

Rozdział 5

Logistyka i jej inteligentny wymiar w rozwoju smart city

Monika Wodnicka

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

Katedra Analizy i Strategii Przedsiębiorstwa

e-mail: monika.wodnicka@uni.lodz.pl

ORCID: 0000-0002-9656-5713

Gabriela Chomicz

studentka kierunku Logistyka w gospodarce, Uniwersytet Łódzki

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

e-mail: chomiczgabriela@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2826-0144

Daniel Jaksik

student kierunku Logistyka w gospodarce, Uniwersytet Łódzki

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

e-mail: danieljaksik@gmail.com

ORCID: 0009-0008-8486-3810

Wprowadzenie

Rosnąca liczba ludności na świecie, zmieniające się warunki klimatyczne oraz niestabilność globalnego systemu gospodarczego stanowią główne powody, które skłaniają samorządy do tworzenia inteligentnych ośrodków miejskich. Zgodnie z wytycznymi WHO do 2050 r. aż 70% globalnej populacji będzie mieszkać na terenach miejskich, co spowoduje zwiększone zapotrzebowanie na media, takie jak energia elektryczna, woda i gaz. Wzrośnie też potrzeba usług transportowych i mieszkaniowych przy jednoczesnym ograniczeniu dostępnej przestrzeni publicznej (Czupich i in., 2016). Aby zaradzić problemom współczesnego świata, władze miast decydują się na implementację innowacyjnych rozwiązań, które pozwalają na efektywniejsze i sprawniejsze funkcjonowanie miasta, a także ochronę środowiska i podniesienie jakości życia mieszkańców. Przykładami takich rozwiązań są 15-minute city, green city czy też smart city (Kozar i in., 2024).

Miasto inteligentne według koncepcji smart city potrafi udzielić konkretnej odpowiedzi na zmieniające się warunki i oczekiwania otoczenia (Sobol, 2017). Miasta, które chcą coraz bardziej zbliżyć się do miana inteligentnych, wykorzystują rosnący potencjał technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT). Te innowacyjne podejścia umożliwiają władzom miejskim dostarczanie mieszkańcom odpowiednich udogodnień oraz usług, które poprawiają jakość życia w mieście (Bitkowska, Łabędzki, 2021). Dzięki zastosowaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych miasta mogą zoptymalizować niezbędne do swego funkcjonowania systemy.

Niewątpliwie dużą rolę w rozwoju smart city odgrywa inteligentna logistyka, której celem jest usprawnianie procesów logistycznych, zwiększenie efektywności oraz poprawa jakości usług świadczonych mieszkańcom miast (Banaszyk i in., 2021: 55). To innowacyjne podejście do zarządzania procesami logistycznymi wykorzystuje zaawansowane technologie, takie jak sztuczna inteligencja, Internet rzeczy (IoT) i analiza danych (Wodnicka, 2019; Douaiou i in., 2018). Wpływ inteligentnej logistyki na smart city jest niezwykle istotny. Inteligentna logistyka umożliwia lepsze wykorzystanie zasobów. Ponadto, dzięki monitorowaniu i analizie danych, można szybko reagować na zmiany wpływające na działanie systemów w ramach koncepcji smart city. W rezultacie inteligentna logistyka przyczynia się do tworzenia bardziej zrównoważonych i efektywnych miast, które są przyjazne dla środowiska, konkurencyjne gospodarczo i komfortowe dla mieszkańców. Dlatego też rozwój inteligentnej logistyki powinien być priorytetem w ramach koncepcji smart city.

Celem autorów niniejszego rozdziału jest przedstawienie istoty inteligentnej logistyki i zaprezentowanie, przy wykorzystaniu praktycznych przykładów, jej obecności w systemach wdrażanych pod hasłem smart city. W związku z tym poddano ocenie wybrane polskie miasta. W ramach przeprowadzonej analizy skupiono się na identyfikacji zaimplementowanych lub planowanych do wdrożenia przez miasta inteligentnych rozwiązań wspieranych systemami logistycznymi. Do analizy wykorzystano dane zastane pochodzące z raportów miast oraz ogólnodostępnych witryn samorządowych.

Koncepcja smart city w teorii nauk społecznych

Z uwagi na interdyscyplinarność terminu „smart city” brak jest jednej uniwersalnej definicji określającej, czym jest inteligentne miasto. Rozważania nad tym konceptem prowadzone są zarówno w literaturze przedmiotu, jak i z perspektywy biznesowej. Jak wynika z przeglądu literatury, badacze często posługują się terminami pokrewnymi (zob. Tabela 1).

Analiza dostępnych źródeł pozwala na stwierdzenie, że niektóre z definicji bardziej skupiają się na nowych technologiach, które mają znaczenie w procesie powstawania smart city, inne natomiast podkreślają logistyczne znaczenie funkcjonalności miast,

w tym zadań, jakie realizują w kontekście smart poprzez zaangażowanie kapitału społecznego w miejskie inwestycje. Stąd też samo słowo „inteligentny” w terminie smart city może odnosić się do inteligentnych systemów teleinformatycznych bazujących na nowych technologiach typu sztuczna inteligencja czy big data, do logistyki miejskiej i sposobu zarządzania miastem¹, do jego rozwoju w kontekście zrównoważonego rozwoju, a także do wymiaru społecznego.

Tabela 1. Terminy pokrewne pojęcia „inteligentne miasto” spotykane w literaturze przedmiotu

Termin	Autor
Miasto cyfrowe – digital city	Yovanof, Hazapis, 2009: 445–463; Katz, Bradley, 2013; Caragliu i in., 2011
Miasto inteligentne – intelligent city	Harrison i in., 2010: 350–365
Miasto kreatywne – creative city	Hall, 2000: 639–649
Miasto wiedzy – knowledge city	Carrillo, 2004: 28–46
Zielone miasto – green city	Zygiaris, 2013: 220–221

Źródło: opracowanie własne.

Termin „miasto inteligentne” oznacza miasto posiadające pewną zdolność intelektualną, która odnosi się do innowacyjnych socjotechnicznych i społeczno-ekonomicznych aspektów rozwoju (Katz, Bradley, 2013; Caragliu i in., 2011), w tym do racjonalizacji zarządzania zasobami miejskimi, poprawy efektywności logistyki miejskiej, zapewnienia zrównoważonego rozwoju (Szewc, 2020: 89).

Wśród aspektów miasta inteligentnego wymienia się m.in. kooperacje pomiędzy mieszkańcami, władzami miasta, biznesem, światem kultury i nauki w celu uzyskania efektu synergii (Korneluk i in., 2019) oraz stosowanie nowoczesnych technologii w procesach zarządzania miastem, ułatwiających współpracę i koordynację działań rozwoju obszarów miejskich dzięki tworzeniu warunków, w których te nowe technologie i istniejące praktyki lokalne mogą się wzajemnie uzupełniać (Mora i in., 2021: 3).

Inteligentne miasta wymagają stałego tworzenia i przekształcania przestrzeni swobodnego działania podmiotów lokalnych, a równocześnie niezbędnego porządkowania procesów rozwoju (Budziński i in., 2022: 22). W odniesieniu do smart city wyróżnia się cztery etapy rozwoju określane jako: Smart City 1.0, Smart City 2.0, Smart City 3.0 (Komninos, 2019) i Smart City 4.0 (ESI Thoughtlab, 2021: 58).

1 Mowa o strategii rozwoju stawiającej na kreatywność, otwartość na innowacje i elastyczność, rozumianą jako umiejętność szybkiego dostosowywania się do uwarunkowań zewnętrznych i wewnętrznych.

Tabela 2. Rozwój smart city – etapy

Koncepcja	Charakterystyka
Smart City 1.0 Miasto inspirowane dostępnymi technologiami	Odnosi się do inteligentnych miast w najwcześniejszej fazie ich tworzenia, twórcy technologii zachęcają miasta do ich adaptowania oraz wdrażania różnych rozwiązań teleinformatycznych, niezależnie od tego, czy są one potrzebne miastom, czy też nie. Często miasta nie są również przygotowane do użycia nowych technologii oraz do właściwej oceny tego, jak mogą one wpłynąć na efektywność funkcjonowania miejscowości, a także jakość życia mieszkańców
Smart City 2.0 Miasto z decydującą rolą administracji	Rolę w inicjowaniu zmian i wdrażaniu nowych rozwiązań z wykorzystaniem nowoczesnych technologii odgrywa administracja publiczna i władza lokalna, a nie przedsiębiorstwa oferujące nowe technologie. W tej generacji technologia zrównuje się z czynnikiem ludzkim, który decyduje o rodzaju technologii, z których chce korzystać. Chodzi głównie o projekty stosujące big data, sztuczną inteligencję czy Internet rzeczy, mające na celu rozwiązanie problemów występujących w mieście oraz poprawienie jakości życia mieszkańców
Smart City 3.0 Miasto korzystające z twórczego zaangażowania mieszkańców	Nadal ważną rolę odgrywają najnowsze rozwiązania technologiczne, jednak zmienia się rola władz lokalnych w tworzeniu inteligentnych miast. Włodarze koncentrują się głównie na tworzeniu przestrzeni i wykorzystaniu różnorodnego potencjału mieszkańców oraz ich aktywnym udziale w poprawie jakości życia w miastach, z uwzględnieniem kwestii sprawiedliwości społecznej, edukacji i ekologii. Przykładem mogą być budżety obywatelskie, w których to obywatele decydują o inwestycjach z budżetu miasta. Władze miasta tworzą strategie, w których zagadnienia społeczne, ekologiczne oraz ekonomiczne stanowią główne aspekty
Smart City 4.0 Miasto wypełniające cele zrównoważonego rozwoju i stawiające na współpracę międzysektorową	Najbardziej zaawansowany poziom rozwoju miast. Inteligentne miasta czwartej generacji, poza tym, że posiadają cechy poprzednich faz, są też mocno skupione na realizowaniu celów zrównoważonego rozwoju ONZ oraz aktywnie współpracują z podmiotami publicznymi i prywatnymi ze względu na większą efektywność i nowe metody finansowania. Uznaje się, że takie miasta będą zaawansowane w swojej cyfrowej transformacji, w pełni zrównoważone i wykwalifikowane w nowych sposobach prowadzenia biznesu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Hussain i in., 2021; Lis i in., 2021; Korneluk i in., 2019: 8; ESI Thoughtlab, 2021: 58.

Rozwój inteligentnych miast jest określany jako nowy paradygmat, który ma za zadanie zwiększyć wydajność usług i jakość życia przy jednoczesnym zminimalizowaniu negatywnego wpływu miast na środowisko naturalne. Takie podejście wymaga podjęcia wielu działań oraz inwestycji w zakresie sześciu głównych filarów: gospodarka (Smart Economy), komunikacja i transport (Smart Mobility),

środowisko (Smart Environment), ludność i mieszkańcy (Smart People), jakość życia (Smart Living), zarządzanie (Smart Governance) (zob. Tabela 3) (Giffinger i in., 2007; Stawasz, Sikora-Fernandez, 2016; Szelągowska, 2017).

Tabela 3. Sześć głównych filarów smart city

Filar	Charakterystyka
Gospodarka (<i>Smart Economy</i>)	Jest wysoce wydajna i zaawansowana technologicznie w związku z implementacją technologii ICT; w jej ramach rozwijane i wprowadzane są nowe produkty i usługi oraz nowe modele biznesowe; sprzyja nawiązywaniu lokalnych i globalnych powiązań oraz międzynarodowej wymianie dóbr, usług i wiedzy
Komunikacja i transport (<i>Smart Mobility</i>)	Inteligentne miasto łączy mobilność tradycyjną, którą zapewnia infrastruktura komunikacyjna, tj. ulice, drogi, parkingi, jak również dostępność komunikacyjną w świecie wirtualnym; wyróżnia się łatwością dostępu do infrastruktury, inteligentnymi sieciami transportowymi
Środowisko (<i>Smart Environment</i>)	Odnosi się do zrównoważonego wykorzystania zasobów, czyli oszczędnego gospodarowania zasobami naturalnymi, co przekłada się na zwiększenie stopnia wykorzystania odnawialnych źródeł energii; dąży do zoptymalizowania kosztów środowiskowych poprzez sterowanie sieciami elektroenergetycznymi, wodociągowymi, oświetleniem ulic i innymi usługami publicznymi; jednym z celów jest renowacja starych budynków w celu zmniejszenia ich energochłonności
Ludność i mieszkańcy (<i>Smart People</i>)	Mowa o wysokiej jakości kapitale społecznym, którego tworzenie jest możliwe w warunkach społecznego zróżnicowania, tolerancji, kreatywności i zaangażowania; wykształcenie mieszkańców oraz ich wiedza przekładają się na przedsiębiorczość, inicjatywy oddolne, ich większe ambicje, a w konsekwencji na większą zamożność
Jakość życia (<i>Smart Living</i>)	Miasto inteligentne cechuje się wysoką jakością życia, która oznacza bezpieczne i zdrowe życie w mieście; tworzy przyjazne warunki do życia, dbając o tereny zielone i stan środowiska, oraz zapewnia szeroki dostęp do usług publicznych; oferuje wysoki poziom oświaty, bogatą ofertę kulturalno-rozrywkową; zapewnia dostęp do infrastruktury ICT, technicznej i społecznej
Zarządzanie (<i>Smart Governance</i>)	Inteligentne zarządzanie publiczne, w którym istotną rolę odgrywają m.in. partycypacja społeczna w podejmowaniu decyzji, transparentność działania, jakość i dostępność usług publicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Czupich i in., 2016: 224–225; Stawasz i in., 2012: 100; Muraszkiewicz, 2016: 54.

Obecnie miasto określane jest mianem smart wtedy, gdy podejmuje inwestycje w kapitał ludzki i społeczny oraz infrastrukturę komunikacyjną (tradycyjną – transport i nowoczesną – ICT), a także aktywnie propaguje zrównoważony rozwój gospodarczy i wysoką jakość życia, w tym racjonalnie gospodaruje zasobami

naturalnymi przy udziale partycypacji obywatelskiej (Rudewicz, 2019: 198; Caragliu i in., 2011). Smart city powinno ułatwiać życie mieszkańcom poprzez implementację inteligentnych rozwiązań zarówno w zakresie przeznaczonych dla nich usług, jak i produktów (Szołtysek, 2018). Niewątpliwie znaczenie mają nowe technologie, które z jednej strony ułatwiają realizację usług, z drugiej natomiast stanowią impuls do tworzenia innowacji w tym zakresie (Wodnicka, 2021: 53).

Nieodzownym elementem smart city jest logistyka, którą w tym kontekście można określić mianem inteligentnej logistyki miejskiej (pojęcie inteligentnej logistyki determinowane jest poziomem technologii ICT). Inteligentne miasto musi odpowiednio łączyć kapitał społeczny, organizację oraz infrastrukturę techniczną, w tym systemy transportowe i teleinformatyczne, aby tworzyć najdogodniejsze warunki funkcjonowania w nim, w czym dużą rolę odgrywa właśnie logistyka².

Wymiarem inteligencji miasta w rozumieniu logistyki są niewątpliwie obszary działania związane z jakością życia, bezpieczeństwem, mobilnością czy infrastrukturą. Logistyka jest kwintesencją wielu składowych, w tym nowoczesnego zarządzania operacyjnego, gospodarowania dobrami (w kontekście efektywnego ich wykorzystania), świadczenia usług infrastrukturalnych i społecznych w celu podnoszenia efektywności działania przy jednoczesnej koncentracji na potrzebach obecnych i przyszłych pokoleń i poszanowaniu wysoko cenionych wartości ekonomicznych, społecznych i środowiskowych.

Proces rozwoju miasta w kierunku smart niesie ze sobą wiele korzyści zarówno dla zarządzających miastem, jak i jego mieszkańców, ale również wiele wyzwań – głównie w zakresie tworzenia strategii, mających na celu optymalizację równoczesnego wdrażania inteligentnych systemów zasilania (utrzymanie sieci), inteligentnych systemów logistyczno-transportowych (zarządzanie łańcuchem usług i dostaw), a także inteligentnych systemów racjonalizacji zużycia zasobów miast (ochrona środowiska, gospodarka odpadami i ściekami, emisja CO₂, zużycie wody) oraz poprawę jakości życia (odpowiednia infrastruktura, łatwość przemieszczania się, bezpieczeństwo, zdrowie) i rozwoju mieszkańców (szkolnictwo, kultura).

Założenia metodologiczne badań

Idea koncepcji inteligentnego miasta staje się coraz bardziej powszechna wśród włodarzy miast również w Polsce. Według raportu ThinkCo, zatytułowanego *Innowacyjne miasta. Życie, praca i mieszkanie jutra* (2023), w Polsce w 2017 r. aż 64% mieszkańców miast oraz 63% przedstawicieli samorządów uważało, że ich

2 Obecnie logistyka wykorzystuje nowoczesne systemy zarządzania i przekazywania informacji wspierane nowymi technologiami, typu Internet rzeczy czy sztuczna inteligencja, co w znaczącym stopniu wpływa na lepszą komunikację oraz poprawia efektywność działań i realizowanych procesów.

miasto posiada pojedyncze rozwiązania wpisujące się w koncepcję inteligentnego miasta, a 33% badanych samorządowców było przekonanych, że ich miasto jest zaawansowane technologicznie oraz ma wdrożone liczne rozwiązania z zakresu smart city. Twierdzenie to jednak zostało potwierdzone tylko przez 8% ankietowanych mieszkańców, co może oznaczać, że podejmowane przez miasta wydatki inwestycyjne w przedmiotowej sprawie, głównie ich wysokość, nie wpłynęły znacząco na poprawę jakości życia. Według ESI Thoughtlab (2021) polskie miasta nie podejmują żadnych pionierskich wysiłków w zakresie rozwiązań smart cities, a w skali świata wypadają przeciętnie, choć nie najgorzej. Informacja ta zainspirowała autorów tego rozdziału do przeprowadzenia analizy zgodnie z ideą smart city, skupiającej się na rozwiązaniach z zakresu logistyki.

Opis przykładów smart city jest ugruntowany w literaturze przedmiotu, jednak należy podkreślić, że cały czas pojawiają się nowe rozwiązania, uznawane za inteligentne i implementowane na terenach miast, które warto uwzględnić w analizach. Dotyczy to również logistyki. Dlatego też autorzy niniejszego rozdziału jako cel swoich badań wybrali przedstawienie istoty inteligentnej logistyki i zaprezentowanie jej aktualnych rozwiązań w systemach wdrażanych w ramach koncepcji smart city, przy użyciu praktycznych przykładów z polskich miast.

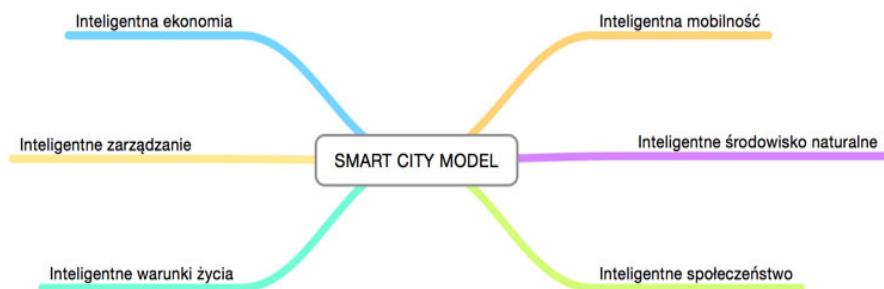
Do analizy zostały wybrane miasta z Polski. Za kryterium wyboru danego miasta uznano uzyskanie przez nie certyfikatu smart city lub pojawienie się w najpopularniejszych rankingach światowych dotyczących tej koncepcji. W związku z tym wybrano cztery miasta. Wrocław, Kraków i Warszawa często występują w najpopularniejszych światowych rankingach smart city: IMD-SUTD Smart City Index, Kearney Global Cities Index oraz IESE Cities in Motion Index. Gdańsk jako jedno z pierwszych miast w kraju w 2017 r. otrzymał wydawany przez kanadyjską organizację World Council on City Data (ECCD) certyfikat smart city, który ocenia poziom zarządzania usługami miejskimi i jakością życia jako zgodny z normą ISO 37120 – „Zrównoważony rozwój społeczny. Wskaźniki usług miejskich i jakości życia”. Należy też wspomnieć, że Warszawa otrzymała w 2019 r. platynowy certyfikat nadany przez tę samą organizację na podstawie tego samego międzynarodowego standardu ISO 37120.

Implementacje rozwiązań inteligentnej logistyki w koncepcji smart city na przykładzie wybranych polskich miast zostały zaprezentowane w podrozdziale zatytułowanym *Miejsce inteligentnej logistyki w koncepcji smart city*.

Modele i kryteria pomiaru smart city

Dowodem na wzrastające zainteresowanie ideą miasta inteligentnego są działania różnych instytucji, firm oraz naukowców w kontekście tworzenia modeli pozwalających na analizę i mierzenie zjawiska smart city. Modele te identyfikują zarówno obszary, jak i wskaźniki, według których przeprowadzana jest analiza.

Jednym z uznawanych modeli jest Smart City Model, który wskazuje, że inteligentne miasta opierają się na sześciu filarach. Wykorzystywany jest w ocenie i rankingu miast europejskich. Powstał w 2007 r. w ramach projektu European Smart Cities (ESC). Jego twórcą jest m.in. R. Giffinger z Vienna University of Technology. Obecnie dostępna jest już czwarta odsłona modelu inteligentnego miasta, tzw. wersja 4.0 (2015), w której zdefiniowano 90 wskaźników oceny dla sześciu filarów (TUWIEN, dostęp: 4.01.2024).



Rysunek 1. Model Smart City wg projektu European Smart Cities

Źródło: Designforall.pl (2015).

Kolejnym modelem jest Smart City Wheel. Jego twórca, B. Cohen, podobnie jak wspomniany R. Giffinger, zaproponował sześć głównych filarów: inteligentna gospodarka, inteligentne środowisko, inteligentne zarządzanie, inteligentne życie, inteligentna mobilność oraz inteligentni ludzie. Modele te odróżnia jednak lista czynników i wskaźników (Lekamge, Marasinghe, 2013).

Trochę inne podejście proponują T. Nam i T. Pardo (2011: 286), którzy wskazują na trzy główne filary smart city. Po pierwsze, technologiczne (infrastrukturę techniczną, inteligentne technologie – smart technologies, technologie mobilne, wirtualne sieci połączeń cyfrowych – digital networks); po drugie, społeczne (gdzie znaczenie ma infrastruktura społeczna i kapitał społeczny); po trzecie, instytucjonalne (współrządzenie – governance, polityka oraz uwarunkowania prawne). Podział ten jest o tyle ciekawy, że szeroko omawia aspekty technologiczne wraz z wyszczególnieniem intelligent city, które ma być jednym z elementów smart city.

Klasyczny pomiar poziomu inteligencji miasta proponują N. Komninos oraz E. Sefertzi (2009), grupując wskaźniki w cztery filary, co prezentuje Tabela 4.

Tabela 4. Wskaźniki pomiaru poziomu inteligencji miasta

Filar	Wskaźniki
Edukacja i umiejętności	Dotyczą udziału osób z wykształceniem wyższym, kształcenia ustawicznego, udziału absolwentów, udziału pracowników naukowych w praktyce gospodarczej, ich udziału w sektorach publicznym i prywatnym, zatrudnienia w sektorze wysokich technologii (w przemyśle i usługach) i średnich technologii (w przemyśle), udziału zatrudnionych w przemysłach kreatywnych
Instytucje wiedzy i innowacji	Udział studentów w ogólnej liczbie ludności, liczba pracowników uniwersyteckich na 1 mln ludności, wydatki na badania i rozwój jako procent PKB (w podziale na publiczne i prywatne), wydatki na licencje, liczba inkubatorów, parków naukowo-technologicznych i centrów transferu technologii i innowacji na 1 mln ludności, udział funduszy typu venture capital w funduszach ogółem
Infrastruktura cyfrowa i e-usługi	Ilość sieci kablowej, czyli okablowanie miasta siecią Wi-Fi, siecią xDSL, liczba komputerów na 1 mln ludności, udział ludności podłączonej do Internetu, w tym podłączenia szerokopasmowe, udział osób korzystających z e-administracji, udział przedsiębiorstw posiadających własną stronę internetową, udział przedsiębiorstw wykorzystujących formy sprzedaży B2B i B2C, dostawcy usług cyfrowych jako procent firm z branży ICT
Osiągnięcia związane z innowacyjnością	Określają liczbę wniosków patentowych złożonych do Europejskiego Urzędu Patentowego przypadającą na 1 mln ludności, nowe marki handlowe na 1 mln ludności, udział innowacyjnych przedsiębiorstw jako procent przedsiębiorstw przemysłowych oraz jako procent przedsiębiorstw usługowych, udział przedsiębiorstw posiadających własny dział B+R, udział nowo wprowadzanych na rynek produktów w ogólnej sprzedaży, udział nowych dla przedsiębiorstwa produktów jako procent obrotów, udział nowo tworzonych firm jako procent przedsiębiorstw, udział eksportu zaawansowanych technologicznie produktów i usług jako procent wartości eksportu ogółem

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Komninos, Sefertzi, 2009.

Kolejny z wybranych modeli to koncepcja dojrzałości miasta inteligentnego, stworzona przez stowarzyszenie Scottish Cities Alliance. Smart Cities Maturity Model uwzględnia dojrzałość w pięciu wymiarach (filarach). Podkreśla wykorzystanie technologii oraz istotę gromadzenia danych w rozwoju miasta. Skupia się głównie na rozwoju zarządzania miastem oraz jego elementach, pomijając potrzeby mieszkańców w zakresie ich rozwoju, kreowania jakości środowiska, w którym żyją, czy ich zdrowia (Tabela 5).

Tabela 5. Smart Cities Maturity Model

Filar (wymiar)	Charakterystyka miasta inteligentnego
Cele strategiczne	Inteligentne miasta mają strategię i wiedzę, w jaki sposób inwestycje w dane i technologie cyfrowe umożliwiają obsługę reform i współpracy partnerskiej
Dane	Inteligentne miasta odnoszące sukcesy skutecznie wykorzystują swoje zasoby danych, by zapewnić lepsze wyniki. Inwestują w dane ogólnosystemowe, ich integrację i analizy. Stawiają na przejrzystość danych i innowacyjność
Technologie	Inteligentne miasta inwestują w otwarte, elastyczne, zintegrowane i skalowalne architektury ICT umożliwiające przyspieszoną obsługę wielu procesów. Stawiają na innowacje, takie jak zautomatyzowany i działający w czasie rzeczywistym system przepływu informacji, co daje możliwości dynamicznej reakcji
Zarządzanie i sposoby dostarczania usług	Skuteczne inteligentne miasta łączą tradycyjne modele organizacyjne z nowoczesnymi rozwiązaniami, aby wykorzystać możliwości, jakie dają dane i technologie cyfrowe w podnoszeniu jakości usług. Inwestują w ogólnosystemowe modele partnerstwa, koncentrując się na wspólnych wynikach
Mieszkańcy i zaangażowanie biznesowe	Inteligentne miasta najlepiej wykorzystują dane i technologie cyfrowe, aby inwestować w większą otwartość i przejrzystość. Są proaktywne w poprawie absorpcji usług cyfrowych, przy jednoczesnym wspieraniu wykluczonych cyfrowo. Angażują mieszkańców i biznes do wspólnego korzystania z technologii i tworzenia przejrzystej bazy danych

Źródło: Smart Cities Maturity Model and Self-Assessment Tool, 2014: 10.

W praktyce można spotkać wiele propozycji oceny potencjału i rozwoju miast. Wśród nich jest np. Global City Index (GCI) prezentowany przez przedsiębiorstwo AT Kearney. Innym przykładem jest Global Power City Index (GPCI), opracowany przez Instytut Strategii Miejskich Mori Memorial Foundation w Tokio. Kolejnym indeksem jest IESE Cities in Motion Index przygotowany przez szkołę biznesu Uniwersytetu Nawarry (IESE, 2022; The Mori Memorial Foundation, 2023; AT Kearney, 2022). Jak wynika z Tabeli 6, indeksy te różnią się liczbą analizowanych obszarów oraz wskaźników.

Tabela 6. Przykłady indeksów oceny rozwoju miast

Global City Index (GCI)	Global Power City Index	IESE Cities in Motion Index
Gospodarka – wskaźniki związane z gospodarką miasta, takie jak PKB per capita, bezrobocie, wzrost gospodarczy, liczba miejsc pracy, inwestycje zagraniczne itp.	Gospodarka – ta kategoria ocenia gospodarczą pozycję miasta, w tym PKB, inwestycje, międzynarodowe korporacje oraz znaczenie miasta jako centrum biznesowego i finansowego; ryzyko klęski żywiołowej.	Gospodarka – plany rozwoju gospodarczego miasta, rozwój klastrów, innowacyjność i poziom technologiczny, rozwój przedsiębiorczości, liczba spółek giełdowych, dochody, płace, łatwość zakładania działalności gospodarczej.

Global City Index (GCI)	Global Power City Index	IESE Cities in Motion Index
Jakość życia – ocena jakości życia mieszkańców, uwzględniająca takie czynniki jak dostęp do edukacji, opieki zdrowotnej, kultury, rekreacji, mieszkań, infrastruktury, bezpieczeństwa itp. Środowisko i zrównoważony rozwój – wskaźniki związane z ochroną środowiska, emisją gazów cieplarnianych, zielonymi przestrzeniami, transportem publicznym i innymi aspektami zrównoważonego rozwoju. Edukacja i badania – ocena systemu edukacyjnego, dostępności uczelni wyższych, badań naukowych i innowacji w mieście. Kultura i rozrywka – wartość kulturalna, liczba muzeów, teatrów, imprez kulturalnych oraz dostępność opcji rozrywkowych. Biznes i inwestycje – warunki dla przedsiębiorczości, dostępność biur, centra finansowe, poziom innowacyjności i wiele innych. Infrastruktura technologiczna – stopień zaawansowania technologicznego, dostęp do szerokopasmowego Internetu, rozwój technologii informacyjnych	Aktywność kulturalna – ocena kulturalnej atrakcyjności miasta, w tym dostępność muzeów, teatrów, koncertów, wystaw i innych wydarzeń kulturalnych. Badania i rozwój – wartość badań naukowych prowadzonych w mieście, dostępność uczelni wyższych, jakość badań i innowacji, liczba start-upów. Warunki życia – jakość życia, w tym koszty życia, bezpieczeństwo, dostępność usług medycznych/lekarzy, elastyczność zatrudnienia i klimat pracy. Dostępność – dostępność do transportu publicznego i lotniska, komfort transportu, w tym czas dojazdów; łatwość poruszania się (np. taxi, rower). Środowisko – jakość środowiska i powietrza, gospodarka odpadami, emisja CO₂, ilość zieleni miejskiej, stawki za energię odnawialną	Spójność społeczna – odnosi się do harmonii społecznej. Uwzględnia imigrację, rozwój społeczności, opiekę nad osobami starszymi, zdrowie i efektywność systemu, bezpieczeństwo publiczne, możliwość zatrudnienia, równość płci względem stanowisk, włączenie społeczne. Zarządzanie – poziom uczestnictwa obywateli w decydowaniu o rozwoju miasta, czyli zdolność władz do angażowania liderów biznesu i aktorów lokalnych, wdrażanie planów i rozwój e-administracji, wskaźnik kapitału ludzkiego w sektorze publicznym, poziom korupcji, inwestycje. Planowanie przestrzenne – plany zagospodarowania przestrzennego, tereny zielone, przestrzenie użytku publicznego, polityka mieszkaniowa. Technologia – rozwój techniczny w mieście poprzez technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT). Liczy się odsetek gospodarstw domowych posiadających dostęp do Internetu, wskaźnik penetracji telefonów komórkowych, poziom usług telefonii stacjonarnej i Internetu szerokopasmowego. Środowisko naturalne – efektywna gospodarka energią, wodą i odpadami, przeciwdziałanie zanieczyszczeniom CO₂, wsparcie dla budynków zielonych i alternatywnych źródeł energii. Transport i mobilność – ułatwianie podróżowania i dostęp do usług publicznych. Ważny jest stan i liczba dróg oraz tras, infrastruktura, flota pojazdów, transport publiczny, dostęp do lotniska. Profil międzynarodowy – rozwój turystyki, inwestycje zagraniczne. Wśród wskaźników są: lotniska, liczba pasażerów, liczba hoteli w mieście oraz liczba spotkań i kongresów międzynarodowych. Kapitał ludzki – miasto posiadające inteligentne zarządzanie musi być w stanie przyciągnąć i zatrzymać talenty, tworzyć i poprawiać edukację, wspierać kreatywność oraz badania naukowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: IESE, 2022: 5–22; The Mori Memorial Foundation, 2023: 2–3; AT Kearney, 2022.

Instytucją międzynarodową, która podjęła temat rozwoju inteligentnych miast i ich oceny, jest Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna ISO. World Council on City Data (WCCD, dostęp: 8.12.2023) stworzył normę ISO 37120 „Sustainable development of communities indicators for city services and quality of life”, która prezentuje zestaw wskaźników do mierzenia i kontrolowania poziomu rozwoju miast pod kątem społecznym, gospodarczym oraz środowiskowym. Wskaźniki zostały podzielone na 17 grup tematycznych: Economy (Gospodarka), Education (Edukacja), Energy (Energia), Environment (Środowisko), Finance (Finanse), Fire and emergency response (Zarządzanie kryzysowe), Governance (Zarządzanie), Health (Zdrowie), Recreation (Rekreacja), Safety (Bezpieczeństwo), Shelter (Bezdomność), Solid waste (Odpady stałe), Telecommunication and innovation (Telekomunikacja i innowacje), Transportation (Transport), Urban planning (Planowanie przestrzenne), Wastewater (Ścieki), Water and sanitation (Woda). Łączna liczba wskaźników dla tych filarów wynosi 100, w tym 46 to tzw. wskaźniki rdzeniowe, a 64 – wskaźniki wspierające (Ciupa, 2016).

Metod i modeli badań koncepcji miasta inteligentnego jest wiele. Wybór konkretnego modelu zależy od dostępności danych niezbędnych do przeprowadzenia analizy. W każdym ze wskazanych powyżej filarów istnieje możliwość zdefiniowania co najmniej kilku kryteriów, na podstawie których można w bardziej lub mniej zawiły sposób oceniać poziom inteligencji miasta.

Miejsce inteligentnej logistyki w koncepcji smart city

Inteligentna logistyka to pojęcie, które pojawiło się wraz z rozwojem nowych technologii informacyjno-komunikacyjnych (Przemysł 4.0 i Przemysł 5.0). W odróżnieniu od tradycyjnej logistyki, która nie ma jasnych celów rozwojowych i koncentruje się na korzyściach krótkoterminowych (Wu i in., 2020), stosuje proaktywne podejście do obsługi logistycznej, czyli takie, które wyprzedza potrzeby klienta i jego decyzje, przyczynia się do poprawy jakości życia i bezpieczeństwa oraz do efektywnego i prośrodowiskowego wykorzystania zasobów gospodarczych. Odgrywa dość istotną rolę w całym ekosystemie, gdyż wnosi nie tylko znaczący wkład w wyniki gospodarcze, ale także ma znaczenie w aspektach środowiskowych i społecznych (Wodnicka, Królikiewicz, 2024: 606). Umożliwia korzystanie z dóbr i usług wielu ludziom, proponując bogatszą ofertę, również w kontekście ceny, co tym samym zwiększa swobodę wyboru, pozwala także minimalizować szkody środowiskowe z tytułu konsumpcji owych dóbr (Banaszyk i in., 2021: 55).

Inteligencja w tym przypadku odnosi się do takich aspektów jak elastyczność, zdolność adaptacji i proaktywność, które można osiągnąć poprzez implementację nowych technologii. Należą do nich: Internet rzeczy (IoT), big data, sztuczna inteligencja (AI), blockchain, przetwarzanie w chmurze (Wodnicka, 2019; Douaiou i in., 2018). Można również wymienić inteligentne urządzenia, które umożliwiają

realizację działań z zakresu logistyki, takie jak: czujniki, pojazdy autonomiczne, drony, roboty (Han, 2020: 36–37).

Inteligentna logistyka w obszarze funkcjonowania miasta nie jest ustaloną i określoną koncepcją. Determinowana jest wieloma czynnikami, w tym wielkością miasta, jego wizją i kondycją finansową, położeniem geograficznym czy panującym klimatem inwestycyjnym. Można ją określić jako proces ewoluujący, dynamiczny, który generuje pozytywne pętle sprzężenia zwrotnego w zakresie poprawy wydajności zarówno systemów logistycznych, jak i różnych elementów systemu miejskiego. Stąd też wymaga holistycznego i systemowego podejścia, które nie tylko zakłada implementację nowych technologii, inteligentnych produktów i usług, lecz także angażuje wiele zainteresowanych stron z sektora publicznego, prywatnego i społeczeństwa obywatelskiego w celu optymalizacji operacji logistycznych i procesów realizowanych na obszarach miejskich, by zapewnić korzyści interesariuszom (Tabela 7).

Tabela 7. Korzyści dla interesariuszy

Interesariusze	Korzyści
Klienci/mieszkańcy	Inteligentna logistyka może zapewnić większy wybór inteligentnych usług realizowanych przez miasto, ich niezawodność, jakość i wydajność, łatwy i wygodny dostęp do nich, a także przystępność cenową. Mowa tu np. o: transporcie, energii, gospodarce wodno-ściekowej, gospodarce odpadami, opiece zdrowotnej, edukacji i bezpieczeństwie publicznym
Podmioty gospodarcze	Inteligentna logistyka może obniżyć koszty funkcjonowania, stworzyć nowe możliwości w zakresie wykorzystania innowacji, umożliwić efektywne przemieszczanie/dostarczanie produktów i usług czy przetwarzanie informacji, co w efekcie przełoży się na zwiększoną elastyczność operacyjną, zadowolenie i lojalność klientów/pracowników
Włodarze miasta	Inteligentna logistyka może wspierać planowanie i zarządzanie miastem, racjonalne gospodarowanie zasobami, zmniejszać negatywny wpływ na środowisko, poprawić komfort życia w mieście i bezpieczeństwo publiczne, a także promować równość społeczną i włączenie społeczne w zarządzanie miastem

Źródło: opracowanie własne.

Inteligentna logistyka niewątpliwie wpisuje się w koncepcję smart city, wspomagając rozwój inteligentnego miasta w poszczególnych obszarach (Tabela 8). Oznacza ona dobre wykorzystanie informacji i inteligentnych technologii, aby skutecznie osiągać synergii z innymi systemami gospodarczymi i społecznymi.

Tabela 8. Wybrane obszary smart city wspierane przez inteligentną logistykę

Obszar	Zastosowanie inteligentnej logistyki
Smart mobility	Celem inteligentnego transportu poza usprawnianiem ruchu i komunikacji jest także rozbudowa infrastruktury z zastosowaniem najnowszych rozwiązań ICT, tworzenie inteligentnych ofert mobilności, wykorzystywanie różnorodnych cyfrowych rozwiązań, takich jak np. smart parking, car-pooling, trip planning, car-sharing, bike-sharing, MaaS (Mobility-as-a-Service), ride-hailing czy też micro mobility. To także rozwijanie i wdrażanie rozwiązań opartych na technologii inteligentnych systemów łączności i transmisji danych (IST) lub inteligentnych systemów transportowych (ITS). Głównym celem jest wspomaganie, kontrola i zarządzanie procesami w transporcie oraz poprawa dynamicznego zarządzania ruchem
Smart environment	Zastosowanie znajduje m.in. w gospodarce odpadami. Korzystanie z inteligentnych systemów gospodarki odpadami zwiększa efektywność zbierania odpadów i przyczynia się do redukcji emisji dzięki efektywniejszemu planowaniu tras odbioru odpadów z zapelnionych pojemników w gęsto zabudowanych obszarach mieszkalnych. Zarządzanie dystrybucją wody w celu optymalizacji jej wykorzystania – w czasie rzeczywistym monitoruje stan sieci wodno-kanalizacyjnych oraz generuje alerty w celu wykrycia nieprawidłowości w funkcjonowaniu sieci wodociągowo-kanalizacyjnej. Tworzenie inteligentnych i przyjaznych dla środowiska systemów transportu, a tym samym ograniczanie negatywnego wpływu na środowisko możliwe jest dzięki wprowadzeniu środków transportu publicznego, które są energooszczędne i minimalizują emisję gazów cieplarnianych
Smart economy	Niezawodne i nieprzerwane dostawy energii zwiększają efektywność i ograniczają negatywny wpływ paliw kopalnych na środowisko. Inteligentne systemy energetyczne zaspokajają zapotrzebowanie na energię z OZE i zwiększają możliwości odbioru energii od prosumentów. System ten opiera się na budowie infrastruktury inteligentnych technologii w następujących obszarach: monitorowania, diagnostyki i kontroli zużycia energii; gromadzenia i analizowania danych w celu określenia zapotrzebowania na energię i optymalizacji zużycia energii; rozpraszania źródeł wytwarzania energii i budowy inteligentnych sieci integrujących zasoby odnawialne i nieodnawialne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Zaheer i in., 2019; Vishnu i in., 2021; Behrendt, 2019; O'Dwyer i in., 2019; Gupta i in., 2020.

Obecna w systemach smart city inteligentna logistyka, oparta na innowacyjnych technologiach, wykorzystując analizę danych, umożliwia samorządom bezpośrednią interakcję zarówno ze społecznością, jak i z szeroko rozumianą infrastrukturą. Pozwala również na monitorowanie, w czasie rzeczywistym, różnych elementów i obszarów funkcjonowania miast bez znaczącej interwencji człowieka. Zapewnia to wyższą efektywność operacji logistycznych. Oferowane usługi gwarantują

optymalizację funkcji miasta przy jednoczesnej poprawie jakości życia obywateli oraz umożliwiając dążenie do wzrostu gospodarczego.

Tabele 9–12 zawierają przykłady stosowania rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki, które wspierane są przez nowoczesne technologie. Odnoszą się one do trzech filarów smart city: środowiska, gospodarki i mobilności, opisanych w Tabeli 8. Każda z tabel prezentuje rozwiązania dla wybranego miasta. W Tabeli 9 zaprezentowano wybrane obszary smart city i przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki w Warszawie. Tabela 10 prezentuje rozwiązania zaimplementowane we Wrocławiu. W kolejnej tabeli opisano rozwiązania dla Gdańska. Tabela 12 natomiast przedstawia rozwiązania z zakresu inteligentnej logistyki w Krakowie.

Tabela 9. Wybrane obszary smart city i przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki w Warszawie

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
Smart mobility	- Veturilo – to system rowerów miejskich, obecnie w Warszawie znajduje się 328 stacji rowerów miejskich, do dyspozycji mieszkańców jest 3295 pojazdów, w tym 300 elektryków i 30 tandemów. Dzięki temu, że siatka szlaków rowerowych liczy w Warszawie blisko 650 km, system jest alternatywą dla środków transportu zbiorowego i umożliwia mieszkańcom sprawne dotarcie w różne części miasta - Nadajniki GPS – dzięki zainstalowanym w autobusach i tramwajach nadajnikom GPS zbierane są dane zawierające aktualne położenie pojazdów, pozwala to na informowanie pasażerów o dokładnej lokalizacji pojazdów za pośrednictwem aplikacji, a dodatkowo umożliwia sprawne zarządzanie systemem transportowym - Big data – Warszawa ma do dyspozycji platformę do analiz wielkich zbiorów danych, powstała ona w ramach unijnego projektu VaVeL (pilotażowy projekt badawczy w obszarze zastosowań wielkich zbiorów danych). Platforma analizuje dane dotyczące lokalizacji tramwajów i autobusów oraz stacji rowerów z systemu Veturilo, dzięki czemu możliwe jest wykorzystywanie inteligentnego planera podróży, który pozwala na zaplanowanie trasy z uwzględnieniem danych o aktualnej sytuacji komunikacyjnej w mieście - Zintegrowany System Zarządzania Ruchem – system ten zbiera dane z czujników, pętli indukcyjnych, kamer, detektorów podcierwieni, stacji pogodowych, nadajników GPS zainstalowanych w pojazdach komunikacji miejskiej i w czasie rzeczywistym analizuje ruch pojazdów w mieście, pozwalając na zarządzanie i kierowanie ruchem za pomocą komend, które są wysyłane do sieci inteligentnej sygnalizacji świetlnej w wytypowanych obszarach Warszawy (800 skrzyżowań z sygnalizacją świetlną: ponad 500 automatycznie dostosowuje sygnalizację do natężenia ruchu, 380 jest objętych Zintegrowanym Systemem Zarządzania Ruchem)

Tab. 9 (cd.)

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
	- Aplikacje mobilne – w Warszawie funkcjonuje szereg aplikacji pozwalających na sprawniejsze przemieszczanie się i podróżowanie po mieście za pomocą komunikacji miejskiej, należą do nich: moBilet, mPay, SkyCash, zBiletem i jakdójade.pl. Pozwalają one zaplanować trasę podróży, kupić bilet, sprawdzić rozkład, godzinę odjazdu. Dodatkowo z pomocą np. aplikacji TramBus czy Moovit można oszacować rzeczywisty czas podróży - Warszawska Karta Miejska – aplikacja mobilna oraz karta zbliżeniowa umożliwiająca płatności za usługi transportu publicznego w Warszawie. Pozwala ona na zakup biletów oraz korzystanie z różnych form transportu, takich jak autobusy, tramwaje, metro i pociągi SKM - Wirtualny Warszawski Obszar Funkcjonalny (Virtual WOF) – projekt ma na celu poprawę jakości życia mieszkańców gmin WOF, turystów i odwiedzających, w sposób szczególnie zostaną uwzględnione potrzeby osób z dysfunkcjami wzroku. Projekt zakłada dostarczenie kompleksowego systemu składającego się z rozwiązań mobilnych w pięciu obszarach: e-dostępność; e-turystyka; e-transport; e-parkowanie; e-środowisko. Jest on realizowany przez 26 gmin WOF
Smart environment	- Warszawski Indeks Powietrza – to system miejski, który wykorzystując aktualne dane pochodzące ze specjalnych urządzeń pomiarowych, pozwala na stronie wip.um.warszawa.pl sprawdzić jakość powietrza w mieście w danym momencie i prognozowany poziom stężeń szkodliwych dla zdrowia pyłów w atmosferze - „Milion drzew” – dzięki specjalnie stworzonej aplikacji w latach 2009–2019 w Warszawie posadzono ponad 360 tys. drzew, warszawiacy mogli wskazać miejsce nowego nasadzenia. „Milion drzew” poprawia jakość otoczenia. Oprócz podstawowej funkcji produkcji tlenu drzewa mają również wpływ na większą bioróżnorodność, zmniejszają hałas, a także chronią przed wiatrem i słońcem - Inteligentna Sieć Ciepłownicza – Warszawa posiada jedną z największych sieci ciepłowniczych w UE, która w latach 2014–2017 przeszła gruntowną modernizację. Zostały wymienione urządzenia, czujniki i oprogramowanie. Z sieci gromadzone są dane, które służą do tworzenia analiz i monitorowania sprawności działania całej sieci. Za pomocą inteligentnego cyfrowego systemu dyspozytor może wybrać optymalny scenariusz sterowania, który pozwala na dostawę ciepła zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem mieszkańców. Dzięki tak funkcjonującej sieci ciepłowniczej minimalizowane są straty energii, co w rezultacie przyczynia się do zmniejszenia emisji CO₂ - Elektryczny transport miejski – Warszawa dysponuje łączną liczbą 160 autobusów elektrycznych, a kolejne 30 trafi do miasta pod koniec 2024 r. Elektryczna komunikacja miejska pozwala dbać o jakość powietrza w Warszawie i komfort życia mieszkańców, elektryki są ciche i nie emitują spalin. W warszawskich autobusach pojawiają się także ładowarki USB, a w ponad 1000 autobusów miejskich można skorzystać z Wi-Fi

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
	- Program recyklingu w Warszawie – promuje segregację odpadów, zwiększa efektywność ich przetwarzania i redukuje ilość odpadów trafiających na składowiska, obejmuje on: • edukację mieszkańców, tj. organizację kampanii edukacyjnych; • rozwój infrastruktury, tj. budowę i modernizację infrastruktury związanej z selektywną zbiórką i przetwarzaniem odpadów; • monitorowanie i analizę danych, tj. wykorzystanie technologii do monitorowania ilości i rodzaju odpadów oraz analizy efektywności programu; • zachęty finansowe; • współpracę sektorową, tj. nawiązywanie współpracy z instytucjami publicznymi i prywatnymi w celu promowania recyklingu i zrównoważonego gospodarowania odpadami
Smart economy	- Hackathony – ogólnodostępne dane pozyskiwane za pomocą systemu czujników są wykorzystywane podczas maratonów programistycznych, w ramach których uczestnicy pracują nad nowymi rozwiązaniami. Przykładem może być Urban Sensor (2017), którego uczestnicy tworzyli prototypowe aplikacje oraz zaawansowane analizy, wykorzystując warszawskie dane transportowe - Wsparcie młodej przedsiębiorczości – Warszawa oferuje wiele programów wsparcia przedsiębiorczości dla młodych, np. start-upów. Młodzi przedsiębiorcy mają możliwość wynajęcia biura, sali lub pokoju na preferencyjnych warunkach, a także skorzystania z bezpłatnych usług informacyjnych, doradczych i szkoleniowych, ułatwiających wymianę wiedzy oraz networking. Tego typu wsparcie oferują Centrum Przedsiębiorczości Smolna i Centrum Kreatywności Targowa, The Heart Warsaw, Reaktor, Akademickie Inkubatory Przedsiębiorczości czy Campus Warsaw by Google - Platforma e-usług – umożliwia załatwianie spraw urzędowych, np. obsługę podatków czy wywozu śmieci oraz uzyskanie pozwoleń. Portal api.um.warszawa.pl pozwala na korzystanie z udostępnionych zbiorów danych, które informują np. o bieżącym stanie kolejek w Wydziałach Obsługi Mieszkańców czy Urzędach Stanu Cywilnego, zawierają ewidencję i lokalizację obiektów miejskich itp. - Miejskie Centrum Kontaktu Warszawa 19115 – to nowoczesny, wielokanałowy <i>contact center</i>, dzięki któremu mieszkańcy Warszawy mają możliwość kontaktu z samorządem miasta 24/7 za pośrednictwem telefonu, e-maila, czatu i aplikacji mobilnej (Warszawa 19115). Mieszkańcy mogą dzięki temu zgłaszać i sygnalizować usterki w mieście (np. niedziałającą sygnalizację świetlną czy powalone drzewo lub inną sprawę, którą powinny zająć się służby miejskie), proponować miejsca nasadzeń drzew czy przeglądać propozycje projektów zgłaszanych do budżetu partycypacyjnego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Dumin, 2022; Warszawa19115 a; Warszawa19115 b; Biuro Cyfryzacji Miasta, 2020; Urząd m.st. Warszawy, 2021; Urząd m.st. Warszawy, 2024; Baran i in., 2022; Warszawski Transport Publiczny [dostęp: 1.04.2024]; Veturilo 3.0 [dostęp: 1.04.2024].

Tabela 10. Wybrane obszary smart city i przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki we Wrocławiu

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
Smart mobility	- WRM (Wrocławski Rower Miejski) – system samoobsługowych wypożyczalni rowerów publicznych, który obsługuje niemiecka firma Nextbike. W mieście działa ponad 230 stacji. Do wypożyczenia jest ok. 2265 rowerów publicznych. Od listopada 2019 r. możliwe jest również korzystanie z rowerów zimą. Z roku na rok coraz więcej osób korzysta z rowerów miejskich, w 2021 r. rowery wypożyczono 2 mln razy - System Sccanoo – Sccanoo CAM to specjalna kamera rejestrująca zdarzenia na skrzyżowaniach. Mierzy ruch rowerowy z rozróżnieniem rejestrowanych pojazdów ze względu na rodzaj, czyli osoby przemieszczające się za pomocą hulajnóg, rowerów czy dostawcy jedzenia. Sccanoo PIR to małe skrzyneczki, które nie wymagają podłączenia do zasilania z zewnątrz. Mierzą liczbę rowerzystów. Narzędziem, które łączy kamerę i skrzyneczki, jest platforma internetowa, na której można sprawdzać wyniki automatycznych pomiarów. Dane dotyczące natężenia ruchu rowerowego w mieście są niezwykle istotne, ponieważ za ich pomocą ocenia się realizację założeń Wrocławskiej Polityki Mobilności oraz Polityki Rowerowej Wrocławia - Aplikacja mobilna ParkSpace Eco – ułatwia znalezienie wolnego miejsca parkingowego w strefie płatnego parkowania. Można w niej sprawdzić np. dokładną lokalizację parkomatu, rodzaj strefy, a dzięki modułowi nawigacji dotrzeć w wybrane miejsce. Na mapie w aplikacji miejsca parkingowe zaznaczone są kolorami. Aplikacja jest bezpłatna i gotowa do pobrania z platformy Android i iOS. Nie wymaga rejestracji ani logowania - Aplikacja ParkDots – system służący do znajdowania miejsc postojowych przeznaczonych dla osób z niepełnosprawnością, a także autokarów turystycznych. Sieć tych parkingów obejmuje w sumie 220 miejsc postojowych. Na system składają się detektory, moduły przesyłania informacji, aplikacje i platformy
Smart environment	- Smartflow – platforma służąca do oszczędnego i efektywnego zarządzania przedsiębiorstwami wodno-kanalizacyjnymi. Polega na zbieraniu danych, następnie analizie i wizualizacji danych z wielu baz oraz urządzeń pomiarowych, co pozwala stworzyć pełny obraz sieci wodno-kanalizacyjnej miasta. Smartflow wykrywa miejsca uszkodzeń i awarii, a także umożliwia szybkie zlokalizowanie ukrytych wycieków. System obejmuje 100% powierzchni Wrocławia, dzięki analizie danych platforma pozwala na zlokalizowanie i usunięcie awarii nawet w 72 godziny od momentu jej powstania, natomiast ze statystyk IWA (<i>International Water Association</i>) wynika, że średni czas identyfikacji ukrytego wycieku to ok. 6 miesięcy. Oprócz tego wspiera przedsiębiorstwo w efektywnym zarządzaniu zasobami dzięki dodatkowym modułom, takim jak wodomierze, loggery szumu, kanalizacja i jakość wody. Platforma pozwala zaoszczędzić cztery kluczowe zasoby, tj. wodę, energię oraz czas i pieniądze firmy

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
	- Wodna bojka – narzędzie z funkcją analizy i pomiaru wybranych parametrów w wodzie. Jej zadaniem jest bieżące monitorowanie stanu wody, wykrywanie zagrożeń oraz ostrzeganie przed nimi na bardzo wczesnym etapie. Zebrane przez wodną bojkę dane są dostępne dla różnych instytucji, m.in. Zarządu Zieleni Miejskiej oraz ośrodków badawczych - KAWKA – program wspierający zmianę węglowego pieca i kotłowni na ekologiczne ogrzewanie. W celu poprawy jakości życia w mieście powstała także strona internetowa www.zmienpiec.pl Za pomocą tej platformy wrocławianie mogą sprawdzić aktualny stan powietrza w mieście oraz wskazania/przeciwskazania dla poszczególnych grup ludzi. Oprócz tego strona w sposób jasny, klarowny i przejrzysty przedstawia ekologiczne projekty, z których mogą skorzystać mieszkańcy - Inteligentne oświetlenie przestrzeni miejskiej – system, który automatycznie zmniejsza lub zwiększa natężenie światła w zależności od stopnia ruchu, dostosowując je do warunków pogodowych
Smart economy	- Otwarte Dane Wrocław – wrocławski serwis internetowy, który ma za zadanie w szybki i łatwy sposób umożliwić znalezienie informacji publicznych z zakresu m.in. komunikacji miejskiej, danych przestrzennych, środowiska, które są gromadzone przez Urząd Miejski Wrocławia oraz inne jednostki miejskie. W otwartych danych można znaleźć informacje oraz zbiory danych, z których można swobodnie korzystać oraz rozpowszechniać je i wykorzystywać bez ograniczeń - CityLab – to inicjatywa, która pozwala przedsiębiorcom, start-upom, a także naukowcom na testowanie innowacyjnych rozwiązań w przestrzeni publicznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Moch, 2023; Moch, 2024; Organisty, 2023; SmartFlow [dostęp: 2.02.2024]; Zmień Piec [dostęp: 2.04.2024]; Otwarte Dane Wrocław [dostęp: 2.04.2024].

Tabela 11. Wybrane obszary smart city i przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki w Gdańsku

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
Smart mobility	- System TRISTAR – monitoruje trasy transportu publicznego i przekazuje informacje o odjazdach komunikacji miejskiej, obejmuje: system sterowania ruchem drogowym, system nadzoru wizyjnego, system pomiaru parametrów meteorologicznych, system informacji parkingowej, system zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego, system informacji dla kierowców informujący o sytuacji na drogach, system informacji dla pasażerów ruchu zbiorowego, system zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego, system planowania ruchu. TRISTAR przyczynia się do bardziej efektywnego, płynnego i zrównoważonego funkcjonowania systemu transportu publicznego, co korzystnie wpływa na mieszkańców oraz środowisko miejskie

Tab. 11 (cd.)

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
	- Mevo – system wynajmu rowerów miejskich, który jest dostępny w Gdańsku od 2024 r. Do dyspozycji jest 3200 rowerów ze wspomaganiem elektrycznym oraz 1000 tradycyjnych. - GeoGdańsk – to kompleksowy system i intuicyjny portal mapowy, który oferuje użytkownikom znacznie więcej niż tradycyjne mapy online. Portal umożliwia szybkie przeglądanie map, lokalizowanie ważnych punktów, dostęp do informacji o trasach i przystankach komunikacji publicznej, parkingach, atrakcjach turystycznych, obiektach sportowych i rekreacyjnych, a nawet sprawdzenie rodzaju własności czy Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego. Znajdziemy tam mapę rowerową, szkoły publiczne, jednostki miejskie, oficjalne punkty adresowe (zgodne z oficjalnym rejestrem), działki i budynki z ewidencji gruntów i budynków
Smart environment	- Monitoring Atmosfery Aglomeracji Trójmiejskiej (MAAT) – składa się z sieci czujników rozmieszczonych w różnych częściach miasta, które zbierają dane na temat poziomu zanieczyszczeń atmosferycznych. Zadaniem MAAT jest ciągle monitorowanie jakości powietrza w Gdańsku w celu ochrony zdrowia mieszkańców oraz środowiska naturalnego. Dzięki analizie zebranych danych w systemie MAAT można identyfikować bieżące zanieczyszczenia atmosferyczne oraz prognozować ich rozwój w przyszłości
Smart economy	- Gdański Inkubator Startupów – w Gdańsku funkcjonuje kilka centrów wspierających rozwój start-upów i przedsiębiorstw technologicznych poprzez udostępnienie przestrzeni biurowej, mentorów i szkoleń. Realizują one swe funkcje zarówno na płaszczyźnie społecznej, poprzez wykłady, seminaria i warsztaty w tematyce przedsiębiorczości, jak i w zakresie funkcjonowania przedsiębiorstw, od pomocy w znalezieniu pomysłu bądź niszy rynkowej, po wsparcie w założeniu i prowadzeniu działalności - Pomorska Specjalna Strefa Ekonomiczna (PSSE) – Gdańsk znajduje się w obrębie obszaru działania PSSE, czyli posiada tereny o szczególnych preferencyjnych warunkach inwestycyjnych, które zostały utworzone w celu wspierania rozwoju gospodarczego Gdańska oraz tworzenia nowych miejsc pracy. PSSE oferuje różnego rodzaju zachęty inwestycyjne dla przedsiębiorstw, takie jak ulgi podatkowe, preferencyjne warunki dotacji czy ułatwienia w uzyskaniu zgody na działalność gospodarczą

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Dumin, 2022; Gdansk_1, 2024; Gdansk_2, 2023; Czepczyński i in., 2022; Letkiewicz, Szulc, 2022; Trójmiasto [dostęp: 1.04.2024].

Tabela 12. Wybrane obszary smart city i przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki w Krakowie

Filar	Przykłady rozwiązań z zakresu inteligentnej logistyki
Smart mobility	- System Nadzoru Ruchu Tramwajowego (TTSS – Tram Traffic Control System) – służy do monitorowania działania transportu publicznego, prowadzenia objazdów w przypadku utrudnień i awarii, bieżącego informowania pasażerów przy wykorzystaniu elektronicznych tablic informacji pasażerskiej. System TTSS wspomaga motorniczych w realizowaniu rozkładu, umożliwia prowadzenie nadzoru i analizę danych historycznych oraz rozpoznanie miejsc wymagających usprawnień w rozkładach, zmiany organizacji ruchu czy działania sygnalizacji świetlnej - Obszarowy System Sterowania Ruchem (UTCS – Urban Traffic Control System) – służy głównie regulowaniu ruchu samochodowego i pieszego. Mierzona i analizowana jest liczba pojazdów i ich prędkość. System przydziela zielone światło, wykrywa pieszych i rowerzystów oraz tramwaje, którym trzeba zapewnić priorytet. System UTCS działa na głównych arteriach miasta i pozwolił zwiększyć przepustowość przejazdów - Transport multimodalny – nowoczesny, ekologiczny tabor: niskopodłogowe tramwaje, autobusy hybrydowe, elektryczne, silniki w klasie EURO 6, panele fotowoltaiczne SUN-BUS oraz miejski rower 4. generacji
Smart environment	- Modernizacja miejskiego oświetlenia – w 2016 r. zakończono wymianę oświetlenia ulicznego na nowoczesne, energooszczędne oświetlenie LED. Pozwoliło to zmniejszyć zużycie energii nawet o 63%, co ograniczyło emisję CO₂ i pozwoliło zaoszczędzić ok. 1,3 mln zł rocznie - Ekospalarnia (Zakład Termicznego Przetwarzania Odpadów) – wykorzystuje technologię termicznego przekształcania odpadów. Jest to najbardziej przyjazne środowisku i efektywne rozwiązanie problemu odpadów. Dzięki Ekospalarni Kraków sprostał standardom ekologicznym i prawnym obowiązującym w UE. Dodatkowo ograniczył składowanie odpadów oraz zwiększył bezpieczeństwo energetyczne miasta - Inteligentne systemy zarządzania siecią kanalizacyjną – w ich ramach powstał model hydrauliczny sieci kanalizacji, a także model opadowy, który jest miarodajnym instrumentem służącym do projektowania infrastruktury odwodnieniowej w Krakowie
Smart economy	- Wirtualny Urzędnik – narzędzie wsparcia w Punkcie Obsługi Przedsiębiorcy, oprócz niego działa też Centrum Wspierania Inwestorów i Innowacyjnej Gospodarki oraz Centrum Wspierania Przedsiębiorczości - System cyfrowych citylightów – są wyposażone w funkcjonalności przydatne dla mieszkańców – darmowe Wi-Fi, ładowarki do telefonów i możliwość wyświetlenia mapy okolicy - Obserwatorium – Miejski System Informacji przestrzennej to interaktywne narzędzie internetowe. Jest przeznaczone dla mieszkańców. Pozwala znaleźć podstawowe informacje związane z miejską przestrzenią, m.in. informacje środowiskowe, o strukturze własności i zabudowie, gospodarce zielenią. W Obserwatorium istnieje możliwość zgłaszania przez mieszkańców uwag na temat zieleni w mieście

Źródło: opracowanie własne na podstawie: KGM [dostęp: 2.04.2024]; Horabik [dostęp: 1.04.2024]; AMS [dostęp: 2.04.2024]; Kraków.pl, 2018; Lovekraków.pl, 2022; Teraz Środowisko, 2022.

Wszystkie cztery miasta dążą do rozwoju inteligentnych rozwiązań w obszarze logistyki miejskiej, obejmującym zarządzanie transportem publicznym, środowiskiem oraz gospodarką. Każde z miast skupia się na różnych obszarach smart city wspieranych inteligentną logistyką, zależnie od lokalnych potrzeb i wyzwań. Miasta kładą nacisk na rozwój systemów rowerów miejskich i aplikacji mobilnych wspierających podróżowanie, skupiają się na monitorowaniu jakości powietrza i optymalizacji systemów oświetlenia ulicznego. Kraków stawia na efektywność energetyczną i inteligentne zarządzanie odpadami, podobnie jak Warszawa. Wrocław natomiast koncentruje się w dużej mierze na poprawie monitorowania stanu wód i zarządzania wodociągami. Warszawa wydaje się miastem najbardziej rozbudowanym i zaawansowanym pod względem inteligentnych rozwiązań w obszarze mobilności, środowiska oraz gospodarki, oferując bogatą gamę usług i inicjatyw wspierających mieszkańców i przedsiębiorców. Wrocław i Gdańsk również podejmują innowacyjne inicjatywy, szczególnie w obszarze środowiska, jednak mogą wymagać dalszego rozwoju i integracji systemów, aby osiągnąć poziom zaawansowania zbliżony do Warszawy. Każde miasto stara się dostosować rozwiązania do swoich konkretnych potrzeb i warunków lokalnych, co prowadzi do różnic w podejściu i priorytetach. Ważne jest, aby kontynuowano dialog z mieszkańcami i organizacjami pozarządowymi w celu lepszego zrozumienia ich potrzeb i uwzględnienia ich w planowaniu i wdrażaniu nowych rozwiązań w ramach smart city.

Wdrażanie koncepcji smart city opartej na nowoczesnej logistyce przynosi wiele pozytywnych efektów w analizowanych miastach. Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań logistycznych pozwala im stawać się bardziej efektywnymi i przyjaznymi dla mieszkańców i otoczenia. Automatyzacja procesów, inteligentne systemy zarządzania transportem i magazynowaniem oraz optymalizacja tras przyczyniają się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska i poprawy jakości życia mieszkańców.

Podsumowanie

Inteligentna logistyka jest nieodzownym elementem w rozwoju smart city. Określić ją można mianem integratora, gdyż uwzględnia interakcje między różnymi elementami systemu miejskiego. Poprzez interakcję z otoczeniem integruje różne filary smart city. Jej holistyczne i systemowe podejście polega na angażowaniu wielu zainteresowanych stron z sektora publicznego, prywatnego i społeczeństwa obywatelskiego.

Biorąc pod uwagę modele i zawarte w nich kryteria pomiaru smart city, należy wspomnieć, że wspierająca tę koncepcję inteligentna logistyka stoi przed kilkoma wyzwaniami, którym musi sprostać. Należą do nich kwestie techniczne, takie jak interoperacyjność, skalowalność, niezawodność i bezpieczeństwo systemów technologii informacyjno-komunikacyjnych; kwestie organizacyjne, takie jak współpraca, integracja, standaryzacja i regulacja sektorów miasta; kwestie ekonomiczne, takie jak koszty inwestycji, modele biznesowe i tworzenie wartości; kwestie społeczne,

takie jak prywatność, etyka i zaufanie; oraz kwestie środowiskowe, takie jak zużycie zasobów i wytwarzanie odpadów.

Reasumując, znaczenie inteligentnej logistyki w rozwoju smart city jest niezaprzeczalne. Pozwala zwiększyć efektywność funkcjonowania miast oraz poprawić jakość życia mieszkańców. Wymaga jednak odpowiedniej infrastruktury technologicznej, która dotyczy jednego z filarów smart city, czyli smart mobility (inteligentna mobilność), a także wiedzy i umiejętności w zakresie obsługi innowacyjnych systemów. Ten ostatni aspekt wpisuje się w kolejny filar smart city, którym jest smart people (inteligentne społeczeństwo). Nie można również pominąć filaru smart economy (inteligentna gospodarka) odpowiedzialnego za rozwój gospodarczy miasta i podejmowane inwestycje miejskie – również w zakresie logistyki.

Literatura

Artykuły

- Banaszyk P., Kauf S., Szołtysek J. (2021), *Logistyka jako czynnik dobrostanu nowej generacji*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka”, t. LXXIII, nr 9. <https://doi.org/10.33226/1231-2037.2021.9.2>
- Baran M., Kłos M., Marchlewska-Patyk K. (2022), *Adaptacja miasta Warszawa do koncepcji smart city w oparciu o model odporności (resiliency model)*, „Przegląd Organizacji”, nr 4, s. 20–30.
- Behrendt F. (2019), *Cycling the smart and sustainable city: Analyzing EC policy documents on internet of things, mobility and transport, and smart cities*, „Sustainability”, vol. 11(3), 763. <https://doi.org/10.3390/su11030763>
- Bitkowska A., Łabędzki K. (2021), *Koncepcja inteligentnego miasta – definicje, założenie, istnienie*, „Marketing i Rynek”, nr 02, s. 3–11. <https://doi.org/10.33226/1231-7853.2021.2.1>
- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2011), *Smart cities in Europe*, „Journal of Urban Technology”, vol. 18, issue 2. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carrillo F.J. (2004), *Capital cities: A taxonomy of capital accounts for knowledge cities*, „Journal of Knowledge Management”, vol. 8, no. 5, s. 28–46. <https://doi.org/10.1108/1367327041058738>
- Czupich M., Kola-Bezka M., Ignasiak-Szulc A. (2016), *Czynniki i bariery wdrażania koncepcji smart city w Polsce*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 276, s. 223–235.
- Douaioui K., Fri M., Mabrouk C., Semma E.A. (2018), *The interaction between industry 4.0 and smart logistics: Concepts and perspectives*, 11th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management LOGISTIQUA, April 26–27, s. 128–132. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428300>
- Gupta A.D., Pandey P., Feijóo A., Yaseen Z.M., Bokde N.D. (2020), *Smart water technology for efficient water resource management: A review*, „Energies”, vol. 13(23), 6268. <https://doi.org/10.3390/en13236268>

- Hall P. (2000), *Creative cities and economic development*, „Urban Studies”, vol. 37, no. 4, s. 639–649. <http://dx.doi.org/10.1080/00420980050003946>
- Han J. (2020), *Research on the application of Big Data technology in intelligent logistics*, „Economic Research Guide”, vol. 2, no. 36, s. 36–37.
- Harrison C., Eckman B., Hamilton R., Hartswick P., Kalagnanam J., Paraszcak J., Willias P. (2010), *Foundations for smarter cities*, „IBM Journal of Research and Development”, vol. 54, issue 4, s. 350–365. <https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257>
- Hussain H.I., Haseeb M., Kamarudin F., Dacko-Pikiewicz Z., Szczepańska-Woszczyna K. (2021), *The role of globalization, economic growth and natural resources on the ecological footprint in Thailand: Evidence from nonlinear causal estimations*, „Processes”, vol. 9(7), 1103. <https://doi.org/10.3390/pr9071103>
- Komninou N., Sefertzi E. (2009), *Intelligent Cities: R&D offshoring, web 2.0 product development and globalization of innovation systems*, Paper presented at the Second Knowledge Cities Summit 2009, Shenzhen, China.
- Kozar Ł.J., Matusiak M., Bolimowski S. (2024), *15-Minute city: Identifying current and setting future research directions*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie”, t. 197, s. 387–405. https://managementpapers.polsl.pl/?page_id=4883
- Lekamge L., Marasinghe A. (2013), *Developing a smart city model that ensures the optimum utilization of existing resources in cities of all sizes*, International Conference on Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE), July 5–7. <https://doi.org/10.1109/ICBAKE.2013.40>
- Letkiewicz A., Szulc K. (2022), *W kierunku green smart city – case study Trójmiasta*, „Współczesna Gospodarka”, t. 13, nr 1(37). <https://doi.org/10.26881/wg.2022.1.05>
- Lis M., Jeżyna B., Szkudlarek E., Szumiał S. (2021), *Readiness of Polish industrial enterprises for the industry 4.0 revolution*, „Social Sciences”, vol. 10(6), 214. <https://doi.org/10.3390/socsci10060214>
- Mora L., Deakin M., Zhang X., Batty M., de Jong M., Santi P., Appio F.P. (2021), *Assembling sustainable smart city transitions: An interdisciplinary theoretical perspective*, „Journal of Urban Technology”, vol. 28, s. 1–27. <https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1834831>
- Nam T., Pardo T.A. (2011), *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*, „Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times”, s. 282–291. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- O'Dwyer E., Pan I., Acha S., Shah N. (2019), *Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions*, „Applied Energy”, vol. 237, s. 581–597. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.024>
- Rudewicz J. (2019), *Przemysł i technologie wobec wdrożenia wizji miasta inteligentnego (smart city)*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, t. 33(4), s. 195–212. <https://doi.org/10.24917/20801653.334.12>
- Sobol A. (2017), *Inteligentne miasta versus zrównoważone miasta*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 320, s. 75–86.
- Stawasz D., Sikora-Fernandez D., Turała M. (2012), *Koncepcja smart city jako wyznacznik podejmowania decyzji związanych z funkcjonowaniem i rozwojem miasta*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia Informatica”, nr 29, s. 97–109.
- Vishnu S., Ramson S.R.J., Senith S., Anagnostopoulos T., Abu-Mahfouz A.M., Fan X., Srinivasan S., Kirubaraj A.A. (2021), *IoT-Enabled solid waste management in smart cities*, „Smart Cities”, vol. 4(3), s. 1004–1017. <https://doi.org/10.3390/smartcities4030053>
- Wodnicka M. (2019), *Technologie blockchain przyszłością logistyki*, „Zeszyty Naukowe MWSE w Tarnowie”, t. 41, nr 1, s. 43–82. <https://doi.org/10.25944/znmwse.2019.01.4354>

- Wodnicka M. (2021), *Wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na innowacyjność usług*, „Optimum. Economic Studies”, nr 3(105), s. 48–59. <https://doi.org/10.15290/oes.2021.03.105.04>
- Wodnicka M., Królikiewicz B. (2024), *Blockchain in logistics in the context of sustainable development*, „Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series”, no. 202. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2024.202.37>
- Wu X., Mai J., Zhou J., Jiang M., Wang K. (2020), *Concept and key technologies of intelligent logistics*, „Journal of Physics. Conference Series”, 1646, 012092. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1646/1/012092>
- Yovanof G.S., Hazapis G.N. (2009), *An architectural framework and enabling wireless technologies for digital cities & intelligent urban environments*, „Wireless Personal Communications”, vol. 49, s. 445–463. <https://doi.org/10.1007/s11277-009-9693-4>
- Zaheer T., Malik A.W., Rahman A.U., Zahir A., Fraz M.M. (2019), *A vehicular network-based intelligent transport system for smart cities*, „International Journal of Distributed Sensor Networks”, vol. 15(11). <https://doi.org/10.1177/1550147719888845>
- Zygiaris S. (2013), *Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems*, „Journal of the Knowledge Economy”, vol. 4(2), s. 220–221.

Książki

- Budziński M., Raczek M., Wrańa K. (2022), *Koncepcja Smart City i kapitały 4T w politykach rozwoju miast Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii*, [w:] Z.J. Makiela, K. Mucha-Kuś, G. Kinelski (red.), *Koncepcja Smart City i Potencjały 4T. Inteligentne zarządzanie miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii*, Akademia WSB, Dąbrowa Górnicza.
- Katz B., Bradley J. (2013), *The Metropolitan Revolution: How Cities and Metros Are Fixing Our Broken Politics and Fragile Economy*, Brookings Institution Press, Washington.
- Komninos N. (2019), *Smart Cities and Connected Intelligence Platforms, Ecosystems and Network Effects*, Routledge, London.
- Korneluk K., Bielawska M., Zygałło S., Dominiak B., Kruczek A. (2019), *Human Smart City. Przewodnik dla samorządów*, ThinkIt Consulting, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa.
- Muraszkiewicz M. (2016), *Techniki komunikacyjne i informacyjne dla inteligentnych miast*, [w:] D. Gotlib, R. Olszewski (red.), *Smart City. Informacja przestrzenna w zarządzaniu inteligentnym miastem*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 53–68.
- Stawasz D., Sikora-Fernandez D. (2016), *Koncepcja smart city a zarządzanie miastem*, [w:] I. Wieczorek (red.), *Zarządzanie w jednostkach samorządu terytorialnego. Wybrane aspekty*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, s. 73–94.
- Szelańska A. (2017), *Inwestycje w zrównoważonym rozwoju miast*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.
- Szewc T. (2020), *Smart City jako zadanie publiczne*, [w:] I. Jonek-Kowalska, J. Kaźmierczak (red.), *Inteligentny rozwój inteligentnych miast*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa, s. 89–100.
- Szołtysek J. (red.) (2018), *Jakość życia w mieście. Poglądy interdyscyplinarne*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.

Raporty i opracowania

- AT Kearney (2022), <https://www. Kearney.com/service/global-business-policy-council/gcr/2022-full-report> [dostęp: 8.12.2023].
- Biuro Cyfryzacji Miasta (2020), *Warszawa Smart City: 7 opowieści o inteligentnym rozwoju miasta*, <https://cyfrowabiblioteka.um.warszawa.pl/files/original/0a9aa990c-42965b018781192a22c8b15.pdf> [dostęp: 1.04.2024].
- Ciupa S. (2016), *ISO 37120 – standard dla inteligentnych miast*, <https://smartcity-expert.eu/iso-37120-standard-dla-inteligentnych-miast/> [dostęp: 8.12.2023].
- Czepczyński M., Bierut I., Damszel-Turek E., Przeworska J., Hryniewicz M., Kucharska Ż., Madajczyk A., Stelmak S., Wiktor M., Wójcik R., Zabłotny J. (2022), *Gdańsk 2030 Plus Wrzesień 2022 Strategia Rozwoju Miasta*, <https://download.cloudgdansk.pl/gdansk-pl/d/202209196285/gdansk-2030-plus-strategia-rozwoju-miasta-2022.pdf> [dostęp: 4.11.2024].
- Dumin W. (2022), *Smart City*, <https://instytutpromyka.pl/file/2023/04/Smart-City.pdf> [dostęp: 1.04.2024].
- ESI Thoughtlab (2021), *Smart City Solutions for a Riskier World*, <https://thoughtlabgroup.com/wp-content/uploads/2021/03/Smart-City-Solutions-eBook-.pdf> [dostęp: 20.11.2023].
- Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanovic N., Meijers E. (2007), *Smart Cities – Ranking of European Medium-Sized Cities (Report)*, Centre of Regional Science, Vienna UT, https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf [dostęp: 20.11.2023].
- IESE Business School (2022), *IESE Cities in Motion Index*, University of Navarra, s. 5–22, <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0633-E.pdf> [dostęp: 8.12.2023].
- IESE City In Motion Index (2020), <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542-E.pdf> [dostęp: 1.04.2024].
- IMD-SUTD Smart City Index (2023), <https://www.imd.org/smart-city-observatory/Home/> [dostęp: 1.04.2024].
- The Mori Memorial Foundation (2023), *Global Power City Index*, s. 2–3, https://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2023_summary.pdf [dostęp: 8.12.2023].
- Smart Cities Maturity Model and Self-Assessment Tool. Guidance Note for completion of Self-Assessment Tool* (2014), <https://scottishcities.org.uk/wp-content/uploads/2021/01/Smart-Cities-Scotland-Maturity-Model-and-Self-Assessment-Tool.pdf> [dostęp: 4.01.2024].
- ThinkCo. (2023), *Innowacyjne miasta: Życie, praca i mieszkanie jutra*, <https://thinkco.pl/raport-innowacyjne-miasta> [dostęp: 1.04.2024].

Strony internetowe

- AMS, *AMS dla Krakowa*, <https://ams.com.pl/smart-city/krakow> [dostęp: 2.04.2024].
- Designforall.pl (2015), <https://www.designforall.pl/jak-zmierzyc-inteligencje-miasta-aspirujacego-do-miana-smart-city/> [dostęp: 4.01.2024].
- Gdansk_1 (2024), *Pełna flota Mevo dostępna od 1 marca. Ponad 4 tysiące rowerów, 25 nowych stacji*, <https://www.gdansk.pl/wiadomosci/Pelna-flota-Mevo-dostepna-od-1-marca-Ponad-4-tysiace-rowerow-25-nowych-stacji,a,259567> [dostęp: 1.04.2024].

- Gdansk_2 (2023), *Innowacyjny i przydatny dla mieszkańców. GeoGdańsk – nowy miejski serwis mapowy*, <https://www.gdansk.pl/wiadomosci/GeoGdansk-nowy-portal-informacji-o-miescie,a,252929> [dostęp: 1.04.2024].
- Horabik K., *Kraków jako smart city? Oto co robi miasto w tym temacie*, <https://krakow.eco/krakow-jako-smart-city-oto-co-robi-miasto-w-tym-temacie/> [dostęp: 1.04.2024].
- KGM, <https://kgm.pl/krakow-jako-smart-city-nowoczesne-rozwiazania-w-miescie/> [dostęp: 2.04.2024].
- Kraków.pl (2018), *Czy Kraków jest smart?*, https://www.krakow.pl/aktualnosci/224925,30,komunikat,czy_krakow_jest_smart_.html [dostęp: 2.04.2024].
- Lovekraków.pl (2022), *Proces przekształcania odpadów. Jak działa Ekospalarnia Kraków?*, https://lovekrakow.pl/aktualnosci/proces-przekształcania-odpadow-jak-dziala-ekospalarnia-krakow_48077.html [dostęp: 2.04.2024].
- Moch B. (2023), *Jakość wody w Odrze – specjalna bojka mierzy parametry biochemiczne rzeki*, <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/jakosc-wody-w-odrze-we-wroclawiu> [dostęp: 2.04.2024].
- Moch B. (2024), *Liczniki rowerowe we Wrocławiu – sprawdź, gdzie na bieżąco liczymy rowerzystów*, <https://www.wroclaw.pl/smartcity/liczniki-rowerowe-we-wroclawiu-sprawdz-gdzie-na-biezaco-liczymy-rowerzystow> [dostęp: 2.04.2024].
- Organisty B. (2023), *Jak znaleźć wolne miejsce parkingowe we Wrocławiu? Kierowcom pomoże aplikacja ParkSpace Eco*, <https://www.wroclaw.pl/komunikacja/aplikacja-parkspaceeco-wolne-miejsca-parkingowe-wroclaw> [dostęp: 2.04.2024].
- Otwarte Dane Wrocław, <https://opendata.cui.wroclaw.pl/> [dostęp: 2.04.2024].
- SmartFlow, <https://www.smart-flow.eu/> [dostęp: 2.04.2024].
- Teraz Środowisko (2022), *Kraków znalazł sposób na optymalizację pracy sieci kanalizacyjnej*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Krakow-inteligentne-systemy-zarzadzania-sieciami-kanalizacyjna-zintegrowana-siec-deszczomierzy-12065.html> [dostęp: 2.04.2024].
- Trójmiasto, <https://www.trojmiasto.pl/PSSE-o3232.html> [dostęp: 1.04.2024].
- TUWIEN, <https://www.smart-cities.eu/?cid=-1&ver=2> [dostęp: 4.01.2024].
- Urząd m.st. Warszawy (2021), *Wirtualny Warszawski Obszar Funkcjonalny (Virtual WOF)*, <https://wsparcie.um.warszawa.pl/-/wirtualny-warszawski-obszar-funkcjonalny-virtual-wof-> [dostęp: 1.04.2024].
- Urząd m.st. Warszawy (2024), *30 nowych „elektryków” dla stolicy*, <https://um.warszawa.pl/-/30-nowych-elektrykow-dla-stolicy> [dostęp: 1.04.2024].
- Veturilo3.0, <https://veturilo.waw.pl/nanowo/> [dostęp: 1.04.2024].
- Warszawa19115 a, *O nas*, <https://warszawa19115.pl/o-nas> [dostęp: 1.04.2024].
- Warszawa19115 b, <https://warszawa19115.pl/wszystko-o-odpadach> [dostęp: 1.04.2024].
- Warszawski Transport Publiczny, *Spersonalizowana Warszawska Karta Miejska*, <https://www.wtp.waw.pl/warszawska-karta-miejska/> [dostęp: 1.04.2024].
- WCCD – World Council on City Data – Światowa Rada ds. Danych Miejskich, <https://www.dataforcities.org/> [dostęp: 8.12.2023].
- Zmień Piec, <https://zmienpiec.pl/> [dostęp: 2.04.2024].

Akty prawne

ISO 37120 – Zrównoważony rozwój społeczny. Wskaźniki usług miejskich i jakości życia
World Council on City Data (ECCD), <https://www.pkn.pl/norma-pn-iso-37120>