jego głównej części.

Wykorzystanie znormalizowanych wskaźników miejskich stanowi narzędzie obiektywnej oceny podejmowanych działań. Za ich pomocą możliwe jest dokonywanie pomiaru rezultatów działań podejmowanych przez administrację publiczną i skuteczne informowanie mieszkańców o uzyskanych wynikach. Mając na uwadze fakt, iż obecnie dostępnych jest wiele różnych wskaźników obejmujących specyficzne obszary miasta, bez orientacji na jego holistycznej postaci, dostęp do jednolitych wskaźników dla wszystkich standardów wydaje się jeszcze bardziej pożądanym. Normy dla wskaźników miejskich powstały stosunkowo niedawno. W związku z powyższym dostępność porównywalnych wyników badań czy literatury naukowej kompleksowo wyczerpujących temat jest stosunkowo niewielka. Aktualnie istnieje sześć międzynarodowych standardów, których zastosowanie istotnie wpływa na ocenę osiągnięć inteligentnych oraz zrównoważonych miast (tabela 1.6).

**Tabela 1.6 Międzynarodowe standardy dla inteligentnych i zrównoważonych miast**

<b>Oznaczenie</b>	<b>Opis</b>	<b>Liczba wskaźników</b>
<b>Rekomendacja ITU-T Y.4903/L.1603</b>	Kluczowe wskaźniki efektywności dla inteligentnych, zrównoważonych miast do oceny osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju	52



Oznaczenie	Opis	Liczba wskaźników
<b>(2016)</b>		
<b>Rekomendacja ITU-T Y.4902/L.1602 (2016)</b>	Kluczowe wskaźniki efektywności związane z wpływem technologii informacyjnych i komunikacyjnych na zrównoważony rozwój w inteligentnych, zrównoważonych miastach	30
<b>Rekomendacja ITU-T Y.4901/L.1601 (2016)</b>	Kluczowe wskaźniki efektywności związane z wykorzystaniem technologii informacyjnych i komunikacyjnych w inteligentnych, zrównoważonych miastach	48
<b>ETSI TS 103 463 (2017)</b>	Kluczowe wskaźniki wydajności dla zrównoważonych cyfrowych miast z wieloma usługami	76
<b>ISO/DIS 37122 (2018)</b>	Zrównoważony rozwój społeczności – wskaźniki dla inteligentnych miast	85
<b>ISO 37120 (2018)</b>	Zrównoważony rozwój społeczności – wskaźniki usług miejskich i jakości życia	104

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021).*

Ustandaryzowane zestawy wskaźników opracowano w formie działań zalecanych do wykonania w celu budowania miasta inteligentnego, a zarazem odpowiadającego na potrzeby zrównoważonego rozwoju. Każdy z nich koncentruje się na dostarczeniu informacji związanej z różnymi obszarami funkcjonowania miasta, odmiennymi z punktu widzenia każdego z wymienionych standardów. Biorąc pod uwagę wzrost gospodarczy oraz proces urbanizacji, zastosowanie odpowiednio opracowanej oraz sprawdzonej normy staje się coraz istotniejsze z punktu widzenia wdrażania przez miasta inteligentnych i zrównoważonych działań przyczyniających się tym samym do tworzenia lepszego miejsca do życia. Często jednak miasta, zwłaszcza mniejsze, nie posiadają odpowiednich zasobów organizacyjnych oraz finansowych, aby wdrożyć standaryzację.

Opracowanie uniwersalnego narzędzia monitorowania rozwoju, odpowiadającej na zmieniające się uwarunkowania technologiczne, obejmującej zagadnienia związane z ochroną źródeł naturalnych czy indywidualne oczekiwania charakterystyczne dla danego miasta, jest niewątpliwie trudnym zadaniem. Wizje oraz koncepcje rozwoju miast nieustannie się

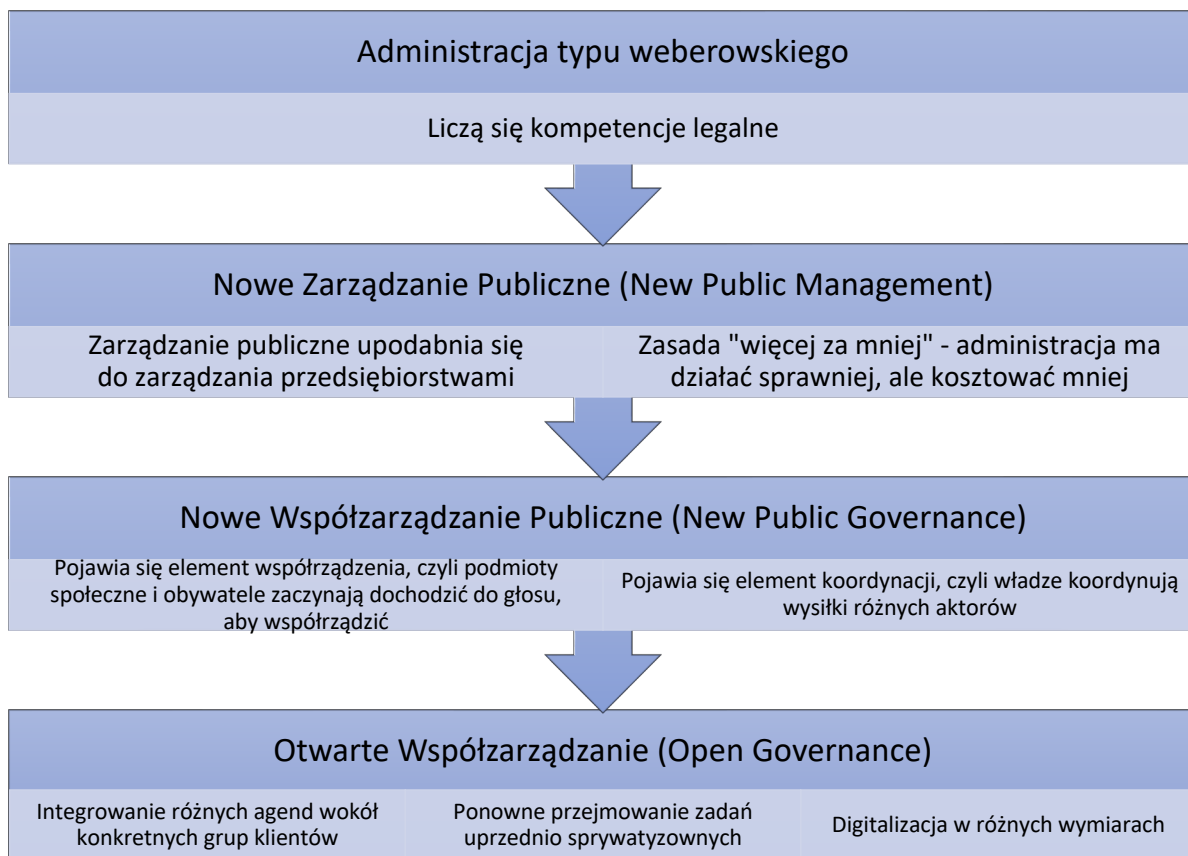
zmieniają. Dane, które służą do oszacowania aktualnie istotnych wskaźników szybko tracą na znaczeniu, co utrudnia długoterminowe monitorowanie oraz rozpoznawanie zależności. Stosowanie norm i standardów, choć nie jest wolne od wad, pozwala na ograniczenie ilości zbieranych danych oraz na porównywanie osiągnięć z innymi miastami, podobnymi do siebie pod wieloma względami. Ich przygotowanie, proces ewentualnej certyfikacji, czy prezentacja wyników mieszkańcom w przystępnej dla każdego formie może jednak stanowić barierę do podjęcia inicjatywy. Dlatego ważnym aspektem przy konstrukcji nowych wskaźników dla miast jest ich złożoność, względnie łatwy dostęp do danych pochodzących głównie z portali otwartych danych (*open data*) oraz możliwość przejrzystej prezentacji wyników.

#### **1.4 Nowy model zarządzania miastem**

Zarządzaniu miastem towarzyszy nieustanna zmiana sposobu podejmowania decyzji w zależności od postępu technologicznego, potrzeb mieszkańców czy uwarunkowań środowiskowych i ekonomicznych. Ewolucja w sposobie zarządzania publicznego doprowadziła do przyjęcia Nowego Zarządzania Publicznego (*New Public Management, NPM*). Wspomniana idea odnosi się do zreformowania działalności administracji publicznej w taki sposób, aby funkcjonowała lepiej przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów jej pracy. NPM zostało kolejno zastąpione określeniem Nowe Rządzenie Publiczne (*New Public Governance, NPG*), które odnosi się do zmiany sposobu myślenia decydentów z sektorowego na współzarządzany. Termin *governance* oznacza szeroko rozumianą partycypację i współpracę polegającą na włączaniu miejskich interesariuszy w tym obywateli, organizacje pozarządowe, szkoły wyższe oraz inne miasta do procesu zarządzania. Interpretacja słowa *governance* w języku polskim wydaje się jednak niejasna, ponieważ może być rozpatrywana zarówno pod względem ustroju politycznego, jak również jako sposób sprawowania władzy lub zdolność decydentów do realizowania polityk (Izdebski, 2007). W niniejszej pracy przyjęto, że *governance* oznacza współzarządzanie. Czynnikiem, który przyczynił się do powstania kolejnej zmiany podejścia do zarządzania miastem była cyfryzacja. Orientacja na dostępie do danych polegająca na udostępnianiu obywatelom dedykowanych portali, na których publikowane są np. deklaracje podatkowe zintegrowane z systemem bankowym pozwalającym na automatyczne dokonanie opłat, doprowadzała do powstania koncepcji Współrządzenia w Erze Cyfrowej (*Digital-Era Governance, DEG*) (Głębocki, 2020). Transformacja cyfrowa przyczynia się do obniżenia kosztów funkcjonowania administracji publicznej, co było głównym założeniem NPM, wspierając jednocześnie partycypację poprzez zestaw narzędzi

pozwalających na dzielenie się wiedzą i zwiększenie transparentności JST, co z kolei stanowiło kluczowy element koncepcji NPG i podlega ewolucji poprzez zaangażowanie decydentów w rozwój e-administracji (rysunek 1.2).

**Rysunek 1.2 Rozwój koncepcji zarządzania miastem**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Głębocki, 2020).*

Według Testoni i Boeri (Testoni, 2015), do zarządzania dynamiką inteligentnych miast potrzebny jest nowy model zarządzania wraz z silną koordynacją przez władze lokalne. Takie podejście ma na celu wspieranie zarządzania złożonymi procesami współpracy z różnymi stronami, w szczególności obywatelami. Przedstawiony scenariusz wymaga zmiany roli rządów, obywateli i innych podmiotów społecznych. Dodatkowo należałoby obserwować nowe trendy technologiczne, aby dostosować swoje działania do postępowego modelu zarządzania, w tym nowych relacji, nowych procesów i nowych struktur rządowych (Helbig, Gil-Garcia i Ferro, 2005). Zarządzanie w mieście wiąże się również z umiejętnością administracji samorządowej do podejmowania racjonalnych decyzji. Podejmowanie racjonalnych decyzji oznacza przetwarzanie dostępnych informacji z uwzględnieniem posiadanej wiedzy i doświadczenia w celu dokonania właściwego wyboru działania. Wybrana metoda podejmowania decyzji powinna podlegać okresowej ocenie pod względem jej adekwatności w przypadku zmieniających się uwarunkowań wynikających np. ze zmiany

przepisów prawa lub znaczących zmian otoczenia zewnętrznego. Dodatkowo, proces podejmowania decyzji należy nieustannie doskonalić włączając do niego nową wiedzę pochodzącą m.in. od pracowników jednostki lub z eksploracji danych pochodzących z czujników (Walczak, 2012). Do głównych czynników sukcesu w inicjatywach inteligentnych miast należy przekształcanie struktur i procesów administracyjnych w lokalnych samorządach i departamentach rządowych, a także zaangażowanie interesariuszy w proces zarządzania (Alawadhi, 2016). Tworzenie inteligentnych polityk miejskich jest wskazywanym w literaturze sposobem na usprawnienie procesów decyzyjnych i podniesienie jakości świadczonych usług publicznych (Elisei, 2014). Znaczenie przekształcenia relacji między rządem a społeczeństwem oraz zarządzania opartego na współpracy, jako kluczowego aspektu inteligentnego zarządzania, prowadzi do koncepcji rządzenia partycypacyjnego. Idea ta jest silnie związana z nowym modelem zarządzania polegającym na promowaniu komunikacji, interakcji, współpracy, udziału w podejmowaniu decyzji i demokracji bezpośredniej. Opracowywanie przez miasta w Polsce strategii rozwoju świadomie włączającej założenia inteligentnego miasta staje się coraz bardziej powszechną praktyką, co świadczy o rzeczywistej zmianie sposobu zarządzania wpisującym się w ramy DEG. Dzięki uwzględnieniu czynników specyficznych dla koncepcji *Digital-Era Governance* w długoterminowych działaniach podejmowanych przez lokalne jednostki administracji publicznej, miasta przekształcają się w bardziej zrównoważone.

Przykładem wdrażania koncepcji zrównoważonego zarządzania miastem oraz świadomego monitorowania wskaźników rozwoju jest orientacja na założeniach wynikających ze wspomnianej wcześniej normy ISO 37120. Zdefiniowane w normie wskaźniki mogą przyczynić się do podejmowania skuteczniejszych decyzji oraz upraszczania, wyjaśniania i udostępniania zagregowanych informacji decydentom. Dodatkowo stanowią one pewien system ostrzegania przed niepowodzeniem ekonomicznym, społecznym i środowiskowym. Omawiana norma jest również źródłem, które pomaga w zarządzaniu miastem oraz wskazuje na obszary wymagające dodatkowych działań. Informacje płynące z normy są użyteczne podczas badania przyczyn i konsekwencji podejmowanych decyzji w zakresie zarządzania (Ribeiro, 2019). Opisywana norma jest też sposobem identyfikacji miast, które dążą do osiągnięcia założeń *smart city*, czego przykładem są miasta: Gdynia, Lublin, Gdańsk, Kielce oraz Warszawa.

## 1.5 Kluczowe obszary inteligentnych miast w Europie na przykładzie Wiednia i Amsterdamu

Rosnące zainteresowanie wdrażaniem technologii do przestrzeni miejskiej w celu poprawy jakości życia mieszkańców, stanowi przejaw rozwoju miasta. O ile w małych miejscowościach dostosowanie infrastruktury miasta do nowych możliwości nie jest tak skomplikowane ze względu na to, iż często jest ona zaprojektowana od podstaw w sposób umożliwiający jej dalsze udoskonalanie, o tyle w dużych miastach, gdzie technologia jest już w pewnym stopniu rozwinięta, trzeba liczyć się z koniecznością zastąpienia wielu komponentów nowymi rozwiązaniami, co wiąże się często z brakiem kompatybilności z pozostałymi elementami. Decyzja dotycząca transformacji miasta na zorientowane technologicznie rozpoczyna się od zmiany sposobu zarządzania miastem przez decydentów. Pierwszym krokiem w kierunku zmian jest edukacja. Nieustanne zdobywanie wiedzy na temat możliwości płynących z zastosowania różnego rodzaju innowacyjnych rozwiązań oraz sposobów ich wdrażania do przestrzeni miejskiej stanowi punkt wyjścia dla zmiany sposobu zarządzania miastem w sposób bardziej otwarty na obywatela oraz postrzegania miasta jako spójnego ekosystemu. Znaczące w odniesieniu sukcesu ma włączenie obywateli w przebieg podejmowania decyzji, aby zapewnić podejście oddolne i zorientowane na użytkownika (Rożałowska, 2020). Strategie inteligentnego miasta podjęte przez Wiedeń oraz Amsterdam uwzględniają opinię interesariuszy, dając im możliwość zaangażowania się w projekty realizowane przez lokalną administrację publiczną.

Wiedeń charakteryzuje się szeroką wizją rozwoju miasta. Zarządzanie bazuje na współpracy z innymi miastami, korzystaniu z dobrych praktyk oraz na otwartości na dialog ze środowiskiem naukowym i obywatelami. Władarze miasta, planując nowe sposoby poprawy jakości życia, powinni uwzględnić między innymi rosnącą liczbę ludności stolicy, która w ciągu najbliższych kilkunastu lat osiągnie liczbę trzech milionów mieszkańców. Wiedeń rozwija różnego rodzaju projekty w licznych obszarach życia swoich obywateli. Perspektywiczne spojrzenie pozwala skoncentrować się na najważniejszych aspektach życia, takich jak na przykład edukacja, której założeniem jest zapewnienie nowych miejsc pracy. Wizja zakłada, iż Wiedeń stanie się najbardziej postępowym miastem europejskim w odniesieniu do otwartego rządu oraz poziomu wdrażania rozwiązań teleinformatycznych. Ramowa strategia *smart city* koncentruje się na trzech głównych filarach: jakości życia, zasobach oraz innowacji. Ważne jest zachowanie równowagi polegającej na oddziaływaniu na siebie wymienionych obszarów w zintegrowany sposób (Roblek, 2019). W związku z rosnącą liczbą ludności Wiednia,

zdecydowano się na włączenie sąsiedniego miasta Aspern do podejmowanych działań. Nowy projekt zakłada powitanie „miasta w mieście”, w którym zamieszkać może około 20 tys. mieszkańców. Głównym celem opisanego inicjatywy jest stworzenie inteligentnego miasta, gdzie obywatele mieszkają w domach budowanych zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju. Strategiczne działania miasta można podzielić na dwie grupy. Pierwsza obejmuje polityki dotyczące w szczególności efektywności energetycznej, technologii i emisji dwutlenku węgla. Druga, koncentruje się na aspektach związanych z infrastrukturą ICT, takich jak: e-administracja, mobilne aplikacje obejmujące transport publiczny oraz e-zdrowie (Urban Development Plan Vienna, 2021). Na podstawie analizy strategii można również stwierdzić, że odpowiednio zaplanowana infrastruktura odegrała istotną rolę w rozwoju urbanizacji oraz wzroście gospodarczym.

Amsterdam rozpoczął eksperyment z wdrażaniem założeń inteligentnego miasta rozpoczynając od nowych rozwiązań instytucjonalnych. Pomimo faktu, iż Holandia nie posiada krajowej strategii inteligentnych miast, sama stolica jest miastem ocenianym wysoko pod względem realizacji projektów związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city*. Miasto identyfikowane jest z tolerancją, handlem oraz innowacjami społecznymi, a w ostatnich latach ponownie skoncentrowało swoje działania na ekspansji i regeneracji. Amsterdam charakteryzuje się realizacją wielu małych projektów pilotażowych. Stolica Holandii promuje swoje działania jako inteligentne miasto zorientowane na obywatela, które można scharakteryzować jako rodzaj wspierania oddolnych inicjatyw związanych z rozwojem inteligentnego miasta, co stanowi alternatywę inteligentnego miasta kierowanego przez rząd. Platforma Amsterdam Smart City (ASC) jest narzędziem umożliwiającym generowanie i wdrażanie wspomnianych powyżej oddolnych inicjatyw. Pełni też rolę "pośrednika" we współpracy publiczno-prywatnej. ASC jest narzędziem wspomagającym promowanie rozwoju gospodarczego. Za pośrednictwem ww. platformy interesariusze mogą wnieść wkład w innowacje technologiczne i społeczne, wpływające na rozwiązywanie wielu problemów miejskich. Platforma ta ułatwia eksperymentowanie z rozwiązaniami charakterystycznymi dla inteligentnych miast w amsterdamskim obszarze metropolitalnym. Współpraca różnych interesariuszy stanowi doceniany na arenie międzynarodowej przykład połączenia interesów społeczno-ekonomicznych oraz politycznych jako zarządzanie charakterystyczne dla miast holenderskich (Ravena, 2019).

Fenomen sukcesu Wiednia w odniesieniu do rozwoju *smart city* opiera się na zaangażowaniu interesariuszy w realizację inteligentnych projektów. Dodatkowo, realizowane działania muszą oddziaływać na wyniki ekonomiczne w postaci generowania wartości dodanej

np. w postaci oszczędności. Amsterdam natomiast, poza koncentracją na regionalnym rozwoju gospodarczym podejmuje również działania oddziałujące na rozwiązywanie problemów społecznych takich jak zapewnienie zrównoważonego rozwoju oraz promowanie aktywnego obywatelstwa i integracji. *Smart city* w odniesieniu do Amsterdamu jest rozumiane jako sposób na przyciągnięcie inwestycji i wykwalifikowanych pracowników, a tym samym na przyspieszenie rozwoju gospodarczego poprzez realizację inicjatyw oddolnych.

Odnosząc powyższe rozważania na płaszczyznę krajową różnicę można dostrzec już podczas ogólnego przeglądu strategii konstruowanych w Polsce oraz w wybranych krajach europejskich. Polskie miasta mają tendencję do rozległego opisu dotychczasowych osiągnięć, ważnych założeń idących w ślad za nowymi trendami, brak w nich wskazania konkretnych działań jakie realnie mogą zostać wykonane w perspektywie obowiązywania strategii. Omówione w tym rozdziale strategie Wiednia oraz Amsterdamu koncentrują się na kreowaniu wysoce dynamicznego ekosystemu innowacji, gdzie odpowiednie połączenie interesariuszy prowadzi do realizacji projektów miejskich odpowiadających na oczekiwania mieszkańców.

## **1.6 Światowe trendy rozwoju inteligentnych miast na przykładzie Barcelony i Singapuru**

Mieszkańcy miast są coraz bardziej świadomi możliwości, jakie może im zaoferować życie w wybranym mieście. Świadomość ta wiąże się z rosnącymi oczekiwaniami pod względem dopasowania infrastruktury informacyjnej i telekomunikacyjnej do specyficznych potrzeb obywateli. W celu poprawy jakości życia, przyciągnięcia inwestycji, przedsiębiorstw, mieszkańców oraz turystów, miasta decydują się na wdrażanie różnego rodzaju rozwiązań technologicznych.

Barcelona jest miastem, które według raportu z 2017 roku, dzięki zmianie zarządzania na zgodne z koncepcją *smart city*, zaoszczędziło 50 mln dolarów i utworzyło 47 tys. nowych miejsc pracy. Ponadto prognozuje się, iż emisja do atmosfery CO<sub>2</sub> zmniejszy się o 9700 ton, a zużycie wody będzie w Barcelonie na przestrzeni kolejnych kilku lat mniejsze o 600 tys. litrów rocznie. Organy decyzyjne podjęły działania dążące do udostępnienia mieszkańcom darmowego dostępu do Internetu w przestrzeni publicznej, w celu umożliwienia pracy z każdego miejsca. Miasto gromadzi i udostępnia dane dotyczące natężenia ruchu oraz pozwala na rezerwację miejsca parkingowego minimalizując tym samym czas dojazdu do danego miejsca. Osiągnięcie zamierzonego celu stało się możliwe dzięki pozyskaniu partnerów z sektora prywatnego, którzy zaoferowali szereg rozwiązań wspomagających technologiczną

warstwę inteligentnego miasta. Czujniki rozmieszczone w różnych miejscach pozwalają zarządzać, zbierać i monitorować lokalizację pojazdów, poziom oświetlenia oraz warunki środowiskowe. Jednym z ważniejszych założeń strategicznych Barcelony jest również przekształcenie funkcjonowania administracji publicznej w taki sposób, aby była ona przyjazna dla biznesu, pozwalała na szybką obsługę klientów oraz kreowała środowisko do projektowania innowacyjnych usług poprzez udostępnianie otwartych danych (Sikora-Fernandez, 2016).

Singapur nie traci swojej wysokiej pozycji w rozwoju *smart city*, dzięki dużej liczbie wdrożonych projektów w ramach tej koncepcji. Fenomen Singapuru sprowadza się do zaangażowania obywateli we wszystkie działania podejmowane przez miasto, w szczególności te, które dotyczą zdrowia, mobilności, bezpieczeństwa oraz produktywności. Singapur przyjął zasadę, która głosi, iż inteligentny naród to taki, w którym technologia umożliwia ludziom prowadzenie wysokiej jakości życia. Dzięki takiemu założeniu mieszkańcy miasta-państwa poprzez wykorzystanie sieci, danych oraz ICT są w stanie stworzyć nowe możliwości gospodarcze jednocześnie budując społeczność bazującą na bliskości. Singapur jest miastem, w którym dominuje kreatywność. Dzięki włączeniu kultury i społecznych inicjatyw jako elementu rozwiązywania różnego rodzaju problemów miejskich możliwe jest uzyskanie silniejszej tożsamości miejskiej, poprawy jakości życia, a nawet wzrostu dochodów (Tomarchio, 2019).

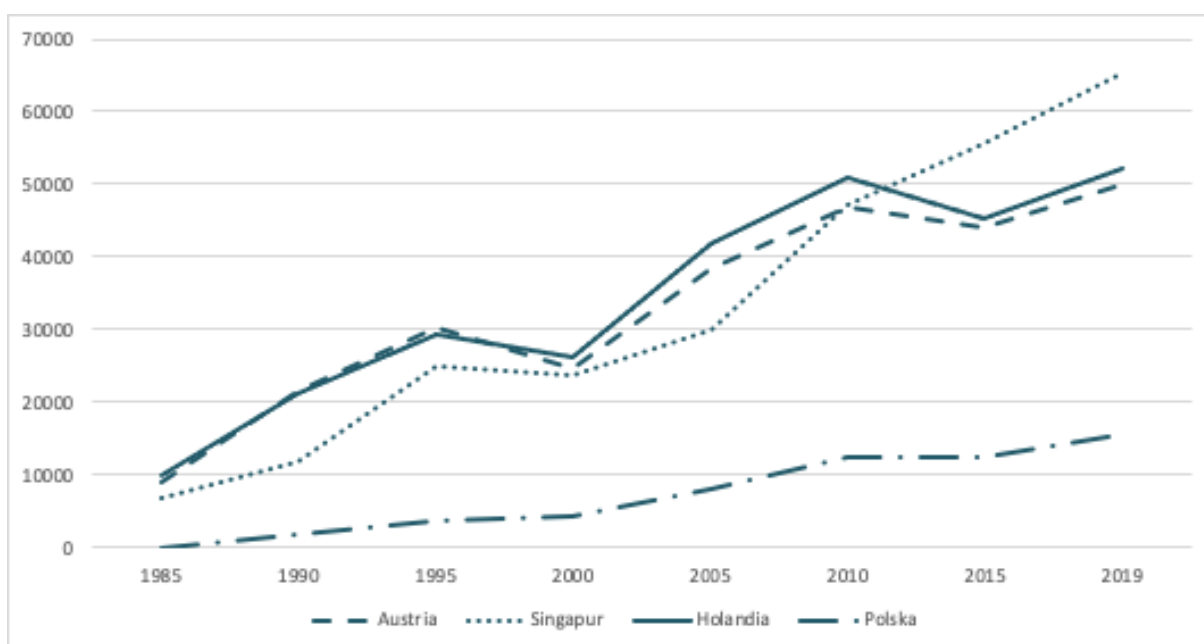
Podwójny charakter miasta-państwa sprawia, iż Singapur stał się laboratorium dla światowych rozwiązań. W raporcie publikowanym co roku przez Światowe Forum Ekonomiczne, dotyczącym czynników determinujących produktywność miast, Singapur nieustannie figuruje na szczycie pod wieloma względami. Czynniki badane w ramach raportu podzielone są na 12 filarów i dotyczą między innymi stabilności makroekonomicznej, dynamiki rozwoju biznesu i rynku produktów, co może odpowiadać za wymiar *smart economy*. Kolejne filary obejmują zdrowie, czyli jeden z atrybutów *smart living*, adaptacja ICT i system finansowy, co wiąże się ze *smart governance*, umiejętności jako element warstwy *smart people*, zrównoważony rozwój rozumiany jako podejście ekologiczne i mieszczące się w ramach *smart environment* oraz infrastruktura jako *smart mobility*. Spośród 141 gospodarek, opisywane miasto znajdowało się w 2019 roku na pierwszym miejscu w ogólnym zestawieniu. Kryteriami, które zostały dodatkowo wyróżnione są przejrzyste regulacje rządowe, partycypacja społeczna (*e-participation*), infrastruktura transportowa ze szczególnym uwzględnieniem jakości dróg oraz efektywność portów morskich oraz ruchu lotniczego, elastyczny rynek zatrudnienia (World Economic Forum, 2021). W porównaniu z innymi miastami, Singapur uzyskuje najwyższe wskaźniki dopasowania do założeń *smart city* w wymiarach *smart mobility*, *smart*



*governance* oraz *smart economy*. Singapur jest miastem, w którym w łatwy sposób można prowadzić działalność biznesową, wspierającym start-upy i posiadającym najbardziej otwartą gospodarką na świecie dla międzynarodowego handlu i inwestycji.

Wraz z rozwojem gospodarczym rośnie poziom zamożności, mierzony wskaźnikiem PKB per capita, który od 2010 roku był najwyższy w Singapurze. Jednocześnie, poziom bezrobocia w Singapurze plasował się na poziomie 4,38% w 2020 roku. Na wykresie 1.1 przedstawiono omawiany trend w poziomie zamożności obywateli.

**Wykres 1.1 PKB per capita w wybranych krajach (1985-2019) (US \$)**



Źródło: (The World Bank, 2022).

Produkcja dóbr i usług stanowi jeden z głównych mierników sukcesu miasta biorąc pod uwagę arenę międzynarodową. Singapur charakteryzuje również wysoki poziom edukacji, gdzie duży nacisk kładzie się na profesjonalizm oraz umiejętności techniczne (Kent, 2016). Według raportu IMD-SUTD Smart City Index, publikowanego przez International Institute for Management Development (IMD), we wrześniu 2020 roku na podstawie informacji zebranych od mieszkańców 109 miast, Singapur pomimo uwzględnienia skutków pandemii COVID-19 (takich jak wzrost bezrobocia na skutek zamykania przedsiębiorstw) wciąż jest oceniany jako najbardziej inteligentne miasto (International Institute for Management Development, 2021). Respondenci we wspomnianym badaniu mieli między innymi wskazać, czy są skłonni do przekazania danych osobowych w celu zmniejszenia natężenia ruchu na drogach oraz czy udostępniliby swój wizerunek, aby przyczynić się do zredukowania poziomu przestępczości. W obydwu przypadkach odsetek osób skłonnych do wykonania wskazanych czynności jest

w Singapurze najwyższy w odniesieniu do pozostałych miast. Udzielone odpowiedzi wskazują na zaufanie mieszkańców Singapuru do nowoczesnej technologii oraz do władz miasta.

Singapur charakteryzuje się zastosowaniem w mieście Internetu rzeczy (*Internet of Things*, IoT). Polega to na wykorzystaniu czujników i sterowników umieszczonych w różnych obszarach przestrzeni codziennego życia obywateli. Model inteligentnego miasta wpływa na efektywne zarządzanie, między innymi dzięki wykorzystaniu aplikacji ułatwiających mieszkańcom poruszanie się po mieście, czy pozwalających na dostęp do elektronicznych usług. Wykorzystanie technologii odpowiadającej na potrzeby obywateli wpisuje się w założenia ww. drugiej generacji inteligentnych miast tj. *smart city* 2.0. Barcelona poza aspektami właściwymi dla Singapuru, koncentruje się również na aktywnym włączaniu obywateli w proces współtworzenia miasta. Podejście reprezentowane przez miasto w Hiszpanii pozwala sklasyfikować je jako *smart city* 3.0.

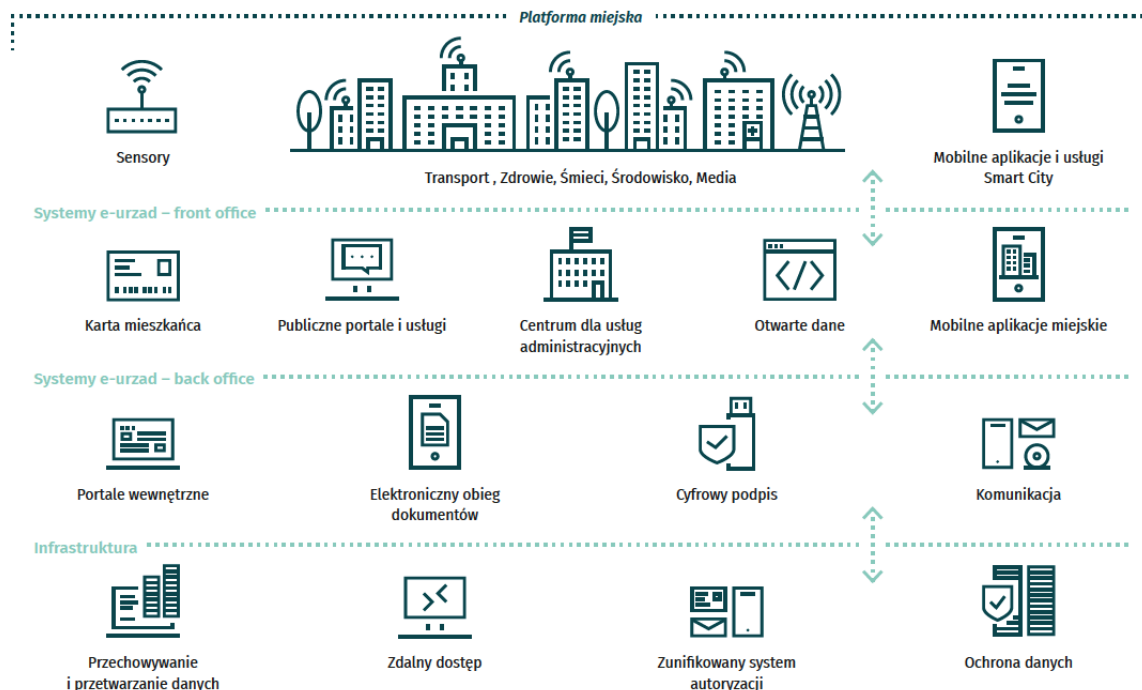
## **1.7 Formalne uwarunkowania rozwoju inteligentnych miast**

W ostatnich latach powstało wiele lokalnych inicjatyw w ramach projektów mających na celu wdrażanie założeń inteligentnego miasta, czego przykładem mogą być działania podejmowane przez ww. miasta: Wiedeń, Amsterdam, Singapur oraz Barcelonę. Działania te nie odnoszą się jednak do oficjalnie zdefiniowanych przez lokalne jednostki administracji publicznej celów i założeń *smart city*. Podczas gdy wciąż toczy się debata na temat określenia wspólnej definicji *smart city*, organy europejskie, takie jak Komitet Regionów, pracują nad formalizacją zasad funkcjonowania miasta inteligentnego.

Inteligentne miasta są aktualnie postrzegane w Polsce w kontekście narodowej strategii technologicznej. Na potrzeby wskazania kierunków rozwoju technologii *Internet of Things*, 24 sierpnia 2018 roku zainaugurowano działalność grupy roboczej ds. Internetu rzeczy przy Ministerstwie Cyfryzacji. Rezultatem prac grupy było wydanie w kwietniu 2019 roku raportu, w którym zidentyfikowano najważniejsze obszary ekspansji kraju bazującej na IoT. Jeden z tematów koncentruje się na inteligentnych miastach oraz budynkach.

W celu zwiększenia dostępności informacji przechowywanych przez administrację publiczną, zoptymalizowania wykorzystania zasobów oraz usunięcia wąskich gardeł w infrastrukturze miejskiej, zaproponowano zarys platformy miejskiej na potrzeby budowania koncepcji *smart city*, który przedstawiono na rysunku 1.3.

**Rysunek 1.3 Platforma miejska według grupy roboczej ds. Internetu rzeczy**



Źródło: Raport IoT w polskiej gospodarce (Grupa Robocza ds. Internetu Rzeczy, 2021).

Na podstawie wytycznych wskazanych w raporcie sporządzonym przez wspomnianą grupę roboczą, oszacowano wstępne propozycje zmian legislacyjnych obejmujących różne obszary wdrażania koncepcji *smart city*. W tabeli 1.7 przedstawiono przykłady zmian prawnych dla wybranych obszarów miasta (Grupa Robocza ds. Internetu Rzeczy, 2021).

**Tabela 1.7 Proponowane zmiany prawne w zakresie wybranych obszarów**

Obszar	Proponowane zmiany
<b>Zarządzanie odpadami</b>	W art. 33 ustawy o odpadach sugeruje się wprowadzenie ust. 5 w proponowanym brzmieniu: „Minister właściwy do spraw środowiska w porozumieniu z ministrami właściwymi do spraw: budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa, gospodarki, łączności, informatyzacji, transportu, wewnętrznych określi w drodze rozporządzenia wdrożenie i utrzymanie inteligentnych systemów zarządzania odpadami w gminach, a w szczególności określi cele, wymagania, instalację, sposób pracy, finansowanie, utrzymanie systemów, zasady wyznaczania za pomocą systemu wysokości opłat dla mieszkańców oraz zasady

<b>Obszar</b>	<b>Proponowane zmiany</b>
	przetwarzania danych osobowych w związku z korzystaniem z inteligentnego oprogramowania zarządzającego odpadami, kierując się zapewnieniem właściwego i efektywnego funkcjonowania technologii do zapewnienia zarządzania odpadami oraz ochroną praw i wolności obywateli.”.
<b>Inteligentne oświetlenie</b>	W art. 18 ust. 1 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne proponuje się nowe brzmienie pkt. 4: „planowanie i organizacja działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie energii na obszarze gminy, w szczególności poprzez wdrożenie i utrzymanie zintegrowanych systemów inteligentnego oświetlenia”
<b>Zanieczyszczenie środowiska</b>	W art. 90 ust. 5 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska proponuje się nowe brzmienie pkt. 2: „wykorzystanie inteligentnych urządzeń do oceny poziomów substancji powietrza oraz agregacji i udostępniania informacji o tej ocenie”.
<b>Inteligentne budynki</b>	Ulga podatkowa na kształt ulgi termomodernizacyjnej

*Źródło: Raport IoT w polskiej gospodarce (Grupa Robocza ds. Internetu Rzeczy, 2021).*

W raporcie Parlamentu Europejskiego opublikowanym w 2014 roku wskazano na istotną funkcję jaką w inteligentnym mieście pełnią ludzie. Mieszkańcy miast powinni mieć wpływ na projekty specyficzne z punktu widzenia funkcjonowania miasta, aby okazały się one użyteczne. Stąd też wśród celów stawianych sobie przez miasta, między innymi w długoterminowej strategii rozwoju, wskazano na szczególne wsparcie dla inicjatyw oddolnych. Komisja Europejska prowadzi szereg projektów w ramach realizacji postulatów uchwalonych przez Parlament Europejski w następujących aktach prawnych:

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1292/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. w sprawie zmiany rozporządzenia (WE) nr 294/2008 ustanawiającego Europejski Instytut Innowacji i Technologii;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1290/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające zasady uczestnictwa i upowszechniania dla programu „Horyzont

2020” – programu ramowego w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1906/2006;

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1291/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Horyzont 2020” – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające decyzję nr 1982/2006/WE.

Program Horyzont 2020 przyczynił się do powstania europejskiego partnerstwa innowacyjnego na rzecz inteligentnych miast i społeczności (*European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* – EIP-SCC). Przedsięwzięcie to ma na celu zrzeszenie przedsiębiorców, władarzy, miejskich interesariuszy oraz środowiska naukowego w ramach działania nad konkretnymi kwestiami związanymi z inteligentnym miastem. Prace w projekcie podzielone są na sześć klastrów, w których uczestnicy dzielą się swoją wiedzą, doświadczeniami oraz starają się wypełnić luki w istniejących uwarunkowaniach prawnych oraz środowiskowych wynikających z wdrażania koncepcji *smart city*. Do wspomnianych obszarów, w których realizowane są indywidualne projekty należą:

- orientacja na obywatela,
- modele biznesowe oraz finansowe,
- zintegrowania infrastruktura i procesy,
- zintegrowane planowanie, polityka i regulacje,
- budowa dzielnic zrównoważonych pod względem ochrony środowiska,
- zrównoważona komunikacja miejska.

Aktualnie w ramach przyjętej strategii powstało 8 projektów, w które zaangażowanych jest około 1200 uczestników i reprezentantów środowisk branżowych. Dodatkowo, prace poszczególnych grup przyczyniły się do sformułowania 325 obowiązujących dokumentów stanowiących różnego rodzaju strategię, wytyczne, dobre praktyki oraz standardy (European Commission, 2021).

## **1.8 *Smart city* – analiza współwystępowania terminu w literaturze**

Analiza literatury wskazuje, iż w latach 2003-2007 ukazywały się średnio cztery recenzowane artykuły naukowe w ciągu każdego roku, poruszające tematykę *smart city*. Wyraźnie jednak widać, że szczególnie w ostatnich latach, liczba ta wzrastała niemal wykładniczo (Ruhlandt, 2018). Publikowane badania obejmują zarówno podejście analityczne do mechanizmów związanych z funkcjonowaniem inteligentnych miast, jak również syntetyczne jego aspekty. W celu przedstawienia skali zainteresowania tematyką

inteligentnych miast przez środowisko naukowe, przeprowadzono przegląd bazy danych EBSCO pod względem najczęściej poruszanych tematów związanych z problematyką *smart city*. Koncepcja inteligentnego miasta jest uważana za stosunkowo nowe pojęcie. Jednak wyniki wyszukiwania haseł „*smart city*” oraz „*smart cities*” wskazują, iż pierwsza publikacja pojawiła się już w 1993 roku i dotyczyła w głównej mierze prognozowania oraz oceniania rozwoju miast w obszarze nauki i technologii, zwłaszcza w celu promowania współpracy między europejskimi ośrodkami badawczymi. Uwagę zwrócono wówczas na kluczowe zagadnienia technologiczne związane ze środowiskiem, inteligentną siecią informacyjną i programem FAST (*Forecasting and Assessment in the field of Science and Technology*) dla Wspólnoty Europejskiej.

W roku 1999, za sprawą przekształcenia Singapuru z gospodarki przemysłowej na informacyjną, powstał szereg publikacji zorientowanych na badaniu przypadku decyzji podjętej przez rząd Singapuru, dotyczącej budowy infrastruktury informatycznej w celu poprawy jakości życia mieszkańców oraz wsparcia wzrostu gospodarczego. Główna idea przyświecająca podjętym działaniom koncentrowała się na zdobyciu przez miasto miana „inteligentnej wyspy” jako etykiety rozpoznawanej na całym świecie. Rząd Singapuru jako pierwszy wśród krajów rozwijających się, dostrzegł zalety technologii w zwiększeniu konkurencyjności gospodarczej wprowadzając w 1986 roku krajowy plan IT (Mahizhnan, 1999). Przykład Singapuru koncentruje się w głównej mierze na kształtowaniu ekonomii, handlu, edukacji oraz codziennego życia wspomaganych przez technologię.

Speak, doktor z Uniwersytetu Newcastle, w 2000 roku zwróciła uwagę na kolejny istotny aspekt inteligentnego miasta. Wskazała na politykę miejską Wielkiej Brytanii w latach 90., która koncentrowała się na uczestnictwie mieszkańców w rozwoju społeczności lokalnej. W publikacji *Children in urban regeneration: foundations for sustainable participation*, autorka nawiązuje do roli dzieci w planowaniu urbanistycznym np. w zakresie projektów nowych placów zabaw. Z badań przeprowadzonych przez autorkę wynika, iż nawet małe dzieci w wieku 5 i 6 lat są w stanie wskazać zagrożenia dla lokalnego społeczeństwa, w tym przestępczość i brak udogodnień. Dzieci w wieku od 8 do 11 lat wyraźnie rozumieją koncepcję rządu i pojęcie udziału społeczeństwa w zarządzaniu ich majątkiem (Speak, 2020). Powyższe rozważania mają szczególne znaczenie w przypadku inicjatyw środowiskowych. Długoterminowe zaangażowanie pozwalające na podejmowanie decyzji, w tym przypadku dzieci już od najmłodszych lat, mogą przyczynić się do osiągnięcia lepszych wyników w przyszłości oraz większej aktywności lokalnego społeczeństwa w najbardziej istotnych sprawach z punktu widzenia budowania inteligentnego miasta.

Wśród działań zidentyfikowanych w ramach realizacji koncepcji *smart city*, zwrócono również uwagę na nową rolę, jaką pełnią biblioteki publiczne. Mackenzie w swoim artykule wskazuje na tak istotne kwestie, jak dostęp do informacji, uczenie się przez całe życie, wykluczenie cyfrowe, integrację społeczną oraz rozwój gospodarki. Brisbane City Council Library Services (BCCLS), największy miejski system bibliotek publicznych w Australii, redefiniuje swoją rolę, pomagając w tworzeniu miasta zaawansowanych technologii. Wartość dofinansowania jaką mogą uzyskać miejskie biblioteki na rozwój działalności uzależniony jest często od statystyk wypożyczeń. W dobie cyfryzacji należało opracować systemy informatyczne monitorujące te statystyki i tym samym umożliwiające zwiększenie wartości otrzymywanych funduszy. BCCLS przyjął strategię współpracy z dostawcami nowoczesnych technologii, aby umożliwić dostęp do informacji dla każdego w sposób zdalny. Przykładem podejścia partnerskiego jest współpraca BCCLS podjęta z EBSCO w celu zintegrowania czasopism elektronicznych subskrybowanych przez EBSCOhost<sup>1</sup> (Mackenzie, 2000). Z powodu działań takich firm jak Amazon, biblioteki publiczne muszą zmierzyć się z wieloma wyzwaniami, aby oferować obywatelom usługi wypełniające lukę w możliwościach, jakie oferują portale komercyjne. W kontekście miast inteligentnych istotna wydaje się współpraca instytucji kultury i nauki, takich jak muzea, biblioteki, domy kultury czy galerie sztuki. Organizacje te mogą wspólnie promować swoją działalność oraz tworzyć przestrzeń dla mieszkańców do kreatywnego spędzania czasu wolnego, co wpływa jednocześnie na poprawę jakości życia.

Na przełomie 1993 i 2000 roku autorzy rozpatrywali temat inteligentnego miasta głównie pod kątem technologii. Jak wspomniano wcześniej, publikacji pozwalającej na zdefiniowanie istotnych aspektów *smart city* powstawało wówczas bardzo niewiele. Analizując lata od roku 2001 do 2011 odnaleziono 42 recenzowane artykuły naukowe, w tym 25 z nich opublikowano w 2011 roku. We wskazanym dziesięcioleciu zauważono próby tworzenia modeli umożliwiających wpasowanie miast w określone przez autorów ramy inteligentnego miasta. Przykładem takiego podejścia jest model potrójnej spirali (*triple-helix model*) przedstawiony w 2011 roku przez Leydesdorff'a. Jest to próba zidentyfikowania sposobu optymalnego postępowania w dążeniu do osiągnięcia założeń inteligentnego miasta. Model pozwala analizować wiedzę na temat gospodarki miejskiej

---

<sup>1</sup> EBSCO jest dostawcą naukowych baz danych, czasopism elektronicznych oraz usług wyszukiwania pozwalając na dostęp do pełnych tekstów artykułów naukowych z wielu dziedzin. EBSCOhost natomiast, to platforma badawcza pozwalająca na przeszukiwanie dostępnych na niej zasobów z wykorzystaniem zaawansowanych mechanizmów filtrujących.

pod kątem wsparcia społeczeństwa obywatelskiego jako kluczowego dla rozwoju miasta elementu systemu innowacji. Według autorów dynamika wzrostu gospodarczego miasta zależy od trzech czynników:

- kapitału intelektualnego uniwersytetów,
- kreowania bogactwa przemysłowego,
- demokratycznego rządu społeczeństwa obywatelskiego.

Połączenie wymienionych atrybutów powinno sprzyjać powstawaniu przestrzeni, którą można wykorzystać w celu generowania wiedzy. Powstałe w ten sposób zasoby mają z kolei przyczynić się do uruchomienia technologii regionalnych systemów innowacji. Wygenerowane systemy są wykorzystywane do tworzenia kreatywnej bazy wiedzy dla inteligentnych miast (Leydesdorff, 2011). Autorzy modelu koncentrują się na znaczeniu jakie pełni społeczeństwo posiadające odpowiednią wiedzę w tworzeniu innowacyjnych i inteligentnych miast. Autorzy podkreślają możliwość powstania regionalnych centrów innowacyjności poprzez integrację trzech wymienionych czynników.

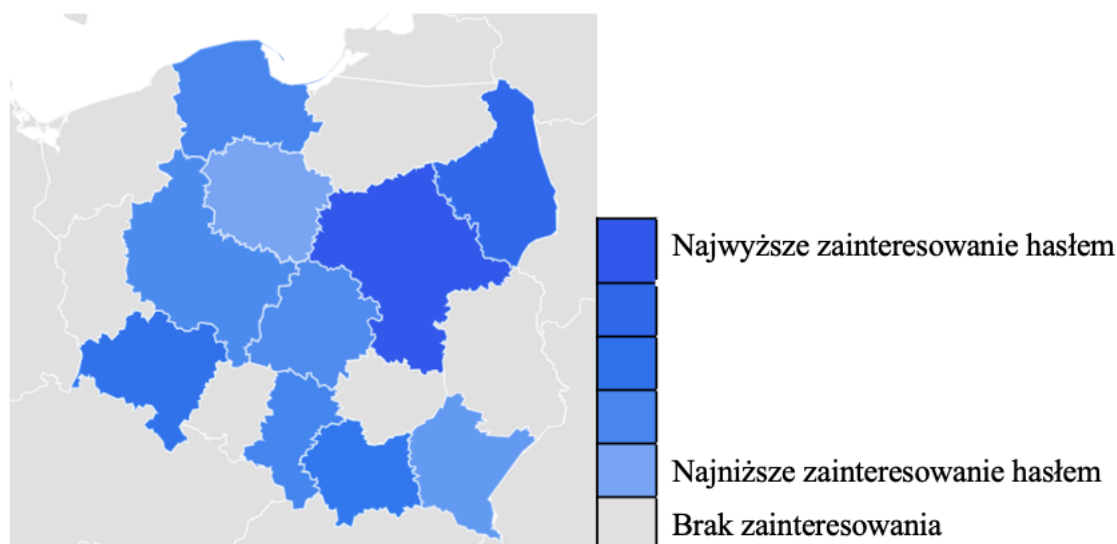
Od roku 2012 do 2019 liczba artykułów o tematyce poruszającej problematykę inteligentnych miast obejmowała 5039 publikacji, a od początku 2020 roku powstało ich już 3537 (EBSCO, 2022). Najnowsze artykuły dotyczą wykorzystania technologii *blockchain* w celu bezpiecznego dzielenia danych pochodzących z zasobów administracji publicznej z podmiotami, które mogą je zastosować do tworzenia własnej wartości. Technologia *blockchain* pozwala zbudować zdecentralizowany system zaufania *peer-to-peer*, który jest zintegrowany z istniejącym systemem bezpieczeństwa PKI/CA (*Public Key Infrastructure/Certification Authority*) prowadząc w ten sposób do konstrukcji nowego modelu zaufania, który obsługuje wiele organizacji uwierzytelniających (Sun, 2020). Parusheva w swoim artykule zwraca również uwagę na rosnącą rolę mediów społecznościowych jako narzędzia usprawniającego dialog między obywatelami a samorządem (Parusheva, 2020). Jako przykład innowacyjnych inicjatyw na rzecz rozwoju inteligentnych miast opisanych w literaturze warto wspomnieć o badaniach przeprowadzonych przez Jianga. Autor zwraca uwagę na znaczenie, jakie ma zastosowanie Internetu rzeczy oraz chmury obliczeniowej w celu ograniczenia problemów związanych z przesyłaniem informacji przez czujniki rozmieszczone w różnych obszarach miasta (Jiang, 2020).

Wszystkie przedstawione powyżej przykłady prezentują etapy rozwoju oraz wzrost świadomości społeczeństwa obywatelskiego, sektora publicznego i środowiska naukowego w odniesieniu do koncepcji *smart city*. W Polsce omawiana tematyka wzbudza coraz większe zainteresowanie zarówno lokalnych samorządów, jak również przedsiębiorstw oferujących



rozwiązania technologiczne. Wykorzystując narzędzie *Google Trends* wskazano obszary w Polsce, w których odnotowano zainteresowanie tematyką inteligentnych miast. Wskazane narzędzie pozwala na identyfikację liczby zapytań kierowanych do wyszukiwarki *Google* w odniesieniu do wybranego tematu i określonego przedziału czasowego. Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunku 1.4.

**Rysunek 1.4 Zainteresowanie tematyką *smart city* według województw (2016-2022)**



Źródło: Google Trends (Google Trends, 2022), zakres od 3 stycznia 2016 roku do 31 stycznia 2022 roku.

Porównując intensywność wyszukiwania pojęcia *smart city* w okresie ostatnich pięciu lat oraz wyniki analizy strategii rozwoju województw w Polsce można zaobserwować, iż w przeważającej mierze wyniki te się pokrywają. Województwa, w których występuje zainteresowanie tematyką inteligentnych miast wdrażają działania prowadzące do spełnienia założeń omawianej koncepcji.

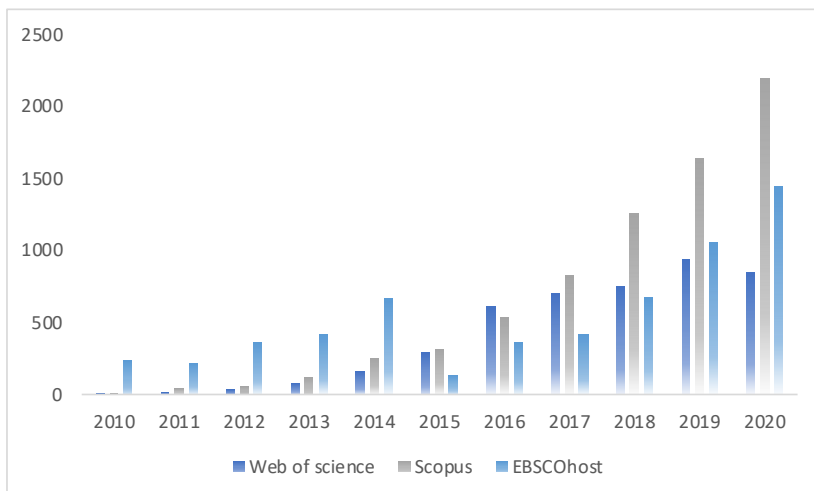
Inteligentne miasta stanowią w zasadzie teoretycznie nieograniczone pole do wdrażania innowacyjnych technologii, kreowania właściwych zachowań oraz wzmacniania współpracy pomiędzy sektorem publicznym a miejskimi interesariuszami. Pomimo niewątpliwych zalet towarzyszących koncepcji *smart city*, w literaturze coraz częściej odnaleźć można również słowa krytyki. Pierwsza z nich stanowi założenia przedstawione w 2014 roku przez Hollands'a, który odniósł się do aspektu technologicznego związanego z koncepcją inteligentnego miasta. Jednym z najpopularniejszych przykładów tego typu działań jest zaangażowanie korporacji Cisco i amerykańskiej firmy deweloperskiej Gale International w budowę New Songdo City w Korei Południowej, metropolii zbudowanej na wyspie Morza Żółtego. Zaprojektowane miasto z certyfikatem LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), ma wytwarzać

tylko jedną trzecią gazów cieplarnianych w porównaniu z tradycyjnym miastem tej samej wielkości. Ostatecznie Songdo stało się swego rodzaju parkiem biznesowym, który nie spełnia wielu potrzeb, jakim odpowiadają tradycyjne miasta (Hollands, 2015). Pali (2020) wskazuje natomiast na krytykę odnoszącą się do nauk społecznych, która zarzuca idei inteligentnych miast skłonność do neoliberalizmu i technokratycznego zarządzania. Dodatkowo, krytyka obejmuje również nowe formy nadzoru i kontroli wywołane przez inicjatywy *smart city*, które oddziałują na prywatność mieszkańców miast poprzez wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych (Pali, 2020). Townsend również zwrócił uwagę na technologiczny aspekt związany z konsekwencjami jej nieodpowiedniego wykorzystania. Odniósł się jednocześnie do długoterminowej perspektywy planowania zmian związanych z wdrażaniem innowacyjnej infrastruktury, nie tylko do krótkoterminowych zysków. Pod wątpliwość poddawane jest również samo słowo „inteligentne”, które w zależności od kontekstu, zwłaszcza w literaturze anglojęzycznej może mieć wiele znaczeń (Townsend, 2014).

Wobec przedstawionej krytyki istotnym wydaje się zaangażowanie w analizę rzeczywistego stanu rozwoju, w jakim znajdują się inteligentne miasta. Studia przypadków wybranych miast ukazują zarówno mocne, jak i słabe strony koncepcji *smart city*. Uwarunkowania polityczne, określone siły „napędowe” wpływające na dynamikę rozwoju poszczególnych wymiarów oraz kontekst socjologiczny danego miasta niewątpliwie wpływają na dostosowanie przestrzeni miejskiej do specyficznych wymagań, jakimi charakteryzują się dane społeczności. Miasta szybko stają się najbardziej innowacyjną przestrzenią, w której obywatele odgrywają istotną rolę w przekładaniu swojej wiedzy i talentów na kreatywne pomysły poprawiające jakość życia ogółu. Rząd natomiast staje się coraz bardziej otwarty, elastyczny oraz przejrzysty za pośrednictwem udostępniania informacji na temat lokalnych decyzji w czasie rzeczywistym. Powstające w miastach nowoczesne „laboratoria” rozwoju wpływają dodatkowo na powstawanie wielu wynalazków, które ostatecznie służą wielu społecznościom.

Rozważania dotyczące sposobów realizacji koncepcji *smart city* nie bazują obecnie jedynie na budowaniu twardej infrastruktury, ponieważ taka w wielu miastach już istnieje, ale na czerpaniu z niej korzyści poprzez kreowanie nowej wiedzy i włączanie jej do procesu podejmowania decyzji. Zainteresowanie terminem *smart city* w środowisku naukowym na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat przedstawiono na wykresie 1.2.

**Wykres 1.2 Liczba publikacji związanych z inteligentnym miastem w bazie danych Scopus, Web of Science i EBSCOhost (2010-2020)**



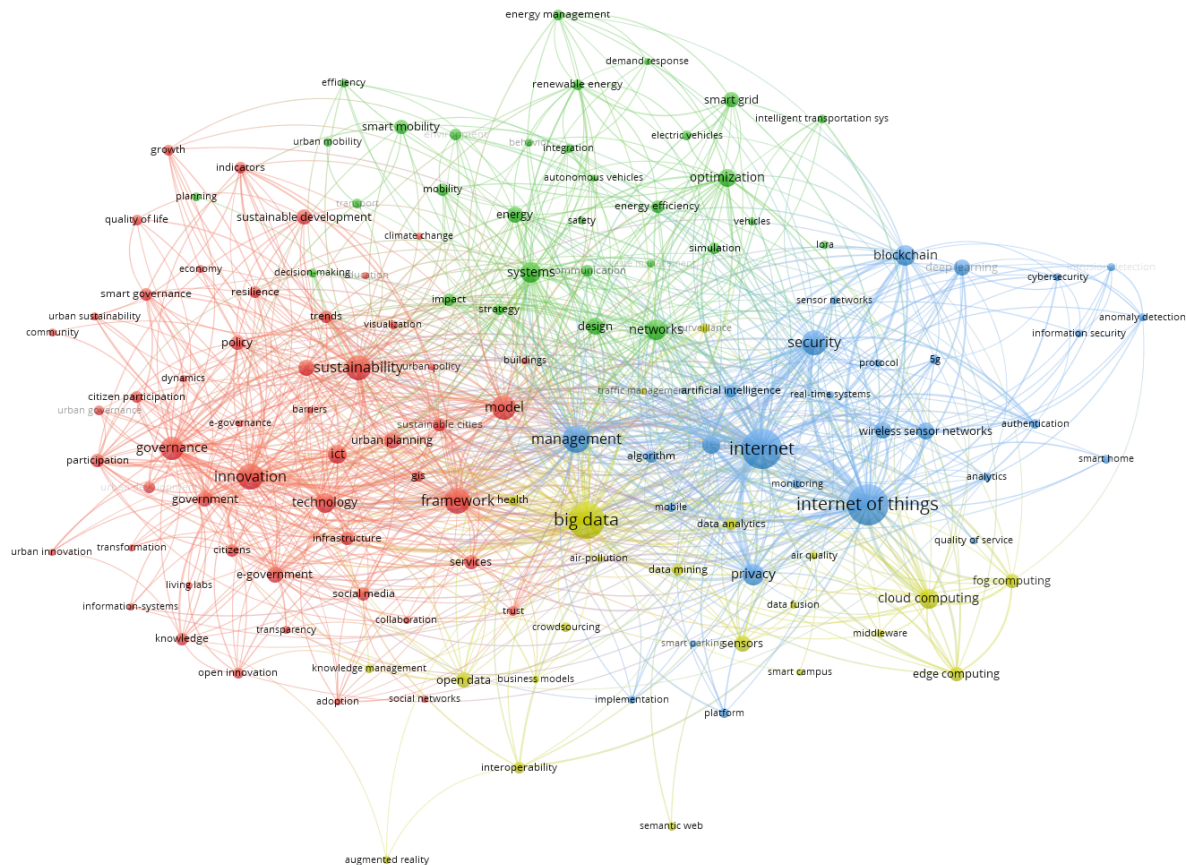
Źródło: opracowanie własne.

Dopiero od roku 2016 temat inteligentnych miast przyciągnął uwagę naukowców (wykres 1.2). Początkowo rozważania na temat *smart city* dotyczyły głównie zarządzania, strategii, innowacyjności, aplikacji i sieci, stawiając nacisk na wartość tworzoną przez administrację i technologię. Analiza literatury przeprowadzona dla 2020 i 2021 roku wskazuje natomiast, że wymiar zarządzania został zastąpiony badaniami konkretnych przypadków wdrożeń i podejmowaniem decyzji bazującej na zdobytej wiedzy oraz doświadczeniu. Wymiar technologiczny natomiast, zorientowany jest obecnie na Internecie rzeczy, algorytmach, bezpieczeństwie i autonomii. Odzwierciedleniem opisanych zależności jest chmura wyrazów sporządzona na podstawie analizy tekstu pochodzącego ze strony Web of Science (rysunek 1.5). Analizowany zbiór zawierał informacje na temat artykułów naukowych obejmujących swoją tematyką zagadnienia związane z inteligentnym miastem w roku 2020 i 2021. Rozpatrywany dokument zawierał łącznie 565912 słów, które zostały przetworzone poprzez wykorzystanie języka programowania Python będącego narzędziem typu *open source*. Badany zbiór został oczyszczony ze znaków interpunkcyjnych, liczb, słów typu „stop words”, znormalizowano również wielkość liter zmieniając je na małe. Ostatnim etapem było wyeliminowanie wyrazów zakłócających, takich jak nazwy krajów, imiona i nazwiska autorów artykułów czy nazwy własne.



rozszerzenia. Dodatkowo, z mapy zostały usunięte słowa: *smart city*, *smart cities*, *smart*, *city* oraz *cities*, ze względu na ich powiązanie ze wszystkimi słowami uwzględnionymi w analizie. Ostatecznie nastąpił wybór tych słów, które charakteryzowały się największą liczbą powiązań.

**Rysunek 1.6 Wizualizacja sieci współwystępowania słów kluczowych „smart city” i „smart cities” w 4 914 publikacjach naukowych w bazie Web of Science (2010-2021)**



*Źródło: opracowanie własne.*

Współwystępowanie określonych słów pozwala na identyfikację obszarów i dziedzin, które przyczyniają się do odkrywania nowych sfer badań (Winkowska, Szpilko i Pejić, 2019). W tym przypadku, zastosowana metoda pozwoliła na wskazanie czterech klastrów związanych z problematyką inteligentnych miast, które obejmują: systemy informatyczne, Internet wszechrzeczy lub wszechobecny Internet, inteligentne współzarządzanie i planowanie przestrzenne, analiza danych. Zmiany postrzegania inteligentnego miasta zmierzające niemal całkowicie w stronę technologii stanowią szansę dla rozwoju nauk zorientowanych na poszukanie rozwiązań pozwalających na poprawę jakości życia w miastach dzięki zastosowaniu innowacji. Naukowcy badający tematykę *smart city* koncentrują się również na integracji wielu rozwiązań technologicznych w celu lepszego zarządzania zasobami

miejskimi. Wobec przedstawionych powyżej analiz, słusznym wydaje się stwierdzenie, że technologia stanowi obecnie podstawę rozwoju większości aspektów związanych z inteligentnym miastem i oddziałuje tym samym na wszystkie sześć wymiarów *smart city*.

## 2 WYMIARY INTELIGENTNEGO MIASTA

### 2.1 Istota wielowymiarowości koncepcji *smart city*

Istotą procesu transformacji miasta jest integracja wielu systemów obejmujących m. in. transport, energię, edukację, opiekę zdrowotną, budownictwo oraz bezpieczeństwo publiczne w jedną wspólną całość (Keeling, 2009). Zarządzanie inteligentnym miastem w sposób holistyczny, biorąc pod uwagę złożoność tej koncepcji, staje się zatem coraz trudniejsze. Wraz z dostępem do stale rosnącej ilości informacji, źródeł pozyskiwania wiedzy oraz technologii, zmianie ulega również proces planowania miejskiego, zarządzania, współpracy z miejskimi interesariuszami oraz zaspokajanie rosnących potrzeb mieszkańców. Wyzwania, przed jakimi muszą stanąć współczesne miasta koncentrują się wokół kwestii takich jak (Winkowska, 2019):

- niekontrolowany rozrost miast,
- zanieczyszczenie środowiska,
- logistyka miejska,
- infrastruktura techniczna,
- zagospodarowanie odpadów,
- starzenie się społeczeństwa,
- rozwarstwienie poziomu zamożności,
- niski poziom uczestnictwa obywateli w zarządzaniu sprawami publicznymi.

Wdrażanie koncepcji *smart city* w ostatnim dziesięcioleciu przyczyniło się do lepszego zaspokajania wielu kluczowych potrzeb, dzięki poprawie dostępności transportowej, walce z ubóstwem i nierównościami społecznymi czy zarządzaniu zasobami energetycznymi. Zgodnie z omawianą koncepcją, miasto powinno charakteryzować się kreatywnością, dążeniem do poprawy jakości życia, tworzeniem przyjaznego środowiska oraz podejmowaniem działań zmierzających do rozwoju gospodarczego. Ostatecznym celem wdrażania inteligentnych rozwiązań jest optymalizacja wykorzystania zasobów publicznych oraz poprawa dostępności usług oferowanych mieszkańcom, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów operacyjnych administracji publicznej (Krishnan, Arumugam i Maddulety, 2020). Podejmowaniu wysiłków mających na celu budowanie miasta przyszłości towarzyszą jednak pewne trudności, które objawiają się:

- nadmierną koncentracją na inwestycjach w nowoczesne rozwiązania technologiczne, często w oderwaniu od rzeczywistych problemów, a co za tym idzie, pogłębianie

nierówności społecznych oraz wykluczenia ze względu na wdrażanie nowoczesnych rozwiązań niedostosowanych do istniejącego otoczenia,

- brakiem mechanizmów oraz narzędzi służących włączeniu mieszkańców w proces podejmowania decyzji,
- brakiem kompleksowego spojrzenia, które obejmowałoby wszystkie obszary funkcjonowania miasta,
- utratą niepowtarzalnego charakteru miasta poprzez wdrażanie rozwiązań *smart city*, które negatywnie oddziałują na tradycyjny i ceniony przez mieszkańców regionalny wygląd aglomeracji,
- koncentracją na tworzeniu nowoczesnych obiektów, przy pominięciu modernizacji starej architektury,
- ponoszeniem przez mieszkańców pośrednio kosztów nowych inwestycji, na przykład przez podniesienie stawek podatku,
- brakiem zainteresowania zamieszkaniem w mieście z powodu wysokich kosztów utrzymania i braku więzi społecznych.

Koncepcja *smart city* zatem powinna się zmieniać – od orientacji na wdrażanie technologii do przestrzeni miejskiej, po kompleksowe podejście do reagowania na pojawiające się wyzwania. Biorąc pod uwagę m. in. wyzwania i ww. trudności w budowaniu miast przyszłości, Winkowska (2019), wykazała, iż możliwe jest wyodrębnienie następujących czterech klastrów tematycznych *smart city*. Są to:

- inteligentna technologia,
- aspekty społeczno-ekonomiczne,
- szeroko rozumiane środowisko i ekologia,
- logistyka miejska.

Każdy ze wskazanych klastrów charakteryzuje się specyficznym zestawem atrybutów, które przedstawiono w tabeli 2.1. Wskazane klastry nawiązują do kierunków zmian, jakie nastąpiły w związku z postrzeganiem i ewolucją inteligentnych miast nie tylko pod względem technologii, ale również z uwzględnieniem czynników społecznych, środowiskowych oraz ekonomicznych.

**Tabela 2.1** Klastry *smart city* oraz ich główne atrybuty

<b>Klaster</b>	<b>Główne atrybuty</b>
<b>Inteligentna technologia</b>	IoT, <i>Cloud computing</i> , <i>Big Data</i> , sztuczna inteligencja, bezprzewodowe sieci czujników.



<b>Klaster</b>	<b>Główne atrybuty</b>
<b>Aspekty społeczno-ekonomiczne</b>	Jakość więzi społecznych, zaangażowanie obywateli w życie publiczne oraz procesy decyzyjne, udział interesariuszy w zarządzaniu, współpraca samorządu z mieszkańcami, zdrowie, bezpieczeństwo, edukacja, rozwój przedsiębiorczości.
<b>Aspekty środowiskowe</b>	Włączenie zasad zrównoważonego rozwoju do koncepcji <i>smart city</i> .
<b>Logistyka miejska</b>	Przeciążenie, zarządzanie ruchem, autonomiczne pojazdy.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Winkowska, 2019).*

Coraz większego znaczenia nabiera współpraca mieszkańców, przedsiębiorstw, instytucji oraz innych interesariuszy mających wpływ na przepustowość transportową oraz samorządów, które powinny integrować wszystkie potrzeby w realny plan działania.

Jak wynika z powyższych rozważań, w celu zaspokojenia potrzeb wszystkich stron należy wziąć pod uwagę fakt, iż tworzą one integralną i nierozzerwalną całość. Niewystarczającym działaniem jest koncentracja na wybranych elementach ekosystemu miejskiego. Jeśli działania nie obejmują wszystkich ww. klastrów, rozwój miasta przestaje być zrównoważony. W związku z tym, aby odpowiedzieć na kluczowe oczekiwania interesariuszy, niezbędny jest podział działań między zdefiniowane wymiary miasta. Z badań przeprowadzonych przez Giffinger'a (Giffinger i inni, 2007) na Uniwersytecie Technologicznym w Wiedniu wynika, iż w kontekście *smart city* należy w pierwszej kolejności zwrócić uwagę na przemysł, edukację, uczestnictwo i infrastrukturę techniczną. Lista ta została ostatecznie rozszerzona o mobilność oraz środowisko, jako równie istotne obszary wpływające na zapewnienie równowagi pod względem oczekiwań, tworząc ostatecznie sześciowymiarowe inteligentne miasto (Giffinger i Gudrun, 2010). Wyróżnionym w ramach koncepcji *smart city* sześciu wymiarom można przypisać charakterystyczne dla nich czynniki, co przedstawione jest w tabeli 2.2.

**Tabela 2.2 Wymiary inteligentnego miasta oraz czynniki je budujące**

<b>Wymiary inteligentnego miasta</b>	<b>Czynniki</b>
<b>Inteligentna gospodarka</b> <i>(smart economy)</i>	Konkurencyjność Przedsiębiorczość Wizerunek ekonomiczny Elastyczność rynku pracy Innowacyjność

<b>Wymiary inteligentnego miasta</b>	<b>Czynniki</b>
	Zdolność do transformacji
<b>Inteligentne życie</b> <i>(smart living)</i>	Ośrodki kultury Warunki zdrowotne Bezpieczeństwo indywidualne Jakość mieszkań Placówki oświatowe Atrakcyjność turystyczna Spójność społeczna
<b>Inteligentne współzarządzanie</b> <i>(smart governance)</i>	Udział w podejmowaniu decyzji Usługi publiczne i społeczne Przejrzyste zarządzanie Strategie i perspektywy polityczne
<b>Inteligentna mobilność</b> <i>(smart mobility)</i>	Lokalna dostępność Dostępność infrastruktury ICT Zrównoważone, innowacyjne i bezpieczne systemy transportu
<b>Inteligentne środowisko</b> <i>(smart environment)</i>	Atrakcyjność warunków naturalnych Zanieczyszczenia Ochrona środowiska Zrównoważone zarządzanie zasobami
<b>Inteligentni ludzie</b> <i>(smart people)</i>	Poziom kwalifikacji Zdolność uczenia się przez całe życie Wielokulturowość Elastyczność Kreatywność Otwartość Udział w życiu publicznym

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Lombardi i Giordano, 2012).*

Wymienione w tabeli 2.2 wymiary inteligentnego miasta znajdują zastosowanie w wielu obszarach codziennego życia, umożliwiając wdrażanie innowacji poprawiających jakości życia mieszkańców. Zaprezentowane wymiary miasta inteligentnego pokrywają się zakresem z klastrami zidentyfikowanymi na podstawie analizy literatury dokonanej przez Winkowską (2019) oraz obejmują klastry tematyczne zidentyfikowane za pomocą techniki mapowania.

## 2.2 Inteligentna gospodarka (*smart economy*)

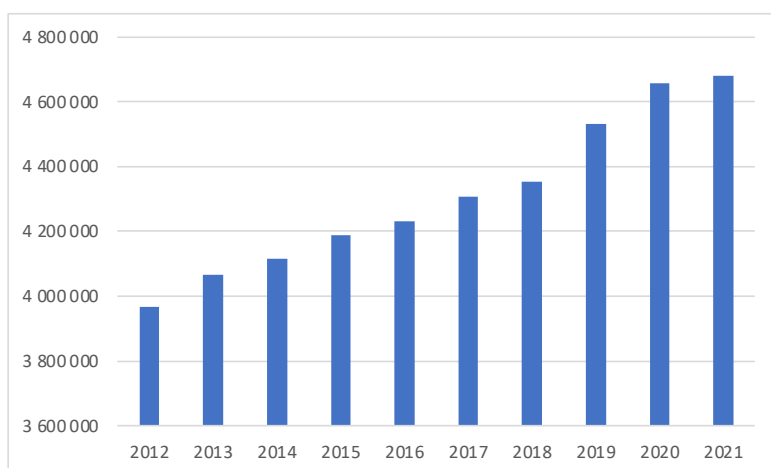
Obszar inteligentnej gospodarki odnosi się w głównej mierze do rozwoju przemysłu, obejmując takie czynniki jak innowacje, przedsiębiorczość, branding (wizerunek), produktywność i konkurencyjność na rynku globalnym. Bakici (2013) w swoich rozważaniach dowodzi, iż inteligentna gospodarka polega na tworzeniu klastrów w celu współpracy między przedsiębiorstwami, instytucjami badawczymi i społeczeństwem w kontekście opracowania, wdrażania i promowania innowacji za pośrednictwem dostępnej sieci komputerowej. Zygiaris (2013) wychodzi z założenia, że inteligentna gospodarka to umiejętność wykorzystania istniejących zasobów do opracowania i wdrażania innowacyjnych rozwiązań. Firma Deloitte natomiast za inteligentne miasto uważa takie, które wyróżnia się pod względem podejmowanych działań prowadzących do poprawy jakości życia, dążąc jednocześnie do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, co sprowadza się do zwiększenia konkurencyjności gospodarczej miasta. Konkurencyjność gospodarcza rozumiana jest tutaj jako wykorzystanie potencjału obywateli pochodzących z różnych krajów i kultur w celu wsparcia innowacyjnego sposobu zarządzania. Inteligentne miasto to miejsce przyjazne dla biznesu; to miejsce, które tworzy warunki dla generowania dochodów oraz nowe miejsca pracy formułując w ten sposób „zdrową platformę gospodarczą” (Deloitte, 2021). W 2021 roku liczba publikacji dotycząca inteligentnego miasta oraz inteligentnej gospodarki („smart city” AND „smart economy”) była przedmiotem rozważań zaledwie w 18 artykułach indeksowanych na platformie EBSCOhost.

Bez wątpienia, istotną rolę w kształtowaniu gospodarczego wymiaru inteligentnego miasta odgrywa technologia. Wykorzystanie jej potencjału służy w głównej mierze wzmocnieniu funkcji przestrzeni wirtualnej, która ma służyć nie tylko jako miejsce komunikacji za pośrednictwem mediów społecznościowych, ale również jako miejsce prowadzenia działalności gospodarczej (Rachmawati, Hapsari i Cita, 2018). Wykorzystanie technologii w biznesie przyczynia się do poprawy wizerunku miasta i wspiera zrównoważony rozwój dzięki tworzeniu wspólnych otwartych platform danych polegających na pozyskiwaniu danych oraz umożliwianiu wykonywania zapytań w celu eksploracji danych. Inteligentne miasto wdraża inteligentne technologie obliczeniowe, łączące wykorzystanie różnego rodzaju oprogramowania, infrastruktury serwerowej, infrastruktury sieciowej i urządzeń klienckich w celu połączenia różnych usług miejskich i interesariuszy (Bifulco, Tregue, Amitrano i D’Auria, 2016).

Kolejnym czynnikiem, składającym się na gospodarczy wymiar inteligentnego miasta jest przedsiębiorczość. W Polsce liczba przedsiębiorstw stale rośnie, co zilustrowano na wykresie

2.1. W 2019 roku aktywnie działało ponad 4 mln przedsiębiorstw. W 2020 roku według rejestru REGON zarejestrowano 123 tys. nowych podmiotów gospodarczych. W marcu 2021 roku natomiast zarejestrowano kolejny wzrost o ponad 24 tys., co wskazuje na poprawę sytuacji gospodarczej sprzed wybuchu pandemii, kiedy w tym samym okresie zanotowano spadek liczby przedsiębiorstw w stosunku do roku 2019 o ponad 7 tysięcy.

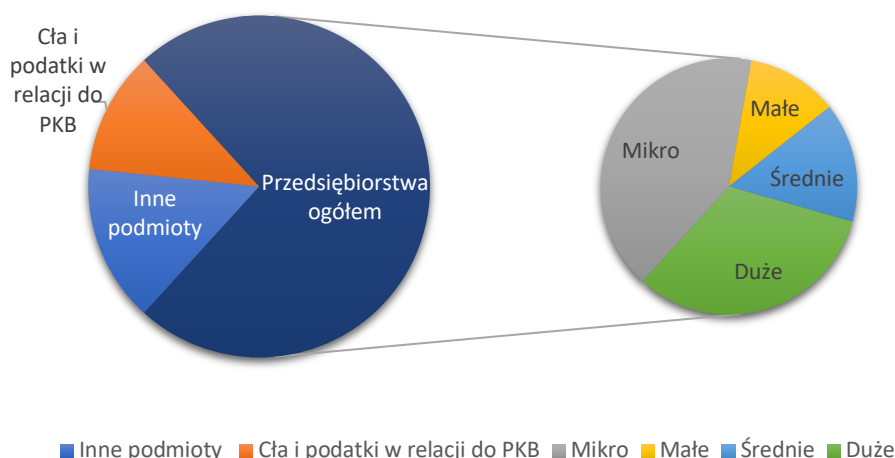
**Wykres 2.1 Liczba przedsiębiorstw w Polsce (2012-2021)**



Źródło: Informacja o podmiotach gospodarki narodowej w rejestrze REGON (GUS, 2022).

Przedsiębiorstwa mają również znaczący wpływ w tworzeniu PKB. Na rysunku 2.1 przedstawiono udział przedsiębiorstw w generowaniu PKB w roku 2016, który przyjęto jako rok, w którym sytuacja gospodarcza była stabilna, uwzględniając podział przedsiębiorstw według wielkości prowadzonej działalności.

**Rysunek 2.1 Udział przedsiębiorstw w tworzeniu PKB w 2016 roku**



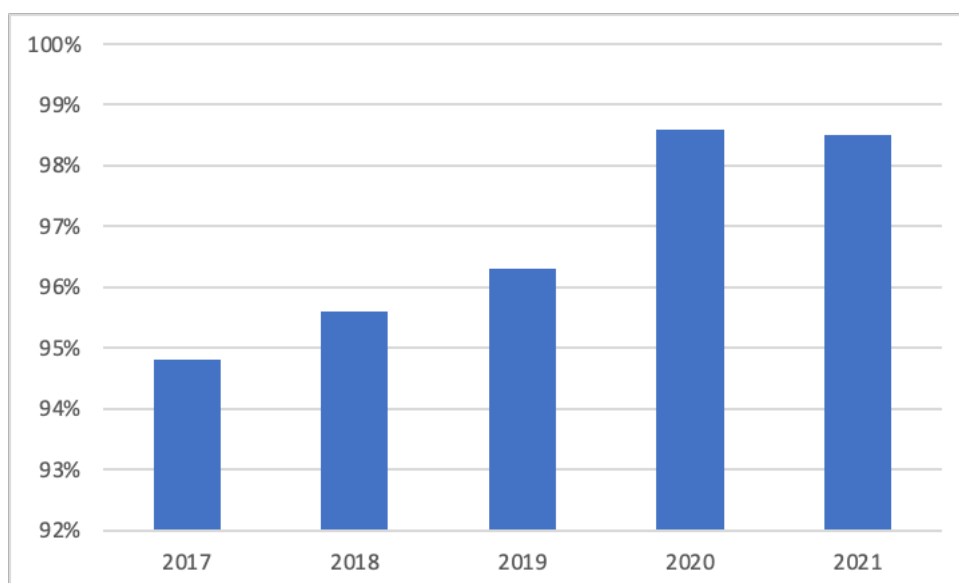
Źródło: opracowanie własne na podstawie (GUS, 2022).

Skala wpływu przedsiębiorstw na wzrost PKB jest o tyle istotna, iż to w ich strukturach najczęściej wykorzystywane są innowacyjne rozwiązania technologiczne dostosowane do

specyficznych potrzeb, niejednokrotnie projektowane od podstaw w celu dopasowania wszystkich elementów do określonych uwarunkowań. Wskazana zależność została potwierdzona w badaniach przeprowadzonych przez Wojewnik-Filipkowska, Zamojska i Szczepaniak (2019). Autorzy wykazali, że wspieranie otoczenia sprzyjającego inwestycjom ma kluczowe znaczenie dla dynamicznej i produktywnej gospodarki (Wojewnik-Filipkowska, Zamojska i Szczepaniak, 2019). Wiele przedsiębiorstw budując nowe obiekty korzysta z nowoczesnych rozwiązań pozwalających zmniejszyć zużycie energii oraz promuje ekologiczne podejście w działalności gospodarczej. Dodatkowo, przyciąganie do miasta biznesu generuje ww. nowe miejsca pracy, co zmniejsza bezrobocie i tym samym podnosi jakość życia jego obywateli. Efektywna (rentowna) działalność sektora prywatnego bez wątpienia służy poprawie lokalnej sytuacji ekonomicznej.

Kluczowym aspektem z punktu widzenia *smart city*, w odniesieniu do omawianego wymiaru, jest zdolność zapewnienia przez miasto korzystnych warunków dla prowadzenia biznesu. Wykorzystanie przez przedsiębiorstwa technologii informacyjnych i komunikacyjnych oraz ich innowacyjność związana jest z koniecznością posiadania między innymi odpowiedniej jakości połączenia do sieci Internet. W 2021 roku procent podmiotów posiadających taki dostęp poprzez łącza szerokopasmowe wynosił 98,5% (wykres 2.2). Jednocześnie rośnie liczba firm korzystających z Internetu mobilnego, jak również pracowników wyposażonych w komputery, co pokazuje potencjał do wykonywania zdalnej pracy.

**Wykres 2.2 Przedsiębiorstwa posiadające dostęp do łącza szerokopasmowego (2017-2021)**



Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS (GUS, 2021).

Zalety kompleksowego oraz zintegrowanego wykorzystania przez przedsiębiorstwa technologii to wsparcie procesów biznesowych, tworzenie nowoczesnych miejsc pracy oraz elastyczność rynku pracy (m. in. dzięki możliwości pracy zdalnej). Ostatecznie, dzięki wzrostowi konkurencyjności przedsiębiorstw, również miasta stają się konkurencyjne – nabywają zdolność wykorzystania technologii w ramach własnej działalności samodzielnie lub dzięki współpracy z innowacyjnymi przedsiębiorstwami. Sprawna i nowoczesna ICT wpływa na rozpowszechnienie informacji na temat prowadzonej działalności, nie tylko w obrębie najbliższego otoczenia, ale również na arenie międzynarodowej. Przedsiębiorstwa coraz częściej wykorzystują nowoczesne kanały komunikacyjne, dzięki którym skutecznie trafiają i współpracują ze swoimi odbiorcami. Do mediów społecznościowych wykorzystywanych przez przedsiębiorstwa można podzielić według funkcji jakie pełnią na: blogi, portale społecznościowe, projekty zborowe, społeczności skupione wokół treści (np. YouTube), wirtualne światy społeczne oraz wirtualne światy gier (Bojanowska, 2018). Przedsiębiorstwa podejmują również bezpośrednią współpracę z sektorem ICT w celu utworzenia dedykowanego oprogramowania wspomagającego przepływ informacji, procesy produkcyjne, zarządzanie wewnętrzną dokumentacją lub służącego do kontaktów z klientami. Sprawdzone przez przedsiębiorstwa rozwiązania, które zapewniają przeprowadzenie pewnych procesów całkowicie w sposób elektroniczny, są wdrażane również w sektorze publicznym (Smalec i Gracz, 2015). Firmy takie jak Asseco czy Comarch dostosowały swoje produkty i usługi do potrzeb administracji publicznej i są obecnie jednymi z największych prywatnych dostawców oprogramowania w ramach zarządzania elektronicznym obiegiem dokumentów oraz elektronicznych podpisów.

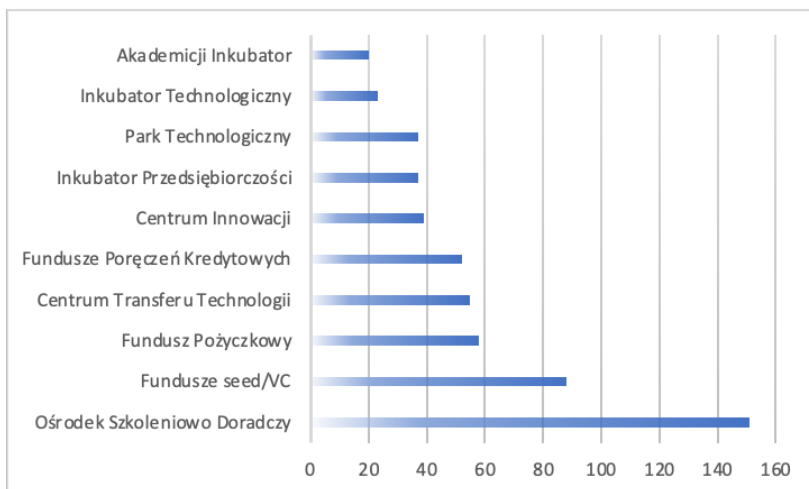
W strukturze przedsiębiorstw w Polsce dominuje sektor MŚP (małych i średnich przedsiębiorstw), stanowi on 99,8% wszystkich przedsiębiorstw (Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, 2021). Oznacza to, że sektor ten w największym stopniu przyczynia się do generowania dochodów dla administracji publicznej, co zaś powinno stymulować miasto do działań poprawiających warunki działalności gospodarczej prowadzonej na małą skalę. Jednocześnie, coraz częściej to właśnie niewielkie lokalne przedsiębiorstwa stanowią o aspektach kulturowych danego miasta, promują lokalne produkty oraz wzornictwo i sztukę charakterystyczną dla danego regionu. Małe przedsiębiorstwa mogą być również bardziej elastyczne pod względem sposobu, miejsca prowadzonej działalności oraz wykorzystywanej technologii, znajdując się bliżej lokalnej społeczności dostosowując ceny, asortyment oraz kanały komunikacji do specyficznych potrzeb swoich konsumentów. Wspomniana wyżej elastyczność wpisuje się w założenia związane z inteligentną gospodarką (tabela 2.2),

co stanowi dodatkowy aspekt przemawiający za koniecznością wspierania lokalnej działalności przez administrację publiczną.

Jednym z czynników rozwoju inteligentnej gospodarki jest również wspieranie przez sektor publiczny startupów m. in. poprzez dofinansowanie badań i rozwoju w zakresie Internetu rzeczy, biotechnologii, telefonii 5G, przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej i sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence, AI*). Przykładem dobrej praktyki, mającej na celu wzmocnienie sektora MŚP oraz startupów, są działania podejmowane między innymi przez rząd Korei Południowej, który przekazuje publiczne środki finansowe na rozwój startupów. Wsparcie finansowe oferują jednak nie tylko instytucje rządowe. Innym przykładem z tego samego kraju jest globalny fundusz venture capital, Angel Investment Matching Fund. Fundusz ten zbudował infrastrukturę ułatwiającą uzyskanie finansowania podmiotom sektora MŚP za pośrednictwem Koreańskiej Nowej Giełdy (KONEX), dedykowanej temu sektorowi przedsiębiorstw. W 2012 roku dwadzieścia największych Koreańskich banków ustanowiło organizację zwaną *Banks Foundation for Young Entrepreneurs* uruchamiając centrum współpracy i mentoringu dla początkujących przedsiębiorców w obszarze technologii (OECD, 2016).

W Polsce natomiast ośrodki innowacji i przedsiębiorczości rozwijają się od początku lat 90. XX wieku (Wojewnik-Filipkowska, Szczepaniak i Zamojska, 2019). Ich dynamiczny rozwój nastąpił jednak dopiero dzięki dostępności środków z funduszy strukturalnych UE w pierwszym (2004–2006) i drugim (2007–2013) okresie programowym. Trzeci okres programowy (2014–2020), skoncentrowany był między innymi na ustabilizowanie i wzmocnienie pozycji rynkowej centrów przedsiębiorczości. W 2018 roku w Polsce funkcjonowały 442 ośrodki aktywnie wspierające rozwój innowacyjności i przedsiębiorczości (Bąkowski i Mażewska, 2018). Na wykresie 2.3 przedstawiono rodzaje ośrodków innowacji występujących w Polsce.

### Wykres 2.3 Rodzaje i liczba ośrodków innowacyjności i przedsiębiorczości w Polsce (2018)



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Bąłowski i Mażewska, 2018).

W Polsce w 2018 roku najwięcej ośrodków innowacji koncentrowało się na prowadzeniu specjalistycznych szkoleń oraz doradztwie. Miasta, które posiadają tego typu ośrodki, pozwalające mieszkańcom na rozwój swoich umiejętności, mogą dodatkowo brać udział w grantach, w których jednym z kryteriów jest wspieranie działalności na rzecz poszerzania wiedzy mieszkańców. Udział wydatków na badania i rozwój w 2018 roku wynosił 1,03% PKB Polski, celem rządu było jednak osiągnięcie poziomu 1,7% PKB w 2020 roku, co ostatecznie osiągnięto z nadwyżką, ponieważ udział ten wyniósł w 2020 roku 2,3%. Te założenia mają swoje uzasadnienie w statystykach, według których odsetek innowacyjnych jednostek sektora MŚP, podejmujących współpracę międzynarodową w obszarze B+R, jest w Polsce niemal pięciokrotnie niższy niż przeciętnie w UE (Święcicki, 2019). Jednocześnie warto zaznaczyć, że Polski rząd oferował wsparcie działalności badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw na wszystkich etapach tworzenia nowoczesnych rozwiązań. Do instrumentów zachęcających przedsiębiorstwa oraz startupy należały m.in. dotacje bezpośrednie lub wsparcie funduszy europejskich, gwarancje oraz ulgi i preferencyjne stawki podatkowe. Polska w roku 2020 znajdowała się na 40 miejscu w rankingu *Doing Business* opracowanym przez Bank Światowy na 190 krajów poddanych ocenie. Mimo zadowalającej pozycji stanowi to spadek trzeci rok z rzędu (w roku 2019 Polska zajmowała 33 miejsce, natomiast w 2018 – 28 miejsce). Ranking uwzględnia 10 kryteriów, takich jak procedury otwarcia firmy, ochronę udziałowców mniejszościowych czy płacenie podatków i opracowywany jest na podstawie badań ankietowych prowadzonych wśród ekspertów, prawników, doradców biznesowych oraz przedstawicieli administracji publicznej (A World Bank, 2019).



Szansą na rozwój przedsiębiorstw może okazać się czwarta rewolucja przemysłowa (*Industry 4.0*). Termin ten oznacza zmianę w sposobie generowania innowacji – to przejście z produkcji maszynowej na produkcję cyfrową (Oztemel i Gursev, 2020). Jednocześnie zatem, skoro *smart economy* jest jednym z wymiarów *smart city*, to i koncepcja *smart city* będzie się zmieniała – od koncentracji na samej technologii (*smart city 1.0*), po zdefiniowanie potrzeb (*smart city 2.0*), włączenie mieszkańców w proces podejmowanie decyzji (*smart city 3.0*), aż po wykorzystanie danych oraz dobrych praktyk w celu zwiększenia skuteczności i efektywności podejmowanych działań (*smart city 4.0*). W odniesieniu do przemysłu można zaobserwować podobne zmiany, gdzie po automatyzacji (*industry 1.0*) nastąpiła masowa produkcja (*industry 2.0*), następnie komputeryzacja (*industry 3.0*), aż do konstruowania rzeczywistych obiektów i czujników działających poprzez dostęp do sieci (*industry 4.0*) (Kiss i Muha, 2018). Miasta, które są właściwie zarządzane, elastycznie reagują na dynamicznie zmieniające się uwarunkowania, mają większą szansę na osiągnięcie sukcesu. Adaptacja nowoczesnej technologii, udostępnianie zebranych danych i współpraca lokalnej administracji z obywatelami może poprawić atrakcyjność miasta, zaufanie do włodarzy oraz przyspieszyć rozwój sektora innowacji. Firmy takie jak Cisco i IBM posiadają programy, projekty i metodyki promujące integrację i łączenie technologii w nowoczesnych środowiskach przemysłowych i miejskich (Lee i Yun, 2019). Rozwój inteligentnego miasta związany jest zatem z integracją działalności podejmowanych przez lokalną administrację publiczną i przedsiębiorstwa, z uwzględnieniem ich możliwości organizacyjnych. Takie podejście pozwoli na realizację innowacyjnych projektów i programów, które będą wspierać gospodarczy rozwój inteligentnego miasta.

Z powyższych rozważań wynika, iż inteligentnej gospodarki nie można oddzielić od innych czynników, takich jak otwarta na rozwój lokalna administracja, współpracujące społeczeństwo i środowisko naturalne oraz wspierająca infrastruktura technologiczna. Wymiar inteligentnej gospodarki odgrywa istotną rolę we wdrażaniu koncepcji inteligentnego miasta. Jest źródłem konkurencyjności miasta nie tylko w środowisku regionalnym, ale również na arenie krajowej i międzynarodowej. Podejmowanie przez miasto działań sprzyjających rozwojowi przedsiębiorstw i przedsiębiorczości przyczynia się do powstawania innowacji, nowych miejsc pracy dla mieszkańców oraz poprawia wizerunek ekonomiczny miasta. Wreszcie, elastyczny rynek pracy i zdolność do gospodarczej transformacji to czynniki budujące inteligentną gospodarkę miasta.

### 2.3 Inteligentne życie (*smart living*)

Inteligentne życie to kolejny element sześciowymiarowej koncepcji *smart city*, który koncentruje się na zarządzaniu prowadzącym do poprawy jakości życia w mieście (Kencono i Iqbal, 2021). Wymiar inteligentnego życia utożsamiany jest z poziomem bezpieczeństwa, zapewnieniem większego dostępu do specjalistycznych usług medycznych oraz modernizacją infrastruktury, w szczególności poprzez eliminację barier związanych z dostępnością i podejmowaniem odpowiednich działań w odpowiedzi na zjawisko starzenia się społeczeństwa (Sikora-Fernandez i Stawasz, 2016). Siłą sprawczą tego wymiaru jest uwzględnienie dobra mieszkańców „mierzonego” poczuciem szczęścia, komfortu, niezależności, budowania satysfakcjonujących relacji społecznych oraz przynależności w kontekście kulturowym, społecznym i środowiskowym (World Health Organization, 2012). *Smart living* może być również rozpatrywane w kontekście *urban living*, którego założeniem jest tworzenie przestrzeni do współpracy, inspiracji i rozwoju w celu planowania, testowania oraz tworzenia nowych produktów, usług i procesów, które mają służyć poprawie poziomu zadowolenia z życia w danym mieście oraz podnoszeniu umiejętności mieszkańców (Bień, Jarczewski i Piziak, 2020). Takie podejście sprzyja osiągnięciu przez miasta spójności społecznej, co stanowi kolejne założenie inteligentnego życia. Obejmuje również przyjazne otoczenie, co oznacza zdolność do zapewnienia dostępu do usług publicznych, infrastruktury technicznej, wysokiego poziomu kultury oraz godnych warunków mieszkalnych i edukacyjnych (Orłowski, 2019). W odniesieniu do omawianego wymiaru wyodrębnić można kilka głównych obszarów działania oraz wskaźników oceny ich realizacji przez miasta – ich zestawienie przedstawiono w tabeli 2.3.

**Tabela 2.3 Obszary i wskaźniki inteligentnego życia**

Obszary	Wskaźniki
<b>Kultura i dobre warunki życia</b>	Indeks Giniego Rankingowa jakość życia Inwestycje w kulturę Przestępczość
<b>Bezpieczeństwo</b>	Inteligentne zapobieganie przestępczości Indywidualna historia medyczna

<b>Obszary</b>	<b>Wskaźniki</b>
<b>Zdrowie</b>	Długość życia (mierzona między innymi poprzez poziom zanieczyszczenia powietrza w mieście oraz dostępność do przyjaznych środowisku środków transportu)

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Kencono i Iqbal, 2021).*

Idea inteligentnego życia stanowi dla lokalnej administracji zachętę do podejmowania decyzji, które przyciągają do miasta nowych mieszkańców oraz sprawiają, iż dotychczasowym obywatelom żyje się wygodniej. Powstają zatem nowe ośrodki kultury, placówki oświatowe oraz atrakcje turystyczne. Miasto sprzyjające osiedlaniu się to takie, które charakteryzuje się wysokim poziomem dostępności do służby zdrowia oraz infrastrukturą miejską dostosowaną do potrzeb osób z niepełnosprawnościami oraz dla seniorów.

Poza aspektami społecznymi, ważną rolę odgrywa w tym wymiarze technologia. Monitoring miejski służący poprawie bezpieczeństwa publicznego oraz indywidualnego, dostęp do bezprzewodowej sieci w kluczowych miejscach miasta, które służą spotkaniom mieszkańców czy nowoczesna architektura wyposażona w czujniki redukujące zużycie energii oraz wody to czynniki, które poprawiają komfort życia w danym mieście. Nowoczesne technologie zmniejszają koszty operacyjne utrzymania infrastruktury publicznej, przyczyniają się do zmiany stylu życia mieszkańców na bardziej przyjazny dla środowiska oraz zapewniają lepszy standard życia np. dzięki systemom inteligentnych budynków. Technologia zatem to istotny czynnik inteligentnego życia w inteligentnym mieście, ponieważ koncentruje się na ułatwianiu wykonywania codziennych czynności w bardziej zrównoważony sposób dzięki połączeniu doświadczenia wypracowanego przez przedsiębiorstwa, rzeczywistych potrzeb zgłaszanych przez mieszkańców oraz działania lokalnej administracji publicznej w celu wprowadzania zmian (Gerlitz, 2015).

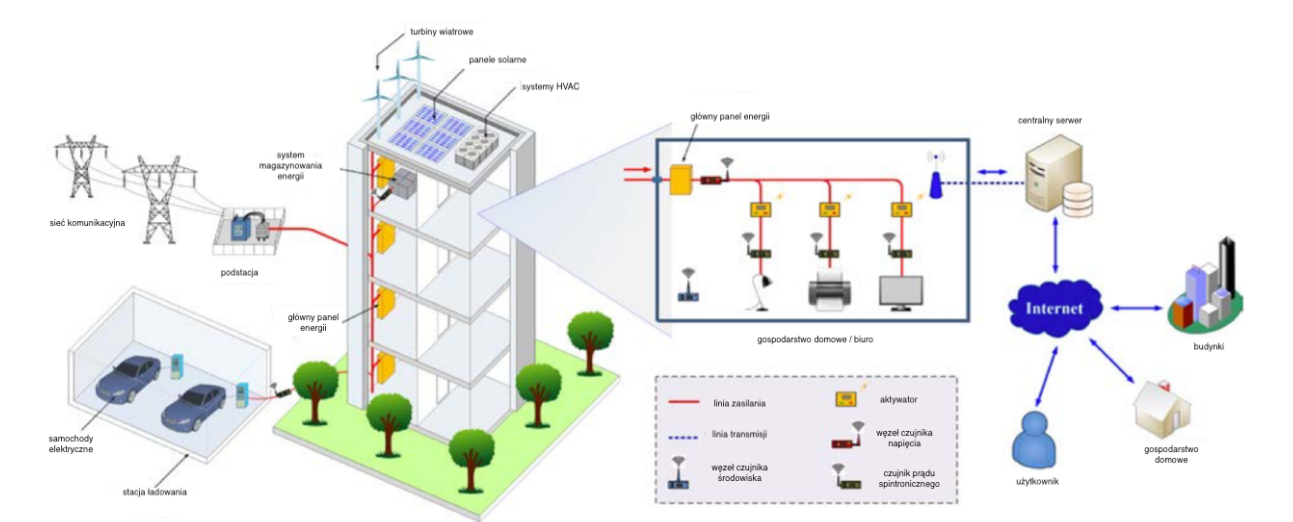
Zastosowanie jednak nawet najbardziej innowacyjnych technologii, które rzeczywiście przyczyniają się do poprawy niektórych aspektów codziennego życia może okazać się bezwartościowe, jeżeli obywatele nie mają zaufania do administracji publicznej, jako organu inicjującego dane przedsięwzięcie. Badania przeprowadzone przez naukowców w Dubaju wykazały, iż korzystanie przez mieszkańców z wdrożonych przez rząd rozwiązań zależy od zastosowania podejścia, w którym to obywatele określają potrzeby, które zostają oceniane oraz ostatecznie wdrażane do przestrzeni miejskiej. Władze Dubaju wychodzą z założenia, że instytucje rządowe działają dla ludzi, nie tylko dla ustanawiania przepisów oraz ich egzekwowania, co ich zdaniem wpływa na poczucie szczęścia oraz satysfakcję mieszkańców z życia w danym miejscu (Kalra, 2019).

Rosnące wymagania dotyczące jakości życia oraz rosnąca presja na działania proekologiczne zapoczątkowały reformę społeczną na rzecz bardziej inteligentnego stylu życia. *Smart living* postrzegane jest jako współczesny styl życia, który zapewnia bardziej efektywne zużycie energii, lepszą opiekę zdrowotną i wyższy standard usług dzięki integracji zaawansowanych technologii informacyjno-komunikacyjnych. W odpowiedzi na wskazane oczekiwania, ważnym wydaje się uwzględnienie aspektów związanych z technologią inteligentnego wykrywania, możliwością przetwarzania oraz analizy dużych zbiorów danych, które stają się zjawiskiem wszechobecnym, jak również przygotowania się na konieczność transformacji procesów decyzyjnych na bardziej inteligentne (Perera, Zaslavsky, Christen i Georgakopoulos, 2014). Internet rzeczy (*Internet of Things, IoT*) poprzez połączenie dużej liczby rozproszonych fizycznych obiektów z Internetem, wspiera inteligentne życie. Liczne czujniki, przekazują między sobą sygnały wszędzie i przez cały czas, zbierając określone informacje na dużą skalę. Systemy monitorowania i zarządzania, umieszczone w budynkach lokalnej administracji miejskiej, pozwalają na dynamiczne reagowanie i aktualizowanie urządzeń (ww. czujników), które są rozmieszczone w różnych miejscach w mieście. Platformy IoT bazujące na bezprzewodowej sieci czujników (*Wireless Sensor Network, WSN*) stanowią coraz bardziej powszechne rozwiązanie w nowoczesnych systemach monitorowania. Przewiduje się, że w miastach na całym świecie liczba czujników służących różnego rodzaju zastosowaniom przekroczy 20 bln w 2022 roku, a do 2030 roku liczba ta wzrośnie do 100 bln (Bogue, 2014).

Podstawowym czynnikiem inteligentnego życia jest urbanistyka i architektura miejska. Budynki zabudowy jednorodzinnej, mieszkania komunalne oraz wielkoskalarne obiekty komercyjne, które polegają, na „kompleksowym rozwoju danego obszaru, włączając w to inwestycje w zakresie nieruchomości i infrastruktury” stanowią jedno z głównych wyznaczników standardu życia w danym mieście (Wojewnik-Filipkowska, 2010). Miasto posiadające nowoczesną infrastrukturę techniczną (energetyka, komunikacja, układ wodno-sanitarny) i społeczną (układ społeczny obejmujący m.in. naukę, oświatę, kulturę oraz układ instytucjonalny dotyczący porządku publicznego i administracji) stanowi atrakcyjne miejsce dla mieszkańców oraz inwestorów (Wojewnik-Filipkowska, 2008), chociaż duże aglomeracje stanowią największy sektor energochłonny (Shaikh, Nor, Nallagownden, Elamvazuthi i Ibrahim, 2014). Znaczna część całkowitego zużycia energii jest pochłaniana przez różnego rodzaju urządzenia elektryczne, takie jak systemy HVAC (*Heating, Ventilation and Air-Conditioning* – ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja), oświetlenie, windy i inne urządzenia elektryczne służące do wykonywania codziennych czynności (Gassmann, 2001).

Brak świadomości na temat skali niepotrzebnego zużycia energii oraz konsekwencje, jakie za sobą niosą powoduje marnowanie nawet do 10% całkowitego zużycia energii używanej w budynkach, na przykład przez pozostawienie wielu urządzeń podłączonych do zasilania w trybie czuwania (Lattanzi, Dromedari i Freschi, 2018). Zatem, jednym z głównych wyzwań w konstrukcji inteligentnych budynków (*smart building*) jest zmniejszenie całkowitego zużycia energii i śladu węglowego bez wpływu na zmniejszenie komfortu życia. Rozwiązaniem dla inteligentnych budynków w inteligentnym mieście jest monitorowanie zużycia energii przez każde urządzenie w czasie rzeczywistym. Takie działania mają na celu rozpoznanie ilości zużycia energii oraz kontrolowanie jej optymalnego poziomu w sposób zdalny, niezakłócający codziennego życia mieszkańców. Dodatkowym elementem kontroli zużycia energii mogą być założenia umowne przyjęte przez dostawców energii w porozumieniu z lokalną administracją publiczną, którzy badają indywidualne wzorce zużycia energii w mieszkaniach komunalnych. Rozwiązania te umożliwiają sporządzenie odpowiedniego planu wykorzystania energii zależnie od jej ceny lub proponowanie płatności motywacyjnych mających na celu przesunięcie obciążenia z okresów szczytu na okres mniejszego zużycia. Ma to pozwolić na uniknięcie sytuacji zagrożenia równowagi systemu elektroenergetycznego (U.S. Department of Energy, 2006). Na rysunku 2.2 przedstawiono inteligentny system zarządzania energią dla budynków obsługiwanych przez mierniki oraz technologię IoT. System ten składa się z dwóch głównych elementów: podsystemu monitorowania i podsystemu sterowania.

**Rysunek 2.2** Struktura systemu monitorowania energii dla inteligentnego budynku



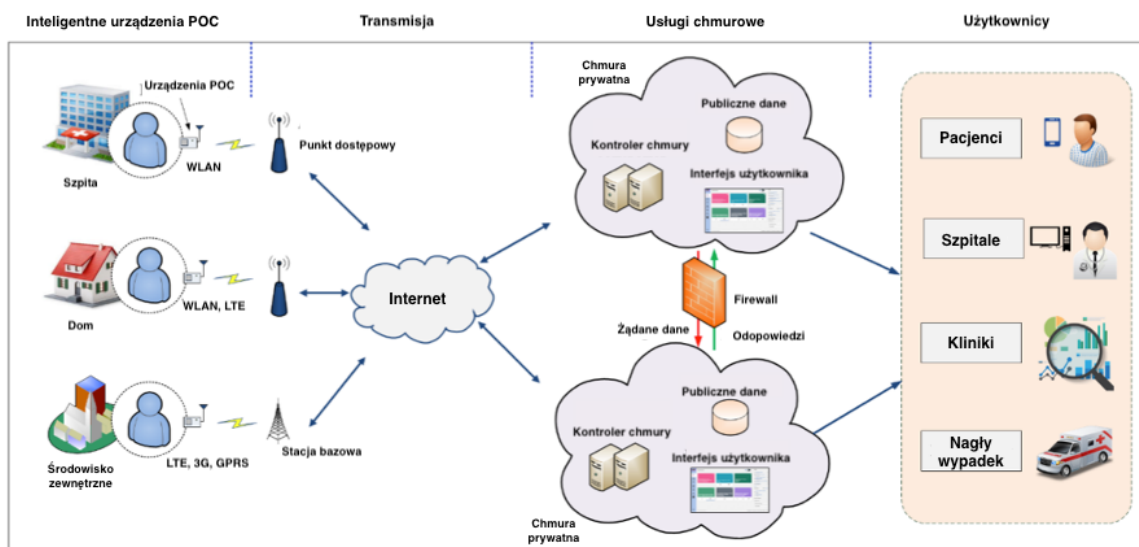
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Xuyang, Lam, Zhu i Zheng, 2019).

Na WSN składają się zestawy liczników energii rozmieszczonych w budynku. Miernik mocy składający się z czujników napięcia jest wykorzystywany w liniach elektroenergetycznych do pomiaru zużywanej energii przez każde urządzenie lub sprzęt (Xuyang, Lam, Zhu i Zheng,

2019). Dane gromadzone przez mierniki energii i czujniki środowiskowe mogą być bezprzewodowo przesyłane do punktu dostępowego WSN zlokalizowanego w tym samym budynku, a następnie przekazywane do centralnego serwera za pośrednictwem interfejsu linii przesyłowej. Centralny serwer jest odpowiedzialny za agregację, przetwarzanie i przechowywanie danych. Dzięki odpowiednio zaprojektowanemu graficznemu interfejsowi użytkownika, mieszkańcy mogą uzyskać dostęp do informacji na temat poziomu zużytej energii (tj. włączania/wyłączania/czuwania) każdego posiadanego urządzenia za pośrednictwem przeglądarki internetowej. Indywidualne monitorowanie przez użytkowników poziomu zużycia energii w swoim mieszkaniu lub domu przyczynia się do zmniejszenia ogólnego zużycia energii na poziomie od 5 do 20% w skali roku (Wei i Li, 2011).

Kolejnym obszarem wymiaru *smart living* jest inteligentna opieka zdrowotna (*smart healthcare*) rozumiana w kontekście technologicznym jako systemy diagnozy zdrowia. Jednym z głównych wyzwań świata w ostatniej dekadzie jest wzrost liczby ludności oraz zjawisko starzenia się społeczeństwa. Konieczność zapewnienia wysokiej jakości opieki zdrowotnej dla szybko rosnącej populacji, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów stanowi wyzwanie nie tylko dla małych miast (Alemdar i Ersoy, 2010). Rozwiązaniem wspomagającym działania w tym zakresie mogą być technologie zorientowane na indywidualnych potrzebach pacjenta (*person-centred care*, PCC). Cechą charakterystyczną PCC jest partnerstwo między pacjentami, a świadczeniodawcami w celu zwiększenia aktywnego, codziennego zaangażowania w celu szybszego i bardziej skutecznego reagowania na zdarzenia związane ze zdrowiem. Tego rodzaju rozwiązania nie wymagają bezpośredniego kontaktu czy wizyt w centrach medycznych, lecz zapewniają realizowanie ich z wykorzystaniem technologii. Stanowią sposób obniżenia kosztów opieki zdrowotnej i poprawy jej wydajności. Rządy wielu krajów na świecie podjęły inicjatywy polegające na inwestycji w technologie pozwalającą walczyć z takimi zagrożeniami jak zmiany demograficzne, rosnące nierówności społeczne i kulturowe oraz większe oczekiwania zdrowotne. Wraz ze wzrostem liczby osób starszych w populacji, wielu z przewlekłymi i złożonymi schorzeniami, kluczowe znaczenie ma wdrażanie systemów kompleksowej diagnostyki i monitorowania efektów podjętych działań, zwłaszcza w krajach o dużej liczbie ludności lub na obszarach wiejskich znacznie oddalonych od centrum (Dyb, Berntsen i Kvam, 2021). Wszechstronny system diagnostyczny wymaga połączenia inteligentnych przenośnych bioczuJNIKÓW, technologii sieciowych oraz ICT. Przykładowy schemat funkcjonowania takiego systemu przedstawiono na rysunku 2.3.

**Rysunek 2.3 Struktura systemu diagnozy zdrowia**



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Wan i inni, 2013).

Schemat przedstawiony na rysunku 2.3 składa się z czterech części: inteligentnych urządzeń, transmisji danych, usług w chmurze i wielu użytkowników. System opieki zdrowotnej działający w chmurze obliczeniowej udostępnia zebrane informacje jedynie autoryzowanym instytucjom współpracującym z dostawcami opisywanych rozwiązań, które na ich podstawie mogą ocenić zarówno indywidualny stan zdrowia danego pacjenta, jak również wskazać wzorce dla całej grupy zamieszkującej dany obszar. W ten sposób zdarzenia zagrażające życiu można wykryć i kontrolować na wczesnym etapie. Ponadto usługi w chmurze mogą również zapewnić wgląd w przebieg choroby, proces rehabilitacji i efekt podjętej terapii (Wan i inni, 2013).

Zapewnienie inteligentnego życia mieszkańcom miasta może zostać osiągnięte poprzez świadome działania podejmowane w kierunku wdrażania technologii poprawiającej jakość życia obywateli. Celem wdrażania założeń idei *smart city* jest zwiększenie dostępności i efektywności dóbr publicznych oraz poprawa poziomu jakości życia i zadowolenia mieszkańców. Inteligentne budownictwo mieszkaniowe oraz biznesowe, inteligentny transport, inteligentna opieka zdrowotna, wysokiej jakości usługi publiczne stanowią tylko kilka przykładów wspierających wizję inteligentnego życia (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari i Ayyash, 2015). Nie istnieje uniwersalne rozwiązanie dla wszystkich miast. Wdrożone narzędzia powinny być dostosowane do specyficznych potrzeb obywateli przy uwzględnieniu dostępnych środków finansowych, pozwalających na ich implementację i możliwościach, jakie zapewnia środowisko.

## 2.4 Inteligentne współzarządzanie (*smart governance*)

Idea inteligentnego współzarządzania odgrywa kluczową rolę w dyskursie na temat inteligentnych miast. Inteligentne współzarządzanie rozumiane jest jako zdolność do efektywnego i otwartego funkcjonowania administracji publicznej, która podejmuje decyzje z uwzględnieniem opinii mieszkańców oraz zapewnia im dostęp do kluczowych usług (Shan, Duan, Zhang, Zhang i Li, 2021). Koncepcja Uniwersytetu Wiedeńskiego natomiast zakłada, iż zarządzanie w inteligentnym mieście odnosi się do czynnego udziału interesariuszy w procesie podejmowania decyzji. Istotna jest w tym ujęciu również transparentność oraz jakość świadczonych usług dla mieszkańców (Giffinger, Fertner, Kramer i Pichler-Milanović, 2007). Zarządzanie w sposób inteligentny definiowane jest również jako umiejętność nawiązywania partnerstwa z innymi miastami oraz włączanie interesariuszy w proces podejmowania decyzji (Alonso i Castro, 2016). Pojęcie *smart governance* jest jednocześnie powszechnie stosowane do określania sposobu zarządzania nie tylko w odniesieniu do rządu ale również do jednostek lokalnych takich jak JST. Definiowanie *smart governance* jako otwartość lokalnej administracji na współpracę z interesariuszami oznacza zdolność do stosowania inteligentnych i adaptowalnych rozwiązań związanych z poprawą efektywności podejmowanych decyzji bez względu na zmieniające się otoczenie (Scholl i Alawadhi, 2016).

Nieodzownym atrybutem tego wymiaru jest zdolność do korzystania z technologii ICT. Estevez i Janowski (2013) wskazują, iż podstawą do stwierdzenia, czy miasto jest zarządzane w sposób inteligentny, jest poziom jego technologicznego zaawansowania w takich obszarach jak *electronic government* oraz *electronic governance*, powszechnie nazywane e-administracją (*e-government*) i e-rządzeniem (*e-governance*). Technologie ICT są uznawane za czynnik niezbędny dla rozwoju efektywnego systemu eksploracji danych przez administrację publiczną oraz inteligentnego podejmowania decyzji. Administracja publiczna na całym świecie stoi przed wyzwaniem, by stać się bardziej innowacyjna, jednocześnie redukując koszty i podnosząc skuteczność działania, postępując w sposób integrujący wszystkie sfery funkcjonowania miasta i angażując interesariuszy w rozwiązywanie nie tylko problemów społecznych, ale w proces podejmowania decyzji w mieście. Administracja działająca w myśl założeń o transformacji cyfrowej, czyli wdrażająca technologię do przestrzeni publicznej, ma na celu (Janowski, Estevez i Baguma, 2018):

- poprawę wydajności i efektywności działań sektora publicznego, w tym w szczególności w zakresie świadczenia usług mieszkańcom,



- przekształcenie funkcji rządowej z tradycyjnej administracji publicznej, na zarządzanie zorientowane na obywatela,
- zwiększenie przejrzystości i otwartości,
- ograniczenie korupcji.

Transformacja cyfrowa w znaczącym stopniu zmienia model zarządzania miastem oraz świadczenia usług przez organy administracji publicznej (Sobczak i Ziora, 2021). Transformacja ta napotyka jednak wiele barier i ograniczeń, z którymi muszą mierzyć się współczesne samorządy. Sektor publiczny charakteryzuje się tym, iż każda zmiana, jaką miasto planuje, musi mieć swoje uzasadnienie w uwarunkowaniach prawnych, środowiskowych i społecznych (Sadowy, 2008). Ww. trudności dotyczą w szczególności:

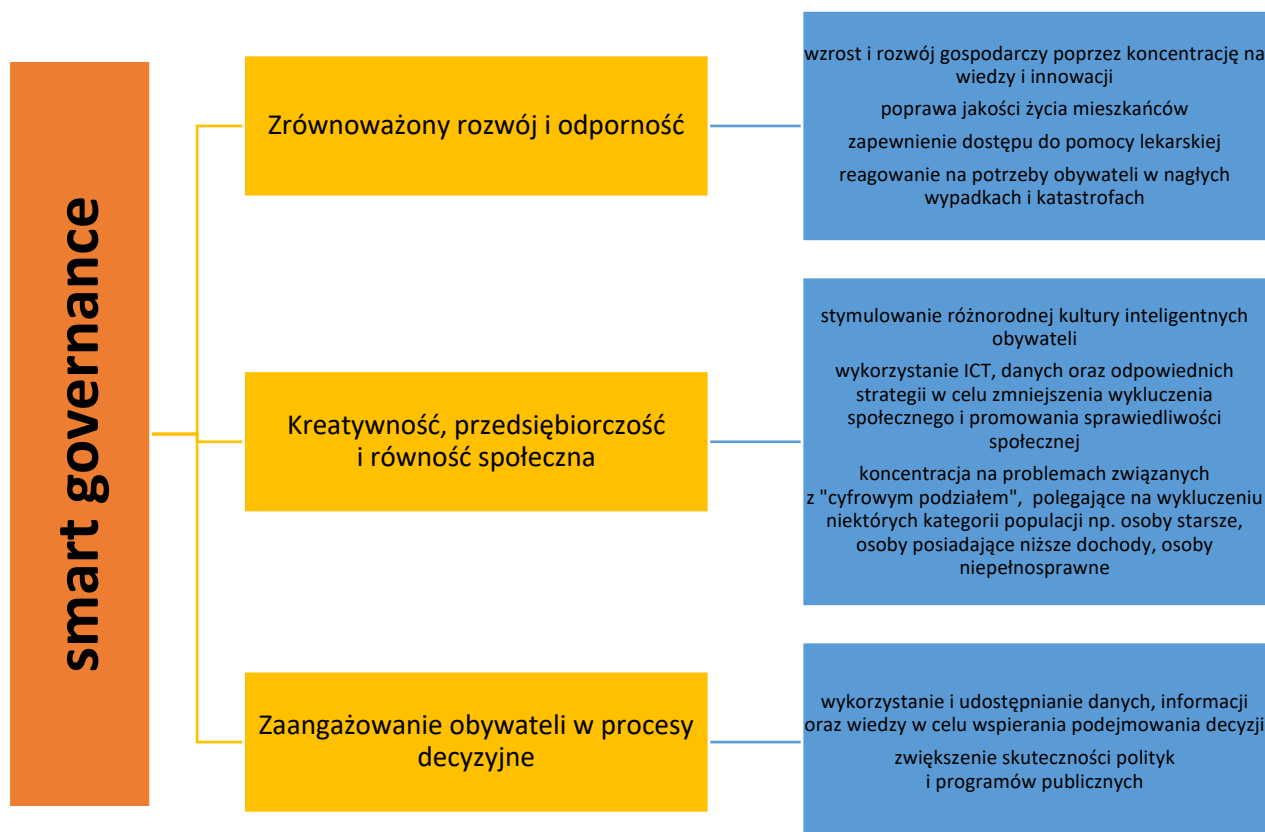
- braku podstawy prawnej do podejmowania niektórych inicjatyw,
- braku spójności polityk miejskich,
- braku odpowiedniej infrastruktury technicznej,
- niewspółmiernego stosunku kosztu do korzyści (braku efektywności ekonomicznej podejmowanych inicjatyw),
- braku zdolności innowacyjnej.

Popularnym obecnie podejściem stało się definiowanie w planach strategicznych założeń odnoszących się do inicjatyw związanych z e-administracją. Nowe strategie koncentrują się głównie wokół trzech „generatorów” wartości: wydajności administracyjnej oraz interoperacyjności, poprawy usług i koncentracji na obywatelach. Ważnym czynnikiem, który determinuje administrację publiczną do podejmowania inwestycji w technologię, jest dążenie do poprawy wydajności procesów oraz personelu, redukcji kosztów i zmniejszenia asymetrii informacji. W szczególności, wymiana informacji jest kluczowym czynnikiem poprawy wydajności organizacyjnej, zmniejszenia kosztów, skuteczności przyjętych polityk, rozliczalności i otwartości (Schedler, Guenduez i Frischknecht, 2019). Coraz ważniejsza rola jaką pełnią obywatele oraz ich coraz większe zainteresowanie współpracą z organami administracji publicznej są kluczowym komponentem modelu inteligentnego zarządzania. W tym modelu nawiązywanie aktywnego dialogu przyczynia się do ograniczenia wymienionych trudności. Wpływa to na podejmowanie lepszych (skuteczniejszych i efektywniejszych) decyzji, w tym związanych z rozwiązywaniem kompleksowych problemów społecznych, i rozszerzenie sieci zainteresowanych stron.

Inteligentne współzarządzanie oznacza zdolność i jednocześnie konieczność podejmowania ww. inwestycji w nowe technologie oraz tym samym identyfikowanie korzyści

płynących z innowacyjnych strategii. Otwarcie jednostki na innowacyjne strategie i inwestowanie w technologie pozwala na budowanie zrównoważonych, adaptowalnych i zwinnych struktur wewnętrznych miasta, które charakteryzują się umiejętnością przewidywania niektórych zdarzeń na podstawie analizy dostępnych informacji (Gil-Garcia, Helbig i Ojo, 2014). Na rysunku 2.4 przedstawiono trzy kluczowe obszary rozwoju miasta w wymiarze *smart governance*.

**Rysunek 2.4 Obszary inteligentnego zarządzania**



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Gil-Garcia, Helbig i Ojo, 2014).

Inteligentne współzarządzanie jest skoncentrowane na tworzeniu środowiska sprzyjającego współpracy. Można też zauważyć zmiany w zakresie inteligentnego zarządzania, a w szczególności w ww. transformacji technologicznej. Obejmuje ona kolejne etapy, tj.: *e-government*, *smart government*, *smart governance*, aż po *smart city governance*. W tabeli 2.4 przedstawiono elementy charakterystyczne dla ww. etapów oraz odpowiadające im wskaźniki pomiaru poziomu wdrożenia inteligentnego zarządzania.

**Tabela 2.4 Etapy rozwoju inteligentnego zarządzania**

Etapy	Definicja	Wskaźniki
<i>E-government</i>	Wdrożenie ICT w organizacjach rządowych	Wydajność administracji; Interoperacyjność;

<b>Etapy</b>	<b>Definicja</b>	<b>Wskaźniki</b>
	w celu osiągnięcia wydajności administracyjnej i interoperacyjności, poprawy usług i koncentracji na obywatelach.	Ulepszenie oferowanych usług; Centralizacja obywateli; Nacisk na przejrzystość i zaufanie do rządu.
<b><i>Smart government</i></b>	Inicjatywy mające na celu integrację ICT w podejmowanych działaniach, procesach i relacjach z innymi interesariuszami.	Proces decyzyjny skoncentrowany na uczestnictwie; Wykorzystanie wzrostu popularności mediów społecznościowych; Wewnętrzna transformacja wspierana przez ICT.
<b><i>Smart governance</i></b>	Zdolność do stosowania technologii cyfrowych i inteligentnych działań w przetwarzaniu informacji i podejmowaniu decyzji.	Kształtowanie polityki opartej na danych i dowodach; Otwarte, bazujące na współpracy formy zarządzania; Transformacja wspierana przez ICT (wewnętrzna i społeczna).
<b><i>Smart city governance</i></b>	Forma inteligentnego zarządzania, polegająca na przyznaniu zainteresowanym stronom (w szczególności obywatelom) praw decyzyjnych oraz umożliwieniu im uczestnictwa w skutecznych i wydajnych procesach decyzyjnych w celu poprawy jakości życia w miastach.	Współpraca, udział obywateli i dowody oparte na danych; Poprawa jakości życia w miastach.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Pereira, Parycek, Falco i Kleinhaus, 2018).*

Przedstawione w tabeli 2.4 etapy przyczyniły się do współczesnego pojmowania inteligentnego zarządzania. Znajomość cech inteligentnego zarządzania, etapów i odpowiadających im mierników może służyć lepszemu dostosowaniu podejmowanych działań w danym mieście do oczekiwań konkretnych mieszkańców. Cyfrowa ewolucja, jaka dotknęła sektor administracji publicznej, stanowi wyzwanie dla tego sektora ze względu na biurokratyczny charakter administracji publicznej. Transformacja wiąże się również ze znacznymi kosztami oraz niejednokrotnie kompleksowymi inwestycjami w nową infrastrukturę techniczną. Inteligentne współzarządzanie stanowi jednak kluczowy wymiar wdrażania koncepcji *smart city*, ponieważ władza, od której zależy kierunek rozwoju miasta, ma w tym wymiarze największy wpływ. Wymiar ten stanowi jednocześnie fundament dla wszystkich pozostałych wymiarów. To wymiar, w którym następuje integracja informacji, na podstawie których podejmowane są decyzje wpływające na kształtowanie wartości przestrzeni publicznej (Pereira, Luna-Reyes i Gil-Garcia, 2020).

## 2.5 Inteligentna mobilność (*smart mobility*)

Inteligentna mobilność w ogólnym znaczeniu dotyczy zdolności do efektywnego podróżowania. Sama wizja efektywnego podróżowania wywodzi się od koncepcji konwencjonalnej mobilności, w której podróż odnosi się do ponoszonych kosztów i czasu poświęconego na dotarcie do celu, które należy optymalizować (Barraj i Attalah, 2018). To ujęcie konwencjonalnej mobilności (*conventional mobility*) odnosi się do skali makroekonomicznej, nie uwzględniając indywidualnych potrzeb miast. Następnie można wyróżnić fazę zastosowania zasad zrównoważonej mobilności (*sustainable mobility*), obejmującej w skali globalnej wpływ transportu na aspekty społeczne, środowiskowe i klimatyczne (Litman, 2013). Kolejna faza rozwoju i współczesnego postrzegania inteligentnej mobilności uwzględnia czynnik ludzki. Człowiek wywiera bowiem wpływ na rozwój infrastruktury transportowej oraz na stosowane w tym obszarze technologie. Takie podejście doprowadziło do powstania modelu *city as a place*, zgodnie z którym efektywny system transportowy powinien być w pierwszej kolejności poddawany pilotażowi na niewielkiej przestrzeni, aby lepiej dostosować go do środowiska miejskiego (Papa i Lauwers, 2015). System transportowy oznacza w szerokim rozumieniu *całokształt zagadnień technicznych, organizacyjnych, ekonomicznych i prawnych, które występują w procesie współdziałania poszczególnych gałęzi transportu i określają charakter głównych zależności oraz związków pomiędzy transportem a innymi dziedzinami gospodarki narodowej* (Krukowski, 2017).

Ostatecznie, dzięki inicjatywom rozwoju transportu podejmowanym w ramach inteligentnych miast powstało pojęcie *smart mobility*, związane z wykorzystywaniem innowacyjnych rozwiązań w celu poprawy dostępności oraz jakości usług transportowych w mieście. Na rysunku 2.5 przedstawiono kolejne fazy rozwoju koncepcji związanych z miejską mobilnością.

### Rysunek 2.5 Ewolucja zarządzania transportem w inteligentnym mieście



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Papa i Lauwers, 2015).

Inteligentny transport, przedstawiony na rysunku 2.5 jako współczesna forma zarządzania mobilnością, polega przede wszystkim na wykorzystaniu nowoczesnych technologii w pojazdach, infrastrukturze i systemach wspierających. Celem zastosowania technologii w obszarze *smart mobility* jest w głównej mierze:

- zmniejszenie zanieczyszczenia,
- ograniczenie zatorów komunikacyjnych,
- zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców,
- zmniejszenie poziomu hałasu,
- zmniejszenie kosztów transferu,
- zwiększenie punktualności.

Realizacja ww. celów możliwa jest m. in. dzięki temu, że inteligentne systemy transportu integrują transport multimodalny w mieście, łącząc różne rodzaje środków transportu, mobilność indywidualną z transportem współdzielonym oraz zbiorowym (Dell’Era, Altuna i Verganti, 2018).

Technologie w omawianym obszarze umożliwiają planowanie w czasie rzeczywistym, dostęp do otwartych danych o natężeniu ruchu czy indywidualną obsługę klienta. Wobec dynamicznie rozwijających się systemów transportu, istotna jest współpraca z użytkownikami na każdym etapie projektowania nowych rozwiązań. Jednocześnie, stosowane technologie muszą odpowiadać na zmieniające się potrzeby wynikające ze zmiany stylu życia i muszą być bardziej przyjazne dla środowiska. W bazie dobrych praktyk, w której gromadzone są opisy przedstawiające projekty realizowane przez miasta w różnych obszarach ich funkcjonowania można znaleźć przykłady innowacyjnych inicjatyw, które miały na celu zaspokojenie potrzeb

społeczności miejskiej i zwiększenie efektywności transportu publicznego (Związek Miast Polskich, 2022). Efektywność transportu publicznego jest pojęciem o charakterze systemowym, bowiem wymaga zaangażowania różnych podmiotów w celu zapewnienia bezpiecznej i zrównoważonej mobilności (Zapolskytė, Burinskienė i Trépanier, 2020). Przykładem innowacyjnych usług mobilnych może być *bike-sharing*, czyli współdzielone korzystanie z rowerów przez mieszkańców miasta. Liczba rowerów elektrycznych na całym świecie rośnie. Świadczyć o tym może zwiększająca się liczba rowerów elektrycznych eksportowanych oraz importowanych do Unii Europejskiej (UE). W roku 2020 UE wyeksportowała prawie 274 tys. rowerów elektrycznych, a sprowadzała ponad 839 tys., co stanowiło 19% wzrost w stosunku do roku 2019 (Eurostat, 2022). Jest to efekt m. in. zmian klimatycznych, które są szeroko dyskutowane w mediach, co skutkuje zmianami sposobu wykonywania codziennych czynności. Przyczyną zmian w wyborze środka transportu są również rosnące ceny ropy. Czynnikiem, który w znaczącym stopniu przyczynia się do rozwoju alternatywnych środków transportu przyjaznych środowisku jest kultura, zwyczaje, styl życia. Liczba osób poruszających się rowerem do pracy w krajach skandynawskich, gdzie polityka i infrastruktura rowerowa są już niemal doskonale rozwinięte, utrzymuje się na stałym poziomie już od piętnastu lat (Şimşekoğlu, 2019). Odpowiednio dostosowane przepisy regulujące sposób poruszania się po mieście, gdzie pierwszeństwo mają głównie rowerzyści oraz odpowiednia infrastruktura, ułatwiająca poruszanie się rowerem nawet po głównych drogach, przyczynia się do zmiany przyzwyczajeń. Ten przykład pokazuje, w jaki sposób nawet lokalne samorządy mogą kreować nowe nawyki w stosunku do mieszkańców (Florea i Tomaszewska, 2018). Wśród innowacyjnych projektów związanych z rowerami miejskimi wymienić można projekt *Copenhagen Wheel* zainicjowany przez *Senseable City Lab* działającym przy *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Badacze z MIT opracowali elektroniczny rower hybrydowy posiadający wbudowane czujniki, które przesyłają informacje na temat zanieczyszczenia powietrza w czasie rzeczywistym. Rower posiada również funkcję samoregeneracji opartej na produkcji energii rozproszonej podczas jazdy na rowerze oraz hamowania. Dodatkowo, rower jest w stanie zbierać dane o zatorach i warunkach drogowych dzięki wbudowanej technologii GPS (SENSEable City Lab, 2022).

W obliczu dynamicznego rozwoju miast, spowodowanego urbanizacją oraz globalizacją, powszechnym problemem staje się optymalizacja pod względem kosztu i czasu oraz skuteczna organizacja publicznego transportu miejskiego. Trudności spowodowane dużą liczbą osób wybierających samochód jako jedyny sposób komunikacji, prowadzą do zatorów w godzinach szczytu, które uniemożliwiają mieszkańcom miast sprawne dotarcie do miejsca

zamieszkania oraz przyczyniają się do zwiększenia zanieczyszczenia powietrza. Centrum miasta staje się coraz mniej pożądanym miejscem do życia, a mieszkańcy osiedlają się w bardziej spokojnych okolicach, co pogłębia efekt suburbanizacji. Inteligentny system mobilności, w świetle przedstawionych problemów, obejmuje obecnie każdy rodzaj transportu, co sprzyja powstawaniu innowacyjnych rozwiązań wspomagających ten obszar. Wiele inicjatyw koncentruje się w głównej mierze na analizie danych zebranych z różnych urządzeń wbudowanych w środki transportu. Takie rozwiązania mają wspomóc ww. optymalizację transportu publicznego w mieście i zmniejszenie ruchu indywidualnego (Dudycz i Piątkowski, 2018). W tabeli 2.5 przedstawiono zbiór rozwiązań technologicznych pochodzących z rozwiniętych pod względem transportu miast na świecie.

**Tabela 2.5 Inteligentne rozwiązania w obszarze *smart mobility***

<b>Rozwiązanie</b>	<b>Opis</b>	<b>Korzyści</b>
<b>London datastore (Londyn)</b>	Darmowy, otwarty portal wymiany danych, w którym każdy może uzyskać dostęp o danych na temat stolicy, w tym danych na temat transportu.	Stymulacja rozwoju nowych produktów i usług – powstało ponad 450 aplikacji transportowych.
<b>Santander Cycles (Londyn)</b>	Wypożyczalnia rowerów publicznych.	Ponad 750 stacji dokujących.
<b>Countdown service</b>	Informacje o przyjeździe autobusów mieszkańcom w czasie rzeczywistym.	Zapewnienie informacji przy użyciu najnowocześniejszej automatycznej lokalizacji pojazdu, na temat czasu przyjazdu, zakłócenia usług oraz aktualizacji rozkładów.
<b>Legible London</b>	System wyszukiwania drogi dla pieszych.	Dane dotyczące sposobu poruszania pozwalają określić najczęściej wybierane ścieżki, tym samym mogą przyczynić się do lepszego planowania przestrzeni miejskiej.

<b>Rozwiązanie</b>	<b>Opis</b>	<b>Korzyści</b>
<b>SFpark</b>	Organizacja ruchu poprzez pomoc kierowcom w znalezieniu miejsca parkingowego.	Szybkie znalezienie miejsca parkingowego. Zachęcanie kierowców do parkowania w miejscach mniej użytkowanych.
<b>MuniMobile</b>	Aplikacja ułatwiająca poruszanie się po mieście środkami transportu publicznego.	Pozwala na korzystanie z wielu taryf za przejazdy kolejną np. jednodniowe, dwudniowe itd.
<b>Mass Rapid Transit (MRT) (Singapur)</b>	W pełni zautomatyzowany podziemny pociąg bez maszynisty, wspomagany technologią, która pozwala na wyświetlanie czasu przyjazdu na stację.	Dostarcza osobom dojeżdżającym informacji w celu optymalizacji planu podróży.
<b>Contactless e-Purse Application Standard (CEPAS) (Singapur)</b>	Krajowy standard, który umożliwia wydawcom kart dostęp do zintegrowanych usług płatniczych, które obsługują usługi transportu publicznego (np. MRT). Dzięki złożonym algorytmom, za przejazd pobierane są indywidualne opłaty uzależnione od liczby przejechanych przystanków.	Informacje są udostępniane pozwalając na analizę wzorców dojazdów do pracy.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Dudycz i Piątkowski, 2018).*

Poza wymienionymi w tabeli 2.5 aplikacjami oraz rozwiązaniami technologicznymi ułatwiającymi korzystanie z transportu publicznego oraz wspomagającym ruch pieszy, ważnym aspektem w obszarze inteligentnej mobilności są autonomiczne pojazdy. Rozwiązanie to w dalszym ciągu budzi wiele kontrowersji, jednak dynamiczny postęp w badaniach nad sztuczną inteligencją prowadzi do coraz lepszych efektów. Obecnie wiele pojazdów posiada już w standardzie mechanizmy pozwalające reagować na wykryte zagrożenia takie jak systemy ACC (*Adaptative Cruise Control*), które samoczynnie hamują pojazd lub pozwalają



na utrzymanie dystansu za samochodem jadącym z przodu (Zielińska i Sadowski, 2020). Pozwala to na zwiększenie bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego (Gkartzonikas i Gkritza, 2019). Dodatkowo, coraz powszechniejszy staje się wybór samochodów hybrydowych lub całkowicie elektrycznych. W pierwszym kwartale 2021 roku liczba zarejestrowanych pojazdów elektrycznych i hybrydowych w Polsce wynosiła ponad 25 tys. (Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców, 2022), w marcu 2022 roku liczba ta wyniosła już ponad 38 tys. (Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, 2022). Do takich zmian przyczyniają się m.in. liczne inicjatywy podejmowane przez miasta, które starają się zachęcić mieszkańców do wyboru bardziej ekologicznych środków transportu oraz oferowane przez rząd dofinansowanie do zakupu elektrycznego pojazdu. Niektóre miasta w Europie, takie jak Berlin czy Paryż zdecydowały się na całkowity zakaz wjazdu do centrum pojazdom z napędem spalinowym. Takie działania znacząco wpływają na zmniejszenie poziomu zanieczyszczenia powietrza w mieście oraz poprawę jakości życia jego mieszkańców między innymi z uwagi na mniejszy hałas (Nanaki, 2021). Do czynników wpływających na akceptację autonomicznych pojazdów zaliczyć można:

- obawy związane z bezpieczeństwem,
- cena inwestycji w pojazdy autonomiczne,
- cyberbezpieczeństwo i związana z nim prywatność danych,
- brak gotowości społeczeństwa do korzystania z technologii bazującej na sztucznej inteligencji,
- brak regulacji prawnych,
- konieczność tworzenia i wdrażania cyfrowych platform mapowania miasta z łatwymi do aktualizacji funkcjami.

Aby korzystanie z autonomicznych pojazdów było bezpieczne konieczna jest modernizacja autostrad i arterii komunikacyjnej. Wiąże się to z koniecznością inwestycji w inteligentne rozwiązania technologiczne służące do konstrukcji znaków drogowych i sygnalizacji świetlnej, które zapewnią ich rozpoznanie przez urządzenia wbudowane w pojazdach. Koniecznością jest również zapewnienie widoczności oznaczeń pasów drogowych, optymalizacja skrzyżowań oraz modernizacja przejść dla pieszych oraz parkingów (Putnam, Kováčová i Valášková, 2019).

Jak wynika z powyższych rozważań, inteligentna mobilność charakteryzuje się wieloma innowacyjnymi rozwiązaniami, które m. in. zwiększają przepustowość i wydajność usług transportu publicznego. Wdrażanie narzędzi technologicznych wpływa nie tylko na poprawę

jakości życia obywateli, ale także na wzrost atrakcyjności gospodarczej miasta. Miasta, które szukają inspirujących pomysłów mogą czerpać wiedzę z dobrych praktyk i doświadczeń wypracowanych przez inne miasta, w których takie rozwiązania są już rozwinięte oraz nieustannie doskonalone.

## **2.6 Inteligentne środowisko (*smart environment*)**

Istotą inteligentnego środowiska jest zapewnienie atrakcyjności otoczenia, mierzonego poziomem zanieczyszczenia powietrza, aktywnością proekologiczną, dostępną przestrzenią zieloną oraz odpowiednimi metodami zarządzania zasobami (Sikora-Fernandez i Stawasz, 2016), które obejmuje wydłużanie cyklu życia produktów, stosowanie technologii bezodpadowych, logistykę zwrotów czy przemianę odpadów w produkty (Burchart-Korol, 2016). Inteligentne środowisko definiowane jest także jako zastosowanie innowacji w celu rozwiązywania problemów związanych między innymi ze zmianami klimatycznymi, gospodarką odpadami oraz reagowaniem na klęski żywiołowe. Inteligentne czujniki środowiska zintegrowane z technologią IoT mogą zapewnić nową koncepcję zbierania danych, wykrywania i monitorowania zjawisk w zmieniającym się otoczeniu (Ahmed i Yousef, 2019). Wreszcie, definicja inteligentnego środowiska odnosi się do fizycznego obszaru, który dzięki wyposażeniu go w odpowiednie urządzenia jest w stanie reagować na działania użytkowników w sposób ułatwiający im osiągnięcie założonego celu (Davani, Shirehjini i Daraei, 2018). Każde ujęcie inteligentnego środowiska związane jest z poprawą warunków środowiska naturalnego oraz wykorzystania technologii w celu poprawy jakości życia mieszkańców.

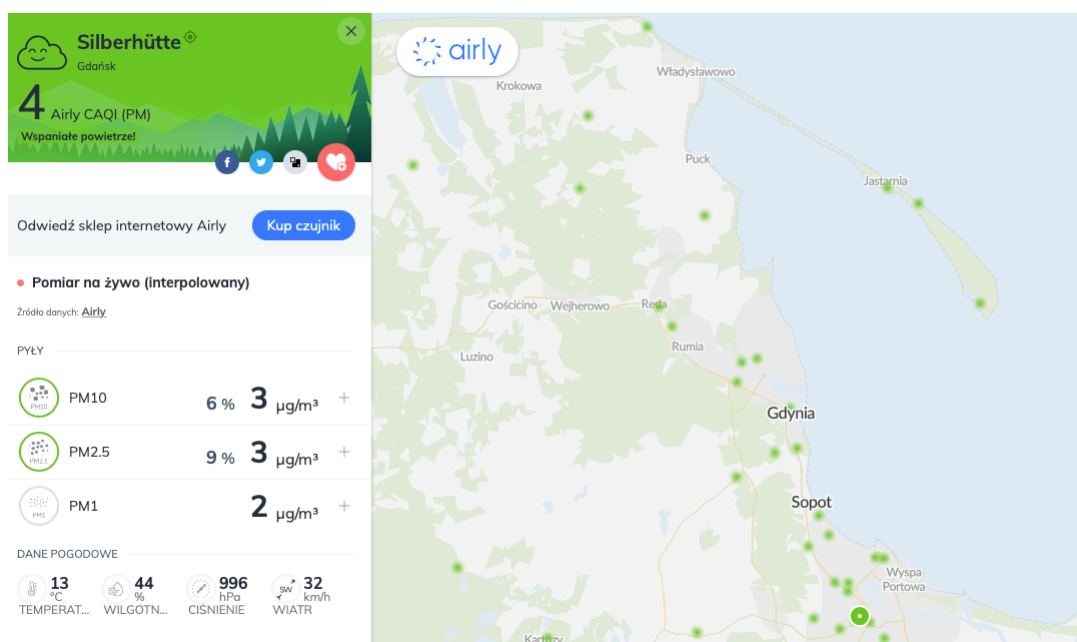
Głównym wyzwaniem w omawianym wymiarze miasta inteligentnego jest podejmowanie decyzji dotyczących wyboru odpowiednich urządzeń, które zapewniają wzajemną integrację realizacji projektów. Każda wdrożona zmiana w systemie powinna umożliwić poprawne działanie już istniejących urządzeń. Wybrane rozwiązania technologiczne powinny też zapewniać autonomiczne, proaktywne i płynne dostosowanie urządzeń do zmieniającego się środowiska. Brak odpowiednio zaprojektowanej technologii, która posiadałaby właściwości pozwalające na dopasowanie do zmieniających się uwarunkowań, uniemożliwia dalsze doskonalenie istniejącej infrastruktury. Wówczas, tworzenie aplikacji łączących czujniki, roboty i inne inteligentne rzeczy pozostanie niewykonalne, ponieważ wymagałoby przeprogramowania oraz ciągłej konserwacji i nadzoru podczas każdej modyfikacji, w tym również związanej ze zmieniającymi się preferencjami. Nowoczesne rozwiązania technologiczne pozwalają ograniczyć ryzyko popełnienia błędów podczas

modernizacji istniejącej infrastruktury, zastępując ją systemami uczącymi się rozpoznawać, które działania najlepiej odpowiadają aktualnej sytuacji (Bacciu i inni, 2019).

Transformacja środowiska, która dokonuje się w wyniku urbanizacji, generuje skutki w postaci nadmiernego zużycia zasobów naturalnych i energii, emisji gazów do atmosfery oraz rosnącej ilości odpadów. Szacuje się, że miasta zużywają obecnie około 75% światowej energii i generują 70% globalnej emisji CO<sub>2</sub>, a ilości te nieustannie rosną (Global Carbon Project, 2020). Wzrastająca intensywność zużywania zasobów miejskich i wpływ na zmiany klimatu to jedne z najważniejszych wyzwań dla rozwoju inteligentnych miast. Działania, jakie lokalne samorządy są w stanie podejmować celem odpowiedzi na wymienione zagrożenia względem środowiska miejskiego, mogą być rozpatrywane w odniesieniu do dwóch perspektyw. Pierwsza obejmuje energię odnawialną, kontrolę poziomu zanieczyszczenia powietrza, zielone budynki oraz recykling. Druga związana jest z siecią miejską, zarządzaniem odpadami komunalnymi poprzez wykorzystanie czujników, instalacją ekologicznego oświetlenia ulic, monitorowaniem zużycia wody (Alvear, Calafate, Cano i Manzoni, 2018).

Współczesnym trendem w obszarze *smart environment* jest propagowanie zachowań ekologicznych oraz zaangażowanie nowoczesnej technologii w działaniach na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Jednym z przykładów zastosowania technologii do poszerzenia świadomości mieszkańców na temat niekorzystnego oddziaływania wybranych czynników na środowisko naturalne jest umieszczanie w przestrzeni miejskiej tablic informujących o poziomie zanieczyszczenia powietrza. Ocena jakości powietrza bazuje głównie na statycznych stacjach monitorowania. Większość miast w Polsce takich jak Gdańsk, Kraków, Wrocław czy Łódź, które są wyposażone w czujniki pomiaru zanieczyszczenia, posiadają co najmniej jedną taką stację. Proces monitorowania szkodliwych gazów (CO, CO<sub>2</sub>, ozon) polega głównie na reakcji pierwiastków chemicznych, które reagują na obecność tych substancji w atmosferze, podczas gdy obserwacja cząstek zawieszonych (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) odnosi się do procedur wykrywania optycznego. Informacje zbierane przez czujniki są przesyłane do centralnego serwera w czasie rzeczywistym pozwalając na bieżące przetwarzanie i monitorowanie uzyskanych w ten sposób danych (Alvear, Calafate, Cano i Manzoni, 2018). Rysunek 2.6 przedstawia jedną z przykładowych, stale aktualizowanych, wizualizacji danych dotyczących zanieczyszczenia powietrza dostępnych na witrynie internetowej dostawcy czujników.

## Rysunek 2.6 Monitorowanie jakości powietrza w Gdańsku (2022)



Źródło: (Airly, 2022).

Kolejnym wyzwaniem dla miast jest zagospodarowanie odpadów. Inteligentny system gospodarki odpadami pozwala na wysyłanie informacji w czasie rzeczywistym na temat stanu wypełnienia pojemników do odpowiedniej organizacji. Takie działania mają na celu zoptymalizowanie ścieżek poruszania się pojazdów wywożących śmieci, ograniczając jednocześnie emisję spalin. Niektóre firmy, takie jak Cisco, zawarły umowy partnerskie z miastami (np. Barcelona), w celu wdrożenia platformy cyfrowej IoT City. Inicjatywa ta obejmuje inteligentny monitoring odpadów, polegający na umieszczeniu czujników zintegrowanych z City Digital Platform w pojemnikach na odpady. Czujniki przesyłają dane do konsoli umieszczonej w budynku urzędu miejskiego pozwalając niemal natychmiast reagować na niekorzystne sygnały (Cisco, 2021). Innym przykładem zintegrowanego inteligentnego systemu zbierania odpadów jest pojemnik na odpady zasilany energią słoneczną, wyposażony w moduł Wi-Fi. Inicjatywy inteligentnych miast polegające na udostępnieniu publicznych hotspotów Wi-Fi są bardzo kosztowne. Dzięki inteligentnym pojemnikom z Wi-Fi miasta mogą uruchamiać punkty dostępu, wykorzystując energię słoneczną już zgromadzoną przez pojemnik. Przykładem wdrożenia tego typu rozwiązań jest Sharjah w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, gdzie zainstalowano dziesięć zasilanych energią słoneczną dużych pojemników na odpady, wyposażonych w urządzenia Wi-Fi (Ahmed i Yousef, 2019).

Ostatnim przykładem działań podejmowanych w ramach inteligentnego środowiska jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Sektor bioenergii dynamicznie się rozwija, przede

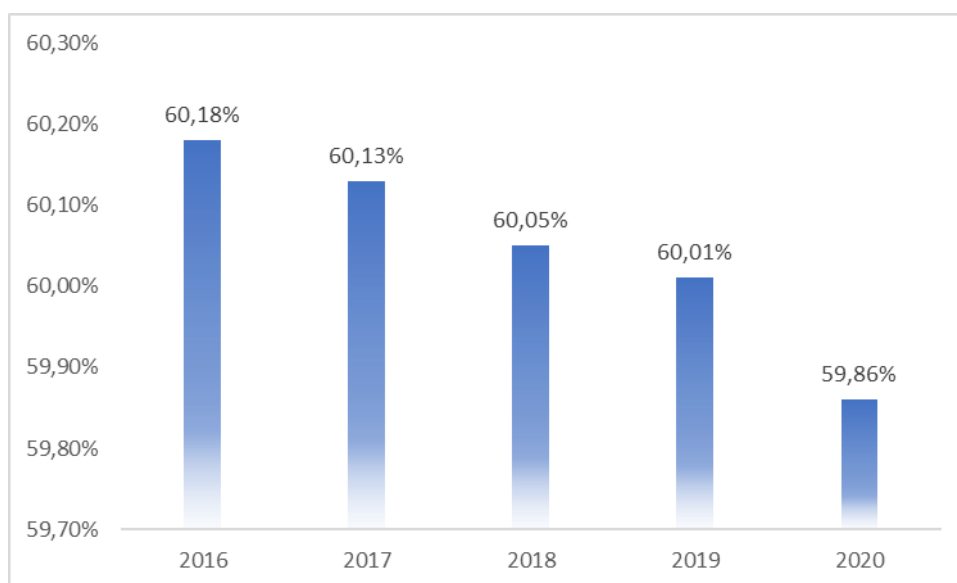
wszystkim dlatego, że jest uważany za „czyste” źródło energii, które może przynieść znaczną poprawę jakości środowiska (Popescu i Luca, 2017). Inwestycja miasta w odnawialne źródła energii przyczynia się również do wzrostu gospodarczego (Pirlogea i Cicea, 2011). Jednym z rosnących wyzwań wobec zmieniającej się rzeczywistości miejskiej jest zapewnienie takiej ilości energii elektrycznej, która zaspokoi realne zapotrzebowanie. Rozwiązaniem może okazać się zastąpienie paliw kopalnianych biopaliwami. Bioenergia jest wytwarzana z biomasy. Gdy biomasa jest w trakcie produkcji, pochłania dwutlenek węgla z powietrza. Następnie dwutlenek węgla jest uwalniany do atmosfery, podczas gdy biomasa jest poddawana procesowi spalania. Proces wchłaniania i uwalniania dwutlenku węgla z atmosfery i do atmosfery jest zatem nieprzerwany w ramach wytwarzania bioenergii, co prowadzi do utrzymania tego samego poziomu węgla w środowisku (Cicea, Marinescu i Pintilie, 2019). Technologie związane z produkcją biopaliwa intensywnie ewoluowały, stając się największym źródłem energii odnawialnej na świecie pod względem zużycia i produkcji. Wykorzystanie oraz popularyzacja bioenergii przyczynią się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, zapobiegając tym samym globalnemu ociepleniu (Bindra, Sharma i Khan, 2017).

Wymiar inteligentnego środowiska charakteryzuje się znaczącą rolą wykorzystania IoT w monitorowaniu codziennych zjawisk. Wykorzystanie technologii w omawianym obszarze polega na instalacji czujników do pomiaru jakości powietrza, kontroli zużycia wody i energii oraz monitorowania poziomu przepełnienia pojemników na odpady. Odpowiednie wykorzystanie technologii w przestrzeni miejskiej może skutkować efektywniejszym zapobieganiem, ale i reagowaniem na skutki zmian klimatycznych, w tym klęski żywiołowe czy katastrofy naturalne. Wdrożenie nowoczesnych rozwiązań wiąże się z koniecznością posiadania specjalistycznej wiedzy na temat zarządzania danymi, bezpieczeństwa oraz różnego rodzaju systemów środowiskowych. Wszystkie wymienione narzędzia i rozwiązania przyczyniają się do poprawy jakości życia w mieście oraz mogą wpływać pozytywnie na propagowanie wśród mieszkańców postaw proekologicznych, co jest nieodłącznym czynnikiem rozwoju wymiaru inteligentnego środowiska.

## **2.7 Inteligentni ludzie (*smart people*)**

Niewątpliwie największą wartością inteligentnego miasta są jego mieszkańcy. To ich wiedza, doświadczenie oraz chęć współpracy warunkują w wielu przypadkach powodzenie podejmowanych inicjatyw. W polskich miastach zamieszkuje obecnie około 60% całego społeczeństwa (wykres 2.4) (GUS, 2021).

**Wykres 2.4 Ludność w miastach w Polsce jako procent ogółu ludności (2016-2020)**



Źródło: opracowanie własne na podstawie (GUS, 2021).

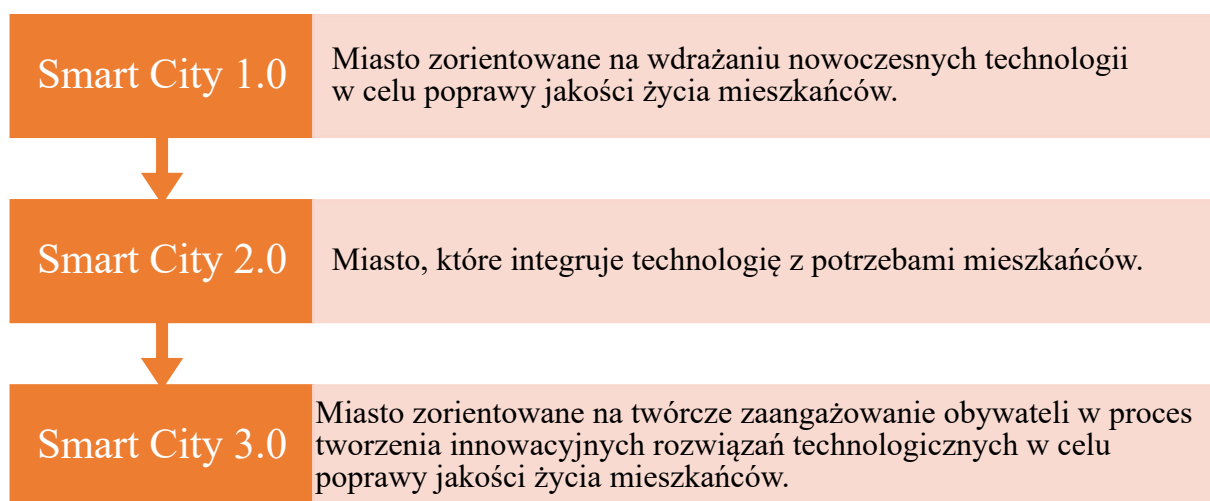
To sprawia, iż przestarzała infrastruktura miejska staje się jeszcze bardziej przeciążona i przestaje odpowiadać na potrzeby jej mieszkańców. Co więcej, koncentracja na potrzebach obywatela często nie jest przez miasta w wystarczającym stopniu realizowana. Potencjał i kreatywność nowych mieszkańców nie są wykorzystywane na przykład w procesie tworzenia polityk miejskich czy rozwiązań, które mają zaspokajać ich potrzeby. Zamiast tego odgrywają oni rolę testerów, użytkowników i konsumentów, a nie występują jako potencjalne źródło i użytkownicy innowacji. Koncepcja *smart city* została spopularyzowana w dyskursach politycznych w miastach, które mimo, iż biorą pod uwagę potrzeby mieszkańców, zwykle są opracowywane oraz wdrażane przez instytucje samodzielnie, bez udziału obywateli. Jednak, aby podejmowane działania miały charakter długotrwałych działań, które istotnie wpłyną na poprawę jakości życia i będą umożliwiały generowanie przychodów, niezbędne jest włączanie inteligentnych, wykształconych, utalentowanych oraz reprezentujących różne warstwy społeczne obywateli (Cravero, 2020). Koncentracja na środowisku miejskim, w aspekcie wyłącznie nowoczesnej technologii nie stanowi rozwiązania problemów miasta – konieczny jest aktywny udział mieszkańców. Partycypacja społeczna kreowana przez lokalną administrację publiczną ma na celu wzbudzenie poczucia przynależności mieszkańców do społeczności miejskiej poprzez ich zaangażowanie w planowanie urbanistyczne, politykę i procesy rozwojowe oraz uczestnictwo w podejmowaniu działań (Dewalska-Opitek, 2014).

Informacje dostarczane przez ludzi mogą zostać wykorzystane jako otwarte źródło danych wspomagające proces decyzyjny. Aby zidentyfikować oraz lepiej zrozumieć rzeczywiste potrzeby mieszkańców niezbędna jest współpraca wszystkich interesariuszy na każdym etapie

tworzenia projektów miejskich. Technologie sieciowe pozwalają na tworzenie różnorodnych schematów, które wyznaczają optymalne ścieżki rozwoju dzięki analizie dostępnych informacji. Wykorzystanie tego typu technologii w celu poprawy współpracy interesariuszy przyczynia się do coraz powszechniejszego stosowania sztucznej inteligencji w przestrzeni miejskiej. Rozwiązania te nie będą jednak przynosiły zadowalających efektów bez dostarczenia odpowiedniej wiedzy, norm oraz dobrych praktyk wypracowanych we współpracy z mieszkańcami (Romzek, 2018).

Strateg miejski Boyd Cohen (2016) w swoich publikacjach wskazał, opisanie wcześniej, trzy poziomy rozwoju inteligentnych miast. Czwarty poziom (opisany w tabeli 1.4) jest powszechnie stosowany od 2021 roku i odnosi się w głównej mierze do wykorzystania dobrych praktyk. Na rysunku 2.7 przedstawiono ewolucję koncepcji *smart city* z punktu widzenia znaczenia mieszkańców.

**Rysunek 2.7 Ewolucja koncepcji *smart city* według Cohen'a**



Źródło: opracowanie własne.

Trzecia generacja miast, charakteryzuje się postawą zorientowaną na mieszkańca. Istotną funkcję w kreowaniu podejścia ukierunkowanego na potrzeby obywateli pełnią samorządy, które poza zachęcaniem do korzystania z nowoczesnych technologii, powinny umożliwić mieszkańcom tworzenie własnych innowacyjnych rozwiązań. Koncentrując się na ludziach jako kluczowym czynnikiem warunkującym osiągnięcie sukcesu w dążeniu do wdrażania koncepcji *smart city*, możliwe jest definiowanie nowych form partycypacyjnego planowania i zarządzania. W podejściu tym czynniki społeczne i różnorodność kulturowa stanowią wyższą wartość niż zaawansowane technologie (Hemment i Townsend, 2013).

Zasadniczą kwestią w wymiarze inteligentni ludzie, jest znalezienie sposobu, aby zaangażować obywateli do aktywnego uczestnictwa w procesie podejmowania decyzji.

Przykładowo, miasta takie jak Cluj-Napoca w Rumunii, opracowały strategię rozwoju, która uwzględnia wspieranie kreatywności i innowacji dla inteligentnego miasta. Projekty ujęte w strategii tego miasta koncentrują się na społeczności i opierają się na zasadach partycypacyjnego systemu zarządzania. Dodatkowym celem strategicznym jest poprawa jakości życia mieszkańców dzięki wspólnemu definiowaniu i rozwiązywaniu problemów publicznych. Przykład Cluj-Napoca pokazuje, iż wdrażanie projektów, które mają przyczynić się do rozwoju inteligentnego miasta, jest możliwe do osiągnięcia jedynie włączając w ich tworzenie *smart people* (Hosu i Hosu, 2019).

Aktywne uczestnictwo obywateli w projektowaniu rozwiązań miejskich jest istotne z punktu widzenia usług inteligentnego miasta. Bez udziału mieszkańców, nowoczesne technologie nie są w stanie w odpowiedni sposób reagować na zmieniające się uwarunkowania prawne, środowiskowe i inne charakterystyczne dla codziennego życia obywateli zamieszkujących przestrzenie miejskie. Popularnym zjawiskiem jest tworzenie laboratoriów kolektywnych innowacji, gdzie dochodzi do przekształcania potrzeb społecznych na platformy usług dla mieszkańców na potrzeby tych laboratoriów, związane np. z tworzeniem aplikacji miejskich, miasta udostępniają dane publiczne, umożliwiając tym samym programistom, obywatelom i aktywistom ich ponowne wykorzystanie. Takie działania przyczyniają się do poprawy przejrzystości działań podejmowanych przez administrację publiczną oraz zwiększają zaufanie mieszkańców do lokalnych władz (Berardi i Belizario, 2019).

Wdrażanie koncepcji *smart city* jedynie przez samorządy może nie odzwierciedlać oczekiwań wszystkich interesariuszy. Przede wszystkim dotyczy to zaangażowania obywateli w proces dostosowania technologii do stylu życia mieszkańców. Miasta chcąc czerpać korzyści z technologii wdrożonej do przestrzeni publicznej, powinny rozpocząć od dialogu z mieszkańcami na temat wpływu cyfryzacji na codzienne życie. Wobec powyższego, aby zachować równowagę między zastosowaniem technologii w miastach, a bezpieczeństwem obywateli, należy w pierwszej kolejności zadbać o edukację obywateli. Propagowanie wiedzy, nie tylko na temat innowacji, ale również zapewnienie miejsca, w którym mieszkańcy mogą rozwijać swoje umiejętności i pasje oraz relacje między sobą, jest istotnym aspektem budującym wymiar *smart people*. Zdolność uczenia przez całe życie zapewnia miastu silne wsparcie ze strony mądrych mieszkańców oraz sprawia, że miasto staje się bardziej inteligentne (Łażniewska, 2019).



## 3 TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE INTELIGENTNYM MIASTEM

### 3.1 Internet rzeczy (*Internet of Things, IoT*)

Bez odpowiednich rozwiązań technologicznych wdrażanych w przestrzeni miejskiej, koncepcja *smart city* nie byłaby w stanie się rozwijać. Technologia jest głównym narzędziem realizacji celów w inteligentnym mieście, ponieważ służy nawiązywaniu współpracy, reagowaniu na zmieniające się uwarunkowania między innymi środowiskowe i klimatyczne oraz zarządzaniu administracją publiczną. Do pięciu kluczowych elementów ICT, służących do rozwoju *smart city* należą (Šiurytė i Davidavičienė, 2016):

- sieci szerokopasmowe – do konstrukcji infrastruktury pozwalającej obywatelom łączyć się ze środowiskiem biznesowym oraz administracją. Infrastruktura ta składa się z okablowania światłowodowego, miedzianego i sieci bezprzewodowych,
- inteligentne urządzenia i agenty – czujniki rozmieszczone w przestrzeni publicznej umożliwiające zarządzanie w czasie rzeczywistym, monitorowanie potencjalnych zagrożeń oraz generowanie nowej wiedzy dla lokalnego rządu,
- inteligentne przestrzenie miejskie – tworzone w celu świadczenia wyższej jakości usług oraz poprawy efektywności infrastruktury miejskiej oraz dbałości o środowisko naturalne,
- aplikacje internetowe i e-usługi, pozwalające na włączenie obywateli w prace nad nowymi produktami miejskimi oraz ich testowanie,
- otwarte dane rządowe oraz samorządowe – umożliwiają nieograniczony dostęp do danych stwarzając możliwość efektywnego ich wykorzystania.

Internet rzeczy to rozległy i rozproszony system, w którym różne obiekty oraz ludzie są połączone za pomocą „inteligentnych” technologii i Internetu (Lupton, 2019). Zastosowanie rozwiązań IoT polega na połączeniu świata fizycznego i cyfrowego poprzez wzajemną komunikację różnego rodzaju obiektów i ludzi za pomocą Internetu. Internet rzeczy ma zastosowanie w wielu obszarach takich jak *smart health*, *smart transportation*, *smart grid*<sup>2</sup> i *smart cities* (Pranav, Amanpreet, Sparsh, Mohammad i Gaurav, 2021). Era cyfrowej rzeczywistości i postęp technologiczny służą podnoszeniu wydajności i standardów świadczenia usług przez administrację publiczną. Inteligentne technologie oraz analiza danych

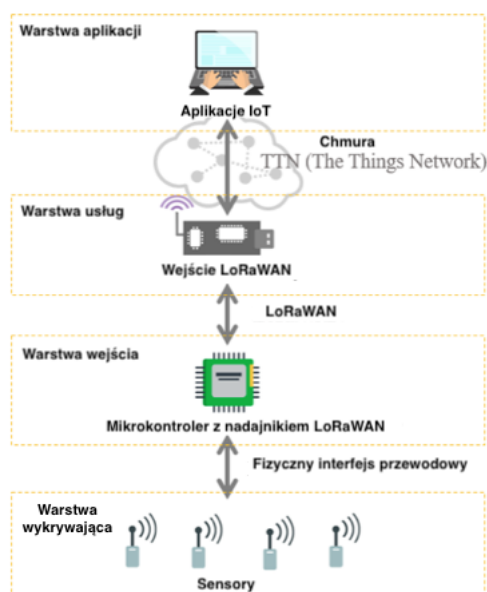
---

<sup>2</sup> Smart grid – inteligentne sieci elektroenergetyczne, które polegają na integracji uczestników rynku energii dzięki wykorzystaniu najnowszych rozwiązań technologicznych, w celu zmniejszenia kosztów i zwiększenie ogólnej wydajności systemu wytwarzania energii.

pochodzących z różnych urządzeń pozwala na rozwiązywanie różnorodnych problemów społecznych oraz wspomaga racjonalne podejmowanie decyzji. W procesie transformacji miasta w miasto inteligentne, kluczowe znaczenie ma liczba zainstalowanych w przestrzeni miejskiej urządzeń monitorujących różne obszary funkcjonowania miasta. Większa liczba czujników i kamer oznacza większy nadzór i poprawę bezpieczeństwa mieszkańców, ponieważ pozwala na obserwację zdarzeń, które zachodzą w mieście w czasie rzeczywistym (Sion, 2019).

Dzięki rozwojowi bezprzewodowych sieci w miastach pojawia się coraz więcej urządzeń, które pozwalają na monitorowanie różnych zjawisk. Sensory stosowane są między innymi do pomiaru poziomu zanieczyszczenia, poziomu hałasu, zużycia energii elektrycznej czy przepustowości miejskich dróg. Ich obecność wpływa na jakość środowiska, sprzyja poprawie relacji administracji publicznej z mieszkańcami oraz wspiera proces podejmowania decyzji, co przekłada się na zwiększenie zadowolenia z życia w danym mieście. Inteligentne liczniki należą do typowych urządzeń IoT rozmieszczonych w mieście. Klasyczny schemat przepływu informacji pomiędzy miernikiem a aplikacją pozwalającą na analizę zebranych informacji przedstawiono na rysunku 3.1.

**Rysunek 3.1 Cztery warstwy systemu mierników**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Anachkova, Domazetovska, Petreski i Gavriloski, 2021).* Każdy system monitorowania powinien składać się z czterech warstw (rysunek 3.1). Pierwsza warstwa obejmuje czujniki, które odbierają określone informacje. Kolejna warstwa to brama odpowiedzialna za uwierzytelnianie i transmisję zaszyfrowanych danych, dodatkowo zapewnia ona łączność z usługami systemu. Warstwa usługowa składa się z serwera umieszczonego w chmurze obliczeniowej odpowiedzialnego za przechowywanie gromadzonych danych.

Natomiast warstwa aplikacji zapewnia dostęp do interfejsu zaprojektowanego systemu. Użytkownicy końcowi mogą monitorować zebrane informacje oraz kontrolować działanie systemu poprzez interfejs znajdujący się w ostatniej warstwie systemu mierników. Poza przedstawionymi na rysunku 3.1 warstwami, do budowy systemu pozwalającego na monitorowanie otoczenia i zjawisk zachodzących w mieście mogą być wykorzystane inne protokoły czy platformy. Wskazana na schemacie sieć LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) stanowiąca protokół komunikacji bezprzewodowej przeznaczony do łączenia urządzeń typu IoT, pozwala na połączenie z wybraną platformą internetową w celu przeprowadzenia analizy oraz wizualizacji danych poprzez wykorzystanie takich mechanizmów jak na przykład ThingSpeak służącego do obsługi projektów IoT (Anachkova, Domazetovska, Petreski i Gavriloski, 2021).

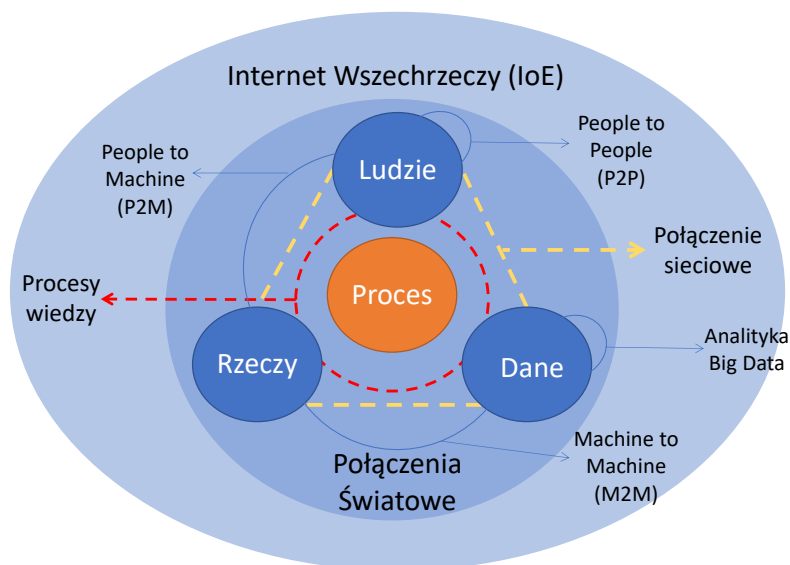
Instalacja urządzeń IoT w przestrzeni miejskiej usprawnia codzienne zadania, wpływając na rozwiązywanie problemów związanych z bezpieczeństwem, nadmiernym ruchem czy zanieczyszczeniem środowiska. Z punktu widzenia jednostek administracji samorządowej, zastosowanie czujników zużycia energii, umożliwia efektywniejsze zarządzanie energią w instytucjach użyteczności publicznej oraz mieszkaniach komunalnych. Takie działania przyczyniają się do oszczędności, dzięki którym środki finansowe mogą być wykorzystane do realizacji nowych inwestycji. Wraz z rozwojem inteligentnych aplikacji oraz technologii opartej na czujnikach, rośnie również zainteresowanie inteligentnym transportem, który wykorzystuje dostęp do Internetu w celu wyszukiwania informacji poprzez zastosowanie systemu sterowania głosem. Według prognoz do 2035 roku amerykańskie samochody z dostępem do Internetu będą stanowiły 97% całkowitej liczby zarejestrowanych pojazdów, co stwarza dużo możliwości do tworzenia innowacyjnych rozwiązań przyczyniających się do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz rozwoju turystyki (Insider Intelligence, 2021).

IoT w przestrzeni miejskiej może być wykorzystany do wspomaganie opieki zdrowotnej mieszkańców. Aplikacje bazujące na wykorzystaniu IoT ułatwiają komunikację pomiędzy lekarzami oraz pacjentami. Służą do tego systemy czujników pozwalające na zdalne dokonywanie diagnozy oraz wczesne ostrzeżenie dzięki analizie danych pochodzących z noszonych przez pacjentów urządzeń (Pranav, Amanpreet, Sparsh, Mohammad i Gaurav, 2021). Jednakże, stosowanie rozwiązań opartych na IoT, zarówno w opiece zdrowotnej, jak również w innych obszarach, w których dochodzi do przetwarzania wrażliwych danych, może prowadzić do naruszenia prywatności mieszkańców miasta. Takie ryzyko wynika z często zmieniających się rodzajów urządzeń typu IoT z punktu widzenia obszaru ich wykorzystywania (mobilności) oraz ich niejednorodności w stosunku do medium komunikacyjnego, protokołów,

platform i przedmiotów, przez które są one obsługiwane. W celu zapobiegania atakom na urządzenia IoT niezbędna jest umiejętność zastosowania niekonwencjonalnych technik bezpieczeństwa, szyfrowania, uwierzytelniania oraz kontroli dostępu i ról przypisywanych użytkownikom. Systemy IoT charakteryzują się mobilnością urządzeń oraz ograniczonymi zasobami obliczeniowymi co utrudnia stosowanie powszechnie znanych metod zabezpieczenia takich jak szyfrowanie. Protokoły szyfrowania okazują się bardzo drogie w implementacji, kiedy działają na urządzeniach typu IoT, ponieważ wiele operacji musi być wykonywanych jednocześnie czego przykładem mogą być pojazdy połączone za pomocą sieci lub małe drony. Zabezpieczenia wykorzystywane w celu poprawy bezpieczeństwa systemów IoT powinny przede wszystkim minimalizować ryzyko utraty danych. Transmisja niekompletnych lub zmodyfikowanych danych wpływa bowiem na funkcjonowanie całego systemu (Bertino, 2018).

Wraz z nieustannie rosnącą liczbą urządzeń posiadanych przez człowieka, wykorzystywanych w codziennych czynnościach życia zawodowego i osobistego, wspomagających rozwiązywanie problemów i zarządzanie, coraz powszechniejszy staje się termin Internetu wszechrzeczy (*Internet of Everything*, IoE). Pojęcie po raz pierwszy zdefiniowane zostało przez firmę Cisco w 2012 roku jako sieć, która łączy ludzi, procesy, dane i rzeczy w zapewniając im komunikację bardziej znaczącą i wartościową niż kiedykolwiek (Wrycza i Maślankowski, 2019). Internet wszechrzeczy wspiera tworzenie nowych możliwości, jak również lepiej dopasowanych oraz wyjątkowych rozwiązań ekonomicznych i społecznych wspomagających współczesne przedsiębiorstwa i społeczeństwa. Dzięki bardziej intuicyjnym połączeniom niż komunikacja polegająca na interakcji maszyna-maszyna, IoE umożliwił globalną demokratyzację umiejętności poprzez zastosowanie połączeń między maszynami i człowiekiem. Demokratyzacja rozwiązań informatycznych oznacza podejście, w którym poszczególne osoby, wydziały w strukturze organizacji lub grupy społeczne z minimalnym udziałem specjalistów ds. IT tworzą rozwiązania informatyczne dostosowane do ich codziennej pracy i potrzeb, generując w ten sposób nowe wartości dla wspólnie połączonego społeczeństwa. Ogólny schemat budowy IoE przedstawiono na rysunku 3.2.

**Rysunek 3.2 Schemat powiązań Internetu wszechrzeczy**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Costa, Oliveira i Souza, 2021).*

Procesy zachodzące pomiędzy poszczególnymi komponentami IoE (ludźmi, rzeczami oraz danymi) przyczyniają się do tworzenia nowych wartości, które zmieniają otoczenie na bardziej przyjazne ludziom, odpowiadające potrzebom społecznym oraz instytucjonalnym. Transformacja z IoT do IoE przyczynia się do generowania wiedzy w bardziej innowacyjny sposób. Dzieje się tak za sprawą odkrywania nowych interakcji w cyklach tworzenia wiedzy powstającej z połączenia informacji pochodzących od ludzi i generowanych przez urządzenia. Oparta na wiedzy strategia zarządzania miastem, technologią i artefaktami wspomagającymi podejmowanie decyzji przyczynia się do osiągnięcia korzyści ze zdolności IoE, poprzez wykorzystanie ich do świadczenia ulepszonych inteligentnych usług (Costa, Oliveira i Souza, 2021).

Urządzenia rozmieszczone w przestrzeni miejskiej, noszone na ciałach czy wbudowane w inne przedmioty zbierają olbrzymie ilości informacji. Dane te są tak zmienne (w rozumieniu częstotliwości ich napływu, jednostek miary, rodzaju informacji do których odnoszą się dane) i duże (tera-, peta-, eksa-, a nawet zettabajty danych), że w celu ich swobodnego przechowywania i przetwarzania niezbędne wydaje się być zastosowanie architektury typu *Big Data*. Takie rozwiązania stały się jednak trudne w obsłudze dla typowych zespołów informatycznych w jednostkach lokalnej administracji. Jednym z głównych wyzwań jest nieustannie rosnąca liczba urządzeń podłączonych do sieci. Przyjmuje się, iż w 2021 roku liczba ta wynosiła 22 miliony, a do 2025 roku ma ona wzrosnąć do 50 milionów urządzeń rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej, podłączonych do sieci. Dodatkowo, informacje gromadzone za pośrednictwem IoT znacznie przewyższają liczbę użytkowników posiadających

coraz częściej więcej niż jedno urządzenie połączone z Internetem (Alvarez, Leguizamón-Páez i Londoño, 2020). W celu odpowiedniej obsługi dużych zbiorów danych oraz ich zabezpieczenia, niezbędne jest poznanie aspektów charakterystycznych dla technologii *Big Data*, co pozwoli sprawnie zarządzać gromadzonymi przez miasta informacjami i zwiększy zakres wykonywanych analiz na tego rodzaju repozytoriach danych.

### **3.2 *Big Data* w zarządzaniu inteligentnym miastem**

Wykorzystanie dużych zbiorów danych (*Big Data*) w kontekście koncepcji *smart city* sprawia, że zarządzanie miastem przez samorządy staje się bardziej efektywne. Włączenie mechanizmów *Big Data* do kontekstu zarządzania miastem pozwala bowiem reagować na dynamicznie zmieniające się potrzeby mieszkańców. Dodatkowo, działania podejmowane przez lokalną administrację mogą być uzasadnione wiarygodnymi danymi wpływając w ten sposób pozytywnie na zachowanie przez nią transparentności. Eksploatacja *Big Data* przyczynia się do wspomagania funkcjonowania inteligentnych miast poprzez jednoczesne wykorzystanie cyfrowych sieci telekomunikacyjnych, wszechobecnych czujników, tagów (znaczników) i oprogramowania pozwalającego na przetwarzanie informacji wytwarzanych przez wymienione urządzenia (Gessa i Pilar, 2020). Wyzwaniem dla miast inteligentnych oraz tych, które stają na ścieżce przekształcenia w *smart city* jest zarządzanie nieustannie rosnącą ilością danych, które generowane są szybciej niż mogą być przetwarzane i analizowane. Zdolność przekształcenia gromadzonych danych w wiedzę pozwala zmaksymalizować wartość inteligentnych miast.

W literaturze wskazuje się na wiele zastosowań *Big Data* w *smart city*; w szczególności są to między innymi działania związane z (Farouk i Darwish, 2019; Wrycza i Maślankowski, 2019; Liu, Huang i Wosinski, 2017):

- poprawą efektywności usług publicznych (inteligentne systemy zarządzania) oraz informacji udostępnianych przez administrację publiczną na podstawie analizy nieformalnych konwersacji prowadzonych przez mieszkańców w mediach społecznościowych,
- tworzeniem inteligentnych systemów zarządzania ruchem poprzez wykorzystanie informacji na temat wolnych miejsc parkingowych oraz analizę tras poruszania się mieszkańców,
- zapewnieniem bezpieczeństwa publicznego na podstawie analizy zdarzeń, które mają charakter kryminalny,

- tworzeniem inteligentnych systemów zarządzania zużyciem wody oraz energii na podstawie analizy informacji pochodzących z czujników sieci, inteligentnego oświetlenia ulicznego, dystrybutorów oraz gospodarstw domowych,
- poprawą zdrowia i dobrostanu obywateli miast (inteligentne systemy opieki zdrowotnej) na podstawie analizy danych związanych z zachorowalnością, genetyką człowieka oraz określonych zachowań przejawiających się u osób prowadzących podobny styl życia,
- poprawą jakości zarządzania zagospodarowaniem odpadów komunalnych na podstawie analizy danych pochodzących z pojazdów, czujników zainstalowanych w pojemnikach na odpady, systemów pozycjonowania geograficznego (GPS).

Istotnym aspektem z punktu widzenia analizy dużych zbiorów danych gromadzonych przez lokalną administrację publiczną jest umiejętność grupowania danych pod względem ich szczególnych atrybutów. Tworzenie klastrów pozwala całościowo spojrzeć na dane zagadnienie, co kolejno prowadzi do kreowania pewnych struktur logicznych przed przystąpieniem do ostatecznej analizy. Klastry oznaczają grupy punktów danych, które mają podobne atrybuty. Zastosowanie odpowiednich algorytmów grupowania pozwala na zagregowanie punktów danych w klastry, w zależności od stopnia ich podobieństwa. Aktualnie większość danych przyjmuje formę nieustrukturyzowaną, co oznacza, że nie mają one właściwego formatu lub nie są zorganizowane w predefiniowany sposób. W celu skutecznego rozwiązania problemu z nieustrukturyzowanymi danymi, zbiory te muszą zostać w pierwszej kolejności odpowiednio uporządkowane, oczyszczone z wartości zakłócających działanie algorytmów i przetworzone dzięki wykorzystaniu takich dodatkowych narzędzi jak Text Mining (Wrycza i Maślankowski, 2019). Praca z dużymi zbiorami danych możliwa jest jedynie, jeżeli organizacja dysponuje odpowiednimi zasobami technicznymi. Podstawowe, relacyjne bazy danych nie będą w stanie przetworzyć olbrzymich ilości informacji. Analiza klastrów, za pomocą przykładowo modelu programowania MapReduce<sup>3</sup>, który umożliwia zastosowanie rozproszonego algorytmu grupowania K-średnich<sup>4</sup>, pozwala na przyspieszenie rozwoju

---

<sup>3</sup> MapReduce – MapReduce to paradygmat programowania, który zapewnia ogromną skalowalność na setkach lub tysiącach serwerów w klastrze Hadoop. Termin „MapReduce” odnosi się do dwóch oddzielnych zadań wykonywanych przez programy Hadoop. Pierwszym z nich jest zadanie mapowania, które pobiera zestaw danych i przekształca je w inny zestaw danych, w którym poszczególne elementy są dzielone na krotki (pary klucz/wartość). Zadanie „Reduce” pobiera dane wyjściowe ze zbioru mapowanego i łączy krotki danych w mniejszy zestaw. Jak sugeruje sekwencja nazwy MapReduce, zadanie zmniejszania jest zawsze wykonywane po zadaniu mapowania (IBM, 2022).

<sup>4</sup> *Metoda k-średnich jest szeroko stosowana w analizach danych z różnych dziedzin. Zaletą metody k-średnich jest intuicyjność i prostota podstawowej idei obliczeniowej. Przedmiotem analizy jest zbiór  $n$  obiektów (np. jednostek terytorialnych) opisywanych przez  $m$  cech (tzw. zmiennych diagnostycznych). Celem analizy jest znalezienie optymalnego podziału wyjściowego zbioru obiektów na  $k$  podzbiorów, przy czym kryterium jakości podziału jest*

inteligentnych miast. Wykorzystanie MapReduce ma zastosowanie podczas pracy z różnymi formatami danych poprzez łączenie ich w jednorodne grupy, co prowadzi do powiązania informacji i kreowania nowej wiedzy powstałej w wyniku przeprowadzenia ww. analizy danych w celu podejmowania racjonalnych decyzji przez lokalną administrację publiczną (Farouk i Darwish, 2019).

Wnioskowanie na podstawie analizy dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym pozwala na szybsze reagowanie na zmieniające się uwarunkowania co ma szczególne znaczenie w przypadku zmniejszenia kosztów. Podejmowanie decyzji bazujących na wiedzy pozyskanej z analizy *Big Data* może znacznie poprawić jakość usług oferowanych dla mieszkańców, przyczynić się do poprawy dokładności prognoz i wspomóc działania we wczesnym etapie podejmowania decyzji. Dane nieustannie generowane przez inteligentne miasta stosowane są w celu tworzenia nowych aplikacji wspomagających ich funkcjonowanie. Są to inteligentne aplikacje związane z poprawą bezpieczeństwa w mieście, gdzie treści generowane przez użytkowników i aplikacje *smart city*, analizowane są w czasie rzeczywistym, co pomaga we wczesnym przewidywaniu i monitorowaniu incydentów związanych z przestępczością (Basava, 2020).

Miejskie *Big Data* wspomagane przez Internet rzeczy stopniowo stają się całkowicie powiązane z regularnie i automatycznie napływającymi informacjami. Technologie informacyjne i telekomunikacyjne są zharmonizowane z usługami *smart city*, które zapewniają niezbędne do ich funkcjonowania procedury gromadzenia i przetwarzania danych. Zdolność analizy danych pochodzących od obywateli ma decydujące znaczenie w określeniu obszarów inteligentnego rozwoju miast. Podejście, w którym decyzje podejmowane są na podstawie analizy zbieranych danych związane jest z koniecznością zapewnienia ochrony przesyłanych zbiorów *Big Data* i szybko działającego systemu bezpieczeństwa, który może funkcjonować w czasie rzeczywistym bez generowania jakichkolwiek przerw, mogących zakłócać funkcjonowanie systemu inteligentnego miasta (Hecht, Valaskova, Kral i Rowland, 2019).

Bezpieczeństwo dotyczące generowania, gromadzenia oraz przetwarzania dużych zbiorów danych jest istotnym czynnikiem warunkującym rozwój inteligentnych miast. Niejednokrotnie, kwestie związane z bezpieczeństwem są pomijane lub podejmowane w niedostatecznym stopniu (Mikulik, 2017), a społeczeństwo bez poczucia bezpieczeństwa

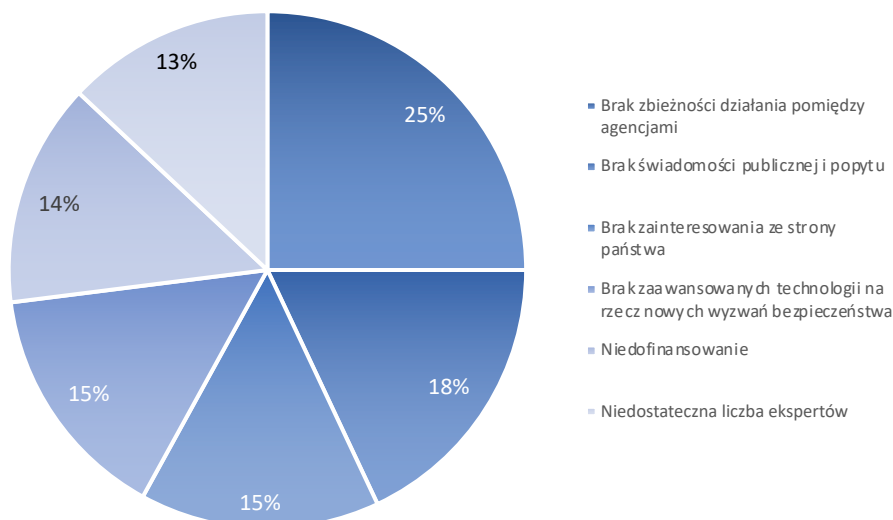
---

*maksymalizacja sumy wariancji międzygrupowej zmiennych diagnostycznych (równoważnie – minimalizacja wariancji wewnątrzgrupowej). W metodzie k-średnich odległości pomiędzy obiektami określa się za pomocą odległości euklidesowej lub jej kwadratu (specyfika algorytmu powodu- je, że wyniki w obu przypadkach są takie same)* (Sobolewski i Sokołowski, 2017).



osobistego i majątkowego nie może swobodnie funkcjonować i się rozwijać. Na zaniedbania w stosunku do zapewnienia niezbędnego zabezpieczenia procesów miejskich wpływ ma szereg czynników (rysunek 3.3).

**Rysunek 3.3 Czynniki ograniczające zapewnienie bezpieczeństwa technologicznego w przestrzeni miejskiej**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Mikulik, 2017).*

Zapewnienie obywatelom poczucia bezpieczeństwa jest zadaniem wielowymiarowym, wymagającym przyjęcia długoterminowej i szerokiej perspektywy. Głównym wyzwaniem, przed którym stoją samorządy, jest zapewnienie skutecznej kontroli i egzekwowania prawa w przypadku przestępczości wirtualnej. W opracowanym przez organizację NEC Global Safety Division podręczniku dotyczącym bezpieczeństwa publicznego wskazano na siedem kluczowych obszarów bezpieczeństwa miasta. Należą do nich (NEC, 2015):

- usługi dla obywateli,
- egzekwowanie prawa,
- zarządzanie krytyczną infrastrukturą,
- usługi administracji publicznej,
- zarządzanie informacjami,
- zarządzanie w przypadku awarii i katastrof,
- współpraca między interesariuszami.

Biorąc pod uwagę nieustannie rosnącą ilość gromadzonych danych, miasta stoją przed wyzwaniem związanym z zapewnieniem odpowiedniej ochrony dostępnych informacji. Odnosi się to nie tylko do bezpieczeństwa w zakresie gromadzenia, przechowywania, przetwarzania i analizy danych, ale również ich autentyczności, dostępności oraz poufności,

które wraz z integralnością danych stanowią cztery podstawowe atrybuty bezpieczeństwa informacji (Jatkiewicz, 2021). Brak rzetelności w odniesieniu do identyfikacji autentyczności danych skutkuje bowiem możliwością utraty czy modyfikacją informacji, co może mieć wpływ na wyniki analiz i podejmowanych na ich podstawie decyzji. Według Alvarez zaniedbania w zakresie zapewnienia odpowiedniego zabezpieczenia danych skutkuje nieprawidłowym formułowaniem wzorców pozwalających na przewidywanie niektórych strategicznych zdarzeń, takich jak planowanie budżetu czy realizacja inwestycji (Alvarez, Leguizamón-Páez i Londoño, 2020). W celu łagodzenia ryzyka wystąpienia zagrożeń wynikających z przetwarzania dużych zbiorów danych, należy zapewnić decentralizację, niezmienność, bezpieczeństwo, prywatność oraz przejrzystość systemów, w których przechowywane są dane. Odpowiednim narzędziem, które zapewnia wymienione wyżej atrybuty jest coraz popularniejsza technologia *blockchain* (Pranav, Amanpreet, Sparsh, Mohammad i Gaurav, 2021). Jej zastosowanie wymaga jednak zatrudniania przez lokalne jednostki administracji publicznej pracowników posiadających specyficzne umiejętności wdrażania właściwych rozwiązań oraz ich obsługę i doskonalenie.

### **3.3 Zastosowanie technologii *blockchain* w inteligentnym mieście**

Wdrażanie zasad koncepcji inteligentnego miasta wiąże się z zapewnieniem bezpieczeństwa jego mieszkańców. Udział mieszkańców w podejmowaniu przez lokalny rząd odpowiednich decyzji, rozwój przedsiębiorczości, handlu, a tym samym całej miejskiej gospodarki związany jest z koniecznością budowania zaufania do samorządu i zapewnienia mu przejrzystości. Coraz większą rolę w zarządzaniu miastem odgrywa cyfryzacja. Inteligentne miasto charakteryzuje się otwartością na zmiany, które następują w kierunku digitalizacji. Digitalizacja oznacza nieustanny przepływ danych, analizę dostępnych informacji, stwarzanie coraz bardziej dopasowanych rozwiązań IoT, IoE czy zastosowanie mechanizmów sztucznej inteligencji. Transformacja cyfrowa odnosi się w dużej mierze do sposobów weryfikowania danych, zaufania ludzi do urzędzeń, z których korzystają oraz do siebie nawzajem. Odpowiedzią na te zależności może być technologia łańcucha bloków (*blockchain*) (Kundu, 2019).

Wraz ze wzrostem liczby czujników, dronów, urządzeń IoT i cyfrowych sieci społecznościowych, coraz większy nacisk kładzie się na rozwiązania typu *Big Data* i analizę danych. Technologie te stanowią podstawę inteligentnego miasta opartego na danych, podobnie jak sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe są kluczem do rozwiązań automatyzacji,

nawigacji i logistyki. Wraz ze wzrostem zaludnienia miast, koncepcja inteligentnego miasta będzie dalej się zmieniać, co stwarza warunki do zastosowania technologii *blockchain*. Technologia ta po raz pierwszy została opisana w publikacji Habera i Stornetty w 1991 roku (Rotuna, Gheorghita i Alin, 2019). Na łańcuch bloków składa się na kilka podstawowych pojęć (Rot i Zygala, 2018):

- węzły – oznaczają najbardziej podstawowe elementy łańcucha bloków. *Blockchain* składa się z sieci węzłów, które w rzeczywistości odpowiadają stacjom roboczym,
- transakcje – każda akcja w opisywanej technologii reprezentuje określoną transakcję. Jeżeli jakkolwiek wartość w łańcuchu bloków zostanie zmieniona, utworzona zostanie nowa transakcja, aby została ona zaakceptowana, musi zostać potwierdzona przez co najmniej 50% +1 istniejących węzłów,
- blok – reprezentuje sposób, w jaki łańcuch bloków przechowuje dane. Blok zawiera dane z kilku transakcji, a każdy blok połączony jest z poprzednim blokiem za pośrednictwem skrótu kryptograficznego. Skrót kryptograficzny pełni funkcję algorytmu zapewniającego niemal całkowite bezpieczeństwo podczas przesyłania danych. Wszystkie tak połączone ze sobą bloki przechowywane są w każdym z węzłów,
- konto – na konto *blockchain* składają się dwie zmienne – klucz prywatny i klucz publiczny. Zastosowanie pary kluczy pozwala potwierdzić autentyczność danej operacji bez konieczności jej weryfikacji przez osoby trzecie. Konto jest własnością osoby, która posiada klucz prywatny. W technologii łańcucha bloków, w odróżnieniu do innych scentralizowanych technologii, jeżeli dojdzie do utraty klucza prywatnego, nie ma możliwości odzyskania konta, nie ma tutaj również możliwości zapamiętania hasła w żaden zautomatyzowany sposób.

Natomiast do podstawowych cech łańcucha bloków i jednocześnie wymogów stawianych technologii *blockchain* zaliczyć należy (Aslam, Saleem, Khan i Kim, 2021):

- decentralizację – dane przechowywane są w wielu miejscach,
- skalowalność – liczba węzłów w sieci może być nieskończona,
- bezpieczeństwo – poprzez zapewnianie wieloczynnikowej weryfikacji,
- inteligencję – poza możliwością zastosowania tradycyjnych technik *blockchain*, rozwiązania te dopuszczają napisanie własnego kodu dla obsługiwanych aplikacji pozwalając na zapewnienie dodatkowych zasad bezpieczeństwa,
- możliwość przeprowadzanie audytu – każdy blok jest połączony z poprzednim blokiem poprzez zastosowanie systemu *hashowania*, umożliwiając w ten sposób nawigację przez

wszystkie bloki aż do bloku *Genesis*, początkowego bloku *blockchain*, co pozwala na chronologiczne śledzenie wszystkich zmian.

Wobec dążenia samorządów do zwiększenia zaufania społeczności lokalnej i cyfrowej, rozwiązaniem może okazać się zastosowanie technologii *blockchain*. Znajduje już ona zastosowanie w takich obszarach jak systemy finansowe, inteligentne systemy transportu, IoT, sieci opieki zdrowotnej, systemy głosowania czy sieci centrów danych. W inteligentnym mieście kluczowym katalizatorem rozwoju jest ICT. Technologia informacyjno-komunikacyjna stwarza jednak szereg problemów związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa, identyfikacją użytkowników oraz coraz bardziej rozległą mobilnością. Zapewniona powinna być bowiem możliwość przełączania się pomiędzy różnymi sieciami bez obniżenia jakości ich obsługi, a w konsekwencji, projektowane systemy powinny być bardziej odporne na błędy i awarie. Kolejnym ważnym aspektem jest zachowanie prywatności danych. Problem prywatności polega na przetwarzaniu dużych ilości danych osobowych mieszkańców inteligentnego miasta. Dane te stają się przedmiotem analizy, co może skutkować ich niewłaściwym wykorzystywaniem, np. do tworzenia profili osobistych (Ćirić, Sedlak i Ivanišević, 2020). Kiedy jednak do tworzenia różnego rodzaju aplikacji i systemów wspomagających rozwój inteligentnego miasta zastosowana zostanie technologia *blockchain*, zasada autentyczności danych zostanie zachowana. Dzieje się tak, ponieważ dane przetwarzane przez platformy cyfrowe wyposażone są w łańcuchy bloków pozwalające na weryfikację całej historii transakcji między użytkownikami w dowolnym miejscu sieci.

Wdrażanie przez administrację publiczną technologii *blockchain* jako platformy, umożliwia komunikację z lokalną społecznością za pomocą usług elektronicznych. Do konkretnych przykładów zastosowania omawianej technologii w inteligentnym mieście zaliczyć można weryfikację tożsamości oraz *Self-Sovereign Identity* (SSI). Tożsamość cyfrowa to informacje o danym podmiocie, które są przetwarzane przez systemy informatyczne do reprezentowania osoby, organizacji, aplikacji czy urzędnika. Za pomocą tych danych możliwe jest automatyczne uwierzytelnienie użytkownika, który zamierza wejść w interakcję z danym systemem, co umożliwia skorzystanie z dostępnych usług (Rotuna, Gheorghita i Alin, 2019). SSI natomiast, to rodzaj tożsamości cyfrowej, która umożliwia użytkownikowi pełną kontrolę nad swoją tożsamością w sieci. Dzięki SSI użytkownicy mogą przechowywać swoje dane na urządzeniach i udostępniać je osobom, przez które są one weryfikowane. W ten sposób użytkownik poprzez aplikację zarządza elementami składającymi się na tożsamość i kontroluje dostęp do swojego zbioru informacji. W dedykowanej aplikacji użytkownikowi przypisywany jest początkowo jednorazowo

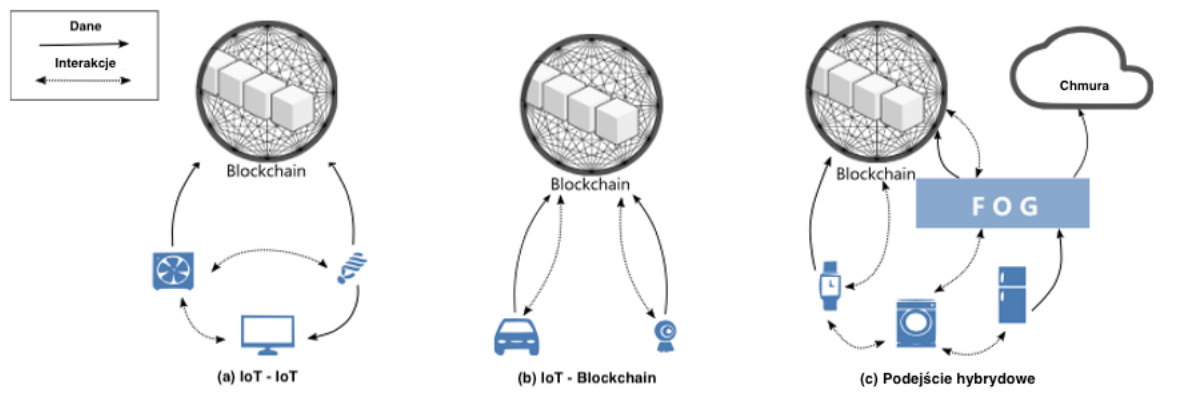
wygenerowany numer identyfikacyjny pochodzący z klucza publicznego i odpowiadającego mu klucza prywatnego. Takie połączenie pary kluczy różni się od kombinacji nazwy użytkownika i hasła, ponieważ jest niepowtarzalne dzięki automatycznym obliczeniom matematycznym, co sprawia, że odszyfrowanie jest prawie niemożliwe. Zastosowanie tego modelu pozwala na uwierzytelnianie użytkowników na wysokim poziomie bezpieczeństwa (López, 2020). Przykładowo, w Estonii wdrożono program *e-Residency*, który umożliwia obywatelom spoza Unii Europejskiej tworzenie cyfrowej tożsamości, pozwalającej między innymi na założenie własnego przedsiębiorstwa, podpisywanie dokumentów elektronicznych, opłatę rachunków czy prowadzenie elektronicznej bankowości (e-Estonia, 2021).

Kolejnym przykładem zastosowania technologii *blockchain* w ramach koncepcji *smart city* jest zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń funkcjonujących w przestrzeni miejskiej. Obecnie stosowane rozwiązania zabezpieczające w dużej mierze polegają na zastosowaniu infrastruktury scentralizowanej, której wady to między innymi wysokie koszty utrzymania, niska interoperacyjność i podatność na cyberataki. Technologia *blockchain* może być wykorzystywana do ochrony przed możliwymi atakami systemów i urządzeń IoT, takich jak czujniki zanieczyszczenia powietrza, monitoring bezpieczeństwa czy inteligentne systemy oświetlenia ulicznego. Umożliwia ona urządzeniom podejmowanie decyzji dotyczących bezpieczeństwa bez oczekiwania na interwencję ze strony organów centralnych. Decentralizacja zarządzania rozwiązaniami typu IoT wpływa między innymi na poprawę bezpieczeństwa i poufności danych. W tak skonstruowanym systemie ewentualny atak byłby znacznie trudniejszy do zrealizowania. Platforma *blockchain* może zapewnić połączenie inteligentnych urządzeń z kilku obszarów działalności *smart city*, takich jak:

- systemy oświetlenia ulicznego, które umożliwiają zdalne sterowanie i obsługę oświetlenia w miejscach publicznych umożliwiając zarządzanie nimi z uwzględnieniem takich parametrów jak zmiany pogody lub pora dnia,
- inteligentne systemy gospodarowania odpadami, które monitorują poziom odpadów w kontenerach i rekomendują optymalne trasy odbioru, zapewniając w ten sposób oszczędność paliwa,
- systemy umożliwiające śledzenie pojazdów w czasie rzeczywistym i zdalne zarządzanie wydajnymi trasami,
- systemy szybkiego reagowania kryzysowego, które można zautomatyzować w celu poprawy czasu reakcji i dystrybucji zasobów.

Rodzaje schematów interakcji urządzeń typu IoT z platformą *blockchain* przedstawiono na rysunku 3.4.

**Rysunek 3.4 Interakcja platformy *blockchain* oraz urządzeń IoT**



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Reyna, Martín, Chen, Soler i Díaz, 2018).

Rozważając integrację IoT z technologią łańcucha bloków należy wziąć pod uwagę następujące typy powiązań jakie przedstawiono na rysunku 3.4 (Reyna, Martín, Chen, Soler i Díaz, 2018):

- IoT-IoT – połączenie to może stanowić najszybsze rozwiązanie i zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa, ponieważ pozwala na pracę również w trybie offline. W tym rozwiązaniu, urządzenia muszą być w stanie komunikować się ze sobą, co wiąże się z uwzględnieniem mechanizmów wykrywania sieci oraz routingu. Podejście to ma zastosowanie w przypadku obsługi wiarygodnych danych, gdzie interakcje urządzeń Internetu rzeczy odbywają się z małymi opóźnieniami,
- IoT-Blockchain – w tej architekturze wszystkie interakcje odbywają się za pośrednictwem platformy *blockchain*, gdzie każdy przepływ jest zapisywany umożliwiając pełną weryfikację historii. Rejestracja wszystkich interakcji w *blockchain* wiąże się jednak ze wzrostem przepustowości i większą liczbą gromadzonych danych, co stanowi jedno z wyzwań, przed którymi w dalszym ciągu stoją rozwiązania oparte na omawianej technologii,
- podejście hybrydowe – w tym przypadku część interakcji i przepływu danych odbywa się w łańcuchu bloków, a pozostałe są bezpośrednio współdzielone między urządzeniami IoT. Wyzwanie dla tego typu mechanizmów stanowi wybór tych interakcji, które powinny przejść przez łańcuch bloków oraz wybór rozwiązań w zależności od rodzaju danych w czasie wykonywania interakcji. Wymienione wyzwania mogą być ograniczane poprzez zastosowanie rozwiązań pozwalających na przetwarzanie danych w chmurze, co pozwala wypełnić lukę wynikających z integracji *blockchain* oraz urządzeń IoT. Natomiast,

zastosowanie mgły (*fog computing*) pozwala na zmniejszenie liczby urządzeń takich jak bramy, które stanowią słaby punkt pod względem obliczeniowym. Zastosowanie mgły oznacza bowiem zdecentralizowanie infrastruktury obliczeniowej, w której wszystkie elementy takie jak przeliczenia, aplikacje, informacje i proces przetwarzania, znajdują się pomiędzy źródłem danych a chmurą. Pozwala to na stworzenie miejsca, w którym będzie odbywało się przetwarzanie w taki sam sposób jak inne inicjatywy wykorzystujące urządzenia IoT.

Wykorzystanie technologii *blockchain* znajduje swoje zastosowanie w systemach komunikacji pomiędzy administracją publiczną, a obywatelami, gdzie atrybut związany z decentralizacją stanowi metodę skutecznego zapobiegania cyberatakami. Zastosowanie opisanych rozwiązań *blockchain* można również wykorzystać w coraz szybciej rozwijających się systemach transportowych opartych o mechanizmy sztucznej inteligencji. Bezpieczeństwo związane z ruchem pojazdów autonomicznych w głównej mierze zależy od posiadania rzetelnych informacji na temat trasy, zatorów, usług zasilania/paliwa, ważności prawa jazdy, podatków, kontroli prędkości czy dostępnych miejsc parkingowych. Przesyłanie tych danych może odbywać się w bezpieczny sposób dzięki technologii *blockchain*, która ma potencjał, aby umożliwić interakcję między użytkownikami autonomicznych samochodów i lokalnymi usługami elektronicznymi, systemami zarządzania autostradami i ruchem, lokalną policją, systemami parkingowymi i innymi usługami istniejącymi w ekosystemie inteligentnego miasta.

### **3.4 Otwarte dane**

Rozważania na temat technologii w inteligentnych miastach w naturalny sposób muszą uwzględniać zagadnienia związane z dostępem do danych. Potencjał płynący z ich analizy przyczynia się do generowania nowej wiedzy. Wiedza natomiast prowadzi do rozwoju innowacji. Choć wydaje się to proste do osiągnięcia to miasta, które decydują się na zastosowanie podejścia opartego na danych, powinny dysponować wyspecjalizowaną kadrą posiadającą odpowiednie umiejętności. Jednym z najistotniejszych założeń inteligentnego miasta jest partycypacja społeczna. Jednak, aby obywatele aktywnie uczestniczyli w życiu publicznym należy przedstawić im informacje na temat mechanizmów jakimi charakteryzuje się funkcjonowanie miasta w zrozumiały i przystępny sposób. Udostępnianie danych gromadzonych w jednostkach administracji publicznej niewątpliwie wpływa pozytywnie na poziom zaufania obywateli do danej organizacji – jest wyrazem transparentności

i przejrzystości. Takie działania pozwalają również na ponowne wykorzystanie oraz publikowanie danych w udoskonalonej wersji, bez ograniczeń dotyczących praw autorskich. Dostęp do danych jest jednak często utrudniony. Dane, które mogłyby być ponownie wykorzystane nie odpowiadają formatom umożliwiającym ich przetwarzanie. Prowadzi to do powstawania ograniczeń udziału obywateli w monitorowaniu i zarządzaniu z powodu braku wybranych danych, na podstawie których podejmowane zostają decyzje (Estrada i inni, 2018). W związku z powyższym, otwarte dane powinny charakteryzować się pewnymi atrybutami, które pozwalają na ich swobodne wykorzystanie. Opis poszczególnych cech otwartych danych przedstawiono w tabeli 3.1.

**Tabela 3.1 Charakterystyka otwartych danych**

<b>Cecha</b>	<b>Opis</b>
<b>Dostępne</b> <i>(Availability)</i>	Dane są powszechnie dostępne dla interesariuszy poza granicami instytucji.
<b>Bezpłatne</b> <i>(Affordability)</i>	Dane są bezpłatne, a bariery ekonomiczne zmniejszone lub wyeliminowane.
<b>Współdzielone</b> <i>(Reusability)</i>	Dane są publikowane z otwartymi licencjami zmniejszając bariery prawne.
<b>Interoperacyjne</b> <i>(Interoperability)</i>	Dane pochodzące z różnych źródeł są publikowane ze standardowymi identyfikatorami przy użyciu otwartych modeli danych, które wyjaśniają ich składnię i semantykę.
<b>Użyteczne</b> <i>(Usability)</i>	Dane są precyzyjnie, terminowo i konsekwentnie publikowane w formatach do odczytu maszynowego przy użyciu otwartych standardów z uwzględnieniem metadanych.
<b>Eksploracyjne</b> <i>(Discoverability)</i>	Dane lub metadane są publikowane w centralnym repozytorium i można je łatwo znaleźć za pomocą wyszukiwania w Internecie lub poprzez powiązanie z innymi danymi.
<b>Dostępne</b> <i>(Accessibility)</i>	Dane są publikowane z wieloma bezpiecznymi możliwościami dostępu, w tym masowym pobieraniem, usługami internetowymi i otwartymi interfejsami API <sup>5</sup> .

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: (Jetzek, 2016).*

<sup>5</sup> API (*application programming interface*) – zestaw reguł opisujących w jaki sposób programy komunikują się między sobą. Interfejs programistyczny aplikacji definiuje w jaki sposób uzyskać dostęp do danych bez konieczności ingerencji użytkownika. Automatyzacja ta pozwala między innymi na łączenie danych pochodzących z różnych źródeł (Ministerstwo Cyfryzacji, 2022).



Otwarte dane mogą być definiowane jako źródło, które można dowolnie wykorzystywać, modyfikować i udostępniać przez kogokolwiek w dowolnym celu (Ghahremanlou, 2018). Koncepcyjnie natomiast otwarte dane (*open data*) lub otwarte dane rządowe (*open government data*) definiuje się jako połączenie różnych formatów i typów zbiorów danych publicznie dostępnych w dedykowanych repozytoriach. To podejście zorientowane jest na budowanie otwartych platform danych (*open data platform*). Głównym założeniem wspomnianych platform jest udostępnianie rządowych zbiorów danych w formatach do odczytu maszynowego. Format nadający się do odczytu maszynowego oznacza stan, w którym oprogramowanie może identyfikować, modyfikować, przekształcać, wyodrębniać i przetwarzać wewnętrzną strukturę poszczególnych treści. Dane udostępnione w ten sposób mogą być wykorzystywane przez niezależnych programistów do tworzenia aplikacji mobilnych stanowiących podstawę rozwoju wielu start-upów (Kassen, 2018).

Wraz z globalnym trendem udostępniania danych gromadzonych przez sektor publiczny, otwarte dane stały się ważnym katalizatorem rozwoju inteligentnych miast (Kim, 2019). Istotnym czynnikiem wpływającym na poprawę jakości życia mieszkańców miasta inteligentnego jest gromadzenie i analiza dużych zbiorów danych. Wykorzystanie danych przyczynia się również do świadczenia usług dla mieszkańców w sposób bardziej efektywny oraz wspiera i stymuluje innowacje biznesowe, m. in. ww. start-upy. Fenomen otwartych danych zapoczątkowany został w Stanach Zjednoczonych, gdzie tamtejszy rząd w 2009 roku uruchomił portal [data.gov](http://data.gov), który stał się największym repozytorium danych gromadzonych przez sektor publiczny. Kolejnym krajem, który zauważył potencjał płynący z udostępniania danych dla szerokiego grona zainteresowanych była Wielka Brytania, gdzie powstał portal [data.gov.uk](http://data.gov.uk). Natomiast pierwszymi miastami, które zdecydowały się dzielić swoimi zasobami były Barcelona, Dublin, Amsterdam, Waszyngton, Nowy Jork, Chicago, Helsinki, Manchester i Berlin. Obecnie wdrażanie inicjatywy otwartych danych nieustannie zyskuje na znaczeniu, znajdując zastosowanie w coraz większej liczbie projektów miejskich (Neves, Aparicio i Neto, 2020).

W Polsce rząd uchwalił w 2011 roku ustawę o dostępie do informacji publicznej, na podstawie której przyjęto szereg rozporządzeń będących uszczegółowieniem założeń zapisanych w dokumencie. Wspomniane rozporządzenia określają prawo do korzystania z danych publicznych, w szczególności wyraźnie określając format do odczytu maszynowego i dostarczania danych w celu ich ponownego wykorzystania (Ministerstwo Cyfryzacji, 2018). Jednakże wykorzystanie danych publicznych jak również same dane, które zostają udostępniane, nie są jeszcze wystarczająco dobrej jakości pod względem publikowanych

szeregów czasowych oraz formatów, w których są udostępniane, aby generować z nich wartość dodaną dla interesariuszy. Otwarte dane to jednak nie tylko dane dostarczane przez jednostki administracji publicznej, są to również dane wytwarzane przez obywateli korzystających z różnych aplikacji, które zbierają dane m.in. za pomocą zestawu różnych czujników. Łączenie wiedzy pochodzącej z czujników rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej z danymi wytwarzanymi przez mieszkańców staje się przydatne, na przykład podczas planowania infrastruktury miejskiej lub zarządzania ruchem, gdy można wykorzystać informacje nt. strumieni i natężenia transportu w ciągu dnia czy tygodnia.

Wyróżnić można cztery główne rodzaje zastosowania otwartych danych w kontekście koncepcji inteligentnego miasta (tabela 3.2).

**Tabela 3.2 Główne rodzaje zastosowania otwartych danych na działania związane z wdrażaniem koncepcji *smart city***

<b>Obszary zastosowania otwartych danych</b>	<b>Wpływ</b>
<b>Kreowanie możliwości ekonomicznych</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tworzenie biznesu,</li> <li>– generowanie nowych miejsc pracy,</li> <li>– oddziaływanie na tworzenie nowych form innowacji,</li> <li>– stymulacja wzrostu gospodarczego.</li> </ul>
<b>Pomoc w rozwiązywaniu złożonych problemów publicznych</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– poprawa świadomości na temat panującej sytuacji,</li> <li>– poprawa poziomu wiedzy oraz doświadczenia w stosunku do istniejących problemów publicznych,</li> <li>– oddziaływanie na decydentów, społeczeństwo i interesariuszy poprzez ukierunkowanie działań na konkretne zagadnienia i śledzenie ich rzeczywistego wpływu na otoczenie.</li> </ul>
<b>Zwiększenie efektywności zarządzania</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– większa przejrzystość i rozliczalność,</li> <li>– projektowanie lepszych usług,</li> <li>– wzrost wydajności,</li> <li>– zwiększenie wymiany informacji.</li> </ul>

<b>Obszary zastosowania otwartych danych</b>	<b>Wpływ</b>
<b>Wzmocnienie wartości jaką tworzą obywatele</b>	– poprawa zdolności partycypacyjnych, – zwiększenie mobilizacji społecznej.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Neves, Aparicio i Neto, 2020).*

Korzyści z zastosowania otwartych danych publikowanych przez różnego rodzaju instytucje w sposób przedstawiony w tabeli 3.2 jest możliwe, kiedy informacje opublikowane zostaną na portalach otwartych danych. Wspomniane portale zawierają, możliwe do ww. odczytu maszynowego, administracyjne zbiory danych. Ww. portale to specyficzne serwisy internetowe, które powinny zapewniać przejrzysty dostęp do danych. Sposób, w jaki instytucje publiczne publikują swoje zbiory, określają stosowne przepisy prawa unijnego, jak również przepisy krajowe, których zadaniem jest dostosowanie zapisów prawa unijnego do lokalnych uwarunkowań. W Polsce regulacje dotyczące prowadzenia oraz zarządzania platformami otwartych danych obejmują następujące akty prawne:

- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasobu informacyjnego przeznaczonego do udostępniania w Centralnym Repozytorium Informacji Publicznej,
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 23 sierpnia 2018 r. w sprawie zasobu informacyjnego przeznaczonego do udostępniania w Centralnym Repozytorium Informacji Publicznej,
- Rozporządzenie Ministra Cyfryzacji z dnia 23 sierpnia 2018 r. w sprawie zasobu informacyjnego przeznaczonego do udostępniania w Centralnym Repozytorium Informacji Publicznej,
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 marca 2014 r. w sprawie Centralnego Repozytorium Informacji Publicznej.

Ww. przepisy prawa w zakresie polityki otwartego rządu definiują, które dane powinny podlegać publikacji i ustalają odpowiedzialność za kompilację zbiorów danych. Wskazują również, w jaki sposób zaangażować opinię publiczną, aby zachęcić do ponownego wykorzystywania otwartych danych. Polityka otwartego rządu stanowi sposób na zwiększenie efektywności sektora publicznego dzięki ponownemu wykorzystaniu tych samych lub podobnych danych oraz identyfikację nowych sposobów na organizację pracy, którą można usprawnić poprzez wykorzystanie danych, które zostały opublikowane. Dodatkowym atutem udostępniania informacji na portalach otwartych danych jest długofalowy wpływ, jaki dane

mogą wnosić w procesy tworzenia innowacji. Takie podejście znajduje zastosowanie zarówno w procesach wewnętrznych, na przykład przez zwiększanie współpracy między poszczególnymi wydziałami danej jednostki administracji publicznej, jak również w procesach zewnętrznych, między jednostkami, jak również między sektorami, stymulując innowacje wśród organizacji i przedsiębiorstw dzięki usprawnianiu usług elektronicznych (Mergel, Kleibrink i Sörvik, 2018).

### **3.5 Zjawisko platformizacji w inteligentnym mieście**

Od wdrażania koncepcji inteligentnego miasta w efektywny sposób oczekuje się, iż miasto będzie w stanie skutecznie reagować na zmieniające się uwarunkowania środowiskowe, ekonomiczne oraz społeczne. Gromadzone przez administrację dane stopniowo z małych zbiorów zaczynają przekształcać się w duże zbiory, co wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi pozwalających na ich przechowywanie, przetwarzanie oraz analizę. To charakterystyczny proces przetwarzania danych typu *Big Data*, dzięki któremu organizacje rządowe mogą modelować i monitorować wpływ swoich decyzji na różne aspekty funkcjonowania miasta. Tworzenie platform pozwala zaangażować społeczeństwo obywatelskie oraz miejskich interesariuszy w lokalne procesy innowacyjne. Platforma to fizyczna, technologiczna lub społeczna „baza”, na której budowane są procesy gospodarcze i społeczno-techniczne.

W kontekście procesów związanych z obszarami funkcjonowania miasta, projektowanie platform jest stosunkowo nową inicjatywą. Wywodzi się z działalności sektora prywatnego, gdzie zaczęto kreować procesy innowacyjne wykorzystując zasady otwartej innowacji. Zasady te obejmują współpracę ze środowiskiem zewnętrznym, planowanie innowacyjnych modeli biznesowych, wykorzystywanie pomysłów już istniejących, usprawnianie własnej działalności dzięki aktywnemu użytkowaniu praw własności intelektualnej (Zoledowska, 2016). Kolejnym etapem związanym z rozwojem procesu przetwarzania danych typu *Big Data* po otwarciu procesów innowacyjnych i wykorzystaniu zdelokalizowanych platform, jest powstawanie opartych na podstawie platform nowych modeli biznesowych, co wskazuje na znaczny wpływ cyfryzacji na platformizację. W platformach, w szczególności tych otwartych, istotna jest zdolność do zastępowania struktur hierarchicznych jako środka kontroli, jest to warunek pod względem zachowania inkluzywności i wsparcia kreatywności. Władze publiczne udostępniają różnego rodzaju platformy pozwalające na współdzielenie informacji, co przyczynia się do zaangażowania

nieelitarnych grup interesariuszy w procesy innowacyjne, zwłaszcza poprzez łączenie ich działań z sektorem prywatnym i innymi podmiotami instytucjonalnymi (Anttiroiko, 2016).

Rozwój zjawiska platformizacji przyczynił się do sformułowania w 2010 roku terminu *Government-as-a-Platform* (GaaP). Inicjatywa ta polega na tym, że rząd powinien pozostawać w roli inicjatora interakcji społecznych, działając jako dostarczyciel platformy, na której obywatele współtworzyliby innowacyjne rozwiązania bazujące na ich doświadczeniu, wiedzy i zbiorowej inteligencji. GaaP wymaga spełnienia siedmiu założeń, które odnoszą się do następujących atrybutów (Repe, Sabatini-Marques, Yigitcanlar, Sell i Costa, 2021):

- otwarta platforma – stanowi ona oprogramowanie typu *open source* i jest złożona z otwartych struktur danych, pozwalając na łączenie produktów i usług spełniających rzeczywiste potrzeby obywateli,
- autonomia – pozwala użytkownikom platform na generowanie, wdrażanie lub tworzenie nowych treści bez dodatkowej pomocy ze strony pierwotnych twórców,
- partycypacyjność – polega na zastosowaniu zrozumiałych zasad oraz interoperacyjnej architektury systemów, która będzie zapewniała zgodność ze standardami, modułowość i możliwość ponownego wykorzystania ich komponentów, co ma na celu ułatwienie wdrażania nowych aplikacji,
- otwartość wobec nowych inicjatyw – podejście, które zakłada, iż najlepsze pomysły dotyczące ścieżek rozwoju poszczególnych aplikacji, systemów i usług mogą pochodzić od społeczności lokalnej, nie zaś tylko od wyspecjalizowanych jednostek tworzących dane rozwiązania,
- badanie zachowań użytkowników – eksploracja danych służąca poznaniu zainteresowań użytkowników i wydobycia z ich aktywności nowych sposobów na przyspieszenie tworzenia usług spełniających ich rzeczywiste oczekiwania,
- zwinny rozwój – redukcja barier w eksperymentowaniu, uwzględnianie niepowodzeń i iteracji w czasie rzeczywistym, ciągle ulepszanie aplikacji, bez względu na kierunek następujących zmian. Taki sposób myślenia pozwala zmniejszyć koszty, które wynikałyby z niedopasowania rozwiązań do potrzeb obywateli,
- przywództwo poprzez dawanie dobrego przykładu – budowanie platformy z zasobami oraz udostępnienie zestawu aplikacji, które pozwalają programistom oraz interesariuszom na kreowanie wartości dodanej do miejskiego ekosystemu.

W zarządzaniu miastem, partnerstwa rządu i społeczeństwa poszukuje się poprzez konfigurację sieci łączącej infrastrukturę technologiczną udostępnianą przez właściciela

platformy (lokalną administrację publiczną) z szerokim gronem uczestników zewnętrznych (osób fizycznych i firm). Dzięki temu interesariusze mogą aktywnie uczestniczyć, a nawet uzupełniać platformę o innowacyjne usługi i aplikacje, korzystając z otwartych danych dostarczonych przez rząd. Przesłanki towarzyszące tworzeniu platform przez jednostki samorządu terytorialnego wychodzą poza kwestie związane z gospodarką, koncentrując się bardziej na tym, aby służyć obywatelom i racjonalnie rozwijać politykę publiczną. W rozważaniach na temat platformowych powiązań między rządem, obywatelami oraz sektorem prywatnym wyróżnić można cztery rodzaje relacji (tabela 3.3).

**Tabela 3.3 Kategorie relacji elektronicznych platform rządowych**

<b>Rodzaj powiązania</b>	<b>Wartości</b>
<b><i>Government to Citizens (G2C)</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zapewnienie obywatelom dostępu do informacji oraz usług w sprawny i ekonomiczny sposób,</li> <li>– wzmocnienie relacji między rządem, a obywatelami za pośrednictwem usług ICT,</li> <li>– usługi G2C umożliwiają obywatelom dostęp do dokumentów rządowych (ustaw i rozporządzeń), przeprowadzanie transakcji (płatność podatków i opłat komunalnych) oraz wykonywanie zadań biurokratycznych (aktualizacja rejestracji, zmiana adresu, wnioskowanie o dotacje).</li> </ul>
<b><i>Citizens to Government (C2G)</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– udostępnianie informacji oraz współpraca przy formułowaniu treści polityk miejskich za pośrednictwem platformy,</li> <li>– możliwość zgłaszania uwag bezpośrednio do określonych struktur administracji lokalnej,</li> <li>– możliwość głosowania, zgłaszania propozycji oraz prowadzenia dyskusji nad przyjęciem zmian.</li> </ul>
<b><i>Government to Business (G2B)</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ułatwia interakcję pomiędzy rządem a sektorem prywatnym,</li> <li>– zapewnia dostęp do najlepszych praktyk i porad w dziedzinie e-commerce,</li> <li>– usługi G2B umożliwiają przedsiębiorcom dostęp do informacji online o przepisach i regulacjach</li> </ul>

Rodzaj powiązania	Wartości
	niezbędnych do przestrzegania rządowych wymogów dotyczących ich działalności (sprawozdawczość podatkowa dla przedsiębiorstw i zamówienia rządowe).
<b>Government to Government (G2G)</b>	Ułatwia niekomercyjną interakcję online między organizacjami rządowymi, departamentami i włodarzami w celu zmniejszenia kosztów, biurokracji, nadmiernej komunikacji i obciążenia zasobów ludzkich.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Repe, Sabatini-Marques, Yigitcanlar, Sell i Costa, 2021).* Zastosowanie rozwiązań platformowych w celu budowania relacji pomiędzy rządem, a interesariuszami wiąże się z uzyskaniem wielu niedostrzegalnych początkowo korzyści, które przedstawione zostały w tabeli 3.3. Ostatecznie, zarządzanie miastem poprzez włączanie pomysłów społeczeństwa obywatelskiego z użyciem platform sprawia, że staje się ono inteligentniejsze. Przykładowo, wykorzystanie platform w zarządzaniu zostało z powodzeniem wdrożone przez trzy fińskie miasta: Helsinki, Tampere i Oulu (Anttiroiko, 2016).

Otwarte platformy danych wdrażane w inteligentnych miastach wzbogacają narzędzia i systemy służące do tworzenia aplikacji oraz komponentów pozwalających na ich wielokrotne wykorzystanie i doskonalenie. Ewolucja rozwiązań platformowych coraz powszechniej wykorzystywanych przez administrację publiczną doprowadziła do powstania pojęcia *City-as-a-platform* (CaaP), co stanowi kolejny, po GaaP, etap rozwoju zjawiska platformizacji łącząc narzędzia wypracowane dla poszczególnych grup w spójną całość dla miasta. CaaP uważane jest za model zarządzania socjotechnicznego wspierany przez technologie architektury cyfrowej z otwartymi i modułowymi standardami. Socjotechnika w odniesieniu sposobu zarządzania zorientowanego na zapewnienie dobrobytu społeczeństwa dotyczy działania w sposób racjonalny i ukierunkowany na przyswajanie określonych wzorców kulturowych, dbałość o podstawowe wartości czy akceptację norm społecznych (Wawak, 2022). Platformy, poprzez regulacje rządowe i moderację, zapewniają połączenie między lokalną administracją publiczną a społeczeństwem w celu współtworzenia wysokiej jakości usług i polityk. Podejście to wpływa na wszystkie aspekty zarządzania miastem między innymi na podział władzy i zapewnienie demokratycznego obywatelstwa, zwiększając możliwość uzyskania lepszych wyników w odniesieniu do różnych wymiarów funkcjonowania miasta, takich jak planowanie urbanistyczne, mobilność, energia, bezpieczeństwo, zdrowie, rozwój

gospodarczy, edukacja i kultura. W tabeli 3.4 przedstawiono rozwój modeli zarządzania miastem przez administrację publiczną opartego na danych.

**Tabela 3.4 Otwarte współzarządzanie jako nowy model zarządzania miastem inteligentnym**

Model	Natura państwa	Orientacja	Główne aspiracje	Mechanizm alokacji zasobów	Charakter usługi	Podstawowe wartości
<b>Stara administracja publiczna (<i>Old Public Administration, OPA</i>)</b>	Jednolity	System polityczny	Opracowywanie i wdrażanie polityki	Hierarchia	Zamknięty	Etos sektora publicznego
<b>Nowa administracja publiczna (<i>New Public Administration, NPA</i>)</b>	Regulacyjny	Organizacja usługowa	Zarządzanie zasobami i wydajnością organizacyjną	Rynek	Obliczona otwartość	Wydajność
<b>Nowe zarządzanie publiczne (<i>New Public Governance, NPG</i>)</b>	Pluralny	Sieć zarządzania	Negocjowanie wartości, znaczenia i relacji	Sieć	Wynegocjowana otwartość	Zbudowany w sieci
<b>Otwarte współzarządzanie (<i>Open Governance, OG</i>)</b>	Otwarty	Indywidualne sieci	Masowa wspólna produkcja informacji	Platforma	Radykalna otwartość	Współpraca wokół wspólnej wartości

*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Repe, Sabatini-Marques, Yigitcanlar, Sell i Costa, 2021).*

Otwarte dane stanowią jedną z najcenniejszych zasobów jakie mogą przyczynić się do rozwoju inteligentnego miasta. Rozwiązania typu GaaP oraz CaaP przyczyniają się do przejrzystego i odpowiedzialnego zarządzania miastem, zwiększając tym samym zaufanie do lokalnej administracji publicznej i umożliwiając obywatelom udział w podejmowaniu decyzji. Świadome i nieograniczone (pod względem konieczności uzyskania dostępu) wykorzystanie danych przez lokalnych interesariuszy przyczynia się do tworzenia innowacji i poprawy efektywności świadczonych usług. Udostępnianie otwartych danych programistom i start-upom w celu tworzenia nowych technologii, przyczynia się do kreowania pozytywnych zmian, dzięki którym ludzie lepiej doświadczają życia w mieście.

### 3.6 Miasto zorientowane na danych (*data-driven city*)

Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii oraz wzrostem gromadzonych danych, inteligentne miasta mogą przewidzieć i przygotować się na różnego rodzaju sytuacje. Miasta



wyposażone w urządzenia Internetu wszechrzeczy i aktywnie analizujące przekazywane przez nie dane, są w stanie lepiej zrozumieć zagrożenia, na które są potencjalnie narażone. Istnieją jednak w dalszym ciągu zdarzenia, takie jak zwiększający się poziom zanieczyszczenia, prędkość wiatru, natężenie ruchu czy mobilność ludzi, które związane są z brakiem pełnej ich świadomości, a zatem braku gotowości do odpowiedniej reakcji w przypadku ich nagłej zmiany. Ma to z kolei wpływ na dynamikę powrotu do stanu wyjściowego po wstrząsach lub kryzysach oraz uczenia się na zdobytych doświadczeniach. Dzięki działaniom podejmowanym w ramach koncepcji *smart city* w wielu miastach wdrożono systemy czujników, zapewniono publiczny dostęp do Internetu oraz monitoring uliczny, co ma na celu zwiększenie kontroli i stwarza nowe możliwości zarządzania miastem dzięki zastosowaniu podejścia opartego na danych (*data-driven approach*) (Bellini i inni, 2020).

Działania podejmowane przez lokalną administrację publiczną w związku z przygotowaniem do wystąpienia kryzysów w połączeniu z *data-driven approach*, podzielić można na trzy etapy procesu obserwacji danych (Admiraal i Cornaro, 2020):

- identyfikacja (*knowing what to do*) – zdolność do reagowania na sytuacje niespodziewane poprzez dostosowanie działania systemu do zmieniających się warunków,
- monitorowanie (*knowing what to look for*) – zdolność rozpoznawania konkretnych zdarzeń na podstawie analizy samego systemu, jak również kontekstu wynikającego ze zgromadzonych danych w celu zmniejszenia niepewności względem zmian,
- uczenie się (*knowing what has happened*) – wyciąganie wniosków z doświadczeń, zarówno tych pozytywnych, jak i negatywnych.

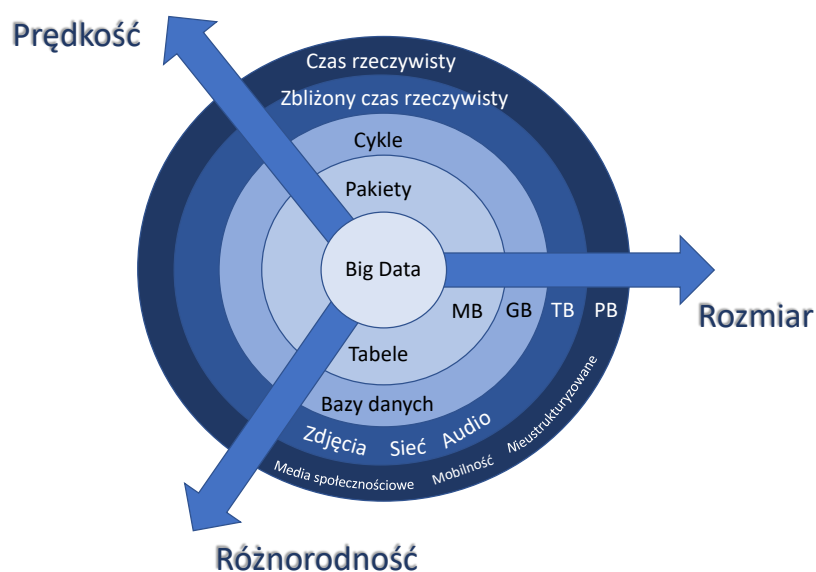
Wobec powyższego, istotą miasta inteligentnego w kontekście jego reagowania na nieoczekiwane zmiany jest zdolność miejskiego systemu sieci czujników i urządzeń do rozpoznawania, w którym momencie jego działanie wykracza poza oczekiwany zakres. Istotnym elementem takiego systemu jest również aktywna interpretacja wykrytych zmian i adaptacja do rzeczywistego środowiska za pomocą synchronizacji i koordynacji działań. Osiągnięcie opisanych założeń inteligentnego miasta, staje się możliwe poprzez kompleksowe zarządzanie ekosystemem składającym się z ludzi i podejmowanych przez nich działań oraz współpracy z wykorzystaniem technologii IoE. Traktując aktywność mieszkańców w mediach społecznościowych jako źródło złożonych sygnałów, które należy zbierać, filtrować, analizować oraz interpretować, miasto jest w stanie budować swój wewnętrzny system reagowania na zagrożenia.

Proces gromadzenia i zarządzania danymi w celu skuteczniejszego reagowania w sytuacjach kryzysowych stanowi jednak wyzwanie dla lokalnej administracji publicznej ze względu na ograniczenia czasowe wynikające z godzin pracy urzędników, rozproszony charakter źródeł danych, ich typów oraz właścicieli, szybkości dostępu i wolumen danych. Urządzenia w inteligentnym mieście generują różne rodzaje danych, które można ze względu na ich typ, zaklasyfikować do dwóch kategorii (Sivarajah, Kamal, Irani i Weerakkody, 2017):

- cykliczne – obejmują informacje związane z danym miejscem, usługą, położeniem geograficznym. Są to dane pochodzące z GIS takie jak podatność na zalania, statystyki wypadków, obrazy satelitarne itp. Dane w tej kategorii mogą przybierać różne formaty, zarówno otwarte, jak również zastrzeżone, takie jak: SHP (format grafiki wektorowej wykorzystywany w Systemach Informacji Geograficznej), TIFF (format zapisu danych graficznych nieskompresowanych), KML (format służący do nanoszenia na mapę obiektów geograficznych), CSV (wartości rozdzielone przecinkiem), ZIP (format kompresji bezstratnej i archiwizacji danych), XML (rozszerzalny język znaczników) czy XLS (arkusz kalkulacyjny MS Excel),
- rzeczywiste – dane pochodzące z sieci i czujników, takie jak informacje na temat wolnych miejsc parkingowych, temperatury powietrza, zanieczyszczenia powietrza, statusu segregacji odpadów, połączenia do bezprzewodowej sieci, opóźnienia transportu publicznego oraz dane pochodzące z mediów społecznościowych (Twitter, Facebook, Instagram) oraz urządzeń „do noszenia” (*wearable sensors*) itp.

Innowacje technologiczne, w tym media społecznościowe, systemy oparte na lokalizacji i analiza dużych zbiorów danych, umożliwiają monitorowanie różnych zjawisk w czasie rzeczywistym. Prowadzi to do dynamicznego, opartego na danych, zarządzania zmianami w mieście oraz prowadzenia analityki predykcyjnej polegającej na coraz bardziej wiarygodnych systemach *Big Data*. Systemy *Big Data* charakteryzowane są często jako „3V” prędkość (*velocity*), objętość (*volume*) oraz różnorodność (*variety*). Kolejne atrybuty to wartość (*value*) czy prawdziwość (*veracity*) (rysunek 3.5).

Rysunek 3.5 *Big data* – 3V



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Bellini i inni, 2020).

Biorąc pod uwagę atrybut związany z wartością w kontekście systemów *Big Data*, odnosi się go w szczególności do generowania nowej wartości publicznej, która może być rozpatrywana w różnych kontekstach takich jak biznesowy, społeczny czy polityczny. Wartość ta powinna uwzględniać wyżej przyjęte założenia dotyczące rozpoznania przez lokalną administrację publiczną potrzeb obywateli i minimalizację kosztów dostarczania nowych rozwiązań.

Analiza danych w kontekście zarządzania miastem z wykorzystaniem systemów *Big Data* oraz z uwzględnieniem zapewnienia odporności miejskiej prowadzi do rozszerzenia koncepcji inteligentnego miasta o koncepcję miasta sterowanego danymi (*data-driven city*). Zjawisko *data-driven city* wywodzi się z *Big Data* oraz jej zastosowania w kontekście zarządzania miastem. Głównym celem miasta zorientowanego na danych jest podnoszenie standardu życia dzięki zastosowaniu nowoczesnej technologii ICT, która pozwala na monitorowanie procesów zachodzących w mieście. Poza tym, zjawisko *data-driven city* znajduje zastosowanie w rozpoznaniu związku między dominującymi trendami społecznymi kształtującymi współczesne społeczeństwo, a następnie znajdowaniu sposobów na wykorzystanie potencjału i możliwości powiązania tych zmian w celu osiągnięcia pożądanego rezultatu (Bibri i Krogstie, 2020). Istotne znaczenie dla kształtowania się zjawiska *data-driven city* ma sposób oceny wdrożonych rozwiązań. Efekty wynikające z wdrożenia ww. rozwiązań można podzielić na trzy rodzaje wpływu (Bibri S., 2021):

- bezpośredni – efektem inicjatywy jest operacyjny lub ekonomiczny rezultat konkretnego projektu uzyskany bezpośrednio przez jego uczestników,

- synergiczny – efekt, jaki daje wdrożony zestaw rozwiązań opartych na danych oraz ich wpływ na określony obszar życia miasta,
- ogólny – efekt jaki rozwiązania osiągają w kontekście społecznym i ekonomicznym, który ma bezpośredni wpływ na uczestników i użytkowników.

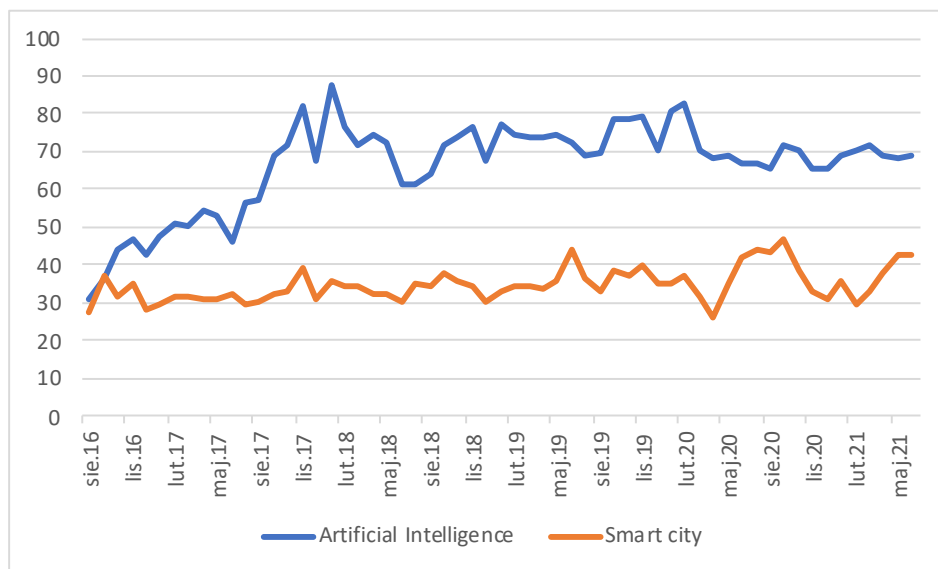
Przykładem miasta, w którym zastosowano podejście zorientowane na danych jest Lizbona, gdzie do systemu zarządzania incydentami, wdrożonego przez administrację miejską, włączone zostały informacje dotyczące wieku zabudowy w mieście, dane o temperaturze oraz wilgotności. Pozwala to na eksplorację danych pod kątem poszukiwania wzorców określonych zdarzeń. Dzięki wykorzystaniu metod uczenia maszynowego (*machine learning* – ML), naukowcom udało się stworzyć mapę budynków najbardziej zagrożonych w przypadku wystąpienia katastrof. W tym projekcie dokładność przeprowadzonego procesu prognozowania wzrastała wraz z dostępnością wolumenu danych (Elvas i inni, 2020).

Analiza dużych zbiorów danych z wykorzystaniem metod charakterystycznych dla *Big Data* dostarcza użytecznej wiedzy dla lokalnej administracji, która dzięki temu może podejmować trafne decyzje, czyli odpowiadające na rzeczywiste potrzeby i przewidywane zagrożenia. Dodatkowo, prognozy można wykorzystać w planowaniu przestrzennym w mieście, a zaobserwowane pomiędzy zmiennymi relacje mogą dostarczyć informacji o najważniejszych czynnikach konkretnych incydentów. Wykorzystanie przez lokalne samorządy zjawiska *data-driven* może mieć istotne znaczenie we wdrażaniu koncepcji inteligentnych miast, w których czujniki i dane mogą zostać wykorzystane do poprawy jakości życia obywateli.

### **3.7 Znaczenie wykorzystania sztucznej inteligencji w inteligentnym mieście**

Opisane w poprzednich podrozdziałach technologie, koncepcje, zjawiska oraz rozwiązania związane są z zastosowaniem mechanizmów sztucznej inteligencji w rozwoju miasta. Sztuczną inteligencję można interpretować jako sposób uczenia urzędów w celu naśladowania wzorców myślenia, a nawet symulowania ludzkich zachowań. Jakość i dokładność uzyskanych wyników jest ściśle zdeterminowana ilością (liczbą wytwarzanych i gromadzonych danych) i jakością (m.in. odpowiednim formatem, ciągłością w dostępie do tych samych danych) dostępnych danych oraz możliwościami ich przetwarzania. Zainteresowanie zagadnieniami związanymi ze sztuczną inteligencją oraz inteligentnym miastem charakteryzują się podobnym trendem (wykres 3.1).

**Wykres 3.1 Zmiana w popularności wyszukiwania pojęcia „artificial intelligence” i „smart city” (2016-2021)**

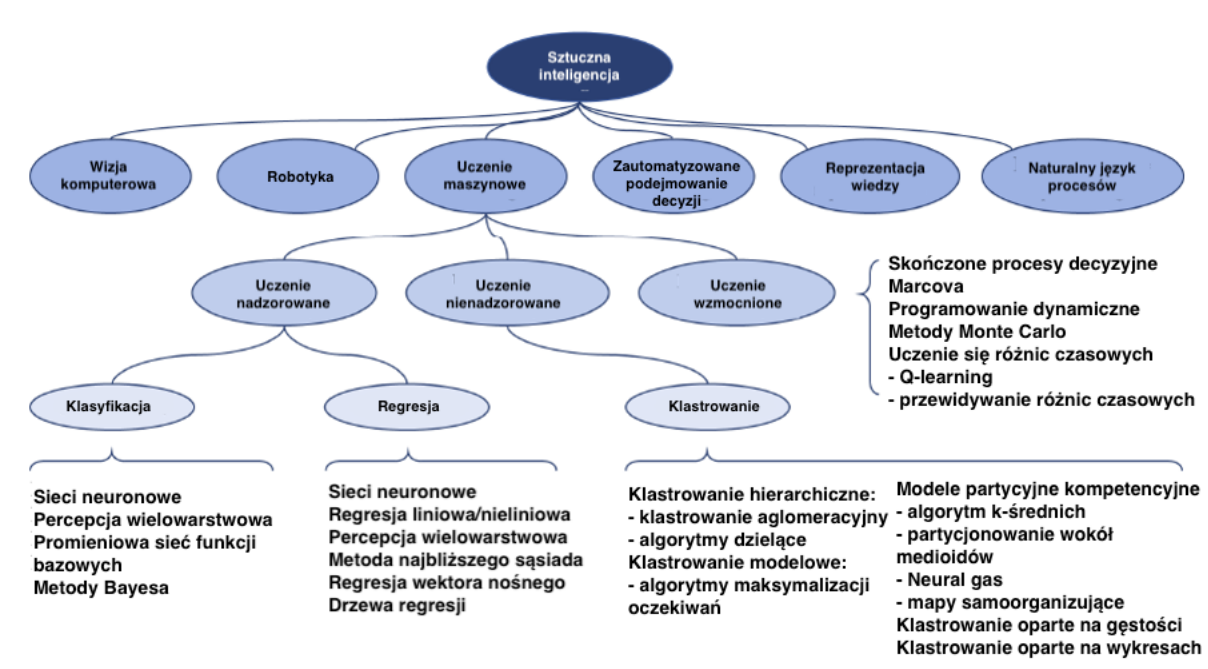


*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Google Trends, 2022).*

Oś rzędnych na wykresie 3.1 prezentuje kryterium popularności mierzone liczbą wyszukiwania danego hasła względem najwyższego punktu na wykresie, czyli 100. Wartość 50 oznacza, że popularność hasła dwukrotnie się zmniejszyła. Wartość 0 wskazuje, że dla danego hasła nie zarejestrowano wystarczającej liczby danych.

Zastosowanie sztucznej inteligencji może być realizowane poprzez tworzenie algorytmów uczenia maszynowego do przewidywania i klasyfikacji zjawisk społeczno-ekonomicznych. Algorytmy te mogą być nadzorowane lub nienadzorowane. Na rysunku 3.6 przedstawiono kategoryzację algorytmów uczenia maszynowego składającego się na technologię sztucznej inteligencji.

Rysunek 3.6 Kategorie algorytmów sztucznej inteligencji



Źródło: opracowanie własne na podstawie (Luckey, Fritz, Legatiuk, Dragos i Smarsly, 2020).

W nadzorowanym uczeniu (*supervised machine learning*) wykorzystuje się pary wejścia-wyjścia, na podstawie których następuje proces uczenia się maszyny. Problemem w przypadku tego typu uczenia jest odpowiednia klasyfikacja i regresja. W klasyfikacji dane są sortowane na predefiniowane kategorie, podczas gdy w regresji obliczane są dopasowania do odpowiednich danych wejściowych. W przypadku uczenia maszynowego nienadzorowanego (*unsupervised learning*) dane nie są oznaczone, co przekłada się na grupowanie informacji poprzez ich organizację według wspólnych cech. We wzmacnionym uczeniu maszynowym (*reinforcement learning*) nie jest dostarczany żaden zbiór treningowy (Luckey, Fritz, Legatiuk, Dragos i Smarsly, 2020). Maszyna otrzymuje określony zestaw informacji i na podstawie dozwolonych reguł dokonuje analizy i wskazuje jej skutki. Reguły podejmowania przez maszynę decyzji skonstruowane są w taki sposób, aby w procesie analizy uzyskać pożądaną efekt. Biorąc pod uwagę dostępne dane należy podjąć decyzję m.in. o wielkości testowanego przez maszynę zbioru oraz mechanizmu losowania z treningowe zbioru danych (SAS, 2018).

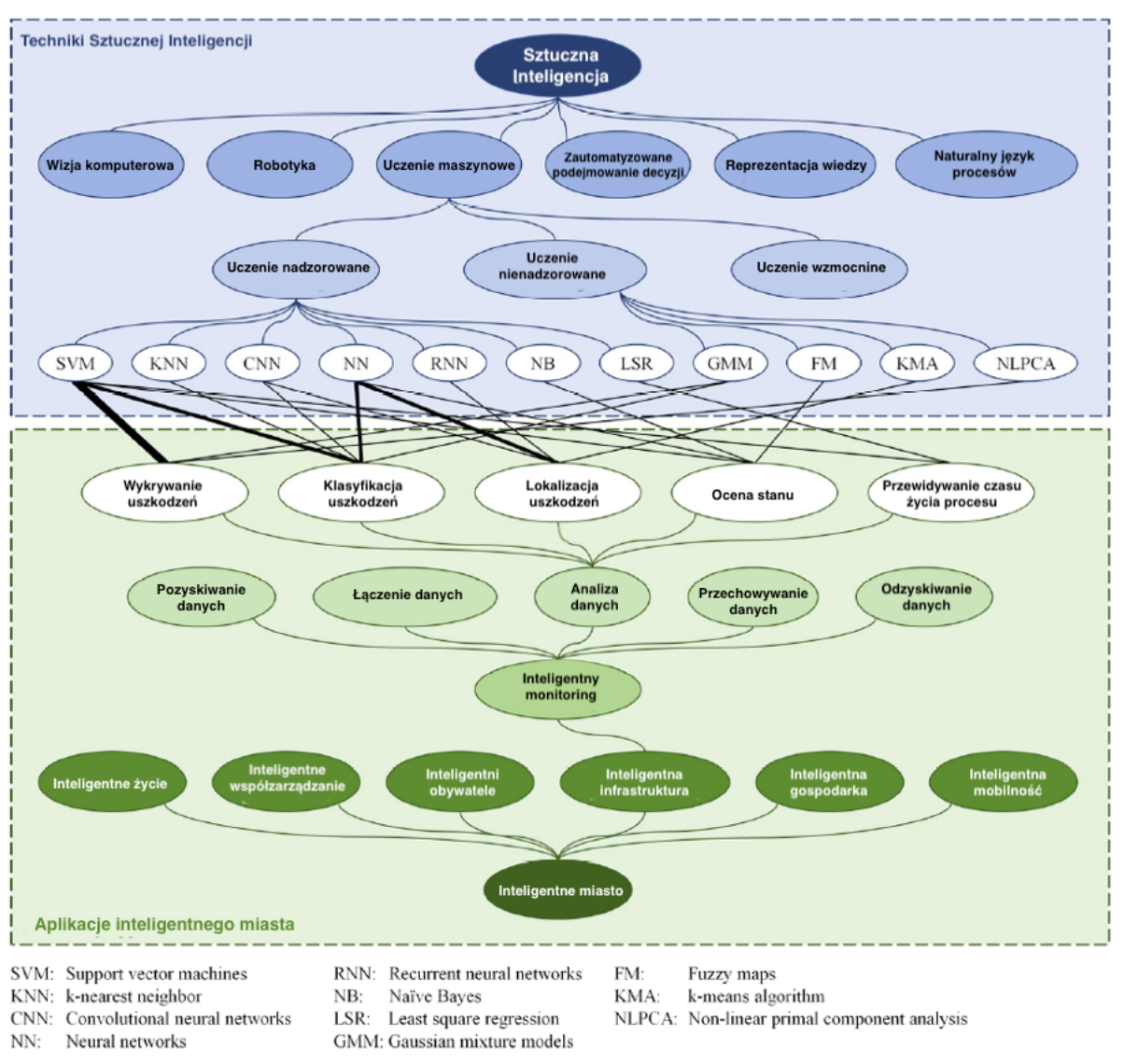
Eksploracja dużych zbiorów danych gromadzonych przez miasta charakteryzuje się tym, że dane mogą być pozyskiwane z różnorodnych źródeł takich jak: portale społecznościowe, systemy informacji geograficznej i bazy danych o sytuacjach kryzysowych. Źródła te dostarczają dane dla systemów wspomaganie decyzji. Głównym problemem w pracy

ze zróżnicowanymi danymi jest integracja i dostęp do danych ze względu na różnorodność systemów oraz brak standaryzacji danych pomiędzy systemami (Bibri S. , 2021).

Sztuczna inteligencja w zarządzaniu miastem może znaleźć zastosowanie w generowaniu map energetycznych, które można wykorzystać do celów modelowania i planowania zużycia energii. Odnosi się to w szczególności do odnawialnych źródeł energii, które dzięki zastosowaniu sztucznej inteligencji mogą zostać prawidłowo rozdysponowane. Takie działania przyczyniają się do zapobiegania negatywnym skutkom zmian klimatycznych, co jest głównym tematem współczesnych programów politycznych i gospodarczych (Allam i Dhunny, 2019). Mechanizmy sztucznej inteligencji wykorzystywane są też w sektorze zdrowia, chociaż opieka zdrowotna jest jednym z sektorów najbardziej ostrożnych w wykorzystaniu technologii sztucznej inteligencji. Głównym powodem jest to, że system opieki zdrowotnej ma prawie zerową tolerancję na niewyjaśnione zjawiska. Warunki, które ma spełniać system AI w ochronie zdrowia, muszą być w pełni wyjaśnione, a rozwiązania jasne i poprawne. Istniejące mechanizmy sztucznej inteligencji nie zawsze są w stanie spełnić te rygorystyczne wymagania. W efekcie, wiele podmiotów sektora opieki zdrowotnej niechętnie wdraża technologie sztucznej inteligencji, mimo że okazały się one wydajne i skuteczne (Zhang, 2021). Dostępne rozwiązania pomagają w diagnostyce, szacowaniu prawdopodobieństwa chorób, monitorowaniu postępów leczenia, dysleksji czy definiowaniu skuteczniejszych rozwiązań dla pacjentów. Działania z wykorzystaniem AI w sektorze zdrowia przyczyniają się do kreowania lepszych warunków życia (Sunarti i Rahman, 2021). Sztuczna inteligencja jest również wykorzystywana w sferze mobilności inteligentnego miasta. Zapewnienie mobilności i jej wpływ na rozwój miast poprawia się dzięki wykorzystaniu inteligentnych systemów transportowych, w szczególności transportu zautomatyzowanego. Ten nowy rodzaj mobilności opartej na sztucznej inteligencji musi być technologią skoncentrowaną również na użytkowniku, która „rozumie” i „zadowolala” człowieka i całe społeczeństwo (Nikitas, Michalakopoulou, Njoya i Karampatzakis, 2020). Ostatnim przytoczonym przykładem zastosowania algorytmów uczenia maszynowego do poprawy jakości życia mieszkańców jest ich zastosowanie w inteligentnym monitoringu w ramach inteligentnej infrastruktury miasta. Sztuczna inteligencja w tym przypadku służy wykrywaniu wzorców na podstawie analizy złożonych procesów, które to wzorce bez AI nie zostałyby odkryte, oraz w celu maksymalnego wykorzystania dostępnych zbiorów danych, które przy zastosowaniu klasycznych technik analizy nie są całkowicie wykorzystane. W ww. przypadku AI ma na celu wykrycie uszkodzenia, klasyfikację, wyodrębnienie informacji na temat lokalizacji zdarzenia, ocenę stanu oraz przewidywanego czasu reakcji na występujące

zdarzenia. Schemat zastosowania technologii sztucznej inteligencji w ramach koncepcji inteligentnego miasta przedstawiono na rysunku 3.7.

**Rysunek 3.7** Algorytm uczenia maszynowego na przykładzie inteligentnego monitoringu w inteligentnym mieście

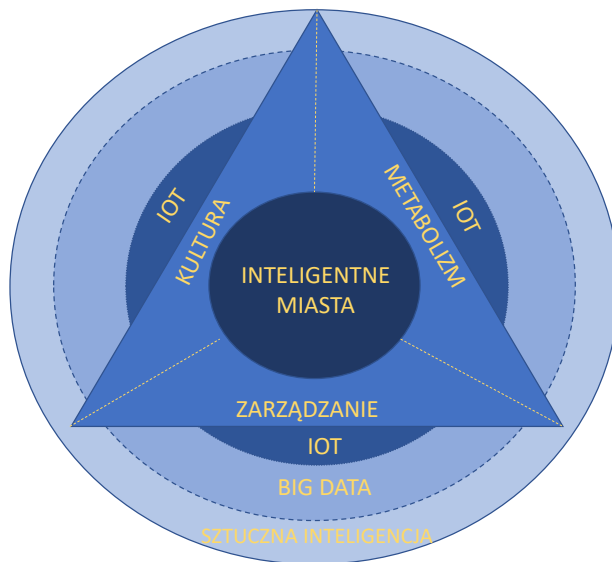


Źródło: opracowanie własne na podstawie (Luckey, Fritz, Legatiuk, Dragos i Smarsly, 2020).

W tym świetle, technologia stanowi podstawową cechę inteligentnego miasta. Oznacza to, że technologie *Big Data* oraz sztuczna inteligencja stają się podstawową warstwą *smart city*. Takie podejście pozwala na zastosowanie nowych ram analizy służących tworzeniu nowych modeli wspomagających zarządzanie miastem. Na rysunku 3.8 przedstawiono schemat funkcjonowania miasta zorientowanego na przetwarzaniu dużych zbiorów danych oraz generowaniu wartości publicznej poprzez uczenie maszynowe i włączanie zdobytej wiedzy w proces podejmowania decyzji.



**Rysunek 3.8 Integracja technologii zorientowanej na dane w inteligentnym mieście**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Allam i Dhunny, 2019).*

Zastosowanie sztucznej inteligencji, zwłaszcza w sektorze publicznym, nie jest łatwe, ponieważ wiąże się m.in. z posiadaniem dodatkowego personelu posiadającego odpowiednią wiedzę oraz zasobów pozwalających na przechowywanie i przetwarzanie dużych zbiorów danych. Zastosowanie technologii AI w sektorze usług prywatnych tworzy możliwości, dzięki którym wypracowane rozwiązania będą mogły zostać przeniesione do sfery usług publicznych. Również wdrożenie AI do struktur administracji publicznej pozwala na usprawnienie procesu tworzenia miejskich polityk i sprawniejsze zarządzanie samą administracją publiczną. Zmiany stają się możliwe dzięki zastosowaniu takich rozwiązań jak (Saadah, 2021):

- zautomatyzowane systemy umożliwiające połączenie do infrastruktury technologicznej zarządzającej ruchem,
- rejestracja tablic pojazdów naruszających zasady ruchu drogowego oraz automatyczne wezwanie właściciela poprzez komunikację elektroniczną,
- predykcjna konserwacja monitorowanego obiektu użyteczności publicznej,
- kierowanie użytkownika do wybranej lokalizacji za pomocą ogólnodostępnych systemów mapowych,
- powiadamianie użytkownika o zamknięciu obiektów (np. poprzez analizę rozprzestrzenienia się COVID-19),

- reagowanie odpowiednimi działaniami oraz podejmowanie polityk na podstawie danych pochodzących z czujników pogody oraz parametrów dotyczących niebezpieczeństw lub zagrożeń,
- klasyfikacja dokumentów składanych w urzędzie poprzez nadawanie im priorytetów w zależności od rodzaju sprawy (automatyczna analiza tekstu i wnioskowanie na podstawie danych),
- identyfikacja problemów i nastrojów społeczeństwa poprzez analizę mediów społecznościowych (analiza trendu rozpowszechniania się informacji na różnych platformach społecznościowych), pozwala na dostosowanie zasad i treści do określonego rodzaju odbiorców.

Kluczowym aspektem wymienionych rozwiązań jest znajomość i wizja dalszego zastosowania technik sztucznej inteligencji w zarządzaniu miastem. AI umożliwia przetwarzanie dużych ilości danych na potrzeby opracowania specyficznych dla danego obszaru zasad uczenia maszynowego, co przyczynia się do tworzenia złożonych skojarzeń i przewidywania wyników istotnych procesów, co nie byłoby możliwe przy zastosowaniu klasycznej analizy danych (Luckey, Fritz, Legatiuk, Dragos i Smarsly, 2020). Administracja publiczna odgrywa w tym przypadku istotną rolę, ponieważ jest głównym katalizatorem zmian. Od kreatywności i otwartości na innowacje lokalnego rządu w przeważającej mierze zależy dynamika i kierunek rozwoju miasta. Wobec tego zasadnym wydaje się określenie poziomu, w jakim zmiany te są adaptowane do środowisk miejskich. Biorąc pod uwagę wszystkie przesłanki przedstawione w powyższych rozważaniach, w kolejnym rozdziale podjęto próbę oceny działań podejmowanych przez lokalne samorządy w dążeniu do realizacji koncepcji *smart city*, z uwzględnieniem wszystkich atrybutów przedstawionych powyżej.

## 4 ROZWÓJ KONCEPCJI SMART CITY W POLSCE

### 4.1 Uzasadnienie, charakterystyka i zakres badania

Z roku na rok zaobserwować można wzrost zainteresowania tematyką inteligentnych miast zarówno przez środowisko naukowe, jak również lokalne samorządy, które coraz częściej wskazują w dokumentach strategicznych na dążenie do osiągnięcia założonych celów w kierunku rozwoju *smart city*. Stwierdzenie to potwierdza, przeprowadzona na potrzeby niniejszej pracy, analiza długoterminowych strategii rozwoju miast wojewódzkich (Województwo Pomorskie, 2021; Województwo Opolskie, 2021; Województwo Łódzkie, 2021; Województwo Śląskie, 2020). Zapisy dotyczące planowanych działań w stosunku do całego województwa znajdują bowiem swoje odzwierciedlenie w strategiach miast na prawach powiatu, a te rzutują kolejno na cele definiowane przez pozostałe miasta. Strategia rozwoju województwa wskazuje na obowiązujące w województwie polityki oraz wytycza kierunki zmian. Tym samym miasta powinny w swoich założeniach uwzględniać cele kluczowe dla województwa. Z przeprowadzonej analizy wynika, że obecnie dominuje prawidłowość do włączania obywateli w proces podejmowania decyzji mających istotne znaczenie dla poprawy jakości życia, rewitalizacji miasta, podnoszeniu komfortu poruszania się po mieście osób z niepełnosprawnościami oraz wspomagania rozwoju przedsiębiorstw, zarówno lokalnych, jak również dużego biznesu. Coraz częściej strategie rozwoju obejmują zagadnienia związane z inteligentnym miastem .

Horyzont czasowy, na który najczęściej projektowane są długoterminowe strategie rozwoju województwa obejmuje 10 lat. Wobec tego, wszystkie analizowane strategie polskich województw zaprojektowano do roku 2030. Na rysunku 4.1 przedstawiono województwa, których strategia uwzględnia wsparcie dla rozwoju inteligentnych miast. Województwa, których obszar zaznaczono kolorem niebieskim zadeklarowały rozwój koncepcji *smart city* na przestrzeni lat 2020-2030.

**Rysunek 4.1 Zidentyfikowane główne założenia strategiczne związane ze wsparciem rozwoju koncepcji *smart city* w długoterminowej strategii rozwoju województw w Polsce na lata 2020–2030**



Źródło: opracowanie własne.

Analiza strategii rozwoju polskich województw pozwoliła na wyodrębnienie trzech głównych obszarów, w zakresie których skonstruowane zostały główne cele. Poszczególne etykiety odpowiadają za obszar kolejno środowiska, społeczeństwa, gospodarki oraz technologii. Aspekt technologiczny dotyczy w szczególności wsparcia dla rozwoju sieci 5G, przemysłu 4.0, bezpieczeństwa miejskiego oraz *smart city*.

U podstaw rozważań nad wybraną tematyką leży niewątpliwie technologia, na co wskazują liczne definicje, koncepcje teoretyczne i projekty, w których podjęto próbę odzwierciedlenia istoty i wdrożenia zasad koncepcji inteligentnego miasta. W obszarach zurbanizowanych dostrzec można wiele rewolucyjnych metod, wspierających codzienne życie mieszkańców, a wykorzystujących między innymi rozwiązania oparte na technologii informacyjno-komunikacyjnej, Internetu rzeczy czy sztucznej inteligencji. Wciąż jednak brakuje wystarczającej wiedzy na temat powiązań pomiędzy zdolnością lokalnych samorządów do osiągnięcia założeń koncepcji *smart city*, a poziomem wiedzy na temat technologii oraz jej wykorzystania w zarządzaniu miastem. *Powiązania* rozumiane są jako dostosowanie struktury organizacyjnej z infrastrukturą techniczną jednostki samorządu terytorialnego w taki sposób,

aby zapewnione zostało odpowiednie środowisko dla rozwoju innowacji. Kwestia *technologii* odnosi się natomiast do już funkcjonujących rozwiązań, jak również tych, będących we wczesnej fazie wdrażania lub działań, które zostały oficjalnie zaplanowane w perspektywie najbliższych kilku lat. W wielu przypadkach niewystarczający poziom wiedzy posiadanej przez jednostki lokalnej administracji publicznej na temat pozytywnego oraz negatywnego wpływu technologii na jakość życia może oddziaływać na ogólny wizerunek miasta oraz determinować przyciąganie nowych mieszkańców i biznesu. Planowanie strategiczne oraz miejskie polityki coraz częściej nie odpowiadają na potrzeby i nieustannie zmieniające się trendy technologiczne. Efektem rosnącej roli innowacji jest przenoszenie wielu usług do sfery wirtualnej, co jednocześnie skutkuje możliwością szybszego dotarcia do mieszkańców z określonym przekazem, ułatwia załatwianie spraw oraz ostatecznie zwiększa zadowolenie z życia.

Rozwój nowego otwartego modelu współzarządzania miastem oraz życia w mieście stał się przesłanką dla przeprowadzenia badania wśród jednostek samorządu terytorialnego, którego celem było:

- ocena ogólnych uwarunkowań pozwalających na wdrożenie przez jednostki samorządu terytorialnego koncepcji *smart city*,
- zweryfikowanie obszarów w jakich lokalna administracja publiczna podejmuje działania związane z realizacją koncepcji *smart city*,
- wskazanie kierunków rozwoju koncepcji *smart city* w Polsce,
- zidentyfikowanie mocnych stron i barier dla rozwoju koncepcji *smart city* w Polsce.

Wymienione etapy badania koncentrują się w głównej mierze na wymiarze technologicznym związanym z funkcjonowaniem i współzarządzaniem miastem inteligentnym. Konstrukcja kwestionariusza została przygotowana w taki sposób, aby na podstawie uzyskanych wyników ankiety możliwe było udzielenie odpowiedzi na pierwsze trzy pytania badawcze postawione we wstępie do niniejszej dysertacji. Wobec powyższego w dalszej części rozważań nad rozwojem koncepcji inteligentnego miasta w Polsce podjęto próbę odpowiedzi na pytania badawcze:

- (2) Jaki jest poziom znajomości koncepcji *smart city* w jednostkach lokalnej administracji publicznej w Polsce?
- (3) Czy jednostki lokalnej administracji publicznej w polskich miastach zapewniają odpowiednie warunki technologiczne do rozwoju koncepcji *smart city*?

(4) W jaki sposób wdrażane są założenia koncepcji *smart city* w odniesieniu do sześciu wymiarów: *smart people, smart environment, smart economy, smart governance, smart mobility, smart living*?

Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety. Opracowany kwestionariusz składał się z 27 pytań, w tym 16 pozwalało na wybór pomiędzy odpowiedziami: tak lub nie, natomiast pozostałe umożliwiały wskazanie kilku wariantów z listy (tabela 4.1).

**Tabela 4.1 Struktura kwestionariusza badania ankietowego**

<b>Sekcja</b>	<b>Pytania</b>	<b>Rodzaj odpowiedzi</b>
<b>Metryczka</b>	Miejscowość Województwo/Powiat/Gmina Liczba zatrudnionych pracowników	Opisowe
<b>Uwarunkowania działania JST</b>	1. Posiadanie w strukturze organizacyjnej stanowiska ds. innowacji	Dychotomiczne (tak/nie)
<b>Uwarunkowania organizacyjno-zarządcze</b>	2. Posiadanie mierników zadań zdefiniowanych w strategii rozwoju miasta 3. Rodzaje mierników związane z realizacją zapisów strategii rozwoju: – analiza ryzyka, – normy i standardy, – realizacja planowanego budżetu, – indywidualnie zdefiniowane mierniki.	Dychotomiczne (tak/nie)  Wielokrotnego wyboru
<b>Uwarunkowania technologiczne</b>	4. Posiadanie czujników rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej 5. Zastosowanie technologii Business Intelligence, Big Data, hurtowni danych lub innych 6. Włączanie danych pochodzących z czujników do procesu podejmowania decyzji 7. Źródła zbierania danych z czujników: – natężenie ruchu, – poziom hałasu, – poziom zanieczyszczenia powietrza, – mierniki zużycia wody, – mierniki zużycia energii elektrycznej, – monitoring selektywnej zbiórki odpadów, – liczba połączeń do bezpłatnego WiFi.	Dychotomiczne (tak/nie)  Wielokrotnego wyboru
<b>Uwarunkowania w zakresie współpracy</b>	8. Grupy społeczne włączane do procesu podejmowania decyzji: – nie włącza się, – mieszkańcy, – środowisko naukowe, – przedsiębiorstwa, – organizacje pozarządowe, – firmy technologiczne, – miasta partnerskie.	Wielokrotnego wyboru
	9. Współpraca z innymi miastami	Dychotomiczne (tak/nie)

<b>Sekcja</b>	<b>Pytania</b>	<b>Rodzaj odpowiedzi</b>	
<b>Znajomość koncepcji smart city</b>	10. Znajomość pojęcia „smart city”	Dychotomiczne (tak/nie)	
	11. Realizacja działań w zakresie wdrażania koncepcji smart city		
	12. Włączanie założeń koncepcji smart city do długoterminowej strategii rozwoju miasta		
<b>Smart economy</b>	13. Posiadanie stanowiska ds. wdrażania założeń koncepcji smart city	Dychotomiczne (tak/nie)	
	14. Działania w zakresie wymiaru inteligentnej gospodarki		
	15. Rodzaje podejmowanych działań: <ul style="list-style-type: none"> <li>– programy i szkolenia dla przedsiębiorców wspomagające ich rozwój,</li> <li>– przywileje podatkowe dla nowych firm (startup-ów),</li> <li>– odpowiednie założenia wynikające ze strategii rozwoju miasta sprzyjające rozwojowi przedsiębiorstw,</li> <li>– inne.</li> </ul>		Wielokrotnego wyboru
<b>Smart living</b>	16. Działania w zakresie wymiaru inteligentnego życia	Dychotomiczne (tak/nie)	
	17. Rodzaje podejmowanych działań: <ul style="list-style-type: none"> <li>– wydarzenia kulturowe,</li> <li>– monitoring miejski służący poprawie poziomu bezpieczeństwa,</li> <li>– udogodnienia dla osób z niepełnosprawnościami,</li> <li>– dostęp do służby zdrowia,</li> <li>– dostęp do WiFi w przestrzeni publicznej,</li> <li>– inne.</li> </ul>		Wielokrotnego wyboru
	18. Działania w zakresie wymiaru inteligentnego współzarządzania		Dychotomiczne (tak/nie)
19. Rodzaje podejmowanych działań: <ul style="list-style-type: none"> <li>– usługi udostępniane przez urząd,</li> <li>– aktywność w mediach społecznościowych,</li> <li>– partycypacja obywateli w działania podejmowane przez jednostkę,</li> <li>– budżet obywatelski,</li> <li>– aplikacje dla mieszkańców np. dotyczące odbioru odpadów,</li> <li>– całodobowe centrum kontaktu dla mieszkańców,</li> <li>– udostępnianie danych pochodzących z wewnętrznych zbiorów do wykorzystania przez osoby zainteresowane (open data),</li> <li>– korzystanie z rozwiązań pozwalających na analizę danych w celu wykorzystania ich w procesie podejmowania decyzji,</li> <li>– miejska młodzieżowa rada,</li> <li>– inne.</li> </ul>	Wielokrotnego wyboru		
<b>Smart governance</b>	20. Działania w zakresie wymiaru inteligentnej mobilności	Dychotomiczne (tak/nie)	
	21. Rodzaje podejmowanych działań: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dostęp do współdzielonej komunikacji miejskiej,</li> </ul>		Wielokrotnego wyboru

Seksja	Pytania	Rodzaj odpowiedzi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– komunikatory informujące o czasie opóźnienia przyjazdu autobusów lub pociągów,</li> <li>– tablice informujące o liczbie wolnych miejsc parkingowych,</li> <li>– aplikacje mobilne ułatwiające mieszkańcom komunikację w mieście,</li> <li>– inne.</li> </ul>	
<b>Smart environment</b>	<p>22. Działania w zakresie wymiaru inteligentnego środowiska</p> <hr/> <p>23. Rodzaje podejmowanych działań:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– czujniki mierzące poziom zanieczyszczenia powietrza,</li> <li>– czujniki regulujące poziom zużycia energii elektrycznej,</li> <li>– dostęp do zieleni w przestrzeni publicznej (parki, lasy),</li> <li>– systemy inteligentnego nawadniania,</li> <li>– energooszczędne oświetlenie uliczne,</li> <li>– inne.</li> </ul>	<p>Dychotomiczne (tak/nie)</p> <hr/> <p>Wielokrotnego wyboru</p>
<b>Smart people</b>	<p>24. Działania w zakresie wymiaru inteligentnych ludzi</p> <hr/> <p>25. Rodzaje podejmowanych działań:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dostępność szkół wyższych,</li> <li>– laboratoria rozwoju,</li> <li>– szkolenia oraz warsztaty dla mieszkańców,</li> <li>– kampanie promujące uczenie przez całe życie,</li> <li>– Uniwersytety Trzeciego Wieku,</li> <li>– inne.</li> </ul>	<p>Dychotomiczne (tak/nie)</p> <hr/> <p>Wielokrotnego wyboru</p>
<b>Mocne strony i bariery związane z realizacją koncepcji smart city</b>	<p>26. Identyfikacja mocnych stron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– innowacyjne rozwiązania technologiczne w przestrzeni miejskiej (szerokopasmowy dostęp do Internetu, czujniki),</li> <li>– efektywny system zarządzania projektami wewnątrz instytucji,</li> <li>– wysokie kompetencje pracowników,</li> <li>– współpraca ze środowiskiem naukowym,</li> <li>– odpowiednie zarządzanie oraz ilość środków finansowych,</li> <li>– aktywni mieszkańcy.</li> </ul> <p>27. Identyfikacja barier:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– brak odpowiedniej wiedzy na temat założeń związanych z inteligentnym miastem,</li> <li>– brak zasobów organizacyjnych (pracowników, miejsca, czasu),</li> <li>– brak wystarczającej wiedzy technicznej,</li> <li>– brak specjalistów,</li> <li>– ograniczenia związane z dostępnością przestrzeni do zagospodarowania,</li> <li>– niechęć mieszkańców do współpracy z administracją publiczną,</li> </ul>	<p>Wielokrotnego wyboru</p>



Sekcja	Pytania	Rodzaj odpowiedzi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– brak odpowiednich zasobów finansowych,</li> <li>– ryzyko związane z inwestycjami nie spełniającymi oczekiwań,</li> <li>– bezpieczeństwo informacji.</li> </ul>	

*Źródło: opracowanie własne.*

Populacją, która została poddana badaniu za względu na problem badawczy jakim jest uwarunkowanie rozwoju koncepcji *smart city* były lokalne jednostki administracji publicznej w Polsce. Wybór jednostek do próby badawczej składał się z kilku etapów:

1. sporządzono operat losowania, który stanowił informacje na temat wszystkich miasta w Polsce obejmujący nazwę miasta oraz liczbę ludności. Według GUS w dniu 30 czerwca 2020 roku w Polsce było łącznie 940 miast,
2. operat losowania podzielono kolejno na trzy podzbiory (warstwy) według liczby ludności: małe poniżej 20 tys. mieszkańców, miasta średnie 20 tys. do 100 tys. mieszkańców i duże powyżej 100 tys. mieszkańców. Dzięki temu jednostki były bardziej podobne do siebie w obrębie wydzielonego podzbioru niż w stosunku do całej populacji. W wyniku podziału do warstwy małych miasta trafiło 722 jednostki, do warstwy średnich miasta 179 jednostek, a do warstwy dużych miast 39 jednostek. Miasta zostały następnie zakodowane nadając im unikalne numery ID,
3. na podstawie specyfiki analizowanych procesów, związanych z rozwojem koncepcji *smart city* w Polsce, która charakteryzuje się zastosowaniem technologii w celu lepszego zarządzania miastem, podjęto decyzję o wyborze liczby jednostek, które zostaną wylosowane do próby. Duże miasta mają największy potencjał pod względem tworzenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych wspomagających różne obszary funkcjonowania miasta oraz w stosunku do wdrażania koncepcji inteligentnego miasta, dlatego zdecydowano o wylosowaniu 51% (20 jednostek) tej warstwy. Z warstwy odpowiadającej średnim miastom wylosowano 34% (60 jednostek), natomiast małych miast wylosowano 25% (200 jednostek). Wielkość próby wynosiła łącznie 280 jednostek, co stanowiło 30% całej populacji,
4. w programie IBM SPSS Statistics<sup>6</sup> dokonano losowania niezależnych prób w obrębie każdej warstwy wskazując jako zmienną wielkość danego miasta. Metodą wykorzystaną

<sup>6</sup> IBM SPSS Statistics – oprogramowanie pozwalające na wykonywanie statystycznej analizy danych rozwijane przez firmę IBM od 1968 roku. Pozwala na zastosowanie różnego rodzaju mechanizmów, modeli, metod lub technik analitycznych i statystycznych na zbiorach danych w formie graficznego interfejsu użytkownika (IBM, 2022).

do losowania było losowanie proste bez zwracania<sup>7</sup>. W oknie programu SPSS pozwalającym na zdefiniowanie wielkości próby wybrano nierówne wartości dla warstw przypisując im proporcje wskazane w poprzednim punkcie. Rezultatem było otrzymanie listy losowych miast dla każdego podzbioru,

5. dla wylosowanych miast sporządzono listę korespondencyjną, w której zestawiono adresy e-mail jednostek samorządu terytorialnego właściwy do przyjmowania wniosków o udzielenie informacji publicznej.

Ostateczne badanie przeprowadzone zostało w terminie od 1 lipca do 31 sierpnia 2020 roku poprzez zastosowanie techniki CAWI (*Computer-Assisted Web Interview*<sup>8</sup>). Ankiety w formie elektronicznej zostały wysłane na ww. adresy wylosowanych lokalnych jednostek administracji publicznej wraz z pismem przewodnim, w którym uzasadniono istotę prowadzonych badań. W przeprowadzonym badaniu uzyskano 210 zwrotów (z 280 wysłanych wniosków). Odsetek zwrotów stanowił 75% próby badawczej, co obejmuje 22% całej populacji. W niniejszej pracy określenia „lokalna administracja publiczna”, „JST” oraz „miasta” są używane zamiennie i oznaczają badaną jednostkę. Szczegółowe dane dotyczące próby przedstawiono w tabeli 4.2.

**Tabela 4.2 Charakterystyka próby badawczej**

Warstwa	Wielkość populacji	Wielkość próby	Liczba zwrotów	Liczba zwrotów/wielkość próby w warstwie	Liczba zwrotów/wielkość populacji w warstwie
<b>Miasta małe</b>	722	200	145	73%	20%
<b>Miasta średnie</b>	179	60	47	78%	26%
<b>Miasta duże</b>	39	20	18	90%	46%
<b>Ogółem</b>	<b>940</b>	<b>280</b>	<b>210</b>	<b>75%</b>	<b>22%</b>

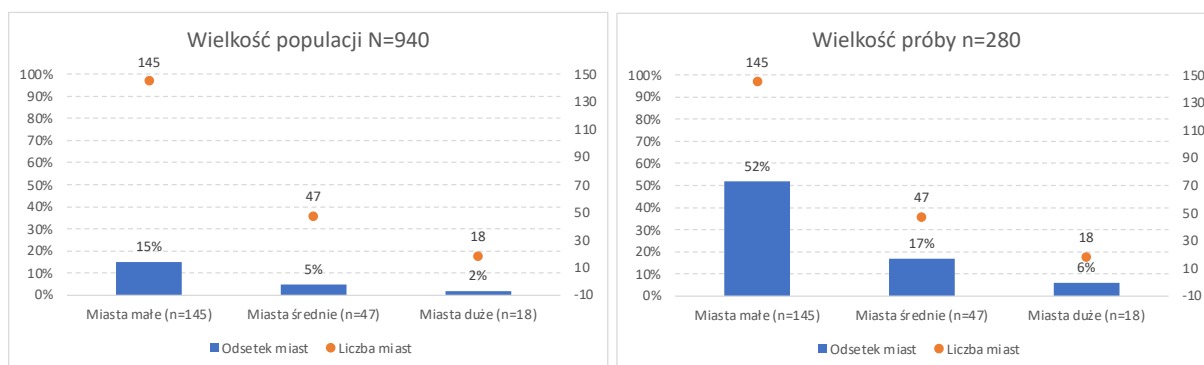
*Źródło: opracowanie własne.*

Uzyskane zwroty w warstwie małych miast obejmują 52% całej próby badawczej, zwroty z badania miast średnich stanowiły 17% wszystkich miast wylosowanych do badania, a duże 6%. Na wykresie 4.1 przedstawiono również stosunek zwrotów do całej populacji.

<sup>7</sup> Losowanie proste bez zwracania (LPBZ) – w którym wynik kolejnego losowania zależy od wyniku losowania poprzedniego (przez uszczuplenie populacji o wylosowaną wcześniej jednostkę). A zatem jednostka wylosowana do badania nie bierze już udziału w dalszym losowaniu (stąd częsta nazwa losowanie bez zwracania) (GUS, 2022).

<sup>8</sup> CAWI (*Computer-Assisted Web Interview*) oznacza wspomagany komputerowo wywiad z wykorzystaniem elektronicznego kwestionariusza opublikowanego na stronie www. Metoda zbierania danych i informacji, w której respondent wypełnia ankiety bez udziału ankietera (Stanisławski, 2017).

## Wykres 4.1 Struktura zwrotów w stosunku do całej populacji oraz do próby badawczej



Źródło: opracowanie własne.

Kwestionariusz badania podzielony został na kilka części ze względu na złożoność zagadnień, które składają się na koncepcję inteligentnego miasta. Pierwsza część dotyczyła ogólnych uwarunkowań efektywności działań podejmowanych przez urzędy miejskie w zakresie organizacji i zarządzania, technologii oraz współpracy z interesariuszami. Kolejna część odnosiła się do koncepcji *smart city* i została podzielona na sześć kategorii zgodnie z sześcioma wymiarami zaproponowanymi przez Giffingera oraz szczegółowo opisanymi w drugim rozdziale niniejszej dysertacji. Ostatnia część to rozpoznanie mocnych i słabych stron jakie lokalne samorządy identyfikują w związku z dążeniem do osiągnięcia założeń koncepcji inteligentnego miasta. Wyniki uzyskane z ostatniej części badania zostały opisane w osobnym rozdziale.

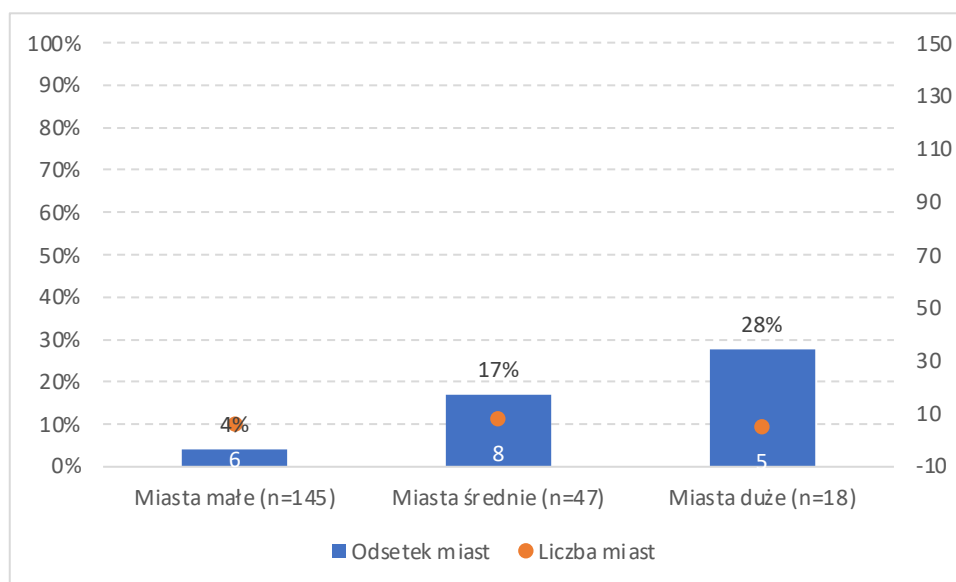
## 4.2 Uwarunkowania działalności lokalnej administracji publicznej

### 4.2.1 Uwarunkowania organizacyjne i zarządcze

Dostosowanie struktury organizacyjnej urzędu w drodze powołania wydzielonej komórki lub samodzielnego stanowiska, które kompleksowo zajmuje się sprawami związanymi z rozwojem miasta, to działania urzędu, które przyczyniają się do generowania innowacji i stanowią o dojrzałości JST do zmian związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city*. O ww. dojrzałości świadczy też wdrażanie mierników, pozwalających określić stopień wdrożenia zadań sformułowanych w strategii miasta. W przeprowadzonym badaniu respondentów zapytano również, jakiego rodzaju szczegółowe metody stosowane są do przeprowadzenia odpowiedniej oceny racjonalności podejmowanych działań. Z uwagi na fakt, iż w zależności od wielkości miasta, dostęp do zasobów zarówno związanych z personelem, jak również wiedzą i finansami jest nieporównywalny, prezentacja wyników podzielona jest z uwzględnieniem wspomnianych wcześniej podzbiorów. Każda proporcja przedstawiona

na wykresach odnosi się do stosunku liczby zwrotów uzyskanych z odpowiedzi na kolejne pytania do wielkości próby w danej warstwie (wykres 4.2).

**Wykres 4.2 Odsetek podmiotów, które posiadają w strukturze organizacyjnej wydzieloną komórkę lub samodzielne stanowisko odpowiadające za wdrażanie innowacji oraz usług dla mieszkańców według warstw (pytanie 1)**

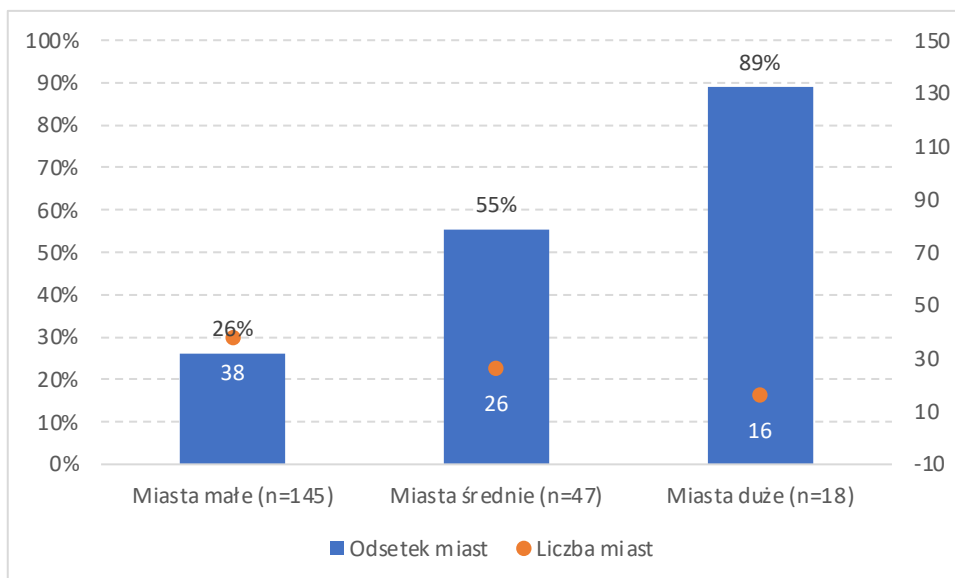


*Źródło: opracowanie własne.*

Z wyników przedstawionych na wykresie 4.2 wynika, iż małe miasta często nie posiadają w swoich strukturach wydzielonych stanowisk, które podejmowałyby inicjatywy niezbędne dla kreowania podejścia zorientowanego na innowacje. Wydzielone struktury organizacyjne w średnich miastach zadeklarowało 17% spośród wszystkich jednostek w tej warstwie. Wynik ten uzasadnia liczba pracowników w samorządach średnich miast, gdzie jedynie 26 jednostek zatrudnia powyżej 200 osób. Niemal 30% dużych miast charakteryzuje się posiadaniem stanowisk. Biorąc pod uwagę wszystkie badane miasta ogółem, jedynie 25 z 210 (12%) od których uzyskano odpowiedzi posiada dedykowane w organizacji stanowiska lub komórki organizacyjne odpowiedzialne za zarządzanie innowacyjnymi projektami.

W odniesieniu do mierników, które wykorzystywane są przez administrację samorządową do oceny stopnia wdrożenia zadań wskazanych w strategii rozwoju 38% z miast uczestniczących w badaniu, potwierdziło stosowanie mechanizmów, które umożliwiają dokonanie analizy oraz oceny podejmowanych działań. Zestawienie z podziałem na warstwy przedstawiono na wykresie 4.3.

**Wykres 4.3 Odsetek miast stosujących zdefiniowane mierniki pozwalające określić stopień wdrożenia zadań wskazanych w strategii rozwoju według wielkości miast (pytanie 2)**



Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie analizy literatury dotyczącej inteligentnych miast skonstruowano listę podejść, które służą do oceny stopnia realizacji działań w ramach założeń strategicznych oraz operacyjnych miasta. W tabeli 4.3 zestawiono informacje na temat wybranych podejść, o które pytano respondentów w przeprowadzonym badaniu wraz z ich krótką charakterystyką oraz źródłem wskazującym na zasadność wyboru.

**Tabela 4.3 Wybrane podejścia stosowane w zarządzaniu miastem**

Podejście	Charakterystyka	Źródło
<b>Analiza ryzyka</b>	Odnosi się nie tylko do bezpieczeństwa informacji w rozumieniu przepisów dotyczących ochrony danych osobowych, ale również do oceny zagrożeń w zakresie takich obszarów jak krytyczna infrastruktura <i>smart city</i> oraz sieci, bezpieczeństwo osób starszych, mobilność i transport czy zasadność podejmowanych polityk miejskich.	(Weihua, Wanying i Xiaoyu, 2020) (Gubański, 2018) (Trzpiot i Szołtysek, 2017) (Parlament Europejski, 2016)
<b>Normy i standardy</b>	Zastosowanie norm i standardów sprzyja dokonywaniu oceny postępu w odniesieniu do podejmowanych działań. Systematyczne	(IESE Business School, 2021) (Arcadis, 2021)

<b>Podejście</b>	<b>Charakterystyka</b>	<b>Źródło</b>
	aktualizowanie wskaźników ujętych w normach takich jak ISO przyczynia się do lepszego zarządzania miastem. W kontekście przeprowadzonego badania za normy i standardy uznaje się stosowanie normy ISO 37120 dla inteligentnych miast.	(Institute for Urban Strategies, 2021) (Economist Intelligence Unit, 2021) (PKN, 2021)
<b>Kontrola i realizacja planowanego budżetu</b>	Realizacja założeń budżetowych wynika z obowiązku ustawowego nałożonego na jednostki samorządowe. Może ona służyć do realizacji działań operacyjnych dotyczących poziomu wydatków i dochodów oraz strategicznych, który odnosi się do sytuacji gospodarczej oraz wpływów z podatków i kontroli jednostek podległych. Dzięki informacjom zawartym w realizacji budżetu możliwe jest oszacowanie rzeczywistych wartości podejmowanych inwestycji oraz ich bardziej świadome planowanie w przyszłości.	(Jonek-Kowalska, 2019) (Babuśka, 2016)
<b>Indywidualnie zdefiniowane mierniki zgodnie z regułą SMART</b>	Mierniki samodzielnie zdefiniowane biorąc pod uwagę szczególne cechy projektu. Zastosowanie zasady SMART zgodnie z którą cele powinny być skonkretyzowane, mierzalne, akceptowalne, realne i terminowe.	(Afonso, Brito i Nascimento, 2015) (Kaur, Akre i Arif, 2019) (Bergh, Dootson, Kowalkiewicz i Viaene, 2018)

*Źródło: opracowanie własne.*

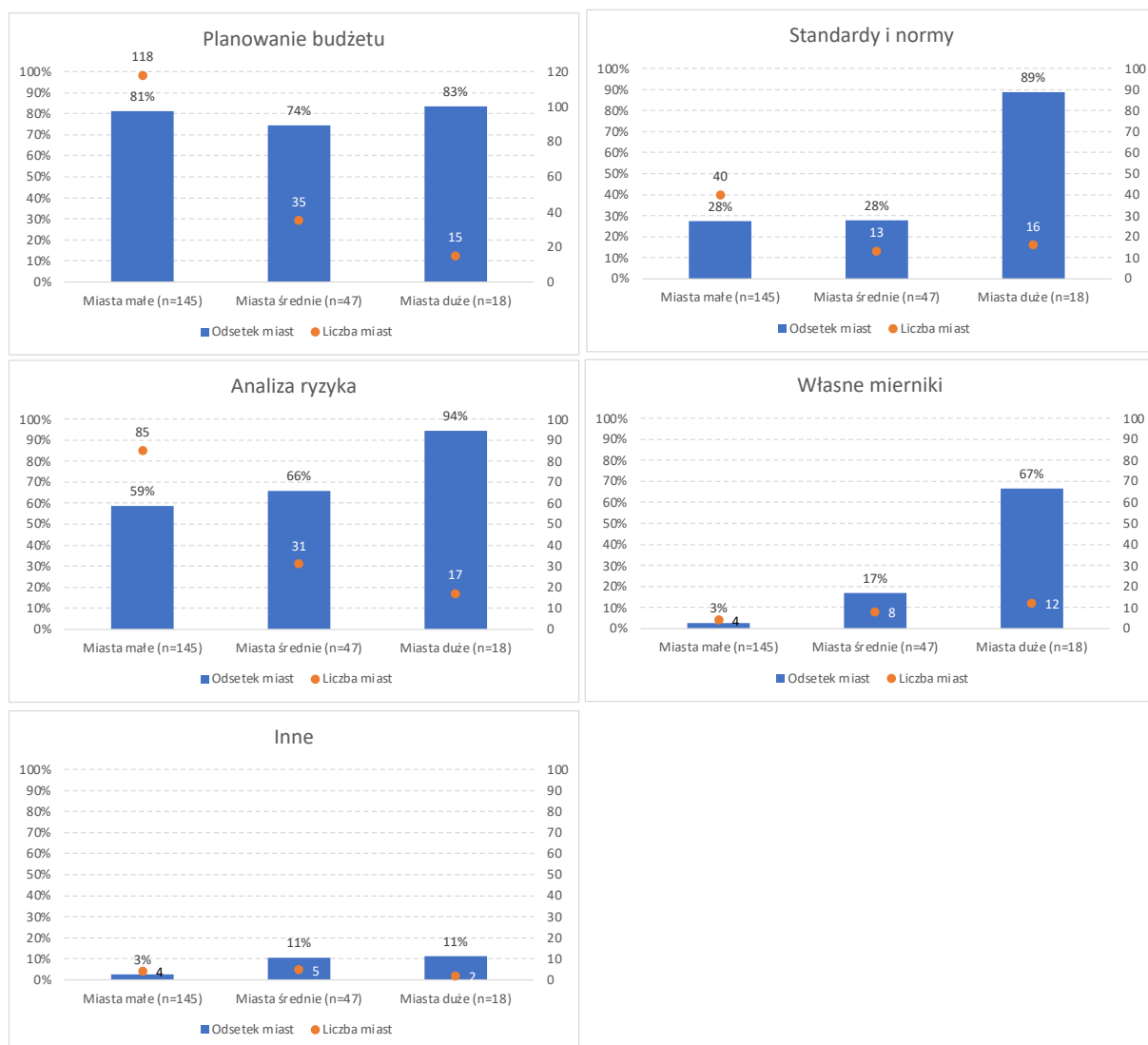
Stosowanie wymienionych w tabeli 4.2 podejść pozwala miastom na wprowadzanie zmian i poprawę jakości życia mieszkańców poprzez wykorzystanie wiedzy płynącej z oceny wdrażanych zadań realizowanych w różnych obszarach funkcjonowania miasta, m.in. w zakresie Jonek-Kowalska, 2019):

- kapitału ludzkiego,
- spójności społecznej,

- ekonomii,
- środowiska,
- zarządzania,
- urbanistyki,
- logistyki,
- globalizacji,
- IT i ICT,
- transportu.

Analiza ryzyka, metody związane z oceną realizacji założeń budżetowych czy stosowanie dostępnych norm oraz standardów pozwalają w pewnym stopniu na porównywanie ze sobą miast pod względem ich bezpieczeństwa, zgodności z normami zrównoważonego i inteligentnego rozwoju oraz efektywności. Natomiast samodzielnie projektowane przez miasta mierniki znajdują swoje zastosowanie w przypadku oceny konkretnego projektu, charakteryzującego się specyficznymi założeniami. Służą one zatem często realizacji i kontroli jednorazowego planu, uniemożliwiając tym samym zastosowanie wypracowanego podejścia jako wzorca przez inne miasta. Na wykresie 4.4 przedstawiono wyniki ankiety w zakresie stosowania wybranych metod. W ramach tego, półotwartego pytania, respondenci mogli również wskazywać na inne, poza wymienionymi, podejścia.

**Wykres 4.4 Odsetek miast stosujący wybrane podejścia do oceny stopnia realizacji działań w ramach założeń strategicznych oraz operacyjnych miasta według wielkości miasta (pytanie 3)**



*Źródło: opracowanie własne.*

Miernikami najczęściej stosowanymi przez małe miasta, jak wynika z odpowiedzi, okazały się analiza ryzyka oraz ocena realizacji budżetu. Wskazane mechanizmy stanowią jednak podstawę dla wykonywania wszystkich zadań, które wynikają z zapisów ustawy o finansach publicznych oraz o samorządzie gminy (Sejm RP, 1990). Ta sama sytuacja dotyczy miast średnich. Duże miasta znacznie częściej skłonne są definiować własne narzędzia służące ocenie projektów, które dostosowywane są do specyfiki danego przedsięwzięcia, jak również w zdecydowanej większości korzystają z dostępnych norm oraz standardów. Poza zdefiniowanymi podejściami, respondenci dodatkowo wskazali na inne stosowane rozwiązania takie jak:

- samoocena podejmowanych działań,



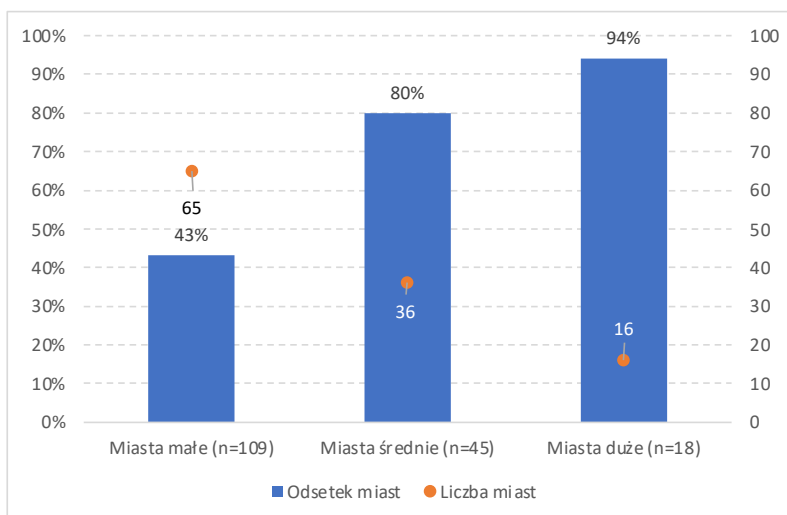
- pozyskiwanie środków z funduszy zewnętrznych na tworzenie mechanizmów pozwalających na monitorowanie i pomiar osiągnięć,
- analiza dostępnych danych pod względem oszacowania zadowolenia mieszkańców z realizacji określonych działań,
- definiowanie wskaźników pozwalających na ocenę realizacji celów zawartych w długoterminowej strategii rozwoju.

#### **4.2.2 Uwarunkowania techniczne**

Kolejny etap badania zorientowany był na uwarunkowaniach technologicznych, w szczególności związanych ze zbieraniem przez jednostki administracji publicznej danych pochodzących z różnego rodzaju czujników rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej. Podejście oparte na danych (*data-driven approach*) stanowi istotny model, ponieważ wspiera rozwój inteligentnych oraz zrównoważonych sposobów zarządzania miastem. Zastosowanie różnego rodzaju sposobów zarządzania, szerzej opisanych w rozdziale pierwszym niniejszej dysertacji, przyczynia się do lepszego zarządzania inteligentnym miastem, wpływając tym samym na rozwój nowej generacji miasta inteligentnego – Smart City 5.0. Wspomniana generacja Smart City 5.0 bazuje na danych pochodzących z czujników oraz technologii analizy dużych zbiorów danych w celu optymalizacji funkcjonowania istniejącej infrastruktury oraz usług miejskich lepiej dopasowanych do rzeczywistych potrzeb mieszkańców.

Miasta znajdują się pod presją zmian związanych z transformacją cyfrową. Do obszarów, w których nowoczesna technologia oraz zastosowanie sensorów mogą znajdować konkretne zastosowanie, należą gospodarka odpadami, efektywność energetyczna, gospodarka wodna, aspekty kulturowe i zdrowotne, transport, optymalizacja użytkowania gruntów, zapobieganie zanieczyszczeniom powietrza oraz zmniejszenie poziomu hałasu. Miasta coraz częściej wyposażone są w stacje monitorujące zdarzenia w czasie rzeczywistym oraz czujniki, które analizują i gromadzą dane dotyczące funkcjonowania miasta. Dysponowanie odpowiednimi zbiorami danych w ww. obszarach pozwala na konstruowanie pulpitu nawigacyjnego oraz platform ułatwiających podejmowanie decyzji dążących do poprawy jakości życia mieszkańców. Na wykresie 4.5 przedstawiono odpowiedzi odnoszących się do zbierania danych pochodzących z czujników.

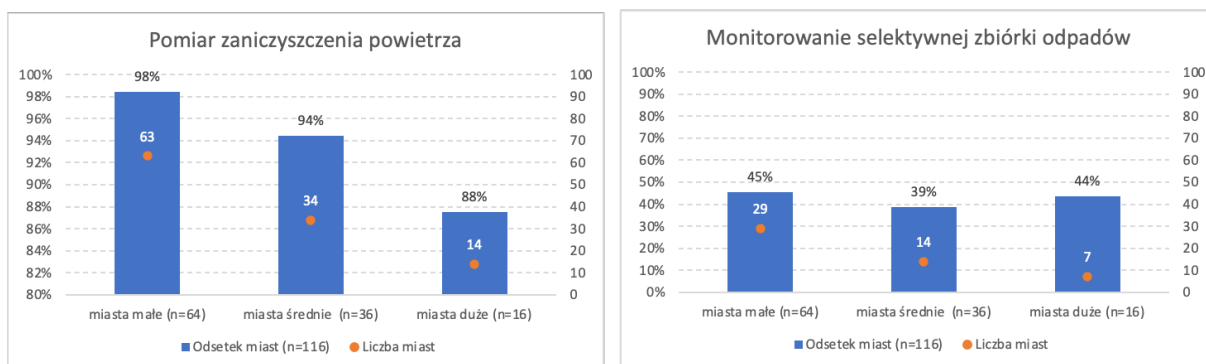
**Wykres 4.5 Odsetek miast pozyskujących dane z czujników rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej (pytanie 4)**

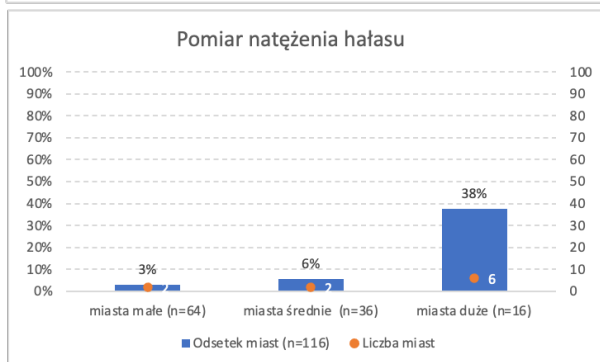
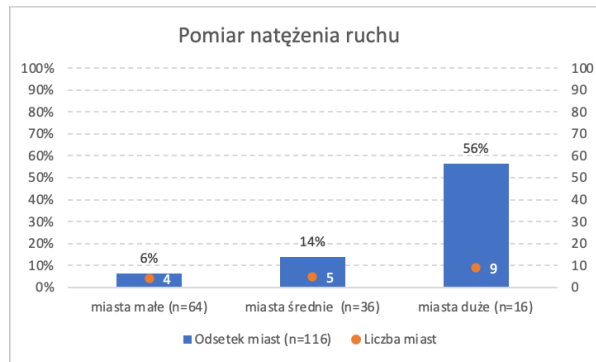
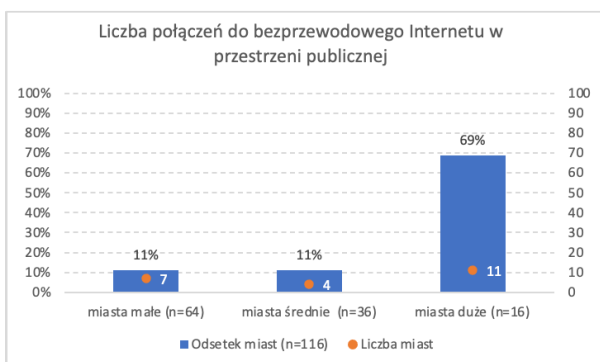
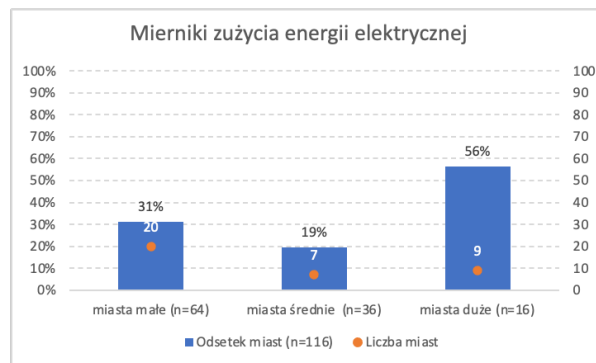
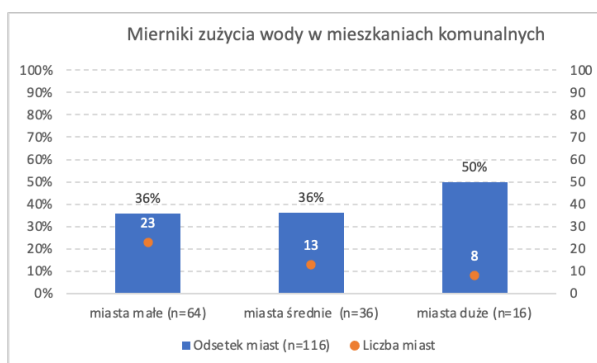


Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do przeprowadzonego badania, ponad połowa respondentów (60%) deklaruje, iż pozyskuje dane pochodzące z różnego rodzaju czujników. Oznacza to rosnącą świadomość instytucji samorządowych na temat korzyści płynących ze zbierania oraz analizy danych wskazujących poziom zanieczyszczenia powietrza, hałasu, liczbę przejeżdżających przez miasto pojazdów czy na temat wolnych miejsc parkingowych. Miasta, których odpowiedź na pytanie dotyczące wykorzystania danych była pozytywna zostały poproszone o wskazanie obszarów, dla jakich zbierają dane. Spośród badanych miast (n=210) w dalszym etapie drugiej części badania uwzględniono tylko te miasta, które pozytywnie odpowiedziały na ww. pytanie (pytanie 4). Jest to 116 z 210 miast, od których uzyskano zwroty, w tym: 64 małych, 36 średnich oraz 16 dużych miast. Poza możliwościami odpowiedzi wymienionymi w tabeli 4.1, respondenci mieli możliwość podania własnych odpowiedzi (wykres 4.6).

**Wykres 4.6 Odsetek miast zbierających dane dla wybranych obszarów według wielkości miasta (pytanie 5)**





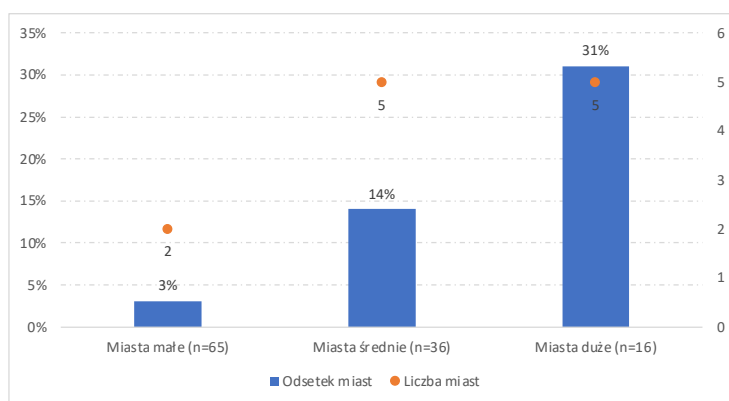
Źródło: opracowanie własne.

Z przedstawionego na wykresie 4.6 zestawienia wynika, iż najwięcej miast spośród uwzględnionych w badaniu, bez względu na wielkość, gromadzi dane pochodzące z czujników pozwalających na pomiar poziomu zanieczyszczenia powietrza, co może wynikać z faktu, iż sensory mierzące różnego rodzaju atrybuty zanieczyszczenia zostały zainstalowane w miastach przez przedsiębiorstwa w ramach bezpłatnych usług. Dane gromadzone w ten sposób nie są jednak kompletne, ponieważ dostawcy darmowych rozwiązań pozwalają na podgląd danych z perspektyw określonego, pojedynczego wyszukiwania. Platformy otwartych danych obejmujące swoim zakresem zanieczyszczenia powietrza, często nie umożliwiają zatem analizy sytuacji w czasie. Kolejnym obszarem, pod względem częstości odpowiedzi, jest monitorowanie selektywnej zbiórki odpadów oraz zużycia wody w mieszkaniach komunalnych, co stanowi istotną kwestię z punktu widzenia uwarunkowań środowiskowych. Duże miasta częściej niż pozostałe decydują się na pomiar natężenia ruchu w mieście, co może przyczynić się do poprawy jakości życia mieszkańców dzięki zmniejszeniu zatorów

na najbardziej zatłoczonych odcinkach i skierowanie komunikacji na alternatywne trasy. Duże miasta zauważają też potrzebę monitorowania połączeń do bezprzewodowej sieci Internet rozmieszczonej w przestrzeni życia publicznego. Poza przykładami wymienionymi w kwestionariuszu, miasta wskazały również na stosowanie czujników monitorowania zużycia mediów na hali sportowo-widowskowej, ruchu komunikacji miejskiej, wypożyczeń oraz tras przebytych przez użytkowników rowerów miejskich.

Zastosowanie platform wykorzystujących dynamiczne oraz interaktywne interfejsy graficzne, modele 3D, elementy rozszerzonej rzeczywistości czy różnego rodzaju wykresy, pozwalają na lepsze zrozumienie systemów miejskich, wspierają zrozumienie podejmowanych decyzji, jak również przyczyniają się do identyfikacji istotnych trendów. Osiągnięcie optymalnych efektów wiąże się jednak z posiadaniem przez miasta odpowiednich narzędzi. Na wykresie 4.7 przedstawiono wyniki odpowiedzi w zakresie wykorzystywania wybranych technologii przez badane miasta.

**Wykres 4.7 Odsetek miast wykorzystujących systemy Big Data, Business Intelligence, hurtowni danych lub inne w celu analizy gromadzonych informacji według wielkości miast (pytanie 6)**



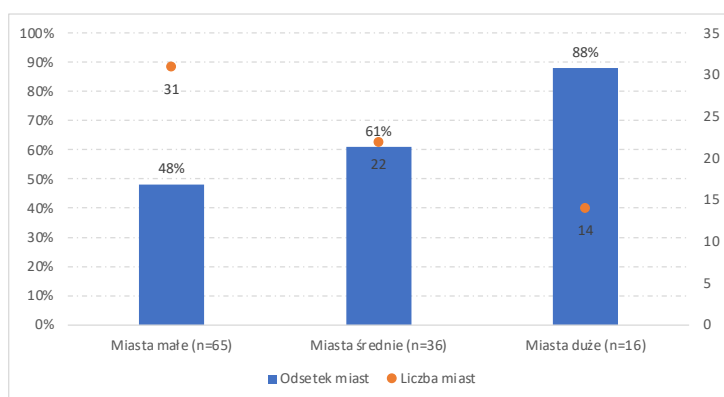
*Źródło: opracowanie własne.*

Chociaż dostęp do informacji wydaje się coraz łatwiejszy, co powinno sprzyjać rozwojowi oraz wdrażaniu nowoczesnych technologii pozwalających na konstruowanie pulpitów nawigacyjnych, takie rozwiązania są wciąż rzadko stosowane w zarządzaniu miastem. Spośród 116 miast, które zadeklarowały zbieranie danych z czujników, jedynie 10% (12 jednostek) wykorzystuje technologię pozwalającą na ich analizę oraz interpretację, pozostała część nie wykorzystuje takich mechanizmów. Można przyjąć, iż to znaczne koszty projektowania, instalacji oraz utrzymania stacji monitorujących i technologii czujników stanowią barierę wejścia dla miast małych oraz średnich, położonych w mniej rozwiniętych regionach. Dodatkowym ograniczeniem może być również brak informacji nt. dobrych praktyk w tym zakresie. Szczegółowo opisanych przypadków wdrożeń oraz korzyści płynących

z dostosowania środowisk technologicznych zintegrowanych z wymiarami miasta jest w dalszym ciągu zbyt mało. Jednocześnie, instrumenty technologiczne opracowane na potrzeby konkretnego przedsięwzięcia często nie pozwalają na ich zintegrowanie z innymi rozwiązaniami, co wyklucza możliwość wykorzystania ich przez inne jednostki.

Perspektywa podejmowania decyzji bardziej dopasowanych do oczekiwań mieszkańców, odpowiadających na potrzeby środowiskowe oraz uwarunkowania ekonomiczne jest zgodna z koncepcją inteligentnego miasta. Jednostki lokalnej administracji publicznej podejmują próbę włączenia danych gromadzonych z sensorów do procesu podejmowania decyzji niezależnie od wielkości miasta, co przedstawiono na wykresie 4.8.

**Wykres 4.8** Odsetek miast wykorzystujących zebrane z czujników dane w procesie podejmowania decyzji według wielkości miasta (pytanie 7)



*Źródło: opracowanie własne.*

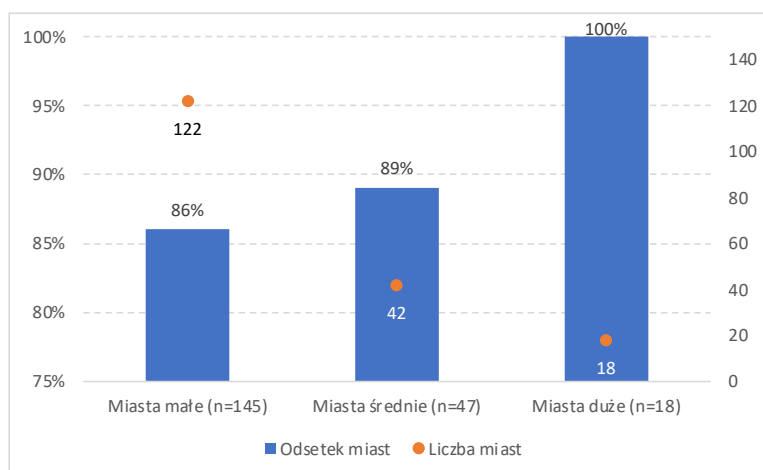
Samo gromadzenie danych z czujników rozmieszczonych w mieście oraz deklaracja włączenia ich w proces podejmowania kluczowych decyzji nie prowadzi do polepszenia warunków życia mieszkańców. W celu efektywnego wykorzystania pozyskiwanych informacji należy posiadać narzędzia oraz wiedzę niezbędne do zarządzania miejskimi danymi.

Podsumowując, dzięki zastosowaniu podejścia zorientowanego na danych, miasta rozwijają się w bardziej inteligentny i zrównoważony sposób. Dodatkowo, działania podejmowane przez lokalną administrację publiczną, z uwzględnieniem wiedzy pochodzącej z czujników podnoszą świadomość na temat lokalnych problemów środowiskowych, społecznych oraz ekonomicznych. Przyczynia się to do zaangażowania mieszkańców oraz przedsiębiorstw w procesy planowania, monitorowania oraz analizy przypadków specyficznych dla danego miasta poprzez przekształcenie informacji w innowacyjne polityki miejskie.

### 4.2.3 Uwarunkowania dotyczące współpracy

Istotne znaczenie z punktu widzenia projektowania platform, produktów oraz usług jest zaangażowanie obywateli oraz przedsiębiorstw w proces monitorowania, analiza i planowania umożliwiając lepsze zrozumienie spraw społecznych, ekonomicznych oraz środowiskowych. Kolejna część badania odnosiła się do oceny poziomu partycypacji interesariuszy miasta, w tym mieszkańców, środowiska akademickiego, firm doradczych, organizacji pozarządowych, prywatnych przedsiębiorstw, firm oferujących innowacyjne rozwiązania technologiczne i miast partnerskich. Na pytania z tego zakresu odpowiadała cała próba badawcza, na którą składało się 210 miast. Na wykresie 4.9 przedstawiono wyniki ankiety w zakresie odpowiedzi na pytanie dotyczące zaangażowanie mieszkańców w proces podejmowania decyzji.

**Wykres 4.9** Odsetek miast włączających mieszkańców w podejmowanie decyzji zorientowanych na udogodnienia dla mieszkańców/poprawę jakości życia według wielkości miasta (pytanie 8)

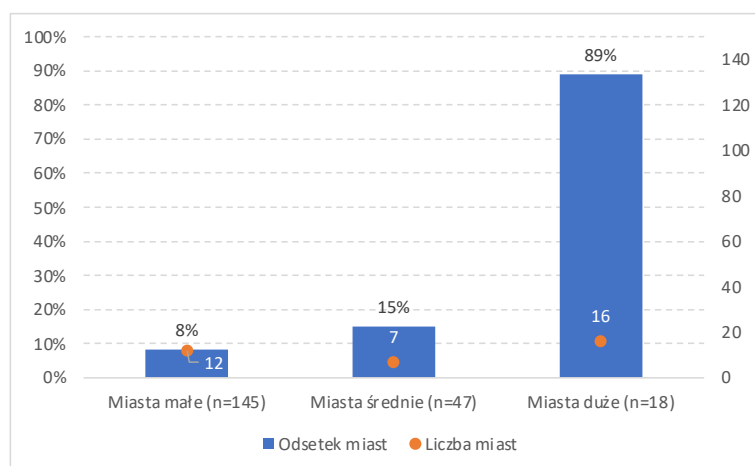


*Źródło: opracowanie własne.*

Zastosowanie przez miasta nowoczesnych technologii prowadzi do konstrukcji narzędzi, które umożliwiają interesariuszom udział w procesie podejmowania decyzji dotyczących ważnych dla interesariuszy działań. Odpowiednie rozwiązania technologiczne pozwalają na pozyskanie opinii, jak również umożliwiają przeprowadzenie np. głosowania. Dzięki takiemu podejściu komunikacja z interesariuszami jest skuteczniejsza, a podejmowane decyzje i formułowane polityki miejskie, uzasadnione są przez faktyczne potrzeby interesariuszy. Jak widać na wykresie 4.9, spośród wszystkich 210 badanych miast, 87% (183 jednostek) włącza mieszkańców w proces podejmowania decyzji. Włączanie obywateli w proces podejmowania decyzji mających istotne znaczenie pod względem społecznym, ekonomicznym oraz środowiskowym, mogą również przyczynić się do skuteczniejszego zarządzania miastem.

Partycypacja nie oznacza jedynie pozyskanie opinii lub zgody mieszkańców na podejmowane przez organy administracji samorządowej działania, ale obejmuje również wkład w postaci wiedzy, jaką poszczególni mieszkańcy mogą wnieść do tych działań. Miasta powinny dążyć do zaangażowania przedstawicieli różnych organizacji w podejmowane inicjatywy, aby dzięki inkluzywnemu podejściu, uzyskać kompleksowe korzyści dla wszystkich zainteresowanych stron. Do debaty zaprasza się też środowisko naukowe. Akademickie spojrzenie na problemy miejskie pozwala na lepsze zrozumienie istoty wielu problemów oraz dogłębne poznanie przyczyny ich występowania. Specjaliści ze środowiska naukowego dysponują często odpowiednim warsztatem metodycznym, dzięki któremu potrafią wskazać problem i optymalne jego rozwiązanie. Na wykresie 4.10 przedstawiono odpowiedzi w odniesieniu do włączania środowiska naukowego do zarządzania miastem.

**Wykres 4.10 Odsetek miast włączających uczelnie/środowisko naukowe w podejmowanie decyzji zorientowanych na udogodnienia dla mieszkańców/poprawę jakości życia według wielkości miasta (pytanie 8)**

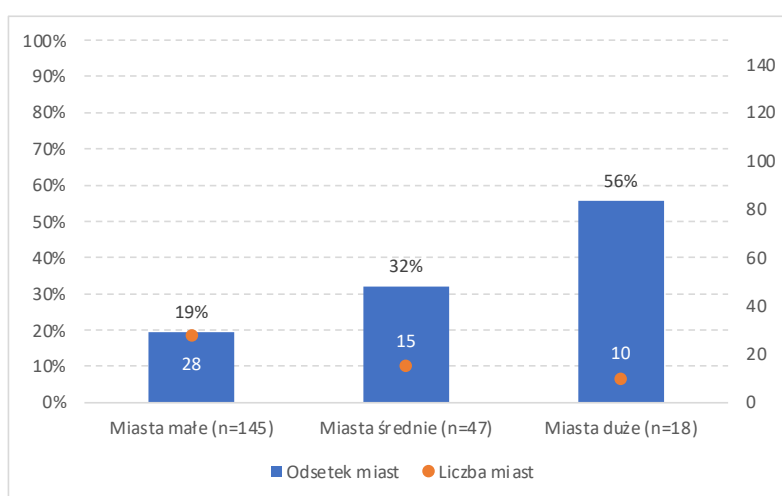


*Źródło: opracowanie własne.*

Spośród wszystkich badanych miast jedynie 17% (35 jednostek) zadeklarowało, iż korzysta z pomocy środowiska naukowego. Z informacji przedstawionych na wykresie 4.10 wynika, iż z doświadczenia środowiska akademickiego korzystają w przeważającej mierze duże miasta, co ukazuje poziom świadomości dużych miast na temat korzyści, jakie niesie za sobą współpraca ze środowiskiem naukowym. Przeprowadzone studia literatury oraz obserwacje własne wskazują, iż pilotażowe projekty miejskie, testowane w środowisku zbliżonym do naturalnego, znajdują trwałe zastosowanie oraz są bardziej odporne na zmiany od projektów, które zostały sporządzone jedynie w oparciu o potrzeby zadeklarowane przez mieszkańców bez szerokiej konsultacji międzysektorowej (FÄGÄDAR, 2020).

Z punktu widzenia podejmowania przez lokalną administrację samorządową skutecznych decyzji, pod uwagę należy wziąć sektor biznesu. Zarówno lokalne, jak również specjalistyczne przedsiębiorstwa odgrywają istotną rolę w kreowaniu wartościowych przedsięwzięć miejskich. Wiedza oraz doświadczenie tych podmiotów wpływa na jakość inwestycji, a dodatkowo może przyczynić się do wdrożenia elastycznych rozwiązań, które będą zgodne ze zmieniającymi się uwarunkowaniami technologicznymi, środowiskowymi czy gospodarczymi. Na wykresie 4.11 przedstawiono skłonność polskich miast do włączania przedsiębiorstw do procesu podejmowania decyzji.

**Wykres 4.11 Odsetek miast włączających biznes w proces podejmowania decyzji według wielkości miast (pytanie 8)**



Źródło: opracowanie własne.

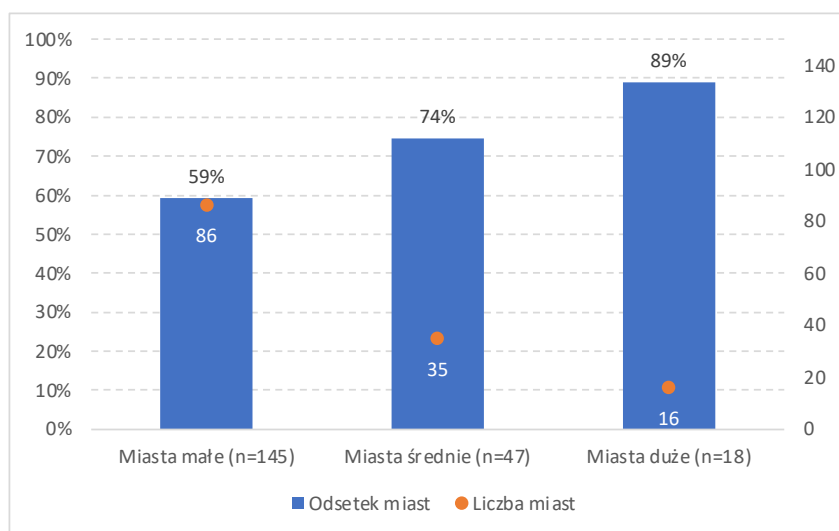
Zaledwie 25% miast (53 jednostki), spośród wszystkich włączonych do badania (210 jednostek), dostrzega potencjał płynący z wiedzy posiadanej przez biznes. Często lokalne przedsiębiorstwa uczestniczą jedynie w konsultacjach założeń strategicznych lub bezpośrednio dotyczących konkretnych projektów. Przedsiębiorstwa charakteryzują się ograniczoną dyspozycyjnością pod względem czasu i tym samym ograniczonymi możliwościami delegowania pracowników do udziału w spotkaniach organizowanych przez samorządy. Z drugiej strony, usługi porad eksperckich będą generować koszty, co również wpływa na brak zainteresowania takimi usługami szczególnie ze strony małych jednostek administracji publicznej, posiadających ograniczone środki budżetowe.

Kolejnym interesariuszem, który powinien mieć wpływ na podejmowane decyzje są organizacje pozarządowe (*Non-governmental Organization*, NGO). Działalność organizacji trzeciego sektora jest szeroka, a oferowane przez nie usługi społeczne często docierają do mieszkańców skuteczniej niż oferowane przez lokalną administrację. Rodzaj prowadzonych przez NGO działań wykracza poza założenia strategiczne związane z funkcjonowaniem miasta.



Organizacje pozarządowe ze względu na brak podległości administracji publicznej rządowej i samorządowej oraz niekomercyjny charakter, mogą istotnie wpływać na opinię publiczną. Na wykresie 4.12 zestawiono skalę, w jakiej NGO włączane są w proces podejmowania decyzji przez miejską administrację.

**Wykres 4.12 Odsetek miast włączających organizacje pozarządowe w proces podejmowania decyzji zorientowanych na udogodnienia dla mieszkańców/poprawę jakości życia według wielkości miast (pytanie 8)**



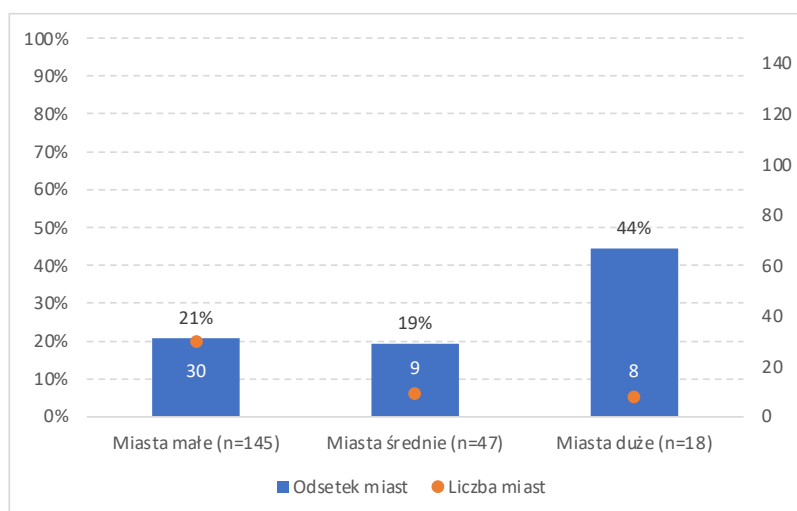
Źródło: opracowanie własne.

Organizacje pozarządowe niejednokrotnie próbują pogodzić odmienne interesy różnych środowisk miejskich, dlatego włączanie ich przedstawicieli w dyskusję, zwłaszcza nad istotnymi projektami, powinno przynosić efekty w postaci trafności podejmowanych decyzji, a na ich podstawie – działań. Większość badanych miast, tj. 65% miast (137 jednostek) korzysta z zalet, jakie przynosi współpraca z pozarządowymi organizacjami. Włączenie NGO do procesu decyzyjnego stanowi wyższy poziom współzarządzania. Ich udział w konsultacjach publicznych może mobilizować do podjęcia debaty nad istotnymi problemami oraz wspierać rozwiązania godzące odmienne interesy różnych środowisk miejskich.

Istotną wartością z punktu widzenia rozwoju lokalnego jest budowanie relacji między miastami. Współpraca miast może przybierać różne formy w zależności od sfery społecznej, ekonomicznej lub środowiskowej. Obejmuje wymianę doświadczeń i wiedzy, a także edukację. Współpraca miast ma również duże znaczenie pod względem kulturowym. W tym kontekście, współpraca ta polega na organizowaniu wyjazdów dla mieszkańców reprezentujących różne warstwy społeczne, co pozwala na wzrost świadomości obywateli na temat innych kultur, ich różnorodności oraz promowanie wspólnych stanowisk przy zachowaniu odmiennych poglądów. Miasta mogą współpracować w rozmaity sposób – bezpośrednio lub pośrednio,

co reprezentuje pewne poziomy powiązań między miastami. Powiązania pośrednie, bazujące na sformalizowanych (umownych) lub nieformalnych porozumieniach gospodarczych pomiędzy przedsiębiorstwami oraz powiązania bezpośrednie – formalnie ukonstytuowane, które zostają oficjalnie nawiązywane przez władze miast. Budowanie sieci miejskich nie jest jednak domeną jedynie dużych miast. Działania te chętnie podejmowane są również przez miasta średnie oraz małe, co przedstawiono na wykresie 4.13.

**Wykres 4.13 Odsetek miast włączających miasta partnerskie w proces podejmowania decyzji zorientowanych na udogodnienia dla mieszkańców/poprawę jakości życia według wielkości miast (pytanie 8)**



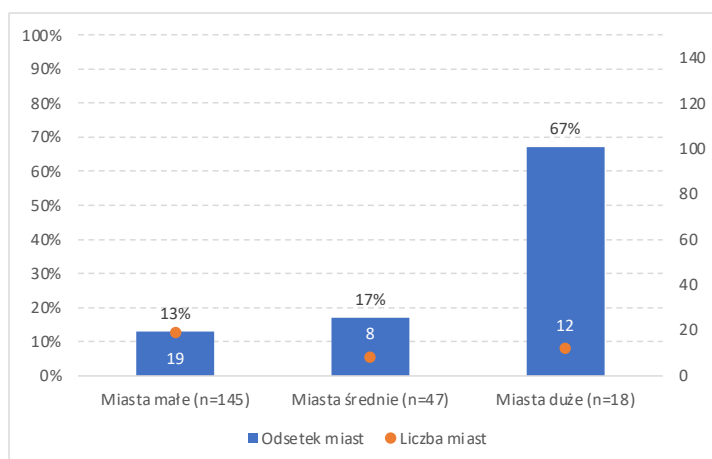
*Źródło: opracowanie własne.*

Idea miast partnerskich może w wielu sferach wspomagać funkcjonowanie miasta. Taki rodzaj współpracy daje szansę małym miastom na umiędzynarodowienie, dzielenie się wzajemnym doświadczeniem, zwiększenie kapitału społecznego oraz ekonomicznego i wsparcie ze strony instytucjonalnej. Z przeprowadzonego badania wynika, iż w sumie 22% miast (47 jednostek) podejmuje inicjatywę współpracy z innymi miastami. Przy czym, małe miasta w tym zakresie okazują większe zainteresowanie współpracą z innym miastami niż średnie. Budowanie relacji między miastami jest obecnie promowane przez organizacje międzynarodowe, które na ten cel przeznaczają środki finansowe.

Ostatnia grupa interesariuszy uwzględniona w przeprowadzonym badaniu to firmy z branży nowoczesnych technologii. Współpraca jednostek administracji samorządowej z ww. branżą ma istotne znaczenie, ponieważ stanowi kluczowy czynnik wdrażania i rozwoju koncepcji *smart city*. Coraz częściej o dynamice rozwoju świadczą niematerialne zasoby posiadane przez miasto. Należą do nich m. in. kapitał ludzki, wiedza czy nowoczesne technologie. Są to czynniki rozwoju innowacji, które generują szereg korzyści w przypadku, gdy technologia jest dopasowana do oczekiwań mieszkańców oraz istniejących uwarunkowań.

Zarządzanie licznymi aplikacjami, czujnikami oraz elektronicznymi usługami, na które składają się inteligentne miasta jest wyzwaniem dla wielu miast. Na wykresie 4.14 przedstawiono odsetek jednostek lokalnej administracji, które współpracują z branżą nowoczesnych technologii.

**Wykres 4.14 Odsetek miast włączających firmy oferujące innowacyjne rozwiązania technologiczne w proces podejmowania decyzji zorientowanych na udogodnienia dla mieszkańców/poprawę jakości życia według wielkości miast (pytanie 8)**



*Źródło: opracowanie własne.*

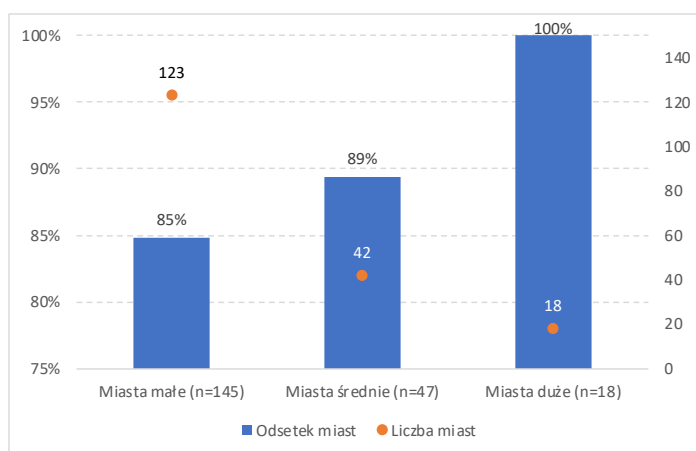
W Polsce jedynie w odniesieniu do dużych miast zaobserwowano skłonność do włączania ekspertów z branży technologicznej do procesu podejmowania decyzji, co dotyczy 67% badanych miast. Średnie miasta zainteresowane tego typu współpracą stanowią 17%, a małe 13% liczby badanych miast. W ogólnym szacunku, 19% wszystkich badanych miast (39 jednostek) deklaruje skłonność do włączania przedstawicieli branży nowoczesnych rozwiązań technologicznych do procesu podejmowania decyzji. Większe miasta mają bezpośrednią możliwość współpracy z przedsiębiorstwami z branży technologicznej, których siedziby znajdują się często właśnie w dużych miastach. Możliwe jest również zapraszanie przedstawicieli samorządów przez firmy technologiczne do wspólnego dialogu, którego celem jest stworzenie rozwiązań pozwalających na podejmowanie bardziej efektywnych działań oraz systemów natychmiastowego reagowania w sytuacjach kryzysowych. Inteligentna przestrzeń wyposażona w zaawansowaną infrastrukturę technologiczną stanowi jeden z głównych trendów rozwoju współczesnych miast. Nie jest możliwe zaprojektowanie usług zaspokajających oczekiwania obywateli bez konsultacji ze specjalistami. Większe miasta, jak widać z przeprowadzonego badania, częściej zbierają oraz analizują duże strumienie danych, przekształcając je następnie w krótko- i długookresowe plany.

Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, iż tylko niektóre urzędy miejskie korzystają ze współpracy z otoczeniem zewnętrznym. Na podstawie własnych

obserwacji możliwe jest stwierdzenie, że zakres współpracy uwarunkowany jest wielkością miasta mierzoną liczbą mieszkańców, dostępnym budżetem i wiedzą, które stanowią indywidualną wartość każdego miasta. Małe miejscowości o wiele rzadziej wskazują na współpracę ze specjalistami w różnych dziedzinach, która poza uzyskaniem odpowiedniej opinii pozwoliłyby im na realizację opracowanych założeń strategicznych. Głównym źródłem doradztwa w procesie podejmowania istotnych decyzji w małych miastach są mieszkańcy, organizacje pozarządowe oraz lokalne przedsiębiorstwa. Średnie miasta poza środowiskiem charakterystycznym dla małych miast, często do prowadzonego dialogu włączają również naukowców. Duże miasta natomiast współpracują ze wszystkimi badanymi grupami, aby w jak najlepszy sposób zaspokoić potrzeby swoich mieszkańców.

Wiele projektów realizowanych w miastach bazuje na doświadczeniu, wytycznych oraz dobrych praktykach wypracowanych przez zespoły ekspertów. Koncepcja *smart city* rozpatrywana jest często w zależności od określonego kontekstu np. jedynie środowiskowego lub zorientowana na poprawie jakości życia mieszkańców. Niejednokrotnie przyjmuje się, że technologia oraz dane są głównymi czynnikami warunkującymi rozwój inteligentnych miast. Inne źródła sukces omawianej koncepcji to wiedza mieszkańców oraz otwartość administracji publicznej. Najbardziej istotne czynniki, które ostatecznie pozwalają miastom na osiągnięcie miana *smart city* są jednak kwestią sporną szeroko opisywaną w literaturze już od 2008 roku (Mora, 2019). Niezależnie od przyjętego przez miasto sposobu definiowania poziomu inteligencji, ważnym wydaje się korzystanie z osiągnięć innych miast, posiadających doświadczenia w ww. kontekście. Na wykresie 4.15 zaprezentowano wyniki odpowiedzi na pytanie o korzystanie z dobrych praktyk wypracowanych przez inne miasta.

**Wykres 4.15 Odsetek miast korzystających z dobrych praktyk wypracowanych przez inne miasta według wielkości miasta (pytanie 9)**



Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż ocena oraz realizacja działań w oparciu o istniejące doświadczenia jest powszechną praktyką podejmowaną przez badane miasta bez względu na ich wielkość. Spośród wszystkich miast 87% biorących udział w przeprowadzonym badaniu (183 jednostki) korzysta z wytycznych, dobrych praktyk, które obejmują m.in. badania oraz analizy publikowane przez inne miasta, instytucje, przedsiębiorstwa i środowisko naukowe. Wszystkie duże miasta charakteryzują się wykorzystaniem wiedzy pochodzącej ze źródeł zewnętrznych. Średnie oraz małe miasta natomiast, w przeważającej mierze, odpowiednio 89% (42 jednostki) oraz 85% (123 jednostki), decydują się na zapoznanie się z doświadczeniami innych miast przed zaangażowaniem nakładów na wdrożenie własnych projektów.

### **4.3 Realizacja działań w sześciu domenach *smart city***

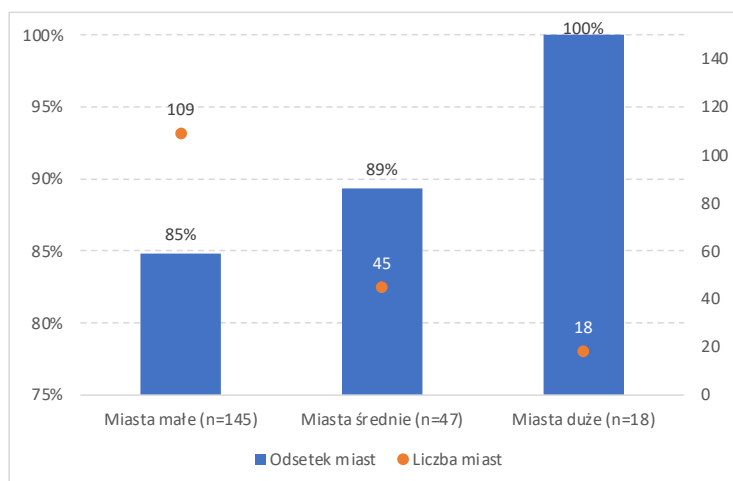
#### **4.3.1 Znajomość koncepcji *smart city* przez miasta w Polsce**

Miasta odgrywają strategiczną rolę w społecznym, środowiskowym oraz ekonomicznym postępie współczesnej gospodarki, co generuje szereg czynników rozwoju, które pozwalają na efektywne reagowanie na zmieniające się uwarunkowania. Jednym z czynników rozwoju jest odpowiedni sposób wykorzystania nowych możliwości technologicznych przez jednostki administracji publicznej w celu zaspokojenia potrzeb swoich mieszkańców. Koncepcja *smart city* staje się powszechnym kierunkiem działań, jaki w swoich strategiach rozwoju formułują miasta w Polsce, co stanowi o znajomości przez lokalną administrację publiczną założeń badanej koncepcji. Świadczyć mogą o tym zarówno wyniki uzyskane z badania, jak również analiza długoterminowych strategii rozwoju przeprowadzona w rozdziale 4.1. Natomiast, na podstawie przeprowadzonych studiów literatury przyjąć można, iż głównym celem inteligentnego miasta jest poprawa jakości życia mieszkańców, poprawa dostępności i efektywności świadczonych usług oraz dbałości o zapewnienia odpowiednich warunków dla obecnych oraz przyszłych pokoleń. Ww. cele mogą być rozpatrywane w sześciu wymiarach *smart city*: gospodarka, warunki życia, współzarządzanie, mobilność, środowisko oraz ludzie. Każdy z wymienionych wymiarów charakteryzuje się pewnymi szczególnymi cechami. Cechy te obejmują innowacyjne usługi, wykorzystanie potencjału obywateli, wyposażenie przestrzeni miejskiej w systemy wspomagające szybkie reagowanie na występujące zdarzenia czy promowanie proekologicznych postaw w społeczeństwie.

Punktem wyjścia do analizy poziomu gotowości do wdrożenia koncepcji *smart city* w polskich miastach jest określenie stopnia znajomości przez lokalne jednostki administracji

publicznej przedmiotowej koncepcji. Wiedza nt. pojęcia i istoty inteligentnego miasta wydaje się kluczowa dla rozważań nad podejmowaniem konkretnych inicjatyw w tym zakresie. Na wykresie 4.16 przedstawiono całkowity rozkład odpowiedzi w odniesieniu do znajomości przez miasta w Polsce pojęcia *smart city*.

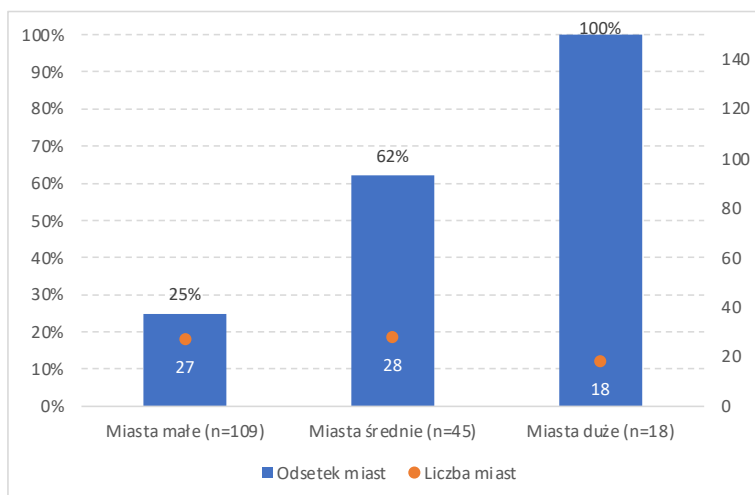
**Wykres 4.16 Odsetek miast potwierdzających znajomość pojęcia inteligentne miasto lub *smart city* według wielkości miasta (pytanie 10)**



Źródło: opracowanie własne.

Większość z badanych jednostek (172 jednostki, 82% badanych miast) zna termin *smart city*, zatem na kolejne pytanie dot. działań w zakresie wymiarów *smart city* odpowiadały jedynie te 172 miasta. Uzupełniając wnioski z analizy ww. odpowiedzi o wnioski z analizy literatury przedmiotu i obserwacji własnych, miasta inteligentne łączą fizyczną infrastrukturę rozumianą jako charakterystyczne dla danego miasta warunki urbanistyczne z infrastrukturą informatyczną, społeczną oraz biznesową. Integracja różnych płaszczyzn oraz zarządzanie nimi przyczynia się do poprawy jakości życia w mieście oraz sprawia, iż miasto staje się bardziej konkurencyjne na tle innych cechujących się podobnymi uwarunkowaniami. Wdrożenie do przestrzeni miejskiej innowacyjnych rozwiązań technologicznych sprawia, iż miasto staje się bardziej atrakcyjne oraz inteligentne. Liczba udanych wdrożeń zależy od dostępnej technologii, aktywności mieszkańców oraz kosztu realizacji określonego projektu. Działania, które wpisują się w założenia koncepcji *smart city* często związane są z przekroczeniem bariery niedostosowania istniejącej infrastruktury lub jej przestarzałej specyfiki, co wiąże się z poniesieniem wysokich nakładów na modernizację, na co często nie mogą pozwolić sobie mniejsze miejscowości. Wyniki odpowiedzi na pytanie o realizowanie działań związanych z koncepcją *smart city* przedstawiono na wykresie 4.17.

**Wykres 4.17 Odsetek miast realizujących działania związane z koncepcją *smart city* według wielkości miasta (pytanie 11)**



Źródło: opracowanie własne.

Opisane wyżej ograniczenia znajdują swoje odzwierciedlenie w wynikach badania, gdzie mimo znajomości samego pojęcia *smart city*, małe miasta nie realizują żadnych projektów związanych z omawianą koncepcją. Z przedstawionych na wykresie 4.17 informacji wynika, iż jedynie duże miasta poza samą znajomością założeń koncepcji *smart city*, realizują projekty, które są zgodne z jej założeniami. Barięą dla małych oraz średnich miast może być, poza aspektem finansowym, brak wizji w zakresie zarządzania infrastrukturą technologiczną oraz zrozumienia samej idei inteligentnego miasta zarówno przez władze, jak również społeczeństwo. Dodatkowo, ograniczeniem w odniesieniu do rozwoju miasta może być brak zaufania między rządem i obywatelami, którzy nie są zachęceni do zgłaszania i oceny pomysłów na innowacje w projektowaniu miasta.

Miasto nie musi realizować projektów we wszystkich wymiarach *smart city*, może wybrać obszar lub obszary, w których podejmowane projekty będą możliwe do zrealizowania, najbardziej skuteczne i efektywne. Na wybór projektów ma wpływ dostęp do dofinansowania z funduszy zewnętrznych. Obecne priorytety wyznaczone przez Komisję Europejską w ramach takich programów jak „Horyzont 2020”, europejskie partnerstwo innowacyjne na rzecz inteligentnych miast i społeczności (EIP-SCC) oraz europejskich funduszy strukturalnych i inwestycyjnych zakładają wsparcie wdrażania koncepcji *smart city* w obszarach takich jak zrównoważona mobilność miejska, zintegrowana infrastruktura oraz procesy w energetyce, ICT oraz transporcie czy zarządzanie danymi typu *open data*. Wymienione obszary wpisują się w sześciowymiarowy model inteligentnego miasta. Z punktu widzenia niniejszej pracy kluczowym jest zwrócenie uwagi na dane, a szczególnie na ich wykorzystanie do generowania

wiedzy oraz tworzenia platform, które pozwalają na gromadzenie informacji i dzielenie się nimi z zainteresowanymi grupami społeczeństwa.

Celem badania było rozpoznanie sytuacji, w jakiej znajdują się miasta w Polsce, z perspektywy koncepcji *smart city*. Zatem do udziału w części badania zorientowanej na działania związane bezpośrednio z realizacją koncepcji *smart city* w wyróżnionych wymiarach miasta inteligentnego, włączone zostały te miasta, które pozytywnie odpowiedziały na pytanie o realizowaniu działań w ramach koncepcji inteligentnego miasta przez jednostki lokalnej administracji publicznej (pytanie 11). Szczegółowe zestawienie przedstawiono w tabeli 4.4.

**Tabela 4.4 Miasta realizujące koncepcję *smart city* w Polsce**

Warstwa	Wielkość populacji (1)	Wielkość próby (2)	Liczba zwrotów (3)	Liczba jednostek realizujących koncepcję <i>smart city</i> (4)	Stosunek (4) do (1) (5)	Stosunek (4) do (3) (6)
<b>Miasta małe</b>	722	200	145	27	4%	19%
<b>Miasta średnie</b>	179	60	47	28	16%	56%
<b>Miasta duże</b>	39	20	18	18	46%	100%

Źródło: opracowanie własne.

Jak widać w tabeli 4.4, dalsze rozważania obejmują wszystkie duże miasta (18 jednostek), 56% miast średnich (28 jednostek) oraz 19% miast małych (27 jednostek) w stosunku do liczby zwrotów uzyskanych z przeprowadzonego badania. Wobec powyższego, do badania rodzaju działań podejmowanych przez jednostki lokalnej administracji publicznej w ramach realizacji koncepcji *smart city*, z perspektywy działań podejmowanych w poszczególnych wymiarach inteligentnego miasta włączono ogółem 73 jednostki. Wskazana część badanej próby obejmuje 35% zwrotów uzyskanych z badania oraz 8% całej populacji.

### 4.3.2 Smart Economy

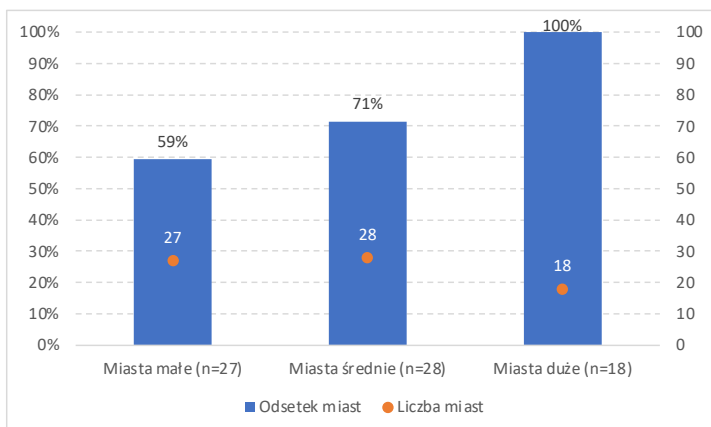
Inteligentna gospodarka (*smart economy*) odnosi się do procesu tworzenia wartości ekonomicznej danego miasta. Wartość ekonomiczna miasta w tradycyjnym podejściu tworzona jest na poziomie przedsiębiorstw. Zwłaszcza duże, nowoczesne przedsiębiorstwa o międzynarodowym zasięgu przyczyniają się do zwiększenia dobrobytu i postępu gospodarczego miasta. Coraz częściej strategiczne plany przedsiębiorstw uwzględniają również rozwój miasta, w którym funkcjonują, zapewniając sobie w ten sposób korzyści w dłuższej perspektywie. Działania te przyczyniają się do tworzenia wspólnych wartości, podnoszących konkurencyjność gospodarczą firmy oraz miasta. Przedsiębiorstwa, które zdecydowały się



na prowadzenie swojej działalności w danym mieście, w szczególności mogą kierować się specyficznymi uwarunkowaniami, jakie reprezentuje miasto. Jednocześnie miasto dążąc do realizacji założonych celów ekonomicznych wspiera te działania, które będą wzmacniały jego rozwój gospodarczy i generowały przewagę konkurencyjną. Takie „synergiczne” podejście przyciąga innowacyjne przedsiębiorstwa oraz inwestorów, jak również wspomaga budowanie gospodarki opartej na wiedzy (Bruneckienė, 2014), w której istotną rolę w nowoczesnym i inteligentnym mieście pełnią nie tylko duże międzynarodowe przedsiębiorstwa, ale również, a może zwłaszcza, sektor małych i średnich przedsiębiorstw oraz lokalni przedsiębiorcy. Tak rozumiany proces tworzenia wartości ekonomicznej miasta, powinien bazować na wiarygodnych i aktualnych informacjach, pozwalających zidentyfikować unikalne i niewykorzystane dotychczas możliwości oraz ostatecznie podejmowanie trafnych decyzji.

Gospodarka oparta na wiedzy związana jest z efektywnym wykorzystaniem zdolności do prowadzenia badań i tworzenia innowacji oraz generowaniem dzięki nim gospodarczej wartości dodanej. W odróżnieniu do ww. tradycyjnego podejścia do tworzenia wartości ekonomicznej gospodarka oparta na wiedzy charakteryzuje się zastosowaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej, sieci, wartości intelektualnej danej jednostki oraz adaptacji rozwiązań opracowanych przez naukę. Zdolność miasta do odpowiedniego wykorzystania potencjału społeczeństwa oraz przestrzeni stanowi jeden z kluczowych wartości gospodarczych miasta (Goliński, 2018) i „materializuje się” w postaci start-upów. Czynniki ich rozwoju są m.in.: nieustannie zmieniające się oczekiwania mieszkańców, uwarunkowania klimatyczne czy nowoczesne rozwiązania technologiczne i analityczne. Działalność start-upów stanowi o kreatywności i zaangażowaniu obywateli, ponieważ oferowane przez nie rozwiązania często odpowiadają na określone, aktualne potrzeby wynikające z chęci poprawy jakości życia w mieście poprzez reagowanie na specyficzne ograniczenia. Spośród badanych miast, 73% realizuje działania w obszarze *smart economy*. Oznacza to, że większość badanych miast dostrzega potencjał płynący z podejmowania działań przedsiębiorstw w tym obszarze. Odpowiedzi respondentów przedstawiono na wykresie 4.18.

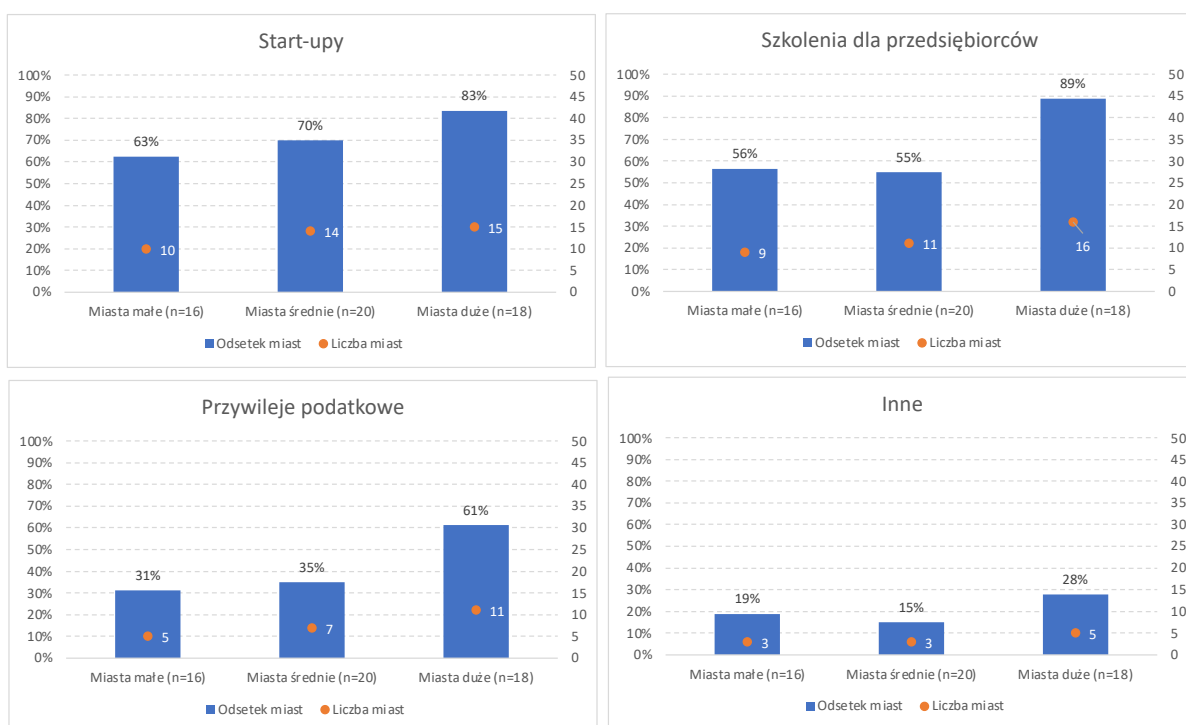
**Wykres 4.18** Odsetek miast podejmujących działania w obszarze inteligentnej gospodarki – *smart economy* według wielkości miast (pytanie 14)



Źródło: opracowanie własne.

Jak przedstawiono na wykresie 4.18, wszystkie duże miasta, które podejmują działania w ramach koncepcji *smart city*, zadeklarowały, że angażują się w rozwój wymiaru inteligentnej gospodarki. Działania w ramach *smart economy* przyczyniają się do tworzenia przełomowych rozwiązań w skali nie tylko lokalnej, ale również globalnej. W badaniu zapytano respondentów o konkretne działania podejmowane przez miasta w ramach *smart economy*. Lista działań sformułowana została na podstawie przeprowadzonych studiów literatury. Wyniki szczegółowe, według wielkości danego miasta, przedstawiono na wykresie 4.19.

**Wykres 4.19** Odsetek miast podejmujących wybrane działania w obszarze inteligentnej gospodarki – *smart economy* według wielkości miast (pytanie 15)



Źródło: opracowanie własne.

Do najczęściej wskazywanych działań należy wsparcie rozwoju przedsiębiorstw typu start-up. Spośród badanych miast, 53% (39 jednostek) wskazało, iż wspiera działalność start-upów. Z kolei 49% (36 jednostek) badanej próby organizuje szkolenia dla przedsiębiorstw. Natomiast 32% (23 jednostki) z nich oferuje przywileje podatkowe dla nowo powstałych przedsiębiorstw. Badane miasta, poza działaniami wskazanymi na liście możliwych odpowiedzi, wymienionymi na wykresie 4.19, wskazały na podejmowanie następujących działań w obszarze inteligentnej gospodarki:

- inkubatory przedsiębiorczości,
- strefa aktywności gospodarczej,
- organizacja specjalnych wydarzeń dla osób planujących otworzyć własną działalność,
- dedykowana strategia rozwoju ekosystemu start-upów,
- czasowa obniżka czynszów w związku z rozwojem działalności.

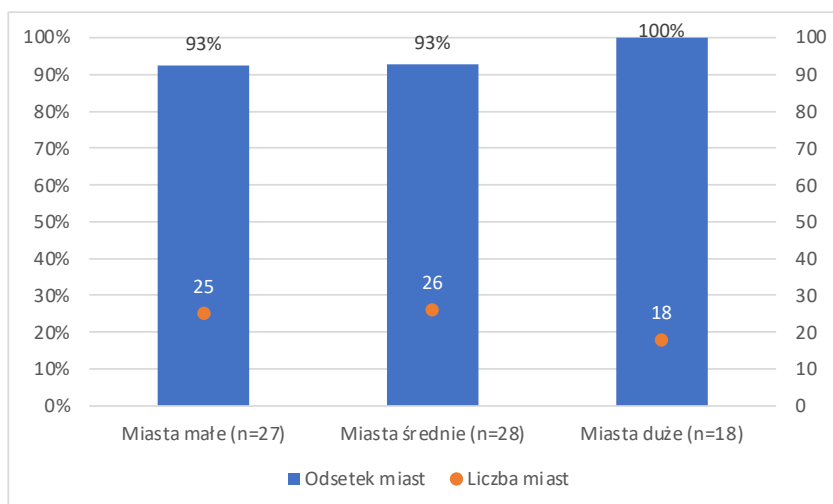
Inteligentna gospodarka nie jest w stanie funkcjonować efektywnie bez współpracy władzy publicznej z przedsiębiorstwami, organizacjami działającymi w obszarze zrównoważonego rozwoju, społeczeństwem oraz instytucjami badawczymi, co kolejny raz wskazuje na „synergiczny” charakter badanej koncepcji. Wymienione działania wpisują się bowiem również do wymiaru *smart people* oraz *smart governance*. W celu wsparcia rozwoju gospodarczego danego obszaru, lokalna administracja publiczna posługuje się wypracowanymi przez różne branże narzędziami i inicjatywami takimi jak na przykład strategiczna karta wyników (*balance scorecard*, BSC) (Wojewnik-Filipkowska, Gierusz i Krauze-Maślankowska, 2021). Ostatecznie, *smart economy* to zdolność do uczenia się, zarządzania wiedzą, wykorzystanie doświadczenia, kompetencji oraz kreatywności mieszkańców, rozwój innowacji, tworzenie sieci i współpraca, przedsiębiorczość, zdolność do transformacji i adaptacji nowoczesnej technologii, korzystne otoczenie instytucjonalne oraz odpowiedzialność społeczna, przy czym wiele z wymienionych czynników jest realizowanych przez większość badanych w tym zakresie lokalnych jednostek administracji publicznej.

### 4.3.3 Smart Living

Miasta stają się inteligentne nie tylko dzięki wdrażaniu najnowszych rozwiązań technologicznych, ale również dzięki zarządzaniu z uwzględnieniem potrzeb przyszłych pokoleń. Wymiar odpowiadający za poprawę jakości życia mieszkańców koncentruje się na nieustannej obserwacji i komunikacji z obywatelami w celu zaprojektowania usług odpowiadających na ich potrzeby (Kalra, 2019). Pomiar inteligentnego życia w mieście możliwy jest poprzez ocenę ogólnych warunków życia takich jak dostęp do placówek zdrowia,

bezpieczeństwo, warunki mieszkaniowe, edukację, atrakcyjność pod względem turystycznym oraz społeczną spójność. Na wykresie 4.20 przedstawiono, na ile w te działania angażują się małe, średnie i duże miasta.

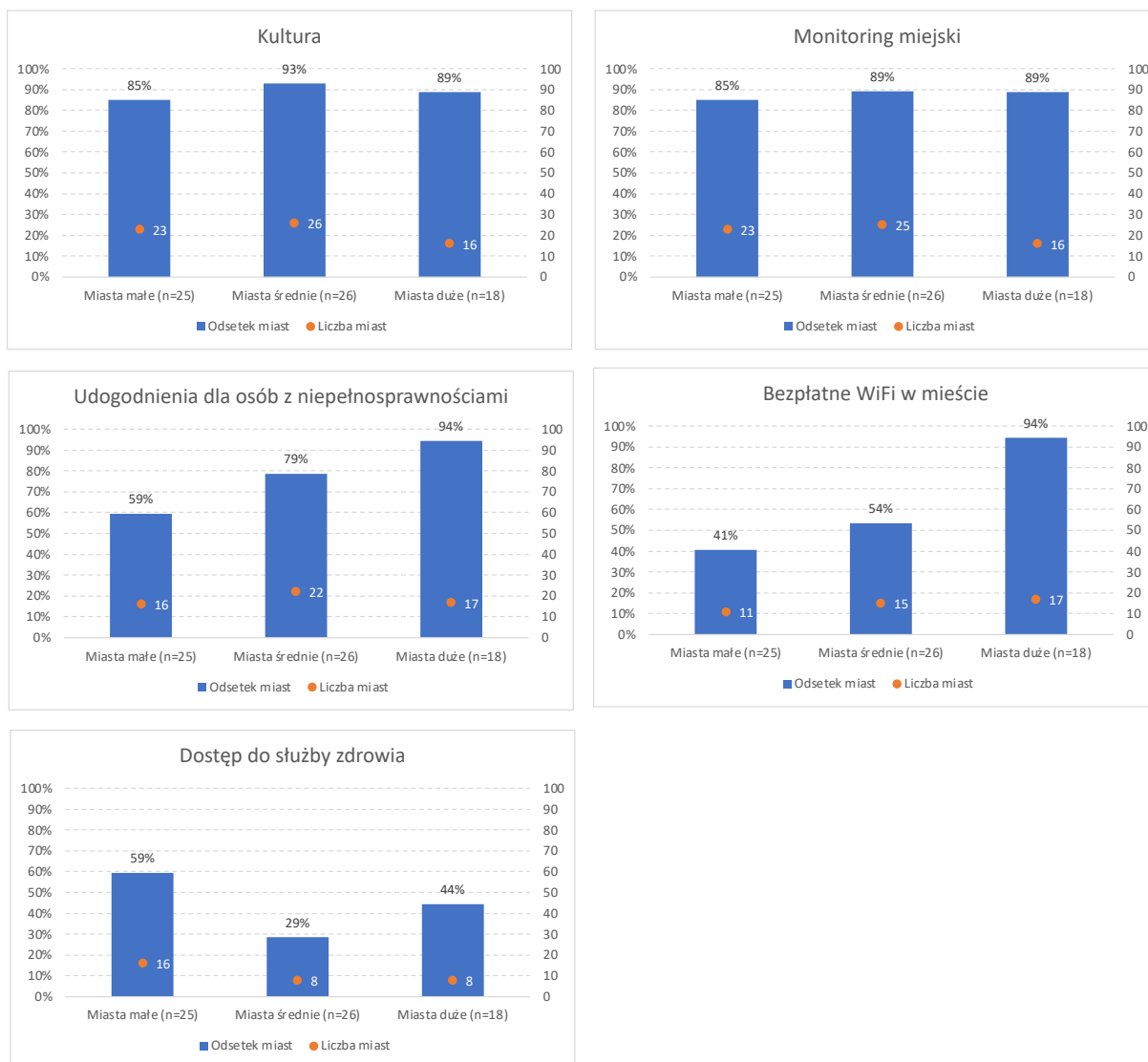
**Wykres 4.20 Odsetek miast podejmujących działania w obszarze poprawy jakości życia mieszkańców – *smart living* według wielkości miast (pytanie 16)**



Źródło: opracowanie własne.

W przeprowadzonym badaniu, spośród miast, które zadeklarowały podejmowanie działań w ramach *smart city*, 94% miast (69 jednostek) realizuje działania w obszarze *smart living*. W ramach przeprowadzonego badania, na podstawie studiów literatury, wskazano czynniki budujące wymiar *smart living* dla inteligentnego miasta. Należą do nich m.in. zapewnienie dostępu do szerokiej gamy wydarzeń kulturalnych, monitoring rozmieszczony w przestrzeni miejskiej, zapewnienie dostępności infrastruktury miejskiej do osób z niepełnosprawnościami czy placówki zdrowotne dostosowane do najczęściej występujących problemów. Ograniczeniem w tym przypadku jest dopasowanie podejmowanych przez lokalną administrację publiczną działań do oczekiwań mieszkańców. Kultura kreowana w mieście kształtuje wszystkie warstwy społeczne i pokolenia. Festyny, targi czy warsztaty organizowane w miejscach ogólnodostępnych umożliwiają integrację mieszkańców oraz zwiększenie ogólnego zadowolenia z życia w danym mieście. Monitoring miejski oraz dostępność przestrzeni i usług do osób z niepełnosprawnościami wpływają na wizerunek miasta, które może w ten sposób zachęcić nowych mieszkańców do wyboru danego miasta jako miejsca do życia. Na wykresie 4.21 przedstawiono, na ile w te działania angażują się małe, średnie i duże miasta.

**Wykres 4.21 Odsetek miast podejmujących wybrane działania w obszarze poprawy jakości życia mieszkańców – *smart living* według wielkości miast (pytanie 17)**



Źródło: opracowanie własne.

Jak przedstawiono na wykresie 4.21 większość miast (94%, 65 jednostek), które wzięły udział w przeprowadzonym badaniu i które realizują koncepcję *smart city* wskazuje, iż organizuje różnego rodzaju wydarzenia kulturalne dla swoich mieszkańców. Do szczególnych działań podejmowanych przez lokalną administrację publiczną w ramach obszaru inteligentnego życia należy zapewnienie bezpieczeństwa swoim mieszkańcom poprzez wdrażanie monitoringu miejskiego. Rozwijane rozwiązania technologiczne związane z analityką predykcijną pozwalają na identyfikację niebezpieczeństw i sygnalizowanie o nich odpowiednim służbom w czasie rzeczywistym. Z przeprowadzonego badania wynika, że monitoring miejski posiada w sumie 93% badanych miast (64 jednostki). Dużo uwagi poświęca się zapewnieniu dostępności do usług i infrastruktury, co ma umożliwić wyrównywanie szans względem osób starszych oraz

osób z niepełnosprawnościami. Wdrażane ułatwienia dotyczą zarówno sfery związanej z wykluczeniem cyfrowym, jak również dostosowania infrastruktury miejskiej oraz budynków użyteczności publicznej do potrzeb osób poruszających się na wózkach inwalidzkich, niesłyszących czy niewidzących (udogodnienia dla osób z niepełnosprawnościami). W odpowiedzi na wymienione wyżej potrzeby powstał szereg aktów prawnych, które obligują miasta do podejmowanie działań przyczyniających się do poprawy dostępności w mieście, należą do nich:

- Ustawa z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych (Dz. U. poz. 848),
- Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1062),
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2102 z dnia 26 października 2016 r. w sprawie dostępności stron internetowych i mobilnych aplikacji organów sektora publicznego (Dz. U. UE. L. z 2016 r. Nr 327, str. 1).

Poza wymienionymi przepisami, w powszechnie obowiązującym prawie zmieniono niektóre istniejące akty o wytyczne dotyczące zapewnienia dostępności, na przykład dróg czy budynków. Wprowadzenie określonych zasad przez organy wyższego szczebla, które mają być przestrzegane i wdrażane (w przypadku ich braku) przez lokalne władze spowodowało, że większość badanych jednostek (80%, 55 jednostek) wskazało, iż infrastruktura publiczna jest przez nie dostosowana do potrzeb osób ze specjalnymi potrzebami. Badanie zostało zrealizowane w roku 2020, w czasie kiedy nie było jeszcze konieczności sporządzania deklaracji dostępności przez jednostki samorządu terytorialnego<sup>9</sup>, dlatego przypuszcza się, że obecnie wynik ten byłby wyższy od uzyskanego. Jedynie 46% miast (32 jednostki) zadeklarowało, że zapewniają swoim mieszkańcom odpowiedni dostęp do służby zdrowia. W Polsce rośnie liczba osób, które cierpią na depresję, jednak dostęp do lekarzy psychiatrów i terapeutów jest ograniczony co sprawia, że lokalnym samorządom trudno zapewnić mieszkańcom niezbędną pomoc w tym zakresie. Przedstawiony przypadek jest ważny ze względu na to, że leczenie stanów złego samopoczucia może przyczynić się do poprawy jakości życia mieszkańców (Teleon i Włoszczak-Szubzda, 2018).

---

<sup>9</sup> Zgodnie z treścią ustawy z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych, jednostki administracji publicznej zobligowane są od września 2020 roku do publikowania informacji na temat stanu dostępności dla osób z niepełnosprawnościami. Dostępność rozpatrywana jest w kontekście dostosowania usług cyfrowych, stron internetowych, aplikacji i budynków użyteczności publicznej (m.in. wind, schodów, platform) do potrzeb osób z niepełnosprawnościami.

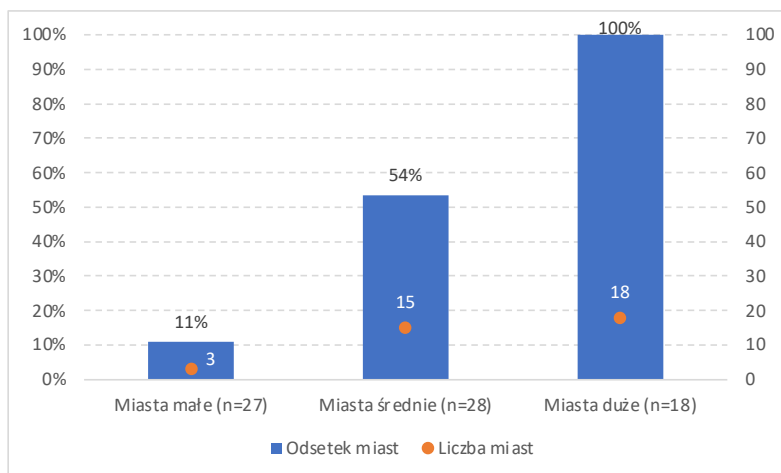
#### 4.3.4 Smart Mobility

Obszarem *smart city*, blisko powiązaniem z inteligentnym środowiskiem, jest inteligentna mobilność, ponieważ wpływa ona na poruszanie się po mieście w sposób bardziej ekologiczny i zrównoważony. Nie składają się na nią jednak jedynie aspekty związane z ruchem drogowym, poprawą przepustowości ulic, zachęcaniem do zmiany nawyków komunikacyjnych czy elektrycznymi pojazdami, choć stanowi to najczęściej rozpatrywany aspekt mobilności. Chociaż takie przekonanie ma swoje uzasadnienie w nieustannie trwającym procesie rozrastania się miast, który doprowadził do ukształtowania struktury policentrycznej polskich miast. Policentryczność można zdefiniować na dwa sposoby, pierwszy ma znaczenie *morfologiczne, odnoszące się do poziomu koncentracji różnych zjawisk przestrzennych oraz funkcjonalne, które dotyczy różnego rodzaju powiązań występujących pomiędzy miastem i jego otoczeniem w regionie miejskim* (Bartosiewicz i Marcińczak, 2020). Struktury policentryczne polskich miast, charakteryzują się natomiast zdecentralizowanymi, rozproszonymi i fragmentarycznymi połączeniami transportowymi. W konsekwencji, zaobserwować można zależność mieszkańców od prywatnych samochodów ze względu na rosnące odległości od centrum i brak konkurencyjnej oferty ze strony transportu publicznego dla niektórych obszarów o mniejszej gęstości zaludnienia (Aletà, Alonso i Ruiz, 2016). Głównym celem inteligentnej mobilności, rozumianej jako transport, jest rozwój elektromobilności oraz „czystych” technologii, które w dłuższej perspektywie będą mogły przyczynić się do poprawy jakości powietrza w miastach, jak również do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> (Fondation BNP Paribas, 2021). Drugą płaszczyzną inteligentnej mobilności jest wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnej, różnego rodzaju modeli biznesowych i rozwiązań zwiększających efektywność funkcjonowania miasta, udostępnianie informacji dla mieszkańców w czasie rzeczywistym oraz poprawa jakości usług i dobrobytu. Tak rozumiana inteligentna mobilność umożliwia tworzenie przez lokalną administrację publiczną zrównoważonych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań skoncentrowanych na analizie danych w celu optymalizacji, na przykład czasu podróży (Brčić, Slavulj, Šojat i Jurak, 2018).

Zasadnicza różnica między mobilnością w klasycznej formie (przemieszczania się), a inteligentną mobilnością (koncentracja na zapewnieniu przepływu danych) polega na dostępie do informacji w czasie rzeczywistym, które mogą wspomagać na przykład sprawne poruszanie się po mieście. Informacje pozwalają na projektowanie lepszych usług, co oznacza oszczędność czasu, pieniędzy, usprawnienie podróży i zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza. Wyniki

realizacji zadań w wymiarze inteligentnej mobilności przez samorzady według wielkości miasta przedstawiono poniżej (wykres 4.22).

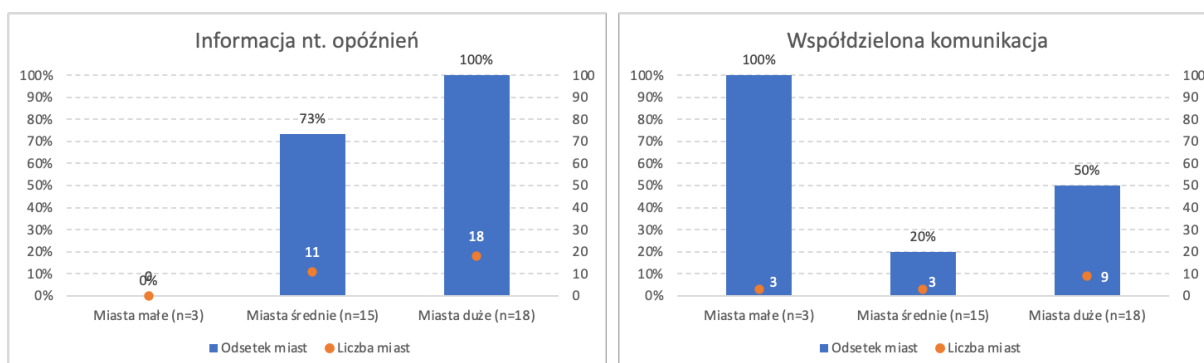
**Wykres 4.22 Odsetek miast podejmujących działania w obszarze inteligentnego środowiska – *smart mobility* według wielkości miast (pytanie 18)**



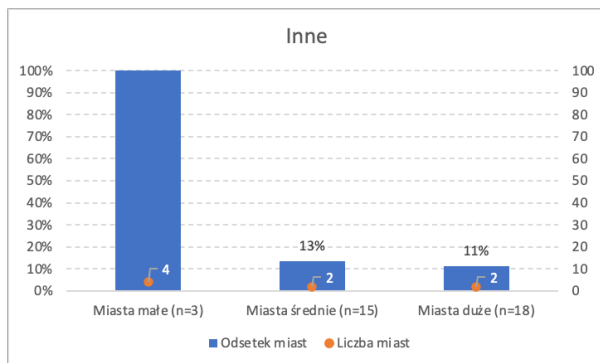
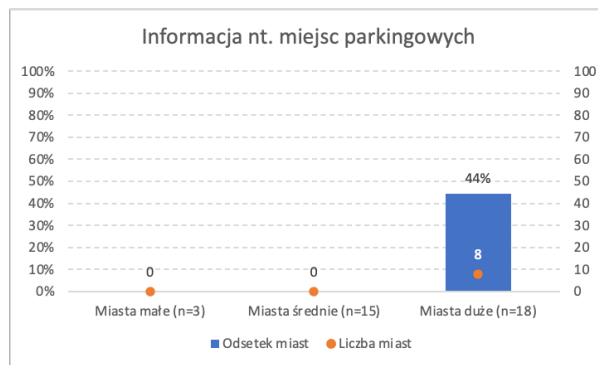
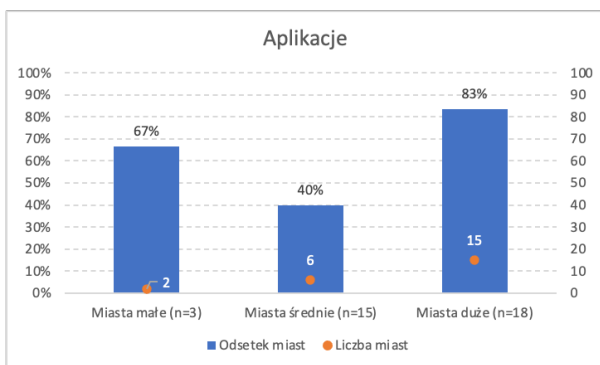
Źródło: opracowanie własne.

Spośród badanych miast, które realizują założenia koncepcji *smart city*, 49% (36 jednostek) zadeklarowało, że podejmuje działania w wymiarze *smart mobility*. Do oszacowania poziomu realizacji koncepcji *smart city* w obszarze związanym z inteligentną mobilnością poproszono respondentów o wskazanie konkretnych działań, jakie są przez nie podejmowane w ramach tego wymiaru. Poza wymienionymi przykładami istniała możliwość samodzielnego wskazania na konkretne inne działania realizowane w obszarze inteligentnej mobilności. Na wykresie 4.23 przedstawiono odpowiedzi respondentów w tym zakresie z uwzględnieniem podziału na małe, średnie oraz duże miasta.

**Wykres 4.23 Odsetek miast podejmujących wybrane działania w wymiarze obszarze inteligentnego środowiska – *smart mobility* według wielkości miast (pytanie 19)**







Źródło: opracowanie własne.

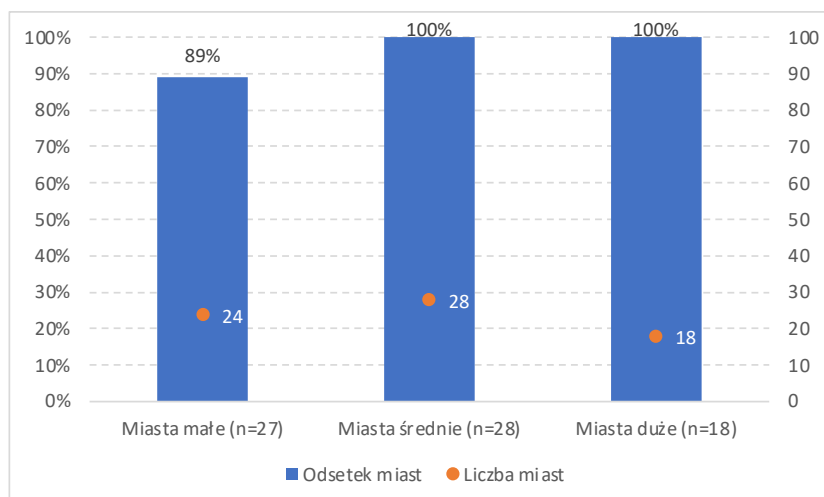
Do inicjatyw najczęściej podejmowanych przez miasta duże i średnie należy instalacja na przystankach autobusowych, tramwajowych i kolejowych tablic, które informują o możliwym opóźnieniu wybranego transportu oraz o przewidywanym czasie jego przyjazdu. Innowacyjnymi rozwiązaniami w obszarze inteligentnej mobilności wskazanymi przez duże miasta są infokioski miejskie umieszczone na przystankach w ramach inteligentnego systemu zarządzania oraz centra przesiadkowe umożliwiające skorzystanie ze współdzielonych środków transportu, takich jak hulajnoga lub rower. Małe miasta wskazują na miejskie rowery oraz możliwość płacenia kartą za postój na płatnym parkingu. Planują również podejmowanie działań związanych z realizacją założeń *smart mobility* umieszczając odpowiednie zapisy w długoterminowych strategiach rozwoju takie jak projektowanie inteligentnych i zrównoważonych systemów transportowych m.in. w Warszawie i przez Obszar Metropolitalny Gdańsk-Gdynia-Sopot. Zapisy dotyczące planowania działań związanych z inteligentną mobilnością w długoterminowych strategiach rozwoju pozwalają w przyszłości ubiegać się o dofinansowanie z funduszy zewnętrznych na wykonanie projektów.

#### 4.3.5 Smart Governance

Aby w odpowiedni sposób wdrażać wszystkie wymienione do tej pory rozwiązania niezbędne jest odpowiednie zarządzanie miastem. Dobre zarządzanie sprowadza się do współzarządzania w sposób inteligentny. Oznacza to odpowiedzialne, przejrzyste

i elastyczne podejmowanie decyzji, a także zdolność do wykorzystania nowoczesnych rozwiązań technologicznych wspomagających rozwój oraz optymalizację usług publicznych. Jak wspomniano w rozdziale drugim, inteligentne współzarządzanie oznacza zdolność lokalnej administracji publicznej do efektywnego i otwartego funkcjonowania, która swoje decyzje podejmuje w oparciu o opinię swoich mieszkańców. *Smart governance* odnosi się również do podejmowania przez lokalną administrację publiczną działań sprzyjających prowadzeniu działalności gospodarczej oraz budowaniu silnego społeczeństwa obywatelskiego. Do głównych cech charakteryzujących inteligentne zarządzanie należą: konsensus, odpowiedzialność, elastyczność, sprawiedliwość, wydajność, partycypacja i skuteczność (Mutiar, Yuniarti i Pratama, 2018). Na wykresie 4.24 przedstawiono odsetek miast wdrażających działania w ww. obszarze w podziale na wielkość miasta.

**Wykres 4.24 Odsetek miast podejmujących działania w obszarze inteligentnego współzarządzania – *smart governance* według wielkości miasta (pytanie 20)**



Źródło: opracowanie własne.

W przeprowadzonym badaniu, spośród miast, które zadeklarowały podejmowanie działań w ramach koncepcji *smart city*, 95% (70 jednostek) realizuje inicjatywy w obszarze *smart governance*. Inteligentne współzarządzanie stanowi fundament dla wszystkich obszarów inteligentnego miasta, jak również dla odpowiedniego reagowania na potrzeby mieszkańców. W celu poznania, w jakim zakresie realizowane są działania w obszarze inteligentnego współzarządzania miastem, respondentów poproszono o wybranie podejmowanych przez nich działań z przygotowanej listy. Listę sporządzono w oparciu o przeprowadzone studia literatury, biorąc pod uwagę założenia i jednocześnie cele *smart governance*, czyli zaangażowanie mieszkańców w proces podejmowania decyzji, transparentność i otwartość, współpracę oraz poprawę jakości życia obywateli. Na wykresie 4.25 przedstawiono odpowiedzi respondentów w tym zakresie z uwzględnieniem wielkości miasta.

**Wykres 4.25 Odsetek miast podejmujących wybrane działania w obszarze inteligentnego współzarządzania – *smart governance* według wielkości miasta (pytanie 21)**



Źródło: opracowanie własne.

Największa liczba miast, obejmująca 87% badanych (61 jednostek) realizujących koncepcję *smart city*, zadeklarowała podejmowanie aktywności w mediach społecznościowych, co przyczynia się do szybszego dotarcia do większej liczby interesariuszy. W opisywanym pytaniu 80% (56 jednostek) wskazało na realizację budżetu obywatelskiego, co umożliwia bezpośrednie oddziaływanie mieszkańców na wydatkowanie środków publicznych, zgodnie z potrzebami lokalnej społeczności. Kolejnym obszarem, w którym administracja publiczna podejmuje szereg inicjatyw jest dostarczanie usług elektronicznych dla mieszkańców (74%, 52 jednostki). Całodobowe centra kontaktu dla mieszkańców są dostępne w niewielu miastach. Jedynie 11% badanych miast (8 jednostek) zadeklarowało ich prowadzenie. Oprócz ww. działań, miasta podejmują też własne inicjatywy, wśród których respondenci wymienili:

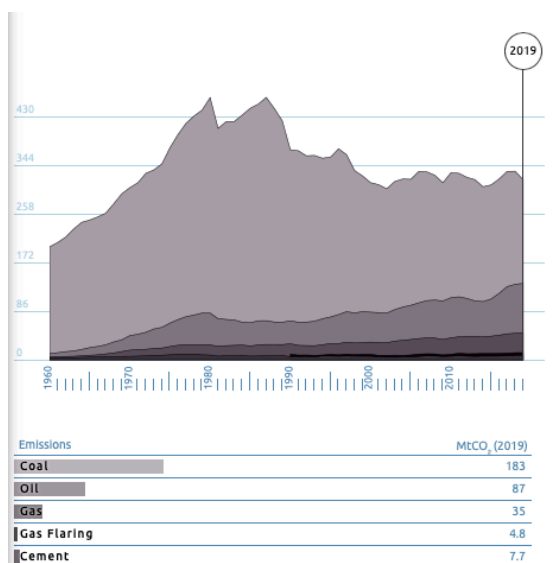
- możliwość składania przez mieszkańców kompleksowych projektów na realizację usług elektronicznych służących poprawie jakości życia w mieście,
- funkcjonowanie w strukturach rady senioralnej oraz młodzieżowej, dzięki którym rozpatrywane są uwagi, pomysły oraz problemy ważne zarówno dla osób starszych, jak również dla osób młodych i nowych mieszkańców miast,
- zintegrowane systemy zarządzania miastem.

Świadomość korzyści, jaką niosą ze sobą udostępnianie otwartych zbiorów danych oraz analiza gromadzonych informacji nie jest jeszcze tak powszechna. Świadczą o tym mała liczba miast wykorzystujących platformy *open data* oraz korzystająca z technologii *Big Data*. Jednak biorąc pod uwagę ograniczenia związane z przestarzałą infrastrukturą techniczną oraz kosztem prowadzenia zaawansowanych obliczeń analitycznych, sytuacja prezentowana przez badane miasta w zakresie *smart governance* wydaje się optymistyczna, ponieważ nawet małe miasta podejmują działania w tym obszarze.

#### **4.3.6 Smart Environment**

Miasta rozrastają się, zajmując i kształtując nowe przestrzenie, w sposób mający zachęcać osiedlanie się nowych mieszkańców. Procesy związane z urbanizacją coraz bardziej ingerują w zachowanie naturalnej równowagi między człowiekiem, a otaczającym go środowiskiem. Skutkiem rozwoju miasta jest wzrost zużycia energii, emisji szkodliwych substancji do atmosfery oraz produkcja niemożliwych do zagospodarowania ilości odpadów. W Polsce największe zanieczyszczenie pochodzi ze zużycia węgla (wykres 4.26) (Fondation BNP Paribas, 2021).

**Wykres 4.26 Emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery związana z użyciem różnych paliw i materiałów w Polsce (1960-2019)**



Źródło: (Fondation BNP Paribas, 2021).

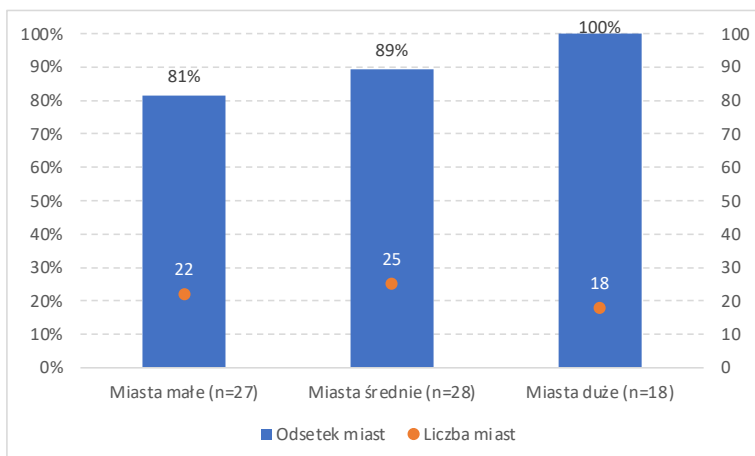
Aktualnie rządy i samorządy wielu krajów podejmują działania w celu zmniejszenia negatywnych skutków oddziaływania na środowisko efektów przedstawionych na wykres 4.26.

Do takich działań należą m.in.:

- Program „Czyste powietrze”, którego celem jest poprawa jakości powietrza, zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i poprawa efektywności energetycznej budynków dzięki wymianie źródeł ciepła (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2022),
- Miasto z Klimatem – „zielono-niebieska infrastruktura” – dofinansowania rządowe przyznawane gminom na budowę nowej infrastruktury, likwidację powierzchni nieprzepuszczalnych, systemy zagospodarowania wód opadowych oraz rozwój terenów zieleni w miastach (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2022),
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 – krajowy program wspierający ochronę środowiska, gospodarkę niskoemisyjną, transport i bezpieczeństwo energetyczne, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu (Ministerstwo Cyfryzacji, 2022).

Działania związane z ochroną środowiska naturalnego należą do jednego z najtrudniejszych wyzwań stawianych przed inteligentnymi miastami w ramach obszaru *smart environment*. Na wykresie 4.27 przedstawiono odpowiedzi respondentów dotyczące działań w obszarze *smart environment* ze względu na wielkość miast.

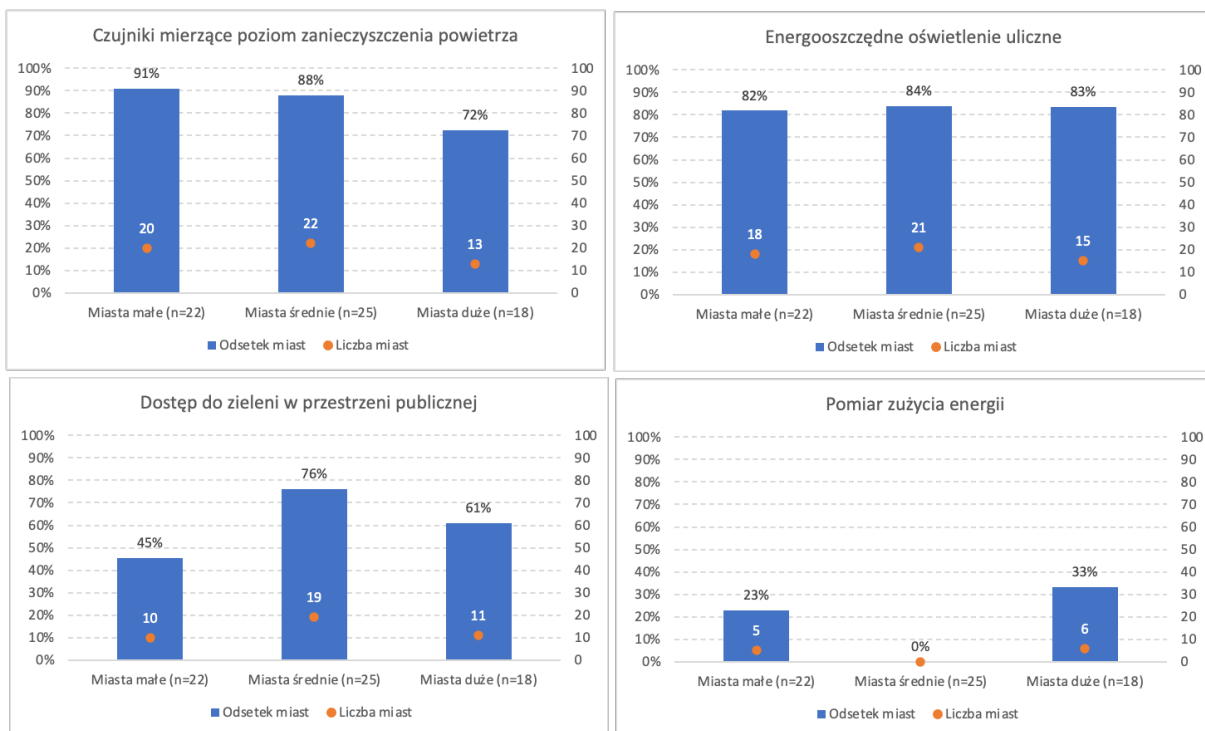
**Wykres 4.27** Odsetek miast podejmujących działania w obszarze związanym z inteligentnym środowiskiem – *smart environment* według wielkości miast (pytanie 22)

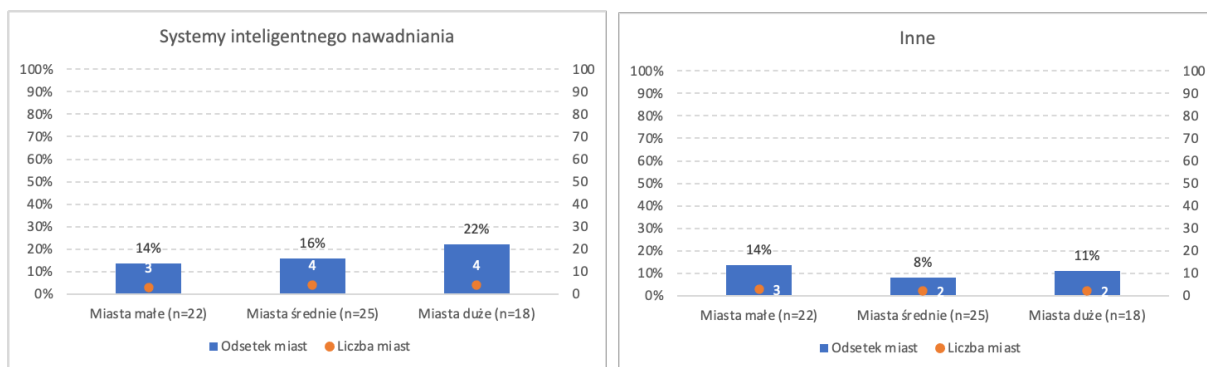


Źródło: opracowanie własne.

Miasta w Polsce, które wzięły udział w badaniu w zdecydowanej większości podejmują działania w zakresie inteligentnego środowiska (89%, 65 jednostek). Na podstawie przeglądu literatury, sformułowano listę działań, jakie miasta mogą podejmować w ramach inteligentnego środowiska. Uzyskane odpowiedzi przedstawiono na wykresie 4.28 z uwzględnieniem wielkości miasta.

**Wykres 4.28** Odsetek miast podejmujących wybrane działania w obszarze związanym z inteligentnym środowiskiem – *smart environment* według wielkości miasta (pytanie 23)





Źródło: opracowanie własne.

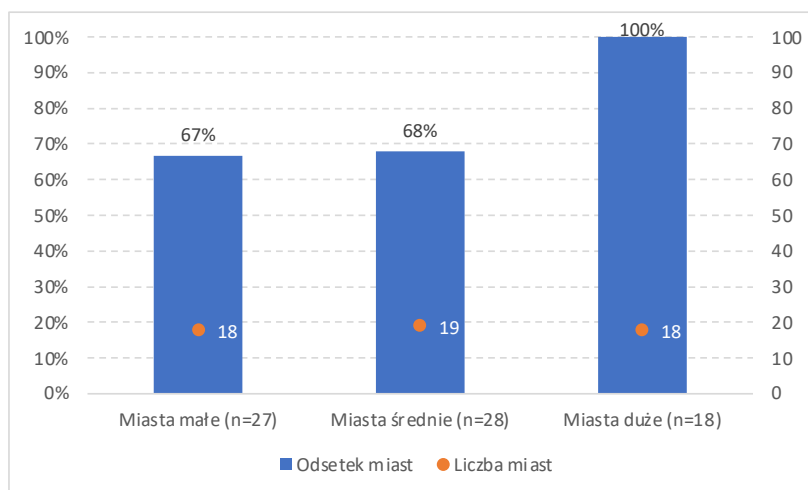
Miasta najczęściej (85%, 55 jednostek) decydują się na pomiar zanieczyszczenia powietrza. W tym celu instalowane są różnego rodzaju czujniki, a informacje na temat poziomu wybranych substancji można często monitorować poprzez komunikaty umieszczane na stronach internetowych urzędów lub na ekranach informacyjnych ustawionych w strategicznych miejscach. Kolejnym obszarem, w którym często polskie miasta podejmują działania to oświetlenie uliczne wyposażone w czujniki zmroku oraz panele pozwalające na zasilanie lamp poprzez korzystanie z energii słonecznej. Wśród badanych miast, 83% (54 jednostki) zadeklarowało posiadanie w swoich zasobach inteligentnego oświetlenia. Nieco ponad połowa badanych miast (62%, 40 jednostek) zadeklarowała, że dysponuje przestrzenią zieloną udostępnioną dla mieszkańców. Niewiele, bo zaledwie 17% miast (11 jednostek) posiada mierniki pozwalające na oszacowanie poziomu zużycia energii elektrycznej, co odnosi się w szczególności do mieszkań komunalnych na których infrastrukturę mają wpływ jednostki samorządowe. Podobnie kształtuje się sytuacja w zakresie inteligentnych systemów nawadniania, co biorąc pod uwagę krajowe warunki klimatyczne wydaje się uzasadnione. Do innych inicjatyw respondenci zaliczyli: projektowanie nowego budownictwa z zachowaniem zasad podwyższonej efektywności energetycznej, uniwersalne projektowanie przestrzeni miejskiej (błękitno-zielona infrastruktura) oraz niskoemisyjny transport publiczny.

#### 4.3.7 Smart People

Niewątpliwie najistotniejszą wartością każdego miasta są jego mieszkańcy. To dzięki zaangażowaniu oraz wiedzy obywateli, miasta są w stanie przyspieszyć proces rozwoju. Choć dynamiczny rozwój nowoczesnej technologii przyczynia się do realnego zmniejszenia biurokracji w sektorze publicznym, żadne działanie nie ma możliwości osiągnięcia sukcesu bez szeroko rozumianej przychylności odbiorców oferowanych rozwiązań. Wykorzystywanie coraz bardziej innowacyjnych kanałów komunikacji prowadzi do poprawy komunikacji między

instytucjami oraz obywatelami, co pozwala na zwiększenie możliwości uczestnictwa oraz współtworzenia projektów miejskich przez różne zainteresowane grupy społeczne zwiększając jednocześnie ich oddziaływanie. Na wykresie 4.29 przedstawiono, w jakim zakresie małe, średnie oraz duże miasta podejmują aktywności w odniesieniu do wymiaru *smart people*.

**Wykres 4.29** Odsetek miast podejmujących działania w obszarze związanym z inteligentnymi mieszkańcami – *smart people* (kampanie edukacyjne, promowanie uczenia przez całe życie, laboratoria rozwoju itp.) według wielkości miast (pytanie 24)

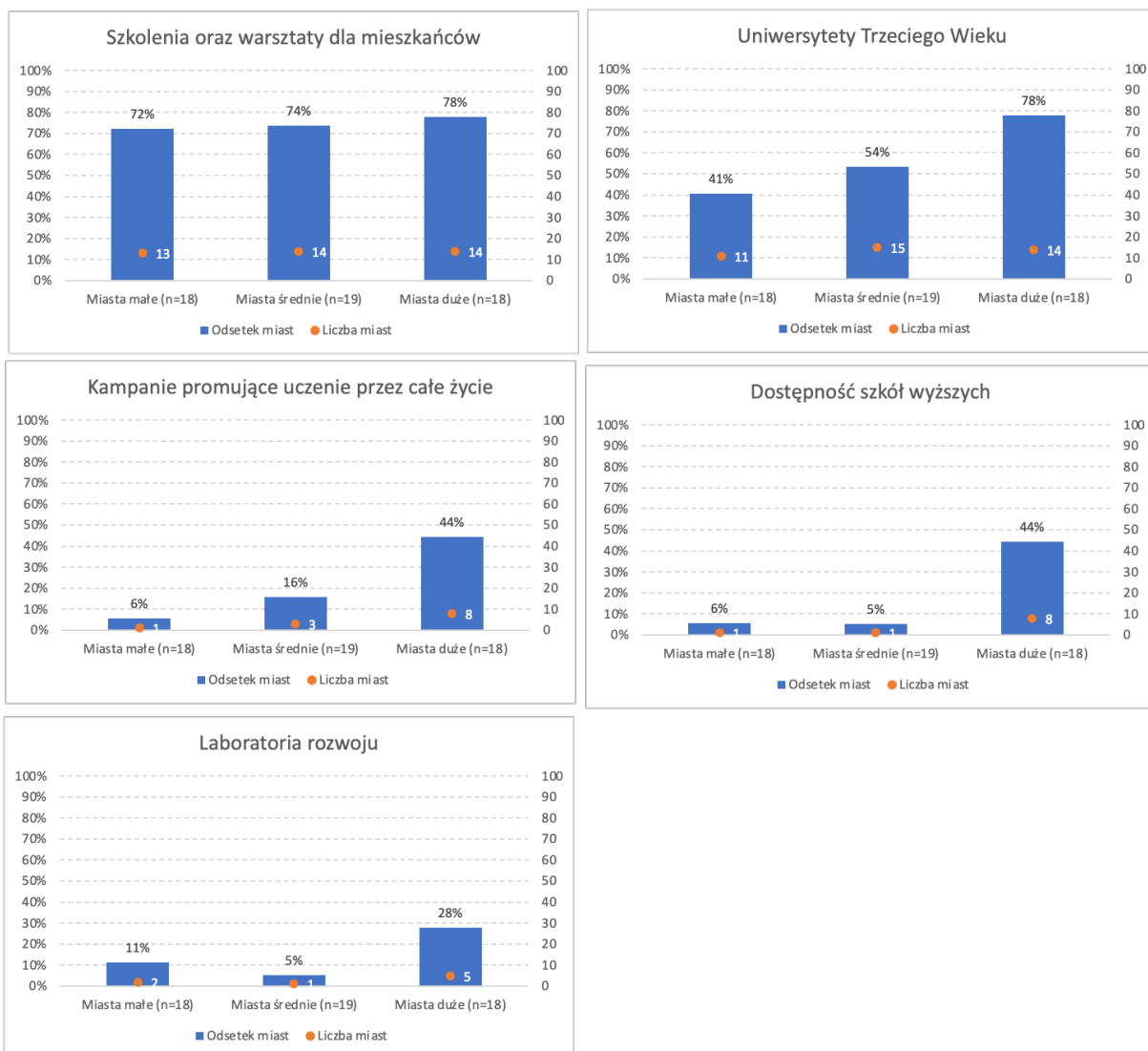


Źródło: opracowanie własne.

Spośród miast włączonych do tej części badania, 75% (55 jednostek) zadeklarowało, iż podejmuje działania w tym obszarze. W publikacji opracowanej przez Giffinger et al. (2007) wymiar *smart people* odnosi się do wartości społecznych, w tym w szczególności do kapitału ludzkiego, w dążeniu do osiągnięcia statusu inteligentnego miasta. Wymiar ten oznacza udział mieszkańców w życiu publicznym, wzrost poziomu edukacji, kreatywności, świadomości oraz jednocześnie elastyczności w podejmowaniu decyzji. Rozwój w tym obszarze determinowany jest przez właściwe korzystanie z przenośnych urządzeń elektronicznych oraz różnego rodzaju aplikacji, zapewnienie dobrej jakości połączenia z Internetem oraz dostępem do informacji. Wiedza, jaką dysponują mieszkańcy, miasta jest istotna z perspektywy rozwoju, ponieważ ma wpływ na tworzenie przewagi konkurencyjnej względem innych miast. Na podstawie studiów literatury może wskazać, iż w celu zapewnienia mieszkańcom możliwości rozwoju, miasta na całym świecie podejmują szereg różnych działań promujących uczenie przez całe życie, wspiera rozwój uniwersytetów, organizuje warsztaty oraz szkolenia zwiększające kreatywność i umiejętności obywateli. Działania, jakie podejmują badane miasta według ich wielkości, w wymiarze *smart people*, zostały przedstawione na wykresie 4.30.



**Wykres 4.30 Odsetek miast podejmujących wybrane działania w obszarze *smart people* według wielkości miast (pytanie 25)**



Źródło: opracowanie własne.

W Polsce najwięcej miast, w ramach wymiaru *smart people*, organizuje warsztaty oraz szkolenia dla swoich mieszkańców. W ramach przeprowadzonego badania, w 56% miast (41 jednostek) podejmujących działania w ramach koncepcji *smart city*, prowadzi warsztaty i szkolenia, które przyczyniają się do zaangażowania ludzi w poprawę swoich umiejętności oraz zwiększenia szans na zdobycie lepszej pracy i doświadczenia. Drugim, co do częstości wyboru realizowanym działaniem (55%, 40 jednostek), są uniwersytety trzeciego wieku (UTW), w których szanse na zdobycie wiedzy mają również osoby starsze. Na organizowanych w ramach UTW spotkaniach uczestnicy poza samymi wykładami uczą się jak korzystać z nowoczesnych rozwiązań technologicznych oraz poznają języki obce. W dobie starzenia się społeczeństwa, jak również wzrostu długości życia, UTW wpływają na zmniejszenie ryzyka wykluczenia technologicznego. Szkoły i uczelnie wyższe zlokalizowane są przede wszystkim

w dużych miastach. Promowanie uczenia przez całe życie pobudza kreatywność, przedsiębiorczość oraz innowacyjność. Natomiast laboratoria rozwoju wciąż pozostają inicjatywą charakterystyczną dla miast dużych i wysoko rozwiniętych (11%, 8 jednostek), chociaż coraz częściej decydują się na ich tworzenie również małe oraz średnie miasta. Wniosek ten potwierdzają zapisy w długoterminowych strategiach rozwoju miast takich jak Toruń, Radomsko czy Reda, co oznacza, iż zwiększa się świadomość w odniesieniu do korzyści, jakie generują tego typu inicjatywy.

#### **4.4 Koncepcja *smart city* w Polsce – podsumowanie wyników badań ankietowych**

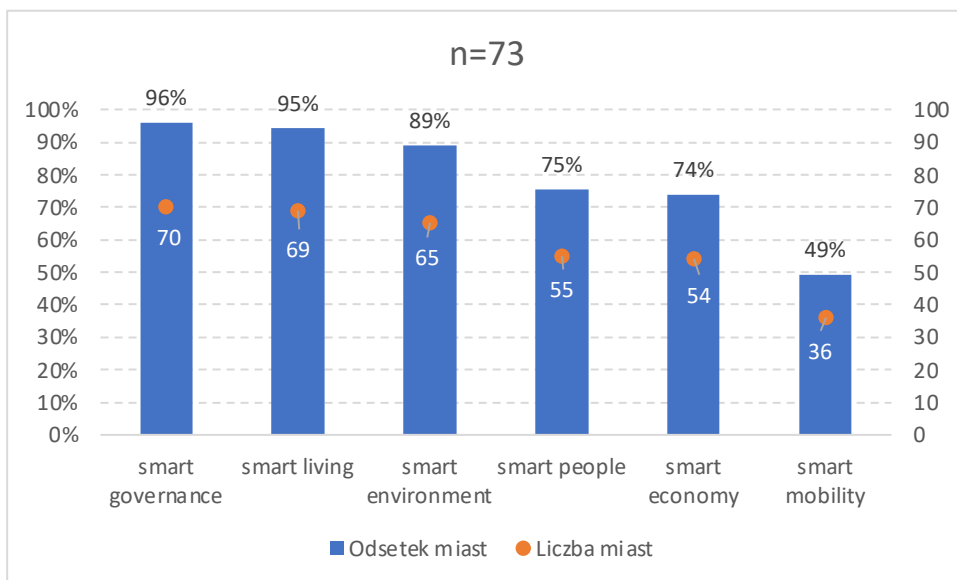
Potrzeba rozwiązywania szerokiej gamy problemów i potrzeb mieszkańców miast związanych z urbanizacją powoduje, że na znaczeniu zyskują koncepcje związane z dążeniem do osiągnięcia równowagi we wszystkich wymiarach funkcjonowania miasta. Jednostki administracji samorządowej oraz miejscy interesariusze zainteresowani rozwojem miasta starają się doskonalić zarządzanie miastem, z wykorzystaniem technologii w celu ochrony środowiska, wsparcia rozwoju lokalnej gospodarki, edukacji czy w walce z wykluczeniem społecznym. Jedną z koncepcji rozwoju miasta jest koncepcja inteligentnego miasta, która jest niedoceniana w kontekście wkładu i związków ze zrównoważonym rozwojem, chociaż stanowi temat przewodni wielu konferencji organizowanych dla samorządów i coraz częściej znajduje swoje zastosowanie w praktyce (Guşul i Butnariu, 2021). Koncepcja zrównoważonego rozwoju powstała w odpowiedzi na rosnące zagrożenia środowiskowe związane z nadmierną eksploatacją zasobów naturalnych powiązaną ze wzrostem gospodarczym. Zrównoważony rozwój jest silnie zakorzenioną i powszechnie akceptowaną koncepcją na całym świecie. Jej założenia, jak również definicje i zasady wdrażania stanowią uregulowany obszar wiedzy (Kielin-Maziarz, 2020). W Polsce pojęcie zrównoważonego rozwoju zostało ujęte w art. 5 Konstytucji, tj: „Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swego terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju” (Kancelaria Sejmu, 1997). Biorąc pod uwagę koncepcje rozwoju zrównoważonego i inteligentnego, sprowadzają się one m.in. do rozwiązywania problemów z uwzględnieniem dobra przyszłych pokoleń. Zasadniczym problemem w dostrzeganiu wpływu działań podejmowanych w ramach koncepcji *smart city* na zrównoważony rozwój miasta jest brak jednolitej i uniwersalnej definicji w odniesieniu do inteligentnego miasta, która

pozwalalaby dokładnie określić elementy wspólne oraz różnice obu koncepcji. Niewątpliwym jest jednak fakt, że wraz z rosnącą globalizacją, kryzysami ekonomicznymi, zmianami społecznymi oraz klimatycznymi pojawiła się potrzeba opracowania i wdrażania innowacyjnych rozwiązań, co stanowi podstawę koncepcji inteligentnego miasta. Z powyższego wynika, że dwa podejścia związane z rozwojem miasta wpływają na siebie nawzajem.

Innowacje technologiczne przyczyniają się do przekształcenia niemal każdego sektora gospodarki czy obszaru funkcjonowania miasta. Inteligentne sieci wdrażane w miastach, w tym dotyczące monitorowania zużycia energii z poziomu aplikacji działających w ramach e-administracji mogą przyczynić się do optymalizacji zużycia energii co jednocześnie oznacza mniejsze obciążenie dla środowiska naturalnego. Dzięki wykorzystaniu technologii w administracji, samorzady stają się bardziej otwarte, przejrzyste i odpowiedzialne. Rozwiązania cyfrowe przyczyniają się też do zmniejszenia problemów zatłoczenia komunikacyjnego w miastach, wspierają ekologiczny transport, odpowiadając w ten sposób na zapotrzebowanie sektora mobilności. Działania te pozwalają nie tylko łagodzić istotne problemy, ale także dają szansę na stworzenie nowego wizerunku miasta jako atrakcyjnego, konkurencyjnego i przyjaznego środowisku.

Badanie przeprowadzone w ramach niniejszej rozprawy pokazało jednoznacznie, że zbadane lokalne jednostki administracji publicznej wdrażają koncepcję *smart city* w różnym zakresie. Uzupełniając wnioski z badania sondażowego pośredniego, wnioskami z obserwacji bezpośredniej oraz przeprowadzonych studiów literatury, zróżnicowanie to wynika z dostępnych zasobów, wielkości miasta, wiedzy i kompetencji. Spośród wszystkich 210 jednostek biorących udział w badaniu, w sumie jedynie 73 miasta, tj. ok. 35%, odpowiedziały twierdząco na pytanie o realizowanie działań w ramach koncepcji inteligentnego miasta. Jak zaprezentowano na wykresie 4.31, najwięcej jednostek biorących udział w badaniu (96%, 70 jednostek) wskazało, iż realizuje działania w obszarze związanym z inteligentnym współzarządzaniem, co może wynikać z faktu, iż podmiotem badania były jednostki samorządu terytorialnego, które w pierwszej kolejności zajmują się rządzeniem, w szczególności podejmują działania zmierzające do poprawy jakości oferowanych przez siebie usług oraz dostosowują wewnętrzne struktury organizacyjne i techniczne, aby sprostać zmieniającym się uwarunkowaniom i oczekiwaniom. Można zatem przyjąć, iż obszar *smart governance* stanowi również wymiar najlepiej rozumiany przez respondentów.

**Wykres 4.31** Odsetek miast realizujących działania w koncepcji *smart city* według wymiarów *smart city* i wielkości miasta



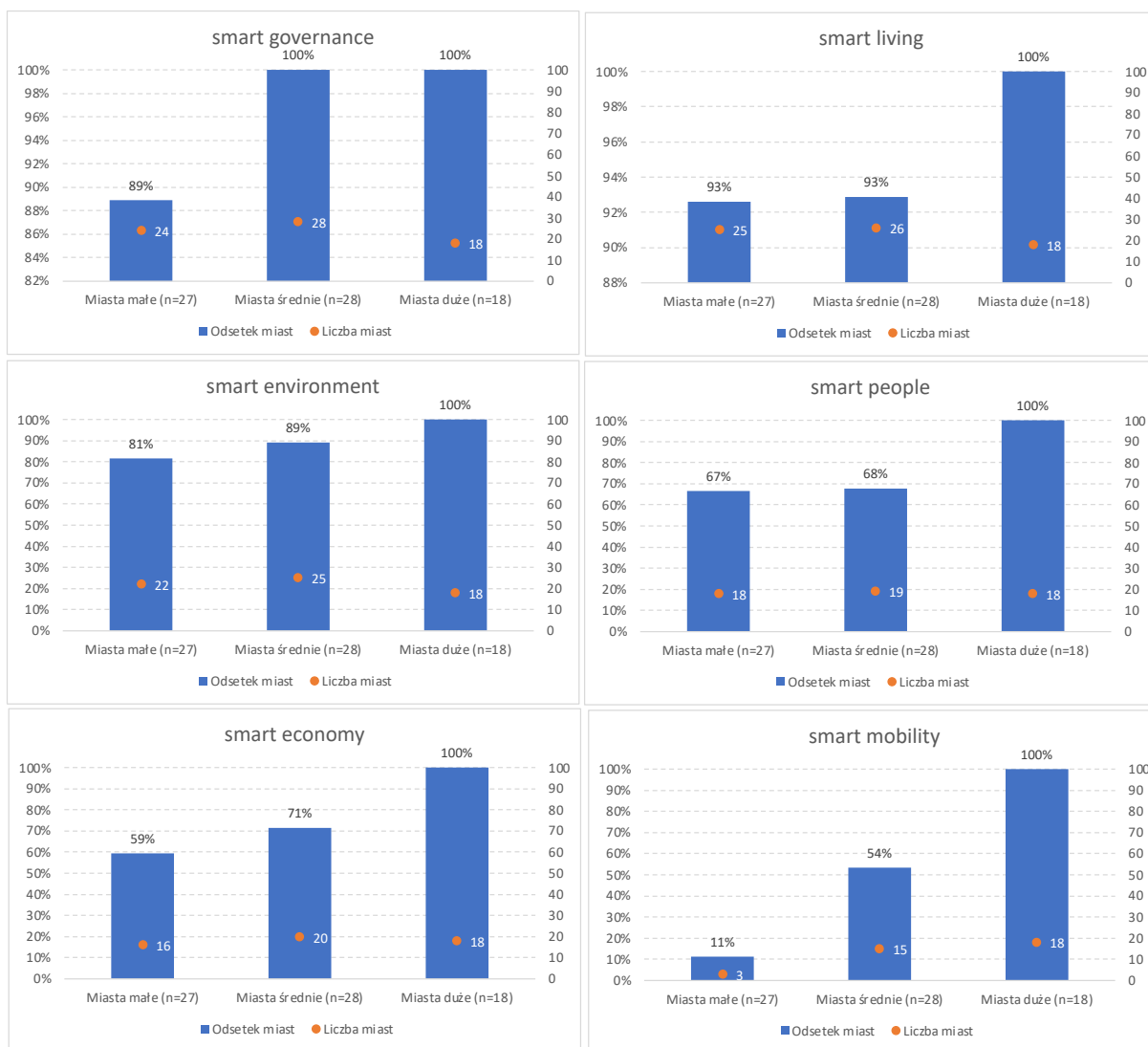
Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym obszarem, w którym podejmowanych jest najwięcej działań w ramach realizacji koncepcji *smart city* stanowi inteligentne życie – 95% badanych (69 jednostek) wskazało, że dba o rozwój kreatywności, różnorodności, zapewnienie bezpieczeństwa i zdrowia swoich mieszkańców. Inteligentne środowisko to trzeci wymiar inteligentnego miasta, w którym samorzady w Polsce podejmują najwięcej inicjatyw – realizowane przez 89% badanych (65 jednostek) miast. Do działań w tym obszarze należą: czujniki rozmieszczane w przestrzeni miejskiej pozwalające na pomiar zanieczyszczenia powietrza, zużycia energii czy natężenia ruchu, dostęp do przestrzeni zielonej czy inteligentne oświetlenie i gospodarka odpadami. Najmniej działań podejmowanych jest natomiast w obszarze inteligentnej mobilności. Wśród badanych miast, 49% (36 jednostek) wskazało, że umożliwi swoim mieszkańcom dostęp do komunikacji współdzielonej, posiada komunikatory i tablice pozwalające na oszacowanie czasu przejazdu oraz udostępnia aplikacje ułatwiające poruszanie się po mieście. Wskazane odpowiedzi w postaci listy możliwych działań, uwzględniały jednak jedynie te najbardziej popularne, zidentyfikowane na podstawie studiów literatury i doświadczeń własnych. Działania te związane są z wykorzystaniem technologii i koniecznością posiadania specjalistycznej wiedzy w zakresie jej wdrożenia. Często w przypadku mniejszych miast działania te są niemożliwe do realizacji z przyczyn od nich niezależnych np. z powodu braku znaczącego wpływu na infrastrukturę, która nie jest własnością gminy. Przykładem mogą być przystanki autobusowe, których miasto nie jest właścicielem. Wówczas, decydujące znaczenie ma

skłonność zarządów komunikacji miejskiej do inwestowania w rozbudowę infrastruktury, zwłaszcza w małych i średnich miastach.

Na kolejnym wykresie 4.32 przedstawiono odsetek miast podejmujących działania w poszczególnych wymiarach *smart city*, w zależności od wielkości miasta. Jak wspomniano powyżej, ze względu na liczne ograniczenia obiektywne, z jakimi muszą mierzyć się małe oraz średnie miasta, zasadnym wydaje się podejście indywidualne do oceny stanu wiedzy i zakresu podejmowanych działań związanych z wdrożeniem koncepcji miasta inteligentnego.

**Wykres 4.32 Odsetek miast realizujących działania w koncepcji *smart city* według wielkości miast**



Źródło: opracowanie własne.

Jak widać na wykresie 4.32 duże miasta, czyli takie, w których liczba ludności przekracza 500 tys. mieszkańców, realizują działania we wszystkich obszarach związanych z rozwojem koncepcji *smart city*. Miasta te, co do zasady, są bardziej niezależne, a ich rozwój oddziałuje na gospodarkę położonych wokół nich średnich oraz małych miast (Heffner i Gibas, 2014).

Podejmowane przez duże miasta inicjatywy i wyznaczone kierunki zmian, mają kluczowe znaczenie dla całego regionu, dlatego też strategie formułowane przez pozostałe miasta, często zakładają podporządkowanie części własnych działań, inicjatywom wskazanym w dokumentach miast dominujących. Zwłaszcza w obszarach związanych z inteligentną mobilnością oraz ekonomią, małe i średnie miasta przyjmują wzorce wypracowane i podjęte przez duże miasta. Nierzadko są one też całkowicie zależne od decyzji podejmowanych przez większe miasta, dlatego też w tych dwóch obszarach miasta inteligentnego, rozwój małych i średnich miast jest widocznie ograniczony w porównaniu do dużych miast. Natomiast, w przypadku obszarów związanych z inteligentnym życiem i ludźmi, które nie wymagają znaczącego wsparcia np. finansowego, małe i średnie miasta znajdują się na podobnym poziomie, wyższym niż w przypadku smart mobility i smart economy, ale cały czas na niższym, niż duże miasta. Może to oznaczać większą niezależność średnich i małych miast w obszarze *smart people* i *smart living*.

Miasta na całym świecie stają przed wyzwaniami związanymi z niedoborem zasobów, zmianami klimatu, starzeniem się społeczeństwa, migracją, problemami zdrowotnymi oraz globalnymi problemami gospodarczymi i społecznymi. Sprostanie tym zmianom wydaje się możliwe jedynie dzięki innowacjom, nie tylko technologicznym, ale również związanych z nowymi metodami i modelami zarządzania i podejmowania decyzji, np. w bliskim dialogu z interesariuszami. Dodatkowo, podejmowanie decyzji na podstawie danych pochodzących z różnych źródeł i wykorzystanie mechanizmów analitycznych podnosi jakość realizowanych działań. Adaptacja naukowych rozwiązań dotyczących zarządzania miastem, nowoczesne technologie wspomagające jego funkcjonowanie oraz mierniki i wskaźniki pozwalające na ocenę czynników budujących wartość miasta prowadzą do tego, że miasta stają się bardziej zrównoważone i inteligentne. Wiele z nich nie posiada jednak wystarczających zasobów, wiedzy oraz infrastruktury, aby sprostać presji otoczenia i mieszkańców. Z przeprowadzonego badania sondażowego oraz studiów literatury wynika, że dążenie do realizacji koncepcji inteligentnego miasta rozpoczyna się od kolektywnej interakcji następujących czynników:

- odpowiednio zaprojektowana infrastruktura, która pozwala na jej modernizację,
- administracja publiczna zorientowana na postęp,
- mieszkańcy otwarci na współpracę i dzielenie się wiedzą,
- kooperacja ze środowiskiem naukowym.

Świadomość tego, że ww. czynniki mają wpływ na osiągnięcie zamierzonego celu, jakim jest łagodzenie i rozwiązywanie zarówno globalnych, jak również lokalnych problemów sprawia, że miasta lepiej radzą sobie z reagowaniem na zmieniające się uwarunkowania i sprawniej wdrażają nowe koncepcje.

W przypadku dużych miast problem dostosowania przestrzeni miejskiej i oferty, będącej w stanie zaspokoić oczekiwania większości mieszkańców, wydaje się mniejszy niż w małych i średnich miastach. Dotyczy to jednak najczęściej przestrzeni znajdujących się w centrum dużego miasta. Obserwowana od kilku lat suburbanizacja powoduje jednak, że obszary oddalone od centrum stawiają przed lokalną administracją nowe wyzwania związane z zapewnieniem mieszkańcom optymalnej komunikacji i warunków życia na poziomie zbliżonym do pozostałych terenów miasta, w szczególności tych położonych bliżej centrum. Mimo ww. barier, przeprowadzone badania wskazują, iż przynajmniej duże miasta wśród zbadanych podejmują niemal pełen zakres działań związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city*. Jak wynika z przeprowadzonego badania, wszystkie jednostki wylosowane dla warstwy obejmującej duże miasta, nie tylko znają założenia omawianej koncepcji, ale również wdrażają je w codziennej działalności. Wśród średnich miast objętych badaniem, 60% (47 jednostek) z nich wskazało na realizację działań związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city*. Uzyskany wynik wskazuje, że miasta te posiadają potencjał, który może im pozwolić na zwiększenie efektywności zarządzania przestrzenią miejską, lepsze wykorzystanie zasobów oraz wreszcie poprawę jakości życia mieszkańców. Badania literaturowe i obserwacje własne wskazują, iż główną wartością miast średnich i małych jest kreatywność i zaangażowanie pracowników lokalnego rządu oraz społeczności, natomiast obserwuje się odpływ specjalistów, naukowców i osób posiadających odpowiednie kwalifikacje oraz umiejętności do prywatnych przedsiębiorstw i dużych miast, gdzie możliwości rozwoju osobistego wydają się bardziej atrakcyjne. Prowadzi to do sytuacji, w której urzędy nie mogą znaleźć pracowników mogących sprostać oczekiwaniom stawianym przez administrację. Jednocześnie, obserwuje się utratę przez sektor publiczny statusu prestiżowego zatrudnienia. Jednakże, dzięki zaangażowaniu pracowników i ich kreatywności, wiele innowacyjnych działań prowadzonych w mieście stanowi pewnego rodzaju eksperymenty lub są to projekty realizowane *pro bono*, co umożliwia uniknięcie pewnych prawnych ograniczeń, pojawiających się w sytuacji dynamicznych zmian i wdrażania innowacji, nie przewidzianych przez przepisy prawa. Do takich działań można zaliczyć np. analizowanie i wykorzystanie zbieranych danych w procesie podejmowania decyzji stosując systemy Big Data, które są powszechnie stosowane przez korporacje, jednak jak wynika

z przeprowadzonego badania oraz obserwacji własnych, jeszcze nieczęsto spotykane w lokalnej administracji publicznej.

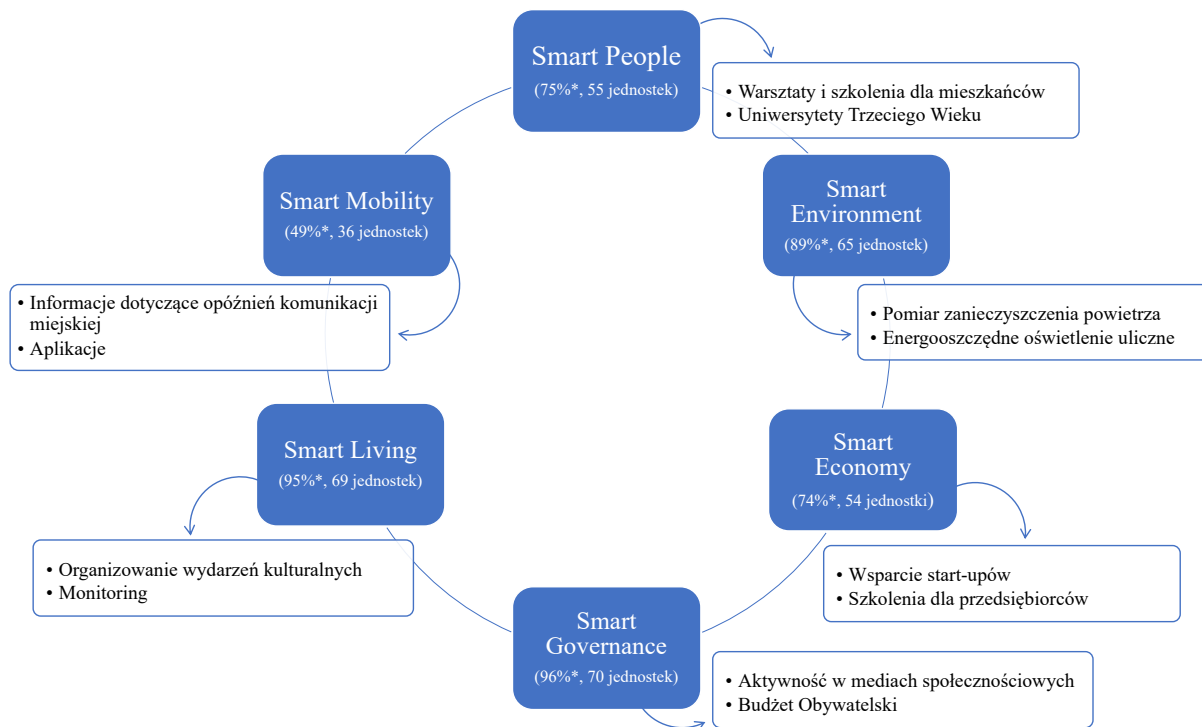
Przeprowadzone badanie sondażowe, jak również analiza literatury oraz własne obserwacje procesów realizacji projektów miejskich i konstruowanych założeń odnoszących się do koncepcji *smart city* wpisanych do długoterminowych strategii rozwoju wielu polskich miast, pozwala stwierdzić, że kontekstualizacja pojęcia *smart city* odnosi się w głównej mierze do technologicznych i społecznych aspektów życia w mieście. Z jednej strony miasta koncentrują się na wyposażeniu przestrzeni w czujniki, sensory, mierniki, kamery i urządzenia pozwalające monitorować w czasie rzeczywistym czynniki mające wpływ na prawidłowe funkcjonowanie miejskiego ekosystemu. Z drugiej zaś, koncentrują się na zapewnieniu mieszkańcom satysfakcji z życia w danej społeczności, czego nie można ocenić poprzez zastosowanie technologii.

Na podstawie przeprowadzonego badania sondażowego udało się udzielić odpowiedzi na pytanie badawcze o poziom znajomości koncepcji *smart city* w wybranych miastach w Polsce? Wśród wszystkich badanych miast 82% (172 jednostki) wskazało, że samo pojęcie „inteligentne miasto” jest im znane. Jednak jedynie 35% miast (73 jednostki), które zadeklarowały znajomość koncepcji, realizuje w jej ramach konkretne działania. W ww. kontekście, w zakresie warunków organizacyjnych, technicznych i dotyczących współpracy, jednostki administracji samorządowej dysponują zróżnicowanymi warunkami technologicznymi dla wdrożenia i rozwoju koncepcji *smart city*. Kolejną badaną kwestią było ustalenie, czy miasta w Polsce posiadają odpowiednie podłoże technologiczne do rozwoju koncepcji *smart city*? Pytanie ujęte w kwestionariuszu dotyczyło rozpoznania podejścia lokalnych samorządów do aspektów związanych z projektowaniem, wdrażaniem oraz wykorzystaniem rozwiązań technologicznych w zarządzaniu miastem. Uzyskane wyniki pokazują, że 19% badanych urzędów (39 jednostek) podejmuje współpracę z branżą IT w celu dopasowania rozwiązań do specyficznych uwarunkowań charakterystycznych dla funkcjonowania podmiotów publicznych. Dialog ze specjalistami pozwala na opracowanie rezultatów odpowiadających na faktyczne potrzeby mieszkańców. W tym zakresie jedynie 6% (12 jednostek) wszystkich badanych jednostek zadeklarowało posiadanie tego typu narzędzi. Korzystanie z technologii typu *Big Data* do analizy danych zbieranych z czujników rozmieszczonych w przestrzeni miejskiej wskazało natomiast 22% (16 jednostek) urzędów realizujących koncepcję *smart city*. Dodatkowo, 23% badanych (17 jednostek) udostępnia własne zbiory danych na portalach typu *open data* w celu ponownego ich wykorzystania przez interesariuszy. Kolejne pytanie badawcze odnosiło się do sposobów realizacji przez samorządy założeń koncepcji *smart city* w odniesieniu do sześciu wymiarów: *smart economy*, *smart living*,



*smart mobility, smart governance, smart environment, smart people.* Na rysunku 4.2 przedstawiono działania najczęściej podejmowane w każdym z obszarów inteligentnego miasta wskazane przez jednostki realizujące założenia omawianej koncepcji.

**Rysunek 4.2 Kluczowe działania w sześciu wymiarach *smart city***



\* dotyczy odsetka miast realizujących działania w ramach poszczególnych wymiarów smart city.

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania.

Z ww. rodzajów głównych aktywności, według kolejności dominujących obszarów największą odnotowano w stosunku do czynności związanych z realizacją działań w domenie *smart governance*. W tym kontekście 95% spośród badanych jednostek, które zadeklarowały podejmowanie inicjatyw w ramach koncepcji *smart city*, wskazało wymiar inteligentnego zarządzania jako obszar, w którym podejmowane są różnego rodzaju prace. Drugim najczęściej wskazywanym wymiarem jest *smart living*. W celu zaspokojenia obszaru odpowiedzialnego za doznania obywateli, 94% miast wskazuje, że organizuje wydarzenia kulturalne oraz wspiera lokalne przedsiębiorstwa i stara się pobudzić poczucie przynależności poprzez realizację takich inicjatyw jak Budżet Obywatelski czy powołanie Młodzieżowej i Senioralnej Rady Miejskiej.

## 5 KIERUNKI ROZWOJU KONCEPCJI *SMART CITY* W POLSCE

### 5.1 Media społecznościowe jako narzędzie zarządzania inteligentnym miastem

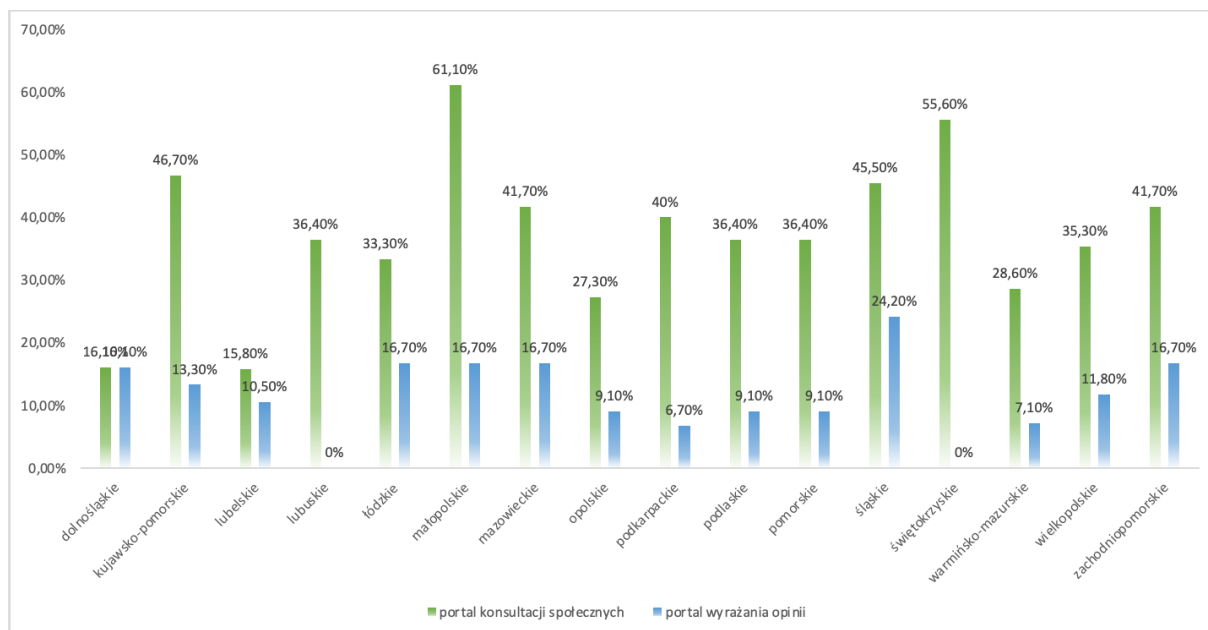
Zainteresowanie wdrażaniem koncepcji inteligentnego miasta przez lokalne samorządy nie traci na popularności. Sikora-Fernandez (2019) wskazuje jednak, że brak rozpoznania potrzeb mieszkańców przez administrację publiczną przed rozpoczęciem działań związanych z wdrożeniem *smart city* sprawia, że realizowane projekty tracą na wartości. Z własnych obserwacji wynika jednak, że coraz częściej jednak, działania podejmowane przez lokalne władze są dokładnie przemyślane i szeroko konsultowane z opinią publiczną. Przemiany, które nastąpiły w Polsce po 1989 roku i związana z nimi decentralizacja władzy, przyczyniły się do usamodzielnienia lokalnych samorządów. Przeniesienie części kompetencji na gminy sprawiło, że jednostki samorządu terytorialnego stały się bardziej otwarte na dialog z obywatelami, wykorzystując w ten sposób potencjał kapitału społecznego. Chęć współpracy mieszkańców z lokalną władzą wynika również z coraz większej świadomości obywateli oraz aktywności samorządów w mediach społecznościowych, co przyczynia się do zmniejszenia dystansu między mieszkańcami, a organami zarządzającymi miastem.

Wobec powyższego, inteligentne miasto powinno odpowiadać na potrzeby lokalnej społeczności. Przekształcenie miasta w inteligentne związane jest z zastosowaniem nowatorskich i kreatywnych metod zarządzania. Wdrażanie koncepcji *smart city* wynika z jednej strony ze zmieniających się uwarunkowań demograficznych (wzrost liczby ludności, migracje, zdrowie publiczne, bezpieczeństwo, warunki życia), a także z możliwości, jakie przynosi rozwój technologiczny i zmiany podejścia współczesnego pokolenia (nowe „cyfrowe” pokolenia) oraz zaangażowania obywatelskiego (uczestnictwo i integracja) w zarządzaniu nowoczesnymi miastami (Fagadar, Trip, Gavrilut i Badulescu, 2021). Biorąc pod uwagę przedstawione uwarunkowania identyfikacja kierunku wdrażania koncepcji *smart city* w Polsce związana jest z ustaleniem, czy administracja publiczna stosuje kanały komunikacji elektronicznej do poznania opinii mieszkańców na wybrane tematy i jakie znaczenie dla rozwoju inteligentnego systemu transportu (ITS) ma wdrażanie koncepcji *smart city* w miastach. ITS został wybrany do dalszych rozważań ze względu na zainteresowanie tym tematem przez sektor publiczny w kontekście wyzwań stojących przed samorządami w odniesieniu do dostosowania infrastruktury miejskiej do zmieniających się uwarunkowań i oczekiwań transportowych.

Biorąc pod uwagę przeprowadzoną analizę literatury obejmującej tematykę inteligentnych miast, kluczowym aspektem we współczesnym rozumieniu *smart city* jest inteligentna infrastruktura technologiczna. Stanowi ona podstawę wdrażania inteligentnych systemów w zarządzaniu miastem inteligentnym. Wdrożona infrastruktura technologiczna powinna proaktywnie dostarczać pożądaną informacji i usług oraz dopuszczać możliwość zintegrowania z innymi obiektami i użytkownikami w celu tworzenia kompletnej inteligentnej sieci (Li, He i Lu, 2021).

Badanie w zakresie potencjału do rozwoju *smart city*, przeprowadzone w 2019 roku na zlecenie Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej, obejmujące 287 polskich miast wykazało, że stosowanie przez miasta różnego rodzaju mediów społecznościowych lub dedykowanych portali komunikacyjnych zdecydowanie zwiększa poziom zaufania społecznego i prowadzi do wzmocnienia postaw partycypacyjnych (Sokół, Słupińska, Drela i Kogut-Jaworska, 2020). Dzięki dostosowaniu do specyficznych potrzeb wszystkich interesariuszy miejskich, różnorodne kanały komunikacji stymulują implementację rozwiązań technologicznych. Na wykresie 5.1 przedstawiono wyniki ww. badania w zakresie zapewnienia mieszkańcom dedykowanych portali internetowych na potrzeby prowadzenia konsultacji oraz wyrażania opinii na ważne tematy z punktu widzenia lokalnej społeczności.

**Wykres 5.1 Wykorzystanie przez urzędy miejskie narzędzi internetowych dedykowanych prowadzeniu konsultacji społecznych i wyrażaniu opinii na ważne tematy (%) według województw (2019)**



Źródło: opracowanie własne na podstawie badania przeprowadzonego na zlecenie Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej w ramach subwencji 13/990/BK\_19/0138.

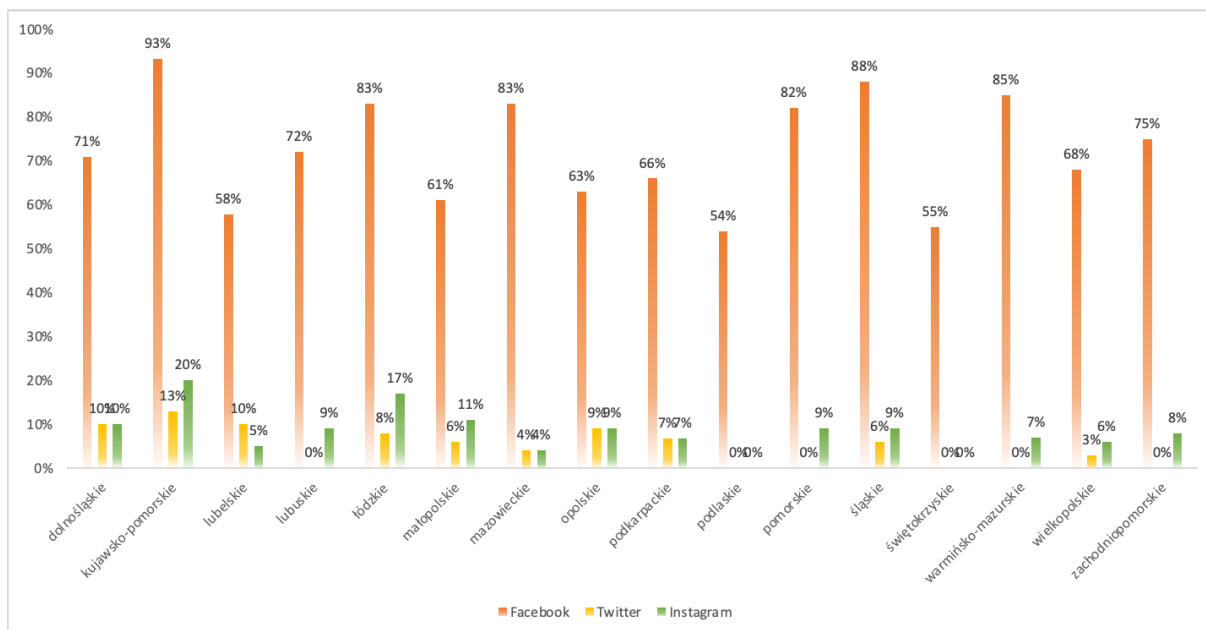
Przedstawione na wykresie 5.1 wyniki wskazują, że pod względem oferowania mieszkańcom rozwiązań pozwalających na wyrażanie opinii oraz udział w konsultacjach społecznych poprzez dedykowane do tego portale, dominują miasta w województwie małopolskim.

Jednym z ustawowych obowiązków lokalnych władz, na podstawie art. 7 ust. 1 pkt 18 ustawy o samorządzie gminnym, jest promocja rozumiana jako rozpowszechnianie, propagowanie i reklamowanie walorów miasta. Promocja ta stanowi specyficzny rodzaj komunikacji między administracją, a mieszkańcami. Regularna i świadoma aktywność miasta w mediach społecznościowych wpływa na różnorodne aspekty postrzegania miasta przez środowisko zewnętrzne, a służy między innymi do (Sokół, Słupińska, Dreła i Kogut-Jaworska, 2020):

- publikacji opinii i poglądów, co pozwala na śledzenie nastrojów społeczeństwa w relacji do określonych tematów,
- prezentacji wyjątkowych walorów przyrodniczych, kulturowych, rozrywkowych czy historycznych miasta,
- współdzielenia zasobów, które mogą służyć ponownemu wykorzystaniu przez inne osoby,
- zachęcenia mieszkańców do współtworzenia złożonych przedsięwzięć, poprzez wykorzystanie mechanizmów zbiorowej inteligencji, która stanowi wartość dodaną generowaną przez wspólne działanie,
- budowania i pielęgnowania relacji z mieszkańcami,
- zachęcania do komunikacji i dyskusji,
- relacjonowania i wygłaszania opinii na temat bieżących wydarzeń.

Do najczęściej wykorzystywanych przez administrację publiczną kanałów komunikacyjnych należą Facebook, Twitter oraz Instagram (wykres 5.2).

**Wykres 5.2 Wykorzystanie mediów społecznościowych w komunikacji urzędy miejskie z mieszkańcami (%) według województw (2019)**

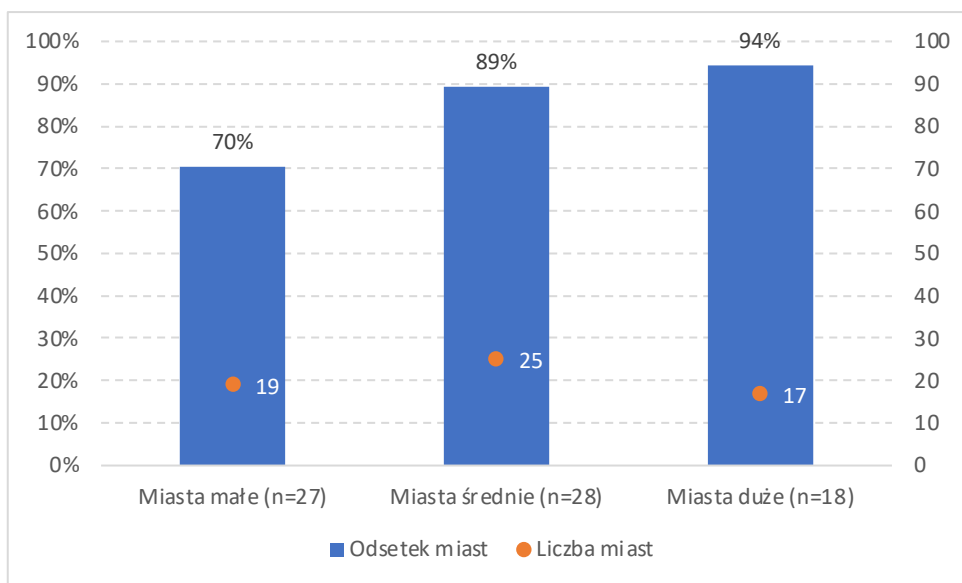


Źródło: opracowanie własne na podstawie badania przeprowadzonego na zlecenie Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej w ramach subwencji (13/990/BK\_19/0138).

Poprzez aktywność organów administracji publicznej w mediach społecznościowych, miasta wspierają wymiar inteligentnego miasta jakim są inteligentni ludzie. Jednym z elementów wymiaru *smart people* jest wspieranie kreatywności mieszkańców, która ma wpływ na rozwój gospodarczy całego miasta. We wspomnianym badaniu wskazano, iż Facebook oraz Instagram to w opinii badanych najbardziej odpowiednie media społecznościowe do promocji miasta, co jest zgodne z zestawieniem na wykresie 5.2, na którym dominującym kanałem komunikacji stosowanym przez miasta w celu komunikacji z mieszkańcami jest Facebook.

Wyniki ww. badań przeprowadzonych przez autorów zajmujących się tematyką istotności mediów społecznościowych w zarządzaniu inteligentnym miastem wskazują, że popularne kanały komunikacji pozwalające na wymianę informacji i badanie opinii mieszkańców na istotne tematy są powszechnie wykorzystywane przez miasta w Polsce. Ww. wniosek potwierdza przeprowadzone badanie własne, na podstawie którego można wskazać, że 84% badanych jednostek administracji samorządowej wykorzystuje media społecznościowe w swojej codziennej działalności. Na wykresie 5.3 przedstawiono wyniki odpowiedzi w podziale na małe, średnie i duże miasta.

**Wykres 5.3 Odsetek miast aktywnych w mediach społecznościowych w ramach działań podejmowanych w domenie smart governance według wielkości miast (pytanie 21)**



Źródło: opracowanie własne.

Jak widać na wykresie 5.3 niemal wszystkie duże miasta biorące udział w przeprowadzonym badaniu wykorzystują media społecznościowe w celu nawiązywania relacji z mieszkańcami. Na podstawie obserwacji własnych można jednak stwierdzić, iż w znacznym zakresie, kultura organizacyjna obowiązująca w jednostkach administracji samorządowej nie uwzględnia stosowania nowych narzędzi pracy. Coraz częściej jednak wdrażanie koncepcji *smart city* rozważa się w kontekście środowiska kreatywnego. Działania w tym obszarze sprowadzają się nie tylko do promocji miasta w mediach społecznościowych, ale również do wykorzystania ich w procesie rekrutacji pracowników oraz jako wirtualnej przestrzeni dla zawodów kreatywnych, które obejmują takie obszary jak architektura, moda, muzyka, innowacje technologiczne czy sztuka. Duże znaczenie dla rozwoju klasy kreatywnej ma sposób zarządzania miastem. Działania samorządu w tym zakresie mogą obejmować takie aktywności jak budowanie sieci współpracy, promowanie lokalnych i regionalnych produktów tworzących tożsamość miasta, prowadzenie badań z zakresu kreatywności czy wsparcie popytu na kreatywne produkty i usługi (Sokół, Słupińska, Drela i Kogut-Jaworska, 2020). Wymienione czynności mogą być skutecznie realizowane poprzez wykorzystanie elektronicznych kanałów komunikacji, które stanowią miejsce aktywności i rozwoju sektora kreatywnego.

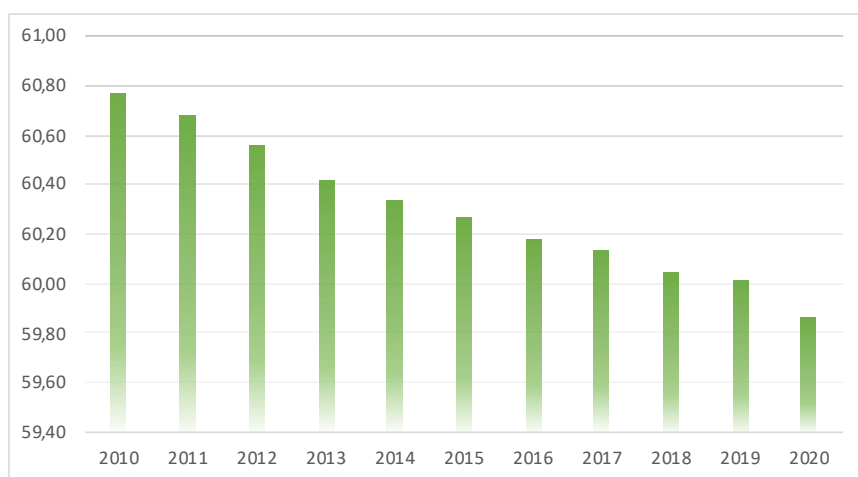
Odpowiadając na pytanie o stosowanie przez miasta kanałów komunikacji elektronicznej oraz ich otwartości na przyjmowanie opinii z różnych źródeł, uzasadnione jest stwierdzenie, że miasta w Polsce chętnie korzystają z mediów społecznościowych jako formy promocji, czy też jako bardziej wyszukanych form badania opinii mieszkańców na wybrane

tematy. Jednakże, spośród różnorodnych form angażowania mieszkańców do aktywności i współpracy takich jak blogi, Wiki, livestream, Slideshare czy akcesoria Google do współtworzenia i kooperacji, powszechnie stosowane są jedynie Facebook oraz w niewielkim stopniu Twitter oraz Instagram. Wydaje się jednak, że ze względu na dynamiczny rozwój wykorzystywania technologii w codziennym życiu, media społecznościowe staną się w przyszłości jeszcze bardziej istotnym narzędziem wykorzystywanym w zarządzaniu miastami. Coraz częściej do przestrzeni miejskiej wdrażane są elementy sztucznej inteligencji oraz VR (*Virtual Reality*, wirtualna rzeczywistość), które przyczyniają się do powstawania zupełnie nowych form komunikacji (Tian, 2021). Wobec powyższego, miasta powinny zwrócić uwagę na zmieniające się preferencje nowego pokolenia, które oczekuje szybkiego dostępu do informacji i przenoszącego swoją codzienną aktywność do świata wirtualnego.

## 5.2 Znaczenie mobilności w inteligentnym mieście

W ostatnich latach coraz powszechniejszym zjawiskiem staje się brak możliwości swobodnego przemieszczania się po mieście. Miasta na świecie zmagają się z rosnącym zanieczyszczeniem powietrza, hałasem oraz zatorami, co przyczynia się do odpływu mieszkańców z centralnych obszarów i prowadzi do suburbanizacji, co potwierdzają dane, według których w miastach w Polsce z roku na rok obserwuje się stopniowy odpływ mieszkańców (wykres 5.4).

**Wykres 5.4 Odsetek ludność w miastach w Polsce (2010-2020)**



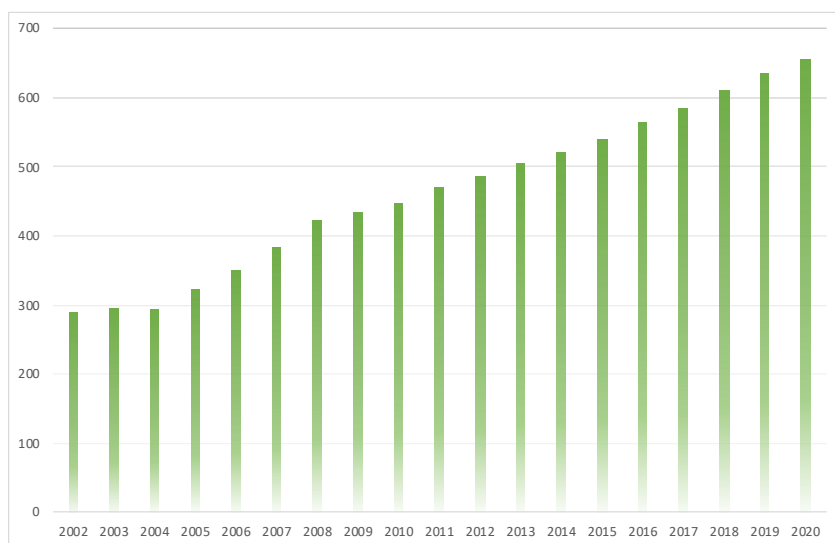
*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych (GUS, 2022).*

Oznacza to, że znaczna część obywateli decyduje się zamieszkać na mniej zatłoczonych i spokojniejszych przedmieściach, traktując większe miasta jako miejsce pracy i rozwoju. Mniejsze miejscowości i wioski wokół dużych aglomeracji są coraz częściej zasiedlane przez

mieszkańców dużych miast i z biegiem czasu wchłaniane przez metropolie. Stanowi to duże wyzwanie w kontekście zarządzania słabo rozwiniętymi przedmieściami pod względem dostępności i jakości dróg oraz komunikacji miejskiej pozwalającej na swobodny dojazd do pracy i szkoły. Co więcej, w Polsce w 2020 roku odnotowano 15,4% wzrost liczby placówek świadczących opiekę nad dziećmi do trzeciego roku życia co oznacza, że coraz więcej kobiet podejmuje aktywną pracę w okresie macierzyństwa. Ww. zjawiska suburbanizacji, braku dostępności transportowej oraz zmiany w stylu życia powodują, że gospodarstwa domowe posiadają często więcej niż jeden środek transportu osobistego. Wybuch pandemii COVID-19 dodatkowo przyczynił się do rezygnacji z transportu miejskiego na rzecz transportu indywidualnego.

Chociaż rośnie świadomość obywateli w stosunku do zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem powietrza, hałasem oraz coraz większą liczbą wypadków drogowych spowodowanych przez kierowców, obserwowany jest w Polsce wzrost liczby samochodów na 1000 mieszkańców, co zostało przedstawione na wykresie 5.5.

**Wykres 5.5 Samochody osobowe na 1000 mieszkańców w Polsce (2002-2020)**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych (GUS, 2022).*

Liczba pojazdów z roku na rok się zwiększa (wykres 5.5). Modernizacja systemu transportowego ma kluczowe znaczenie dla poprawy wydajności i przepustowości najbardziej zatłoczonych ulic. Wypadki drogowe nierzadko prowadzą do powstawania poważnych obrażeń lub śmierci, dlatego tak ważne jest stosowanie odpowiedniego podejścia do projektowania tras, umożliwiającego w przyszłości autonomicznym pojazdom poruszanie się po mieście. Inteligentne systemy transportowe mogą gruntownie zmienić sektor motoryzacyjny i przyspieszyć podejmowanie decyzji w zakresie zastosowania algorytmów sterowania



samojezdnymi samochodami, które przyczyniają się do zintensyfikowania socjotechnicznych zmian w kierunku wdrożenia inteligentnego transportu opartego na danych. Miasta decydują się na działania mające na celu poprawę jakości życia mieszkańców w zakresie mobilności poprzez wdrażanie inteligentnych systemów transportowych. Z wdrażaniem ITS związanych jest wiele innowacyjnych przedsięwzięć, co sprawia, że są one postrzegane jako kolejna rewolucja technologiczna (Banach, 2018). ITS odgrywa ważną rolę w zakresie zarządzania w czasie rzeczywistym, takimi zdarzeniami jak wypadki drogowe, zatory, pobór opłat, czy też w zakresie nadzoru nad ruchem drogowym oraz monitorowania bezpieczeństwa i porządku (Husain, Maity i Yadav, 2020).

Rozwój autonomicznych pojazdów zmienił systemy transportowy. Akceptacja oraz adaptacja tych rozwiązań jest głównie efektem działań medialnych oraz promowania odpowiedniego postrzegania autonomicznych pojazdów przez użytkowników mediów społecznościowych. Samochody autonomiczne zapewniają większe bezpieczeństwo, efektywność energetyczną, poprawę warunków środowiskowych i mobilność opartą na danych przetwarzanych w inteligentnym mieście. Podnoszą jednocześnie komfort transportu i wspierają rozsądne zachowania, dostępność i bezpieczeństwo. Projektowanie czujników, sieci oraz algorytmów pozwalających na bezkolizyjny i automatyczny przejazd wymaga jednak stabilnych systemów gromadzenia danych i wykorzystania najnowocześniejszych metod testowania (Peters, 2020). Rozwijane i wdrażane w przestrzeni publicznej inteligentne sieci pojazdów autonomicznych kształtują rozwój danego miasta – zmniejszają zapotrzebowanie na miejsca parkingowe i mogą przyczynić się do modernizacji dróg dostosowując je do potrzeb pojazdów autonomicznych. Ważnym czynnikiem w rozwoju inteligentnego transportu jest również aspekt społeczny. Seniorzy mieszkający zarówno w centrach miast, jak i na ich peryferyjnych obszarach, mogą korzystać z wygody pojazdów autonomicznych, co prowadzi do zwiększonej równowagi społecznej oraz integracji pośród osób starszych.

Z badań przeprowadzonych przez Peters (2020) w kwietniu 2020 roku w Stanach Zjednoczonych na próbie 4800 osób wynika, iż do najważniejszych wyzwań w kontekście dostosowania infrastruktury miejskiej w celu ułatwienia testowania autonomicznych pojazdów należą:

- łączność bezprzewodowa z innymi samochodami, parkometrami, sygnalizacją świetlną oraz inną inteligentną infrastrukturą,
- łączność bezprzewodowa z pobliskimi urządzeniami,
- centra danych pozwalające na wykonywanie analiz dużych ilości danych pochodzących z ruchu pojazdów,

- technologie wykrywania i przetwarzania danych oraz algorytmiczne podejmowanie decyzji w celu natychmiastowej identyfikacji przez pojazd granic dróg i krawężników.

Z ww. badań wynika, że większość respondentów jest skłonna do zaufania i korzystania z autonomicznych pojazdów w ciągu kolejnych pięciu lat.

Detekcja i kategoryzowanie pojazdów poprzez analizę obrazu pochodzącego z nagrań monitoringu miejskiego mają duże znaczenie dla funkcjonowania scentralizowanego systemu sterowania ruchem. Zastosowanie różnego rodzaju algorytmów zorientowanych na badaniu kształtu, rozmiaru, faktury czy koloru pojazdów z wykorzystaniem różnego rodzaju technik przetwarzania obrazu może wspomagać centra kontroli, monitoringu czy służb dbających o bezpieczeństwo w przestrzeni miejskiej. Przechwycone przez kamery nagrania przekształcane są na postać cyfrową, a następnie poddawane analizie (Husain, Maity i Yadav, 2020). Na rysunku 5.1 przedstawiono przebieg procesu w systemie monitorowania ruchu polegającego na przechwytywaniu nagrań z kamery ulicznej działającej jako urządzenie w charakterze czujnika.

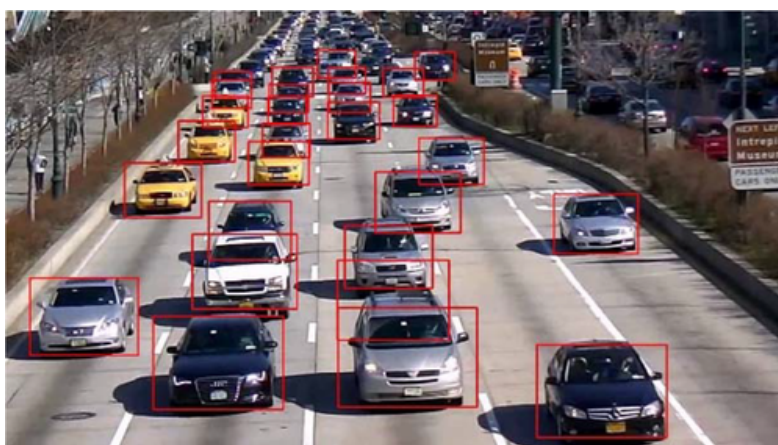
**Rysunek 5.1 Schemat blokowy wykrywania i kategoryzacji pojazdów**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (Husain, Maity i Yadav, 2020).*

Wskazanie obszaru, w którym znajduje się zidentyfikowany pojazd może być wydzielony poprzez wyodrębnienie jednego piksela, całej linii lub grupy pikseli, jak przedstawiono na rysunku 5.2.

**Rysunek 5.2 Identyfikacja pojazdów na podstawie obrazu z monitoringu**



*Źródło: (Husain, Maity i Yadav, 2020).*

Określone parametry ruchu, które prowadzą do wykrycia nieprawidłowości są ze sobą porównywane co sprawia, że dokonanie prawidłowej oceny jest uzależnione od warunków pogodowych. Do problemów we właściwej identyfikacji należą drgania kamer, falujące na wietrze drzewa, stopniowe lub nagłe zmiany oświetlenia oraz pogoda. Dodatkowo, użytkownikami drogi mogą być również pojazdy dwu- i trzykołowe. Pojazd znajdujący się w ruchu jest identyfikowany poprzez połączenie sekwencji obrazów, co komplikuje ich rozpoznawanie. Obecnie badacze testują różnego rodzaju algorytmy o dużej odporności na błędy, które mają za zadanie poprawić precyzję detekcji i pomóc w lepszym rozpoznaniu obrazu. Wykrywanie poprzez zastosowanie algorytmów można przeprowadzić wykorzystując jedną z pięciu metod, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 5.1.

**Tabela 5.1 Metody identyfikacji pojazdów**

<b>Metoda</b>	<b>Opis</b>
<b>Wcześniejsza wiedza (<i>prior knowledge</i>)</b>	Polega na korzystaniu z wiedzy zdobytej w praktyce wykrywania pojazdów poprzez uwzględnienie w procesie analizy symetrii, koloru, krawędzi pionowych lub poziomych, cieni, kół czy modeli 3D. Wykorzystanie cech przestrzennych.
<b>Ruch (<i>motion</i>)</b>	Można wyróżnić metodę detekcji, polegającą na obliczaniu przepływu ruchu optycznego. Przepływ optyczny polega na wykrywaniu ruchu pomiędzy tłem a obiektem, z powodu którego piksele na obrazie wydają się poruszać. Ten ruch ze względu na pole wektorowe nosi nazwę przepływu optycznego. Drugim podejściem w tej metodzie może być usuwanie tła.
<b>Fale (<i>wavelets</i>)</b>	Ruch pojazdu identyfikowany jest na podstawie danych przestrzenno-czasowych z obrazu 3D, co jest możliwe dzięki transformacji falowej. Metoda ta jest wrażliwa na hałas i wibracje w czasie ruchu.
<b>Uczenie maszynowe (<i>machine learning</i>)</b>	Jest podzbiorem sztucznej inteligencji, który zapewnia zdolność do uczenia się bez absolutnego programowania, co oznacza, że raz zaprogramowana maszyna nie zmieni własnego kodu źródłowego, nawet podczas napotkania nowego problemu. Celem metod uczenia maszynowego jest koncentracja na rozwoju programów, które nie zmieniając swojego kodu źródłowego, będą w stanie uczyć się na podstawie różnych scenariuszy, sytuacji i doświadczenia.

Metoda	Opis
Głębokie uczenie ( <i>deep learning</i> )	Metoda ta polega na przetwarzaniu informacji poprzez zastosowanie sieci neuronowych. Każda głęboka sieć neuronowa ( <i>deep neural network</i> , DNN) składa się z trzech warstw: warstwy wejściowej, warstwy ukrytej i warstwy wyjściowej. Pomiędzy warstwą wejściową i wyjściową może znajdować się n-wiele ukrytych warstw, a przetwarzanie „n” ukrytych warstw jest możliwe dzięki dostępie do dużych zasobów danych. Skutkiem rozwoju DNN jest koncepcja <i>Convolutional Neural Networks</i> (CNN), która wskazuje na dominującą skuteczność w zakresie klasyfikacji obrazów. CNN składa się z kilku warstw splotów o nieliniowych możliwościach uruchamiania, w celu określenia danych wyjściowych. W rezultacie CNN zawiera ograniczone powiązania, w których każdy obszar wejścia jest powiązany z neuronem na wyjściu. Każda warstwa stosuje odrębny kanał i łączy ich wyniki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Husain, Maity i Yadav, 2020).

Dążenie do projektowania ITS zorientowanych na podejmowaniu zautomatyzowanych decyzji wiąże się z bezpieczeństwem wielu użytkowników ruchu drogowego. Rejestrowanie wszystkich informacji w ITS rodzi problem pozyskania odpowiednich informacji i usuwania tych, które nie są wymagane do opisanego pewnych zdarzeń, takich jak wypadek. Do oceny zaufania względem danych generowanych z czujników kamer, które ograniczają zakres danych ostatecznie służących do podejmowania decyzji, służą różnego rodzaju metody, wśród których znajdują się wymienione w tabeli 5.1 (Dass, Misra i Roy, 2020). W dalszej kolejności, modele ITS zostają rozszerzone o technologię *blockchain*, dzięki której dane nie ulegną zmianie w procesie ich przetwarzania i mogą stanowić cyfrowy dowód naruszenia zasad ruchu drogowego. Zastosowanie takich rozwiązań wymaga jednak dodatkowych rozwiązań prawnych, aby taki dowód mógł być wykorzystany w wyjaśnieniu zdarzenia (Balasubramaniam, Gul i Menon, 2021).

Chociaż istnieje wiele algorytmów opartych na analizie z zastosowaniem najnowocześniejszych metod klasyfikacji, wykrywania i śledzenia pojazdów, wciąż pojawiają się wyzwania związane z poruszającym się zbiorem danych. Właściwe funkcjonowanie inteligentnego systemu transportu wymaga opracowania rygorystycznych przepisów i wdrożenia odpowiednich standardów oznakowania dróg, krawężników oraz właściwego dopasowania oświetlenia ulicznego. Dodatkowo, wprowadzenie jednolitych przepisów może przyczynić się do zwiększenia zaufania społecznego do autonomicznych pojazdów. Jednocześnie, postęp technologiczny prowadzi do dalszych aktualizacji i ulepszania

istniejącego ITS, co potwierdzają przywołane badania, wskazujące również na znaczenie inteligentnego systemu transportowego we wdrażaniu koncepcji *smart city*.

### 5.3 Smart City Digital Twins (*Smart City 4.0*)

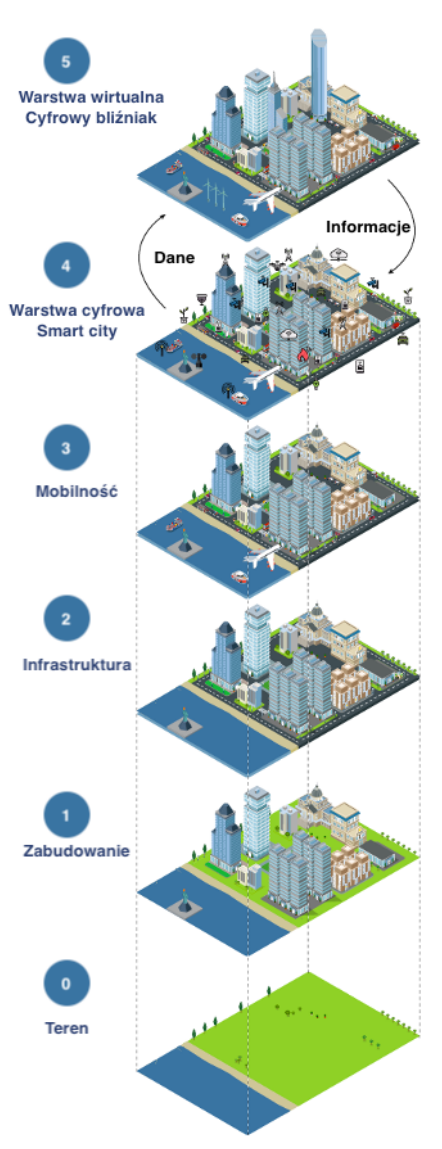
Nieustannie zmieniające się uwarunkowania w sposobie zagospodarowania przestrzennego, zastosowanie nowych rozwiązań technologicznych przez miasta oraz wpływ mieszkańców na rozwój miasta, związane są z pewnymi współzależnościami. Oznacza to, że powstające powiązania między ludźmi, infrastrukturą oraz technologią mogą skutkować błędami w procesie podejmowania decyzji. Istotnym aspektem z punktu widzenia zarządzania powiązanymi czynnikami jest umiejętność identyfikacji, analizy i wykorzystania tych pozornie rozproszonych czynników jako zintegrowanej całości. Przykładem jest *Smart City Digital Twins* (SCDT), które łączy rzeczywistość fizyczną i cyfrową za pomocą iteracyjnych pętli sprzężenia zwrotnego opartych na danych (Taylor, Bennett i Mohammadi, 2021).

Termin „*Digital Twins*” powstał na początku XXI wieku. Pierwotnie wykorzystywany był w przemyśle budowlanym i produkcyjnym. Następnie różne branże w zależności od oferowanych usług, podobnie jak w przypadku koncepcji *smart city*, zaczęły definiować znaczenie tzw. bliźniaczego odwzorowania cyfrowego na własne potrzeby. Ostatecznie to John Vickers z organizacji NASA w 2010 roku wprowadził formalne określenie *digital twins*. Duże branże technologiczne, takie jak IBM, definiują *digital twins* jako wirtualną reprezentację fizycznego obiektu lub systemu w ich całym cyklu życia, wykorzystując dane przetwarzane w czasie rzeczywistym, aby umożliwić zrozumienie, uczenie się i wyjaśnienie (IBM, 2021). Według Microsoft, *digital twins* to wirtualny model procesu, produktu, zasobu lub usługi, w którym maszyny obsługujące czujniki i IoT łączą się z uczeniem maszynowym i zaawansowaną analityką w celu ukazania stanu danego procesu w czasie rzeczywistym. Dodając do tego informacje projektowe w trybie 2D i 3D, „cyfrowy bliźniak” jest w stanie wizualizować fizyczną formę, pozwalając tym samym na symulację wyników projektu (Microsoft, 2021). W kontekście miasta firma projektowa Arup wskazuje, że celem *Smart City Digital Twins* jest zapewnienie odpowiedniego środowiska symulacyjnego, pozwalającego na testowanie wpływu zmian politycznych na funkcjonowanie miasta, wyodrębnienie współzależności i umożliwienie współpracy w różnych obszarach funkcjonowania miasta, przy jednoczesnym zwiększeniu zaangażowania obywateli oraz interesariuszy (ARUP, 2019).

SCTD skonstruowane jest z kilku warstw, jak przedstawiono na rysunku 5.3. Kolejne warstwy modelu cyfrowego bliźniaka tworzy się poprzez dokładanie kolejnych informacji na

temat ukształtowania terenu, budynków, istniejącej infrastruktury, sposobie przemieszczania ludzi oraz zainstalowanych urządzeniach IoT w przestrzeni miejskiej. Zebrane dane przekazywane są następnie do warstwy wirtualnej. Warstwa ta wykorzystuje informacje zebrane z miasta do przeprowadzenia symulacji dotyczących wyznaczania optymalnych tras dojazdu do wybranych miejsc, rozmieszczenia lub modernizacji budynków czy efektów zastosowania odnawialnych źródeł energii.

**Rysunek 5.3 Warstwy wymagane do opracowania SCDT**



*Źródło: opracowanie własne na podstawie (White, Zink, Codecà i Clarke, 2021).*

Kolejne warstwy SCDT przedstawione na rysunku 5.3 oznaczają odpowiednio (White, Zink, Codecà i Clarke, 2021):

- teren – odzwierciedla kształt powierzchni, na której zbudowane jest miasto, wskazując takie cechy jak obszar z dostępem do morza, czy przez miasto przepływają rzeki i kanały,

czy miasto jest położone na płaskim lub pagórkowatym terenie lub jaki rodzaj gleby dominuje w mieście,

- budynki – dane dotyczą istniejącej w mieście zabudowy, które mogą pochodzić z fotografii lotniczych oraz ogólnodostępnych map przedstawiających modele 2D oraz 3D,
- infrastrukturę – warstwa ta odpowiada za informacje na temat podstawowych struktur, urządzeń i rozwiązań organizacyjnych funkcjonujących w mieście. Dotyczy między innymi danych na temat infrastruktury otaczającej budynki, takich jak telekomunikacja, źródła zasilania, drogi i autostrady,
- mobilność – warstwa ta odpowiada za przemieszczanie się ludzi podczas ich codziennej trasy oraz sposób przekazywania towarów, które pomagają im w różnych aspektach ich życia,
- warstwę cyfrową/*smart city* – dane w tej warstwie mogą pochodzić od użytkowników korzystających z różnych aplikacji lub urządzeń i zasobów rozmieszczonych w całym mieście, które mogą być zarówno statyczne, jak również mobilne. Miasta realizując założenia związane z wdrażaniem koncepcji *smart city* doprowadziły do integracji czujników IoT w celu zbierania danych, które zasilają warstwę cyfrową. Dane te mogą być wykorzystane do monitorowania i zarządzania systemami ruchu i transportu, elektrowniami, usługami komunalnymi, sieciami wodociągowymi, gospodarką odpadami, wykrywaniem przestępczości, jak również do tworzenia systemów wspomagających funkcjonowanie szkół, bibliotek, szpitali oraz innych usług społecznych,
- warstwę wirtualną – bazuje ona na danych pochodzących z warstwy cyfrowej. Dane te dotyczą mobilności, infrastruktury, budynków oraz terenu w mieście i są wykorzystywane do przeprowadzania symulacji w warstwie wirtualnej, które następnie mogą być przekazywane z powrotem jako istotne informacje dla warstwy cyfrowej.

*Digital twin* może być wykorzystywany przez inteligentne miasta do większego zaangażowania obywateli w procesie podejmowania kluczowych decyzji urbanistycznych oraz projektowania polityk miejskich. Sugestie i opinie ostatecznych użytkowników projektowanej przestrzeni mogą stanowić dodatkowe źródło informacji. Dzięki otwartemu dostępowi do wizualizacji, mieszkańcy mogą sami wprowadzać zmiany w projektach, na przykład na podstawie własnych czy zaobserwowanych problemów komunikacyjnych, czy propozycję placu zabaw dla dzieci w parku. Interaktywne zarządzanie, możliwość umieszczania znaczników czy osadzania osób wewnątrz obiektów składających się na obraz cyfrowego bliźniaka, przyczynia się do interakcji obywateli ze wszystkimi elementami projektowanej oraz istniejącej przestrzeni. Pozwala to na

zwiększenie poczucia przynależności i współtworzenia miasta, które będzie dobrym miejscem do życia, pracy i spędzania wolnego czasu.

#### **5.4 Mocne strony i bariery dla rozwoju koncepcji *smart city***

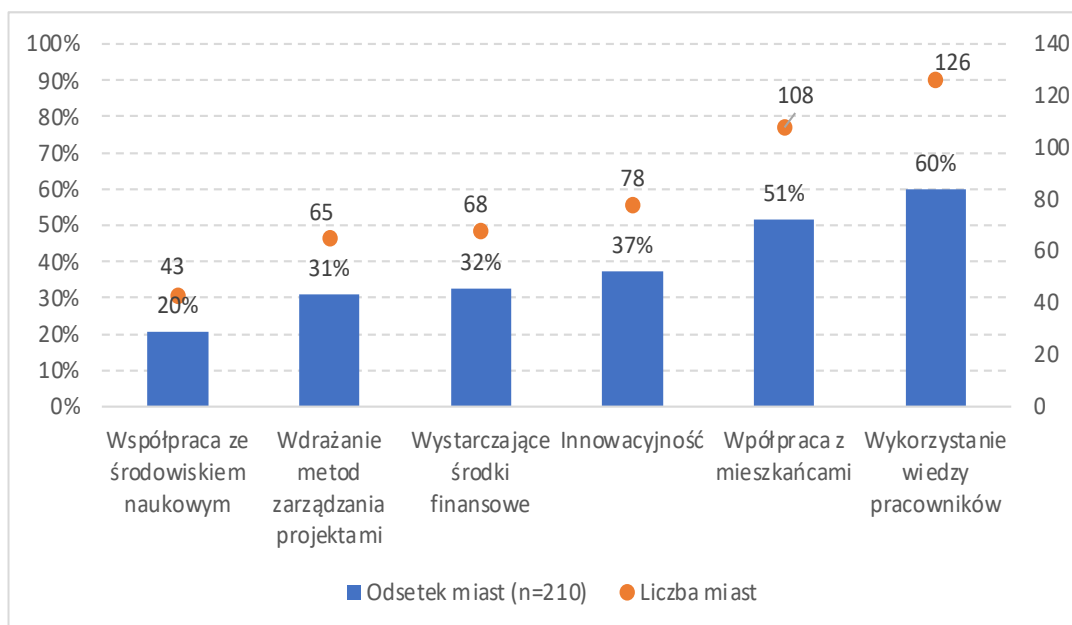
Miasta realizujące koncepcję *smart city* to miasta charakteryzujące się otwartością na zmieniające się uwarunkowania technologiczne, społeczne i ekonomiczne. Inteligentne miasto to nie tylko infrastruktura informatyczna i telekomunikacyjna, czy nawet partycypacja społeczna, rozumiana jako zaproszenie do wspólnego dialogu poprzez opublikowanie ogłoszenia na stronie internetowej. *Smart city* jest narzędziem identyfikowania i rozwiązywania różnego rodzaju problemów lokalnej społeczności, w tym związanych z ograniczaniem wykluczenia technologicznego. *Smart city 4.0* wychodzi poza ramy narzędzi, strategii i planów, ponieważ działania podejmowane przez lokalną administrację zorientowane są na zaspokajanie potrzeb obywateli oraz radzenie sobie z dynamicznymi zmianami w inteligentny sposób. W odróżnieniu do poprzednich generacji inteligentnego miasta, *smart city 4.0* to nie sama produkcja, rozumiana w kontekście miasta jako kolejne przepisy stanowiące w jaki sposób postępować, lecz reagowanie na zdarzenia na podstawie wiedzy uzyskanej z danych z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Integracja wszystkich wymiarów inteligentnego miasta w celu opracowania jednego strategicznego podejścia do wdrażania koncepcji *smart city* może przyczynić się do:

- zwiększenia zaufania do działań, jakie podejmuje administracja samorządowa, gdzie mieszkańiec uczestniczy w projektowaniu i budowaniu nowych rozwiązań,
- wzrostu poczucia odpowiedzialności społeczeństwa za tworzoną przez siebie przestrzeń,
- poprawy warunków ekonomicznych mieszkańców,
- poprawy jakości środowiska,
- zwiększenia zadowolenia z życia w danym mieście.

W dążeniu do wdrożenia założeń koncepcji inteligentnego miasta i realizacji ww. szans, miasta dysponują określonym potencjałem i go wykorzystują. Wyniki odpowiedzi na pytanie dotyczące mocnych stron jednostek administracji samorządowej we wdrażaniu koncepcji *smart city* przedstawiono na wykresie 5.6.



**Wykres 5.6 Odsetek miast, które zidentyfikowały określone mocne strony dla realizacji koncepcji *smart city* w Polsce (pytanie 26)**



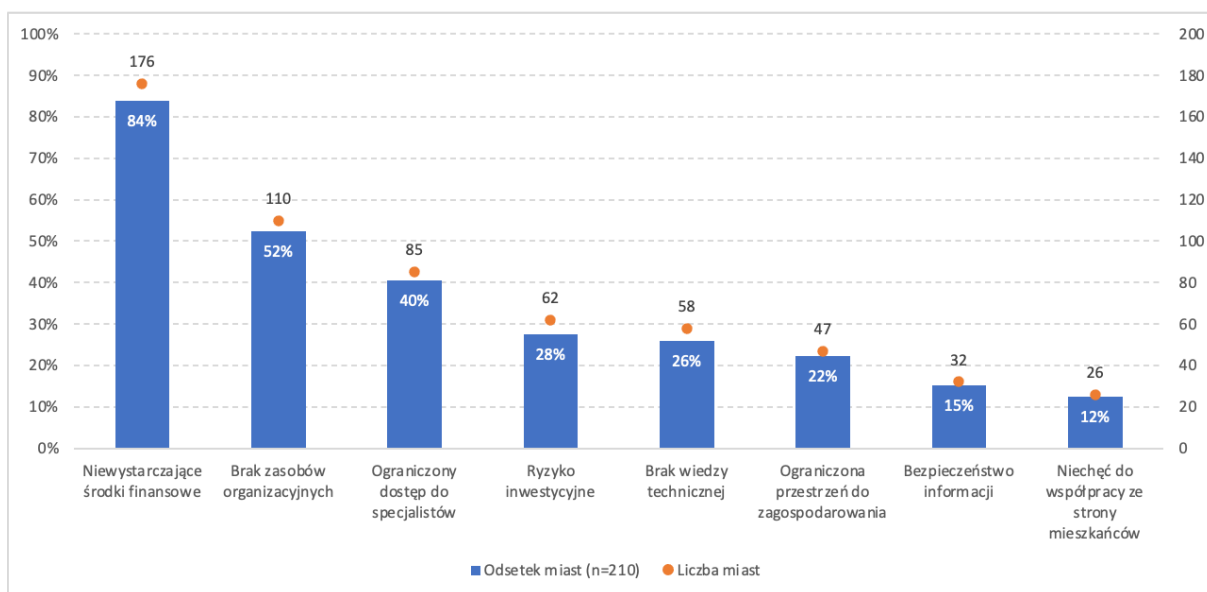
Źródło: opracowanie własne.

Kluczową mocną stroną w dążeniu do osiągnięcia założeń koncepcji *smart city* jest wiedza pracowników zatrudnionych w jednostkach administracji samorządowej. Zatem można wnioskować, iż to dzięki inicjatywom podejmowanym przez pracowników oraz ich otwartości na innowacje i współpracę, możliwe są zmiany w zarządzaniu miastem. Pracownicy samorządów zajmujący decyzyjne stanowiska często sami są obywatelami danej miejscowości co sprawia, że ich zaangażowanie w polepszanie jakości życia jest większe. Z drugiej strony, aby zachęcić kreatywne osoby do podjęcia pracy w administracji publicznej, lokalne władze muszą dysponować odpowiednimi zasobami finansowymi oraz pozafinansowymi ze względu na konkurencyjne warunki pracy w sektorze prywatnym. Brak odpowiednich środków finansowych stanowi główną barierę, jaką wskazują lokalne samorządy w kontekście rozwoju koncepcji *smart city* (wykres 5.6). Lokalna administracja publiczna duży potencjał dostrzega również w mieszkańcach. Wśród badanych miast, 51% wskazało, iż obywatele mają wpływ na kierunek i tempo zmian, jakie zachodzą w mieście. Jak już wielokrotnie wspomniano, fundamentalne znaczenie w tworzeniu kapitału społecznego danego miasta mają obywatele. Ich oczekiwania i chęć współpracy na rzecz poprawy jakości życia w mieście znajdują wyraz w nowych formach partycypacji i łączenia różnorodnych środowisk, co stanowi cechy charakterystyczne dla pojęcia *connexity*. Termin ten można zdefiniować jako połączone doświadczenia, które są współdzielone i wzmacniane poprzez korzystanie z sieci społecznościowych, co ostatecznie pozwala na wzajemne uczenie się, wzrost poczucia

integralności i działania w ramach jednego celu (Osika, 2020), co stanowi źródło innowacyjności. Trzecim obszarem wskazywanym przez administrację publiczną jako istotny z punktu widzenia rozwoju inteligentnego miasta są innowacje. Jest to jednak domena charakterystyczna dla dużych miast. W przeprowadzonym badaniu, 89% jednostek reprezentujących miasta powyżej 100 tys. mieszkańców wskazało, że innowacyjność pozwala dynamicznie dostosować się do zmian.

Wspomniane powyżej środki finansowe, czyli budżet, który może być przeznaczony na innowacyjne przedsięwzięcia, nie jest czynnikiem o charakterze pozytywnym, co znajduje potwierdzenie w odpowiedzi na kolejne pytanie o zidentyfikowane utrudnienia w związku z realizacją koncepcji *smart city*. W badaniu zwrócono uwagę na bariery, które przyczyniają się do spowolnienia procesów prowadzących do wdrażania zmian i podążania za światowymi trendami. Wyniki odpowiedzi przedstawiono na wykresie 5.7.

**Wykres 5.7 Odsetek miast, które zidentyfikowały określone bariery związane z realizacją koncepcji *smart city* w Polsce (pytanie 27)**



Źródło: opracowanie własne.

Zatem głównym wyzwaniem, wskazanym przez większość samorządów, jest dostęp do odpowiednich środków finansowych, na który wskazuje 84% z badanych miast. Biorąc pod uwagę zakres i czas przeprowadzonego badania, miasta nie miały perspektywy otrzymania środków na wsparcie działań z zakresu cyfrowego rozwoju. Po przeprowadzeniu ankiety, ogłoszony został w październiku 2021 roku projekt „Cyfrowa Gmina”, który daje możliwość uzyskania środków unijnych na rozwój samorządów pod względem technologicznym. Program pozwoli zmniejszyć ograniczenia wynikające z braku środków na dostosowanie zarówno samego urzędu, jak również przestrzeni miejskiej do oczekiwań mieszkańców związanych

z dostępem do e-usług. Środki w projekcie mogą zostać również przeznaczone na zwiększenie świadomości pracowników i mieszkańców na temat zagrożeń płynących z przestrzeni cyfrowej, co wydaje się niezwykle ważne z punktu widzenia wdrażania oraz korzystania z coraz większej liczby usług elektronicznych. Kolejną barierą jest brak odpowiednich zasobów organizacyjnych oraz kadry o specjalistycznym i jednocześnie interdyscyplinarnym wykształceniu i wiedzy w zakresie technologii wykorzystywanej w mieście i zarządzania miastem. Istotną rolę odgrywają w tym przypadku szkoły wyższe, które poprzez odpowiednio dostosowany program nauczania zapewnią uzyskanie niezbędnej wiedzy dla osób podejmujących ważne decyzje wpływające na rozwój miast. Jednocześnie, współpraca z naukowcami została wskazana jako mocna strona jedynie przez 20% miast uczestniczących w badaniu.

Sposób zarządzania miastem podlega nieustannej transformacji, co zostało przedstawione w pierwszym rozdziale. Generuje to nowe rozwiązania pozwalające na usprawnienie procesu podejmowania decyzji uwzględniających zmieniające się uwarunkowania i oczekiwania. Innowacyjne rozwiązania technologicznie niewątpliwie przyczyniają się do efektywniejszego reagowania na zmieniające się uwarunkowania w zarządzaniu miastem i jego rozwojem. Przeprowadzone badania teoretyczne i empiryczne umożliwiły wskazanie trzech głównych nurtów rozwoju modelu miasta inteligentnego, należą do nich:

- media społecznościowe,
- inteligentna mobilność,
- odwzorowanie cyfrowe.

Dostosowanie istniejącej infrastruktury do nowych wymagań stanowi jednak kosztowną inwestycję, na co mogą pozwolić sobie jedynie miasta posiadające większe dochody. Finansowanie projektów związanych z wdrażaniem koncepcji *smart city* wciąż stanowi największą barierę rozwoju inteligentnych miast. Pewnym rozwiązaniem może okazać się utworzenie usług wspólnych oraz platform dostępnych dla każdego miasta bez względu na jego wielkość. Wdrażanie koncepcji *smart city* zmienia również znaczenie roli mieszkańców i przedsiębiorców, którzy mogą przyczynić się do rozwoju miasta. Lokalne władze mają możliwość skorzystania z partnerstwa publiczno-prywatnego (PPP), dzięki któremu odpowiednio część ryzyka i kosztów realizacji innowacyjnego przedsięwzięcia można przenieść za wynagrodzeniem na sektor prywatny. Z raportu dotyczącego rynku PPP w Polsce za I kwartał 2022 roku wynika, że umowy tego rodzaju realizowane są głównie przez samorządy, które zawarły ich łącznie 150 od 2009 roku i obejmują one w szczególności usługi realizowane w zakresie zbiorowego transportu publicznego (Ministerstwo Funduszy i Polityki

Regionalnej, 2022). Realizacja projektów PPP przyczynia się do osiągnięcia korzyści przez całe społeczeństwo, dodatkowo wspomagając lokalną administrację publiczną w realizacji zasad *good governance*<sup>10</sup>: rozliczalności, efektywności i skuteczności, partnerstwa, spójności i otwartości (Godlewska, 2017).

W jakim kierunku zatem zmierza rozwój koncepcji inteligentnego miasta w Polsce oraz jakie są związane z tym procesem mocne strony i bariery? Ww. (5) pytaniu szczegółowemu towarzyszyły dwa pytania pomocnicze:

- Czy lokalna administracja publiczna stosuje kanały komunikacji elektronicznej (w tym popularne media społecznościowe) do poznania opinii mieszkańców na wybrane tematy?
- Jakie znaczenie dla rozwoju inteligentnego systemu transportu ma wdrażanie koncepcji *smart city* w miastach?

Z analizy literatury wynika, że miasta skłaniają się do korzystania z coraz większych możliwości jakie oferują media społecznościowe pod względem poprawy komunikacji samorządu z mieszkańcami oraz do poznania opinii mieszkańców na wybrane tematy. Drugim zagadnieniem dotyczącym rozwoju omawianej koncepcji jest mobilność. Mobilność w ujęciu związanym z kierunkiem, w którym zmierzają inteligentne miasta, oznacza wdrażanie inteligentnych systemów transportowych, które przyczyniają się do sprawnego, bezpiecznego i ekologicznego poruszania się po mieście. Ostatnim obszarem, w którym dostrzegane są dynamiczne zmiany w kontekście sposobu zarządzania inteligentnym miastem jest odwzorowanie cyfrowe. Projektowanie „cyfrowego bliźniaka” daje interesariuszom miejskim możliwość decydowania m.in. o sposobie zagospodarowania przestrzeni co przyczynia się do zwiększenia zaufania lokalnej społeczności do administracji publicznej.

Odpowiadając na drugą część postawionego pytania badawczego, w kontekście szans zidentyfikowanych przez samorządy dostrzec można wartość jaką stanowią zatrudnieni w jej strukturach pracownicy. Natomiast największym zagrożeniem, poza niewystarczającymi środkami finansowanymi, które w związku z opisanym powyżej projektem „Polska Cyfrowa” mogą nie stanowić już tak istotnej bariery, wskazano brak odpowiednich zasobów organizacyjnych. Przez zasoby rozumiana jest tutaj przestrzeń pozwalająca na realizację

---

<sup>10</sup> W Białej Księdze pt. *European Governance* wskazano na pięć zasad *good governance*, które mają przyczynić się do poprawy rządzenia poprzez *otwartość (transparentność instytucji administracyjnych)*, *partycypację (szeroki udział społeczeństwa w pracach administracyjnych)*, *rozliczalność (precyzyjne określenie zakresu odpowiedzialności poszczególnych instytucji)*, *efektywność (poprawa potencjału administracyjnego w zakresie realizowania celów polityk publicznych)* i *spójność (integracja polityk europejskich i krajowych oraz sektorowych i terytorialnych)* (Commission of the European Communities, 2001).

inwestycji, dostęp do specjalistycznej wiedzy z zakresu wdrażania nowoczesnej technologii, czy odpowiednio przygotowana na zmiany infrastruktura techniczna. Ograniczenia te pokrywają się z zagrożeniami zidentyfikowanymi w kontekście funkcjonowania miasta, takimi jak suburbanizacja, wszechobecna digitalizacja oraz globalizacja.

## Podsumowanie i wnioski

W miastach i na ich obrzeżach zamieszkuje coraz więcej obywateli. Wraz z napływem mieszkańców zmieniają się ich potrzeby i oczekiwania związane ze sposobem funkcjonowania miasta. Zwiększa się zapotrzebowanie na zapewnienie mieszkańcom wysokiego poziomu bezpieczeństwa, organizacji czasu wolnego, czy dostępu do wydarzeń kulturalnych. Nowe wyzwania w stosunku do zaspokojenia potrzeb obywateli z jednoczesnym poszanowaniem zasad zrównoważonego rozwoju związane są z przyjęciem otwartej formy zarządzania miastem przez lokalną administrację publiczną. W odpowiedzi na wspomniane wyzwania powstają innowacyjne rozwiązania technologiczne, które wspomagają zarówno pracę samorządów, jak również przyczyniają się do poprawy jakości życia mieszkańców, pod warunkiem, że są one dopasowane do ich rzeczywistych oczekiwań. Z połączenia zasad zrównoważonego rozwoju z nowoczesną technologią informacyjno-komunikacyjną, jako sposobu na pokonanie wielu barier związanych między innymi z reagowaniem na takie zjawiska jak zmiany klimatyczne, starzejące się społeczeństwo czy suburbanizacja, powstawała opisana w niniejszej pracy koncepcja inteligentnego miasta.

Pojęcie inteligentnego miasta jest interdyscyplinarne i w zależności od punktu widzenia może być definiowane przez pryzmat różnych czynników, jakie na nią wpływają. Wobec powyższego, zgodnie z pierwszym celem szczegółowym, przystąpiono do **identyfikacji wymiarów i czynników, które mają istotne znaczenie w rozwoju koncepcji smart city**. Miasta, dążąc do realizacji omawianej koncepcji, powinny wdrażać wspomniane wyżej innowacyjne rozwiązania technologiczne w celu poprawy jakości życia mieszkańców. Założenie to jest o tyle istotne, iż inne koncepcje, takie jak koncepcja zrównoważonego rozwoju, czy odpornego miasta, nie kładą tak wyraźnego nacisku na dostosowanie się pod względem technologicznym do zmieniających się uwarunkowań i oczekiwań. W kontekście inteligentnego miasta powszechnie przyjęło się realizowanie działań z perspektywy sześciu wymiarów, do których należą: *smart people*, *smart environment*, *smart economy*, *smart governance*, *smart mobility* i *smart living*. W wymienionych obszarach realizowane są różne działania, związane między innymi z pomiarem zanieczyszczenia powietrza, poziomu hałasu czy zatłoczenia. Dodatkowo, powszechnym staje się rozmieszczenie monitoringu miejskiego w przestrzeni najczęściej użytkowanej przez mieszkańców w celu poprawy ich bezpieczeństwa czy zapewnienie szerokiego dostępu do usług zdrowotnych, w tym reagowanie na zdarzenia związane ze zdrowiem w czasie rzeczywistym dla konkretnego pacjenta. Wszystkie wymienione działania związane są pośrednio lub bezpośrednio z koniecznością wykorzystania

technologii. Ten technologiczny kontekst i jednocześnie kluczowy czynnik rozwoju inteligentnego miasta nie będzie jednak zapewniony, jeżeli sama definicja koncepcji inteligentnego miasta nie będzie odpowiednio rozumiana.

Wobec powyższego, zgodnie z drugim celem szczegółowym niniejszej pracy, **na podstawie przeprowadzonej analizy literatury sformułowano definicję *smart city*, która uwzględnia uwarunkowania charakterystyczne dla miast w Polsce.** Zaproponowana definicja kładzie nacisk na aspekt technologiczny związany z dążeniem do osiągnięcia założeń omawianej koncepcji. Ten nacisk jednak nie oznacza, że wykorzystanie technologii jest celem *smart city*, a narzędziem realizacji potrzeb i oczekiwań. Zaproponowana definicja służy lepszemu zrozumieniu koncepcji, w szczególności przeznaczona jest dla pracowników lokalnej administracji publicznej, bowiem to na nich spoczywa największa odpowiedzialność za zmiany zachodzące w mieście. Szeroko przeprowadzona analiza dostępnej literatury z zakresu *smart city* pozwala stwierdzić, że koncepcja ta niejako powstała z konieczności wypełnienia luki, jaką pozostawiały dwie wspomniane wyżej koncepcje rozwoju miasta zrównoważonego i odpornego. Wobec powyższego, opracowanej definicji autorskiej nadano następujące brzmienie: *Inteligentne miasto to miasto, które kreuje wartość poprzez wiedzę i aktywne uczestnictwo społeczeństwa obywatelskiego w podejmowanych działaniach oraz wykorzystuje innowacje technologiczne do reagowania na bieżące trendy, dbając jednocześnie o potrzeby przyszłych pokoleń.*

Biorąc pod uwagę technologiczny kontekst koncepcji inteligentnego miasta **zidentyfikowano rozwiązania wspomagające realizację jej założeń we wspomnianym technologicznym aspekcie**, co stanowi o realizacji trzeciego celu szczegółowego. Obserwacja najnowszych trendów w dziedzinie rozwiązań technologicznych służących rozwojowi miast oraz przeprowadzona analiza literatury pozwoliły wyodrębnić siedem istotnych rozwiązań. Należą do nich: Internet rzeczy, big data, blockchain, wykorzystanie otwartych danych, platformizacja, podejście oparte na danych oraz sztuczna inteligencja. Każda z wymienionych technologii ma swoje szczególne zastosowanie w takich obszarach jak wspomaganie procesu podejmowania decyzji, reagowanie na zdarzenia w czasie rzeczywistym, zapewnienie bezpieczeństwa usług miejskich oferowanych przez lokalną administrację publiczną, czy zapewnienie mieszkańcom dostępu do szerokiego zasobu informacji w celu ich ponownego wykorzystania. W ten sposób uzyskano jednocześnie odpowiedź na pierwsze pytanie badawcze o istotę koncepcji *smart city* (1).

Kolejnym etapem badań nad koncepcją *smart city* było **rozpoznanie obecnego stanu wdrażania koncepcji inteligentnego miasta przez lokalną administrację publiczną**

**w Polsce.** Wyżej wymieniony cel zrealizowano odpowiadając na trzy kolejne szczegółowe pytania badawcze:

- (1) Jaki jest poziom znajomości koncepcji *smart city* w jednostkach lokalnej administracji publicznej w Polsce?
- (2) Czy jednostki lokalnej administracji publicznej w polskich miastach zapewniają odpowiednie warunki technologiczne do rozwoju koncepcji *smart city*?
- (3) W jaki sposób wdrażane są założenia koncepcji *smart city* w odniesieniu do sześciu wymiarów: *smart people*, *smart environment*, *smart economy*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart living*?

Odpowiedź na pierwsze pytanie badawcze możliwa była dzięki realizacji badania ankietowego, jak również na podstawie analizy długoterminowych strategii rozwoju poszczególnych miast. Konkludując wyniki tej części badania, 82% jednostek biorących w nim udział zadeklarowało znajomość samego pojęcia *smart city*, natomiast 35% wskazało, iż podejmują w tym zakresie konkretne działania. Analiza strategii rozwoju polskich województw pozwoliła natomiast na wyodrębnienie trzech głównych obszarów, w zakresie których skoncentrowane zostały główne cele rozwoju danych województw odnoszące się do koncepcji *smart city*. Jak wspomniano w rozdziale czwartym, strategia rozwoju województwa wytycza kierunki zmian, które będą realizowane na całym jego terenie. Do obszarów tych zaliczyć należy środowisko, gospodarkę oraz społeczeństwo. Dodatkowo, w sześciu województwach wskazano technologię jako ważny czynnik rozwoju, który będzie podlegał dynamizacji w kolejnych latach. Oznacza to w szczególności wsparcie dla rozwoju sieci 5G, przemysłu 4.0, bezpieczeństwa miejskiego oraz generalnie wszelkich działań na rzecz rozwoju inteligentnego miasta.

Kolejne z pytań dotyczyło technologicznych uwarunkowań, jakimi charakteryzują się miasta w Polsce. Z przeprowadzonego badania ankietowego wynika, że zaledwie 5% wszystkich jednostek włączonych do próby wykorzystuje technologie wspomagające podejmowanie decyzji takie jak *Big Data*, *Business Intelligence* czy *Artificial Intelligence*. W miastach zastosowanie znajdują czujniki umożliwiające pomiar zanieczyszczenia powietrza, hałasu, zużycia energii elektrycznej czy selektywnej zbiórki odpadów. Spośród wszystkich badanych miast, 55% wskazuje, iż posiadają tego typu rozwiązania, a 32% jednostek wykorzystuje dane zbierane za pośrednictwem czujników w procesie podejmowania decyzji. Z przeprowadzonego badania wynika, że jedynie 11% badanych miast posiada bezprzewodowy dostęp do Internetu dla mieszkańców w przestrzeni publicznej. Należy tu wspomnieć, iż inicjatywa WIFI4EU, czyli dedykowany program Unii Europejskiej ma na celu wspomaganie gmin w rozwoju cyfrowych przedsięwzięć oraz zapewnienia



mieszkańcom bezpłatnego i nieograniczonego dostępu do bezprzewodowego Internetu. W czasie pracy nad niniejszą dysertacją, 167 gmin otrzymało dofinansowanie w ramach krajowego projektu „Cyfrowa gmina” na rozwój usług elektronicznych oraz wsparcie dla rozwoju jednostek organizacyjnych w dostosowaniu ich do zmian i oczekiwań w stosunku do rozwiązań technologicznych oferowanych przez instytucje publiczne. Podejmowane inicjatywy pozwalają miastom na przekształcanie istniejącej, często przestarzałej infrastruktury wewnętrznej oraz zewnętrznej. W długoterminowej perspektywie umożliwiają wprowadzanie technologii bazujących na wirtualizacji oraz centralizacji usług, jak również do rozwoju rozwiązań chmurowych.

Końcowe w tej części pytanie badawcze dotyczyło głównych obszarów, w których skoncentrowane zostały działania realizowane w ramach wdrażania koncepcji *smart city* w odniesieniu do poszczególnych jej wymiarów. Z przeprowadzonego badania wynika, że do najczęściej podejmowanych przez jednostki administracji publicznej w Polsce inicjatyw w domenie *smart people* należało organizowanie szkoleń i warsztatów dla mieszkańców, które przyczyniały się do rozwoju ich zainteresowań. Wymiar *smart environment* związany jest przede wszystkim z pomiarem poziomu zanieczyszczenia powietrza za pomocą czujników rozmieszczonych w różnych częściach miasta oraz instalacją energooszczędnego oświetlenia ulicznego. W obszarze *smart mobility* dominuje technologia umożliwiająca uzyskanie informacji na temat opóźnień względem planowego czasu przyjazdu komunikacji publicznej oraz różnego rodzaju aplikacje ułatwiające poruszanie się po mieście. Do działań najczęściej realizowanych przez samorządy w ramach rozwoju domeny *smart governance* należą takie inicjatywy jak:

- wykorzystanie mediów społecznościowych w celu dotarcia z informacją do jak największej liczby odbiorców oraz promowanie narzędzi pozwalających na współpracę w ramach realizacji różnego rodzaju projektów poprzez badanie opinii publicznej na wybrane tematy,
- projektowanie usług elektronicznych umożliwiających szybsze załatwienie sprawy bez konieczności wizyty w urzędzie,
- organizacja Budżetu Obywatelskiego, w którym mieszkańcy sami decydują na co przeznaczone zostaną środki publiczne.

W obszarze *smart economy* organizowane są szkolenia z zakresu przedsiębiorczości dla osób planujących założenie własnej działalności gospodarczej oraz dostrzega się otwartość na wspomaganie start-upów. Do działań najczęściej podejmowanych w domenie *smart living* należy natomiast organizacja wydarzeń kulturalnych odpowiadających na oczekiwania

mieszkańców w różnym wieku oraz o różnych zainteresowaniach. Dodatkowo, badane jednostki wskazują, iż podejmują szereg czynności związanych z poprawą bezpieczeństwa w przestrzeni publicznej poprzez instalację monitoringu wizyjnego, jak również starają się modernizować powierzchnię i budynki dostosowując je do potrzeb osób z niepełnosprawnościami. Zapewnienie ogólnej dostępności dotyczy również sfery cyfrowej, gdzie standardem projektowania stron internetowych i usług elektronicznych staje się ich odpowiednie przystosowanie, polegające na możliwości zmiany kontrastu, wielkości czcionki czy publikacji tekstu w taki sposób, aby możliwe było jego odczytanie w sposób maszynowy. Ogólna analiza odpowiedzi uzyskanych z badania ankietowego pokazuje, że najwięcej działań podejmowanych jest w obszarze *smart governance*. Wymiar ten odnosi się bezpośrednio do aktywności jednostek administracji samorządowej, czyli samego podmiotu badań, co oznacza relatywnie dobre rozeznanie we wskazanym obszarze, w porównaniu do pozostałych wymiarów *smart city*, a związane jest to z realizacją zadań wynikających z codziennej działalności. Drugim dominującym wymiarem jest *smart living*, co z kolei może być uzasadnione częściowym dzieleniem się zadaniami w tym obszarze z innymi jednostkami organizacyjnymi, takimi jak instytucje kultury, sportu oraz miejskie biblioteki.

Działania podejmowane przez lokalną administrację publiczną w ramach realizacji koncepcji *smart city* różnią się w zależności od wielkości miasta. Wobec powyższego, zgodnie z ostatnim celem szczegółowym oraz odpowiadającym mu pytaniem badawczym (5), podjęto się **zbadania mocnych stron i barier związanych z realizacją omawianej koncepcji identyfikowanych przez samorzady**. Jak wynika z przeprowadzonego badania, największą barierą we wdrażaniu koncepcji inteligentnego miasta przez lokalną administrację są dostępne środki finansowe. Realizacja założeń omawianej koncepcji wiąże się bowiem z dostosowaniem przestrzeni miejskiej do zmieniających się uwarunkowań oraz oczekiwań i zmianie sposobu zarządzania miastem na bardziej otwarte. Wymienione zmiany mogą często wymagać całkowitego przekształcenia dotychczasowych rozwiązań, co pochłania dużo zasobów nie tylko finansowych, ale również w odniesieniu do zasobów ludzkich i wykorzystanej przestrzeni. Jak jednak już wspomniano, obecnie uruchomione są inicjatywy zarówno krajowe, jak również europejskie, które mają na celu wsparcie finansowe rozwoju miast pod względem technologicznym, co przyczynia się do wyrównania szans rozwoju koncepcji *smart city* w małych i średnich miejscowościach.

W ramach ostatniego z celów szczegółowych, podjęto się **wskazania głównych kierunków rozwoju koncepcji inteligentnego miasta**. Sformułowane pytanie w tym zakresie brzmiało: W jakim kierunku zmierza rozwój koncepcji inteligentnego miasta w Polsce? Aby

doprecyzować badane kierunki zmian, do powyższego pytania badawczego postawiono dwa następujące pytania pomocnicze:

- Czy lokalna administracja publiczna stosuje kanały komunikacji elektronicznej (w tym popularne media społecznościowe) do poznania opinii mieszkańców na wybrane tematy?
- Jakie znaczenie dla rozwoju inteligentnego systemu transportu ma wdrażanie koncepcji *smart city* w miastach?

Obecnie koncepcję *smart city* rozpatruje się poprzez wykorzystanie mediów społecznościowych do współpracy z mieszkańcami. Portale społecznościowe wykorzystują szereg narzędzi pozwalających na dzielenie się informacjami z zainteresowanymi grupami oraz umożliwiają organizację spotkań online w celu wymiany spostrzeżeń. Stosowanie tego typu środków komunikacji przez jednostki administracji publicznej pozwala dotrzeć do szerszego grona odbiorców dodatkowo sprawiając, że samorządy stają się bardziej dostępne i otwarte na interakcje z mieszkańcami. Kolejnym ważnym obszarem, którego rozwój będzie miał w przyszłości istotne znaczenie dla wdrażania koncepcji inteligentnego miasta jest mobilność ze szczególnym uwzględnieniem transportu autonomicznego. Działania podejmowane w tym zakresie związane są z modernizacją wielu elementów miejskiej infrastruktury. Modernizacja obejmuje działania związane z zapewnieniem stabilnego połączenia czujników z siecią, poprawę widoczności i czytelności znaków drogowych, ujednolicenie standardów budowy dróg, krawężników i chodników, czy implementację systemu monitoringu pozwalającego na przetwarzanie pochodzącego z niego obrazu w sposób analityczny. Wreszcie, zidentyfikowanym, znaczącym kierunkiem zmian jest projektowanie platform pozwalających na cyfrowe odwzorowanie architektury miejskiej. Tworzenie „cyfrowego bliźniaka” polega na nanoszeniu kolejnych warstw terenu, budynków, dróg, infrastruktury technologicznej oraz ludzi na wirtualną makietę miasta. Zastosowanie tego typu rozwiązań pozwala oszacować wpływ dokonywanych zmian na cały miejski ekosystem. Dodatkowo, mieszkańcy sami mogą projektować określone działania decydując o tym, czy przyczynią się one do poprawy jakości życia w danym miejscu.

Zapotrzebowanie na nowoczesne rozwiązania technologiczne w miastach nieustannie się zwiększa, powodując często dysonans pomiędzy tym, czego oczekuje współczesne społeczeństwo, jako nowa cyfrowa generacja, a tym, co jest w stanie zaoferować administracja samorządowa odpowiedzialna za rozwój miasta. Kluczową rolę w łagodzeniu wskazanych rozbieżności odgrywają sami mieszkańcy, komunikujący się z administracją publiczną w celu budowania wspólnego dobrobytu całej lokalnej społeczności. Dzielenie się wiedzą przez

obywateli oraz umiejętność włączenia się w proces podejmowania decyzji pozwala na zwiększenie poczucia przynależności i poprawia zadowolenie z życia w danym mieście.

Nieodzownym elementem zarządzania miastem w sposób inteligentny są dane. Jednostki administracji publicznej nieustannie gromadzą i przetwarzają duże wolumeny informacji, a ich otwarte udostępnianie pozwala zapewnić przejrzystość funkcjonowania administracji publicznej. Odpowiednie przekształcenie danych w wiedzę staje się pożądaną umiejętnością w zarządzaniu miastem. Platformy pozwalające na zarządzanie dostępnymi danymi pochodzącymi z urządzeń IoT, mediów społecznościowych i baz danych są rozwiązaniem wykorzystywanym do implementacji innowacyjnych rozwiązań w przestrzeni publicznej. Miasta, wykorzystując dofinansowanie ze źródeł zewnętrznych lub bazując na środkach własnych, muszą zapewnić niezbędną infrastrukturę techniczną dla środowiska analitycznego i programistycznego. Trudność jednak stanowi w tym przypadku dostęp do specjalistów w zakresie analizy i przetwarzania danych z wykorzystaniem mechanizmów sztucznej inteligencji, którzy często stają się zasobem nieosiągalnym dla wielu samorządów, rozpatrujących wejście na „ścieżkę” inteligentnego rozwoju. Dodatkowo, w celu swobodnego dzielenia się gromadzonymi informacjami, należy je w odpowiedni sposób zanonimizować i zabezpieczyć przed nieautoryzowanym dostępem. Rozwiązaniem w tym zakresie może okazać się rozwijanie obustronnie korzystnej współpracy ze środowiskiem naukowym. Z jednej strony współpraca pozwala na wdrażanie naukowych projektów do przestrzeni miejskiej, co umożliwia weryfikację ich teoretycznych założeń. Z drugiej, miasto może zyskać dodatkową wartość dzięki wdrażaniu nowych pomysłów w postaci ogólnych koncepcji lub konkretnych projektów.

Powyższe rozważania prowadzą do kolejnej istotnej kwestii związanej z wdrażaniem koncepcji inteligentnego miasta, jaką jest monitorowanie podejmowanych działań. Obserwacja skutków wprowadzonych zmian oraz ich wpływu na lokalne społeczeństwo i otoczenie, pozwala nie tylko zauważyć znaczenie podejmowanych inicjatyw, ale również umożliwia dzielenie się doświadczeniami. Pomiar różnego rodzaju zjawisk zachodzących w mieście pozwala na zmniejszenie ryzyka popełnienia błędu w procesie planowania i podejmowania decyzji. Pomiar przyczynia się także do szybkiego i skutecznego reagowania na zmieniające się uwarunkowania i spowodowane nimi zakłócenia w funkcjonowaniu istniejących w mieście mechanizmów. Istnieje wiele wskaźników, rankingów, standardów, norm oraz indeksów, które pozwalają na pomiar realizacji wybranych koncepcji, projektów, polityk czy inwestycji. W odniesieniu do *smart city* najważniejszą normą jest ISO 37122, zawierająca wskaźniki zorientowane na rozwój inteligentnych miast. Dostosowanie się jednak

do „sztywnych ram” określonych w danym standardzie może prowadzić do utraty rzeczywistych atutów miasta docenianych z punktu widzenia mieszkańców oraz pozostałych interesariuszy miasta. Natomiast zestawienie wszystkich istotnych czynników w jeden wskaźnik obrazujący osiągnięcia miasta wydaje się niemal niemożliwe, ponieważ każda jednostka charakteryzuje się specyficznymi dla niej atrybutami. Jednym ze sposobów monitorowania osiągnięć za pomocą wskaźników może być integracja kilku wskaźników w indeks. Przykładem zastosowania zintegrowanego podejścia do monitorowania istniejących, wdrażanych i planowanych rozwiązań w przestrzeni miejskiej, jest indeks fundamentalnej siły miasta, który obejmuje swoim zakresem zarówno aspekty technologiczne, istotne dla koncepcji inteligentnego miasta, jak również czynniki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe charakterystyczne dla koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz odpornego miasta. W każdym jednak podejściu należy uwzględnić wymogi i ograniczenia danej metodyki, zastosowanej do wyliczenia wskaźnika czy indeksu.

Konkludując, inteligentne miasto nie może funkcjonować bez swobodnego, ale bezpiecznego i niezakłóconego dostępu do danych. Inteligentne miasta charakteryzują się bowiem infrastrukturą technologiczną oraz rozwiązaniami cyfrowymi, które utrzymywane są w wyższym standardzie niż w miastach nierozważających wdrażania koncepcji *smart city*. Budowanie sieci czujników, analizowanie przepływu połączeń między nimi oraz zbieranie i przetwarzanie informacji ze stacjonarnych i mobilnych urządzeń wiąże się z koniecznością implementacji zaawansowanych metod zapewniających bezpieczeństwo. Związane jest to zarówno z nieustannym monitorowaniem pracy całego systemu elektronicznego, jak również z odpowiednim zabezpieczeniem fizycznym samych urządzeń i budynków, w których przechowywane są dane. Do przykładowych rozwiązań zabezpieczających zaliczyć można m.in.:

- kamery umieszczone w przestrzeni miejskiej, wyposażone w mechanizm rozpoznawania i alarmowania o zdarzeniach,
- utworzenie odrębnej jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za przechowywanie i monitorowanie danych przetwarzanych w mieście,
- wdrażanie nowoczesnych rozwiązań takich jak technologia *blockchain*,
- zwiększanie świadomości całego miejskiego społeczeństwa poprzez organizację szkoleń i warsztatów na temat zagrożeń płynących z przestrzeni cyfrowej, metod ograniczonego zaufania wynikającego z narażenia na atak socjotechniczny oraz sposobów zabezpieczenia własnych zasobów przed nieuprawnionym dostępem.

W tym zakresie wsparciem i źródłem pomysłów są sami mieszkańcy, dla których mogą zostać zorganizowane hackathony lub inne konkursy polegające na projektowaniu nowych rozwiązań zwiększających bezpieczeństwo w mieście.

Przywoływana w niniejszej pracy, istota gromadzenia, przetwarzania i analizy danych stanowi podstawę założeń czwartego etapu rozwoju koncepcji inteligentnego miasta (*smart city 4.0*). Na przełomie ostatniego roku (2021-2022) na konferencjach tematycznych i w literaturze przedmiotu zaczęły pojawiać się już wzmianki na temat *smart city 5.0*. Jako kolejny etap rozwoju koncepcji inteligentnego miasta, *smart city 5.0* charakteryzuje się przekształceniem wspomnianych danych w konkretne usługi, które mogą przyczynić się do poprawy jakości życia mieszkańców i usprawnienia komunikacji lokalnej administracji publicznej z mieszkańcami. Do przykładów takich usług należy automatyzacja przyjmowania wniosków składanych przez mieszkańców do urzędu poprzez tworzenie repozytorium wzorów dokumentów i załatwianie spraw w sposób wyłącznie elektroniczny. Zagadnienia związane z rozwojem koncepcji inteligentnego miasta w kierunku *smart city 5.0* oraz związanej z nim automatyzacji stanowią przedmiot kolejnych badań autorki w kontekście omawianej tematyki związanej z nową formą zarządzania miastem.

Przedstawione w niniejszej pracy sześć wymiarów inteligentnego miasta, powinny zostać w pierwszej kolejności zrozumiane przez przedstawicieli samorządów. Od administracji publicznej w głównej mierze zależy rodzaj technologii wdrażanych w mieście oraz sposób komunikacji z mieszkańcami i ostatecznie zarządzanie miastem jako całością. Zaangażowanie rozpoczyna się od edukacji oraz debaty publicznej. Każdy obywatel powinien również zrozumieć podstawy funkcjonowania technologii, zasady związane z bezpieczeństwem informacji oraz interpretacji danych. Ważną rolę w tym aspekcie odgrywają szkoły oraz uczelnie. Coraz częściej instytucje publiczne prowadzą seminaria i warsztaty dla swoich mieszkańców w zakresie wdrażania innowacyjnych rozwiązań do przestrzeni miejskiej. Kompleksowe podejście do wdrażania koncepcji inteligentnego miasta sprowadza się wobec powyższego do integracji wszystkich sześciu wymiarów, co przedstawiono na poniższym schemacie.

**Rysunek 4** Koncepcja Smart city w ujęciu tzw. *building blocks*



Źródło: opracowanie własne.

Prezentowane podejście nie jest jedynym możliwym sposobem wdrażania koncepcji inteligentnego miasta. W praktyce, wdrożenie nie zawsze będzie obejmowało wszystkie sześć wymiarów w każdym przypadku. Jak wspomniano wcześniej, są to tzw. *building blocks*, gdzie miasto sukcesywnie może rozbudowywać koncepcję inteligentnego miasta, wybierając komponenty, od których rozpocznie wdrożenie. Dzięki takiemu podejściu, rozważania nad koncepcją inteligentnego miasta i jej zindywidualizowanym każdorazowo wdrożeniem, pozwalają na nieustanne jej doskonalenie, zarówno w wymiarze teoretycznym, jak i praktycznym. Niezależnie jednak od powyższego, kluczowe, z perspektywy wdrażania tej koncepcji, jest włączenie *smart people* – inteligentnych ludzi – którzy są najważniejszymi beneficjentami tej koncepcji – stąd wynika ich zaznaczenie na powyższym schemacie. Zasadniczą częścią każdej inicjatywy podejmowanej w ramach omawianej koncepcji jest troska o mieszkańców, środowisko i przyszłe pokolenia. Tylko w taki sposób działania podejmowane w ramach koncepcji *smart city* nie będą stanowiły jedynie wyobrażenia o idealnym miejscu do życia kreowanym przez instytucje publiczne, a staną się narzędziem wprowadzania zmian.

## Bibliografia

- A World Bank. (2019). *Doing Business 16th Edition*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development.
- Admiraal, H., & Cornaro, A. (2020, 9). Future cities, resilient cities – The role of underground space in achieving urban resilience. *Underground Space*, pp. 223-228.
- Afonso, R. A., Brito, K., & Nascimento, C. H. (2015). (Br-SCMM) Brazilian Smart City Maturity Model: A Perspective from the Health Domain. *Studies in Health Technology and Informatics*.
- Ahmed, E. S., & Yousef, M. E. (2019). Internet of things in Smart Environment: Concept, Applications, Challenges, and Future Directions. *World Scientific News*, 134(1).
- Airly. (2022). *Mapa jakości powietrza*. Retrieved from <http://airly.eu/map/>
- Alawadhi, S. (2016). Smart Governance: A Cross-Case Analysis of Smart City Initiatives. *49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) IEEE*, pp. 2953-2963.
- Albino, V. (2015). Smart cities: definitions, dimensions, and performance. *Journal of Urban Technology* 22.
- Alemdar, H., & Ersoy, C. (2010). Wireless sensor networks for healthcare: A survey. *Computer Networks*, 54(15).
- Aletà, N. B., Alonso, C. M., & Ruiz, R. M. (2016). Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities. *Science Direct*.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4).
- Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *cities*.
- Alonso, R. G., & Castro, S. L.-D. (2016). Technology Helps, People Make: A Smart City Governance Framework Grounded in Deliberative Democracy. *Smarter as the New Urban Agenda*.
- Alvarez, Y., Leguizamón-Páez, M. A., & Londoño, T. J. (2020). Risks and security solutions existing in the Internet of things (IoT) in relation to Big Data. *Ingeniería y Competitividad*.
- Alvear, O., Calafate, C. T., Cano, J.-C., & Manzoni, P. (2018). Crowdsensing in Smart Cities: Overview, Platforms, and Environment Sensing Issues. *State-of-the-Art Sensors Technology in Spain 2017*.
- Anachkova, M., Domazetovska, S., Petreski, Z., & Gavriloski, V. (2021). Design of low-cost wireless noise monitoring sensor unit based on IoT concept. *Journal of Vibroengineering*.
- Anttiroiko, A.-V. (2016). City-as-a-Platform: The Rise of Participatory Innovation Platforms in Finnish Cities. *sustainability*.
- Anttiroiko, A.-V. (2016). City-as-a-Platform: Towards citizen-centred platform governance. *RSA Winter Conference 2016 on New Pressures on Cities and Regions* (pp. 24-25). London: New Pressures on Cities and Regions.
- Arcadis. (2021, 03 21). *Ranking Polskich Miast Zrównoważonych*. Retrieved from <https://www.arcadis.com/media/6/0/D/%7B60DA8546-A735-430A-BF9A-6114B0362FD7%7DRanking%20Polskich%20Miast%20Zrownowazonych%20Arcadis%20FINAL.pdf>
- ARUP. (2019). Digital twin: towards a meaningful framework. Londyn.



- Aslam, J., Saleem, A., Khan, N. T., & Kim, Y. B. (2021). Factors influencing blockchain adoption in supply chain management practices: A study based on the oil industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, pp. 124-134.
- Babuška, E. (2016). Mierniki realizacji celów i zadań w jednostce budżetowej. *Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*.
- Bacciu, D., Rocco, M. D., Dragone, M., Gallicchio, C., Micheli, A., & Saffiotti, A. (2019). An ambient intelligence approach for learning in smart robotic environments. *Computational Intelligence*, 35(4).
- Bakici, T. A. (2013). A Smart City Initiative: The Case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*.
- Balasubramaniam, A., Gul, M. J., & Menon, V. G. (2021). Blockchain For Intelligent Transport System. *IETE Technical Review*, pp. 438-449.
- Banach, M. (2018). *Od inteligentnego transportu do inteligentnego miasta*. Łódź: PWN.
- Barraj, F., & Attalah, Y. (2018). Composite Sustainable Indicators Framework for Cost Assessment of Land Transport Mode in Lebanon Cities. *Journal of Transportation Technologies*, 8(3).
- Bartosiewicz, B., & Marcińczak, S. (2020). Policentryczność regionów miejskich w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, pp. 455-474.
- Basava, A. (2020). Real-time Big Data Analytics Framework with Data Blending Approach for Multiple Data sources in Smart City Applications. *Scalable Computing: Practice and Experience*, pp. 611-623.
- Bellini, E., Bellini, P., Cenni, D., Nesi, P., Pantaleo, G., Paoli, I., & Paolucci, M. (2020, 01 9). An IoE and Big Multimedia Data Approach for Urban Transport System Resilience Management in Smart Cities. *sensors*.
- Bendyk, E., Bonikowska, M., Rabiej, P., & Romański, W. (2013). *Energia nowego miasta, Przyszłość miast. Miasta przyszłości. Strategie i wyzwania innowacyjne, społeczne i technologiczne*. Warszawa: Raport ThinkTank.
- Berardi, R., & Belizario, M. G. (2019). Use of Smart and Open Data in Smart Cities Use of Smart and Open Data in Smart Cities. *Conference: Americas Conference on Information Systems*.
- Bergh, J. V., Dootson, P., Kowalkiewicz, M., & Viaene, S. (2018). Smart city initiatives: designing a project-level smart value assessment instrument. *dg.o '18: Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research: Governance in the Data Age*.
- Bertino, E. (2018). Security and Privacy in the IoT. *Information Security and Cryptology*.
- Bibri, S. (2021). Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a comprehensive state-of-the-art literature review. *Sustainable Futures*.
- Bibri, S. (2021). Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a comprehensive state-of-the-art literature review. *Sustainable Futures*.
- Bibri, S.-E., & Krogstie, J. (2019). Generating a vision for smart sustainable cities of the future: a scholarly backcasting approach. *European Journal of Futures Research*.
- Bibri, S.-E., & Krogstie, J. (2020). The emerging data-driven Smart City and its innovative applied solutions for sustainability: the cases of London and Barcelona. *Energy Informatics*.
- Bień, M., Jarczewski, W., & Piziak, B. (2020). *Urban Lab*. Warszawa-Kraków: Instytut rozwoju miast i regionów.

- Bifulco, Tregue, Amitrano, & D'Auria. (2016). ICT and Sustainable in Smart Cities Management International. *Jurnal of Public Sector Management*.
- Bindra, S., Sharma, R., & Khan, A. (2017). Renewable Energy Sources in Different Generations of Bio-fuels with Special Emphasis on Microalgae Derived Biodiesel as Sustainable Industrial Fuel Model. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 14(1).
- Bąkowski, A., & Mażewska, M. (2018). *Ośrodki innowacji i Przedsiębiorczości w Polsce*. Poznań; Warszawa.
- Bogue, R. (2014). Towards the trillion sensors market. *Sensor Review*, 34(2).
- Bojanowska, A. (2018). Wykorzystanie mediów społecznościowych w działalności marketingowej przedsiębiorstw. Lublin.
- Brčić, D., Slavulj, M., Šojat, D., & Jurak, J. (2018). The Role of Smart mobility in Smart Cities. *CETRA 2018*.
- Bruneckienė, J. (2014). The Concept of Smart Economy under the Context of Creation the Economic Value in the City. *Public Policy and Administration*.
- Bryx, M. (2014). *Innowacje w zarządzaniu miastem w Polsce*. Warszawa: Oficyna wydawnicza - Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
- Burchart-Korol, D. (2016). Zrównoważone zarządzanie zasobami naturalnymi bazując na gospodarce cyrkulacyjnej. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*, pp. 51-61.
- Business Dictionary. (2021). Retrieved from <http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html#ixzz2QRvkZCpK>
- Callcut, M., Agliozzo, J.-P. C., Varga, L., & McMillan, L. (2021). Digital Twins in Civil Infrastructure Systems. *Sustainability*.
- Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców. (2022, 05 02). *CEPiK*. Retrieved from Statystyki: <http://www.cepik.gov.pl/statystyki>
- Cicea, d., Marinescu, C., & Pintilie, N. (2019). SMART CITIES USING SMART CHOICES FOR ENERGY: INTEGRATING MODERN BIOENERGY IN CONSUMPTION. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 14(4).
- Cisco. (2021, 05 05). *Cisco Kinetic for Cities Waste Management*. Retrieved from <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/smart-city-infrastructure.html>
- Commission of the European Communities. (2001). *European Governance: A White paper*. Retrieved from Brussels COM: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/DOC\\_01\\_10](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/DOC_01_10)
- Costa, V. C., Oliveira, L., & Souza, J. d. (2021). Internet of Everything (IoE) Taxonomies: A Survey and a Novel Knowledge-Based Taxonomy. *Sensors*.
- Cravero, S. (2020). Methods, strategies and tools to improve citizens' engagement in the smart cities' context: A Serious Games classification. *VALORI E VALUTAZIONI*.
- Ćirić, Z., Sedlak, O., & Ivanišević, S. (2020, 1 13). Implementation of blockchain technology in the smart city. *Serbian Journal of Engineering Management*.
- Dass, P., Misra, S., & Roy, C. (2020, 09). T-Safe: Trustworthy Service Provisioning for IoT-Based Intelligent Transport Systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*.
- Davani, A. M., Shirehjini, A. A., & Daraei, S. (2018). Towards interacting with smarter systems. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(1).
- de la Peña, F. (2020). A New Approach to Computing Using Informons and Holons: Towards a Theory of Computing Science. *Found Sci* 25, pp. 1173–1201.

- Dell’Era, C., Altuna, N., & Verganti, R. (2018). Designing radical innovations of meanings for society: Envisioning new scenarios for smart mobility. *Creativity & Innovation Management*, 27(4).
- Deloitte. (2021). *Smart Cities of the Future, From vision to reality*. Retrieved 04 28, 2021, from Deloitte - services: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/solutions/smart-cities-of-the-future.html>
- Deng, D., Zhao, Y., & Zhou, X. (2017). Smart city planning under the climate change condition. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* .
- Dewalska-Opitek, A. (2014). Smart City Concept – The Citizens’ Perspective. *Conference: 14th International Conference on TST, TST 2014*.
- Dudycz, H., & Piątkowski, I. (2018). *Smart mobility solutions in public transport based on analysis chosen smart cities*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Dyb, K., Berntsen, G. R., & Kvam, L. (2021). Adopt, adapt, or abandon technology- supported person-centred care initiatives: healthcare providers’ beliefs matter. *BMC Health Services Research*, 21(240).
- EBSCO. (2022). *EBSCO*. Retrieved from <https://web-1p-1ebSCOhost-1com-18znubvhn0396.hansolo.bg.ug.edu.pl/ehost/search/basic?vid=1&sid=ccb4b513-0386-474e-a532-87ec5d355004%40redis>: <https://web-1p-1ebSCOhost-1com-18znubvhn0396.hansolo.bg.ug.edu.pl/ehost/search/basic?vid=1&sid=ccb4b513-0386-474e-a532-87ec5d355004%40redis>
- Economist Intelligence Unit. (2021, 03 21). *European Green City Index - Digital Asset Management*. Retrieved from <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fddc99e7-5907-49aa-92c4-610c0801659e/european-green-city-index.pdf>
- e-Estonia. (2021, 08 01). *e-residency*. Retrieved from e-estonia: <https://e-estonia.com/solutions/e-identity/e-residency/>
- Elisei, P. (2014). Smart Governance Answers to Metropolitan Peripheries: Regenerating the Deprived Area of the Morandi Block in the Tor Sapienza Neighbourhood (Rome). . *Proceedings REAL CORP 2014*. Available at: <http://www.corp>.
- Elvas, L. B., Marreiros, C. F., Dinis, J. M., Pereira, M. C., Martins, A. L., & Ferreira, J. C. (2020). Data-Driven Approach for Incident Management in a Smart City. *applied science*.
- Encyclopedia Britannica. (2022). Retrieved from <https://www.britannica.com>
- Estevez, E., & Janowski, T. (2013). Electronic Governance for Sustainable Development — Conceptual framework and state of research. *Government Information Quarterly*, 30(1).
- Estrada, E., Rocío, M., Ochoa, A., Bernabe-Loranca, B., Oliva, D., & Larios, V. (2018). Smart City Visualization Tool for the Open Data Georeferenced Analysis Utilizing Machine Learning. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems & Informatics* , pp. 25–40.
- European Commission. (2021, 01 29). *The Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities*. Retrieved from <https://eu-smartcities.eu/clusters>
- Europejski, P. (2021). Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE\\_ET\(2014\)507480\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)

- Eurostat. (2022, 05 02). *Eurostat*. Retrieved from EU trade in bicycles and electric bicycles : <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/edn-20210603-2>
- FĂGĂDAR, F. (2020). SMART UNIVERSITY, SMART CITY. THE ROLE OF UNIVERSITIES IN ADVANCING INTELLIGENT URBANIZATION. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*.
- Fagadar, C. F., Trip, D. T., Gavrilut, D., & Badulescu, D. (2021). SMART CITIES AND THE EUROPEAN VISION. *The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences*.
- Farouk, M., & Darwish, S. M. (2019). Enhancing Smart Cities Development Using Big Data Clustering. *Egyptian Computer Science Journal*.
- Fijałkowska, J., & Aldea, T. (2017). Raportowanie zrównoważonego rozwoju miast a norma ISO 37120. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*.
- Florea, A., & Tomaszewska, E. (2018). Urban smart mobility in the scientific literature - Bibliometric analysis. *Engineering Management in Production and Services, 10(2)*.
- Fondation BNP Paribas. (2021). *Global Carbon Atlas*. (Fondation BNP Paribas) Retrieved 08 11, 2021, from <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
- Głębocki, K. (2020). *Nowoczesne rozwiązania i trendy w zarządzaniu miastem*. Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.
- Gassmann, O. (2001). *Sensors in Intelligent Buildings*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Gerlitz, L. (2015). Design for Product and Service Innovation in Industry 4.0 and Emerging Smart Society . *Journal of Security & Sustainability Issues, 5(2)*.
- Gessa, A., & Pilar, S. (2020). Environmental Open Data in Urban Platforms: An Approach to the Big Data Life Cycle. *Journal of Urban Technology*.
- Ghahremanlou, L. (2018, 04). A Survey of Open Data Platforms in Six UK Smart City Initiatives. *The Computer Journal*.
- Giffender, R. (2007). Smart cities: ranking of European medium-sized cities. *Vienna: Centre of Regional Science - Vienna UT*.
- Giffinger, R., & Gudrun, H. (2010). Smart Cities Ranking: An Effective Instrument for the Positioning of Cities? *ACE Architecture City and Environment*.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart Cities: Ranking of European Medium-sized Cities*. Retrieved from Vienna: Centre of Regional Science: [http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramer, H., & Pichler-Milanović, N. (2007). Smart City Ranking of European Medium-Sized City. *Research Report*.
- Gil-Garcia, R., Helbig, N., & Ojo, A. (2014). Being smart: Emerging technologies and innovation in the public sector. *Government Information Quarterly*.
- Gkartzonikas, C., & Gkritza, K. (2019). What have we learned? A review of stated preference and choice studies on autonomous vehicles. *Transportation Research Part C Emerging Technologies, 98*.
- Global Carbon Project. (2020, 12 11). *Global Carbon Budget*. Retrieved 05 05, 2021, from Global carbon project: <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index.htm>
- Godlewska, M. (2017). Partnerstwo publiczno-prywatne jako instrument wspomagający realizację zasad good governance przez jednostki samorządu terytorialnego w Polsce. *Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula*.

- Goliński, M. (2018). Gospodarka cyfrowa, gospodarka informacyjna, gospodarka oparta na wiedzy – różne określenia tych samych zjawisk czy podobne pojęcia określające różne zjawiska? *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych*.
- Gontarz, A. (2021). *mart city: technologia czy zarządzanie?*, *Materiały z konferencji „Miasto – hologram świadomości*. Retrieved from <http://westival.szczecin.art.pl/aktualnosci/smart-city-technologia- czy-zarzadzanie>
- Google Trends. (2022). Retrieved from <https://trends.google.pl/trends/?geo=PL>
- Grupa Robocza ds. Internetu Rzeczy. (2021, 01 29). *Raport „Internet Rzeczy” – Polska przyszłość*. Retrieved from <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/grupa-robocza-ds-internetu-rzeczy-internet-of-things-iot>
- Gubański, K. (2018). Smart city – sformatowany produkt czy narzędzie demokratyzacji? Dwa scenariusze rozwoju współczesnych polityk miejskich . *Studia Socjologiczne*.
- GUS. (2021). *Ludność. Stan i struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym*. Wrocław: Główny Urząd Statystyczny.
- GUS. (2021). *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce*. Warszawa: GUS.
- GUS. (2022). *Bank Danych Lokalnych*. Retrieved from [stat.gov.pl](http://stat.gov.pl)
- GUS. (2022, 06 11). *Pojęcia stosowane w statystyce publicznej*. Retrieved from Losowanie proste indywidualne zależne: <https://stat.gov.pl/metainformacje/sloownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/2745,pojecie.html>
- Guşul, P. F., & Butnariu, A. R. (2021). Exploring the relationship between smart city, sustainable development and innovation as a model for urban economic growth. *The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences*.
- Hecht, B., Valaskova, K., Kral, P., & Rowland, Z. (2019). The Digital Governance of Smart City Networks: Information Technology-Driven Economy, Citizen-Centered Big Data, and Sustainable Urban Development. *Geopolitics, History & International Relations*.
- Heffner, K., & Gibas, P. (2014). Zasięg stref oddziaływania metropolii. *Studia Miejskie*.
- Helbig, N., Gil-Garcia, J. R., & Ferro, E. (2005). Understanding the complexity of electronic government: Implications from the digital divide literature. *Gov. Inf. Q.*
- Hemment, D., & Townsend, A. (2013). Smart Citizens. *FutureEverything*.
- Hollands, R. (2015). Critical interventions into the corporate smart city. . *Cambridge Journal of Regions, Economy & Society*, 8(1), pp. 61–77.
- Hosu, R., & Hosu, I. (2019). ‘Smart’ in between people and the city. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*.
- Husain, A. A., Maity, T., & Yadav, R. K. (2020). Vehicle detection in intelligent transport system under a hazy environment: a survey. *IET Image Processing*, pp. 1-10.
- IBM. (2021, 11 18). *IBM*. Retrieved from What is a digital twin?: <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>
- IBM. (2022, 05 04). *Apache MapReduce*. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/topics/mapreduce>
- IBM. (2022, 05 09). *Oprogramowanie IBM SPSS*. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/pl-pl/analytics/spss-statistics-software>
- IESE Business School. (2021, 03 21). *IESE Cities in Motion*. (IESE Business School Center for Globalization and Strategy) Retrieved from <https://www.iese.edu/faculty-research/cities-in-motion/>
- IHME . (2022, 05 15). *GBD Compare*. Retrieved from GBD Compare: <https://www.healthdata.org/data-visualization/gbd-compare>

- Insider Intelligence. (2021, 02 2). *Cities around the world are turning to smart city solutions*. Retrieved from <https://www.businessinsider.com/iot-smart-city-technology?IR=T>
- Institute for Urban Strategies. (2021, 03 21). *Global Power City Index (GPCI)* . Retrieved from <http://mori-m-foundation.or.jp/english/ius2/gpci2/index.shtml>
- International Institute for Management Development. (2021, 01 29). *Singapore, Helsinki and Zurich triumph in global smart city index* . Retrieved from <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index>
- International Organization for Standardization. (2022, 04 20). *International Organization for Standardization*. Retrieved from International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/home.html>
- International Telecommunication Union. (2022). *L.1603 : Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals*. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1603/en>
- Izdebski, H. (2007). Od administracji publicznej do public governance. In J. Hausner, *Zarządzanie publiczne* (pp. 7-20). Kraków: Wydawnictwo Naukowe Scholar Spółka z o.o.
- Janowski, T., Estevez, E., & Baguma, R. (2018). Platform governance for sustainable development: Reshaping citizen-administration relationships in the digital age. *Government Information Quarterly*, 35(4).
- Jatkiewicz, P. (2021). *Bezpieczeństwo systemów informatycznych firm i instytucji*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Jetzek, T. (2016). Managing complexity across multiple dimensions of liquid open data: The case of the Danish Basic Data Program. *Government Information Quarterly Volume*, pp. 89-104.
- Jiang, D. (2020). The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing. . *Computer Communications*, 150, pp. 158–166.
- Jonek-Kowalska, I. (2019). Identification of Budgetary Sources of Risk in Polish Smart Cities. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management / Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*.
- Kalra, D. (2019). Impact of Digitization on Smart Living: A Case of Dubai. *International Journal of Business & Applied Sciences*.
- Kalra, D. (2019). Impact of Digitization on Smart Living: A Case of Dubai. *International Journal of Business & Applied Sciences*, 8(3).
- Kancelaria Sejmu. (1997). Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. 1997, nr 78, poz. 483 ze zm.
- Kassen, M. (2018, 03 01). Open data and its institutional ecosystems: A comparative cross-jurisdictional analysis of open data platforms. *Canadian Public Administration*.
- Kaur, S., Akre, V., & Arif, M. (2019). SMART project management for SMART cities: Analyzing critical factors affecting trust among Virtual Project Teams. *Information Technology Trends (ITT)*.
- Keeling, D. a. (2009). *A Vision of Smarter Cities: How Cities Can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future*. Retrieved from IBM Global Business Services: <https://www.ibm.com/downloads/cas/2JYLM4ZA>
- Kencono, D. S., & Iqbal, M. (2021). Do Cultural Values Affect the Implementation of Smart Living Policy in Yogyakarta City? *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*.
- Kent, E. (2016). *Singapore: Smart City, Smart State*. Brookings Institution Press.

- Kielin-Maziarz, J. (2020). Zasada zrównoważonego rozwoju – uwagi na tle jej miejsca w Konstytucji RP. *Krytyka Prawa*.
- Kim, H. (2019). Analysis of standard vocabulary use of the open government data: the case of the public data portal of Korea. *Quality & Quantity*.
- Kiss, M., & Muha, L. (2018). The Cybersecurity Capability Aspects of Smart Government and Industry 4.0 Programmes. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 16(3).
- Krishnan, B., Arumugam, S., & Maddulety, K. (2020). Critical success factors for the digitalization of smart cities. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 19(1).
- Kristiningrum, E., & Kusumo, H. (2020). Indicators of Smart City Using SNI ISO 37122:2019. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER*.
- Krukowski, J. (2017). System transportowy i jego uwarunkowania – aspekty gospodarczo-obronne. *Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej*.
- Kundu, D. (2019). Blockchain and Trust in a Smart City. *Environment and Urbanization Asia*, pp. 31-43.
- Lattanzi, E., Dromedari, M., & Freschi, V. (2018). A Scalable Multitasking Wireless Sensor Network Testbed for Monitoring Indoor Human Comfort. *IEEE Received January Digital Object Identifier*, 10.
- Lee, J.-H., Hancock, M.-G., & Huc, M.-C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change* 89, pp. 80–99.
- Lee, M., & Yun, Y. (2019). Smart City 4.0 from the Perspective of Open Innovation. *Journal of Open Innovation*, 5(4).
- Leydesdorff, L. (2011). The Triple-Helix Model of Smart Cities: A Neo-Evolutionary Perspective. *Journal of Urban Technology*, 18(2), pp. 53–63.
- Li, Z., He, Y., & Lu, X. (2021). Construction of Smart City Street Landscape Big Data-Driven Intelligent System Based on Industry 4.0. *Hindawi Computational Intelligence and Neuroscience*.
- Litman, T. (2013). The New Transportation Planning Paradigm. *Institute of Transportation Engineers (ITE) Journal*, 83(6).
- Liu, D., Huang, R., & Wosinski, M. (2017). Development of Smart Cities: Educational Perspective in: Smart Learning in Smart Cities. *Lecture notes in educational technology, Springer*.
- Lombardi, P., & Giordano, S. (2012). Modelling the Smart City Performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*.
- Luckey, D., Fritz, H., Legatiuk, D., Dragos, K., & Smarsly, K. (2020). Artificial intelligence techniques for smart city applications. *The International ICCBE and CIB W78 Joint Conference on Computing in Civil and Building Engineering 2020*. Sao Paulo, Brazil.
- López, M. A. (2020). Self-Sovereign Identity: The Future of Identity: Self-Sovereignty, Digital Wallets, and Blockchain. *Inter-American Development Bank*.
- Lupton, D. (2019). The Internet of Things: Social dimensions. *Sociology Compass*.
- Łaźniewska, E. (2019). Istota koncepcji smart city. Aktywność miasta Poznania na drodze do smart city. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 48.
- Łuczyszyn, A. (2018). Urbanisation as an element of city development. *Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, pp. 53-61.
- Mackenzie, C. (2000). Urban Public Libraries: Helping Brisbane to Become a Smart City. *PLIS*, 13(4).

- Mahizhnan, A. (1999). Smart cities: The Singapore case. *Cities*, 16(1), 13.
- Malinowska, E., & Kurkowska, A. (2018). Norma ISO 37120 narzędziem pomiaru idei zrównoważonego rozwoju miast. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*.
- Marsal-Llacuna, M.-L., & Segal, M. E. (2016). The Intelligent Method (I) for making “smarter” city projects and plans. *Portal Komunikacji Naukowej*.
- Mańka-Szulik, M., & Krawczyk, D. (2022). Optimizing the Provision of Public Services By Local Administration as a Component of the Smart City Concept on the Example of Zabrze. *Management Systems in Production Engineering*.
- Mergel, I., Kleibrink, A., & Sörvik, J. (2018). Open data outcomes: U.S. cities between product and process innovation. *Government Information Quarterly*.
- Microsoft. (2021, 11 18). *The promise of a digital twin strategy*. Retrieved from Microsoft Services: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Microsoft%27s%20Digital%20Twin%20%27How-To%27%20Whitepaper.pdf>
- Mierzejewska, I. (2018). CITY RESILIENCE VS. RESILIENT CITY: TERMINOLOGICAL INTRICACIES AND CONCEPT INACCURACIES. *QUAESTIONES GEOGRAPHICAE* 37(2), pp. 7-15.
- Mikulik, J. (2017). Wizja bezpiecznego smart city. *napędy i sterowanie*.
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2022, 05 17). *Miasto z Klimatem – „zielono-niebieska infrastruktura”*. *Nowe możliwości dla gmin*. Retrieved from GOV.PL: <https://www.gov.pl/web/klimat/miasto-z-klimatem--zielono-niebieska-infrastruktura-nowe-mozliwosci-dla-gmin>
- Ministerstwo Cyfryzacji. (2018, 08 23). Rozporządzenie Ministra Cyfryzacji w sprawie zasobu informacyjnego przeznaczonego do udostępniania w centralnym repozytorium informacji publicznej . Warszawa.
- Ministerstwo Cyfryzacji. (2022, 05 17). *Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej*. Retrieved from GOV.PL: <https://www.gov.pl/web/nfosigw/program-operacyjny-infrastruktura-i-srodowisko-2014-2020>
- Ministerstwo Cyfryzacji. (2022, 05 07). *Otwarte Dane*. Retrieved from Serwis Rzeczypospolitej Polskiej gov.pl: <https://dane.gov.pl/pl/promotion/transkrypcja-2-co-to-jest-api-i-jak-dziaa?lang=pl>
- Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej. (2022). *Raport rynku PPP 2009 – I kw. 2022*. Warszawa: Departament Partnerstwa Publiczno-Prywatnego.
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2022, 05 17). *Program Czyste Powietrze*. Retrieved from Program Czyste Powietrze: <https://czystepowietrze.gov.pl/czyste-powietrze/>
- Mitchell, W. (2007). Intelligent Cities. *e-Journal on the Knowledge Society*.
- Mora, L. (2019). Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices. *Technological Forecasting & Social Change*, 142.
- Mumford, L. (1961). *The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Musialik, G., & Musialik, R. (2013). Kreacja wartości publicznej. *Współczesne zarządzanie*.
- Mutiara, D., Yuniarti, S., & Pratama, B. (2018). Smart governance for smart city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Nanaki, E. A. (2021). *Electric Vehicles for Smart Cities*. Herning: Elsevier.
- NEC. (2015). *A City Planner’s Handbook To Public Safety Seven key security areas for every city*. Singapore: NEC Global Safety Division.



- Neves, F. T., Aparicio, M., & Neto, M. d. (2020, 11). The impacts of open data initiatives on smart cities: A framework for evaluation and monitoring. *Cities*.
- Nichols, R., & Schlesinger, A. M. (1933). Rise of the city; 1878-1898 (Book Review). *Political Science Quarterly*.
- Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era. *Sustainability*.
- OECD. (2016). *Getting smart: Korea's creative economy*. Retrieved 2021, from <http://search-1ebscohost-1com-18znubvzk0347.hansolo.bg.ug.edu.pl/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=119439991&lang=pl&site=ehost-live>
- Ogrodnik, K. (2015). Idea miasta zwartego : definicja, główne założenia, aktualne praktyki. *Architecturae et Artibus*, pp. 35-42.
- Orłowski, A. (2019). *Model gotowości procesowej urzędu miejskiego dojścia do smart city*. Warszawa: CeDeWu.
- Osika, G. (2020). Connexity jako element koncepcji Smart City - analiza wybranych aspektów na przykładzie polskich miast. In I. Jonek-Kowalska, & J. Kaźmierczak, *Inteligentny rozwój inteligentnych miast* (pp. 123-134). Warszawa: CeDeWu.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1).
- Pali, B. (2020). Fear and Fantasy in the Smart City. . *Critical Criminology*, 28(4), pp. 775–788.
- Papa, E., & Lauwers, D. (2015). Smart mobility: Opportunity or threat to innovate places and cities? *International Conference on Urban Planning and regional Development in the Information Society*.
- Parlament Europejski. (2016). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (ogólne).
- Parlament Europejski. (2021). Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE\\_ET\(2014\)507480\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)
- Parusheva, S. (2020). Social Media as a People Sensing for the City Government in Smart Cities Context. *TEM Journal*, 9(1), pp. 55–66.
- Pereira, G. V., Luna-Reyes, L. F., & Gil-Garcia, J. R. (2020). Governance innovations, digital transformation and the generation of public value in Smart City initiatives. *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*.
- Pereira, G. V., Parycek, P., Falco, E., & Kleinhans, R. (2018). Smart governance in the context of smart cities: A literature review. *Information Polity*, 23(2).
- Pereira, G. V., Parycek, P., Falco, E., & Kleinhans, R. (2018). Smart governance in the context of smart cities: A literature review. *Information Polity*.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Trans Emerging Tel Tech*, 25.
- Perianes-Rodriguez, A., Waltman, L., & Eck, N. J. (2016, 11). Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *JOURNAL OF INFORMETRICS*.

- Peters, E. (2020). Sustainable and Smart Urban Transport Systems: Sensing and Computing Technologies, Intelligent Vehicular Networks, and Data-Driven Automated Decision-Making. *Contemporary Readings in Law & Social Justice*, pp. 43-51.
- PKN. (2021). *NORMA PN-ISO 37120*. (PKN) Retrieved 08 9, 2021, from Polski Komitet Normalizacyjny: <https://www.pkn.pl/norma-pn-iso-37120>
- Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości. (2021). *Raport o stanie małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce*. Warszawa: PARP.
- Polski Komitet Normalizacyjny. (2021, 01 29). *Smart City*. Retrieved from <https://www.pkn.pl/smart-cities>
- Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego. (2022, 05 02). *Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego*. Retrieved from Raport za marzec 2022 roku: <https://www.pzpm.org.pl/pl/Rynek-motoryzacyjny/Licznik-elektromobilnosci/Marzec-2022>
- Popescu, A.-L., & Luca, O. (2017). Built environment and climate change. *Research Center in Public Administration and Public Services*, 12(4).
- Pîrlogea, C., & Cicea, C. (2011). Obtaining Economic Growth From Energy Consumption In Urban Areas. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 6(3).
- Pranav, R., Amanpreet, K., Sparsh, S., Mohammad, S., & Gaurav, D. (2021). Application of Blockchain and Internet of Things in Healthcare and Medical Sector: Applications, Challenges, and Future Perspectives. *Journal of Food Quality*.
- Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r., Dz.U. 2005 nr 203 poz. 1684 (2005).
- Putnam, D., Kováčová, M., & Valášková, K. (2019). The Algorithmic Governance of Smart Mobility: Regulatory Mechanisms for Driverless Vehicle Technologies and Networked Automated Transport Systems. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*, 11(1).
- Rachmawati, R., Hapsari, S., & Cita, A. (2018). Virtual space utilization in the Digital SMEs Kampongs Implementation of Smart City and Region. *Journal of Studies and Research in Human Geography*.
- Ravena, R. (2019). Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies 2019*, pp. 258–281 .
- Repe, P., Sabatini-Marques, J., Yigitcanlar, T., Sell, D., & Costa, E. (2021). The Evolution of City-as-a-Platform: Smart Urban Development Governance with Collective Knowledge-Based Platform Urbanism. *Land*.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems* , pp. 173-190.
- Ribeiro, T. (2019). What Is the Role of Indicators as a Governance Tool to Help Cities Become More Sustainable? *Brazilian Journal of Management / Revista de Administração Da UFSM*, pp. 580–593.
- Roblek, V. (2019). *Smart City Emergence, 1st Edition: Cases From Around the World*. Editors: Leonidas Anthopoulos. *Imprint: Elsevier*.
- Romzek, W. G. (2018, 05 11). *Smart Technology, Smart People, Smart Cities: Research Roundup April 2018*. Retrieved 05 06, 2021, from TECHNOLOGY POLICY INSTITUTE : <https://techpolicyinstitute.org/2018/05/11/smart-technology-smart-people-smart-cities-research-roundup-april-2018/>

- Rożałowska, B. (2020). W stronę Human Smart City - praktyka partycypacji obywatelskiej w polskich miastach. In I. Jonak-Kowalska, & J. Kaźmierczak, *Inteligentny rozwój inteligentnych miast* (pp. 147-158). Warszawa: CeDeWu.
- Rot, A., & Zygała, R. (2018). Technologia blockchain jako rewolucja w transakcjach cyfrowych. Aspekty technologiczne i potencjalne zastosowania. *Informatyka ekonomiczna*.
- Rotuna, C. I., Gheorghita, A. C., & Alin, Z. (2019, 4). Smart City Ecosystem Using Blockchain Technology. *Informatica Economica*, pp. 41-50.
- Rudewicz, J. (2019). Przemysł i technologie wobec wdrożenia wizji miasta inteligentnego (smart city). *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego nr 33(4)*.
- Ruhlandt, R. (2018). The governance of smart cities: A systematic literature review. *Elsevier*.
- Russo, F., Rindone, C., & Panuccio, P. (2014). The process of smart city definition at an EU level. *Conference: SUSTAINABLE CITY*.
- Russo, F., Rindone, C., & Panuccio, P. (2016). European plans for the smart city: from theories and rules to logistics test case. *European Planning Studies*.
- Saadah, M. (2021). Artificial Intelligence for Smart Governance; towards Jambi Smart City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Orlando: ECS.
- Sadowy, K. (2008). Urban sprawl jako zagrożenie rozwoju zrównoważonego miast. In K. Kawerska, *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*. Warszawa: Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
- Safer London. (2021). *Safer London*. Retrieved 05 06, 2021, from <https://saferlondon.org.uk>
- SAS. (2018, 08 22). *Cztery typy uczenia maszynowego*. Retrieved from The Machine Learning Primer: [https://www.sas.com/pl\\_pl/news/informacje-prasowe-pl/2018/cztery-typy-uczenia-maszynowego.html](https://www.sas.com/pl_pl/news/informacje-prasowe-pl/2018/cztery-typy-uczenia-maszynowego.html)
- Schaffers, H., Komninos, N., Tsarchopoulos, P., Pallot, M., Trousse, B., Posio, E., . . . Almirall, E. (2011). Landscape and Roadmap of Future Internet and Smart Cities. *Fireball Deliverable D2.1*.
- Schedler, K., Guenduez, A. A., & Frischknecht, R. (2019). How smart can government be? Exploring barriers to the adoption of smart government. *Information Polity: The International Journal of Government & Democracy in the Information Age*, 24(1).
- Scholl, H. J., & Alawadhi, S. (2016). Creating Smart Governance: The key to radical ICT overhaul at the City of Munich. *Information Polity*, 21(1).
- Science. (2016). *Rise of the City*. Retrieved from <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.352.6288.906>
- Sejm RP. (1990). Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1372). *Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym*.
- SENSEable City Lab. (2022, 01 31). *The Copenhagen Wheel*. Retrieved 05 04, 2021, from <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>
- Shaikh, P. H., Nor, N. B., Nallagownden, P., Elamvazuthi, I., & Ibrahim, T. (2014). A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier*, 34(C).
- Shan, S., Duan, X., Zhang, Y., Zhang, T. T., & Li, H. (2021). Research on Collaborative Governance of Smart Government Based on Blockchain Technology: An Evolutionary Approach. *Discrete Dynamics in Nature & Society*.
- Sikora-Fernandez, D. (2016). Praktyczne aspekty budowy smart city na przykładzie Barcelony. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 432 Gospodarka*

- lokalna w teorii i praktyce, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.*
- Sikora-Fernandez, D. (2019). Szanse i zagrożenia wdrażania koncepcji smart city w Polsce. In D. Sikora-Fernandez, *Zarządzanie rozwojem współczesnych miast* (pp. 121-137). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Sikora-Fernandez, D. (2019). Szanse i zagrożenia wdrażania koncepcji smart city w Polsce. *Zarządzanie rozwojem współczesnych miast*, pp. 121-137.
- Sikora-Fernandez, D., & Stawasz, D. (2016). The concept of smart city in the theory and practice of urban development management. *Romanian Jurnal of Regional Science*, 10(1).
- Simić, M. (2020). Big Data and Development of Smart City: System Architecture and Practical Public Safety Example. *Serbian Journal of Electrical Engineering*, pp. 337–355.
- Sion, G. (2019). Smart City Big Data Analytics: Urban Technological Innovations and the Cognitive Internet of Things. *Geopolitics, History, and International Relations*, pp. 69-75.
- Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., & Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, pp. 263-286.
- Smalec, A., & Gracz, L. (2015). Wykorzystanie Mediów Społecznościowych Przez Samorządy Lokalne W Procesie Komunikacji Społecznej. *Research Papers of the Wrocław University of Economics / Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, pp. 180-191.
- Sobczak, A., & Ziora, L. (2021). The Use of Robotic Process Automation (RPA) as an Element of Smart City Implementation: A Case Study of Electricity Billing Document Management at Bydgoszcz City Hall. *Energies*.
- Sobolewski, M., & Sokołowski, A. (2017). Grupowanie metodą k-średnich z warunkiem spójności. *Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*.
- Sokół, A., Słupińska, K., Drela, K., & Kogut-Jaworska, M. (2020). *Zarządzanie miastem kreatywnym, a rozwój zawodów kreatywnych*. Warszawa: CeDeWu.
- Speak, S. (2020). Children in urban regeneration: foundations for sustainable participation. *Community Development Journal*, 35(1), pp. 31–40.
- Stanisławski, R. (2017). Triangulacja technik badawczych w naukach o zarządzaniu. *Organizacja i Kierowanie*.
- Stawasz, D., & Sikora-Fernandez, D. (2016). Koncepcja Smart City na tle procesów i uwarunkowań rozwoju współczesnych miast. *Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego*.
- Stawasz, D., & Sikora-Fernandez, D. (2016). *Koncepcja smart city na tle procesów i uwarunkowań rozwoju współczesnych miast*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Sudoł, S. (2007). *Nauki o zarządzaniu, Węzłowe problemy i kontrowersje*. Toruń: Atelier.
- Sun, M. (2020). Research on the application of block chain big data platform in the construction of new smart city for low carbon emission and green environment. *Computer Communications*, pp. 332–342.
- Sunarti, S., & Rahman, F. F. (2021). Artificial intelligence in healthcare: opportunities and risk for future. *Gaceta Sanitaria*, pp. 567-570.
- Svobodová, L., & Bednarska-Olejniczak, D. (2020). SMART City and Economy: Bibliographic Coupling and Co-occurrence. *Conference on e-Business, e-Services and e-Society. 12066*, pp. 102-113. Online: Springer Nature Switzerland AG 2020.

- Svítek, M., Skobelev, P., & Kozhevnikov, S. (2020). Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services. *Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future*.
- Szold, T. S. (2010). Smart Growth : Form and Consequences. *Columbia Business School Publishing*.
- Sztumski, W. (2006). The idea of sustainable development and possibility of its realization. *Problemy Ekorozwoju : studia filozoficzno-socjologiczne*, pp. 73-76.
- Szyjewski, Z. (2018). Metody badania zachowań społecznych. *Studia i Prace WNEiZ US*.
- Święcicki, I. (2019). *Polskie B+R Dostępne narzędzia wsparcia i nowe możliwości*. Warszawa: Polski Instytut Ekonomiczny.
- Şimşekoğlu, Ö. (2019). Factors related to the intention to buy an e-bike: A survey study from Norway. *Transportation Research Part F Traffic Psychology and Behaviour*.
- Šiurytė, A., & Davidavičienė, V. (2016). An Analysis of Key Factors in Developing a Smart City. *Mokslas - Lietuvos ateitis* , pp. 254-262.
- Taylor, J. E., Bennett, G., & Mohammadi, N. (2021). Engineering Smarter Cities with Smart City Digital Twins. *ASCE*.
- Teleon, A., & Włoszczak-Szubzda, A. (2018). Świadczenia z obszaru zdrowia psychicznego publicznej opieki zdrowotnej dla mieszkańców wsi i miast w Polsce. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, pp. 205-209.
- Testoni, C. (2015). Smart Governance: urban regeneration and integration policies in Europe. Turin and Malmö case studies. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(3), pp. 527-533.
- The World Bank. (2022). *GDP per capita (current US\$)*. Retrieved from <https://data.worldbank.org>
- Tian, F. (2021). Immersive 5G Virtual Reality Visualization Display System Based on Big-Data Digital City Technology. *Mathematical Problems in Engineering*, pp. 1-9.
- Tomarchio, L. (2019). Identifying Communities within the Smart-Cultural City of Singapore: A Network Analysis Approach. *Smart Cities 2019*, pp. 66-81.
- Townsend, A. (2014). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. New York: W.W. Norton & Company.
- Townsend, A. (2013). *Smart City, Big Data, Civic Hackers, and the quest for a new utopia*. W. W. Norton & Company .
- Trzpiot, G., & Szotysek, J. (2017). Bezpieczeństwo ludzi starszych w smart city. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*(483).
- U.S. Department of Energy. (2006). Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them. United States: Office of Electricity.
- United Nations Development Program. (2022). *Sustainable Cities and Communities*. Retrieved from <https://www.undp.org>
- United Nations Global Compact Network Poland. (2016). *Zrównoważone miasta. Życie w zdrowej atmosferze*. Retrieved from <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosc/2663-Raport-ONZ.pdf>
- Urban Development Plan Vienna. (2021, 01 29). Retrieved from <https://www.urbaninnovation.at/tools/uploads/UrbanDevelopmentPlan2025.pdf>
- Walczak, W. (2012). Czynniki i uwarunkowania wpływające na decyzję zarządzaniu organizacją. *e-monitor*, pp. 35-45.
- Wan, J., Zou, C., Ullah, S., Lai, C.-F., Zhou, M., & Wang, X. (2013). Cloud-enabled wireless body area networks for pervasive healthcare. *IEEE Network* , 27(5).

- Wawak, S. (2022, 03 07). *Encyklopedia Zarządzania*. Retrieved from Socjotechnika: <https://mfiles.pl/pl/index.php/Socjotechnika>
- Wei, C., & Li, Y. (2011). Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things. *Electronics, Communications and Control (ICECC)*.
- Weihua, L., Wanying, W., & Xiaoyu, Y. (2020). Sustainability risk management in a smart logistics ecological chain: An evaluation framework based on social network analysis. *Journal of Cleaner Production*.
- White, G., Zink, A., Codecà, L., & Clarke, S. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities*.
- Winkowska, J. (2019). Smart city concept in the light of the literature review. *Engineering Management in Production and Services*, 11(2).
- Winkowska, J., Szpilko, D., & Pejić, S. (2019). Smart city concept in the light of the literature review. *Engineering Management in Production and Services*.
- Wojewnik-Filipkowska, A. (2008). *Projekt Finance w inwestycjach infrastrukturalnych*. Warszawa: CeDeWu.
- Wojewnik-Filipkowska, A. (2010). Zasady i źródła finansowania wielkoskalarnych Przedsięwzięć urbanistyczno-architektonicznych. In P. Lorens, *Zarządzanie rozwojem przestrzennym miast* (p. 76). Gdańsk: Urbanista sp. z o.o.
- Wojewnik-Filipkowska, A. (2017). Racjonalizacja decyzji inwestycyjnych w zrównoważonym zarządzaniu rozwojem miast – czy jest potrzebny nowy paradygmat? *Problemy ekorozwoju – problems of sustainable development*, pp. 79-90.
- Wojewnik-Filipkowska, A., Gierusz, A., & Krauze-Maślankowska, P. (2021). *Fundamentalna siła miasta*. Warszawa: CeDeWu.
- Wojewnik-Filipkowska, A., Gierusz, A., & Krauze-Maślankowska, P. (2021). *Fundamentalna siła miasta*. Warszawa: CeDeWu.
- Wojewnik-Filipkowska, A., Szczepaniak, K., & Zamojska, A. (2019). Innovation system: a structural study for Poland. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, pp. 117-129.
- Wojewnik-Filipkowska, A., Zamojska, A., & Szczepaniak, K. (2019, 05 08). Innovation System in a Global Context: A Panel Approach. *Contemporary Trends and Challenges in Finance*, pp. 201-214.
- Województwo Łódzkie. (2021). Załącznik do Uchwały Nr XXXI/414/21 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 6 maja 2021 r. *Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego do roku 2030*.
- Województwo Śląskie. (2020). Załącznik do Uchwały nr 489/104/VI/2020 Zarządu Województwa Śląskiego z dnia 19.02.2020. *Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego „Śląskie 2030”*.
- Województwo Opolskie. (2021). Załącznik do uchwały Nr XXXIV/355/2021 Sejmiku Województwa Opolskiego z dnia 4 października 2021 roku. *Strategia Rozwoju Województwa Opolskiego do roku 2030*.
- Województwo Pomorskie. (2021). Załącznik do uchwały nr 376/XXXI/21 Sejmiku Województwa Pomorskiego z dnia 12 kwietnia 2021 roku. *Strategia Rozwoju Województwa Pomorskiego 2030*.
- World Economic Forum. (2021, 01 29). *Global Competitiveness Report 2019: How to end a lost decade of productivity growth*. Retrieved from [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)

- World Health Organization. (2012). *Programme on mental health*. Geneva: World Health Organization.
- Wrycza, S., & Maślankowski, J. (2019). *Informatyka ekonomiczna. Teoria i zastosowania*. Warszawa: PWN.
- Xuyang, L., Lam, K., Zhu, K., & Zheng, C. (2019). Overview of Spintronic Sensors With Internet of Things for Smart Living. *IEEE Transactions on Magnetics*.
- Yun, Y. (2019). Smart City 4.0 from the Perspective of Open Innovation. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex*.
- Zapolskytė, S., Burinskienė, M., & Trépanier, M. (2020). Evaluation criteria of smart city mobility system using mcdm method. *Baltic Journal of Road & Bridge Engineering*, 15(4).
- Zastawnik-Perkosz, M. (2020). Smart city – korzyści i zagrożenia. *Housing environment 31/2020 Architektura XXI wieku*.
- Zaucha, J., Brodzicki, T., Ciołek, D., Komornicki, T., Mogiła, Z., Szlachta, J., & Zaleski, J. (2015). *Terytorialny wymiar wzrostu i rozwoju*. Warszawa: Delfin.
- Zhang, W. (2021). *Foreword: Special Issue – Explainable Artificial Intelligence for Smart Cities*. Retrieved from IEEE Smart Cities: <https://smartcities.ieee.org/newsletter/june-2021/foreword-special-issue-explainable-artificial-intelligence-for-smart-cities>
- Zielińska, E., & Sadowski, A. (2020). Analiza wpływu systemów, urządzeń i elementów samochodów na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego. *Bezpieczeństwo i ekologia*.
- Zoledowska, E. (2016). Wykorzystanie idei otwartych innowacji we współczesnych gospodarkach / Open innovation concept in contemporary economies . In J. Świrską-Korłub, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Związek Miast Polskich. (2022, 05 02). *Baza dobrych praktyk*. Retrieved from Baza dobrych praktyk: <https://www.dobrepraktyki.pl>
- Zygiaris. (2013). Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*.

## Spis tabel

TABELA 1.1 WYBRANE FORMY URBANIZACJI I ICH CHARAKTERYSTYCZNE CECHY .....	15
TABELA 1.2 KONCEPCJE ZWIĄZANE Z ROZWOJEM MIAST .....	16
TABELA 1.3 CZYNNIKI I NARZĘDZIA KSZTAŁTOWANIA ROZWOJU MIAST.....	21
TABELA 1.4 GENERACJE INTELIGENTNYCH MIAST .....	24
TABELA 1.5 WYBRANE KLUCZOWE WSKAŹNIKI EFEKTYWNOŚCI DLA INTELIGENTNYCH I ZRÓWNOWAŻONYCH MIAST ZGODNE Z REKOMENDACJĄ ITU-T Y.4903/L.1603 .....	31
TABELA 1.6 MIĘDZYKRAJOWE STANDARDY DLA INTELIGENTNYCH I ZRÓWNOWAŻONYCH MIAST .....	32
TABELA 1.7 PROPONOWANE ZMIANY PRAWNE W ZAKRESIE WYBRANYCH OBSZARÓW.....	43
TABELA 2.1 KLASTRY <i>SMART CITY</i> ORAZ ICH GŁÓWNE ATRYBUTY .....	56
TABELA 2.2 WYMIARY INTELIGENTNEGO MIASTA ORAZ CZYNNIKI JE BUDUJĄCE .....	57
TABELA 2.3 OBSZARY I WSKAŹNIKI INTELIGENTNEGO ŻYCIA .....	66
TABELA 2.4 ETAPY ROZWOJU INTELIGENTNEGO ZARZĄDZANIA .....	74
TABELA 2.5 INTELIGENTNE ROZWIĄZANIA W OBSZARZE <i>SMART MOBILITY</i> .....	79
TABELA 3.1 CHARAKTERYSTYKA OTWARTYCH DANYCH.....	104
TABELA 3.2 GŁÓWNE RODZAJE ZASTOSOWANIA OTWARTYCH DANYCH NA DZIAŁANIA ZWIĄZANE Z WDRAŻANIEM KONCEPCJI <i>SMART CITY</i> .....	106
TABELA 3.3 KATEGORIE RELACJI ELEKTRONICZNYCH PLATFORM RZĄDOWYCH.....	110
TABELA 3.4 OTWARTE WSPÓLZARZĄDZANIE JAKO NOWY MODEL ZARZĄDZANIA MIASTEM INTELIGENTNYM .....	112
TABELA 4.1 STRUKTURA KWESTIONARIUSZA BADANIA ANKIETOWEGO.....	126
TABELA 4.2 CHARAKTERYSTYKA PRÓBY BADAWCZEJ.....	130
TABELA 4.3 WYBRANE PODEJŚCIA STOSOWANE W ZARZĄDZANIU MIASTEM.....	133
TABELA 4.4 MIASTA REALIZUJĄCE KONCEPCJĘ <i>SMART CITY</i> W POLSCE.....	152
TABELA 5.1 METODY IDENTYFIKACJI POJAZDÓW .....	187



## Spis rysunków

<b>RYSUNEK 1.1 RODZINA WSKAŹNIKÓW DOTYCZĄCYCH ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU SPOŁECZNEGO</b> .....	27
<b>RYSUNEK 1.2 ROZWÓJ KONCEPCJI ZARZĄDZANIA MIASTEM</b> .....	35
<b>RYSUNEK 1.3 PLATFORMA MIEJSKA WEDŁUG GRUPY ROBOCZEJ DS. INTERNETU RZECZY</b> .....	43
<b>RYSUNEK 1.4 ZAINTERESOWANIE TEMATYKĄ SMART CITY WEDŁUG WOJEWÓDZTW (2016-2022)</b> .....	49
<b>RYSUNEK 1.5 CHMURA SŁÓW</b> .....	52
<b>RYSUNEK 1.6 WIZUALIZACJA SIECI WSPÓŁWYSTĘPOWANIA SŁÓW KLUCZOWYCH „SMART CITY” I „SMART CITIES” W 4 914 PUBLIKACJACH NAUKOWYCH W BAZIE WEB OF SCIENCE (2010-2021)</b> .....	53
<b>RYSUNEK 2.1 UDZIAŁ PRZEDSIĘBIORSTW W TWORZENIU PKB W 2016 ROKU</b> .....	60
<b>RYSUNEK 2.2 STRUKTURA SYSTEMU MONITOROWANIA ENERGII DLA INTELIGENTNEGO BUDYNKU</b> .....	69
<b>RYSUNEK 2.3 STRUKTURA SYSTEMU DIAGNOZY ZDROWIA</b> .....	71
<b>RYSUNEK 2.4 OBSZARY INTELIGENTNEGO ZARZĄDZANIA</b> .....	74
<b>RYSUNEK 2.5 EWOLUCJA ZARZĄDZANIA TRANSPORTEM W INTELIGENTNYM MIEŚCIE</b> ....	77
<b>RYSUNEK 2.6 MONITOROWANIE JAKOŚCI POWIETRZA W GDAŃSKU (2022)</b> .....	84
<b>RYSUNEK 2.7 EWOLUCJA KONCEPCJI SMART CITY WEDŁUG COHEN’A</b> .....	87
<b>RYSUNEK 3.1 CZTERY WARSTWY SYSTEMU MIERNIKÓW</b> .....	90
<b>RYSUNEK 3.2 SCHEMAT POWIĄZAŃ INTERNETU WSZECHRZECZY</b> .....	93
<b>RYSUNEK 3.3 CZYNNIKI OGRANICZAJĄCE ZAPEWNIENIE BEZPIECZEŃSTWA TECHNOLOGICZNEGO W PRZESTRZENI MIEJSKIEJ</b> .....	97
<b>RYSUNEK 3.4 INTERAKCJA PLATFORMY BLOCKCHAIN ORAZ URZĄDZEŃ IOT</b> .....	102
<b>RYSUNEK 3.5 BIG DATA – 3V</b> .....	115
<b>RYSUNEK 3.6 KATEGORIE ALGORYTMÓW SZTUCZNEJ INTELIGENCJI</b> .....	118
<b>RYSUNEK 3.7 ALGORYTM UCZENIA MASZYNOWEGO NA PRZYKŁADZIE INTELIGENTNEGO MONITORINGU W INTELIGENTNYM MIEŚCIE</b> .....	120
<b>RYSUNEK 3.8 INTEGRACJA TECHNOLOGII ZORIENTOWANEJ NA DANYCH W INTELIGENTNYM MIEŚCIE</b> .....	121
<b>RYSUNEK 4.1 ZIDENTYFIKOWANE GŁÓWNE ZAŁOŻENIA STRATEGICZNE ZWIĄZANE ZE WSPARCIEM ROZWOJU KONCEPCJI SMART CITY W DŁUGOTERMINOWEJ STRATEGII ROZWOJU WOJEWÓDZTW W POLSCE NA LATA 2020-2030</b> .....	124
<b>RYSUNEK 4.2 KLUCZOWE DZIAŁANIA W SZEŚCIU WYMIARACH SMART CITY</b> .....	177
<b>RYSUNEK 5.1 SCHEMAT BŁOKOWY WYKRYWANIA I KATEGORYZACJI POJAZDÓW</b> .....	186
<b>RYSUNEK 5.2 IDENTYFIKACJA POJAZDÓW NA PODSTAWIE OBRAZU Z MONITORINGU</b> .....	186
<b>RYSUNEK 5.3 WARSTWY WYMAGANE DO OPRACOWANIA SCDT</b> .....	190
<b>RYSUNEK 1 KONCEPCJA SMART CITY W UJĘCIU TZW. BUILDING BLOCKS</b> .....	207

## Spis wykresów

WYKRES 1.1 PKB PER CAPITA W WYBRANYCH KRAJACH (1985-2019) (US \$) .....	41
WYKRES 1.2 LICZBA PUBLIKACJI ZWIĄZANYCH Z INTELIGENTNYM MIASTEM W BAZIE DANYCH SCOPUS, WEB OF SCIENCE I EBSCOHOST (2010-2020) .....	51
WYKRES 2.1 LICZBA PRZEDSIĘBIORSTW W POLSCE (2012-2021) .....	60
WYKRES 2.2 PRZEDSIĘBIORSTWA POSIADAJĄCE DOSTĘP DO ŁĄCZA SZEROKOPASMOWEGO (2017-2021) .....	61
WYKRES 2.3 RODZAJE I LICZBA OŚRODKÓW INNOWACYJNOŚCI I PRZEDSIĘBIORCZOŚCI W POLSCE (2018) .....	64
WYKRES 2.4 LUDNOŚĆ W MIASTACH W POLSCE JAKO PROCENT OGÓŁU LUDNOŚCI (2016-2020) .....	86
WYKRES 3.1 ZMIANA W POPULARNOŚCI WYSZUKIWANIA POJĘCIA „ARTIFICIAL INTELLIGENCE” I „SMART CITY” (2016-2012) .....	117
WYKRES 4.1 STRUKTURA ZWROTÓW W STOSUNKU DO CAŁEJ POPULACJI ORAZ DO PRÓBY BADAWCZEJ .....	131
WYKRES 4.2 ODSETEK PODMIOTÓW, KTÓRE POSIADAJĄ W STRUKTURZE ORGANIZACYJNEJ WYDZIELONĄ KOMÓRKĘ LUB SAMODZIELNE STANOWISKO ODPOWIADAJĄCE ZA WDRAŻANIE INNOWACJI ORAZ USŁUG DLA MIESZKAŃCÓW WEDŁUG WARSTW (PYTANIE 1) .....	132
WYKRES 4.3 ODSETEK MIAST STOSUJĄCYCH ZDEFINIOWANE MIERNIKI POZWALAJĄCE OKREŚLIĆ STOPIEŃ WDROŻENIA ZADAŃ WSKAZANYCH W STRATEGII ROZWOJU WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 2) .....	133
WYKRES 4.4 ODSETEK MIAST STOSUJĄCY WYBRANE PODEJŚCIA DO OCENY STOPNIA REALIZACJI DZIAŁAŃ W RAMACH ZAŁOŻEŃ STRATEGICZNYCH ORAZ OPERACYJNYCH MIASTA WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 3) .....	136
WYKRES 4.5 ODSETEK MIAST POZYSKUJĄCYCH DANE Z CZUJNIKÓW ROZMIESZCZONYCH W PRZESTRZENI MIEJSKIEJ (PYTANIE 4) .....	138
WYKRES 4.6 ODSETEK MIAST ZBIERAJĄCYCH DANE DLA WYBRANYCH OBSZARÓW WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 5) .....	138
WYKRES 4.7 ODSETEK MIAST WYKORZYSTUJĄCYCH SYSTEMY BIG DATA, BUSINESS INTELLIGENCE, HURTOWNI DANYCH LUB INNE W CELU ANALIZY GROMADZONYCH INFORMACJI WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 6) .....	140
WYKRES 4.8 ODSETEK MIAST WYKORZYSUJĄCYCH ZEBRANE Z CZUJNIKÓW DANE W PROCESIE PODEJMOWANIA DECYZJI WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 7) .....	141
WYKRES 4.9 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH MIESZKAŃCÓW W PODEJMOWANIE DECYZJI ZORIENTOWANYCH NA UDOGODNIENIA DLA MIESZKAŃCÓW/POPRAWĘ JAKOŚCI ŻYCIA WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 8) .....	142
WYKRES 4.10 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH UCZELNIE/ŚRODOWISKO NAUKOWE W PODEJMOWANIE DECYZJI ZORIENTOWANYCH NA UDOGODNIENIA DLA MIESZKAŃCÓW/POPRAWĘ JAKOŚCI ŻYCIA WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 8) .....	143
WYKRES 4.11 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH BIZNES W PROCES PODEJMOWANIA DECYZJI WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 8) .....	144
WYKRES 4.12 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH ORGANIZACJE POZARZĄDOWE W PROCES PODEJMOWANIA DECYZJI ZORIENTOWANYCH NA UDOGODNIENIA DLA MIESZKAŃCÓW/POPRAWĘ JAKOŚCI ŻYCIA WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 8) .....	145
WYKRES 4.13 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH MIASTA PARTNERSKIE W PROCES PODEJMOWANIA DECYZJI ZORIENTOWANYCH NA UDOGODNIENIA DLA MIESZKAŃCÓW/POPRAWĘ JAKOŚCI ŻYCIA WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 8) .....	146
WYKRES 4.14 ODSETEK MIAST WŁĄCZAJĄCYCH FIRMY OFERUJĄCE INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE W PROCES PODEJMOWANIA DECYZJI ZORIENTOWANYCH NA UDOGODNIENIA DLA MIESZKAŃCÓW/POPRAWĘ JAKOŚCI ŻYCIA WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 8) .....	147

<b>WYKRES 4.15 ODSETEK MIAST KORZYSTAJĄCYCH Z DOBRYCH PRAKTYK WYPRACOWANYCH PRZEZ INNE MIASTA WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 9)</b>	148
<b>WYKRES 4.16 ODSETEK MIAST POTWIERDZAJĄCYCH ZNAJOMOŚĆ POJĘCIA INTELIĞENTNE MIASTO LUB SMART CITY WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 10)</b>	150
<b>WYKRES 4.17 ODSETEK MIAST REALIZUJĄCYCH DZIAŁANIA ZWIĄZANE Z KONCEPCJĄ SMART CITY WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 11)</b>	151
<b>WYKRES 4.18 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE INTELIĞENTNEJ GOSPODARKI – SMART ECONOMY WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 14)</b>	154
<b>WYKRES 4.19 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W OBSZARZE INTELIĞENTNEJ GOSPODARKI – SMART ECONOMY WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 15)</b>	154
<b>WYKRES 4.20 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA MIESZKAŃCÓW – SMART LIVING WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 16)</b>	156
<b>WYKRES 4.21 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W OBSZARZE POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA MIESZKAŃCÓW – SMART LIVING WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 17)</b>	157
<b>WYKRES 4.22 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE INTELIĞENTNEGO ŚRODOWISKA – SMART MOBILITY WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 18)</b>	160
<b>WYKRES 4.23 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W WYMIARZE OBSZARZE INTELIĞENTNEGO ŚRODOWISKA – SMART MOBILITY WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 19)</b>	160
<b>WYKRES 4.24 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE INTELIĞENTNEGO WSPÓŁZARZĄDZANIA – SMART GOVERNANCE WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 20)</b>	162
<b>WYKRES 4.25 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W OBSZARZE INTELIĞENTNEGO WSPÓŁZARZĄDZANIA – SMART GOVERNANCE WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 21)</b>	163
<b>WYKRES 4.26 EMISJA CO<sub>2</sub> DO ATMOSFERY ZWIĄZANA Z UŻYCIEM RÓŻNYCH PALIW I MATERIAŁÓW W POLSCE (1960-2019)</b>	165
<b>WYKRES 4.27 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE ZWIĄZANYM Z INTELIĞENTNYM ŚRODOWISKIEM – SMART ENVIRONMENT WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 22)</b>	166
<b>WYKRES 4.28 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W OBSZARZE ZWIĄZANYM Z INTELIĞENTNYM ŚRODOWISKIEM – SMART ENVIRONMENT WEDŁUG WIELKOŚCI MIASTA (PYTANIE 23)</b>	166
<b>WYKRES 4.29 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH DZIAŁANIA W OBSZARZE ZWIĄZANYM Z INTELIĞENTNYMI MIESZKAŃCAMI – SMART PEOPLE (KAMPANIE EDUKACYJNE, PROMOWANIE UCZENIA PRZEZ CAŁE ŻYCIE, LABORATORIA ROZWOJU ITP.) WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 24)</b>	168
<b>WYKRES 4.30 ODSETEK MIAST PODEJMUJĄCYCH WYBRANE DZIAŁANIA W OBSZARZE SMART PEOPLE WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 25)</b>	169
<b>WYKRES 4.31 ODSETEK MIAST REALIZUJĄCYCH DZIAŁANIA W KONCEPCJI SMART CITY WEDŁUG WYMIARÓW SMART CITY I WIELKOŚCI MIASTA</b>	172
<b>WYKRES 4.32 ODSETEK MIAST REALIZUJĄCYCH DZIAŁANIA W KONCEPCJI SMART CITY WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST</b>	173
<b>WYKRES 5.1 WYKORZYSTANIE PRZEZ URZĘDY MIEJSKIE NARZĘDZI INTERNETOWYCH DEDYKOWANYCH PROWADZENIU KONSULTACJI SPOŁECZNYCH I WYRAŻANIU OPINII NA WAŻNE TEMATY (%) WEDŁUG WOJEWÓDZTW (2019)</b>	179
<b>WYKRES 5.2 WYKORZYSTANIE MEDIÓW SPOŁECZNOŚCIOWYCH W KOMUNIKACJI URZĘDY MIEJSKIE Z MIESZKAŃCAMI (%) WEDŁUG WOJEWÓDZTW (2019)</b>	181
<b>WYKRES 5.3 ODSETEK MIAST AKTYWNYCH W MEDIACH SPOŁECZNOŚCIOWYCH W RAMACH DZIAŁAŃ PODEJMOWANYCH W DOMENIE SMART GOVERNANCE WEDŁUG WIELKOŚCI MIAST (PYTANIE 21)</b>	182
<b>WYKRES 5.4 ODSETEK LUDNOŚĆ W MIASTACH W POLSCE (2010-2020)</b>	183

<b>WYKRES 5.5 SAMOCHODY OSOBOWE NA 1000 MIESZKAŃCÓW W POLSCE (2002-2020).....</b>	<b>184</b>
<b>WYKRES 5.6 ODSETEK MIAST, KTÓRE ZIDENTYFIKOWAŁY OKREŚLONE MOCNE STRONY DLA REALIZACJI KONCEPCJI SMART CITY W POLSCE (PYTANIE 26).....</b>	<b>193</b>
<b>WYKRES 5.7 ODSETEK MIAST, KTÓRE ZIDENTYFIKOWAŁY OKREŚLONE BARIERY ZWIĄZANE Z REALIZACJĄ KONCEPCJI SMART CITY W POLSCE (PYTANIE 27).....</b>	<b>194</b>