

GRZEGORZ KINELSKI

Rezyliencja miast inteligentnych w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej



Polskie
Wydawnictwo
Ekonomiczne

Rezyliencja
miast inteligentnych
w warunkach transformacji
energetyczno-klimatycznej

GRZEGORZ KINELSKI

Rezyliencja
miast inteligentnych
w warunkach transformacji
energetyczno-klimatycznej

Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne

Grzegorz Kinelski

Akademia WSB

ORCID: 0000-0002-5768-463X

Recenzenci

Dr hab. Izabela Dembińska, profesor Politechniki Morskiej w Szczecinie

Dr hab. inż. Marzena Kramarz, prof. Politechniki Śląskiej

Projekt okładki

Anna Gogolewska

Ilustracja na okładce

SimonBear / Shutterstock

Redakcja

Julia Małycka

Korekta

Zespół

© Copyright by Akademia WSB 2026

Publikacja finansowana w ramach projektu nr FESL.10.25-IZ.01-078F/23 – „Kompleksowe wsparcie rozwoju Akademii WSB zgodnie z potrzebami zielonej i cyfrowej gospodarki” realizowanego w ramach programu Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021–2027 ze środków Funduszu na Rzecz Sprawiedliwej Transformacji, Priorytet X Fundusze Europejskie na transformację, Działanie 10.25 Rozwój kształcenia wyższego zgodnie z potrzebami zielonej gospodarki.



Fundusze Europejskie
dla Śląskiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Województwo
Śląskie

ISBN 978-83-208-2704-0

e-ISBN 978-83-208-2706-4

DOI 10.33226/978-83-208-2706-4

Wydawca:

Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A.

ul. Wawelska 78/22

02-034 Warszawa

e-mail: pwe@pwe.com.pl

www.pwe.com.pl

Studio DTP

Beata Stelegowska

SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW	7
WSTĘP	13
1. EWOLUCJA PARADYGMATU INTELIGENTNEGO MIASTA: OD OPTIMALIZACJI TECHNOLOGICZNEJ DO SYSTEMOWEJ REZYLIENCJI ..	19
1.1. Modele inteligentnego rozwoju miasta w ujęciu systemowym	25
1.2. Wielowymiarowość rozwoju idei miasta inteligentnego: od determinizmu technologicznego do paradygmatu antropocentrycznego	49
1.3. Ontologia miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego: mechanizmy samoorganizacji a paradygmat zarządzania elastycznego	58
1.4. Paradygmat współzarządzania publicznego i koncepcja wartości publicznej jako ramy instytucjonalne inteligentnego współzarządzania w mieście inteligentnym	70
1.5. Dekarbonizacja i bezpieczeństwo energetyczne w inteligentnym systemie adaptacyjnym	75
1.6. Identyfikacja luk badawczych oraz uzasadnienie poszukiwania rozszerzenia modelu 4T do konceptualnego 4T+	90
2. WIELOWYMIAROWY MODEL KAPITAŁÓW 4T+: OPERACJONALIZACJA ZDOLNOŚCI ADAPTACYJNYCH MIASTA W WARUNKACH TRANSFORMACJI	95
2.1. Ewolucja paradygmatu kapitałów miejskich: od koncepcji klasycznej 3T do zintegrowanego rozszerzonego modelu 4T+	96
2.2. Architektura i dynamika rozbudowanego modelu 4T: charakterystyka kapitałów składowych oraz rola komponentu „+” w procesach synergetycznych	102
2.3. Operacjonalizacja modelu: problematyka badawcza i dedukcyjne wyprowadzenie hipotez	104
3. RAMY METODYCZNE ANALIZY KAPITAŁÓW 4T+: PROCEDURY BADAWCZE I PARAMETRYZACJA WSKAŹNIKÓW ADAPTACJI	109
3.1. Założenia epistemologiczne i ramy metodyczne badania: weryfikacja trafności i rzetelności pomiaru	111
3.2. Konceptualna struktura badania i ramy analityczne weryfikacji hipotez o zdolnościach adaptacyjnych	115
3.3. Operacjonalizacja zmiennych do analizy	120
3.4. Badania fokusowe (FGI) jako moduł triangulacji i walidacji mechanizmów modelu 4t+ (QUAN → QUAL)	142

3.5. Modelowanie równań strukturalnych (SEM) jako uzupełniająca procedura weryfikacji założeń modelu 4T+	145
4. KAPITAŁY 4T+ A REZYLIENCJA SYSTEMÓW MIEJSKICH W ŚWIECIE BADAŃ EMPIRYCZNYCH: ANALIZA PORÓWNAWCZA I WERYFIKACJA MODELU	151
4.1. Ocena jakości i satysfakcji mieszkańców z działań (władz) miasta w zakresie rozwoju <i>smart city</i> przez pryzmat kapitałów 4T i implementacji transformacji energetyczno-klimatycznej – wyniki badań ilościowych	152
4.2. Efektywność modelu 4T+ w kreowaniu rezyliencji: wnioski z badań	171
4.3. Mechanizmy adaptacji, akceptacji i bezpieczeństwa – wyniki badań fokusowych (FGI)	177
4.4. Analiza wyników równań strukturalnych (CB-SEM): weryfikacja hipotez H1A–H6 oraz H7	190
5. MODEL 4T+ JAKO INSTRUMENT STRATEGICZNEGO ZARZĄDZANIA REZYLIENCJĄ: IMPLIKACJE DLA POLITYKI MIEJSKIEJ I TEORII SYSTEMÓW ADAPTACYJNYCH	197
5.1. Teoretyczny walor modelu 4T+: konfrontacja wyników z klasycznymi ujęciami kapitału kreatywnego i teorią systemów adaptacyjnych	204
5.2. Pragmatyka modelu 4T+ w naukach o zarządzaniu: paradygmat programowania rezyliencyjnych systemów miejskich	206
5.3. Strategiczne ramy programowania rozwoju miast i metropolii: architektura kluczowych wskaźników dokonań (KPI) w modelu 4T+	213
5.4. Granice poznawcze projektu badawczego i perspektywy ewolucji teorii systemów adaptacyjnych 4T+	221
5.5. Konkluzje i synteza poznawcza: model 4T+ jako nowy standard opisu inteligencji i rezyliencji miast	225
5.6. Eksplicacja wyników i synteza odpowiedzi na problemy badawcze	227
5.7. Potwierdzenie wnioskowania w świetle wyników SEM	231
ZAKOŃCZENIE	241
ANEKS METODYCZNY: NARZĘDZIA BADAWCZE	245
I Kwestionariusz ankiety	245
II Instrumenty badań ilościowych: wyniki szczegółowe	266
III Scenariusz badań fokusowych (FGI) i mapa dowodowa	314
IV Wyniki modelowania równań strukturalnych (CB-SEM)	322
BIBLIOGRAFIA	341
SPIS TABEL	364
SPIS RYSUNKÓW	369
SŁOWNIK POJĘĆ	371

WYKAZ SKRÓTÓW

3H	– <i>triple helix</i> – model potrójnej helisy
3T	– <i>technology, talent, tolerance</i> – model 3T (technologia, talent, tolerancja)
4H	– <i>quadruple helix</i> – model poczwórnej helisy
4T	– <i>technology, talent, tolerance, trust</i> – model kapitałów 4T (technologia, talent, tolerancja, zaufanie) – cztery wymiary rozwoju <i>smart city</i>
4T+	– autorski model 4T rozszerzony o komponent „+” – bezpieczeństwo mieszkańców
5G	– piąta generacja sieci komórkowych
5H	– <i>quintuple helix</i> – model pięciokrotnej helisy
ACC	– <i>acceptance</i> (akceptacja społeczna)
AHP	– <i>analytic hierarchy process</i> – metoda analitycznej hierarchii
AI	– <i>artificial intelligence</i> – sztuczna inteligencja
AIC	– <i>Akaike information criterion</i> – kryterium informacyjne Akaikego
ANN	– <i>artificial neural network(s)</i> – sztuczne sieci neuronowe
ANOVA	– <i>analysis of variance</i> (analiza wariancji)
ANP	– <i>analytic network process</i> – proces analitycznej sieci
API	– <i>application programming interface</i> – interfejs programowania aplikacji
AVE	– <i>average variance extracted</i> – średnia wariancja wyodrębniona
BCM	– <i>business continuity management</i> – zarządzanie ciągłością działania
BCP	– <i>business continuity plan</i> – plan ciągłości działania
BIC	– <i>Bayesian information criterion</i> – Bayesowskie kryterium informacyjne Schwartz’a
BMS	– <i>building management system</i> – system zarządzania budynkiem
BSI	– British Standards Institution
CAPEX	– <i>capital expenditures</i> – nakłady inwestycyjne
CAPI	– <i>computer-assisted personal interviewing</i> – wywiad bezpośredni wspomagany komputerowo
CAS	– <i>complex adaptive system</i> – złożony system adaptacyjny

CAWI	– <i>computer assisted web interview</i> – wywiad ankietowy wspomagany komputerowo przez Internet
CBA	– <i>cost-benefit analysis</i> – analiza kosztów i korzyści
CB-SEM	– <i>covariance-based structural equation modeling</i> – SEM oparte na kowariancji
CFA	– <i>confirmatory factor analysis</i> – confirmacyjna analiza czynnikowa
CFI	– <i>comparative fit index</i> – wskaźnik dopasowania porównawczego
CI	– <i>confidence interval</i> – przedział ufności
CMB	– <i>common method bias</i> – błąd wspólnej metody (<i>bias</i> metody pomiaru)
CO ₂	– dwutlenek węgla
CR	– <i>composite reliability</i> – rzetelność złożona
DEM	– <i>demographics</i> – zmienne demograficzne/kontrolne
DSM	– <i>demand side management</i> – zarządzanie stroną popytową
DSO	– <i>distribution system operator</i> – operator systemu dystrybucyjnego
DSR	– <i>demand side response</i> – reakcja strony popytowej
EFF	– skuteczność dekarbonizacji/efektywność wdrożenia
ESG	– <i>environmental, social, governance</i> – czynniki ESG (środowiskowe, społeczne, ład korporacyjny)
ESI	– <i>Energy Security Index</i>
ESOH	– elektroniczny system obsługi i harmonogram
FA	– <i>factor analysis</i> – analiza czynnikowa
FGI	– <i>focus group interview</i> – zogniskowany wywiad grupowy
FL	– <i>factor loadings</i> – ładunki czynnikowe
GD	– <i>Green Deal</i> – Europejski Zielony Ład
GHG	– <i>greenhouse gases</i> – gazy cieplarniane
GOZ	– gospodarka o obiegu zamkniętym
GUS	– Główny Urząd Statystyczny
GZM	– Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia
H0A	– hipoteza zerowa (obszar A): zmienne demograficzne nie różnicują opinii i postaw respondentów
H0A1	– hipoteza zerowa A1: brak różnic ocen kapitału 4T ze względu na płeć
H0A2	– hipoteza zerowa A2: brak różnic ocen kapitału 4T ze względu na wiek
H0A3	– hipoteza zerowa A3: brak różnic ocen kapitału 4T ze względu na wykształcenie
H0B1	– hipoteza (obszar B1): związek między wdrażaniem technologii inteligentnych a umożliwianiem rozwoju talentów i kreatywności
H0B2	– hipoteza (obszar B2): związek między wdrażaniem technologii inteligentnych a budowaniem zaufania (władze–mieszkańcy oraz między mieszkańcami)
H0B3	– hipoteza (obszar B3): związek między wdrażaniem technologii inteligentnych a oceną postawy miasta w kwestiach ważnych dla mieszkańców

H0C1	– hipoteza (obszar C1): wiedza respondentów o aspektach kapitału 4T jest uwarunkowana rodzajem wdrażanych/wdrożonych rozwiązań
HC	– <i>heteroskedasticity-consistent</i> – odporne na heteroskedastyczność (estymatory/SE)
HC3	– <i>heteroskedasticity-consistent standard errors</i> (HC3) – odporne błędy standardowe (wariant HC3)
HTMT	– <i>heterotrait-monotrait ratio</i> – wskaźnik trafności dyskryminacyjnej
HVAC	– <i>heating, ventilation and air conditioning</i> – ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja
ICT	– <i>information and communication technologies</i> – technologie informacyjno-komunikacyjne
IESE	– IESE Business School – instytucja publikująca indeks <i>Cities in Motion</i>
IMBAL	– wskaźnik nierównowagi (<i>imbalance</i>) pomiędzy kapitałami 4T
IMD	– International Institute for Management Development – instytucja publikująca <i>IMD Smart City Index</i>
INT4T	– integracja kapitałów 4T+
IoT	– <i>Internet of Things</i> – Internet rzeczy
IPCC	– Intergovernmental Panel on Climate Change – Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu
IQR	– <i>interquartile range</i> – rozstęp międzykwartyłowy
IRT	– inteligentne rozwiązania technologiczne
ISC	– <i>inclusive smart city</i> – inkluzywne miasto inteligentne
ISE	– inteligentne sieci elektroenergetyczne (<i>smart grid</i>)
ISMM	– inteligentny system monitoringu miejskiego
ISO	– International Organization for Standardization – organizacja standaryzacyjna
IT	– <i>information technology</i> – technologie informacyjne
ITU-T	– ITU Telecommunication Standardization Sector – sektor normalizacji telekomunikacyjnej ITU
JST	– jednostka samorządu terytorialnego
KMO	– miara adekwatności do analizy czynnikowej Kaisera-Meyera-Olkina
KPI	– <i>key performance indicators</i> – kluczowe wskaźniki efektywności
KPO	– Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności
LB	– luki badawcze (np. LB1)
LED	– <i>light emitting diode</i> – dioda elektroluminescencyjna
LPI	– <i>Logistics Performance Index</i> – indeks Banku Światowego do benchmarkingu sprawności logistyki i handlu
MCDA	– <i>multi-criteria decision analysis</i> – wielokryterialna analiza wspomagania decyzji
MI	– <i>multiple imputation</i> – wielokrotna imputacja braków danych
MLR	– <i>maximum likelihood robust</i> – estymator ML odporny (robust)
MNK	– metoda najmniejszych kwadratów (odpowiednik OLS)

MŚP	– mikro-, małe i średnie przedsiębiorstwa
MRV	– <i>monitoring, reporting, verification</i> – monitoring, raportowanie, weryfikacja (ramy wiarygodności pomiaru)
MS	– media społecznościowe (<i>social media</i>)
MW	– megawat (MW) – jednostka mocy
NetZero	– net zero (zero netto) – stan, w którym emisje GHG są bilansowane przez ich usuwanie (pochłanianie)
NGO	– <i>non-governmental organization</i> – organizacja pozarządowa
NPG	– <i>new public governance</i>
NPM	– <i>new public management</i>
NPS	– <i>net promoter score</i> – wskaźnik skłonności do rekomendacji
NPV	– <i>net present value</i> – wartość bieżąca netto
NUA	– <i>new urban agenda</i> – nowa agenda miejska
OECD	– Organization for Economic Co-operation and Development – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
OLS	– <i>ordinary least squares</i> – metoda najmniejszych kwadratów
ONZ	– Organizacja Narodów Zjednoczonych
OPEX	– <i>operating expenditures</i> – koszty operacyjne
OR	– <i>odds ratio</i> – iloraz szans
OSD	– operator systemu dystrybucyjnego (polski odpowiednik angielskiego DSO)
OZE	– odnawialne źródła energii
PAPI	– <i>paper-and-pencil interviewing</i> – wywiad papierowy
PB	– pytania badawcze (np. PB1)
PB1	– pytanie badawcze 1 (PB1) – główne pytanie o użyteczność modelu 4T+ w zarządzaniu dekarbonizacją miast i bezpieczeństwem energetycznym
PB2	– pytanie badawcze 2 (PB2) – rola bezpieczeństwa energetycznego w akceptacji społecznej procesów dekarbonizacji
PB3	– pytanie badawcze 3 (PB3) – wpływ kapitałów 4T na skuteczność polityki klimatycznej na poziomie miejskim
PB4	– pytanie badawcze 4 (PB4) – skutki braku równowagi między kapitałami 4T dla bezpieczeństwa energetycznego
PB5	– pytanie badawcze 5 (PB5) – rola zaufania społecznego i instytucjonalnego w procesach dekarbonizacji
PB6	– pytanie badawcze 6 (PB6) – znaczenie zarządzania sieciowego dla integracji interesariuszy w celach neutralności klimatycznej
PCA	– <i>principal component analysis</i> – analiza głównych składowych
PDCA	– <i>plan – do – check – act</i> – cykl doskonalenia, cykl Deminga
PKB	– produkt krajowy brutto
PMO	– <i>project management office</i> – biuro zarządzania projektami
POL	– polityka klimatyczna miasta

PPP	– <i>public-private partnership</i> – partnerstwo publiczno-prywatne
PPPP	– <i>public-private-people partnership</i> – partnerstwo publiczno-prywatno-społeczne/obywatelskie
PU	– przedział ufności (np. 95% PU)
PV	– <i>photovoltaic</i> – fotowoltaika
QH	– <i>quadruple helix</i> – model poczwórnej helisy
QHEE	– <i>quadruple helix of entrepreneurial emergence</i> – przedsiębiorczy ekosystem poczwórnej helisy
QOL	– <i>quality of life</i> – jakość życia
QUAL	– komponent jakościowy (<i>qualitative</i>) w podejściu mieszanym/triangulacji
QUAN	– komponent ilościowy (<i>quantitative</i>) w podejściu mieszanym/triangulacji
REGR	– współczynnik/score czynnika obliczany metodą regresji (<i>REGR factor score</i>)
RES	– rezyliencja/adaptacja systemu miejskiego
RIS3	– <i>research and innovation strategies for smart specialisation</i> – strategie inteligentnej specjalizacji
RMSEA	– <i>root mean square error of approximation</i> – wskaźnik dopasowania RMSEA
RODO	– Rozporządzenie o ochronie danych osobowych
SAIDI	– <i>system average interruption duration index</i> – średni czas trwania przerw w dostawie
SAIFI	– <i>system average interruption frequency index</i> – średnia częstość przerw w dostawie
SC	– <i>smart city</i>
SD	– <i>standard deviation</i> – odchylenie standardowe
SDG	– <i>sustainable development goal</i> – cel zrównoważonego rozwoju
SDGs	– <i>sustainable development goals</i> – cele zrównoważonego rozwoju ONZ
SE	– <i>standard error</i> – błąd standardowy
SEC	– bezpieczeństwo energetyczne/bezpieczeństwo mieszkańców
SEM	– <i>structural equation modeling</i> – modelowanie równań strukturalnych
SIA	– <i>social impact assessment</i> – ocena oddziaływania społecznego
SIAM	– <i>society for industrial and applied mathematics</i>
SIM	– system informacji miejskiej
SIMAS	– system informacji miejskiej o aktywnościach miasta
SLA	– <i>service level agreement</i> – umowa o gwarantowanym poziomie usług
SMEs	– <i>small and medium-sized enterprises</i> – małe i średnie przedsiębiorstwa
SPOWEC	– system pomiaru i oszczędzania wody, energii i ciepła na użytek miasta
SPSS	– <i>statistical package for the social sciences</i> – oprogramowanie statystyczne (IBM SPSS Statistics)
SRE	– system rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków

SRMR	– <i>standardized root mean square residual</i> – wskaźnik dopasowania SRMR
SSE	– <i>sum of squared errors</i> – suma kwadratów błędów
SWMO	– system wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów
SWOT	– <i>strengths, weaknesses, opportunities, threats</i>
T1	– kapitał technologiczny
T2	– kapitał talentów i kreatywności
T3	– kapitał zaufania i tolerancji
T4	– kapitał instytucjonalno-terytorialny
TLI	– <i>Tucker-Lewis index</i> – wskaźnik dopasowania TLI
TOL	– tolerancja
TRU	– zaufanie instytucjonalne
UE	– Unia Europejska
UNESCO	– United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Oświaty, Nauki i Kultury
UNFCCC	– United Nations Framework Convention on Climate Change – Ramowa konwencja NZ w sprawie zmian klimatu
UN-Habitat	– United Nations Human Settlements Programme – Program Narodów Zjednoczonych ds. Osiedli Ludzkich
VIF	– <i>variance inflation factor</i> – współczynnik inflacji wariancji
WLSMV	– <i>weighted least squares mean and variance adjusted</i> – estymator WLSMV (SEM)
WP1	– <i>work package</i> 1: replikacja i porównania między miastami/metropoliami
WP2	– <i>work package</i> 2: triangulacja – łączenie danych percepcyjnych z danymi obiektywnymi
WP3	– <i>work package</i> 3: mechanizmy – mediacja i moderacja
WP4	– <i>work package</i> 4: walidacja aplikacyjna – studia wdrożeniowe (<i>case studies</i>)
ZR	– zrównoważony rozwój

WSTĘP

Monografia koncentruje się na rezyliencji inteligentnego miasta – rozumianej jako skutek zdolności adaptacyjnych w warunkach presji transformacji energetyczno-klimatycznej. Wymiar bezpieczeństwa mieszkańców (w tym energetycznego) traktowany jest tu jako operacyjna manifestacja i wskaźnik percepcyjny tej rezyliencji.

Książka podejmuje problematykę zarządzania wybranymi obszarami rozwoju miast inteligentnych w celu budowania rezyliencji (odporności adaptacyjnej) w warunkach równoczesnej cyfryzacji usług publicznych oraz presji transformacji energetyczno-klimatycznej. W centrum rozważań autor stawia pytanie: w jaki sposób miasta mogą utrzymywać ciągłość kluczowych usług publicznych, bezpieczeństwo funkcjonalne oraz zdolność do uczenia się i adaptacji w obliczu narastającej niepewności oraz identyfikowalnych kategorii ryzyka (regulacyjnego, kosztowego i podażowego), dążąc do neutralności klimatycznej?

Przyjęta perspektywa badawcza odwołuje się do ontologii miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego (*complex adaptive system*, CAS). Oznacza to odejście od postrzegania miasta inteligentnego wyłącznie jako zbioru rozproszonych wdrożeń technologicznych na rzecz ujęcia relacyjnego, w którym o „inteligencji” przesądzają sprzężenia zwrotne pomiędzy kapitałami rozwojowymi, instytucjami oraz zachowaniami interesariuszy (w szczególności – mieszkańców). W tym ujęciu technologie cyfrowe pełnią funkcję narzędziową: wspierają koordynację, monitorowanie oraz świadczenie usług, lecz nie determinują samodzielnie trwałości rozwoju. O stabilności i skuteczności instrumentów polityki miejskiej decydują równolegle czynniki społeczne (akceptacja, otwartość, zaufanie), a także czynniki instytucjonalne (ład, współzarządzanie, zdolności koordynacyjne).

Kluczową propozycją monografii jest autorski, rozszerzony model kapitałów 4T+, który porządkuje rozwój miasta inteligentnego w warunkach presji

transformacji energetyczno-klimatycznej przez pryzmat czterech kapitałów rozwojowych (T1–T4) oraz komponentu „+”. W modelu 4T+: T1 oznacza kapitał technologiczny, T2 – kapitał talentów i kreatywności, T3 – kapitał zaufania i tolerancji, a T4 – kapitał instytucjonalno-terytorialny (w tym współzarządzanie). Komponent „+” jest rozumiany jako rezyliencja (odporność adaptacyjna), osiągana poprzez zdolność adaptacyjną instytucji miejskich (*adaptive governance*) do reagowania na zaburzenia transformacyjne: m.in. na procesy dekarbonizacji oraz kryzysy energetyczno-klimatyczne. Odporność ta w warstwie operacyjnej przejawia się m.in. w bezpieczeństwie energetycznym i ciągłości usług publicznych.

W niniejszej monografii pojęcie kapitału jest rozumiane szeroko jako względnie trwałe zasoby (materialny lub niematerialny), który może być mobilizowany w działaniach zbiorowych oraz przekłada się na zdolność miasta do osiągania celów rozwojowych (np. jakości życia, efektywności usług czy zdolności adaptacji)¹. W niniejszej pracy procesy miejskie analizowane są przede wszystkim na poziomie poznawczo-percepcyjnym, ponieważ to właśnie percepcje, oceny i przekonania aktorów miejskich współkształtują decyzje publiczne, dynamikę wdrożeń oraz stabilność systemów miejskich. Przyjęta perspektywa badawcza zakłada zatem rekonstrukcję mechanizmów interpretacyjnych i decyzyjnych, a nie bezpośredni pomiar parametrów infrastrukturalnych.

Przyjęcie perspektywy percepcyjnej nie oznacza redukcji analiz do poziomu subiektywnych opinii, lecz odwołuje się do ugruntowanego w naukach społecznych założenia, że percepcje aktorów systemu współkształtują rzeczywiste procesy decyzyjne, instytucjonalne i behawioralne. W systemach miejskich oceny mieszkańców wpływają na legitymizację instrumentów polityki publicznej, akceptację interwencji oraz stabilność wdrożeń, stając się elementem realnych mechanizmów adaptacyjnych. Tym samym poziom poznawczo-percepcyjny traktowany jest jako integralny komponent dynamiki systemu miejskiego – nie jako wymiar analizy (odrębny lub wtórny).

Celem głównym badań jest opracowanie i weryfikacja empiryczna autorskiego modelu zarządzania kapitałami miejskimi (model 4T+), zdolnego do efektywnej transformacji energetyczno-klimatycznej w warunkach niepewności. Cele teoretyczne koncentrują się na redefinicji koncepcji inteligentnego miasta (*smart city*) jako złożonego systemu adaptacyjnego, a także na uzasadnieniu modelu 4T+ jako ramy integrującej kapitały rozwojowe, mechanizmy współ-

¹ Uwaga terminologiczna: w monografii termin „miasto” odnosi się do jednostki miejskiej jako organizacji publicznej, natomiast „metropolia” oznacza układ wielomiejscowy (sieć miast i gmin) wymagający koordynacji wielopoziomowej.

zarządzania publicznego (*public governance*) i wymiar rezyliencji (odporności adaptacyjnej), ujmowany operacyjnie poprzez bezpieczeństwo funkcjonalne (w szczególności energetyczne) mieszkańców. Cele empiryczno-poznawcze obejmują identyfikację zależności pomiędzy kapitałami 4T+ a percepcją inteligencji miasta, bezpieczeństwa i jakości życia, a także rozpoznanie zróżnicowania postaw mieszkańców w układzie metropolitalnym (segmentacja profili percepcji). Cele metodyczne oraz aplikacyjne polegają na operacjonalizacji konstruktów 4T+ w narzędziu pomiarowym, jak i na przełożeniu wyników badań na implikacje zarządcze dla polityki rozwoju inteligentnego miasta czy transformacji energetyczno-klimatycznej w metropoliach. W monografii pojęcie kapitału oznacza zasób (potencjał) materialny i niematerialny, który może być kumulowany oraz mobilizowany przez miasto i jego interesariuszy w realizacji celów rozwojowych – nie jest to wyłącznie kategoria finansowa.

Badania oraz dyskusja wyników zostały przygotowane w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości – koncentrują się na problematyce zarządzania rozwojem miast inteligentnych (*smart city*²) w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej. Rdzeń rozważań mieści się w obszarze zarządzania strategicznego i współzarządzania publicznego (*public governance*), ponieważ model 4T+ służy jednocześnie wyjaśnianiu mechanizmów rozwoju oraz projektowaniu architektury wdrożeniowej oraz narzędzi koordynacji interesariuszy. W ujęciu funkcjonalnym praca łączy perspektywę zarządzania strategicznego (modele rozwoju, mierniki skuteczności, portfel działań) z perspektywą zarządzania publicznego (współzarządzanie, legitymizacja, koordynacja sieciowa). Komplementarny charakter ma podejście międzyorganizacyjne, ponieważ wdrożenie inteligentnego miasta i transformacja energetyczna są realizowane w układach współpracy samorząd–biznes–mieszkańcy oraz w sieciach instytucji.

Badanie empiryczne osadzono w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM), dlatego w części empirycznej wyniki interpretowane są zarówno na poziomie pojedynczego miasta, jak i w perspektywie systemu metropolitalnego. Monografia łączy analizę teoretyczną z empiryczną weryfikacją przyjętych hipotez, ukierunkowując wnioskowanie na identyfikację zależności pomiędzy

² Uwaga terminologiczna i delimitacyjna: w monografii, zgodnie z zasadami języka polskiego, termin *smart city* jest zapisywany małymi literami (z wyjątkiem cytowanych nazw własnych, tytułów raportów i indeksów, dla których zachowano oryginalną pisownię); w tekście termin angielski stosowany jest zamiennie z określeniem „miasto inteligentne”. Komponent „+” w modelu 4T+ oznacza rezyliencję (odporność adaptacyjną) systemu miejskiego, a w badaniach empirycznych jest operacjonalizowany m.in. przez bezpieczeństwo funkcjonalne – w szczególności bezpieczeństwo energetyczne (ciągłość i stabilność dostaw energii oraz odporność usług krytycznych) w warunkach transformacji i kryzysów.

kapitałami rozwojowymi a percepcją inteligencji miasta, bezpieczeństwa oraz jakości życia. Zastosowana logika badawcza ma charakter dedukcyjno-empiryczny: opiera się na wyprowadzeniu konstruktów teoretycznych, jego operacjonalizacji oraz sprawdzeniu relacji na podstawie danych z badań własnych. Ze względu na przekrojowy i nieeksperymentalny charakter badań, które stosują procedury statystyczne (analizy korelacyjne oraz regresyjne), umożliwiają identyfikację współwystępowania i siły zależności pomiędzy zmiennymi. Nie stanowią one jednak podstawy do jednoznacznego wnioskowania przyczynowego w sensie ścisłym. Uzyskane relacje interpretowane są zatem jako zależności strukturalne i asocjacyjne, zgodnie z logiką badań przekrojowych w naukach o zarządzaniu. Wnioski dotyczące mechanizmów adaptacyjnych oraz rezyliencji mają charakter interpretacyjno-teoretyczny, osadzony w przyjętym modelu konceptualnym 4T+.

Niezbędna interdyscyplinarność pracy wynika z połączenia perspektywy zarządzania miastem jako megaorganizacją (model kapitałów 4T+) z wątkami ekonomiki energii, polityki klimatycznej, *urban studies* oraz badań nad usługami publicznymi. W szczególności komponent „+” wymaga równoległego uwzględnienia uwarunkowań techniczno-ekonomicznych transformacji oraz społeczno-instytucjonalnych determinant akceptacji zmian. Współczesne metropolie i miasta stają w obliczu polikryzysu – splotu niestabilności energetycznej, gwałtownych zmian klimatycznych oraz rosnących oczekiwań społecznych w zakresie jakości życia. Dotychczasowy paradygmat *smart city*, skupiony na technocentrycznych rozwiązaniach IT (generacje 1.0 i 2.0), wyczerpał swoją skuteczność w obliczu konieczności głębokiej transformacji systemowej. Niniejsza monografia stawia hipotezę, że inteligencja miasta musi być dziś redefiniowana jako jego zdolność adaptacyjna, a nie jedynie stopień cyfryzacji infrastruktury.

Empiryczną podstawę wnioskowania stanowi badanie ankietowe mieszkańców Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, zrealizowane w trybie mieszanym (CAWI oraz ankieta bezpośrednia). Po procedurach kontroli jakości danych do analiz włączono próbę podstawową $N = 1000$ (statystyki opisowe, modele regresyjne). Po badaniach przeprowadzonych metodą CAWI prowadzono badania ilościowe metodą pogłębionych wywiadów grupowych (*focus group interview*, FGI), uszczegóławiające problemy bezpieczeństwa energetycznego. Badania były wykonywane w latach 2022–2024 – tak zaprojektowana procedura umożliwia jednocześnie testowanie zależności w logice modeli kapitałów 4T wraz z wyodrębnieniem profili percepcji mieszkańców kluczowych dla projektowania polityki rozwoju *smart city*.

W analizie danych wykorzystano zestaw narzędzi właściwy dla badań ilościowych w naukach o zarządzaniu i jakości: statystykę opisową, analizy korelacji, procedury oceny jakości pomiaru, analizę regresji, segmentację (*k*-średnich) umożliwiającą profilowanie respondentów i interpretację wdrożeniową wyników oraz analizę mediacji. Dla wtórnego potwierdzenia wyników badań zastosowano analizę CB-SEM – równań strukturalnych. Dobór procedur analitycznych oraz kryteriów oceny rzetelności i trafności narzędzia osadzono w standardach metodologii badań w naukach o zarządzaniu i jakości (Czakon, 2023). Analizę specyfiki instytucjonalnej i problemów funkcjonowania Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, jako kluczowego kontekstu dla niniejszych badań, przedstawiają m.in. Jacek Szołtysek i Małgorzata Czornik w monografii pod redakcją Pawła Kosinia i Jerzego Podsiadły (2019).

Podsumowując, wartością dodaną niniejszej pracy badawczej jest sformułowanie zintegrowanego modelu zarządczego, który wspiera ideę, iż we współczesnym świecie najwyższą formą inteligencji miasta jest jego zdolność do adaptacji prowadząca do osiągnięcia rezyliencji.

Monografia wypełnia lukę między „twardą” inżynierią miejską a „miękkim” zarządzaniem publicznym, oferując spójną odpowiedź na wyzwania epoki antropocenu, w której ludzkość stała się siłą sprawczą na skalę planetarną, porównywalną z siłami geologicznymi. Inteligencja miasta nie jest zatem prostą funkcją nasycenia technologiami, lecz zdolnością do uczenia się, samoorganizacji i adaptacji w warunkach niepewności. W konsekwencji transformacja energetyczno-klimatyczna oraz bezpieczeństwo energetyczne mieszkańców stają się kryterium oceny dojrzałości *smart city*, ponieważ przesądzają o stabilności usług publicznych oraz akceptacji społecznej działań dekarbonizacyjnych (Creutzig i in., 2016; IPCC, 2022b).

Autorski rozszerzony model kapitałów 4T+ porządkuje tę problematykę, integrując kapitały rozwojowe z komponentem „+”, rozumianym jako rezyliencja (odporność adaptacyjna) systemu miejskiego; w warstwie operacyjnej mierzoną m.in. poprzez postrzegane bezpieczeństwo funkcjonalne (w szczególności bezpieczeństwo energetyczne) oraz stabilność kluczowych usług publicznych. Takie ujęcie pozwala analizować miasto jako metasystem społeczno-ekonomiczny (Folke, 2006), w którym decyzje strategiczne, infrastruktura i relacje interesariuszy tworzą sprzężenia zwrotne wpływające na trwałość rozwoju (Walker i in., 2004; Szołtysek, 2016a). Na tej podstawie wywód przechodzi do systemowego ujęcia paradygmatu inteligentnego miasta i prowadzi do konstrukcji oraz empirycznej weryfikacji modelu 4T+.



EWOLUCJA PARADYGMATU INTELIGENTNEGO MIASTA: OD OPTYMALIZACJI TECHNOLOGICZNEJ DO SYSTEMOWEJ REZYLIENCJI

Perspektywa systemowa przyjęta w niniejszej książce pozwala uporządkować ewolucję paradygmatu *smart city* oraz uchwycić przesłanki przejścia od podejść technocentrycznych do ujęć, w których kluczowe stają się takie potencjały, jak: kreatywność, zaufanie, tolerancja, rezyliencja, dobrostan, ład instytucjonalny. W niniejszym ujęciu „optymalizacja technologiczna” oznacza dominację logiki efektywności infrastrukturalnej: cyfryzację i automatyzację procesów, optymalizację przepływów (energia, transport, informacja) oraz redukcję kosztów operacyjnych poprzez ICT. Przejście do „systemowej rezyliencji” oznacza natomiast, że kryterium rozwoju staje się zdolność miasta do absorpcji zakłóceń, uczenia się i adaptacji, przy zachowaniu ciągłości usług publicznych oraz bezpieczeństwa funkcjonalnego.

Przyjmuje się, że adaptacja (uczenie się i dostosowywanie do zakłóceń) stanowi mechanizm budowania rezyliencji (odporności adaptacyjnej) miasta. Rezyliencja obejmuje zdolność do absorpcji zaburzeń, adaptacji oraz – gdy jest to konieczne – transformacji, przy zachowaniu lub odtworzeniu kluczowych funkcji i usług publicznych (Walker i in., 2004; Folke, 2006; Meerow i in., 2016). W warunkach szybkiego rozwoju technologii oraz łatwego dostępu do informacji rzeczywistość społeczno-gospodarcza staje się bardziej dynamiczna i złożona, co utrudnia rozpoznawanie zjawisk oraz podejmowanie trafnych decyzji. W takim otoczeniu rośnie znaczenie zasobów niematerialnych – a zwłaszcza człowieka jako nośnika informacji, wiedzy i zdolności do ich pogłębiania.

Informacja oraz wiedza nabierają więc rangi kluczowego zasobu – nie tylko w samych miastach jako systemach, lecz również w społeczeństwie – ponieważ umożliwiają orientację w przeszłości, teraźniejszości i prognozowanie przyszłości, a w konsekwencji budowanie dobrobytu oraz bezpieczeństwa. Skoro zapotrzebowanie na te zasoby rośnie wraz z globalizacją, a także postępem technologicznym, zarządzanie informacją i wiedzą powinno obejmować

zarówno ich efektywne wykorzystanie (dostępność, aktualność, wiarygodność), jak i ochronę przed utratą, zniekształceniem lub nieuprawnionym ujawnieniem. Tak rozumiane zarządzanie adaptacyjnością zwiększa odporność jednostek czy organizacji na zmiany oraz wspiera wczesne rozpoznawanie zagrożeń i stabilizację funkcjonowania (Żywiłek, 2020, s. 5).

Na potrzeby niniejszej monografii rozwój koncepcji inteligentnego miasta oznacza przede wszystkim ewolucję dominujących logik interpretacji i praktyk zarządzania (od technocentryzmu do ujęć systemowych i rezyliencji), a nie wyłącznie chronologiczną sekwencję wdrożeń ICT. Choć w literaturze miejskiej już w latach 90. pojawiały się terminy „miasto cyfrowe” (*digital city*) oraz „miasto inteligentne” (*intelligent city*), to współczesny nurt *smart city* ukształtował się w pierwszej dekadzie XXI w. i został wzmocniony zarówno przez programy technologiczne, jak i przez ramy instrumentów polityki publicznej oraz krytyczną debatę naukową (Hollands, 2008; Harrison i in., 2010; Townsend, 2013).

Kapitały stanowią reinterpretację logiki T-modeli rozwoju miejskiego, przeniesioną z poziomu cech środowiska (Florida, 2002) na poziom zasobów systemowych miasta. W analizie koncepcji Richarda Floridy kluczowe znaczenie ma sposób, w jaki autor posługuje się kategorią kapitału. W pracy *The Rise of the Creative Class* Florida (2002, s. 249–250) wprowadza pojęcie *three T's of economic development*, obejmujące technologię, talent oraz tolerancję. Badacz wskazuje, że każdy z tych komponentów stanowi warunek konieczny, lecz sam w sobie niewystarczający dla stymulowania wzrostu gospodarczego. Już na poziomie terminologicznym widoczne jest, iż Florida nie definiuje kapitału w sensie klasycznej teorii ekonomicznej, lecz wykorzystuje tę kategorię w znaczeniu rozszerzonym i heurystycznym. W tradycyjnej ontologii ekonomicznej kapitał oznacza względnie trwałą zasób, podlegający akumulacji, inwestycji oraz transferowi. Tymczasem komponenty modelu Floridy nie spełniają wprost tych kryteriów – raczej kierują się na (spotykane w naukach o zarządzaniu) pojęcie potencjałów lub też kapitałów, ale w znaczeniu niematerialnym.

Potencjał kreatywny jest przedstawiany jako kluczowy, w koncepcji miasta kreatywnego, rozwijanej przede wszystkim przez Floridę (2002). Opiera się na założeniu, że różnorodność, tolerancja oraz koncentracja talentów stanowią kluczowe czynniki rozwoju miejskiego. W ujęciu kapitału społecznego logika ta odpowiada idei tzw. kapitałów pomostowych (*bridging social capital*), rozumianej jako tworzenie relacji pomostowych pomiędzy heterogenicznymi grupami społecznymi (Putnam, 2000). Kapitał pomostowy sprzyja dyfuzji wiedzy, mobilności oraz elastyczności struktur społecznych, co pozostaje spójne z narracją *smart city* oraz gospodarki kreatywnej. Jednocześnie literatura krytyczna

wskazuje, że rozwój oparty na przyciąganiu klasy kreatywnej może prowadzić do efektów ubocznych, takich jak gentryfikacja, wzrost kosztów życia czy polaryzacja społeczno-przestrzenna (Peck, 2005; Markusen, 2006). Mechanizmy te generują selektywną inkluzję, w której korzyści rozwojowe koncentrują się w określonych segmentach społecznych. W konsekwencji kapitał pomostowy w wymiarze kulturowym nie implikuje automatycznego powstawania tzw. kapitałów wiążących (*bonding social capital*) pomiędzy klasą kreatywną a grupami peryferyjnymi ekonomicznie (Putnam, 2000). Kapitał wiążący, oparty na solidarności i silnej identyfikacji wewnątrzgrupowej, wymaga bowiem względnej spójności doświadczeń materialnych, a także stabilności pozycji społecznej.

Badania empiryczne pokazują, że środowiska wysokiej koncentracji kapitału kreatywnego sprzyjają raczej homogenizacji stylów życia oraz sieci społecznych, co wzmacnia więzi wewnątrzklasowe (kapitał wiążący), lecz niekoniecznie międzyklasowe (Bereitschaft, 2014). Tym samym miasto kreatywne może pozostawać strukturalnie otwarte i tolerancyjne, lecz jednocześnie nie wytwarzać trwałych mechanizmów spajających pomiędzy grupami o odmiennych zasobach ekonomicznych. Interpretacja ta pozostaje zgodna z późniejszymi analizami Florydy (2017), który wskazuje, że rozwój oparty na koncentracji klasy kreatywnej może współwystępować z rosnącą nierównością oraz segmentacją społeczną. Technologia interpretowana jest jako zdolność środowiska regionalnego do generowania oraz absorpcji innowacji, talent odnosi się do koncentracji osób o wysokich kwalifikacjach i zdolnościach twórczych, natomiast tolerancja opisuje kulturową oraz społeczną otwartość miejsca. Są to zatem nie tyle zasoby w sensie materialnym lub finansowym, ile charakterystyki systemowe i środowiskowe.

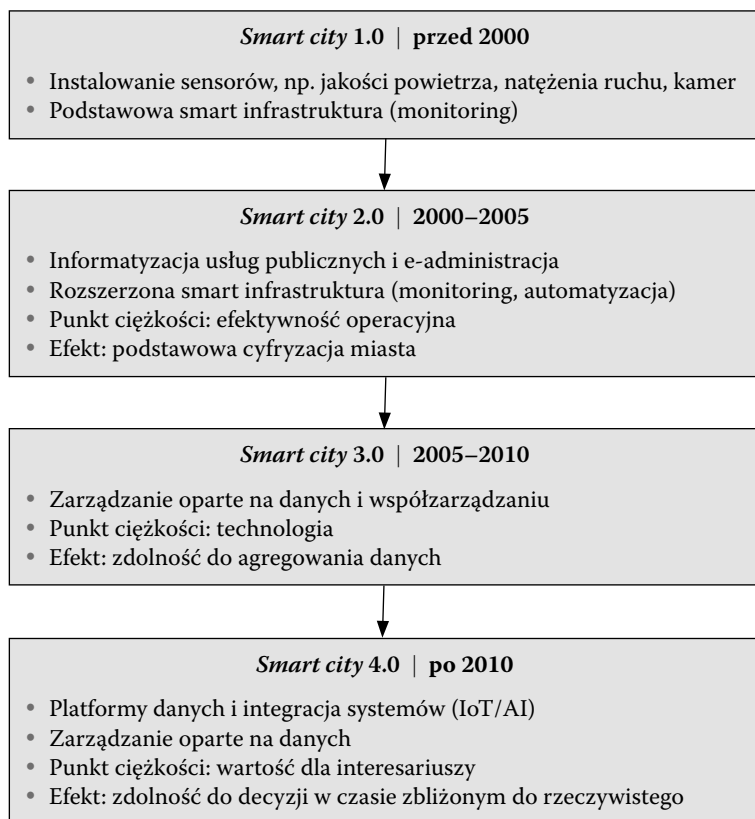
Floryda wyraźnie odróżnia swoją koncepcję od klasycznych teorii wzrostu regionalnego – takich jak teoria kapitału społecznego Roberta Putnama czy teoria kapitału ludzkiego Roberta Lucasa i Edwarda Glaesera. Kapitał kreatywny (*creative capital*) nie jest bowiem prostą agregacją zasobów edukacyjnych, ani wskaźnikiem spójności społecznej, lecz kategorią opisującą zdolność regionu do przyciągania oraz utrzymywania aktorów kreatywnych. W tym sensie kapitał kreatywny ma charakter relacyjny i dynamiczny, związany z przepływami wiedzy, różnorodnością oraz mechanizmami interakcji społecznych. Analiza tekstu Florydy prowadzi do wniosku, że użycie terminu *capital* ma w jego teorii charakter metaforyczny i funkcjonalny. Kapitał kreatywny oznacza konfigurację warunków sprzyjających innowacyjności oraz wzrostowi gospodarczemu, a nie kapitał w sensie ekonomicznie zdefiniowanego zasobu. Kapitał staje się tu kategorią opisującą potencjał rozwojowy systemu społeczno-przestrzennego –

nie byt o charakterze stricte zasobowym. Taka interpretacja sytuuje koncepcję Floridy w nurcie rozszerzonych teorii kapitału, analogicznych do pojęcia kapitału społecznego czy kulturowego, w których kluczową rolę odgrywają relacje, normy, struktury interakcji oraz cechy środowiska społecznego. Kapitał ma tu zatem charakter emergentny i systemowy, a jego funkcja polega na wyjaśnianiu różnic w dynamice rozwoju regionalnego, nie zaś na opisie struktury zasobów ekonomicznych.

Wczesne implementacje *smart city*, koncentrujące się na cyfrowym oprządkowaniu infrastruktury, często pomijały złożoność interakcji społecznych oraz fizyczne ograniczenia ekosystemu miejskiego. Marzena Sokół i Anna Mempel-Śnieżyk proponują ramy analityczne łączące np. kapitał kreatywny ze zrównoważonym rozwojem, wskazując, że kreatywność (oraz zdolność do innowacji) może być wzmacniana przez działania w obszarze ładu środowiskowego i społecznego. Podejście to pozwala interpretować rozwój kreatywny miasta/regionu jako efekt spójnych priorytetów i instrumentów polityki rozwoju, a nie wyłącznie jako skutek koncentracji talentów (Sokół, Mempel-Śnieżyk, 2022). Na podstawie powyższego można postawić tezę, że współczesna inteligencja miasta nie może być utożsamiana jedynie z zaawansowaniem systemów ICT, lecz powinna być rozumiana jako zdolność do trwałej adaptacji w warunkach niepewności i kryzysu. Analiza procesu ewolucji paradygmatu *smart city* (od wersji 1.0 do 4.0) pozwala dostrzec odejście od determinizmu technologicznego na rzecz ujęć antropocentrycznych oraz ekologicznych. Na rys. 1 przedstawiono przejście od ujęcia infrastrukturalno-technologicznego do *smart city* 4.0, co umożliwia późniejsze porównania modeli oraz poszukiwanie operacjonalizacji inteligencji miasta w kategoriach zarządczych i bezpieczeństwa (C40 Cities, 2023).

Odwołanie do kategorii kapitałów umożliwia opisanie rozwoju miasta jako procesu akumulacji, komplementarności i mobilizacji zasobów (nie tylko technologicznych), które łącznie warunkują zdolność systemu miejskiego do osiągnięcia wartości publicznej. W takim ujęciu ewolucja *smart city* może być interpretowana jako przejście od koncentracji na infrastrukturze ICT do zarządzania portfelem kapitałów (technologicznego, ludzkiego, społecznego i instytucjonalnego) oraz ich integracji w warunkach presji transformacyjnej.

Rysunek 1 porządkuje ewolucję koncepcji *smart city* od podejścia infrastrukturalno-technologicznego do modelu 4.0, w którym kluczowe są dane, zarządzanie oparte na danych oraz wartość dla interesariuszy, w tym mieszkańców. Implikacją dla dalszych badań jest konieczność operacjonalizacji inteligencji miasta wielowymiarowo (technologia – instytucje – społeczeństwo – terytorium). Współczesne ramy pomiaru i benchmarkingu dojrzałości *smart city* coraz częściej uwzględniają kryteria jakości życia, dobrostanu oraz bezpieczeń-

RYSUNEK 1. Ewolucja koncepcji *smart city*: *smart city* → *smart city* 4.0

Źródło: opracowanie własne.

stwa funkcjonalnego, w tym bezpieczeństwa energetycznego, jako elementy oceny efektów rozwojowych (Giffinger i in., 2007; ISO, 2018; ISO, 2019; IMD World Competitiveness Center, 2025). W niniejszej monografii kryteria te są traktowane jako operacjonalizacja komponentu „+” w modelu 4T+, co pozwala powiązać ocenę dojrzałości z mechanizmami adaptacji do zagrożeń. W ujęciu *smart city* 4.0, rozumianym w perspektywie zarządzania strategicznego i publicznego, technologia jest narzędziem tworzenia wartości publicznej, a nie celem samym w sobie. Ujęcie to koresponduje z logiką współzarządzania, w której decyzje rozwojowe powstają w sieciach aktorów publicznych, prywatnych oraz społecznych (Ansell, Gash, 2008). Tak zdefiniowana inteligencja miasta ujawnia się w zdolności integrowania napięć: technologia – społeczeństwo, efektywność – legitymizacja oraz dekarbonizacja – bezpieczeństwo. Należy podkreślić, że akcent energetyczno-klimatyczny wynika z doboru kontekstu empirycznego

i presji transformacyjnej – nie z redukcji pojęcia *smart city* wyłącznie do tej osi problemowej. Kierunek integracji zarządzania rozwojem z rezyliencją oraz adaptacją systemów miejskich jest rozwijany w literaturze *smart city* i rezyliencji miejskiej (*urban resilience*) (Bibri, Krogstie, 2017b; Sharifi, 2019a).

Jednocześnie należy podkreślić, że w literaturze rozróżnia się podejścia typu miasto cyfrowe (*digital city*), skoncentrowane na cyfrowej infrastrukturze i usługach, oraz miasto inteligentne (*smart city*), które obejmuje również wymiary społeczne, instytucjonalne i środowiskowe – dlatego przyjęte w monografii ujęcie świadomie przekracza definicje technocentryczne oraz traktuje *smart* jako zdolność systemową, a nie etykietę technologii (Komninos, 2008; Hollands, 2008; Albino i in., 2015). Definityjnie w literaturze *smart city* bywa ujmowane jako pojęcie parasolowe (*umbrella concept*), obejmujące różne konfiguracje technologii, instytucji, kapitału ludzkiego i zrównoważenia; poszczególni autorzy akcentują odmienne wymiary (np. innowacje oraz konkurencyjność, jakość życia, partycypację i ład instytucjonalny), co skutkuje wielością typologii oraz indeksów porównawczych (Caragliu i in., 2011; Neirotti i in., 2014; Kummitha i Crutzen, 2017; Mora i in., 2017).

Rozwój inteligentnego miasta powinien być oceniany także przez pryzmat inkluzywności: zmian demograficznych (w tym starzenia się społeczeństwa – tzw. *silver society*), zróżnicowania kompetencji i dostępu do usług cyfrowych oraz ryzyka wykluczeń (np. ubóstwa energetycznego). Z tego względu w dalszej części monografii rezultaty transformacyjne są analizowane łącznie z akceptacją społeczną, zaufaniem i sprawiedliwością dystrybucyjną kosztów oraz korzyści.

W perspektywie konkurencyjności i atrakcyjności miejskiej podkreśla się znaczenie kapitału kreatywnego oraz jakości środowiska życia (Florida, 2002). W ujęciach miast zrównoważonych (*smart-sustainable*) akcentuje się integrację technologii z celami środowiskowymi oraz społecznymi (Bibri, 2019), a jednocześnie uwzględnia krytyczne spojrzenie na ryzyka redukcjonizmu technologicznego w ramach polityki rozwoju inteligentnego miasta (Hollands, 2008). Wnioski te, choć częściowe, korespondują z rekomendacjami organizacji międzynarodowych dotyczącymi ładu, produktywności i jakości życia w miastach (OECD, 2020). Ich analiza stanowi punkt wyjścia dla dalszych badań teoretycznych i empirycznych, prowadzących do przeformułowania pierwotnego modelu kapitałów (potencjałów) 4T (Kinelski, 2022a). Rozważania te potwierdzają przyjęte w tej monografii założenie, że inteligencja miasta nie sprowadza się do implementacji ICT, lecz oznacza zdolność do integrowania decyzji publicznych w warunkach presji klimatyczno-energetycznej i zróżnicowanych oczekiwań społecznych. W tym sensie *smart city* stanowi paradygmat rozwoju terytorial-

nego, którego dojrzałość ujawnia się w połączeniu technologii, instytucji oraz kapitałów niematerialnych.

Mariana Angelidou (2015) opisuje podejścia wdrożeniowe i programowe w ramach polityki miejskiej, natomiast Rama K.R. Kummitha (2020) oraz Natalia Moch (2020) wskazują na ryzyka technocentryzmu, a także deficyty legitymizacji. Z kolei Simon E. Bibri i John Krogstie (2017) oraz Ayyoob Sharifi (2019b) akcentują potrzebę łączenia cyfryzacji z celami rezyliencji oraz zrównoważonego rozwoju. Kluczowym elementem proponowanej tu redefinicji jest spojrzenie na miasto przez pryzmat teorii złożonych systemów adaptacyjnych (CAS). Perspektywa ta pozwala zrozumieć, że miasto nie jest statycznym mechanizmem, który można w pełni kontrolować za pomocą algorytmów – lecz dynamicznym organizmem zdolnym do samoorganizacji i uczenia się. Takie ujęcie wymaga również rewizji modeli zarządzania publicznego – przejście od hierarchicznych struktur ku sieciowemu współzarządzaniu publicznemu (*new public governance*), gdzie wartość publiczna generowana jest poprzez synergię różnorodnych kapitałów.

Współzarządzanie jest jednym z narzędzi zrównoważonego rozwoju, którego celem jest rezyliencja osiągnana m.in. poprzez transformację energetyczno-klimatyczną. Transformacja energetyczno-klimatyczna stanowić może zatem jeden z katalizatorów tej zmiany paradygmatu. Dekarbonizacja i bezpieczeństwo energetyczne nie są już wyłącznie technicznymi wyzwaniami instytucji oraz podmiotów sektora komunalnego, lecz stają się fundamentem nowej definicji odporności miejskiej (rezyliencji). Z tego punktu widzenia konieczne jest połączenie narzędzi cyfrowych zarówno z mechanizmami współzarządzania, jak i z kapitałami niematerialnymi, ponieważ to one warunkują możliwość adaptacji oraz trwałość decyzji rozwojowych w warunkach niepewności.

1.1. MODELE INTELIGENTNEGO ROZWOJU MIASTA W UJĘCIU SYSTEMOWYM

Powyższe wyzwania adaptacyjne – wynikające z rosnącej złożoności systemu miejskiego, presji transformacji energetyczno-klimatycznej, niepewności otoczenia oraz ryzyka pogłębiania nierówności – uzasadniają potrzebę poszukiwania modeli zarządzania miastem opartych na integracji celów społecznych, ekonomicznych i środowiskowych, a także na zdolności do pracy w warunkach wysokiej złożoności. *Smart city*, rozumiane zatem jako system zarządzania transformacją, tworzy możliwość przezwyciężania barier poprzez wykorzystanie danych, sieciowości relacji oraz partycypacyjnych mechanizmów decyzyjnych.

Kluczowe jest jednak przesunięcie akcentu z rozumienia technologii jako celu na pojmowanie technologii w kategorii narzędzia: rozwiązania cyfrowe powinny wzmacniać koordynację, transparentność i jakość usług, a nie generować „wyspy” innowacji oderwane od strategii. Z kolei w literaturze podkreśla się, że rozwój inteligentnych miast wymaga równoważenia obietnicy efektywności ze skutkami technodeterministycznego podejścia, w tym z ryzykiem pogłębiania nierówności i utraty zaufania w przypadku braku przejrzystości. Dlatego *smart city* powinno być projektowane w logice współzarządzania (*governance*): z jasno określonymi rolami interesariuszy, zasadami korzystania z danych oraz mechanizmami odpowiedzialności, co koresponduje z integrującą rolą kapitałów zaufania i tolerancji łącznie (Kitchin, 2014; Meijer, Bolívar, 2016). W tym miejscu podkreślić należy, że rozwój inteligentnych miast nie może być analizowany wyłącznie w perspektywie technologicznej. Kluczowe znaczenie ma zdolność integrowania rozwiązań cyfrowych z realnymi potrzebami społeczności lokalnych. *Smart city* powinno być traktowane jako proces zarządczy, nie zaś zbiór pojedynczych projektów technologicznych.

Rozwój koncepcji inteligentnych miast doprowadził do wykształcenia wielu modeli teoretycznych i aplikacyjnych, różniących się zakresem akcentowanych priorytetów, rolą technologii oraz stopniem partycypacji społecznej. W tej części pracy dokonano ich syntetycznej charakterystyki, wraz z oceną możliwości zastosowania w warunkach miast europejskich.

W literaturze podkreśla się, że dojrzałe modele *smart city* obejmują jednocześnie ujęcie generacyjne (ewolucja od *smart city* 1.0 do 4.0) oraz propozycje systemów pomiaru i benchmarkingu, co umożliwi przejście od deklaracji do zarządzania opartego na danych (Tundys i in., 2022). Analiza sugeruje, że np. w obszarze logistyki miejskiej wskaźnik LPI zależy od klastrów czynników konkurencyjności: infrastruktury, kapitału ludzkiego oraz instytucji; znaczenie tych klastrów różni się między Europą, Azją i Afryką (Sergi i in., 2021), ale muszą one działać łącznie. Implikuje to możliwości przeniesienia tych doświadczeń na obszar *smart city* i osiągnięcia również synergii w jego modelach. Podsumowując, możemy wskazać na poniższe modele *smart city*:

- model korporacyjny (*corporate smart city*) – oparty na dominującej roli podmiotów prywatnych, charakteryzujący się wysokim poziomem innowacyjności, lecz niskim poziomem kontroli społecznej;
- model sponsorski (*sponsored smart city*) – w którym rozwój wspierany jest przez wybranych inwestorów lub programy publiczne, co może prowadzić do selektywności rozwoju;

- model wspólnotowy (*commons-based smart city*) – oparty na współzarządzaniu, kapitale społecznym i wysokim poziomie zaufania mieszkańców;
- *smart city* 1.0 – model technologiczny, w którym dominującą rolę odgrywają dostawcy technologii oraz infrastruktura cyfrowa. Ponadto model ten cechuje się ograniczonym udziałem mieszkańców oraz ryzykiem niskiej akceptacji społecznej;
- *smart city* 2.0 – model zarządczy, w którym władze publiczne pełnią funkcję koordynatora wdrożeń technologicznych. Zwiększa się rola instrumentów polityki publicznej, jednak partycypacja społeczna pozostaje nadal ograniczona;
- *smart city* 3.0 – model partycypacyjny, zakładający aktywny udział mieszkańców, współtworzenie usług miejskich oraz rozwój kapitału zaufania. Ponadto model ten uznawany jest za bardziej trwały społecznie;
- *smart city* 4.0 – model systemowy, integrujący technologię, kapitał ludzki, instytucje. Stanowi on bezpośrednie odniesienie do conceptualnej autorskiej koncepcji 4T+, która dodatkowo ujmuje adaptację i bezpieczeństwo funkcjonowania miasta.

Syntetycznie przedstawione powyżej typologie różnią się przede wszystkim w pięciu wymiarach analitycznych:

- dominujący aktor oraz architektura współzarządzania (władze publiczne – biznes – obywatele – nauka);
- rola technologii (cel sam w sobie vs. narzędzie tworzenia wartości publicznej);
- logika wartości (wydajność i dostępność usług vs. dobrostan, inkluzywność i neutralność klimatyczna);
- mechanizmy legitymizacji (przejrzystość i partycypacja vs. współodpowiedzialność i uczenie się);
- warunki brzegowe wdrożeń (kompetencje, dane, finansowanie oraz bezpieczeństwo funkcjonalne, w tym energetyczne).

Raporty organizacji międzynarodowych, w tym UNESCO, akcentują konieczność integracji inteligentnych technologii z edukacją, kulturą oraz rozwojem społecznym. Podkreślany jest humanistyczny wymiar *smart city* (Seto i in., 2014). Porównanie modeli nasuwa szereg wniosków będących skutkiem zróżnicowanego podejścia ich autorów, ich indywidualnej wrażliwości społecznej oraz postrzeganych przez nich problemów funkcjonowania tych miast. I tak, można wyróżnić następujące osie problemowe:

- analizowane modele *smart city* ujawniają trwałe napięcie pomiędzy podejściami technocentrycznymi a ujęciami systemowymi, w których miasto traktowane jest jako złożona struktura społeczno-instytucjonalna;
- technologia występuje w tych koncepcjach w różnych rolach – od celu samego w sobie po narzędzie osadzone w logice wartości publicznej;
- widoczna jest wyraźna ewolucja konceptualna od modeli opartych na infrastrukturze ICT, benchmarkingu i wskaźnikach ku podejściom akcentującym znaczenie czynników niematerialnych, takich jak kapitał ludzki, zaufanie, akceptacja społeczna czy percepcja bezpieczeństwa.

Wskazuje to na rosnące znaczenie wymiarów społecznych i relacyjnych w interpretacji rozwoju miasta inteligentnego. Znaczna część analizowanych modeli ma charakter deskryptywny lub klasyfikacyjny, przy ograniczonej zdolności wyjaśniania mechanizmów przyczynowych oraz dynamiki procesów miejskich. W literaturze identyfikowane są ryzyka redukcjonizmu technologicznego, rankingowego lub operacyjnego. Dorobek badawczy w tym zakresie wskazuje na stopniowe przesunięcie od ujęć technocentrycznych ku modelom, w których technologia traktowana jest jako warunek konieczny, lecz niewystarczający. Rosnącego znaczenia nabierają czynniki społeczne, instytucjonalne oraz aksjologiczne, determinujące trwałość i efektywność wdrożeń. Zróżnicowanie modeli *smart city* można interpretować jako odzwierciedlenie różnych ontologii miasta – rozumianego jako infrastruktura technologiczna, system danych, przestrzeń relacji społecznych lub układ instytucjonalny. Różnice te wpływają na sposób konceptualizacji roli technologii oraz mieszkańców w procesach rozwojowych.

W literaturze wskazuje się, że jednym z kluczowych wyzwań koncepcji *smart city* jest budowa modeli projektowych możliwych do adaptacji w różnych kontekstach miejskich oraz rozwijanie współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, aktorami lokalnego ładu instytucjonalnego oraz szeroko rozumianymi społecznościami. W nurcie zarządzania publicznego podkreśla się natomiast, że realizacja strategii rozwojowych wymaga podejścia programowego, umożliwiającego łączenie projektów w logicznie powiązane wiązki działań. Równolegle akcentowana jest rola mechanizmów przeglądu portfela oraz procesów uczenia się opartych na danych, co pozwala ograniczać ryzyko dryfu strategicznego (Anthopoulos, Reddick, 2016). Argumenty te wzmacniają zasadność interpretowania *smart city* jako reżimu ładu instytucjonalnego, a nie wyłącznie portfela rozwiązań technologicznych. Współczesne modele inteligentnych miast coraz częściej łączone są z celami zrównoważonego rozwoju (SDGs), w szczególności

te modele *smart city* opisywane w publikacjach organizacji międzynarodowych (Sadowski, Bendor, 2019). Przykłady miast takich jak Wiedeń, Singapur czy Barcelona wskazują na możliwość łączenia innowacji technologicznych z polityką społeczną i klimatyczną.

- zielone miasta – rozwój zielonych obszarów i czystych technologii;
- miasta 15-minutowe – dostępność usług publicznych;
- gospodarka obiegu zamkniętego – efektywność zasobów;
- modele NetZero – nisko- lub bezemisyjne;
- koncepcje liniowe i policentryczne.

Powyższe warianty opisują przede wszystkim, „co” wdraża się w ramach *smart city* oraz „kto” dominuje w procesie wdrożeniowym. Do wyjaśnienia, „jak” powstają innowacje, „jakie” są mechanizmy koordynacji międzysektorowej oraz „w jaki sposób” budowana jest wartość publiczna, konieczne jest ujęcie ekosystemowe – stąd w dalszej części podrozdziału wykorzystane zostały modele helisy w roli ramy opisu współzarządzania.

W dyskursie prawa i instrumentów polityki publicznej wskazuje się, że Agenda 2030 wymaga operacjonalizacji w instrumentach miejskich (planowanie przestrzenne, zamówienia publiczne, gospodarka komunalna) oraz jasnych ram odpowiedzialności, co podkreślają analizy poświęcone zrównoważonemu miastu (Stębelski i in., 2022). Przyjmuje się, że aby osiągnąć zrównoważony rozwój, trzeba na odpowiednio wysokim poziomie dbać o system innowacji. Do analizy ekosystemu innowacji *smart city* użyteczne są modele helisy, które porządkują role kluczowych aktorów oraz kanały przepływu wiedzy, zasobów i odpowiedzialności.

Oliver Gassmann, Jonas Böhm i Maximilian Palmié (2019) wskazują, że rozwiązania cyfrowe dla miast wymagają równoczesnego projektowania technologii, modeli usług oraz mechanizmów kooperacji – dlatego inteligencja miasta przejawia się w zdolności do tworzenia partnerstw czy skalowania innowacji. W praktyce oznacza to przejście od układu potrójnej helisy (administracja – biznes – nauka) ku rozwiązaniom rozszerzonym, które uwzględniają społeczeństwo obywatelskie (poczwórna helisa) oraz komponent środowiskowy i cele zrównoważonego rozwoju (pięciokrotna helisa). W tab. 1 zestawiono logikę modeli helisy w *smart city*, wskazując dominujących aktorów, mechanizmy współzarządzania oraz konsekwencje dla tworzenia wartości publicznej.

Z tab. 1 wynika, że rozwój modeli helisy oznacza stopniowe poszerzanie układu współzarządzania: od relacji nauka – biznes – administracja ku włączeniu społeczeństwa i środowiska jako pełnoprawnych wymiarów decyzji.

Zestawienie ułatwia zatem interpretację *smart city* jako ekosystemu, a nie projektu technologicznego. Zestawienie pokazuje, że wraz z rozszerzaniem helisy rośnie znaczenie zaufania, komunikacji i zdolności do deliberacji, ponieważ do systemu włączane są podmioty o odmiennych preferencjach oraz horyzontach czasowych. Dla władz miasta oznacza to konieczność projektowania instytucji współpracy, które redukują koszty koordynacji, zwiększają przejrzystość decyzji i wzmacniają ich społeczną legitymizację.

TABELA 1. Modele helisy w ekosystemie *smart city* – aktorzy, mechanizmy współzarządzania i konsekwencje dla kapitałów niematerialnych

Model	Aktorzy dominujący	Dominujący mechanizm współzarządzania	Kapitały niematerialne krytyczne	Efekt w logice <i>smart city</i>
Potrójna helisa (3H)	Samorząd/ administracja, biznes, nauka	Partnerstwa publiczno-prywatne; wspólne projekty B+R; zamówienia innowacyjne	Kompetencje, wiedza, zaufanie transakcyjne	Wdrożenia technologii i usług, wzrost innowacyjności i produktywności
Poczwórna helisa (4H)	3H + mieszkańcy/ NGO/media	Deliberacja i współprojektowanie; otwarte dane; <i>civic-tech</i> ; <i>coproduction</i>	Zaufanie instytucjonalne, kapitał społeczny, relacje	Wyższa akceptacja i użyteczność rozwiązań; redukcja ryzyka „wyspowych” wdrożeń
Pięciokrotna helisa (5H)	4H + środowisko/ cele klimatyczne	<i>Governance</i> zorientowane na neutralność klimatyczną; zarządzanie portfelem inwestycji; mechanizmy sprawiedliwej transformacji	Zaufanie, spójność społeczna, zdolność uczenia się i adaptacji	Integracja innowacji z dekarbonizacją; wzrost odporności miejskiej i jakości życia

Źródło: opracowanie własne.

Można zatem przyjąć, że kapitały niematerialne należy analizować funkcjonalnie, tj. poprzez ich rolę w mechanizmach partycypacji czy współzarządzania: kapitał ludzki zapewnia kompetencje do korzystania z usług cyfrowych i udziału w procesach decyzyjnych, kapitał społeczny wzmacnia współpracę i gotowość do kompromisu, kapitał relacyjny ułatwia budowę partnerstw, a kapitał insty-

tucjonalny stabilizuje reguły gry i ogranicza ryzyka oportunistów. Współczesna dyskusja naukowa nad rozwojem obszarów zurbanizowanych koncentruje się wokół paradygmatu inteligentnego miasta, który ewoluował od prostych implementacji technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) w stronę złożonych ekosystemów innowacji społecznych i technologicznych. Kluczowym wyzwaniem dla badaczy oraz decydentów pozostaje zrozumienie mechanizmów współpracy między różnorodnymi interesariuszami, które pozwalają na generowanie trwałej wartości dodanej dla mieszkańców. W tym kontekście modele helis innowacji, ze szczególnym uwzględnieniem potrójnej (*triple helix*) oraz poczwórnej helisy (*quadruple helix*), stanowią fundamentalne ramy analityczne pozwalające dekonstruować i optymalizować relacje zachodzące wewnątrz miejskich systemów innowacji.

Model potrójnej helisy, sformułowany pierwotnie przez Henry'ego Etzkowitza i Loeta Leydesdorffa w latach 90. XX w., zrewolucjonizował postrzeganie procesów innowacyjnych, odchodząc od linearnych modeli typu *science push* czy *market pull* na rzecz nieliniowych, systemowych interakcji między trzema głównymi sferami: nauką (uniwersytetami), przemysłem (biznesem) oraz rządem (administracją publiczną). W inteligentnym mieście model ten jest interpretowany jako sieć trójstronnych powiązań oraz organizacji hybrydowych, które wspólnie kształtują infrastrukturę wiedzy i rozwoju ekonomicznego. Z punktu widzenia struktur społecznych potrójna helisa wyjaśnia wyłanianie się nowych instytucji pośredniczących, takich jak biura transferu technologii, inkubatory przedsiębiorczości oraz parki naukowe czy technologiczne.

W środowisku miejskim m.in. to uniwersytety odgrywają rolę generatorów kapitału intelektualnego i badań podstawowych. Przemysł koncentruje się na tworzeniu bogactwa poprzez produkcję dóbr komercyjnych, a także wdrażanie technologii, natomiast administracja publiczna pełni funkcję regulatora rynków oraz inicjatora priorytetów i instrumentów polityki rozwoju. Interakcje te nie są statyczne; charakteryzują się one zacieraniem granic między tradycyjnymi rolami tych instytucji, co Etzkowitz określa mianem „drugiego kroku” w ewolucji modelu, gdzie uniwersytety stają się bardziej przedsiębiorcze, a firmy i rządy przejmują pewne funkcje edukacyjne i badawcze. Podejście neo-instytucjonalne interpretacji potrójnej helisy koncentruje się na analizie sieci relacji, organizacji hybrydowych oraz komunikacji między aktorami w konkretnych lokalizacjach.

Z kolei perspektywa neoewolucyjna interpretacji potrójnej helisy, silnie wspierana przez Leydesdorffa, postrzega model jako współoddziaływanie trzech środowisk selekcyjnych (Etzkowicz, Leydesdorff, 2000): generowania kapitału

intelektualnego, tworzenia bogactwa oraz kontroli refleksyjnej (ustawodawstwa). W kontekście inteligentnych miast perspektywa neoewolucyjna pozwala postrzegać miasto jako „gęstość sieci” między tymi dynamikami. Miasta są tutaj rozumiane jako przestrzenie wszechobecnych technologii ICT, gdzie wiedza jest kluczem do regionalnych systemów innowacji. Synergia generowana w tych sieciach pozwala miastom uniknąć „zablokowania” (*lock-in*) w przestarzałych trajektoriach technologicznych, oferując dodatkowy stopień swobody w refleksyjnej reorganizacji struktur miejskich (tab. 2).

TABELA 2. Model potrójnej helisy – dynamika i role

Aspekt modelu potrójnej helisy	Charakterystyka w <i>smart city</i>
Główna dynamika	Nieliniowe interakcje między uniwersytetem, przemysłem i rządem
Rola uniwersytetu	Dostarczanie badań podstawowych, edukacja talentów, inicjowanie projektów pilotażowych
Rola przemysłu	Produkcja technologii (IoT, czujniki), komercjalizacja innowacji, tworzenie miejsc pracy
Rola rządu	Planowanie strategiczne, finansowanie, tworzenie ram regulacyjnych, koordynacja
Kluczowy mechanizm	Tworzenie organizacji hybrydowych i wspólnych przestrzeni innowacji (np. parki technologiczne)

Źródło: opracowanie własne.

Mimo swojej analitycznej siły model potrójnej helisy spotkał się z krytyką ze względu na pominięcie kluczowego aktora współczesnych miast: społeczeństwa obywatelskiego i użytkowników innowacji. Elias Carayannis i David Campbell zaproponowali rozszerzenie tego modelu do postaci poczwórnej helisy (*quadruple helix*), wprowadzając czwarty filar obejmujący społeczeństwo oparte na mediach i kulturze oraz opinię publiczną.

Model poczwórnej helisy jest nierozzerwalnie związany z koncepcją produkcji wiedzy typu *mode 3*. Podczas gdy *mode 1* odnosi się do tradycyjnej nauki akademickiej, *mode 2* zaś do wiedzy stosowanej w kontekście rynkowym, *mode 3* kładzie nacisk na współistnienie i współewolucję różnych paradygmatów wiedzy oraz innowacji (Carayannis, Campbell, 2009). W systemie *mode 3* konkurencyjność systemu wiedzy zależy od jego zdolności adaptacyjnej do łączenia różnych trybów innowacji poprzez procesy współpracy, specjalizacji i kooperencji (*co-opetition*). W modelu poczwórnej helisy społeczeństwo obywatelskie nie jest

jedynie biernym odbiorcą technologii, lecz aktywnym współtwórcą. Obejmuje ono użytkowników innowacji, organizacje pozarządowe, media, a także sferę kultury i wartości, które kształtują popyt na konkretne rozwiązania miejskie. Takie podejście promuje demokratyzację innowacji, stawiając społeczność lokalną w pozycji równorzędnej z biznesem czy nauką w procesach zarządzania innowacjami. Zintegrowanie perspektywy społecznej pozwala na budowę „fraktalnego ekosystemu innowacji”, który jest lepiej skonfigurowany do wyzwań gospodarki opartej na wiedzy. W inteligentnym mieście oznacza to przejście od innowacji sterowanych technologią (*technology-driven*) do innowacji zorientowanych na użytkownika (*user-oriented*) i współtworzonych (*co-created*).

Rozwój od potrójnej do poczwórnej helisy w kontekście *smart city* nie jest jedynie prostym dodaniem kolejnego aktora, ale głęboką zmianą paradygmatyczną w rozumieniu innowacji. Podczas gdy model potrójnej helisy koncentruje się na efektywności ekonomicznej i transferze technologii, model poczwórnej helisy kładzie nacisk na inkluzywność, zrównoważony rozwój oraz innowacje społeczne. W tab. 3 przedstawiono zestawienie kluczowych różnic funkcjonalnych między tymi modelami w odniesieniu do strategii rozwoju inteligentnych miast.

TABELA 3. Porównanie modeli potrójnej i poczwórnej helisy z charakterystykami

Cecha	Potrójna helisa (<i>triple helix</i>)	Poczwórna helisa (<i>quadruple helix</i>)
Główny cel	Wzrost gospodarczy, konkurencyjność, komercjalizacja badań	Poprawa jakości życia, inkluzywność, innowacje społeczne i zrównoważony rozwój
Aktorzy	Uniwersytety, przemysł, rząd	Uniwersytety, przemysł, rząd, społeczeństwo obywatelskie/media
Rola technologii	Cel sam w sobie (np. infrastruktura ICT, czujniki)	Narzędzie do rozwiązywania problemów społecznych i angażowania obywateli
Model wiedzy	Model 1 (akademicki) i Model 2 (użytkowy/rynkowy)	Model 3 (wielomodalny, fraktalny, ewolucyjny)
Typ innowacji	Przeważnie technologiczne, produktowe, procesowe	Technologiczne, społeczne, kulturowe, demokratyczne
Relacja z użytkownikiem	Użytkownik jako pasywny konsument lub odbiorca usług	Użytkownik jako współtwórca (prosument) i partner w decyzjach

Źródło: opracowanie własne.

Krytyczna analiza tych różnic sugeruje, że model poczwórnej helisy jest bardziej adekwatny do rozwiązywania złożonych problemów miejskich (tzw. *wicked problems*, takich jak: zmiany klimatu, starzenie się społeczeństwa czy nierówności społeczne), ponieważ angażuje on wiedzę płynącą bezpośrednio z doświadczeń życiowych mieszkańców. W tym ujęciu czwarta helisa działa jako mechanizm weryfikacji społecznej użyteczności technologii. Mimo silnego zakorzenienia modeli helis w literaturze i polityce publicznej (np. w unijnych strategiach RIS3) ich praktyczna implementacja w inteligentnych miastach napotyka liczne bariery. Dyskusja naukowa wskazuje na istotny rozdzźwięk między teoretycznymi założeniami a rzeczywistością operacyjną projektów *smart city*.

Jednym z najpoważniejszych zarzutów stawianych modelowi poczwórnej helisy jest tzw. deficyt dowodów (*deficit of proof*). Systematyczne przeglądy literatury wskazują, że choć model QH jest intensywnie promowany przez decydentów, rzadko udaje się jednoznacznie wykazać praktyczne korzyści płynące z angażowania społeczeństwa obywatelskiego w procesy decyzyjne. W wielu przypadkach zaangażowanie mieszkańców ma charakter fasadowy, a kluczowe decyzje dotyczące formy i przeznaczenia innowacji miejskich pozostają w gestii tradycyjnej triady uniwersytet – przemysł – rząd. Niektórzy badacze oceniają, że twierdzenia o inkluzywności inteligentnych miast są często jedynie „pustą mantrą polityczną”. Obywatele, mimo że teoretycznie uznawani za czwartą helisę, w praktyce są często pomijani w fazie projektowania systemów – a ich udział ogranicza się do testowania gotowych rozwiązań (np. aplikacji mobilnych) bez możliwości wpływu na ich fundamenty ontologiczne.

Z perspektywy krytycznego realizmu podnosi się argument, że elitarne czasopisma naukowe często pomijają strukturalne uwarunkowania kapitalistyczne, które determinują rozwój inteligentnych miast. Innowacje w ramach potrójnej helisy są często nastawione na wzmacnianie instytucji kapitalistycznych i rynkową dyfuzję technologii, co może stać w sprzeczności z celami społecznymi. W odpowiedzi na ten problem proponuje się alternatywne struktury, takie jak *triple-helix business clinic*, które mają na celu lepsze dopasowanie celów akademickich i rynkowych do potrzeb lokalnych, ale z silniejszym osadzeniem w realiach ekonomicznych. Kolejnym wyzwaniem jest zjawisko tzw. platformizacji przestrzeni miejskiej przez prywatne podmioty (np. Uber, Airbnb), co komplikuje rolę administracji publicznej w ramach poczwórnej helisy. Platformy te redefiniują relacje między społecznością a komercją, często działając poza tradycyjnymi mechanizmami koordynacji miejskiej, co rodzi pytania o suwerenność technologiczną miast i ochronę interesów mieszkańców.

Kwestia inkluzywności (*inclusive smart city*, ISC) stała się centralnym punktem debaty nad poczwórną helisą. Inkluzywność definiowana jest jako poprawa jakości życia wszystkich mieszkańców, niezależnie od ich pochodzenia, sprawności czy statusu socjoekonomicznego, przy użyciu technologii i rozwiązań opartych na danych. W ramach modelu poczwórnej helisy *inclusive smart city* powinno koncentrować się na technologiach Przemysłu 4.0, ale w sposób scentrowany na człowieku. Do głównych wyzwań w tym obszarze należą:

- wykluczenie cyfrowe – brak umiejętności korzystania z technologii lub brak dostępu do infrastruktury (np. w uboższych gospodarstwach domowych) może prowadzić do gorszych efektów zdrowotnych, krótszej średniej długości życia i izolacji społecznej;
- brak zaufania i przejrzystości – obywatele często obawiają się niewłaściwego wykorzystania ich danych osobowych przez instytucje miejskie lub firmy prywatne, co hamuje ich zaangażowanie w projekty typu *smart city*;
- niedopasowanie technologii do potrzeb – bez aktywnego głosu czwartej helisy wdrażane technologie asystencyjne mogą nie odpowiadać realnym wyzwaniom, przed którymi stoją osoby starsze czy niepełnosprawne.

Dla przezwyciężenia tych barier sugeruje się tworzenie hubów cyfrowych i programów edukacyjnych, które mają na celu demokratyzację dostępu do wiedzy i narzędzi cyfrowych, czyniąc inkluzywność wspólną odpowiedzialnością wszystkich czterech helis. Skuteczne zarządzanie inteligentnym miastem wymaga precyzyjnych narzędzi do pomiaru interakcji między interesariuszami oraz efektów ich współpracy.

Patrizia Lombardi i współautorzy zaproponowali zaawansowany model sieciowy oparty na procesie analitycznej sieci (*analytic network proces*, ANP), który pozwala na kwantyfikację relacji między komponentami *smart city* a sektorami potrójnej helisy. Model ten dekonstruuje *smart city* na sześć kluczowych wymiarów: gospodarkę (*smart economy*), ludzi (*smart people/human capital*), zarządzanie (*smart governance*), mobilność (*smart mobility*), środowisko (*smart environment*) oraz życie (*smart living*) (Lombardi i in., 2012). Każdy z tych wymiarów jest powiązany z konkretnymi wskaźnikami wydajności (KPI) przypisanymi do poszczególnych helis. Tabela 4 przedstawia przykładowe wskaźniki wykorzystywane w modelu ANP do oceny interakcji w ramach inteligentnego miasta.

TABELA 4. Model ANP – wskaźnik oceny interakcji w *smart city*

Wymiar <i>smart city</i>	Przykładowy wskaźnik KPI (z perspektywy helisy)	Rola helisy w pomiarze
<i>Smart economy</i>	Wydatki publiczne na R&D jako % PKB	Rząd/przemysł
<i>Smart human capital</i>	% populacji w wieku 15-64 z wykształceniem wyższym	Uniwersytet/ społeczeństwo
<i>Smart governance</i>	Liczba kursów i usług dostępnych w pełni online	Rząd/universytet
<i>Smart living</i>	Liczba grantów badawczych finansowanych z projektów międzynarodowych	Uniwersytet
<i>Smart environment</i>	Ocena ambitności strategii redukcji emisji CO ₂	Rząd/społeczeństwo
<i>Smart people</i>	% badaczy zaangażowanych w wymianę i projekty międzynarodowe	Uniwersytet

Źródło: opracowanie własne.

Badania wykazują, że dla przykładu wzrost infrastruktury cyfrowej o jedno odchylenie standardowe przekłada się na wzrost wydajności inteligentnego miasta o 0,7 odchylenia standardowego, przy czym relacja ta ma charakter nieliniowy – efekty stają się wyraźnie widoczne dopiero po przekroczeniu pewnego progu nasycenia technologicznego (Damrongrat i in., 2025).

Zastosowanie modeli potrójnej i poczwórnej helisy różni się znacząco w zależności od kontekstu geograficznego, historycznego i ekonomicznego danego regionu. W regionie Dunaju (obejmującym m.in. Czechy, Niemcy, Serbię i Słowację) badania zidentyfikowały pięć głównych barier hamujących sukces inicjatyw *smart city* opartych na poczwórnej helisie (PilotInnCities, 2025):

- deficyty zdolności – fragmentaryczne zarządzanie lokalne pozostawia gminy bez wiedzy i zasobów niezbędnych do skutecznego prowadzenia innowacji;
- nieelastyczne finansowanie – krótkoterminowe i fragmentaryczne modele finansowe zniechęcają do strategicznych działań i ograniczają zaangażowanie nauki oraz społeczeństwa;
- brak jasnego obrazu branży – trudności w komunikacji międzysektorowej ograniczają świadomość dostępnych rozwiązań technologicznych;
- brak zaufania – historyczne niepowodzenia i nieporozumienia utrudniają współpracę w trójkącie biznes – rząd – obywatel;

- biurokracja – skomplikowane procesy zamówień publicznych i administracyjne obciążenia spowalniają tempo innowacji.

Jako rozwiązanie proponuje się zwinne pilotowanie (*agile piloting*) innowacyjnych rozwiązań, które pozwala na budowanie zaufania i kompetencji poprzez małoskalowe eksperymenty w rzeczywistym środowisku miejskim.

W miastach włoskich badania podłużne wykazały, że kluczowym czynnikiem sukcesu w cyfryzacji usług publicznych jest wdrożenie paradygmatu otwartych innowacji (*open innovation*) wewnątrz struktur poczwórnej helisy. Wykazano, że zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne przepływy wiedzy między administracją, nauką, biznesem i obywatelami znacząco przyspieszają procesy transformacji cyfrowej. Modele te podkreślają, że stopień rozwoju *smart city* (np. posiadanie certyfikatu ISO 37120) oraz jakość kapitału ludzkiego są silnie skorelowane z poziomem rozwoju ekonomicznego sterowanego innowacjami.

W Brazylii model potrójnej helisy był tradycyjnie postrzegany jako narzędzie do przełamania stagnacji ekonomicznej (pułapki średniego dochodu). Jednak nowsze badania sugerują, że włączenie społeczeństwa obywatelskiego jako czwartej helisy jest niezbędne dla sukcesu parków technologicznych i innowacji regionalnych. Integracja ta jest postrzegana jako szansa na dostosowanie innowacji do specyficznych, lokalnych potrzeb społecznych, co wymaga jednak głębokich zmian kulturowych wewnątrz samych helis (Brambilla i in., 2025).

Ewolucja modeli innowacji nie zatrzymała się na poczwórnej helisie. Najnowsze propozycje, takie jak model *quattro helix* opracowany na bazie studiów przypadków Amsterdamu, Helsinek i Songdo, kładą nacisk na integrację rozwiązań technologicznych z transformacją społeczną poprzez systematyczne procesy współtworzenia (*co-creation*). Model ten zakłada etapową implementację innowacji: od identyfikacji interesariuszy, przez mapowanie potrzeb, po pilotaże i skalowanie rozwiązań, z wykorzystaniem wskaźników KPI do monitorowania wpływu na zrównoważony rozwój. Pojawił się również model QHEE, który koncentruje się na siłach przedsiębiorczych w środowiskach po zakłóceniach (*post-disruption*), takich jak pandemia COVID-19. Model ten integruje aspekty instytucjonalne, cyfrowe, planetarne (ekologiczne) oraz kognitywne (adaptacyjne nastawienie), promując moralne zobowiązania ekologiczne i elastyczność polityki publicznej jako fundamenty trwałych i inkluzywnych miast przyszłości (Farooq, Sial, Rehman, 2025).

Dogłębna analiza modeli potrójnej oraz poczwórnej helisy pozwala na sformułowanie wniosków dotyczących strategicznego kierunku rozwoju *smart city*. Przejście od triady instytucjonalnej do ekosystemu zorientowanego na obywatela

tela nie jest jedynie wyborem teoretycznym, lecz koniecznością wynikającą ze złożoności współczesnych wyzwań miejskich. Główne konkluzje z przeglądów modeli *smart city* i koncepcji helis potrójnej i poczwórnej, obejmują:

1. Odchodzenie od technologicznego determinizmu. Technologie ICT powinny być postrzegane jedynie jako katalizator, a nie cel sam w sobie. Prawdziwa inteligencja miasta objawia się w zdolności do generowania synergii między kapitałem intelektualnym uniwersytetów, potencjałem komercyjnym przemysłu i potrzebami społecznymi.
2. Instytucjonalizacja współpracy. Sukces projektów *smart city* wymaga tworzenia trwałych struktur pośredniczących i platform komunikacyjnych, które zniwelują nieufność między interesariuszami. Model poczwórnej helisy musi zostać zoperacjonalizowany poprzez konkretne narzędzia, takie jak *living labs* czy zwinne pilotowanie.
3. Realne upodmiotowienie czwartej helisy. Aby uniknąć „pustych mantr” inkluzywności, obywatele muszą być włączeni w procesy decyzyjne od najwcześniejszych etapów planowania. Wymaga to zwiększenia przejrzystości danych oraz inwestycji w alfabetyzację cyfrową i zaufanie społeczne.
4. Zastosowanie zaawansowanych ram pomiarowych. Ewaluacja projektów miejskich powinna opierać się na wielowymiarowych modelach (np. ANP), które uwzględniają nie tylko parametry techniczne czy ekonomiczne, ale również wpływ na kapitał społeczny, kulturę i środowisko.
5. Dostosowanie do specyfiki lokalnej. Nie istnieje jeden uniwersalny model helisy. Każde miasto musi zdefiniować własną konfigurację relacji, uwzględniając bariery strukturalne, regionalne tradycje współpracy oraz specyficzne wyzwania demograficzne i ekologiczne. Przykładowo, starzenie się populacji (tzw. *silver society*) oraz depopulacja części ośrodków zmieniają profil odbiorców usług publicznych i powinny być uwzględniane w projektowaniu rozwiązań cyfrowych oraz energetycznych (inkluzywność, dostępność, redukcja wykluczenia cyfrowego).

Można zatem przyjąć, że w klasycznych ujęciach modeli helis bezpieczeństwo i rezyliencja nie stanowią zwykle explicite wyodrębnionych wymiarów analizy – choć mogą być ujmowane pośrednio poprzez kategorie stabilności instytucjonalnej, zdolności do uczenia się czy adaptacyjności. Dlatego w niniejszej monografii wątki te są integrowane z logiką kapitałów 4T+ oraz traktowane jako efekt konfiguracji relacji helis i zdolności adaptacyjnych systemu miejskiego. Przyszłość inteligentnych miast leży w zdolności do budowania tzw. fraktalnych ekosystemów innowacji, które są wystarczająco elastyczne, by adaptować się

do zmieniających się warunków globalnych, a jednocześnie głęboko osadzone w lokalnym kontekście kulturowym i społecznym. Modele helisy, ewoluujące w stronę piątej helisy (z uwzględnieniem środowiska naturalnego), pozostają najważniejszym kompasem na tej drodze. Modele potrójnej i poczwórnej helisy stanowią ważne narzędzie analizy współpracy pomiędzy sektorem publicznym, biznesem, nauką oraz społeczeństwem. Ich zastosowanie umożliwia ocenę zdolności miasta do generowania trwałych innowacji. Z perspektywy innowacji cyfrowych *smart city* należy postrzegać jako platformę wdrażania rozwiązań, które wymagają równoczesnego projektowania technologii, modeli usług oraz mechanizmów kooperacji międzysektorowej (Gassmann, Böhm, Palmié, 2019).

Podjęcie badań wynika z potrzeby wyjaśnienia mechanizmu, w którym polityki rozwoju *smart city* oraz transformacji energetyczno-klimatycznej przekładają się na akceptację społeczną, bezpieczeństwo funkcjonalne (w tym energetyczne) oraz długookresową skuteczność rozwojową. W niniejszej pracy bezpieczeństwo funkcjonalne stanowi empiryczny przejaw i sposób operacjonalizacji komponentu „+” (rezyliencji).

Florida (2002) wprowadził logikę kapitałów rozwojowych 3T, wskazując, że dynamika metropolii zależy od sprzężenia technologii, talentu i tolerancji – obecnie jest to niewystarczające. Grzegorz Kinelski (2022b) rozwija tę perspektywę w autorskim modelu kapitałów 4T, rozszerzając ją o komponent terytorialny oraz wymiar spinający, który może być elementem bezpieczeństwa mieszkańców, tj. komponent „+” rozumiany jako rezyliencja (odporność adaptacyjna), ujmowana operacyjnie m.in. przez bezpieczeństwo funkcjonalne (w tym energetyczne), gdyż w warunkach transformacji energetycznej staje się krytycznym czynnikiem trwałości instrumentów polityki miejskiej.

Bibri (2019) argumentuje, że modele *smart city* wymagają operacjonalizacji łączącej wskaźniki twarde (np. infrastruktura, energia) z miękkimi (zaufanie, uczestnictwo, kompetencje), aby możliwa była ocena rzeczywistej wartości publicznej. W konsekwencji niniejsze badania podejmują próbę zbudowania i empirycznego sprawdzenia zintegrowanego modelu. Porządkuje on zależności między kapitałami 4T a bezpieczeństwem energetycznym i społeczną akceptacją transformacji, a także dostarcza narzędzi dla *public governance* (m.in. logika interwencji, metryki oraz rekomendacje wdrożeniowe).

Smart city, rozumiane w ujęciu systemowym, nie jest jednorazowym projektem ani zestawem technologicznych innowacji. Jest to długookresowy proces transformacji miasta, obejmujący zmiany organizacyjne, instytucjonalne, społeczne oraz technologiczne. Jego istotą jest zdolność do integrowania danych, wiedzy i zasobów w celu podejmowania racjonalnych decyzji rozwojowych.

Takie podejście systemowe zakłada, że skuteczność działań *smart city* zależy od stopnia współpracy pomiędzy kluczowymi grupami interesariuszy. Administracja publiczna, sektor prywatny, środowisko naukowe oraz mieszkańcy tworzą układ wzajemnych zależności, w którym brak koordynacji jednego z elementów prowadzi do obniżenia efektywności całego systemu. W tym znaczeniu *smart city* stanowi platformę współzarządzania, umożliwiającą budowanie relacji sieciowych, wymianę informacji oraz wspólne wypracowywanie rozwiązań odpowiadających na lokalne potrzeby. Mechanizmy te sprzyjają zwiększeniu transparentności decyzji publicznych oraz wzmacniają zaufanie społeczne.

Istotnym elementem koncepcji *smart city* jest zdolność do uczenia się systemu miejskiego. Wykorzystanie danych, analiz predykcyjnych oraz narzędzi cyfrowych umożliwia monitorowanie efektów podejmowanych działań oraz ich bieżącą korektę. Jednocześnie miasto staje się w ten sposób organizacją uczącą się, zdolną do adaptacji w warunkach zmienności otoczenia, a to prowadzi do osiągnięcia odporności (rezyliencji). *Smart city* jako odpowiedź systemowa wpisuje się bezpośrednio w paradygmat zrównoważonego rozwoju, łącząc cele ekonomiczne, społeczne i środowiskowe. Integracja tych wymiarów umożliwia ograniczenie konfliktów rozwojowych oraz tworzenie długookresowej wartości publicznej. W koncepcji Manuela Castellsa miejskość nie jest jedynie cechą miasta, lecz sposobem organizacji życia zbiorowego w przestrzeni. Oznacza ona szczególną formę zajmowania przestrzeni przez ludzi – tworzenie aglomeracji wynikającej z silnej koncentracji oraz wysokiej gęstości zaludnienia. Taka konfiguracja przestrzenna sprzyja jednocześnie pogłębianiu różnicowania funkcjonalnego i społecznego (np. większemu podziałowi ról, specjalizacji aktywności oraz różnorodności grup).

Castells zwraca jednak uwagę, że przy próbach przeniesienia tej definicji na badania empiryczne szybko pojawiają się problemy operacyjne: trudno wyznaczyć uniwersalne progi gęstości i wielkości obszaru, które pozwalałyby konsekwentnie rozstrzygać, co jest miastem, a co jeszcze nim nie jest (Castells, 1982, s. 24; cyt. za: Szołtysek, Trzpiot, 2021). Dochodzimy zatem do punktu, w którym powinniśmy określić, czym jest paradygmat miasta inteligentnego, który obejmie szeroko struktury miasta bez ujmowania ograniczeń, np. granic administracyjnych. Odwołanie do logiki kapitałów ma tu charakter analityczny: służy opisowi zasobów warunkujących rozwój *smart city*, a nie rekonstrukcji genezy samej koncepcji.

Zasadne jest zatem przeanalizowanie nurtów zmian paradygmatu, który w niniejszej pracy nie jest ujmowany ściśle w sensie koncepcji Thomas S. Kuhna, lecz raczej zgodnie z ujęciem Giorgio Agambena:

Paradygmat nie jest ani powszechny, ani szczegółowy, ani ogólny, ani indywidualny, to jest osobliwość, która sama siebie taką ukazując, wytwarza nowy kontekst ontologiczny. W takim przypadku mamy do czynienia ze zdarzeniem, które wprowadzie nie opiera się na szerszym gruncie pojęciowym, ale poniekąd wytwarza tło znaczeń samo przez się. W szczególności taka sytuacja zachodzi, gdy ma miejsce relacja polegająca na wychodzeniu od pewnego szczegółu i dochodzeniu również do pewnego szczegółu. W rzeczywistości oznacza to zdolność określonego wzorca do bycia rekonstruowanym oraz do tworzenia kolejnych zachowań. Paradygmat od zawsze związany jest ze specyficzną metodą wyjaśniania i organizacji sposobu postrzegania rzeczywistości. Sposób ten jest ponad zjawiskami dedukcji oraz indukcji. Dzięki takiej metodzie możliwe jest stworzenie pewnego wzoru o charakterze ogólnym w wyniku analizy badawczej określonych zjawisk oraz sposobu ich formowania, praktyk naukowych i schematów myślowych (Kępa, 2015).

W dyskursie o miastach spotykane są rozmaite paradygmaty: rozwoju lokalnego, zarządzania rewitalizacją, rozwoju miast, ekonomii politycznej miasta i trudno wszystkie je uznać za paradygmaty w ścisłym tego słowa znaczeniu. Zatem można zadać sobie pytanie – w czym zmieni się sposób funkcjonowania miasta, gdy w tle odbywają się niezliczone przepływy informacji, niezależne od mieszkańców. Mowa tu o odczytach czujników, reakcjach na te odczyty i implikacjach tych automatycznych reakcji dla mieszkańców. Celne pytanie zadaje jeden z badaczy – czy da się oddzielić to, co „miejskie i z miastem ściśle powiązane”, od tego, „co w mieście i dzięki miastu istnieje” (Szołtysek, 2018b). W tab. 5 zestawiono kluczowe informacje związane z zagadnieniem, jakim są nurty interpretacyjne *smart city* a logika *public governance*.

Na tle uporządkowania literatury przeprowadzana analiza świadomie łączy głównie trzy komplementarne nurty interpretacyjne *smart city*: nurt społeczny (nurt B), nurt instytucjonalno-zarządczy (nurt C, koncentrujący się na przywództwie, koordynacji interesariuszy i sprawności instytucji) oraz nurt zintegrowany (nurt D, w którym *smart city* stanowi ramę zarządzania transformacją energetyczno-klimatyczną, odpornością i bezpieczeństwem). Nurt A jest oczywisty – to on był pierwszą podstawą budowy pojęcia *smart* i może być pewnego rodzaju narzędziem do rozwoju pozostałych nurtów. Połączenie tych perspektyw wynika z założenia, że sterowalność zmian (np. dekarbonizacji czy adaptacji miejskiej) jest funkcją jakości współzarządzania oraz zdolności do budowania relacji sieciowych i koalicji transformacyjnych. Perspektywa sieci w zarządzaniu strategicznym dostarcza aparatu pojęciowego do analizy zależności międzyorganizacyjnych w układzie miejskim (Czakon, 2012), natomiast logika dynamicznych zdolności eksponuje potrzebę ciągłej rekonfiguracji zasobów i rutyn w odpowiedzi na presję otoczenia (Krzakiewicz, Cyfert, 2017).

TABELA 5. Nurty interpretacyjne *smart city* a logika współzarządzania publicznego

Nurt	Akcent interpretacyjny <i>smart city</i>	Implikacje dla <i>public governance</i>
Nurt A – technocentryczny	<i>Smart city</i> jako infrastruktura ICT i datafikacja usług (platformy, sensory, automatyzacja); nacisk na efektywność techniczną i skalowanie rozwiązań	Wymaga standardów interoperacyjności, kontroli <i>vendor lock-in</i> , zasad bezpieczeństwa i odpowiedzialności za dane; ryzyko redukcjonizmu technologicznego
Nurt B – zorientowany na mieszkańca	<i>Smart city</i> jako poprawa jakości życia i usług publicznych poprzez współtworzenie, inkluzywność i innowacje społeczne	Akcentuje partycypację, współzarządzanie, współprodukcję usług oraz mechanizmy budowania zaufania i legitymizacji decyzji
Nurt C – instytucjonalno- zarządczy	<i>Smart city</i> jako zdolność instytucji do koordynacji interesariuszy, przywództwa i projektowania instrumentów polityki w układzie sieciowym	Wymaga architektury <i>governance</i> (role, procedury, odpowiedzialność, zdolności koordynacyjnych i mechanizmów rozliczalności (<i>accountability</i>))
Nurt D – zintegrowany (transformacyjny)	<i>Smart city</i> jako rama zarządzania adaptacją, w tym np. transformacją energetyczno-klimatyczną, odpornością i bezpieczeństwem – integracja technologii z celami rozwojowymi	Wzmacnia orientację na wartość publiczną, łączenie instrumentów polityki sektorowej (energia, mobilność, klimat), zarządzanie ryzykiem i odpornością oraz ocenę efektów w horyzoncie długim

Źródło: opracowanie własne; inspiracje conceptualne: Giffinger i in. (2007); Nam, Pardo (2011); Chourabi i in. (2012); Meijer, Bolívar (2016); Bibri, Krogstie (2017b); Sharifi.

W konsekwencji kluczowym pojęciem porządkującym rozważania jest idea miasta adaptacyjnego, rozumianego jako miasto zdolne do iteracyjnego dostosowywania instrumentów polityki, portfela projektów i alokacji zasobów w warunkach niepewności oraz presji klimatyczno-energetycznej.

W literaturze poruszającej zagadnienia studiów miejskich pojęcie miasta adaptacyjnego bywa wykorzystywane do krytycznej analizy miejskich instrumentów polityki adaptacyjnej i ich instytucjonalnych uwarunkowań (Whitehead, 2013). W tym kontekście badania nad zieloną, klimatycznie adaptacyjną transformacją miast wskazują dodatkowo, że wzmacnianie adaptacyjności (prowadzące do osiągnięcia rezylencji) wymaga integrowania rozwiązań opartych na naturze z logiką planowania i zarządzania usługami miejskimi (Jim, Lo, Byrne, 2015).

Z kolei podejście urbanistyki komputacyjnej traktuje masterplanowanie jako proces tworzenia struktur, które mogą być modyfikowane w czasie wraz

ze zmianą uwarunkowań i danych, co wspiera projektowanie adaptacyjnych architektur miejskich jako narzędzi zarządzania (Verebes, 2014). Podkreśla się, że jakość procesów decyzyjnych w sektorze publicznym zależy od zdolności do budowania koalicji i uzgadniania celów między aktorami. W tym podejściu eksponuje się także znaczenie przejrzystości, partycypacji i rozliczalności jako elementów wzmacniających efektywność współzarządzania (Ostrom, 2010).

Wprowadzenie do problematyki rozwoju miast wymaga również uwzględnienia ich systemowego charakteru. Jednocześnie miasto nie stanowi wyłącznie przestrzeni administracyjnej, lecz funkcjonuje jako złożony organizm społeczno-ekonomiczny, w którym współwystępują procesy gospodarcze, społeczne, instytucjonalne, infrastrukturalne oraz przestrzenne. Tym samym rozwój miejski powinien być analizowany w ujęciu holistycznym, uwzględniającym wzajemne zależności i sprzężenia zwrotne pomiędzy poszczególnymi elementami systemu. Z kolei w literaturze przedmiotu coraz częściej podkreśla się, że skuteczność strategii rozwoju miast nie zależy wyłącznie od tempa wzrostu gospodarczego czy poziomu inwestycji infrastrukturalnych, lecz od zdolności miast do adaptacji w warunkach niepewności oraz narastających kryzysów o charakterze ekonomicznym, energetycznym i społecznym.

Z perspektywy operacyjnej miasto można ujmować jako system logistyczny, w którym przepływy ludzi, dóbr, energii i informacji determinują jakość życia oraz efektywność środowiskową (Szołtysek, 2016a). W polskiej literaturze zarządzania *smart city* jest opisywane jako zintegrowany program zmian organizacyjnych i technologicznych w sektorze publicznym, wymagający świadomego projektowania mechanizmów zarządczych oraz kompetencji instytucjonalnych (Lis, Dacko-Pikiewicz, Szczepańska-Woszczyna, 2022). Wątek ten koresponduje z podejściem do innowacji w warunkach zrównoważonego rozwoju, gdzie kluczowe staje się nie tyle wdrożenie pojedynczej technologii, ile zdolność organizacji do ciągłego uczenia się, współpracy i doskonalenia (Szczepańska-Woszczyna, Zamasz, Kinelski, 2020a). W tym ujęciu istotne stają się procesy logistyki zwrotnej (np. odpady, zużyte zasoby, odzysk), które w *smart city* wymagają zarówno digitalizacji przepływów, jak i koordynacji wielu podmiotów w łańcuchu miejskim (Lutek i in., 2019).

Perspektywa organizacyjnego uczenia się w organizacjach publicznych podkreśla, że rozwój takich zdolności jest uwarunkowany mechanizmami pozyskiwania i dyfuzji wiedzy z otoczenia, w tym przez narzędzia crowdsourcingu angażujące interesariuszy (Lenart-Gansiniec, 2019). W badaniu pokazano, że *crowdsourcing* wspiera innowacje w działach B+R, zwiększając liczbę innowacji produktowych, nowych procesów oraz projektów badawczo-rozwojowych

(Szopik-Deczyńska i in., 2021). Zmiana paradygmatu rozwoju lokalnego oznacza odejście od modeli linearnych na rzecz podejść adaptacyjnych, w których kluczowe są: odporność (*resilience*), elastyczność instytucjonalna oraz uczenie się organizacyjne. W tym ujęciu miasto funkcjonuje jako organizacja publiczna, która w warunkach niepewności musi jednocześnie realizować cele rozwojowe, utrzymywać ciągłość usług publicznych oraz budować zaufanie społeczne (Meerow i in., 2016). Carl Folke (2006) wyjaśnia, że odporność polega na zdolności absorpcji zakłóceń przy zachowaniu funkcji krytycznych, natomiast Brian H. Walker i współautorzy (2004) akcentują rolę monitoringu oraz adaptacyjnego uczenia się w korygowaniu instrumentów polityki. Konsekwencją jest wzmocnienie roli mieszkańca: od odbiorcy usług do współtwórcy rozwiązań, co nadaje partycypacji wymiar nie tylko demokratyczny, lecz także wdrożeniowy, wzmacniający trwałość strategii (Ansell, Gash, 2008). Szczegółowe rozwinięcie osi dekarbonizacji i bezpieczeństwa energetycznego jako kontekstu dla modelu 4T+ przedstawiono w podrozdz. 1.5.

Współczesne miasta funkcjonują w warunkach rosnącej ekspozycji na ryzyko systemowe, w tym ryzyko energetyczne. Zakłócenia w dostawach energii, niestabilność cenowa oraz presja dekarbonizacyjna wpływają bezpośrednio na bezpieczeństwo mieszkańców oraz stabilność finansową jednostek samorządu terytorialnego. Bezpieczeństwo energetyczne przestaje być kategorią sektorową, a staje się integralnym kryterium polityki rozwoju miejskiego (IPCC, 2022b; Creutzig i in., 2016). Komisja Europejska (2019) wskazuje, że bezpieczeństwo energetyczne i odporność infrastruktury krytycznej powinny stanowić kryterium projektowania oraz priorytetyzacji interwencji publicznych. Uwzględnienie tych uwarunkowań prowadzi do redefinicji *smart city*: nie jako miasta nasyconego ICT, lecz jako zintegrowanej ramy zarządzania, która łączy cyfryzację z utrzymaniem ciągłości usług miejskich, zarządzaniem ryzykiem oraz procesami transformacji energetyczno-klimatycznej. Szczegółowe rozwinięcie tej osi (dekarbonizacja + bezpieczeństwo energetyczne) przedstawiono w podrozdz. 1.5.

Kolejnym istotnym kontekstem, który należy rozważyć, jest potrzeba budowy spójnych modeli teoretycznych, umożliwiających analizę rozwoju miast w warunkach wielowymiarowych i wzajemnie przenikających się procesów. Z kolei w literaturze przedmiotu obserwuje się znaczne rozproszenie podejść badawczych, w których poszczególne wymiary rozwoju miejskiego analizowane są często w izolacji. Wybrane ujęcia rozwoju inteligentnych miast pozostają jednowymiarowe: w technocentrycznej logice (Harrison i in., 2010) *smart* bywa w praktyce redukowane do infrastruktury ICT i danych jako głównego motoru zmian (*technology push*), co czyni z kapitału technologicznego oś interpretacji

rozwoju (Harrison i in., 2010). Michael Batty i współautorzy przesuwają akcent na kapitał informacyjno-technologiczny, opisując miasto przede wszystkim jako system zasilany danymi (*urban informatics*). Kluczowe są w nim modele, symulacje oraz analityka wspierająca decyzje – z jednoczesnym ryzykiem technocentryzmu i niedoszacowania uwarunkowań społecznych oraz instytucjonalnych (Batty i in., 2012). Z kolei Karen C. Seto i współautorzy koncentrują się przede wszystkim na kapitale przestrzenno-infrastrukturalnym (osadnictwo, infrastruktura, planowanie przestrzenne) jako dźwigniach kształtowania trajektorii rozwoju miast (m.in. w kontekście mitygacji negatywnych skutków zmian klimatu), pozostawiając pełną integrację wymiarów technologicznego, społecznego, instytucjonalnego i przestrzennego poza główną ośią wywodu (Seto i in., 2014).

Brak integracji pomiędzy wymiarem technologicznym, społecznym, instytucjonalnym i przestrzennym utrudnia formułowanie wniosków o charakterze systemowym oraz ogranicza możliwość praktycznego wykorzystania wyników badań. Z tego względu przyjęto założenie, że rozwój miasta powinien być analizowany na podstawie zintegrowanego modelu kapitałów, umożliwiającego jednoczesną ocenę wielu obszarów funkcjonowania jednostki miejskiej.

Paradygmat *smart city* ewoluował od podejścia silnie zorientowanego technologicznie ku modelowi zintegrowanemu, w którym kluczową rolę odgrywają zasoby niematerialne, kapitał ludzki, relacje społeczne oraz zdolność do współdziałania interesariuszy miejskich. W tym ujęciu miasto staje się organizacją sieciową, zdolną do uczenia się, adaptacji oraz generowania wartości publicznej, co opisują analizy strategii miejskich i procesów wdrożeniowych (Angelidou, 2015). Równolegle badania wskazują na rosnące znaczenie powiązania transformacji cyfrowej z celami odporności i zrównoważonego rozwoju zamiast traktowania technologii jako celu samego w sobie. Ewolucję koncepcji *smart city* można interpretować jako odpowiedź na kumulujące się wyzwania rozwoju miejskiego oraz jako próbę powiązania cyfryzacji z celami zrównoważonego rozwoju. Margarita Angelidou (2015) opisuje proces instytucjonalizacji *smart city* w ramach polityki miejskiej i programów wdrożeniowych, a Bibri (2019) wyjaśnia, że inteligencja miasta ujawnia się w zdolności koordynacji danych i procesów decyzyjnych na rzecz celów rozwojowych i dobrostanu mieszkańców. W tym ujęciu kapitały 4T stanowią użyteczną ramę porządkującą zasoby, dzięki którym miasto może utrzymywać spójność rozwojową w warunkach presji klimatyczno-energetycznej.

Dojrzałość wdrożeń *smart city* ujawnia się w przesunięciu akcentów: od miasta zinstrumentalizowanego przez ICT ku miastu zdolnemu do uczenia się,

integrowania instrumentów polityki i budowania legitymizacji decyzji. Dotychczasowe ustalenia wskazują, że skuteczny rozwój miejski wymaga podejścia systemowego, które łączy mechanizmy techniczne z instytucjonalnymi czy społecznymi uwarunkowaniami wdrożeń. Z tego względu dalsza argumentacja koncentruje się na relacjach między rezyliencją (będącą wynikiem adaptacji), współzarządzaniem i szeroko rozumianym bezpieczeństwem mieszkańców, traktując je jako warunki trwałości inteligentnych interwencji, a także jako przesłankę uzasadniającą model kapitałów 4T jako rozwojowy. Zidentyfikowane problemy oraz wyzwania rozwoju miast wskazują na potrzebę takiego zarządzania, które wykracza poza logikę sektorowych projektów technologicznych. W tym kontekście koncepcja *smart city* stanowi próbę integracji rozwiązań ICT z celami rozwojowymi i środowiskowymi, jak też z mechanizmami współzarządzania w ramach spójnego modelu zarządzania. Tak rozumiane *smart city* staje się punktem odniesienia do dalszego porządkowania podejść – od determinizmu technologicznego po paradygmat antropocentryczny – oraz do interpretacji miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego. Jest bardzo prawdopodobne, że w niedalekiej przyszłości miasta będą coraz wyraźniej funkcjonować jako systemy złożone, w których decyzje o planowaniu przestrzeni, transporcie, zdrowiu publicznym, energii i usługach społecznych oddziałują na siebie kaskadowo.

W literaturze wskazuje się, że presja klimatyczna wymusi jednoczesną dekarbonizację oraz adaptację do wymagań np. zeroemisyjności: rozbudowę zielonej infrastruktury, zmianę źródeł ciepła i energii, zwiększanie udziału drzew oraz parków, a także tworzenie bezpiecznych, atrakcyjnych przestrzeni publicznych. Brak takiej transformacji oznacza wzrost ryzyka przeciążeń środowiskowych, pogorszenie jakości życia i nasilanie konfliktów o zasoby, zwłaszcza w gęsto zabudowanych dzielnicach. Podnoszenie jakości życia w *smart city* jest powiązane zatem z rezyliencją na zakłócenia, a jednym z kluczowych obszarów może być odporność systemu logistyki miejskiej – wrażliwego na potrzeby interesariuszy przepływów (Kramarz, 2024a).

Autorzy podkreślają, że pojęcie *smart logistics* jest szeroko używane, jednak w literaturze brak jednej, utrwalonej definicji; dlatego jego interpretacja wymaga odniesienia do roli innowacji, dostępności technologii ICT oraz automatyzacji procesów (Dembińska i in., 2018b). W kontekście *smart city* inteligentna logistyka może być rozumiana jako systemowe wykorzystanie danych i rozwiązań cyfrowych do integracji i optymalizacji przepływów w transporcie, magazynowaniu oraz miejskich łańcuchach dostaw. Rozwój infrastruktury logistycznej jest warunkiem funkcjonowania gospodarki, ale powinien być projektowany w sposób zgodny ze środowiskowymi zasadami zrównoważonego rozwoju, zamiast polegać na prostym ograniczaniu inwestycji (Dembińska, 2018a). Logisty-

ka miejska nie dotyczy wprost przepływu nośników energii takich jak ciepło czy energia elektryczna, ale analogia jest widoczna gołym okiem.

Zmianą o znaczeniu systemowym ma być odchodzenie od modelu miasta rozlanego na rzecz rozwiązań zmniejszających konieczność codziennych dojazdów: koncepcji tzw. 15-minutowego miasta i rozwoju mobilności jako usługi. Jeśli jednak wdrażanie będzie fragmentaryczne, utrwali się np. zależność od samochodu, a wraz z nią emisje, koszty społeczne i bariery dostępu do pracy oraz usług. Autorzy tych koncepcji akcentują także wagę obszaru zdrowia, to np. zwrot ku inteligentnym społecznościom zdrowotnym, w których cyfrowe usługi zdrowotne oraz analiza danych mają wspierać profilaktykę i szybszą reakcję systemu opieki.

Z drugiej strony rosnąca cyfryzacja miasta podnosi wrażliwość infrastruktury krytycznej: ataki cybernetyczne i nadużycia danych mogą wywoływać efekt domina (zakłócenia usług, spadek zaufania, ryzyko dla bezpieczeństwa mieszkańców). Dlatego bezpieczeństwo będzie zależało nie tylko od technologii (AI, 5G, platformy „mózgu miasta”), ale także od odporności systemów, ochrony prywatności oraz przejrzystego zarządzania.

Wymiar demograficzny oznacza konieczność obsługi populacji bardziej zróżnicowanej wiekowo i kulturowo. Starzenie się mieszkańców, mobilność oraz migracje zwiększą popyt na opiekę, dostępne mieszkania czy usługi publiczne bez barier. Brak rozwiązań inkluzywnych może wzmacniać nierówności, napięcia i spadek spójności, a to obniża odporność całego systemu miejskiego. Jednocześnie rosnąć ma znaczenie włączającego planowania oraz masowego uczestnictwa: bez realnego udziału obywateli i interesariuszy narastać mogą nierówności, wykluczenie i opór wobec zmian.

Uzupełnieniem tej transformacji społecznej jest gospodarka cyrkularna, produkcja lokalna i zrównoważone budynki – elementy, które mogą zmniejszać ślad środowiskowy, ale wymagają koordynacji wielu sektorów i długofalowej polityki miejskiej (Szołtysek, Trzpiot, 2023, s. 131–136). Uzupełniając klasyczne ujęcia urbanistyki i socjologii miasta podkreślają znaczenie jakości przestrzeni publicznej, czytelności układu miejskiego czy relacji społecznych jako fundamentu atrakcyjności i trwałości wspólnot lokalnych, co stanowi istotne tło dla dalszych rozważań o kapitałach miejskich i rezyliencji (Lynch, 1960; Jacobs, 1961; Gehl, 2011; Kennedy i in., 2011; Barber, 2013; Montgomery, 2015; Gottdiener i in., 2015).

Równolegle w globalnych agendach miejskich oraz analizach ryzyka systemowego akcentuje się potrzebę budowania odporności miast, integracji celów klimatycznych i społecznych oraz wzmacniania zdolności instytucjonalnych do zarządzania niepewnością (United Nations, 2016; World Economic Forum,

2023). W literaturze infrastrukturalnej wskazuje się, że integracja infrastruktury danych (platform, centrów danych) z infrastrukturą energetyczną sprzyja powstawaniu innowacyjnych, kooperacyjnych i wielowarstwowych modeli biznesowych oraz umożliwia integrację centrów danych z inteligentnymi systemami dystrybucji energii (Bertoncini i in., 2015, s. 2). Z perspektywy *smart city* wzmacnia to argument o konieczności dojrzałej infrastruktury danych jako warunku jakości usług miejskich.

W ujęciu architektury danych wskazuje się, że podejścia usługowe oraz mechanizmy witalizacji danych zwiększają skalowalność i elastyczność systemów przetwarzania (dla zadań zarówno liniowych, jak i nieliniowych), co jest kluczowe w środowiskach *smart city* o dużej dynamice i heterogeniczności strumieni danych (Xiong i in., 2014). Implikuje to konieczność uwzględnienia jakości danych, interoperacyjności i reguł dostępu jako warunku skuteczności usług *smart city*. Rawad Hammad i David Ludlow (2016) oraz Szołtysek akcentują, że łączenie danych o mobilności z informacjami społeczno-ekonomicznymi oraz prowadzenie analiz w różnych horyzontach czasowych stanowi silne narzędzie diagnozowania wzorców przemieszczania się i projektowania interwencji miejskich (Hammad, Ludlow, 2016, s. 3). Wzmacnia to uzasadnienie dla ujęcia stosowanego narzędzia badawczego jako pomiaru nie tylko technologii, lecz także procesów ładu instytucjonalnego i uczenia się instytucjonalnego.

Na etapie przygotowania narzędzia przeprowadzono przegląd treści pozycji pod kątem jednoznaczności, neutralności języka i ograniczenia błędów pomiaru wynikających z sugestywnego sformułowania pytań oraz długości ankiety. Don A. Dillman i współautorzy wskazują, że te elementy wpływają bezpośrednio na liczbę braków danych i jakość odpowiedzi (Dillman i in., 2014). Podsumowując można pokusić się o próbę zebrania wiedzy i wyciągnąć kluczowe dla modeli miast wnioski: (1) modele *smart city* wymagają ujęcia systemowego: kapitały rozwoju powinny być analizowane łącznie, a nie sektorowo; (2) modele kapitałów 3T/4T opisują potencjał rozwojowy, lecz nie wyjaśniają wprost zdolności adaptacji w warunkach kryzysów.

Przejęcie od technocentryzmu do ujęcia systemowego wymaga równoległego wzmacniania kapitałów niematerialnych (zwłaszcza zaufania) oraz instytucji współzarządzania. Transformacja energetyczno-klimatyczna działa jako test odporności systemu miejskiego: ujawnia znaczenie akceptacji społecznej oraz bezpieczeństwa funkcjonalnego (w tym energetycznego) dla trwałości wdrożeń. Modele *smart city* i helis nie eksponują explicite rezyliencji jako rezultatu adaptacji, co uzasadnia rozwinięcie modelu kapitałów w kierunku 4T+ i jego operacjonalizację w dalszych rozdziałach.

1.2. WIELOWYMIAROWOŚĆ ROZWOJU IDEI MIASTA INTELIGENTNEGO: OD DETERMINIZMU TECHNOLOGICZNEGO DO PARADYGMATU ANTROPOCENTRYCZNEGO

Uporządkowanie pojęć idei miasta inteligentnego wymaga analizy ewolucji koncepcji od podejść technocentrycznych do antropocentrycznych. Przez determinizm technologiczny rozumiem tu logikę, w której technologia (ICT, infrastruktura) jest traktowana jako główny motor i jednocześnie domyślne rozwiązanie problemów miejskich, a sukces wdrożeń mierzy się przede wszystkim stopniem cyfryzacji oraz automatyzacji. Paradygmat antropocentryczny odwraca tę perspektywę: technologia jest narzędziem tworzenia wartości publicznej, a inteligencja miasta ujawnia się w jakości życia, inkluzywności, jak też zdolności do adaptacji i uczenia się.

Punkt wyjścia stanowi ujęcie systemowe przedstawione w podrozdz. 1.1: miasto jest traktowane jako złożony system społeczno-ekonomiczny, w którym rezultaty rozwoju powstają w sprzężeniach między gospodarką, społeczeństwem, instytucjami i infrastrukturą. W dalszej analizie przyjęto pięć powiązanych wymiarów rozwoju *smart city*: (1) technologiczny, (2) społeczno-ludzki, (3) instytucjonalno-zarządczy (*public governance*), (4) terytorialno-przestrzenny oraz (5) środowiskowo-energetyczny. W konsekwencji *smart city* nie oznacza katalogu narzędzi ICT, lecz paradygmat zarządzania rozwojem integrujący technologię, kapitał ludzki oraz mechanizmy instytucjonalne i partycypacyjne (Nam, Pardo, 2011; Zygiaris, 2012; Albino i in., 2015). W polskiej debacie podkreśla się potrzebę precyzyjnych definicji i mierzalnych kryteriów oceny (Szołtysek, 2015), co uzasadnia dalsze porządkowanie modeli oraz ich konsekwencji zarządczych.

W warunkach gospodarki opartej na wiedzy kluczowymi determinantami rozwoju miast stają się innowacyjność, kapitał ludzki oraz jakość środowiska życia. W literaturze zarządzania innowacjami podkreśla się, że skuteczność transformacji w dużej mierze zależy od kompetencji menedżerskich oraz zdolności organizacji do łączenia celów innowacyjnych z celami społecznymi czy rozwojowymi (Szczepańska-Woszczyna, 2020b). Interdyscyplinarne ujęcia innowacji i przedsiębiorczości akcentują rolę ekosystemów współpracy, transferu wiedzy oraz mechanizmów wsparcia, co uzasadnia analizę miasta jako platformy dla przedsiębiorczości i eksperymentowania z usługami publicznymi (Dacko-Pikiewicz i in., 2023). Jednocześnie cyfryzacja, globalizacja oraz transformacja energetyczno-klimatyczna zwiększają turbulencję otoczenia i wymuszają

elastyczne podejście do planowania rozwoju, oparte na zdolności aktualizacji strategii i reagowania na zmiany. Zmiana paradygmatu rozwoju oznacza odejście od modelu industrialnego na rzecz gospodarki opartej na wiedzy, innowacjach oraz jakości życia mieszkańców (Caragliu i in., 2011; Albino i in., 2015).

W literaturze konkurencyjności regionalnej wskazuje się, że przewaga miast wynika z kombinacji zasobów endogenicznych, jakości instytucji oraz skuteczności programów strategicznych (Łaźniewska, Gorynia, 2012), a podejścia akcentujące twórczość i strategiczną odnowę traktują je jako mechanizmy radzenia sobie z niepewnością i turbulencją otoczenia (Dyduch, 2013). W rezultacie wymiar kapitału ludzkiego i kreatywnego (talent) staje się kluczową osią *smart city*, przesuwając akcent z infrastruktury ICT na kompetencje, innowacyjność i atrakcyjność środowiska życia. W ujęciu zarządzania publicznego mieszkaniac jest jednocześnie odbiorcą usług, współproducentem wartości publicznej oraz źródłem wiedzy o problemach i potrzebach miasta. W logice *smart city* jego rola obejmuje współtworzenie danych, ocenę jakości usług oraz współdecydowanie (np. poprzez konsultacje i narzędzia partycypacji), co zwiększa legitymizację decyzji i ogranicza ryzyko oporu wobec zmian, zwłaszcza w obszarach wrażliwych kosztowo (np. koszty energii, reorganizacja mobilności, inwestycje infrastrukturalne). Skuteczność partycypacji jest jednak warunkowana poziomem zaufania do instytucji publicznych oraz kompetencjami mieszkańców, które różnicują gotowość do zaangażowania (Ostrom, 2010; Kummitha, 2020; Moch, 2020). Przykładem instytucjonalizacji partycypacji jest budżet obywatelski, który może wzmacniać współodpowiedzialność i kapitał społeczny, o ile towarzyszą mu przejrzyste reguły oraz aktywna komunikacja z mieszkańcami (Perska, Stefańska, 2024). W logice modelu 4T mieszkaniac jest nośnikiem kapitału talentu i tolerancji oraz współtwórcą kapitału zaufania, który warunkuje trwałość wdrożeń i zdolność miasta do uczenia się.

W ujęciu współczesnym *smart city* nie jest rozumiane wyłącznie jako miasto zaawansowane technologicznie, lecz jako złożony system zarządzania rozwojem, integrujący wymiar technologiczny, społeczny, instytucjonalny oraz środowiskowy (Dameri, 2013). Ewolucja koncepcji *smart city* wskazuje na odejście od podejścia technokratycznego w kierunku modeli zorientowanych na mieszkańca, jego potrzeby, jakość życia oraz bezpieczeństwo funkcjonowania w przestrzeni miejskiej.

Modele *smart city* w literaturze międzynarodowej i krajowej można uporządkować według kilku dominujących nurtów konceptualizacji. W ujęciach wczesnych dominowało podejście technocentryczne, w którym rozwój inteligentnego miasta opiera się przede wszystkim na infrastrukturze ICT oraz danych (*technology push*) (Harrison i in., 2010). Robert G. Hollands (2008) zwraca

uwagę, że etykieta *smart* bywa używana jako wysokotechnologiczna odmiana miasta przedsiębiorczego, co skłania do włączenia perspektywy społecznej i instytucjonalnej. W odpowiedzi rozwijały się nurty mieszkańcocyentryczne (kapitał ludzki, jakość życia, współtworzenie rozwiązań) oraz modele instytucjonalno-zarządcze, koncentrujące się na roli przywództwa miasta, współpracy interesariuszy i inteligentnego współzarządzania (*smart governance*).

TABELA 6. Dominujące nurty konceptualizacji *smart city* – założenia, mocne strony i ograniczenia

Nurt	Założenie	Przykładowe publikacje/ model	Mocne strony	Ograniczenia
Technocentryczny	ICT i dane jako główny motor <i>smart</i>	Harrison i in., 2010	Silne podstawy infrastrukturalne; mierzalność	Ryzyko redukcji <i>smart</i> do technologii; pomijanie kontekstu społecznego
Krytyczny	<i>Smart</i> jako etykieta rozwojowa wymagająca demystyfikacji	Hollands, 2008	Ujawnia ryzyka marketingu i selektywności wdrożeń	Rzadziej dostarcza narzędzi operacyjnych do projektowania instrumentów polityki
Mieszkańcocyentryczny	Kapitał ludzki, jakość życia, współtworzenie (<i>demand pull</i>)	Nam, Pardo, 2011	Akcent na potrzeby i dobrostan; legitymizacja	Trudniejsza operacjonalizacja; zależność od zdolności instytucji
Instytucjonalno-zarządczy	<i>Smart governance</i> i współpraca interesariuszy jako warunek integracji	Chourabi i in., 2012	Łączy komponenty techniczne i instytucjonalne; użyteczne dla <i>governance</i>	Wrażliwość na lokalne uwarunkowania; ryzyko checklisty komponentów
Zintegrowany: <i>smart-sustainable</i>	<i>Smart+</i> zrównoważenie + odporność	Ahvenniemi i in., 2017; Yigitcanlar i in., 2018	Spójność z celami klimatyczno-energetycznymi i <i>resilience</i>	Wysoka złożoność; wymaga koordynacji wielopoziomowej i długiego horyzontu

Źródło: opracowanie własne.

W ostatnich latach rośnie znaczenie podejść zintegrowanych, łączących technologie i partycypację z celami zrównoważonego rozwoju i odporności, określanych często mianem zrównoważonego miasta inteligentnego (*smart sus-*

tainable city) (Ahvenniemi i in., 2017; Yigitcanlar i in., 2018). Z perspektywy praktyk zarządzania publicznego przydatne jest także podejście porządkujące ramy i komponenty inicjatyw *smart city* (Kummitha, Crutzen, 2017) oraz nowsze systematyzacje porównujące frameworki *smart city* i ich komponenty (Mupfumira i in., 2024). Badacze podają w literaturze przykłady wiążące rozwój *smart city* z potrzebą odporności, akcentujące związek np.: logistyki miejskiej z rozwojem zrównoważonym (Kramarz, 2021).

W tab. 6 przedstawiono dominujące nurty konceptualizacji *smart city* wraz z ich założeniami, mocnymi stronami i ograniczeniami. Z tab. 6 wynika, że poszczególne nurty *smart city* różnią się przede wszystkim sposobem ujmowania roli technologii, mieszkańców i instytucji. Porównanie pozwala wskazać, gdzie pojawiają się ryzyka technocentryzmu oraz w jakich podejściach silniej akcentuje się wartość publiczną i legitymizację.

W tab. 7 przedstawiono wybrane modele oraz ramy *smart city* (2008–2024) w ujęciu porządkującym. Zaprezentowane zestawienie umożliwia porównanie rozwoju podejść i przesunięć akcentów w kolejnych generacjach modeli. Z tab. 7 wynika, że ewolucja modeli *smart city* prowadzi od ujęć infrastrukturalno-ICT do podejść systemowych, w których rośnie rola *governance*, kapitałów niematerialnych oraz celów zrównoważonego rozwoju. Zestawienie wskazuje również, które elementy pozostają nie w pełni domknięte w istniejących ramach.

Porządkowanie modeli miasta inteligentnego jest użyteczne z perspektywy benchmarkingu, ponieważ ułatwia porównywanie postępów wdrożeń, identyfikację luk oraz uczenie się między miastami. W literaturze benchmarkingowej opisywane są narzędzia branżowe (np. SC Benchmark TM Forum), oparte na standardach BSI, które wspierają wyszukiwanie i współdzielenie informacji oraz dobrych praktyk pomiędzy interesariuszami miast inteligentnych (Moustaka, 2020). Wspiera to potrzebę spójnego zestawu wskaźników oraz porównywalnych ram oceny (ISO, 2019; OECD, 2023).

Dla przejrzystości dalszej argumentacji przyjęto poniższe porządkowanie podejść, które wskazuje dominujące mechanizmy wyjaśniające rozwój miasta inteligentnego oraz ułatwia późniejsze osadzenie autorskiego ujęcia 4T+ w praktyce zarządzania. W celu uporządkowania rozproszonego dorobku badawczego można wyróżnić cztery dominujące nurty modelowania miasta inteligentnego: (1) modele technocentryczne, koncentrujące się na infrastrukturze ICT i usługach cyfrowych; (2) modele zorientowane na mieszkańca, akcentujące jakość życia, partycypację i koprodukcję usług; (3) modele instytucjonalno-zarządcze, w których kluczowe jest przywództwo, koordynacja interesariuszy i sprawność instytucji; (4) modele zintegrowane, łączące perspektywę zrównoważonego

TABELA 7. Wybrane modele i ramy *smart city* (2008–2024) – zestawienie porządkujące

Autor/rok	Model/rama	Główne wymiary	Funkcja w badaniach
Hollands, 2008	Krytyka <i>smart city</i>	Etykietowanie, przedsiębiorczość miejska, wątki społeczne	Uzasadnia potrzebę operacjonalizacji i kryteriów oceny efektów
Harrison i in., 2010	<i>Foundations for smarter cities</i>	<i>Instrumented – interconnected – intelligent</i> (dane/ICT)	Wskazuje technologiczną bazę, ale wymaga uzupełnienia <i>governance</i>
Nam, Pardo, 2011	Trzywymiarowy <i>smart city</i>	<i>Technology, people, institutions</i>	Rama przydatna do porządkowania wskaźników i instrumentów polityki
Chourabi i in., 2012	<i>Integrative framework</i>	Komponenty technologiczne, organizacyjne i środowiskowe	Wspiera budowę macierzy zmiennych dla analiz empirycznych
Kummitha, Crutzen, 2017	Perspektywa ewolucyjna	Rozumienia <i>smart city</i> i ich zmiana w czasie	Uzasadnia dynamikę modeli i potrzebę iteracyjnej adaptacji
Ahvenniemi i in., 2017	<i>Smart vs. sustainable cities</i>	Rozróżnienie wskaźników <i>smart</i> i <i>sustainable</i>	Wzmacnia ujęcie transformacji energetyczno-klimatycznej
Yigitcanlar i in., 2018	Model wielowymiarowy	<i>Drivers + desired outcomes</i>	Umożliwia powiązanie determinant i rezultatów; łączy <i>smart</i> z <i>outcomes</i>
Mupfumira i in., 2024	<i>SWOT frameworks review</i>	Porównanie frameworków i ich komponentów	Pomocne w doborze kryteriów oceny i weryfikacji luk badawczych

Źródło: opracowanie własne.

rozwoju z rezyliencją, bezpieczeństwem oraz zarządzaniem transformacją energetyczną. Ujęcia te nie są rozłączne, lecz wskazują, które mechanizmy są w danym podejściu traktowane jako pierwotne w wyjaśnianiu rozwoju miasta.

W tab. 8 przedstawiono porównanie wiodących modeli miasta inteligentnego oraz relacji do rozważanego rozszerzonego modelu 4T. Zestawienie to pokazuje, w jakim stopniu poszczególne podejścia mogą obejmować kapitały niematerialne i komponent bezpieczeństwa.

TABELA 8. Porównanie wiążących modeli *smart city* oraz relacji do modelu 4T+

Model/autorzy	Rdzeń ujęcia	Dominująca logika	Mocne strony	Ograniczenia	Co domyka model rozszerzony 4T
Giffinger i in. (2007)	Ranking <i>smart city</i> (6 wymiarów: gospodarka, ludzie, ład instytucjonalny, mobilność, środowisko, jakość życia)	Benchmarking i porównywalność miast	Czytelny zestaw wymiarów i wskaźników; przydatne w diagnozie strategicznej	Ryzyko redukcji do „rankingu”; słabsze wyjaśnianie mechanizmów i zależności przyczynowych	4T przesuwają akcent z porównania na mechanizm rozwoju: kapitały + bezpieczeństwo + percepcja mieszkańców
Caragliu, Del Bo, Nijkamp (2011)	Definicja <i>smart city</i> jako synergii technologii, kapitału ludzkiego i zarządzania rozwojem	Integracja technologii i kapitałów niematerialnych	Dobra rama definicyjna; łączy infrastrukturę z kapitałem ludzkim	Definicja ogólna; brak narzędzia pomiaru i procedury wdrożenia	4T operacjonalizuje kapitały (talent, technologia, tolerancja, zaufanie) i łączy je z decyzjami miejskimi
Nam, Pardo (2011/2014)	<i>Smart city</i> jako współwystępowanie technologii, ludzi i instytucji	Triada: technologia – ludzie – instytucje	Porządkuje literaturę; ułatwia klasyfikację inicjatyw <i>smart city</i>	Nie różnicuje intensywności kapitałów; ograniczona zdolność predykcyjna	4T rozszczegławia komponent ludzi (talent/ tolerancja) i wzmacnia wątek zaufania i bezpieczeństwa
Batty i in. (2012).	Miasto jako system zasilany danymi (<i>urban informatics</i> , modele i symulacje)	Modelowanie i analityka danych dla decyzji	Silne podstawy narzędziowe (dane, modelowanie, symulacje)	Ryzyko technocentryzmu; niedoszacowanie uwarunkowań społecznych i instytucjonalnych	4T traktuje dane jako narzędzie technologii, ale wymaga legitymizacji społecznej i sprawności instytucjonalnej

Neirotti i in. (2014).	Mapowanie domen <i>smart city</i> (transport, energia, budynki, administracja, ludzie itd.)	Ujęcie domenowe i portfel inicjatyw	Dobre do planowania portfelowego i identyfikacji obszarów inwestycji	Może prowadzić do „listy zakupów” technologii bez spójnej teorii zmiany	4T dostarcza kryterium priorytetyzacji: inwestycje tylko wtedy, gdy wzmacniają kapitały i akceptację społeczną
Meijer, Rodríguez Bolívar (2016)	Ład instytucjonalny miasta inteligentnego i wspieranie technologii (<i>smart urban governance</i>)	Ład instytucjonalny i współzarządzanie wspierane technologią	Silnie osadza <i>smart city</i> w naukach o zarządzaniu publicznym	Często niedookreślony komponent energetyczno-klimatyczny	4T może spinać ład instytucjonalny z dekarbonizacją i bezpieczeństwem, dodając logikę kapitałową i mierzalność
Kitchin (2014)	Krytyka danych i miasta sterowanego algorytmem (<i>data-driven</i>)	Krytyczne podejście do władzy danych, prywatności i nierówności	Wzmacnia perspektywę ryzyka, etyki i jakości ładu instytucjonalnego	Nie jest modelem rozwoju; raczej diagnozą zagrożeń	4T uwzględnia ryzyko społeczne i instytucjonalne oraz potrzebę zaufania jako warunku wdrożeń
Hollands (2008)	Krytyka retoryki <i>smart city</i> i rozbieżności między narracją a realnymi efektami	Perspektywa krytyczna/ instytucjonalna	Zapobiega „fetyzacji” technologii; wymusza ocenę efektów	Brak narzędzia operacyjnego do projektowania instrumentów polityki	4T wprowadza kryteria oceny (kapitały + efekty społeczne/energetyczne) i łączy je z badaniem percepcji mieszkańców
ISO 37122 (2019)	Standaryzacja wskaźników <i>smart city</i> (usługi, jakość życia, środowisko, energia itd.)	Pomiar i porównywalność wskaźnikowa	Wzmacnia mierzalność i benchmarking instrumentów polityki miejskiej	Nie tłumaczy mechanizmów; wymaga osadzenia w teorii zarządzania	4T dostarcza ram interpretacyjnych: dlaczego dane wskaźniki rosną/spadają i jakie kapitały są dzwignią zmiany

Źródło: opracowanie własne.

Z tab. 8 wynika, że w wielu modelach *smart city* komponenty społeczne i instytucjonalne są ujmowane selektywnie, co utrudnia wyjaśnianie trwałości wdrożeń w warunkach presji energetyczno-klimatycznej. Porównanie wskazuje, że logika rozważanego rozszerzonego modelu 4T może domykać te braki poprzez integrację kapitałów i bezpieczeństwa.

Porównanie modeli pokazuje, że dominujące podejścia albo koncentrują się na wymiarze technologicznym (dane, infrastruktura cyfrowa), albo przyjmują perspektywę wskaźnikową (benchmarking), albo akcentują ład instytucjonalny i współzarządzanie (Stębelski i in., 2022). W rezultacie w literaturze często brakuje jednoczesnego ujęcia kapitałów rozwojowych, legitymizacji społecznej oraz uwarunkowań transformacji energetyczno-klimatycznej. Ponadto rozszerzenie konceptualne modelu kapitałów 4T stanowi propozycję integracji tych perspektyw: pozwala łączyć inwestycje technologiczne, w tym z obszarów energii (nie tylko elektrycznej) z kompetencjami i postawami mieszkańców oraz sprawnością instytucjonalną, a także oceniać je przez pryzmat bezpieczeństwa i akceptacji społecznej w warunkach dekarbonizacji.

Warto zatem scharakteryzować konsekwencje redukcjonizmu technologicznego oraz wyprowadzić autorską logikę modelu 4T+ jako ramy analitycznej dalszych badań empirycznych. W tym ujęciu miasto funkcjonuje jako złożony system energetyczny, w którym istotną rolę odgrywają lokalne źródła energii, prosumeryzm, inteligentne sieci oraz cyfrowe narzędzia monitoringu i analizy danych. Badania wskazują, że skuteczność procesów dekarbonizacyjnych zależy w dużej mierze od zdolności instytucjonalnych samorządów oraz poziomu zaufania społecznego wobec wdrażanych zmian (Florida, 2003; Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, 2019). Przyjęcie *smart city* jako kategorii analitycznej oznacza, że inteligencja miasta jest traktowana jako zdolność systemu miejskiego do koordynacji procesów rozwojowych (współzarządzanie), uczenia się organizacyjnego oraz zarządzania ryzykiem, w tym ryzykiem energetycznym – a nie wyłącznie jako poziom zaawansowania technologii. W konsekwencji ocena rozwoju *smart city* wymaga równoczesnego uwzględnienia wymiaru technologicznego, społecznego, instytucjonalnego i terytorialnego, przy czym kryterium nadrzędnym staje się stabilność funkcjonowania i bezpieczeństwo mieszkańców.

Przyjęte rozumienie miasta inteligentnego stanowi punkt odniesienia dla uporządkowania ujęć obecnych w literaturze oraz dla wyprowadzenia autorskiego modelu kapitałów 4T (a następnie jego rozszerzenia do 4T+). Przegląd badań wskazuje, że dominują definicje technocentryczne, utożsamiające inteligencję miasta z poziomem cyfryzacji i wdrożeń technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT). Z perspektywy nauk o zarządzaniu podejście to jest

TABELA 9. Implikacje zarządcze i konsekwencje dla *public governance* – ewolucja roli miast na przełomie wieków XX i XXI

Wątek/ rekommendacja	Konsekwencja/ryzyko	Rekommendacja/implikacja <i>governance</i>
Zaufanie jako warunek wdrożeń (<i>trust</i>)	Bez legitymizacji społecznej rośnie ryzyko oporu, spadku jakości danych oraz ograniczenia współpracy interesariuszy	Wzmacniać transparentność, konsultacje i współzarządzanie; projektować kanały informacji zwrotnej oraz standardy etyczne dla danych
Technologia w logice wartości publicznej (<i>technology</i>)	Ryzyko technokratyzacji i <i>vendor lock-in</i> ; inwestycje ICT bez spójności strategicznej nie generują trwałych efektów	Stosować <i>data governance</i> , interoperacyjność i cyberbezpieczeństwo; łączyć projekty ICT z mierzalnymi celami instrumentów polityki publicznej
Talent i zdolność absorpcji (<i>talent</i>)	Brak kompetencji ogranicza wykorzystanie technologii i innowacji; ryzyko „martwych” wdrożeń oraz niskiej adaptacji rozwiązań	Rozwijać kompetencje w urzędzie i ekosystemie miejskim (uczelnie, biznes); tworzyć jednostki analityczne i zespoły międzywydziałowe
Tolerancja i inkluzywność (<i>tolerance</i>)	Polityki nieuwzględniające wykluczeń pogłębiają nierówności i obniżają akceptację transformacji	Projektować usługi z perspektywy dostępności; stosować mechanizmy włączające grupy wrażliwe; mierzyć efekty dystrybucyjne
Komponent „Plus”: bezpieczeństwo energetyczne i ryzyko	Niepewność cen energii i bezpieczeństwa dostaw może neutralizować korzyści transformacji; ryzyko sporu o koszty	Łączyć instrumenty polityki klimatycznej z bezpieczeństwem i osłonami; prowadzić <i>risk communication</i> i scenariusze; włączać interesariuszy sektora energii
Segmentacja interesariuszy i polityka komunikacji	Jednolita komunikacja i instrumenty nie trafiają w zróżnicowane potrzeby; rośnie koszt wdrożeń i spada efektywność	Stosować segmentację (np. kreatywny/administracyjny/energetyczny) dla doboru narzędzi; różnicować kanały partycypacji i pakiety wsparcia
Koordinacja międzysektorowa (silosowość)	Rozproszenie odpowiedzialności osłabia skuteczność i spójność, zwłaszcza w projektach przekrojowych (energia – mobilność – dane)	Wprowadzać mechanizmy koordynacji (PMO, komitety sterujące), wspólne KPI i budżetowanie programowe
Ewaluacja i rozliczalność (<i>accountability</i>)	Brak mierników i cyklu ewaluacyjnego utrudnia uczenie się organizacji i korekty działań	Ustalić zestaw KPI 4T+ oraz cykl ewaluacji <i>ex ante/ex post</i> ; powiązać wyniki z zarządzaniem portfelem projektów

Źródło: opracowanie własne.

niewystarczające, ponieważ pomija uwarunkowania społeczne, instytucjonalne i behawioralne, które determinują trwałość wdrożeń i zdolność miasta do adaptacji.

Tabela 9 syntetyzuje ewolucję roli miast na przełomie XX i XXI w. oraz wynikające z niej konsekwencje dla współzarządzania i ładu publicznego (*public governance*). Wskazuje ona na przesunięcie akcentu z hierarchicznego rządzenia na koordynację sieciową, współwytworzenie wartości publicznej i rozliczalność efektów instrumentów polityki miejskiej.

1.3. ONTOLOGIA MIASTA JAKO ZŁOŻONEGO SYSTEMU ADAPTACYJNEGO: MECHANIZMY SAMOORGANIZACJI A PARADYGMAT ZARZĄDZANIA ELASTYCZNEGO

Rozwijamy zatem perspektywę systemową, ujmując miasto jako złożony system adaptacyjny, w którym samoorganizacja, sprzężenia zwrotne i uczenie się determinują zdolność do reagowania na zakłócenia. Tezą jest, że w takich warunkach adekwatną ramą instytucjonalną staje się zarządzanie elastyczne (*adaptive governance*), oparte na koordynacji sieciowej, współpracy interesariuszy i pracy na danych. Ujęcie to stanowi pomost do autorskiego modelu 4T+, w którym rezyliencja („+”) jest interpretowana jako skutek adaptacji kapitałów 4T.

Miasto/metropolię można ujmować jako złożony system adaptacyjny, w którym relacje między aktorami (administracja publiczna, przedsiębiorstwa, mieszkańcy i organizacje społeczne) oraz infrastrukturami mają charakter nieliniowy, a efekty rozwojowe są emergentne. Oznacza to, że czynniki wejściowe (zasoby, reguły, instrumenty polityki) i czynniki wyjściowe (jakość życia, akceptacja społeczna, atrakcyjność inwestycyjna) pozostają w pętlach sprzężeń zwrotnych: rezultaty wpływają na dalsze zachowania, zaufanie i zdolność systemu do uczenia się. W konsekwencji uzasadnione jest przejście od opisu pojedynczych wdrożeń technologicznych do opisu mechanizmów samoorganizacji, uczenia się oraz adaptacyjnej rekonfiguracji w czasie (Katz, Bradley, 2013; Gassmann, Böhm, Palmié, 2019).

W logice współzarządzania mieszkańcy nie są wyłącznie beneficjentami usług, lecz współtwórcami popytu, norm akceptacji oraz legitymizacji działań władz. Zdolność adaptacyjna miasta zależy od jakości relacji społecznych (kohezji i solidarności, poczucia przynależności, lokalnych więzi) oraz od norm wzajemności, które redukują koszty koordynacji i umożliwiają działania zbiorowe. Powiązania i więzi tworzą sieci relacji (sieć jest efektem powiązań, a nie ich synonimem), które mogą mieć charakter inkluzywny lub ekskluzywny; kapitał

społeczny jest zasobem nierównomiernie rozłożonym i może mieć „ciemną stronę” (np. klientelizm, wykluczanie), dlatego w analizie traktuje się go jako zasób ambiwalentny (Skawińska, 2012; Grimmelhuijsen, Knies, 2015). W warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej rośnie znaczenie sprawiedliwości i podatności grup wrażliwych (*vulnerability*), ponieważ koszty i ryzyko regulacyjne są odczuwane asymetrycznie, co wpływa na akceptację społeczną oraz gotowość do współodpowiedzialności (Korsgaard i in., 2018).

Konsekwencją ontologii systemu adaptacyjnego jest przesunięcie akcentu z projektów IT na zdolności instytucjonalne: wczesne rozpoznanie sygnałów (*sensing*), uczenie się, eksperymentowanie oraz rekonfigurację zasobów i procedur. W niniejszej monografii komponent „+” w modelu 4T+ oznacza rezyliencję (odporność adaptacyjną) systemu miejskiego, natomiast bezpieczeństwo funkcjonalne – w szczególności bezpieczeństwo energetyczne – stanowi operacyjny przejaw tej rezyliencji oraz warunek brzegowy akceptacji społecznej dla transformacji energetyczno-klimatycznej. Zestawienia w tab. 10 i tab. 11 porządkują różnice między logiką *smart city* a logiką miasta adaptacyjnego oraz wskazują kompetencje współzarządzania, które podnoszą zdolność miasta do utrzymania ciągłości usług i uczenia się w warunkach niepewności (Meerow i in., 2016; Cavada, 2022).

Wzrasta też znaczenie bezpieczeństwa danych i skutków dla prywatności (Szołtysek, Trzpiot, 2021, s. 20). Z perspektywy zarządzania publicznego odporność strategiczna wymaga osadzenia w systemie finansowania i odpowiedzialności: zdefiniowania właścicieli ryzyka, zasad priorytetyzacji inwestycji oraz źródeł finansowania (budżet miasta, instrumenty transformacji, partnerstwa publiczno-prywatne). Oznacza to, że odporność ma charakter zdolności organizacyjnej i instytucjonalnej – budowanej poprzez kompetencje, procedury, współzarządzanie i uczenie się – a jej praktycznym celem jest ograniczanie strat społeczno-gospodarczych oraz utrzymanie stabilności warunków życia mieszkańców w okresach zakłóceń (World Bank, 2017b). Skuteczne zarządzanie ryzykiem w mieście rozpoczyna się od identyfikacji zagrożeń, oceny prawdopodobieństwa i skutków oraz projektowania mechanizmów prewencji i reakcji. W warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej część wyzwań przyjmuje postać niepewności (np. zmienność cen oraz regulacji), dlatego kluczowe staje się budowanie odporności jako zdolności do utrzymania funkcji krytycznych mimo zakłóceń oraz do adaptacyjnej rekonfiguracji zasobów. Tak rozumiana odporność wzmacnia długookresowe zarządzanie rozwojem i ogranicza straty społeczne oraz gospodarcze w sytuacji kryzysów energetycznych i ekonomicznych. W perspektywie strategicznej bezpieczeństwo mieszkańców należy traktować jako jeden z kluczowych czynników warunkujących trwałość priorytetów i instrumentów polityki rozwoju oraz akceptację społeczno-

-instytucjonalną dla zmian. W warunkach transformacji energetycznej i cyfryzacji usług publicznych rośnie wrażliwość systemów miejskich na szoki kosztowe, regulacyjne i podażowe, co zwiększa znaczenie prewencji oraz zarządzania ryzykiem. Dlatego bezpieczeństwo obejmuje nie tylko wymiar fizyczny, lecz również stabilność ekonomiczną gospodarstw domowych oraz zdolność miasta do utrzymania ciągłości usług publicznych.

Bezpieczeństwo jako kategoria ekonomiczna oznacza stan, w którym podmioty funkcjonujące w przestrzeni miejskiej – gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa oraz instytucje publiczne – mają stabilne i przewidywalne warunki zaspokajania podstawowych potrzeb rozwojowych. W ujęciu ekonomicznym bezpieczeństwo nie ogranicza się wyłącznie do braku zagrożeń, lecz obejmuje zdolność systemu gospodarczego miasta do absorpcji wstrząsów oraz utrzymania ciągłości procesów produkcyjnych i społecznych. Z kolei w literaturze dotyczącej transformacji energetycznej podkreśla się, że warunki bezpieczeństwa ekonomicznego są silnie powiązane z kosztami energii, stabilnością regulacyjną i odpornością infrastruktury (IEA, 2022b). Jednocześnie w ujęciu instytucjonalnym i porównawczym akcentuje się rolę ładu gospodarczego, jakości regulacji oraz zdolności do utrzymania usług publicznych jako warunków bezpieczeństwa³ (OECD, 2020). Stabilność dochodów, dostępność usług publicznych, przewidywalność kosztów życia oraz bezpieczeństwo energetyczne stanowią kluczowe elementy tej kategorii. Z perspektywy rozwoju lokalnego bezpieczeństwo ekonomiczne wpływa bezpośrednio na decyzje inwestycyjne, mobilność mieszkańców oraz poziom zaufania do instytucji publicznych. W wymiarze energetycznym i regulacyjnym podkreśla się znaczenie stabilności dostaw, kosztów oraz ram instytucjonalnych. Równolegle w analizach konkurencyjności miejskiej akcentuje się, że bezpieczeństwo i jakość życia oddziałują na atrakcyjność lokalizacyjną miast i ich zdolność do przyciągania zasobów ludzkich. Motywy wyboru danego ośrodka miejskiego przez mieszkańców i inwestorów są różne dla mieszkańców (wybór miejsca zamieszkania) i różne dla inwestorów (lokalizacja działalności). Ze strony mieszkańców badacze podają następujące motywy kierujące ich wyborem:

³ W dalszej części monografii – w kontekście operacjonalizacji modelu 4T+ – pojęcie bezpieczeństwa jest rozumiane w sposób zawężony, jako bezpieczeństwo funkcjonalne systemu miejskiego, tj. zdolność do utrzymania ciągłości kluczowych usług publicznych i infrastruktury krytycznej, w szczególności w obszarze energii (bezpieczeństwo energetyczne: dostępność, stabilność i przystępność kosztowa energii). Pozostałe wymiary bezpieczeństwa (np. militarne, porządku publicznego czy cyberbezpieczeństwo) są w pracy przywoływane jedynie kontekstowo.

- bogaty lokalny rynek pracy (szerokie możliwości zatrudnienia, niski poziom bezrobocia) (Chaze, 2017);
- niskie koszty utrzymania (stosunkowo tanie życie codzienne, np. ceny usług i dóbr, niższe lokalne podatki) (Baumont, Huriot, 1995);
- szeroka dostępność mieszkań o odpowiednim standardzie (bogata oferta rynku mieszkaniowego, przystępne ceny lokali) (Zakrzewska-Półtorak, Pluta, 2023);
- rozwinięta infrastruktura transportowa (sprawna komunikacja publiczna, dobre drogi dojazdowe, dostęp do transportu regionalnego) (Gorzela, Jałowiecki, 2000);
- wysoki poziom bezpieczeństwa publicznego (niska przestępczość, porządek i spokój w mieście) (Budner, Pawlicka, 2013);
- czyste środowisko i dbałość o przyrodę (czyste powietrze, dostęp do terenów zielonych, niski hałas i zanieczyszczenia) (Chaze, 2017);
- bogata oferta kulturalna i rekreacyjna (instytucje kultury, rozrywki, wydarzenia, miejsca spędzania wolnego czasu) (Cusin, Damon, 2010);
- sprawne zarządzanie miastem i jakość usług publicznych (efektywna administracja samorządowa, realizacja strategii zrównoważonego rozwoju, wysoka jakość usług komunalnych) (Ricbourg, Fernandez, 2018);
- duży potencjał demograficzny i gospodarczy ośrodka (znaczna liczba ludności, chłonny rynek lokalny, szeroki wachlarz funkcji miejskich) (Chaze, 2017);
- walory estetyczne i ład przestrzenny miasta (zadbana architektura, czystość, estetyka przestrzeni publicznych) (Budner, Pawlicka, 2013).

Natomiast dla inwestorów ważne są:

- dostępna wykwalifikowana kadra pracownicza (odpowiednia liczba i jakość siły roboczej na rynku lokalnym) (Wierzbicka, 2006);
- niskie koszty prowadzenia biznesu (niższe koszty pracy, gruntów i nieruchomości, ulgi podatkowe) (Godlewska-Majkowska, 2008);
- dostępność terenów inwestycyjnych i nowoczesnych powierzchni biznesowych (przygotowane działki, parki przemysłowe, biura) (Wierzbicka, 2006);
- nowoczesna infrastruktura transportowo-logistyczna (autostrady, koleje, lotniska; niezawodna telekomunikacja i energia) (Correia i in., 2020);
- stabilność polityczno-prawna otoczenia (pewność prawa, przewidywalne regulacje, niska korupcja i ryzyko) (Keramidas i in., 2016);

- sprzyjające warunki ekologiczne (niski poziom zanieczyszczeń, uwzględnianie ochrony środowiska w planowaniu) (Olszak, 2010);
- atrakcyjny wizerunek i marka miasta (renoma, otwartość kulturowa i pozytywne postrzeganie miasta sprzyjające przyciąganiu kapitału i talentów) (Poirot, Gérardin, 2010);
- przychylność władz lokalnych dla biznesu (szybkie procedury administracyjne, przejrzyste regulacje, wsparcie inwestorów przez samorząd) (Swianiewicz, Dziemianowicz, 1998);
- efekty aglomeracji i koncentracja biznesu (bliskość dostawców, klientów i partnerów, istnienie klastrów branżowych i efekt skali) (Gorzelać, Jałowiecki, 2000);
- infrastruktura społeczna i innowacyjna (obecność szkół wyższych, centrów R&D, instytucji otoczenia biznesu wspierających innowacje) (Wierzbicka, 2006).

Miasto jako organizacja społeczna może sterować swoją popularnością, atrakcyjnością poprzez np. marketing. Andrzej Szromnik prezentuje modelowe ujęcie zależności między marketingiem terytorialnym a rozwojem kapitału terytorialnego, akcentując rolę spójnej strategii i zarządzania relacjami z interesariuszami. W ujęciu autora marketing terytorialny nie ogranicza się do promocji, lecz powinien wspierać budowanie przewag konkurencyjnych miejsca poprzez wzmacnianie i integrowanie zasobów materialnych, instytucjonalnych i społecznych (Szromnik, 2014). Szromnik wskazuje, że pozycjonowanie stanowi klucz strategii marketingowej, ponieważ umożliwia jasne zdefiniowanie wyróżnika oferty oraz segmentów docelowych. W kontekście marketingu terytorialnego oznacza to konieczność zbudowania spójnej propozycji wartości i wizerunku miejsca, które są rozpoznawalne i odróżniają miasto lub region od alternatywnych lokalizacji (Szromnik, 2011). Oprócz marketingu, który jest zbiorem narzędzi pozwalających wzmocnić wizerunek i pozycję miasta, pozostałe walory, na które wskazują w swoich motywach mieszkańcy, są dla nich ważne, np. bezpieczeństwo – w tym ekonomiczne czy energetyczne.

Bezpieczeństwo ekonomiczne miasta jest w literaturze wiązane z jakością ładu instytucjonalnego i instrumentów polityki publicznej oraz zrównoważeniem rozwoju. W warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej rośnie znaczenie sprzężeń zwrotnych między sferą energetyczną a społeczną: wahania cen energii i ryzyko regulacyjne wpływają na konkurencyjność lokalnej gospodarki, poziom życia oraz legitymizację instrumentów polityki miejskiej. Z tego względu bezpieczeństwo energetyczne należy traktować jako kategorię ekonomiczną i zarządczą, obejmującą stabilność dostaw oraz przewidywalność

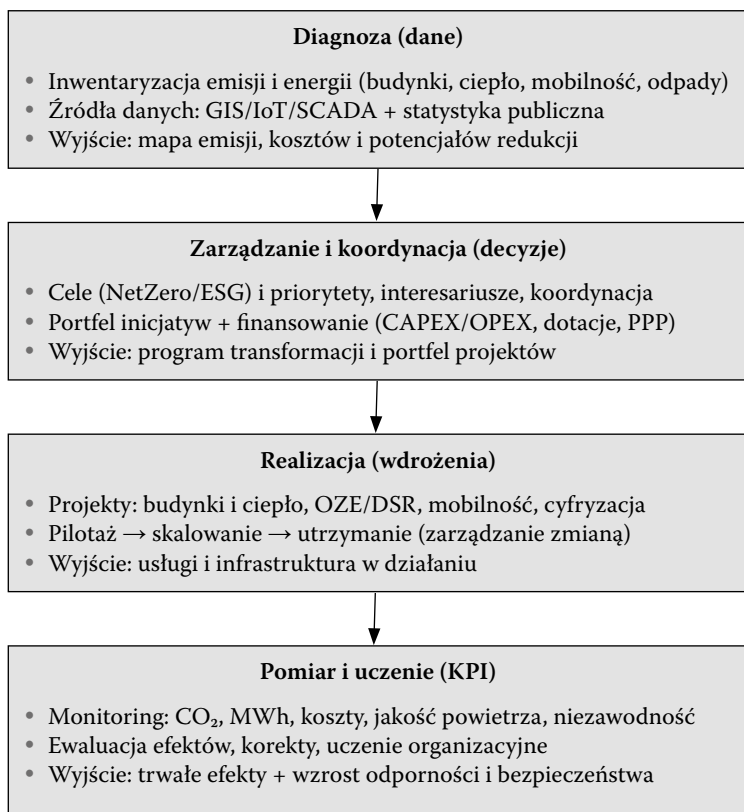
kosztów, a jego poprawa wymaga integracji polityki energetycznej z polityką społeczną, mieszkaniową i przestrzenną (Pawełczyk, 2018; Creutzig i in., 2016; Markard i in., 2012). W polskich realiach wątek ten łączy się z zasadą sprawiedliwej transformacji, rozumianej jako łączenie dekarbonizacji z ochroną grup wrażliwych oraz działaniami ograniczającymi ryzyka ubóstwa energetycznego (Kinelski, 2020a).

W tej perspektywie miasto inteligentne należy analizować w powiązaniu z rezyliencją miejską (*urban resilience*) oraz podejściem miasta adaptacyjnego (*adaptive city*), które akcentują uczenie się instytucjonalne, zarządzanie ryzykiem i zdolność do rekonfiguracji zasobów w warunkach polikryzysu. Oznacza to odejście od punktowych wdrożeń technologicznych na rzecz architektury zarządzania transformacją (cele, portfel działań, monitoring MRV/PDCA), w której technologie i dane pełnią funkcję narzędzi wspierających decyzje, a nie celu samego w sobie. Model takiej architektury, stanowiący punkt odniesienia dla dalszych analiz, syntetyzuje rys. 2.

Rysunek 2 syntetyzuje model zarządzania transformacją klimatyczno-energetyczną w logice miasta inteligentnego 4.0 (*smart city 4.0*⁴), łącząc warstwę strategiczną (cele/KPI), operacyjną (portfel projektów) i kontrolingową (MRV/PDCA). W niniejszej monografii technologie cyfrowe i dane są traktowane jako narzędzia; kluczowe jest przesunięcie akcentu z samego wdrażania ICT na architekturę ładu instytucjonalnego, koordynację wielopodmiotową oraz mechanizmy rozliczalności efektów. Rezyliencja systemów miejskich obejmuje zdolność do absorpcji zakłóceń, uczenia się i adaptacji w warunkach kryzysów energetycznych, klimatycznych oraz społeczno-ekonomicznych, przy zachowaniu ciągłości kluczowych usług publicznych. Z tego względu budowanie rezyliencji wymaga integracji działań strategicznych z bieżącym zarządzaniem miastem oraz iteracyjnego doskonalenia w cyklu PDCA. W perspektywie innowacji 4.0 (*innovation 4.0*) akcentuje się zbieżność celów zrównoważonego rozwoju z cyfryzacją i technologiczną modernizacją, co wzmacnia argument o konieczności łączenia logik miasta inteligentnego i gospodarki 4.0 w ramach strategii rozwoju terytorialnego (Makieła i in., 2021).

W dyskursie zarządzania publicznego rozwijane są ujęcia zarządzania inteligentnego (*smart governance*), koncentrujące się na koordynacji sieci aktorów, koprodukcji usług publicznych oraz wykorzystaniu danych i technologii cyfro-

⁴ Inaczej *innovation 4.0* – ujęcie innowacji w warunkach transformacji cyfrowej (*Industry 4.0/Transition 4.0*), akcentujące rolę technologii cyfrowych (np. IoT, dane, automatyzacja) oraz ekosystemowych instrumentów polityki innowacji we wzmacnianiu zdolności innowacyjnych przedsiębiorstw (Orazi, Sofritti, 2024).

RYSUNEK 2. Model zarządzania transformacją klimatyczno-energetyczną miasta inteligentnego 4.0

Źródło: opracowanie własne.

wych dla poprawy efektywności, przejrzystości, a także inkluzywności procesów decyzyjnych (Gil-Garcia i in., 2015). Jednocześnie wskazuje się, że w wielu wdrożeniach założenia te opierają się na względnej stabilności celów i reguł działania, a adaptacja bywa redukowana do korekt operacyjnych realizowanych w ramach istniejących instrumentów polityki (Ruhlandt, 2018). W odpowiedzi na te ograniczenia rozwija się perspektywa miasta adaptacyjnego, osadzona m.in. w koncepcji zarządzania elastycznego, rezyliencji (*resilience*) oraz uczenia się instytucjonalnego (Folke i in., 2005; Janssen, van der Voort, 2016). Porównanie podejść miasta inteligentnego i miasta adaptacyjnego w logice współzarządzania przedstawiono w tab. 10.

TABELA 10. Miasto inteligentne (*smart city*) a miasto adaptacyjne (*adaptive city*) – porównanie podejść w logice współzarządzania

Kryterium	Miasto inteligentne (<i>smart city</i>)	Miasto adaptacyjne (<i>adaptive city</i>)	Konsekwencja zarządcza
Punkt ciężkości	Efektywność i jakość usług dzięki ICT i danym	Zdolność uczenia się i przystosowania w warunkach niepewności	Inwestycje przesuwają się z projektów IT na kompetencje adaptacyjne
Model otoczenia	Otoczenie relatywnie przewidywalne; optymalizacja procesów	Otoczenie złożone i nieliniowe; konieczność eksperymentowania	Wymaga iteracyjnego projektowania instrumentów polityki i szybkich pętli informacji zwrotnej
Rola danych	Dane jako narzędzie monitoringu i usprawnień	Dane jako narzędzie wczesnego ostrzegania i uczenia się systemu	Budowa zdolności wczesnego rozpoznania sygnałów (<i>sensing</i>) oraz analityki ryzyka (np. energii, bezpieczeństwa)
Struktury współzarządzania	Sieci współpracy i współzarządzanie publiczne (<i>new public governance</i> , NPG)	Sieci + mechanizmy adaptacyjne (rezyliencja, współzarządzanie wielopoziomowe)	Potrzebna jest elastyczna architektura ról, procedur i zdolności kryzysowych
Zmiana instrumentów polityki	Korekty w ramach istniejących programów	Rekonfiguracja celów i instrumentów, gdy zmieniają się warunki	Zwiększa znaczenie zdolności strategicznej i przywództwa adaptacyjnego
Legitymizacja	Przejrzystość i partycypacja cyfrowa	Legitymizacja poprzez wspólne uczenie się, współodpowiedzialność oraz kohezję społeczną	Dialog społeczny powinien obejmować ryzyka, koszty i kompromisy transformacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie Gil-Garcia i in. (2015); Ruhlandt (2018); Duit i in. (2010); Folke i in. (2005); Janssen i van der Voort (2016).

Z tab. 10 wynika, że przejście od logiki miasta inteligentnego do logiki miasta adaptacyjnego⁵ oznacza przesunięcie akcentu z optymalizacji techno-

⁵ Koncepcja miasta adaptacyjnego zakłada, że planowanie i zarządzanie mają charakter iteracyjny i uczący się, a narzędzia cyfrowe i partycypacyjne wspierają dostosowania do zmian (w opozycji do statycznego masterplanu) (Whitehead, 2013).

logicznej na zdolności instytucjonalne, uczenie się oraz zarządzanie ryzykiem i rezyliencją. W praktyce przejawia się to inwestowaniem nie tylko w infrastrukturę ICT, lecz także w mechanizmy koordynacji portfela inicjatyw, wczesnego ostrzegania oraz budowania legitymizacji społecznej.

Co istotne, zestawienie w tab. 10 ma charakter heurystyczny i porządkujący. Miasto inteligentne i miasto adaptacyjne nie są kategoriami rozłącznymi – dojrzałe *smart city* powinno rozwijać kompetencje adaptacyjne, a porównanie służy pokazaniu przesunięć akcentów w logice współzarządzania.

TABELA 11. Kluczowe kompetencje zarządzania elastycznego w mieście

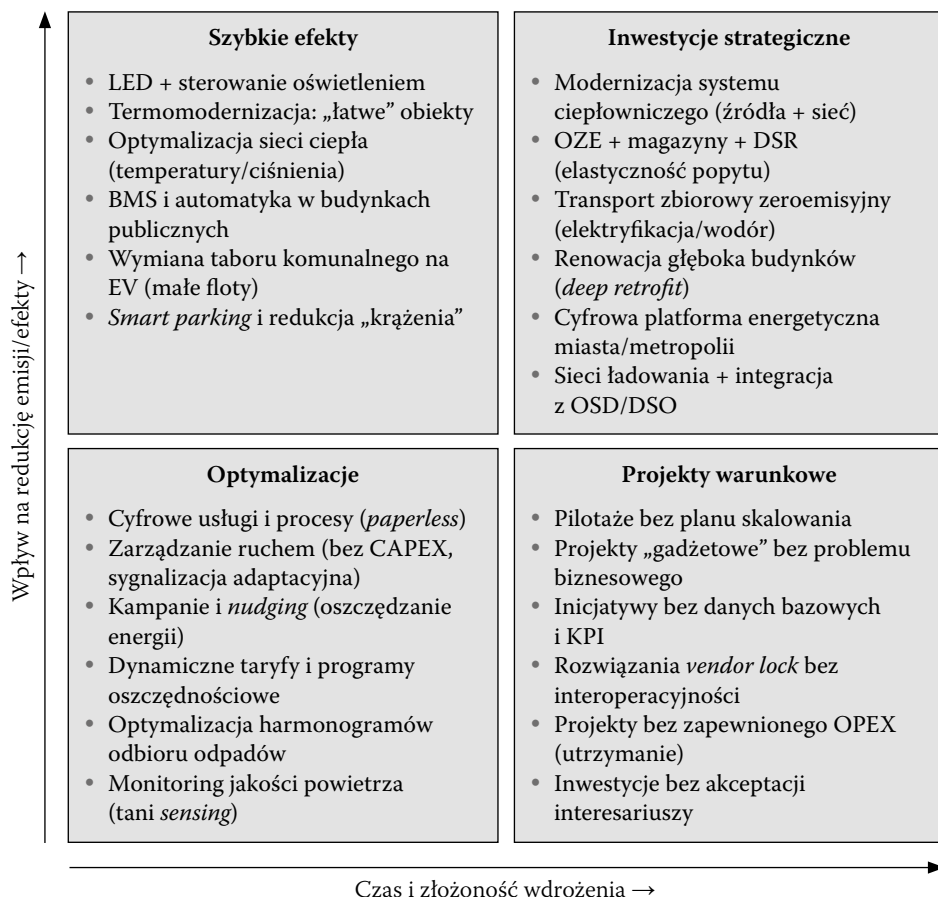
Kompetencja	Opis	Przykładowe narzędzia/ rozwiązania
Wczesne rozpoznanie	Identyfikacja sygnałów zmian i ryzyka w systemach miejskich	Monitoring energii, bezpieczeństwa i mobilności; pulpity zarządcze (<i>dashboards</i>); analityka predykcyjna
Uczenie się instytucji	Wnioskowanie na podstawie danych i doświadczeń wdrożeń	ewaluacje, retrospektywy, laboratoria miejskie, pilotaże
Eksperymentowanie (<i>experimentation</i>)	Testowanie rozwiązań w małej skali przed upowszechnieniem	Piaskownice regulacyjne, laboratoria żywe (<i>living labs</i>), prototypowanie usług
Rekonfiguracja	Zmiana ról, procedur i alokacji zasobów w odpowiedzi na wstrząsy	Elastyczne budżety, zarządzanie portfelem projektów, procedury kryzysowe
Legitymizacja	Budowa akceptacji społecznej dla decyzji i kompromisów (<i>trade-offs</i>)	Dialog deliberatywny, partycypacja, otwarte dane, komunikacja ryzyka

Źródło: opracowanie własne.

Z tab. 11 wynika, że skuteczne zarządzanie elastyczne wymaga łączenia kompetencji analitycznych z umiejętnościami koordynacji sieciowej, komunikacji oraz budowania zaufania i kohezji społecznej. Kompetencje te wspierają pętle uczenia się instytucji i umożliwiają korektę instrumentów polityki w warunkach niepewności.

Rysunek 3 przedstawia podejście portfelowe do inicjatyw dekarbonizacyjnych w mieście/metropolii, pokazując różne klasy działań (szybkie efekty vs. inwestycje strategiczne) oraz ich odmienne wymagania zasobowe i ryzyka. Implikacją dla badań jest konieczność oceny spójności portfela (komplementarność, zależności, ograniczenia CAPEX/OPEX) oraz analizy, jak dobór instru-

RYSUNEK 3. Portfel inicjatyw dekarbonizacji w mieście/metropolii: szybkie efekty vs. inwestycje strategiczne



Źródło: opracowanie własne.

mentów finansowania wpływa na tempo czy trwałość redukcji emisji. W warunkach tak złożonych uwarunkowań szczególnego znaczenia nabiera zdolność miast do zarządzania relacjami pomiędzy interesariuszami. Brak współpracy pomiędzy sektorem publicznym, biznesem, środowiskiem naukowym a mieszkańcami ogranicza efektywność działań rozwojowych i prowadzi do utraty potencjału synergii. Przyjęte ujęcie zostało potwierdzone np. w badaniach poświęconych inteligentnemu zarządzaniu miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (Makieła, 2022a). W tym nurcie *smart city* nie jest traktowane jako model technologiczny, lecz jako zintegrowana koncepcja rozwoju lokalnego, oparta na synergii potencjałów społecznych, ekonomicznych i instytucjonalnych.

Szczególne znaczenie przypisuje się kapitałom (potencjałom) 4T (technologia, talent, tolerancja, zaufanie), których poziom i wzajemne relacje determinują zdolność miasta do trwałego rozwoju, jednak wymagają uzupełnienia. Analiza doświadczeń miast Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii wskazuje, że skuteczność wdrażania koncepcji *smart city* zależy w dużej mierze od stopnia jej zakorzenienia w lokalnej polityce rozwoju. Dokumenty strategiczne, programy rewitalizacji oraz polityki współpracy z organizacjami pozarządowymi stanowią kluczowe narzędzia operacjonalizacji idei inteligentnego miasta.

Istotnym wnioskiem płynącym z badań jest fakt, że w wielu miastach koncepcja *smart city* pojawia się częściej w warstwie deklaratywnej niż diagnostycznej. Oznacza to, że inteligentny rozwój bywa traktowany jako pożądany kierunek przyszłości, natomiast rzadziej jako realny element bieżącego zarządzania. Zjawisko to wskazuje na potrzebę pogłębienia zdolności instytucjonalnej samorządów w zakresie planowania strategicznego. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera koncepcja zintegrowanego zarządzania miastem, rozumianego jako koordynacja kluczowych obszarów polityki miejskiej w perspektywie przestrzennej, funkcjonalnej i czasowej. Zarządzanie to wymaga dostępu do wiarygodnych danych, rozwiniętych mechanizmów uczenia się organizacyjnego oraz aktywnego udziału interesariuszy. W tym kontekście badania potwierdzają również, że nadmierna koncentracja na rozwiązaniach technologicznych bez równoległego wzmocnienia kapitałów społecznych prowadzi do ograniczonej efektywności projektów *smart city*. Technologie powinny pełnić funkcję narzędzi wspierających proces zarządzania, a nie stanowić jego celu samego w sobie.

Powyższe ustalenia wzmocniają przyjęte założenie, że *smart city* powinno być rozumiane jako system zarządzania rozwojem – w którym kluczową rolę odgrywa synergia kapitałów 4T, sieciowość relacji oraz orientacja na jakość życia mieszkańców. Koncepcja inteligentnego miasta była przedmiotem wieloletnich badań autora, w których *smart city* interpretowane jest jako system synergii kapitałów społecznych, instytucjonalnych i technologicznych, a nie jedynie zbiór rozwiązań cyfrowych (Kinelski, 2019; 2020a). W badaniach dotyczących funkcjonowania obszarów metropolitalnych wskazano, że kluczowym czynnikiem rozwoju miast staje się zdolność do budowania sieci współpracy oraz integracji interesariuszy w procesach zarządzania rozwojem (Kinelski, 2021). Co istotne, autor podkreśla również znaczenie zrównoważonego rozwoju jako paradygmatu ekonomicznego, który wymaga równoległego uwzględniania celów środowiskowych, społecznych i gospodarczych w ramach polityki miejskiej.

Przedstawione rozważania osadzają problematykę w perspektywie zarządzania rozwojem miejskim, ujmując miasto jako złożoną organizację publiczną oraz system współzależnych podsystemów. Poprzednie analizy wskazują, że roz-

wój inteligentnych miast wymaga odejścia od redukcjonizmu technologicznego na rzecz ujęć systemowych i instytucjonalnych, ukierunkowanych na jakość życia i efekty społeczne. Jednocześnie brakuje w tych modelach elementów adaptacyjnych, transformacyjnych i innych mogących budować odporność miasta. Presja transformacji energetyczno-klimatycznej powoduje wzrost znaczenia stabilności kosztowej i ciągłości dostaw energii jako elementów bezpieczeństwa mieszkańców. Wymaga to integracji perspektywy energetycznej z mechanizmami współzarządzania oraz zarządzaniem odpornością i zdolnością adaptacyjną miast (European Commission, 2022a). Jednocześnie autorzy raportu wskazują, że trwałość zmian zależy od legitymizacji społecznej, partycypacji oraz zaufania do instytucji publicznych – w przeciwnym razie wdrożenia *smart city* pozostają fragmentaryczne i nietrwałe.

Analizy literaturowe wskazują na współwystępowanie wielu modeli rozwoju inteligentnych miast, różniących się zakresem integracji oraz stopniem orientacji na mieszkańca (Yigitcanlar i in., 2020b). W warunkach narastających wyzwań związanych z dekarbonizacją gospodarki, niestabilnością rynków energii oraz rosnącymi oczekiwaniami mieszkańców wobec jakości życia klasyczne modele rozwoju miast okazują się niewystarczające. Oznacza to konieczność świadomego przesunięcia akcentu: od ujęć definicyjnych i modelowych w literaturze międzynarodowej do identyfikacji luki badawczej oraz uzasadnienia rozszerzonego modelu kapitałów 4T jako narzędzia integrującego procesy rozwoju miasta poprzez możliwości adaptacyjne. Jednocześnie koncepcja *smart city* musi być ujmowana wielowymiarowo, obejmując komponent technologiczny, społeczny oraz instytucjonalny (Hollands, 2008). Ujęcie miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego nie jest nowe – ma zakorzenienie w literaturze systemowej i teorii złożoności, która opisuje mechanizmy emergencji, adaptacji oraz uczenia się w systemach wieloagentowych (Holland, 1992). Analiza treści tekstów naukowych, w tym metodologii i epistemologii, pozwoliła uporządkować sposoby operacjonalizacji inteligencji miejskiej pod kątem poziomów rozwoju. Koncepcja miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego nie jest nowa, ale świadome przesunięcie punktu ciężkości w kierunku współzarządzania, bezpieczeństwa oraz mechanizmów akceptacji społecznej stanowi istotny krok w stronę rozszerzonego konceptualnego modelu 4T+.

Podsumowując, ontologia miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego uzasadnia przesunięcie akcentu z pojedynczych wdrożeń technologicznych na zdolności instytucjonalne, koordynacyjne i społeczne. W kolejnych podrozdziałach argumentacja ta zostaje przełożona na ramy współzarządzania publicznego oraz na konstrukcję modelu 4T+, który integruje kapitały rozwojowe z mechanizmami akceptacji i rezyliencji w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej.

1.4. PARADYGMAT WSPÓŁZARZĄDZANIA PUBLICZNEGO I KONCEPCJA WARTOŚCI PUBLICZNEJ JAKO RAMY INSTYTUCJONALNE INTELIGENTNEGO WSPÓŁZARZĄDZANIA W MIEŚCIE INTELIGENTNYM

Koncepcję *smart city* można osadzić w teoriach zarządzania publicznego nie jako projekt technologiczny, lecz jako ramę instytucjonalną wytwarzania wartości publicznej (dobrostan, jakość życia, bezpieczeństwo funkcjonalne, zrównoważenie środowiskowe). Ujęcia integracyjne wskazują, że *smart* wynika z kombinacji kapitału ludzkiego i społecznego, instytucji, infrastruktury oraz technologii i danych, a nie z samej cyfryzacji (Gil-Garcia, Pardo, Nam, 2015). W tym sensie współzarządzanie miejskie *smart* (*smart urban governance*) oznacza projektowanie form współpracy i procesów decyzyjnych z wykorzystaniem ICT, przy czym o efektach przesądza architektura rządzenia (role, procesy, struktury, interesariusze, dane) (Meijer, Rodríguez Bolívar, 2016; Ruhlandt, 2018). Takie ujęcie wpisuje się w paradygmat współzarządzania publicznego (*new public governance*, NPG), gdzie kluczowe są sieciowość, koprodukcja usług oraz legitymizacja decyzji (Osborne, 2006; Bovaird, 2007).

Odwołując się do definicji i modeli przedstawionych w poprzednich podrozdziałach, w tab. 12 syntetycznie ujęto *smart city* jako kategorię analityczną w naukach o zarządzaniu, aby powiązać ją z paradygmatem współzarządzania publicznego oraz logiką wartości publicznej.

Zestawienie ujęte w tab. 12 porządkuje rozumienie *smart city* i współzarządzanie (*governance*) jako kategorie analityczne w naukach o zarządzaniu, wskazując różne poziomy interpretacji oraz konsekwencje dla doboru narzędzi zarządczych. Na tym tle koncepcja inteligentnego miasta bywa ujmowana jako odpowiedź na rosnącą złożoność procesów miejskich oraz ograniczenia tradycyjnych modeli zarządzania. Koncepcja *smart city* jest coraz częściej ujmowana jako metasytem społeczno-technologiczny, w którym technologia odgrywa rolę infrastruktury umożliwiającej wytwarzanie wartości publicznej, a nie celu samego w sobie.

Sotiris Zygiaris (2012) przybliża *smart city* jako etap rozwoju miasta integrujący warstwy cyfrowe z procesami zarządzania, natomiast Marianna Cavada (2022) akcentuje, że trwałość inteligentnych wdrożeń zależy od jakości instytucji i zdolności koordynacyjnych. Henrik Korsgaard i współautorzy (2018) podkreślają przesunięcie od logiki technocentrycznej ku logice zorientowanej na użytkownika usług miejskich, co w praktyce wzmacnia znaczenie mechanizmów inteligentnego współzarządzania. Rudolf Giffinger i współautorzy (2007)

TABELA 12. Smart city jako kategoria analityczna w naukach o zarządzaniu – wybrane wymiary

Wymiar	Ujęcie w <i>smart city</i>	Implikacja dla <i>governance</i> i wartości publicznej	Wybrane źródła
Definicja <i>smart</i>	Kombinacja kapitału ludzkiego i społecznego, infrastruktury, instytucji oraz technologii i danych	Przesuwa akcent z technologii na zdolność instytucji do integrowania zasobów i interesariuszy	Gil-Garcia i in., 2015
<i>Smart urban governance</i>	Projektowanie form współpracy z użyciem ICT dla lepszych rezultatów i otwartości decyzji	Wymaga mechanizmów koordynacji sieci aktorów, przejrzystości oraz rozliczalności	Meijer, Rodríguez Bolívar, 2016
Architektura <i>governance</i>	Role, procesy, struktury, interesariusze, technologia i dane jako spójny układ instytucjonalny	Efekty wdrożeń zależą od dojrzałości układu <i>governance</i> , nie tylko od poziomu cyfryzacji	Ruhlandt, 2018
Współzarządzanie i koprodukcja	<i>Collaborative governance</i> i współtworzenie usług/danych z mieszkańcami	Buduje legitymizację, jakość usług i zdolność uczenia się instytucji; redukuje ryzyko oporu	Ansell, Gash, 2008; Bovaird, 2007

Źródło: opracowanie własne.

wskazują, że inteligencja miasta ujawnia się w zdolności do integrowania wymiarów gospodarki, ludzi, mobilności, środowiska, jakości życia i zarządzania. W tym ujęciu współzarządzanie (*co-governance*) oznacza projektowanie oraz prowadzenie procesów decyzyjnych w sieci interesariuszy, gdzie rola władz lokalnych przesuwa się w kierunku orkiestracji, ustalania reguł współpracy i rozliczania efektów. Christoper K. Ansell i Alison Gash (2008) wyjaśniają, że współzarządzanie kolaboracyjne (*collaborative governance*) opiera się na dialogu, wspólnym definiowaniu problemu oraz uzgadnianiu rozwiązań w warunkach współzależności aktorów. Elinor Ostrom (2010) trafnie zauważa, że policentryczność sprzyja adaptacyjności, o ile jest wspierana regułami współdziałania i odpowiedzialnością za rezultaty. Sigal Kaplan i Yuval Fisher (2021) wskazują, że postrzegany klimat społeczny wspólnoty (np. wsparcie społeczne, zaufanie, integracja) pomaga wyjaśniać intencje pozostania pracowników wiedzy w danym mieście. Wynik ten podkreśla, że polityka retencji talentów powinna

obejmować nie tylko rynek pracy i infrastrukturę, ale też czynniki społeczne, miękkie, determinujące zakorzenienie oraz dobrostan (Kaplan, Fisher, 2021).

W praktyce *smart city* oznacza to rozwijanie instrumentów partycypacji (np. panele obywatelskie, budżet partycypacyjny, konsultacje deliberacyjne, platformy *civic-tech*) oraz współwytwarzania usług publicznych, które – jak podkreśla Tony Bovaird (2007) – zwiększają dopasowanie usług do potrzeb i budują legitymizację działań publicznych. Skuteczność współzarządzania jest jednak warunkowana kapitałami niematerialnymi, które tworzą miękką infrastrukturę rozwoju miasta i jednocześnie stanowią kluczowy komponent rozwijanej autorskiej koncepcji rozszerzonego 4T. Stephan Grimmelikhuijsen oraz Eva Knies (2015) wyjaśniają, że zaufanie do instytucji publicznych ma wymiar kompetencyjny i moralny, a jego poziom przekłada się na akceptację działań obciążonych kosztami krótkookresowymi oraz na gotowość do współpracy. Florida (2005) przybliży rolę kapitału ludzkiego i kreatywności w generowaniu innowacyjności, natomiast Eulalia Skawińska (2012) wskazuje na znaczenie kapitału społecznego jako zasobu ułatwiającego koordynację, mobilizację wspólnot lokalnych oraz stabilizację miejskiego *governance*. W konsekwencji programy *smart city* wymagają równoległego inwestowania w kompetencje, zaufanie czy relacje międzysektorowe, a nie wyłącznie w infrastrukturę cyfrową.

W tab. 13 przedstawiono mapowanie kluczowych kapitałów niematerialnych na przykładowe wskaźniki oraz instrumenty *smart city* i *public governance*. W badaniu 280 polskich miast wykazano niski poziom współpracy samorządów z kluczowymi interesariuszami logistyki miejskiej oraz znaczące luki w uwzględnianiu aspektów logistycznych w strategiach. Autorzy interpretują to jako czynnik hamujący rozwój polskich miast w kierunku *smart city* (Dohn i in., 2022).

Z tab. 13 wynika, że kapitały niematerialne mogą być operacjonalizowane poprzez zestaw wskaźników i instrumentów, które dają się osadzić w praktykach *smart city* oraz w mechanizmach *public governance*. Porządkowanie to wspiera późniejszą konstrukcję narzędzi pomiarowych w badaniach empirycznych. Tab. 14 wskazuje, że tożsamość i sprawczość mieszkańców są równie istotne jak infrastruktura cyfrowa, ponieważ determinują realne wykorzystanie usług i danych miejskich. W ujęciu zarządczym oznacza to, że inwestycje technologiczne powinny być równolegle sprzężone z programami edukacji, komunikacji oraz budowania zaufania, aby wzmacniać kapitały 4T i ograniczać ryzyko społecznego odrzucenia zmian. W warunkach zmiany, takich jak np. dekarbonizacja i presja kosztowa, mechanizmy współzarządzania nabierają szczególnego znaczenia.

TABELA 13. Kapitały niematerialne w *smart city* – definicje operacyjne, wskaźniki i instrumenty wzmacniania w logice współzarządzania

Kapitał niematerialny	Definicja operacyjna	Przykładowe wskaźniki	Instrumenty (<i>smart city</i> /partycypacja)	Ryzyko przy niskim poziomie
Kapitał ludzki	Kompetencje i umiejętności mieszkańców oraz kadr miasta	Kompetencje cyfrowe; wiedza energetyczna; udział w szkoleniach	Edukacja cyfrowa i energetyczna; <i>living labs</i> ; szkolenia urzędników	Wykluczenie cyfrowe; niska absorpcja innowacji
Kapitał społeczny	Zaufanie, normy współpracy, gotowość do działań zbiorowych	Zaufanie do instytucji; frekwencja w konsultacjach; sieci sąsiedzkie	Panele obywatelskie; budżet partycypacyjny; transparentność danych	Konflikty i opór społeczny; spadek akceptacji dla zmian
Kapitał relacyjny	Jakość relacji i partnerstw międzysektorowych	Liczba partnerstw; trwałość koalicji; jakość komunikacji	Platformy współpracy; PPP/ PPPP; brokerzy innowacji	Fragmentacja działań; „wyspowe” wdrożenia
Kapitał instytucjonalny	Jakość reguł, procedur i zdolność do rozliczania efektów	Przejrzystość; czas decyzji; jakość usług; stabilność programów	Otwarte standardy; <i>governance</i> danych; KPI i audyty; procedury dialogu	Brak przewidywalności; ryzyko oportunizmu i utraty zaufania
Kapitał kulturowo-innowacyjny	Orientacja na uczenie się, tolerancję i eksperymentowanie	Liczba pilotaży; skłonność do innowacji; kultura feedbacku	Pilotaże i <i>test-bedding</i> ; <i>hackathony</i> ; mechanizmy uczenia się w polityce	Zahamowanie innowacji; niska zdolność adaptacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dohn i in. (2022).

Harriet Bulkeley oraz Michele M. Betsill (2003) pokazują, że lokalna polityka klimatyczna jest wypadkową sieci aktorów i ich zasobów, zaś Felix Creutzig i współautorzy (2016) podkreślają rolę miast w redukcji emisji przy jednoczesnym utrzymaniu jakości życia. Sylwia Mrozowska (2021) zwraca uwagę, że akceptacja instrumentów transformacji energetycznej jest wrażliwa na postrzegany bilans kosztów i korzyści – dlatego strategię *smart city* powinny integrować komunikację, ochronę odbiorców wrażliwych oraz projektowanie usług odpornych na zakłócenia. Istotnym czynnikiem rozwojowym staje się również jakość zarządzania publicznego, rozumiana jako sprawność instytucjonalna, gotowość do zmian, przejrzystość procesów decyzyjnych oraz zdolność do współpracy międzysektorowej.

Aleksander Orłowski (2021) proponuje, aby ocenę rozwoju inteligentnego miasta przesunąć z poziomu samych rezultatów (np. rankingów czy odniesień do standardów) na poziom gotowości urzędu miasta do prowadzenia procesów transformacji. W jego ujęciu gotowość oznacza przygotowanie organizacji urzędu do zarządzania pakietem procesów zmian prowadzących miasto ścieżką *smart city*. Na podstawie badań prowadzonych w dużych urzędach miejskich autor argumentuje, że to urząd – jako koordynator projektów i właściciel wielu kluczowych kompetencji – w istotnym stopniu determinuje powodzenie wdrożeń. Dlatego identyfikuje mierzalne procesy krytyczne (m.in. politykę otwartych danych, integrację rozwiązań, włączanie interesariuszy, formalizację przepływów danych), które mogą służyć do diagnozy i porównywania stopnia przygotowania instytucjonalnego do rozwoju w kierunku *smart city* (Orłowski, 2021).

Znaczenia nabiera także dostępność nowoczesnej infrastruktury cyfrowej i wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji, która umożliwia rozwój inteligentnych usług miejskich oraz wzmacnia konkurencyjność lokalnych gospodarek. W warunkach trwającej np. transformacji energetycznej istotnym determinantem rozwoju staje się także bezpieczeństwo energetyczne, wpływające na stabilność kosztów funkcjonowania gospodarstw domowych oraz konkurencyjność przedsiębiorstw. Wpływ tych czynników na rozwój lokalny jest omawiany w analizach łączących perspektywę odporności z uwarunkowaniami energetycznymi czy społecznymi (Mishra, Singh, 2023; Szpilko, 2024). Z kolei raporty i dokumenty strategiczne odnoszące się do transformacji klimatycznej oraz energetycznej wskazują na potrzebę integrowania instrumentów polityki miejskiej z bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej (European Commission, 2019; IEA, 2022a).

W ujęciu porównawczym i instytucjonalnym podkreśla się również znaczenie ładu, jakości usług publicznych oraz zdolności adaptacyjnej sektora pu-

blicznego (OECD, 2020). Zestawienie powyższych czynników wskazuje, że rozwój lokalny ma obecnie charakter wielowymiarowy i wymaga zintegrowanego podejścia strategicznego. Badacze podają, że w pracach nad strategiami miast można zastosować podejście foresightowe. W odniesieniu do koncepcji *smart city* foresight może być traktowany jako podejście, które porządkuje pracę nad strategiczną, długookresową wizją rozwoju miasta i wspiera proces jej wypracowania w sposób metodyczny.

W wystąpieniu poświęconym kreowaniu inteligentnych miast Justyna Winkowska i Joanicjusz Nazarko (2019), wskazują na zasadność wykorzystania narzędzi foresightowych jako elementu zarządzania rozwojem miasta, szczególnie tam, gdzie potrzebne jest łączenie perspektywy technologicznej z celami i priorytetami rozwojowymi jednostki samorządu. W pracach nad rozwojem transportu (w tym miejskich systemów mobilności) foresight może pełnić funkcję narzędzia wspierającego świadome kształtowanie przyszłości, a nie jedynie prognozowanie. Autorzy porządkują pojęcie foresightu, opisują jego kluczowe cechy, wskazują obszary zastosowań oraz prezentują typologię badań foresightowych, a następnie przeglądają przykłady ich wykorzystania w miastach. Podkreślają też, że podejście foresightowe może generować wymierne korzyści na poziomie sektorowym – m.in. poprzez budowę wspólnej wizji, lepsze przygotowanie decyzji strategicznych i identyfikację potencjalnych korzyści dla interesariuszy systemu miejskiego (Ejdys i in., 2015).

Podsumowując, można zatem spróbować określić kluczowe dla współzarządzania wnioski: (1) *new public governance* traktuje miasto jako sieć współzależnych aktorów współtworzących wartość publiczną; (2) transparentność, partycypacja i współzarządzanie są kluczowe dla zaufania i akceptacji kosztów transformacji; (3) *governance* może stanowić mechanizm łączący kapitały rozwojowe z trwałością polityki rozwoju *smart city*.

1.5. DEKARBONIZACJA I BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE W INTELIGENTNYM SYSTEMIE ADAPTACYJNYM

W perspektywie strategicznego zrównoważonego rozwoju (wymiar środowiskowy, społeczny i gospodarczy) dekarbonizacja miasta powinna ograniczać presję na środowisko, a jednocześnie – wzmacniać dobrostan i spójność społeczną. Oznacza to konieczność uwzględnienia sprawiedliwości transformacji, w tym ryzyka ubóstwa energetycznego oraz nierównego rozkładu kosztów i korzyści dekarbonizacji, a także działań adaptacyjnych do skutków zmian klimatu.

W tym kontekście zielona infrastruktura i dostępność terenów zielonych mogą wspierać adaptację oraz jakość życia mieszkańców, przy czym wymagają właściwego utrzymania i planowania (Markocka, 2020; Szołtysek, Trzpiot, 2024).

Przyjęcie transformacji energetyczno-klimatycznej jako osi analizy nie redukuje *smart city* wyłącznie do energetyki. Wynika to z faktu, że energia jest usługą krytyczną (warunek ciągłości funkcjonowania miasta) i pozostaje silnie sprzężona z mobilnością, budynkami, jakością powietrza oraz kosztami życia. Jednocześnie jest to obszar szczególnie narażony na polikryzysy (ceny, bezpieczeństwo dostaw, regulacje) – dlatego pełni funkcję „testu odporności” systemu miejskiego, ujawniając znaczenie zaufania, akceptacji oraz kompetencji współzarządzania.

Proces dekarbonizacji miast także może stanowić jedno z kluczowych wyzwań współczesnej polityki rozwojowej, wykraczając daleko poza wymiar technologiczny. Dekarbonizacja nie jest wyłącznie rezultatem wdrażania niskoemisyjnych źródeł energii, ale także złożonym procesem decyzyjnym obejmującym sferę zarządzania, finansów publicznych oraz akceptacji społecznej (Dameri, 2013). Z tego względu skuteczność instrumentów polityki dekarbonizacyjnej uzależniona jest od zdolności samorządu do integrowania celów środowiskowych z wcześniej dominującymi celami społecznymi i ekonomicznymi. Integracja ta nie stanowi nowego zadania zarządzania publicznego, lecz oznacza jakościową zmianę warunków decyzyjnych, w których tradycyjne priorytety rozwojowe muszą być równoważone z wymogami transformacji energetyczno-klimatycznej. W konsekwencji dekarbonizacja wprowadza dodatkowy wymiar napięć strategicznych, redefiniując zarówno kryteria efektywności instrumentów polityki lokalnej, jak i mechanizmy ich społecznej legitymizacji. Są one bezpośrednio związane ze skutecznością komunikacji, najczęściej obecnie wykorzystującej kanały cyfrowe.

W ujęciu Marcina Lisa (2021) organizacje i ich interesariusze coraz wyraźniej odczuwają przyspieszenie zmian społecznych, gospodarczych i technologicznych, w warunkach rosnącej turbulencji otoczenia oraz silnej presji rynku, dodatkowo wzmocnione przez konsekwencje pandemii. Wnioski te można odnieść do miast rozumianych jako organizacje. Autor podkreśla, że technologie i produkty szybko się dezaktualizują, a „bisocjacje” – łączenie rozwiązań cyfrowych (np. narzędzi komunikacji) z trendami gospodarczymi – generują nieprzewidywalne skutki i wymuszają transformacje (Lis, 2021).

Transformacja energetyczno-klimatyczna w miastach wymusza przesunięcie priorytetów inwestycyjnych w stronę projektów kapitałochłonnych, długookresowych oraz obarczonych ryzykiem regulacyjnym i cenowym, co zwiększa zna-

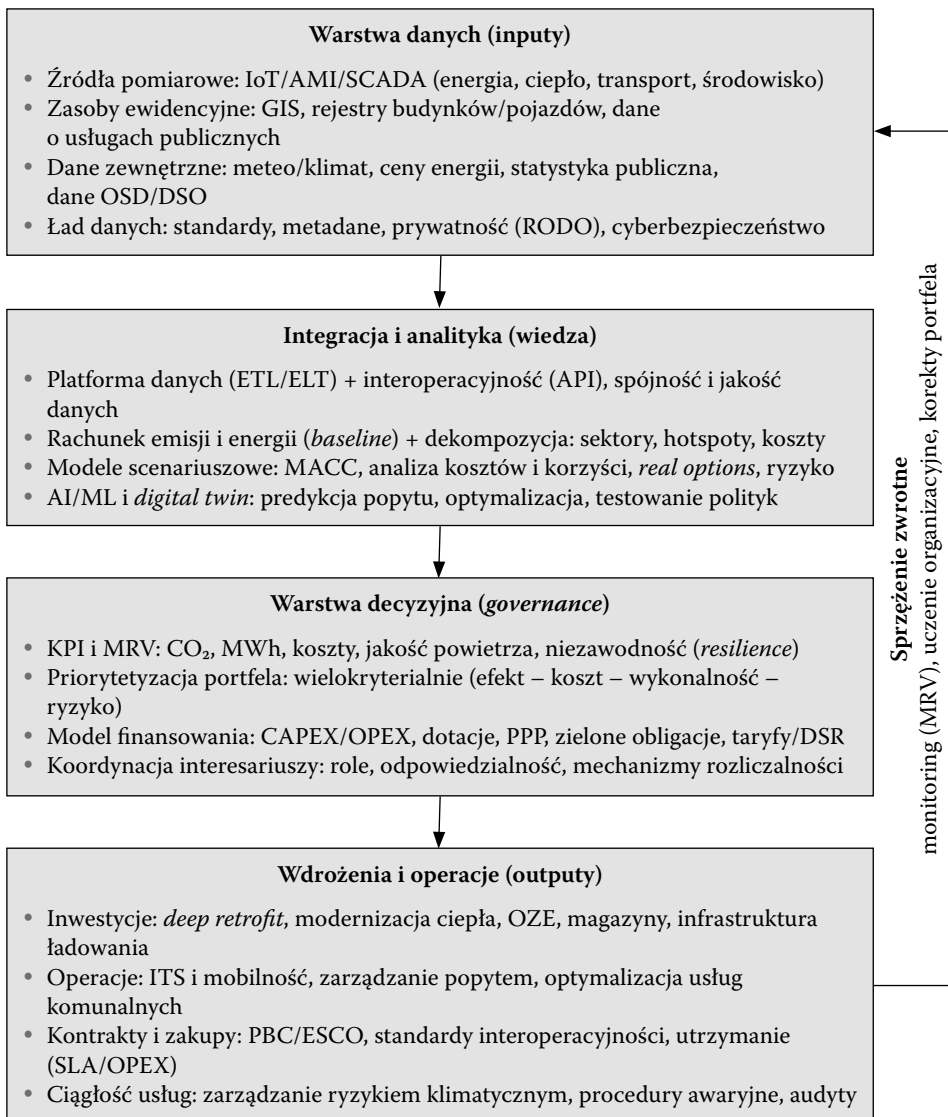
czenie kompetencji planistycznych i portfelowego zarządzania projektami (European Commission, 2020; 2022a). Presja kosztowa energii generuje sprzężenia zwrotne między sferą energetyczną a społeczną: wpływa na konkurencyjność lokalnej gospodarki, poziom życia oraz legitymizację instrumentów polityki miejskiej. Dlatego bezpieczeństwo energetyczne w tej pracy ujmuje się jako element bezpieczeństwa ekonomicznego i bezpieczeństwa funkcjonalnego mieszkańców, obejmujący stabilność dostaw oraz przewidywalność kosztów (Pawełczyk, 2018). Literatura podkreśla zarazem, że koszty transformacji są rozkładane nierównomiernie, a bez mechanizmów osłonowych mogą nasilać ubóstwo energetyczne i konflikty wokół inwestycji (Markard i in., 2012; Creutzig i in. 2016).

Transformacja energetyczna miast wiąże się jednocześnie z nowymi kategoriami ryzyka, w tym ryzykiem technologicznym, ekonomicznym oraz społecznym. Z tego względu coraz częściej akcentuje się konieczność budowania odporności energetycznej miast, rozumianej jako zdolność systemu miejskiego do utrzymania ciągłości funkcjonowania w warunkach zakłóceń zewnętrznych i kryzysów energetycznych. Przyjęcie *smart city* jako kategorii analitycznej w naukach o zarządzaniu wymaga wskazania architektury, w której dane i analityka przekładają się na decyzje i wdrożenia.

Zgodnie z delimitacją przyjętą w niniejszej książce bezpieczeństwo jest ujmowane wąsko jako bezpieczeństwo funkcjonalne – w szczególności energetyczne (ciągłość dostaw, dostępność cenowa, odporność infrastruktury). Poza zakresem analizy pozostają odrębne reżimy bezpieczeństwa: militarnego, publicznego (w sensie kryminologicznym) oraz cyberbezpieczeństwa.

Rysunek 4 przedstawia architekturę *smart city* 4.0 jako cykl: dane → analityka → decyzje → wdrożenia, uzupełniony mechanizmem MRV/PDCA. Celem jest pokazanie, że skuteczna dekarbonizacja wymaga infrastruktury danych oraz sprzężenia zwrotnego umożliwiającego uczenie się organizacyjne i korektę działań. W badaniach implikuje to potrzebę pomiaru zdolności analitycznych oraz kontrolingowych miast, a także oceny tego, czy mechanizmy MRV realnie wspierają stabilność i odporność systemu miejskiego. W literaturze przedmiotu coraz częściej podkreśla się znaczenie inteligentnego zarządzania procesami transformacyjnymi, w tym transformacją energetyczną i dekarbonizacją miast, które wymagają społecznej akceptacji oraz stabilnych ram instytucjonalnych (Dameri, 2013). Inteligentne miasto staje się tym samym narzędziem realizacji celów zrównoważonego rozwoju, odporności miejskiej oraz długookresowej konkurencyjności terytorialnej. Tak zarysowana koncepcja *smart city* tworzy teoretyczne tło dla dalszych analiz kapitałowych oraz uzasadnia potrzebę rozszerzenia klasycznego podejścia o autorski model 4T+.

RYСУNEK 4. Architektura *smart city* 4.0 wspierająca zarządzanie transformacją klimatyczno-energetyczną (dane → analityka → decyzje → wdrożenia; MRV/PDCA)



Źródło: opracowanie własne.

W perspektywie przyszłych zmian modeli *smart city* dekarbonizacja może stanowić zatem nie tylko proces techniczny, lecz element szerszej transformacji rozwojowej, której skuteczność uzależniona jest od integracji kapitałów techno-

logicznych, instytucjonalnych i społecznych, ujętych w rozwijanym autorskim modelu 4T. Proces transformacji energetycznej w miastach obejmuje w obszarze technologicznym m.in.: podnoszenie świadomości społecznej, modernizację infrastruktury, zmianę miksu energetycznego, podnoszenie efektywności energetycznej oraz rozwój mechanizmów zarządzania popytem i zachowaniami użytkowników. W ujęciu strategicznym działania te powinny być sprzężone z polityką społeczną oraz mechanizmami partycypacji, ponieważ to one warunkują akceptację kosztów i trwałość zmian. Z perspektywy władz lokalnych proces ten wiąże się z koniecznością podejmowania decyzji w warunkach niepewności regulacyjnej, zmienności cen energii oraz presji interesariuszy. Miasta funkcjonują w tym zakresie pomiędzy celami klimatycznymi wyznaczanymi na poziomie krajowym i unijnym a lokalnymi uwarunkowaniami społeczno-ekonomicznymi. W praktyce oznacza to występowanie konfliktów pomiędzy dążeniem do redukcji emisji a potrzebą zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego mieszkańców. Proces dekarbonizacji może prowadzić do krótkookresowych wzrostów kosztów energii, co bezpośrednio wpływa na percepcję działań miasta przez gospodarstwa domowe. Z tego względu skuteczność instrumentów polityki dekarbonizacyjnej uzależniona jest od zdolności samorządu do integrowania celów środowiskowych z celami społecznymi i ekonomicznymi.

W ujęciu zarządczym dekarbonizacja staje się procesem transformacyjnym, wymagającym koordynacji wielu obszarów polityki miejskiej. Brak takiej koordynacji może prowadzić do osłabienia zaufania społecznego oraz ograniczenia trwałości podejmowanych działań. W literaturze przedmiotu coraz częściej podkreśla się, że rozwój miast nie może być analizowany wyłącznie poprzez pryzmat czynników infrastrukturalnych czy ekonomicznych, lecz wymaga podejścia wielowymiarowego (Zygiaris, 2012). Kapitały rozwojowe miasta obejmują zarówno zasoby materialne, jak i niematerialne – w tym wiedzę, kompetencje społeczne, relacje instytucjonalne oraz zdolność do adaptacji w warunkach dynamicznych zmian. Ujęcie kapitałowe pozwala na identyfikację mechanizmów długookresowego rozwoju, w których kluczową rolę odgrywają interakcje pomiędzy poszczególnymi zasobami. Takie podejście stanowi teoretyczne uzasadnienie dla dalszego rozwinięcia koncepcji *smart city* w kierunku modeli systemowych, uwzględniających współzależność procesów technologicznych, społecznych i instytucjonalnych. Rozważania te tworzą fundament dla autorskiego konceptualnego modelu kapitałów 4T+, który został zbadany i zaprezentowany w dalszej części książki.

Proces dekarbonizacji stanowi obecnie jedno z najistotniejszych wyzwań rozwoju miast. Realizacja celów neutralności klimatycznej wymusza głębokie

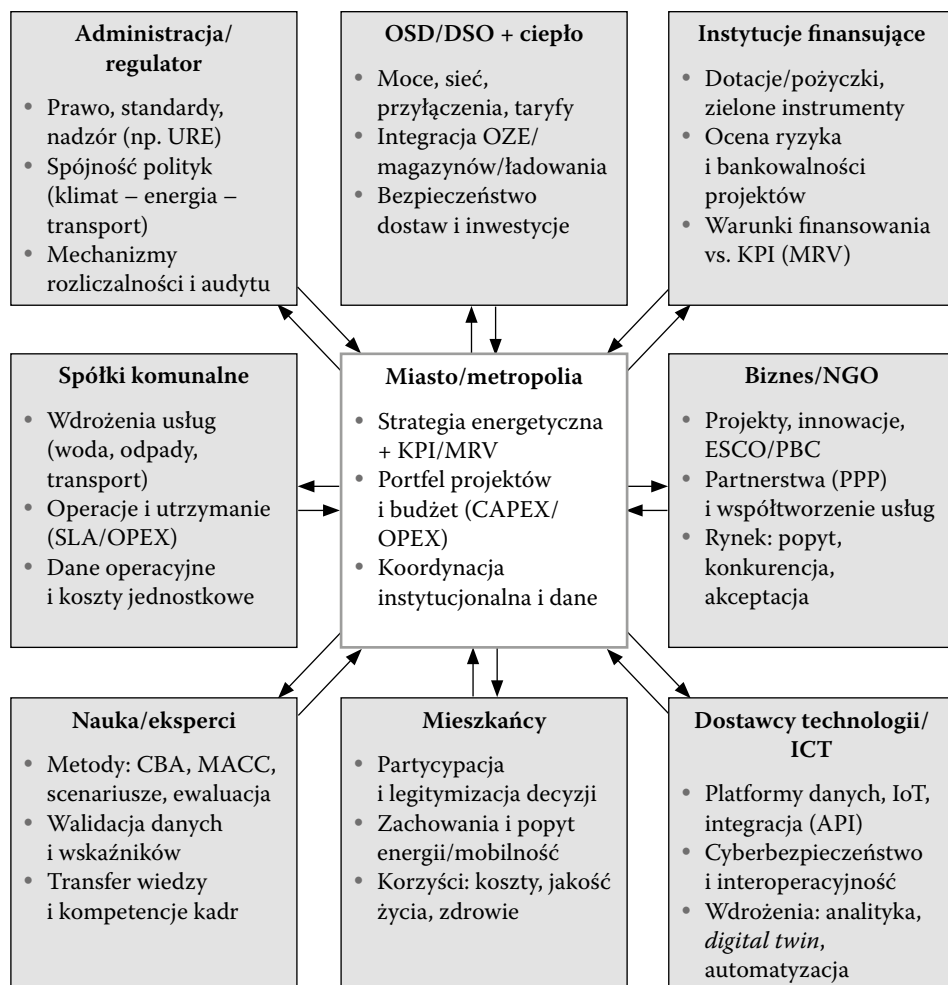
zmiany w sektorach energii, mobilności, budownictwa i gospodarki komunalnej, a jednocześnie generuje konsekwencje społeczne i ekonomiczne wymagające podejścia zorientowanego na wartość publiczną. W badaniach odnoszących *smart city* do zrównoważonego rozwoju podkreśla się integrację celów środowiskowych z aspektami społecznymi i ekonomicznymi oraz operacjonalizuje *smart city* przez zestaw wymiarów (m.in. inteligentna gospodarka, mobilność, środowisko, ludzie, jakość życia oraz zarządzanie) (Makieła, 2022a). Ujęcie to wspiera włączenie bezpieczeństwa mieszkańców do modelu jako kryterium trwałości rozwoju. W tej perspektywie bezpieczeństwo mieszkańców można traktować jako kategorię zarządzania rozwojem miejskim, która domyka relację między celami transformacji a ich społeczną akceptowalnością.

Kategoria bezpieczeństwa mieszkańców jest w niniejszych badaniach traktowana jako warunek brzegowy skuteczności priorytetów i instrumentów polityki rozwoju. W warunkach rosnącej niepewności otoczenia (kryzysy energetyczne, presja klimatyczna, ryzyko technologiczne i społeczne) bezpieczeństwo pełni funkcję integrującą: determinuje akceptację procesów transformacyjnych oraz zdolność miasta do utrzymania ciągłości świadczenia usług publicznych. Bezpieczeństwo energetyczne w niniejszych badaniach traktowane jest nie wyłącznie jako kategoria techniczna, lecz jako złożony konstrukt społeczno-ekonomiczny – bezpośrednio wpływający na stabilność funkcjonowania systemów miejskich oraz poziom akceptacji społecznej dla procesów transformacyjnych. Równocześnie – w badaniach dotyczących zarządzania miastami wskazuje się na znaczenie pomiaru, systemów monitoringu oraz narzędzi wspierających decyzje w obszarze bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju (Gouveia i in., 2016; Makieła i in., 2022b). W warunkach funkcjonowania współczesnych miast bezpieczeństwo energetyczne obejmuje zarówno dostępność energii, jej przystępność cenową, jak i przewidywalność polityki energetycznej prowadzonej przez władze lokalne i centralne (Makieła, 2024). Możemy zatem przypuszczać, że poziom bezpieczeństwa energetycznego istotnie modyfikuje postrzeganie działań miasta w zakresie *smart city* oraz dekarbonizacji. Niski jego poziom, czyli brak poczucia stabilności energetycznej, prowadzi do obniżenia zaufania społecznego, ograniczenia gotowości do akceptacji innowacji oraz osłabienia efektów wdrażanych rozwiązań technologicznych. Z tego względu bezpieczeństwo energetyczne zostało włączone do autorskiego rozszerzonego modelu kapitałów 4T jako komponent nadrzędny, pełniący funkcję warunku brzegowego skuteczności pozostałych kapitałów rozwoju.

Transformacja energetyczna jest procesem wielopodmiotowym, w którym skuteczność zależy od jasnego podziału ról, odpowiedzialności i przepływów

informacji. Wprowadzenie rys. 5 umożliwia zakotwiczenie dalszej analizy współzarządzania, a także identyfikację kluczowych interesariuszy determinujących wykonalność i legitymizację działań.

RYSUNEK 5. Mapa interesariuszy i podział ról w programie Net Zero City (koordynacja wielopodmiotowa)



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5 mapuje kluczowych interesariuszy transformacji energetycznej oraz przepływy odpowiedzialności i informacji wokół miasta/metropolii jako integratora. Wspiera założenie, że transformacja jest procesem wielopodmioto-

wym i wymaga współzarządzania. Dla badań oznacza to analizę mechanizmów koordynacji (rola miasta, spółek komunalnych czy OSD/DSO), konfliktów celów oraz bodźców regulacyjno-finansowych, które warunkują wdrażanie projektów i akceptację społeczną. W literaturze zarządzania publicznego podkreśla się, że realizacja strategii rozwojowych wymaga podejścia programowego, łączącego projekty w logiczne wiązki. Równolegle podkreśla się rolę mechanizmów przeglądu portfela i uczenia się na podstawie danych, co ogranicza ryzyko dryfu strategicznego (Anthopoulos, Reddick, 2016).

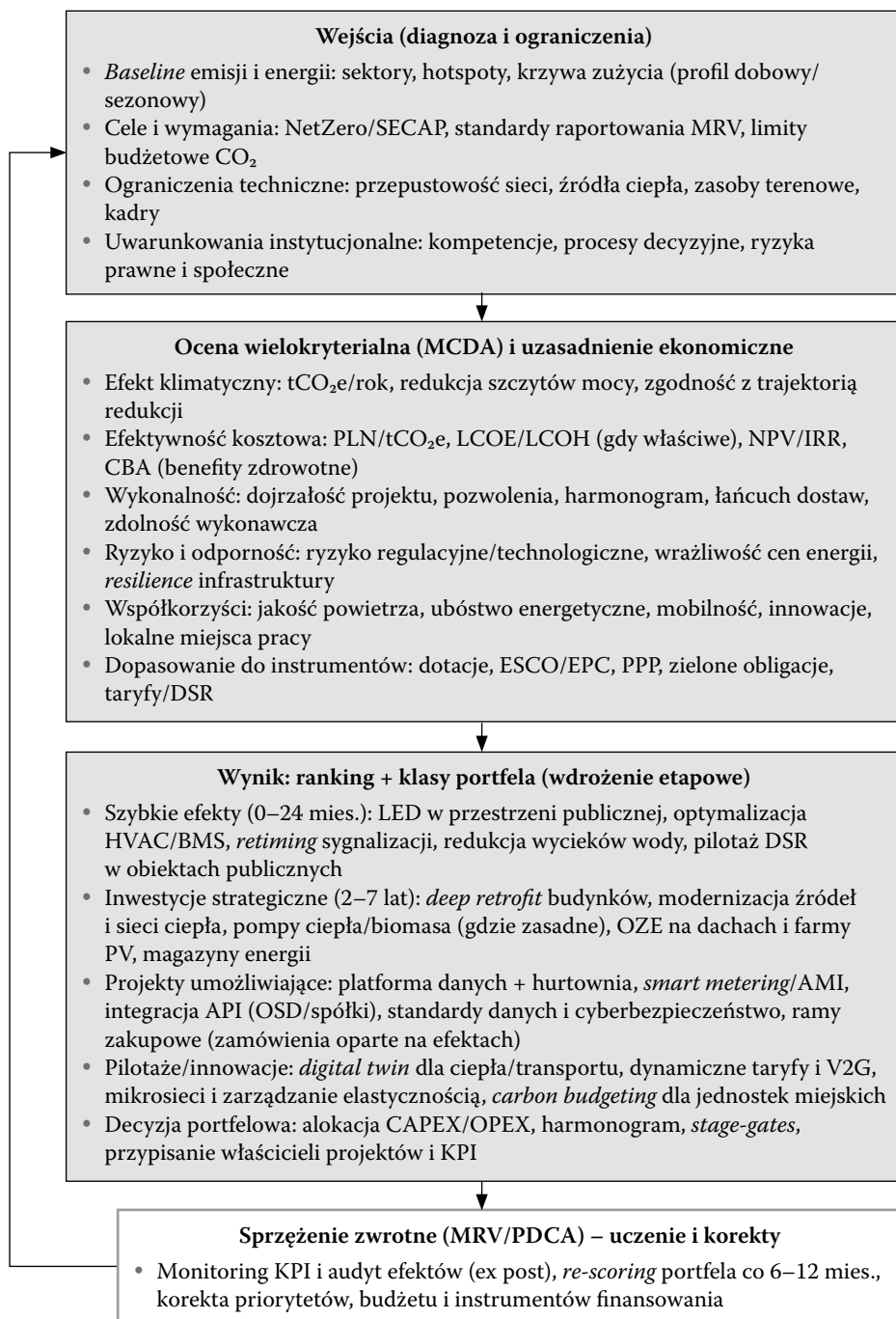
Wniosek ten wzmacnia argument o konieczności traktowania *smart city* jako reżimu ładu instytucjonalnego, a nie portfela technologii. Dla przykładu: zrównoważenie transportu towarowego w mieście wymaga angażowania grup interesariuszy w ekosystemie logistyki miejskiej oraz przypisania im ról i zadań w procesie bilansowania przepływów. Metodyka oparta na analizie eksperckiej pozwala identyfikować role interesariuszy i mapować je na zadania, co może zasilać praktykę współzarządzania w polskich miastach (Przybylska i in., 2023a), ale powinna być wspierana badaniami ilościowymi dla potwierdzenia wyników. Prowadzi to jednak do traktowania miast inteligentnych jako bytów, prawie i wyłącznie, instytucjonalnych. Jednocześnie zauważa się istotne zróżnicowanie interpretacyjne tej koncepcji (uzależnione od mocy władztwa instytucjonalnego), co prowadzi do jej niejednoznaczności pojęciowej i fragmentaryzacji badań. W wielu ujęciach dominują perspektywy technologiczne, w których inteligencja miasta utożsamiana jest przede wszystkim z „przymusowym” wdrażaniem narzędzi cyfrowych.

Podejście to, choć istotne, okazuje się niewystarczające dla wyjaśniania procesów społecznych, instytucjonalnych i energetycznych zachodzących w miastach. Zarządzanie portfelem dekarbonizacji wymaga jawnego zestawu kryteriów, które łączą efekty klimatyczne z kosztami, ryzykiem oraz bezpieczeństwem usług miejskich.

Rysunek 6, stanowiąc podstawę do oceny racjonalności decyzji w warunkach niepewności, porządkuje proces priorytetyzacji portfela projektów dekarbonizacji: od diagnozy problemu i ograniczeń, przez ocenę wielokryterialną (MCDA) oraz uzasadnienie ekonomiczne (CBA/NPV), po klasy portfela i mechanizmy uczenia się (MRV/PDCA). Celem jest wskazanie, że wybór interwencji nie ma charakteru wyłącznie technicznego, lecz jest problemem decyzyjnym opartym na wielu kryteriach (koszt, redukcja emisji, ryzyko, czas wdrożenia, akceptacja społeczna, wpływ na bezpieczeństwo energetyczne).

Implikacją dla badań jest możliwość porównywania miast poprzez jawne kryteria i wagi, testowania wrażliwości decyzji na zmianę założeń oraz empirycz-

RYSUNEK 6. Priorytetyzacja portfela dekarbonizacji: kryteria wielokryterialne (MCDA), analiza kosztów-korzyści (CBA) i iteracyjne MRV/PDCA



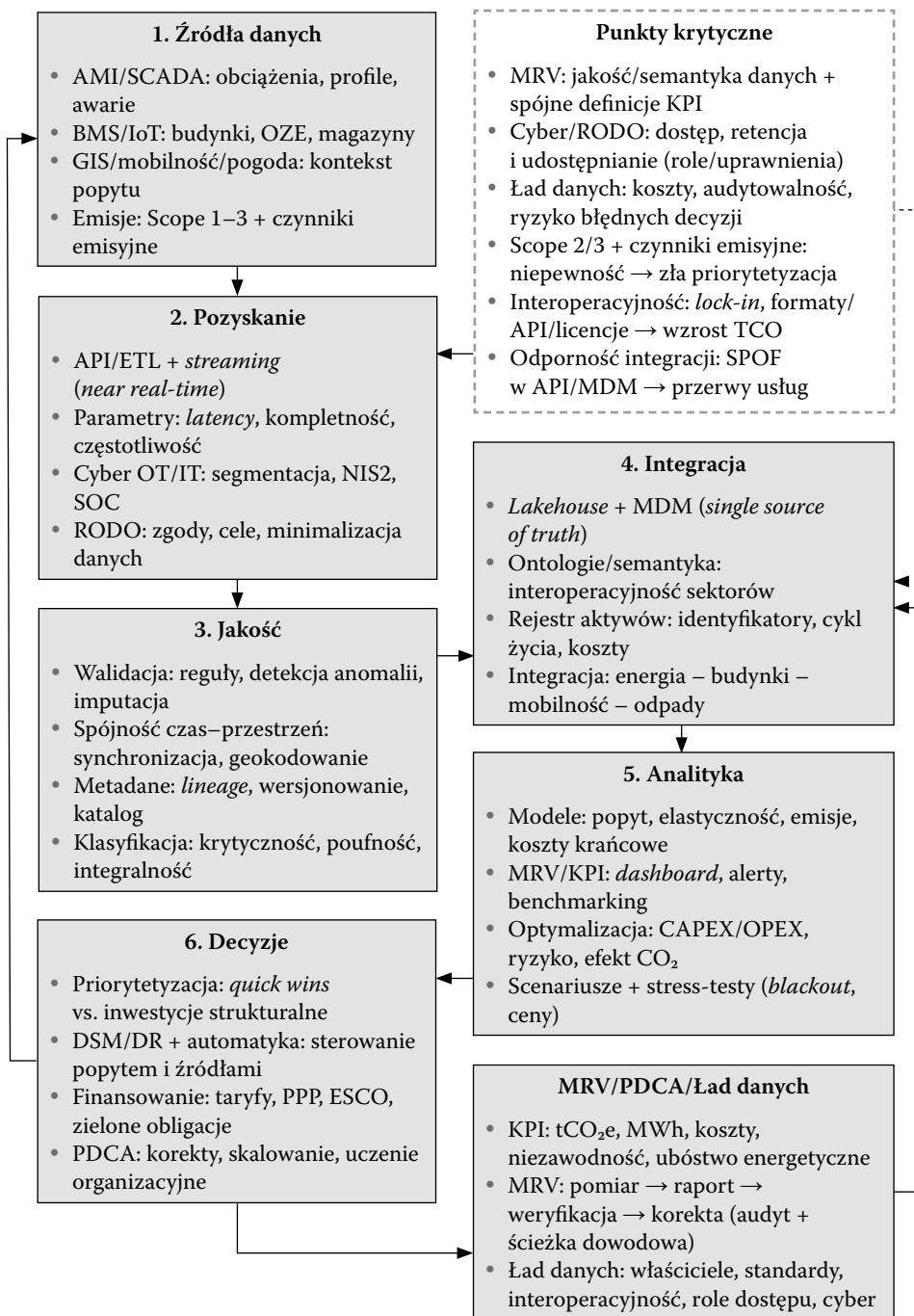
Źródło: opracowanie własne.

nej oceny, czy mechanizmy MRV prowadzą do korekt portfela i trwałej po prawy wyników klimatyczno-energetycznych. Wiarygodność decyzji w obszarze energii i emisji jest pochodną jakości danych, interoperacyjności i ładu danych, dlatego konieczne jest ujęcie „łańcucha wartości danych” jako elementu mechanizmu *smart city*. Badanie dotyczące projektów infrastruktury miejskiej proponuje hierarchiczną strukturę kryteriów zrównoważenia oraz pokazuje, jak – na podstawie ocen ekspertów – wyznaczać wagi kryteriów metodą AHP (Khan i in., 2022). W praktyce podejście to może wspierać wielokryterialną priorytetyzację portfela inwestycji (MCDA), uzupełniając ocenę ekonomiczną o perspektywę środowiskową i społeczną.

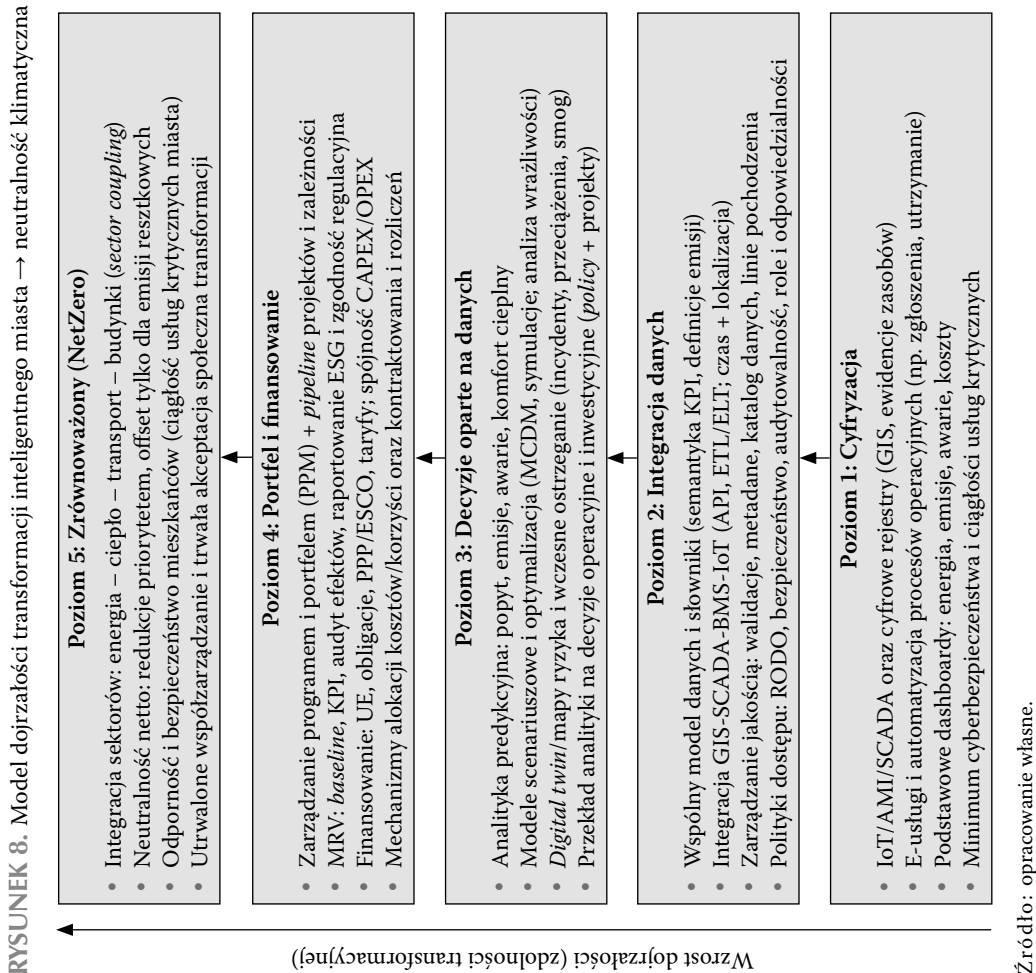
Rysunek 7 wskazuje, gdzie powstaje wartość informacyjna oraz gdzie lokuje się punkty krytyczne dla MRV i stabilności decyzji (Deming, 1986; Belton, Stewart, 2002; IPCC, 2006; UNFCCC, 2014; Boardman i in., 2018). Rysunek 7 prezentuje łańcuch wartości danych dla zarządzania energią i emisjami – od źródeł i pozyskania danych, przez zapewnienie jakości i integrację, po analitykę oraz decyzje wdrożeniowe. Wskazanie „punktów krytycznych” porządkuje ryzyka dla wiarygodności monitoringu (MRV) i stabilności decyzji, co implikuje w badaniach konieczność oceny dojrzałości ładu danych oraz interoperacyjności jako warunku skutecznej dekarbonizacji. Analiza panelowa 22 państw UE (2011–2020) pokazuje, że cyfryzacja oraz innowacje zielonych technologii (m.in. w postaci „zielonych patentów”) sprzyjają poprawie efektywności energetycznej, podczas gdy wzrost PKB, populacji i cen energii może działać w kierunku przeciwnym (Alofaysan i in., 2024). Autorzy podkreślają znaczenie inwestycji w infrastrukturę cyfrową (*smart grids*, IoT i analityka danych) jako warunku skutecznego zarządzania energią.

Dla porównywalnej diagnozy stopnia zaawansowania miast w kierunku zrównoważonego rozwoju potrzebny jest model dojrzałości, który porządkuje poziomy rozwoju i wskazuje bariery przejść. Rysunek 8 stanowi narzędzie konceptualne do identyfikacji luk oraz do powiązania dojrzałości instytucjonalnej i społecznej z wykonalnością działań transformacyjnych. Przedstawia on model dojrzałości transformacji inteligentnego miasta w kierunku osiągnięcia neutralności klimatycznej (net zero) jako przykładu stanu po dekarbonizacji, ukazując sekwencję kolejnych poziomów rozwoju oraz bariery krytyczne warunkujące możliwość przejść pomiędzy nimi. W literaturze krajowej problem oceny dojrzałości inteligentnego miasta oraz doboru mierników inteligencji miejskiej omawiają m.in. Danuta Stawasz i Dorota Sikora-Fernandez (2016) oraz Sławomira Hajduk (2020). Model ten umożliwia interpretację procesów transformacyjnych nie jako zbioru izolowanych inicjatyw technologicznych,

RYSUNEK 7. Łańcuch wartości danych dla zarządzania energią i emisjami



Źródło: opracowanie własne na podstawie Belton, Stewart, 2002; Boardman i in., 2018; UNFCCC, 2014; IPCC, 2006; Deming, 1986.



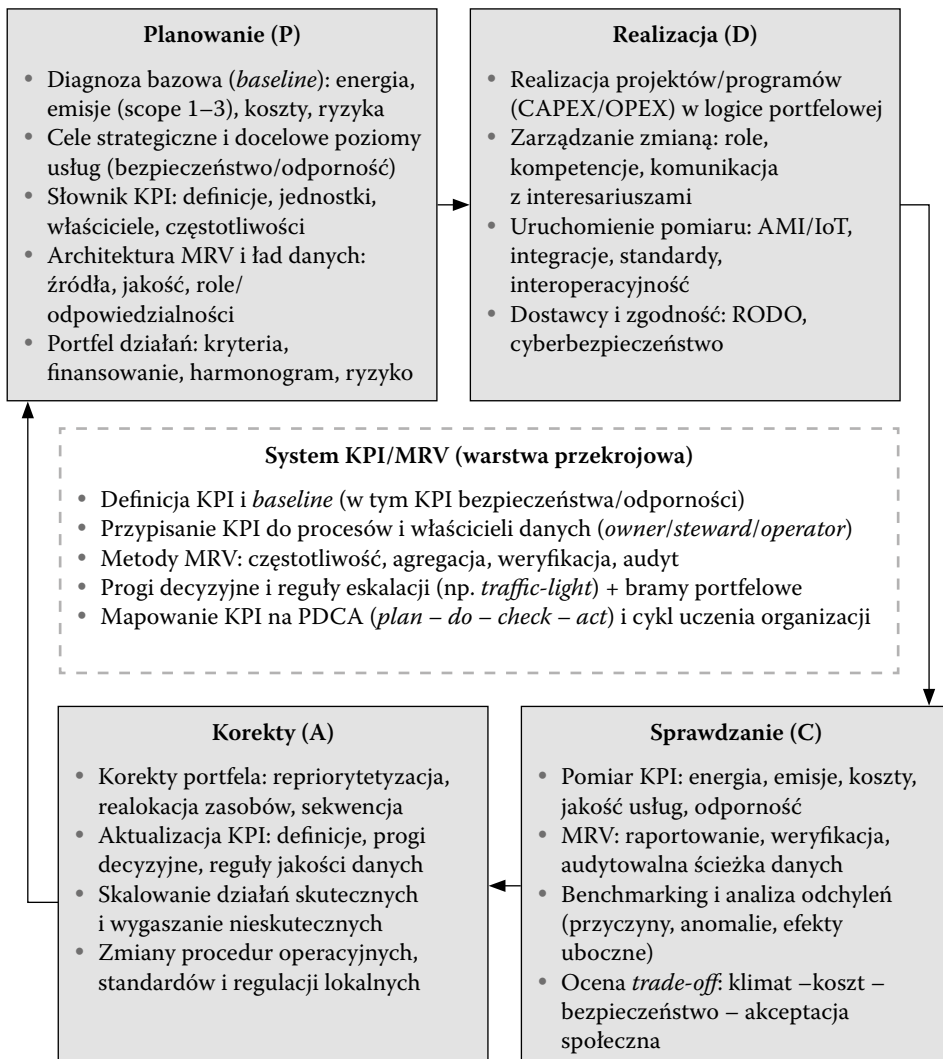
lecz jako uporządkowanej trajektorii zmian systemowych, obejmujących wymiary technologiczne, instytucjonalne i społeczne. Implikacją dla badań jest możliwość diagnozy dojrzałości miasta, a także – analizy zależności pomiędzy identyfikowanymi barierami a wynikami osiąganymi w obszarze bezpieczeństwa systemów miejskich oraz społecznej akceptacji działań transformacyjnych. Aby program dekarbonizacji miasta zachował charakter sterowalny oraz porównywalny w czasie, niezbędne jest sprzężenie procesów planistycznych z mechanizmem korekt oraz bieżącym pomiarem efektów. Oznacza to konieczność osadzenia zarządzania portfelem inicjatyw w iteracyjnej pętli doskonalenia (PDCA), uzupełnionej o system monitorowania, raportowania i weryfikacji rezultatów. Warunkiem operacyjności takiego podejścia jest zdefiniowanie spójnego zestawu wskaźników efektywności (KPI), integrujących logikę środowiskową (emisje), energetyczną (efektywność i niezawodność) oraz ekonomiczną (koszty, korzyści i ryzyko).

Rysunek 9 przedstawia pętlę PDCA jako mechanizm zarządzania programem dekarbonizacji miasta: od planowania celów i doboru interwencji, przez wdrożenie oraz monitoring, po ocenę efektów oraz korektę działań. Implikacją dla badań jest potrzeba operacjonalizacji celów dekarbonizacji w postaci mierzalnych KPI (emisje, zużycie energii, koszt jednostkowy redukcji CO₂, niezawodność usług), a także uwzględnienia warstwy MRV jako warunku wiarygodności porównań i wnioskowania przyczynowego w analizach miejskich.

W dyskusji wskaźnikowej zwraca się uwagę, że budowa syntetycznych miar (np. ESI) wymaga doboru i opisu zestawu czynników, ich grupowania, a także przypisania jednostek miary oraz źródeł danych; jako przykładowy komponent wskazywany jest m.in. dostęp do energii elektrycznej. Ten wątek wzmacnia identyfikację luki: potrzeba modeli integrujących wskaźniki z mechanizmem zarządzającym. Takie ujęcie pozwala na integrację problematyki transformacji energetycznej z zarządzaniem rozwojem miasta, nadając koncepcji *smart city* wymiar trwałości i odporności systemowej (European Commission, 2020; 2022a).

Bezpieczeństwo energetyczne stanowi jedną z kluczowych determinant stabilności rozwoju miast. W ujęciu ekonomicznym oznacza ono zdolność systemu miejskiego do zapewnienia ciągłości dostaw energii po akceptowalnych cenach, przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka społecznego i gospodarczego. W warunkach transformacji energetycznej bezpieczeństwo energetyczne nabiera nowego znaczenia, stając się czynnikiem warunkującym społeczną akceptację procesów dekarbonizacji. W podejściach wiedzocentrycznych wskazuje się, że w projektach *smart city* kluczowe jest zarządzanie przepływem wiedzy pomiędzy partnerami publicznymi i prywatnymi – w tym mechanizmy

RYSUNEK 9. Pętla zarządzania PDCA dla programu dekarbonizacji (operacjonalizacja KPI)



Źródło: opracowanie własne.

jej walidacji, transferu i zastosowania w praktyce organizacyjnej (Roblek, 2020, s. 8). W modelu 4T+ przekłada się to na nacisk na kapitał talentu i zdolności instytucjonalne (Sovacool, Mukherjee, 2011). W praktyce zarządczej oznacza to konieczność traktowania bezpieczeństwa energetycznego jako elementu szerszej architektury odporności miejskiej: obejmującej zarówno stabilność infra-

strukturalną, jak i bezpieczeństwo cyfrowe, zdolność reagowania kryzysowego⁶ oraz mechanizmy komunikacji z mieszkańcami.

Z punktu widzenia nauk o zarządzaniu bezpieczeństwo jest kategorią, która łączy poziom operacyjny (ciągłość usług) z poziomem strategicznym (legitymizacja działań, zaufanie, gotowość do ponoszenia kosztów transformacji). Z perspektywy teorii transformacji podkreśla się, że przejście do gospodarki niskoemisyjnej ma charakter wielopoziomowy, wymaga przełamывania lock-inów technologicznych czy instytucjonalnych, a także koordynacji działań w sieciach miast i aktorów transnarodowych (Geels, 2002; Bulkeley i in., 2011; Gordon, 2013; Lee, 2013). Ramą ograniczeń systemowych są m.in. granice planetarne (zmiany klimatu w ujęciu globalnym), co wzmacnia potrzebę traktowania dekarbonizacji jako procesu zarządzanego i rozliczalnego (Rockström i in., 2009). Operacyjnie oznacza to budowanie portfela interwencji obejmującego zarówno efektywność energetyczną i modernizację infrastruktury, jak i inteligentne systemy zarządzania popytem oraz integrację danych pomiarowych w skali miasta/metropolii (Hossain i in., 2018; Drożdż i in., 2021; Almihat i in., 2022).

Działania te są wzmacniane przez ramy regulacyjne rynku energii i programy wspierające inwestycje (Dyrektywa (UE) 2019/944, 2019; Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, 2022; Buildings Progress Report, 2023; Net ZeroCities, 2025). Możemy zatem wysnuć kluczowe wnioski dla obszaru dekarbonizacji:

- bezpieczeństwo energetyczne jest krytycznym wymiarem odporności miast w warunkach kryzysów cenowych i geopolitycznych;
- dekarbonizacja to proces systemowy (technologia – zachowania – *governance*), który generuje koszty i wymaga akceptacji społecznej;
- w modelu *smart city* bezpieczeństwo energetyczne może pełnić funkcję wskaźnika operacyjnego rezyliencji.

⁶ Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM) jest związkiem metropolitalnym w województwie śląskim, obejmującym 41 gmin (w tym 13 miast na prawach powiatu). Jest to obszar silnie zurbanizowany i policentryczny, o powierzchni ok. 2555 km² i populacji ok. 2,11 mln mieszkańców (stan 31.12.2024 wg GUS). Siedzibą metropolii są Katowice (GUS, 2024; InfoGZM, 2024). Struktura przestrzenna GZM ma charakter konurbacji: wiele ośrodków miejskich o różnicowanych funkcjach (administracyjnych, przemysłowych, usługowych) tworzy wspólny rynek pracy, sieć powiązań transportowych oraz współdzieloną infrastrukturę techniczną. Z perspektywy badań *smart city* oznacza to wysoką złożoność zarządzczą (wielopoziomowe współzarządzanie i koordynacja międzygminna) oraz szczególną wrażliwość na ryzyka systemowe, w tym ryzyka kosztowe i podażowe w obszarze energii, co uzasadnia traktowanie bezpieczeństwa mieszkańców jako kluczowego komponentu modelu 4T+ (Ustawa z dnia 9 marca 2017 r., 2017).

1.6. IDENTYFIKACJA LUK BADAWCZYCH ORAZ UZASADNIENIE POSZUKIWANIA ROZSZERZENIA MODELU 4T DO KONCEPTUALNEGO 4T+

W ostatnich dwóch dekadach koncepcja miasta inteligentnego stała się jednym z dominujących nurtów badań nad rozwojem miast, jednak literatura pozostaje fragmentaryczna i często koncentruje się na wymiarze technologicznym. Ujęcia krytyczne podkreślają, że dojrzałość miasta inteligentnego zależy od integracji technologii z mechanizmami współzarządzania oraz projektowania usług publicznych, a nie od samej liczby wdrożeń (Kitchin, 2014; Meijer, Rodríguez Bolívar, 2016). W warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej kluczowe staje się uwzględnienie kosztów społecznych i instytucjonalnych oraz ocena, czy instrumenty polityki dekarbonizacyjnej wzmacniają, czy osłabiają bezpieczeństwo funkcjonalne mieszkańców. Z tego względu w monografii przyjęto podejście systemowe, w którym miasto jest interpretowane jako układ współzależnych kapitałów rozwojowych (4T+), a rezyliencja jest rozumiana jako skutek adaptacji do zagrożeń.

Uzasadnienie podjęcia badań opiera się na potrzebie wyjaśnienia mechanizmu, w którym polityki rozwoju *smart city* i transformacji energetycznej przekładają się na bezpieczeństwo mieszkańców oraz długookresową skuteczność rozwoju miejskiego. Tym samym konieczne jest przejście od ujęć sektorowych do podejścia integrującego kapitały rozwojowe i czynniki stabilizujące (Albino i in., 2015). Zarządzanie rozwojem miejskim wymaga zdolności koordynacji działań wielu interesariuszy, w tym władz publicznych, przedsiębiorstw oraz mieszkańców. Brak tej koordynacji prowadzi do fragmentaryzacji instrumentów polityki miejskiej.

Szczególnie widoczna luka badawcza dotyczy roli bezpieczeństwa energetycznego w procesach rozwoju miast. Aspekt ten rzadko analizowany jest w powiązaniu z percepcją społeczną oraz zintegrowanymi modelami inteligentnego miasta. Krytyczna analiza literatury oraz wstępna diagnoza problemów implementacji *smart city* w warunkach równoczesnej cyfryzacji usług publicznych i presji dekarbonizacyjnej pozwoliły zidentyfikować luki badawcze (LB). Luki te stanowią bezpośrednią przesłankę do sformułowania problemu badawczego, pytań badawczych oraz konstrukcji rozwoju autorskiego modelu 4T.

1. Pierwsza luka ogólna ma charakter teoretyczny i dotyczy statyczności tradycyjnych modeli kapitałów miejskich:

- **Problem:** Klasyczne modele rozwoju miast, w tym model 3T Richarda Floridy (talent, technologia, tolerancja), powstały w realiach gospodar-

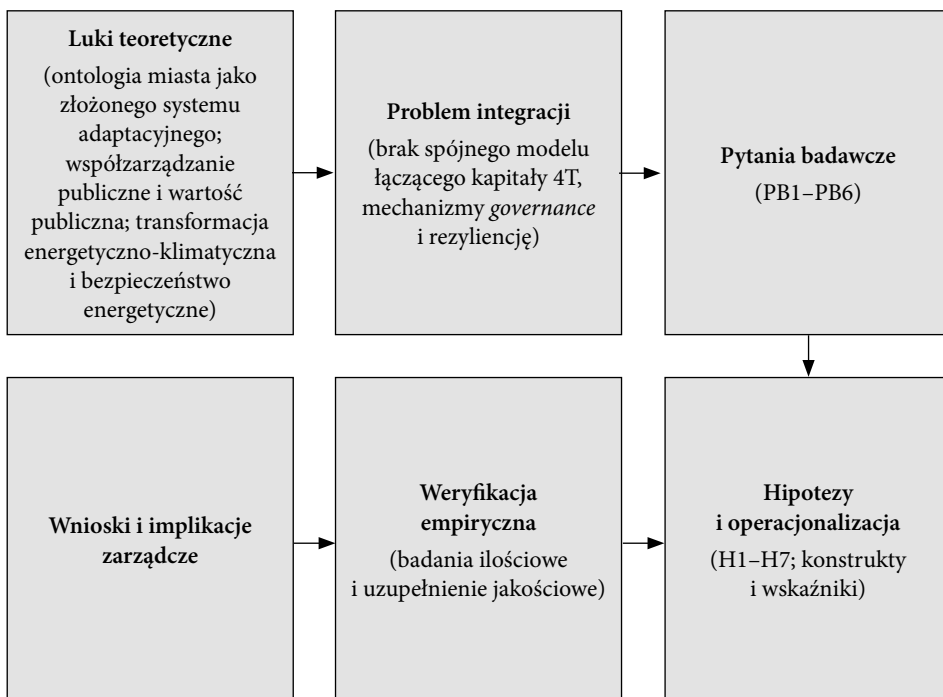
ki opartej na wiedzy przełomu XX i XXI w. Skupiały się one głównie na przyciąganiu klasy kreatywnej i stymulowaniu innowacji, traktując zasoby energetyczne i stabilność klimatyczną jako „tło” lub dane stałe.

- **Luka ogólna 1:** Brakuje zintegrowanej teorii, która włącza adaptacyjność energetyczno-klimatyczną jako immanentny, spinający, piąty filar (kapitał) rozwoju miasta. Dotychczasowe ujęcia *smart city* często traktują wymiar energetyczny (*smart energy*) jako podsystem techniczny lub kreatywny, a nie jako fundament odporności systemowej (*resilience*). Badania powinny wypełniać tę lukę poprzez redefinicję miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego (*complex adaptive system*; CAS), w którym inteligencja jest mierzona zdolnością do autoregulacji w obliczu szoków zewnętrznych.
2. Druga luka ogólna ma charakter metodyczny i dotyczy braku holistycznych wskaźników *smart-resilience*:
- **Problem:** Istniejące rankingi i wskaźniki miast inteligentnych (np. IESE *Cities in Motion* czy IMD *Smart City Index*) silnie faworyzują nasycenie infrastrukturą IT (*smart city* 1.0 i 2.0). Z kolei wskaźniki odporności klimatycznej często pomijają aspekty współzarządzania i dynamiki kapitału społecznego (Berrone, Ricart, 2022; IMD World Competitiveness Center, 2025).
 - **Luka ogólna 2:** Brakuje zwalidowanego instrumentarium badawczego, które pozwalałoby mierzyć synergię między cyfryzacją a dekarbonizacją. Badania powinny wprowadzać rozszerzenie autorskiego modelu 4T+, który operacjonalizuje zmienne miękkie (tolerancja, otwartość na zmiany) w korelacji z twardymi danymi emisyjnymi i energetycznymi. Pozwala to na ocenę, czy technologia faktycznie służy adaptacji, czy jest jedynie „cyfrowym makijażem” (tzw. *green-smart-washing*).
3. Trzecia luka ogólna ma charakter empiryczny i dotyczy zarządzania w warunkach polikryzysu:
- **Problem:** Większość studiów przypadku (*case studies*) dotyczących transformacji energetycznej miast skupia się na liderach globalnych (Kopenhaga, Singapur, Amsterdam). Brakuje pogłębionych analiz procesów decyzyjnych w miastach średniej wielkości oraz metropoliach Europy Środkowo-Wschodniej, które mierzą się z unikalnym spletem barier (zależność od węgla, luka finansowa, specyfika postplanistyczna).
 - **Luka ogólna 3:** Literatura i dotychczasowe badania nie dostarczają dowodów empirycznych na to, jak silnie (i czy w ogóle) transformacja energetyczna redefiniuje strukturę społeczną oraz terytorialną współczesnych miast. Nie bada się mechanizmów wpływu czynników prawnych

(np. *Fit for 55*) na realne strategie zarządzania miastem, nie wypełniając także deficytu wiedzy na temat praktycznej implementacji modelu *human smart city* w warunkach przymusowej transformacji energetycznej.

Luki ogólne zostały opisane w trzech wymiarach: (1) teoretycznym (ontologia miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego oraz interpretacje *smart city*); (2) metodycznym (operacjonalizacja i pomiar kapitałów 4T oraz komponentu „+”); oraz (3) empirycznym (perspektywa mieszkańców i kontekst metropolitalny transformacji energetyczno-klimatycznej). Następnie zsyntetyzowano je w postaci trójwymiarowego obrazu luk, który stanowi bezpośrednie uzasadnienie konstrukcji modelu 4T+ i komponentu „+” rozumianego jako rezyliencja. Proces wnioskowania przedstawiony został na rys. 10.

RYSUNEK 10. Proces wnioskowania



Źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby analizy danych oraz wyprowadzenia pytań badawczych i hipotez z trzech luk ogólnych wyprowadzono trzy szczegółowe luki badawcze (LB1–LB3):

- **LB1.** Niedostatek zintegrowanych modeli rozwoju *smart city*, które łączyłyby w jednym ujęciu kapitały technologii, talentu, tolerancji i zaufania z nadrzędnym wymiarem rezyliencji („+”). W niniejszej monografii jej operacyjną manifestacją jest bezpieczeństwo funkcjonalne, w szczególności bezpieczeństwo energetyczne.
- **LB2.** Ograniczona wiedza o mechanizmach, poprzez które kapitały 4T oddziałują na akceptację społeczną działań transformacyjnych (w tym dekarbonizacyjnych) oraz na trwałość wdrożeń *smart city* w warunkach polikryzysu i napięć interesów.
- **LB3.** Brak spójnych i empirycznie zweryfikowanych procedur operacjonalizacji oraz pomiaru kapitałów 4T w badaniach percepcji mieszkańców, a także narzędzi translacji wyników na rekomendacje zarządcze dla polityki rozwoju *smart city* i zarządzania transformacją.

Łącznie LB1–LB3 tworzą trójwymiarowy obraz niedostatków: (1) teoretycznych (integracja kapitałów 4T z rezyliencją „+”); (2) metodycznych (operacjonalizacja i pomiar w perspektywie mieszkańców); (3) empirycznych (mechanizmy akceptacji i współzarządzania w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej). Ich wypełnienie determinuje konstrukcję projektu badawczego (pytania badawcze, hipotezy i dobór metod) przedstawioną w dalszej części rozdziału.

W niniejszej monografii wypełnienie luk LB1–LB3 realizuje się w następującej sekwencji:

- zaproponowano autorski model 4T+ integrujący kapitały rozwojowe miasta z komponentem rezyliencji („+”) w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej (zob. rozdz. 2);
- przełożono definicje teoretyczne na definicje operacyjne i narzędzie pomiarowe w perspektywie mieszkańców (skale Likerta), wraz z kontrolą rzetelności i trafności pomiaru (zob. rozdz. 3);
- zweryfikowano zależności wynikające z hipotez w badaniu ilościowym ($N = 1000$) z zastosowaniem CB-SEM oraz analiz uzupełniających (m.in. statystyki opisowe, korelacje, regresje i segmentacja postaw) (zob. rozdz. 4);
- zastosowano triangulację jakościową w postaci fokusów FGI (2022–2024; 18 spotkań), aby doprecyzować mechanizmy interpretacyjne i ograniczyć ryzyko „skoków interpretacyjnych” (zob. podrozdz. 3.5 oraz 4.2);
- przełożono wyniki empiryczne na rekomendacje zarządcze i wskaźniki monitoringu (KPI) wspierające politykę rozwoju *smart city* oraz zarządzanie transformacją na poziomie miasta i metropolii (zob. rozdz. 5 oraz Zakończenie).



WIELOWYMIAROWY MODEL KAPITAŁÓW 4T+: OPERACJONALIZACJA ZDOLNOŚCI ADAPTACYJNYCH MIASTA W WARUNKACH TRANSFORMACJI

Zidentyfikowane wcześniej luki i napięcia rozwojowe wymagają ramy, która pozwala jednocześnie opisać zasoby miasta, mechanizmy współzarządzania oraz warunki społecznej akceptacji transformacji energetyczno-klimatycznej. Autorski model kapitałów 4T stanowi punkt wyjścia (rozwińnięcie modelu 3T. Floridy: technologia, talent, tolerancja), natomiast 4T+ jest jego rozwińnięciem zaprojektowanym na potrzeby wyjaśnienia rezyliencji miasta w warunkach presji TEK. Ewolucję 4T → 4T+ ujęto jako sekwencję: (1) reinterpretacja kapitałów w logice nauk o zarządzaniu (T1–T4); (2) powiązanie ich z architekturą współzarządzania i legitymizacji; (3) dodanie komponentu „+” jako rezultatu adaptacji, operacjonalizowanego w badaniu poprzez bezpieczeństwo funkcjonalne (w tym energetyczne) oraz zdolność utrzymania/odtworzenia stabilności usług. Krytyczne ujęcia *smart city* akcentują przesunięcie z „wdrożeń technologii” na instytucje, relacje i sprawczość mieszkańców (Kitchin, 2014; Vanolo, 2014), a literatura rezyliencji traktuje odporność jako proces uczenia się oraz adaptacji – a nie jednorazowy stan (Walker i in., 2004). W tej logice model 4T+ jest ramą porządkującą luki, pytania badawcze i hipotezy oraz umożliwia spójne zakotwiczenie wniosków w danych empirycznych.

Dla uniknięcia niejednoznaczności w dalszych rozdziałach książki przyjęto następujące rozróżnienie pojęciowe: (1) adaptacyjność – zdolność systemu do uczenia się i modyfikowania reguł działania pod wpływem zakłóceń; (2) elastyczność – zdolność do szybkiej rekonfiguracji zasobów i procesów; (3) odporność (rezyliencja) – efekt adaptacyjności i elastyczności, przejawiający się w utrzymaniu lub odtworzeniu kluczowych funkcji; (4) bezpieczeństwo funkcjonalne – mierzalny przejaw odporności w obszarach krytycznych (np. energia).

Wdrożenie rozszerzonego modelu 4T+ w praktyce polityki miejskiej może sprzyjać kształtowaniu koncepcji miasta adaptacyjnego (*adaptive city*) lub miasta elastycznego (*flexible city*) – układu zdolnego do dynamicznego dosto-

sowywania priorytetów, alokacji zasobów i konfiguracji usług publicznych do zmiennych uwarunkowań społecznych, technologicznych, energetycznych i klimatycznych, przy jednoczesnym utrzymaniu ciągłości funkcji krytycznych oraz realizacji celów dekarbonizacji. W niniejszej monografii kategorie „miasta adaptacyjnego/elastycznego” traktowane są jako rezultaty sprawności zarządczej opartej na kapitałach 4T, natomiast komponent „+” oznacza rezyliencję (odporność adaptacyjną) – trwały skutek adaptacji systemu miejskiego wobec zakłóceń. Takie ujęcie pozwala konsekwentnie powiązać kapitały (4T), mechanizmy współzarządzania i akceptacji społecznej z bezpieczeństwem funkcjonalnym oraz stabilnością usług publicznych jako empirycznymi przejawami rezyliencji.

2.1. EWOLUCJA PARADYGMATU KAPITAŁÓW MIEJSKICH: OD KONCEPCJI KLASYCZNEJ 3T DO ZINTEGROWANEGO ROZSZERZONEGO MODELU 4T+

Punktem wyjścia jest model 3T, wywiedziony z badań nad gospodarką kreatywną i konkurencyjnością miast/regionów, w którym rozwój opisywany jest przez pryzmat trzech kapitałów: technologii (*technology*), talentu (*talent*) oraz tolerancji (*tolerance*) (Florida, 2003; Florida, Tinagli, 2004). Model ten wprowadza użyteczną perspektywę zasobową, jednak w ograniczonym stopniu wyjaśnia mechanizmy współzarządzania, w szczególności budowę legitymizacji decyzji i koordynację współpracy w środowisku wieloorganizacyjnym. Rozwinięciem perspektywy 3T są ujęcia 4T, przy czym w literaturze funkcjonują co najmniej dwa dominujące sposoby rozszerzenia: (1) wariant „zasobów terytorialnych” (*territory assets*) (Florida, 2005) – eksponujący znaczenie jakości miejsca, uwarunkowań przestrzennych i infrastruktury; (2) wariant „zaufania” (*trust*) w literaturze *smart city* 4.0 (Budziński, Raczek, Wrana, 2022b) – podkreślający rolę zaufania i legitymizacji jako warunku wdrożeń oraz współpracy interesariuszy.

W niniejszych badaniach oba wątki zostały zintegrowane w modelu 4T+, w którym T3 obejmuje wspólny kapitał zaufania i tolerancji, T4 – kapitał instytucjonalno-terytorialny (współzarządzanie), a komponent „+” opisuje rezyliencję, operacjonalizowaną m.in. poprzez bezpieczeństwo energetyczne. Definicja 4T (wariant zasobów terytorialnych): model 4T (*technology, talent, tolerance, territory assets*) stanowi rozwinięcie klasycznego modelu 3T. Floridy o komponent terytorialny rozumiany jako „jakość miejsca”/zasoby terytorialne (m.in. dostępność, infrastruktura, uwarunkowania przestrzenne i środowiskowe), które wzmacniają zdolność przyciągania talentów oraz tworzenia innowacji. Definicja 4T (wariant zaufania): model 4T (*technology, talent, tolerance, trust*)

TABELA 14. Modele 3T, 4T i 4T+ – porównanie kapitałów oraz implikacji dla *public governance*

Model	Kapitały	Atuty analityczne	Ograniczenia	Implikacja dla ujęcia 4T+
3T	<i>Technology, talent, tolerance</i>	Powiązanie rozwoju miasta z kapitałami kreatywnymi i innowacyjności	Słabe ujęcie <i>governance</i> i legitymizacji; pomija ryzyko i odporność	Wymaga uzupełnienia o mechanizmy współpracy i zarządzania ryzykiem
4T wersja z <i>trust</i> osobno	<i>Technology, talent, tolerance, trust</i>	Rozszerza perspektywę 3T o dodatkowy filar zaufanie lub co wzmacnia ujęcie relacyjne i/lub <i>place-based</i> w analizie rozwoju	Brak jednego kanonicznego wariantu 4T; w części ujęć rozdzielnie traktuje się <i>trust</i> , a adaptacja/rezyliencja nie stanowią wyraźnego komponentu modelu	Uzasadnia integrację wymiarów relacyjnych (<i>trust + tolerance</i>) oraz instytucjonalno-terytorialnych (<i>governance + place</i>) w modelu 4T+ oraz dodanie komponentu rezyliencji („+”)
4T’ wersja z połączeniem <i>trust</i> i <i>tolerance</i>	<i>Technology, talent, tolerance & trust/territory assets</i>	Rozszerza perspektywę 3T o dodatkowy filar zaufanie połączone z tolerancją, dodatkowo terytorium wzmacnia ujęcie relacyjne i/lub <i>place-based</i> w analizie rozwoju	Brak jednego kanonicznego wariantu 4T; w części ujęć rozdzielnie traktuje się <i>trust</i> i <i>territory</i> , a adaptacja/rezyliencja nie stanowią wyraźnego komponentu modelu	Uzasadnia integrację wymiarów relacyjnych (<i>trust + tolerance</i>) oraz instytucjonalno-terytorialnych (<i>governance + place</i>) w modelu 4T’ oraz dodanie komponentu rezyliencji („+”)
4T rozszerzony	T1. <i>technology</i> , T2. <i>talent, creativity</i> , T3. <i>trust, tolerance</i> , T4. <i>institutional-territorial +</i> dodatkowe aspekty, np. transformacje energetyczną czy <i>resilience (security)</i>	Porządkuje i integruje kapitały rozwojowe w spójny model systemowy: łączy zasoby technologiczne i ludzkie z kapitałem relacyjnym oraz zdolnościami instytucjonalno-terytorialnymi, a następnie wiąże je z rezyliencją jako wynikiem (domknięcie wnioskowania)	Wymaga precyzyjnych wskaźników i walidacji empirycznej; rozdzielania zmiennych „presji transformacyjnej” od zmiennych „zdolności adaptacyjnej” oraz uwzględnienia różnicowania interesariuszy	Stanowi rdzeń autorskiej propozycji badawczej i rekomendacyjnej ukierunkowanej na <i>public governance</i> w warunkach transformacji, z rezyliencją (w tym bezpieczeństwem energetycznym) jako kryterium trwałości efektów

Źródło: opracowanie własne.

jest ujęciem spotykanym w literaturze *smart city* 4.0, w którym czwarty komponent stanowi zaufanie (społeczne i instytucjonalne) warunkujące współpracę interesariuszy, legitymizację decyzji oraz akceptację wdrożeń technologicznych (Budziński, Raczek, Wrana, 2022b). Należy przy tym podkreślić, że kapitał społeczny (T3) bywa nierównomiernie dystrybuowany pomiędzy grupami mieszkańców i może mieć także wymiar ekskluzywny, np. silne więzi (*bonding*) sprzyjające zamknięciu na innych. Dlatego interpretacja wyników uwzględnia ryzyko nierówności oraz wykluczeń w metropoliach. Porównanie kapitałów i implikacje dla *public governance* przedstawiono w tab. 14.

W tab. 15 zestawiono modele 3T, 4T oraz 4T+ w zakresie porównania kapitałów oraz implikacji dla współzarządzania publicznego – to zestawienie pozwala uzasadnić cel badań.

TABELA 15. Kryteria oceny modeli „T” z perspektywy nauk o zarządzaniu i *public governance*

Kryterium	Pytanie diagnostyczne	Znaczenie dla operacjonalizacji (4T+)
Zakres kapitałów	Czy model obejmuje wyłącznie potencjały niematerialne, czy także komponenty materialne/środowiskowe?	Decyduje o doborze wskaźników oraz granicach modelu
Mechanizm <i>governance</i>	Czy model wyjaśnia koordynację, legitymizację i role interesariuszy, czy jedynie opisuje zasoby?	Umożliwia powiązanie kapitałów z procesami decyzyjnymi i wdrożeniowymi
Operacjonalizacja	Czy istnieje stabilna ścieżka pomiaru (wskaźniki, dane, procedury analizy)?	Warunek porównywalności między miastami i testowania hipotez
Dynamika w czasie	Czy model uwzględnia uczenie się, adaptację i odporność na wstrząsy?	Pozwala łączyć rozwój smart z zarządzaniem ryzykiem i bezpieczeństwem
Normatywność i inkluzja	Czy model uwzględnia nierówności, dystrybucję korzyści i wrażliwość grup?	Wzmacnia ocenę wartości publicznej i legitymizację polityki

Źródło: opracowanie własne.

W odpowiedzi na zidentyfikowane luki badawcze zaproponowano autorski model kapitałów 4T+ jako zintegrowane narzędzie analizy rozwoju miasta w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej. Punkt wyjścia stanowi założenie, że „inteligencja” miasta ujawnia się w zdolności do koordynacji kapitałów i interesariuszy w warunkach presji transformacyjnej, a nie w prostej

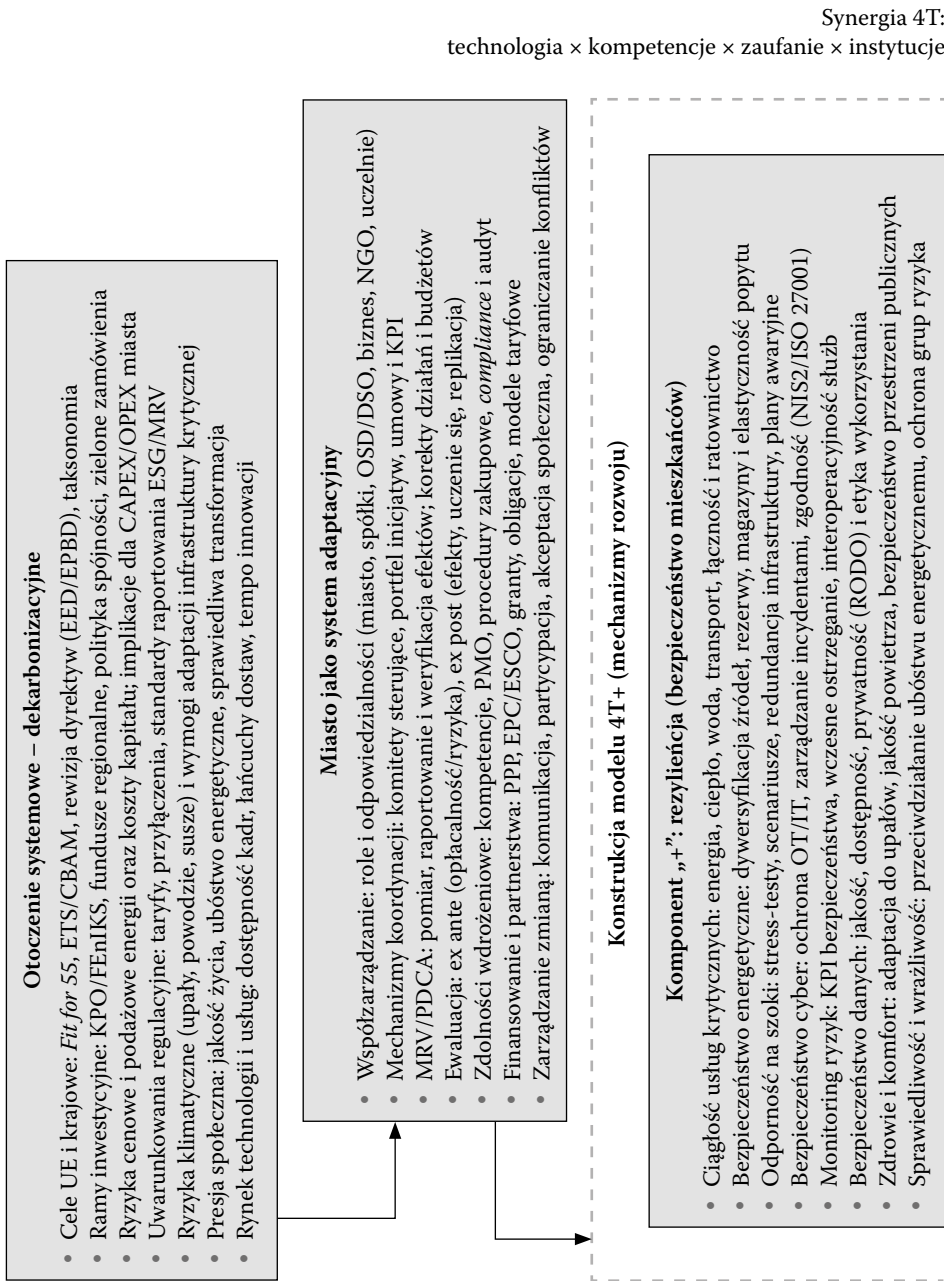
akumulacji technologii. Takie ujęcie pozwala powiązać warstwę koncepcyjną z replikowalnym aparatem badawczym oraz ograniczyć ryzyko wniosków artefaktowych (Hayes, 2018; Little, Rubin, 2019; Tabachnick, Fidell, 2019).

Zidentyfikowana luka w modelach *smart city* wymaga zaproponowania konstrukcji, która łączy wymiar technologiczny z kapitałami niematerialnymi oraz wprost uwzględnia bezpieczeństwo mieszkańców jako warunek brzożowy trwałości rozwoju. Rysunek 11 prezentuje logikę konstrukcyjną autorskiego modelu 4T+, wskazując, jak transformacja klimatyczno-energetyczna jest „przekładana” na zestaw kapitałów rozwojowych oraz na oczekiwane efekty w postaci odporności i stabilności funkcjonowania miasta.

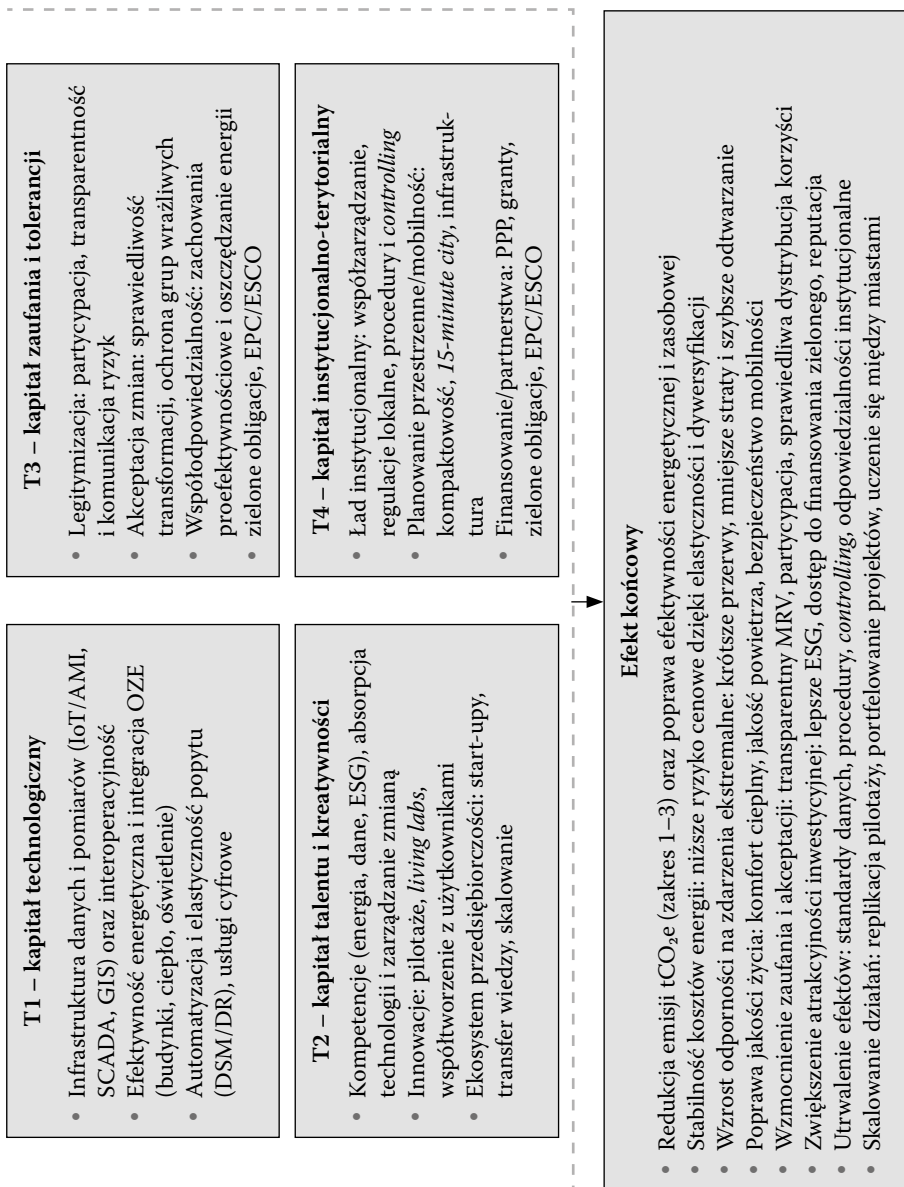
Rysunek 11 syntetyzuje logikę konstrukcyjną modelu 4T+: punktem wyjścia jest presja transformacyjna (klimat–energia), następnie miasto ujmowane jako złożony system adaptacyjny, którego sprawność jest funkcją równowagi czterech kapitałów 4T, a warunkiem nadrzędnym jest bezpieczeństwo mieszkańców. Implikacją badawczą jest traktowanie modelu jako ramy integrującej konstrukty z różnych nurtów literatury (technologia, kapitał ludzki, instytucje, zaufanie) oraz jako podstawy do formułowania hipotez relacyjnych i operacjonalizacji zmiennych w analizie empirycznej. W części tej przedstawiono pogłębioną analizę kapitałów rozwojowych miasta, stanowiących rdzeń autorskiego rozszerzonego modelu 4T+. W przeciwieństwie do podejść sektorowych przyjęto perspektywę zintegrowaną, umożliwiającą analizę współzależności pomiędzy kapitałami. W kolejnych podrozdziałach omówiono kolejno: kapitał technologiczny (T1), kapitał talentu i kreatywności (T2), kapitał zaufania i tolerancji (T3) oraz kapitał instytucjonalno-terytorialny (T4), wskazując ich znaczenie dla rezylencji jako efektu adaptacji.

- Kapitał technologii obejmuje nie tylko poziom wdrożenia rozwiązań inteligentnych, lecz również stopień ich społecznej absorpcji oraz użyteczności w codziennym funkcjonowaniu mieszkańców.
- Kapitał talentu i kreatywności odnosi się do zdolności miasta do przyciągania, utrzymywania oraz rozwoju zasobów ludzkich, stanowiących podstawę długookresowej konkurencyjności. System wynagradzania powinien ewoluować i reagować na otoczenie oraz potrzeby wewnętrzne, a jego elementy należy spiąć ze strategią oraz polityką personalną (Barczak i in., 2021).
- Kapitał tolerancji i zaufania (relacyjny) pełni funkcję spajającą: obejmuje otwartość, inkluzywność, skłonność do współdziałania oraz poziom zaufania do instytucji publicznych, co determinuje akceptację instrumentów polityki miejskiej i zdolność do koprodukcji usług.

RYSUNEK 11. Logika konstrukcyjna autorskiego modelu 4T (rozszerzonego)



→ zdolność realizacji portfela i utrzymania efektów



Źródło: opracowanie własne.

- Kapitał instytucjonalno-terytorialny obejmuje jakość *governance* miasta, spójność strategii rozwoju, zdolność koordynacji działań międzyorganizacyjnych oraz uwarunkowania przestrzenne i infrastrukturalne determinujące wdrażanie priorytetów i instrumentów polityki rozwoju (Gorzela, Smętkowski, 2005). Kapitał ten tworzy ramy dla bezpieczeństwa interesariuszy, w tym bezpieczeństwa energetycznego i klimatycznego.

Zarysowana architektura 4T+ wyznacza ramę dla dalszych analiz metodologicznych i empirycznych, jednak wymaga doprecyzowania definicji kapitałów oraz mechanizmów ich wzajemnego oddziaływania. Z perspektywy nauk o zarządzaniu uzasadnione jest łączenie analizy kapitałów miejskich z podejściem zasobowym i instytucjonalnym, a także z problematyką przedsiębiorczości oraz strategii kreatywnej (Dyduch, Bratnicki, 2016; Cyfert, 2024), co może wzmacniać fundamenty rozszerzonego modelu 4T. W polskiej literaturze *smart city* 4.0 oraz w badaniach nad współpracą miast z otoczeniem gospodarczym akcentuje się także potrzebę integrowania logiki cyfrowej transformacji z celami neutralności klimatycznej i współzarządzania (Mucha-Kuś i in., 2023; Kinelski, 2024). W kolejnym podrozdziale przedstawiono szczegółową charakterystykę kapitałów składowych oraz rolę komponentu „+” w procesach synergii i stabilizacji transformacji miejskiej.

2.2. ARCHITEKTURA I DYNAMIKA ROZBUDOWANEGO MODELU 4T: CHARAKTERYSTYKA KAPITAŁÓW SKŁADOWYCH ORAZ ROLA KOMPONENTU „+” W PROCESACH SYNERGETYCZNYCH

W ujęciu autorskim model 4T+ jest strukturą kapitałów powiązanych mechanizmami sprzężeń zwrotnych. Kapitał technologii obejmuje infrastrukturę cyfrową i energetyczną oraz zdolność miasta do pozyskiwania, przetwarzania i wykorzystywania danych w usługach publicznych. Kapitał talentu dotyczy kompetencji, zdolności adaptacyjnych oraz kreatywności mieszkańców i organizacji lokalnych. Kapitał relacyjny (tolerancja i zaufanie) opisuje klimat współpracy, inkluzywność, a także legitymizację instrumentów polityki miejskiej. Kapitał instytucjonalno-terytorialny odnosi się do jakości *governance* oraz do uwarunkowań przestrzennych wdrożeń. Komponent „+” integruje wymiar rezyliencji (odporności adaptacyjnej) systemu miejskiego; w badaniu operacjonalizowany m.in. poprzez bezpieczeństwo mieszkańców (w tym bezpie-

czeństwo energetyczne) jako warunek wykonalności, trwałości transformacji i ciągłości usług.

Usługa jest działaniem (lub sekwencją działań), które nie tworzy nowego, uprzedmiotowionego wytworu, lecz służy zaspokojeniu potrzeb podmiotu – od osoby po gminę czy państwo – poprzez usuwanie cech, braków lub barier utrudniających jego normalne funkcjonowanie (Kłosiński, Masłowski, 2005, s. 9, za: Lutek, Banaś, Pastuszak, 2021, s. 22). Przeniesienie tej perspektywy na usługi miejskie oznacza, że kapitał instytucjonalno-terytorialny należy rozumieć m.in. jako zdolność instytucji publicznych do sprawnego projektowania i świadczenia usług oraz eliminowania dysfunkcji systemu miejskiego. Tak rozumiane usługi wzmacniają kapitał terytorialno-instytucjonalny, ponieważ podnoszą sprawność i zdolność działania instytucji terytorialnych.

Mechanizmy i relacje w modelu 4T+ można opisać w logice sprzężeń zwrotnych: kapitały rozwojowe wzajemnie się wzmacniają, natomiast bezpieczeństwo energetyczne – jako wymiar operacyjny rezylencji (komponentu „+”) – może stabilizować proces transformacji i warunkować akceptację społeczną dla działań obciążonych kosztami krótkookresowymi. W praktyce oznacza to, że rozwój miasta jest wynikiem współwystępowania i wzajemnego wzmacniania się kapitałów technologii, talentu, relacji społecznych oraz zdolności instytucjonalno-terytorialnych. Jednocześnie bezpieczeństwo energetyczne pełni funkcję czynnika warunkującego trwałość efektów rozwojowych, ponieważ wpływa na koszty życia, percepcję ryzyka oraz legitymizację działań władz publicznych. Badanie empiryczne musi zatem zostać zaprojektowane tak, aby zweryfikować założenie o współzależności i nieliniowym oddziaływaniu kapitałów w modelu rozszerzonym 4T, a także – założenie o roli bezpieczeństwa energetycznego jako operacyjnego wymiaru rezylencji (komponentu „+”) i warunku trwałości transformacji miejskiej.

Takie ujęcie kapitałów rozwojowych tworzy uzasadnienie dla przyjęcia systemowego rozszerzonego modelu 4T. Model ten integruje kluczowe wymiary funkcjonowania miasta, które w dotychczasowych koncepcjach analizowane były w sposób rozproszony. Podstawą modelu są cztery wzajemnie powiązane kapitały: technologiczny, ludzki (talent), relacyjny (tolerancja i zaufanie) oraz instytucjonalno-terytorialny. Każdy z kapitałów pełni odrębną funkcję rozwojową, jednocześnie pozostając w relacji współzależności z pozostałymi – w badaniach poszukuje się dalszych elementów mogących pogłębiać te relacje. Dla przejścia od ogólnej koncepcji do analizy empirycznej konieczne jest jednoznaczne zdefiniowanie komponentów modelu, ich funkcji oraz sposobu, w jaki wpływają na rozwój i odporność miasta. Powyższe musi zostać potwierdzone właśnie w badaniach empirycznych.

2.3. OPERACJONALIZACJA MODELU: PROBLEMATYKA BADAWCZA I DEDUKCYJNE WYPROWADZENIE HIPOTEZ

W celu wypełnienia luk badawczych należy skonstruować pytania badawcze i hipotezy zgodne z kierunkami rozbudowy modelu 4T. Ich zadaniem jest przekształcenie związków teoretycznych pomiędzy kapitałami (4T) i komponentem rezyliencji (odporności adaptacyjnej) („+”) – ujmowanej operacyjnie m.in. poprzez bezpieczeństwo mieszkańców – w relacje możliwe do empirycznego sprawdzenia w badaniu mieszkańców. Układ hipotez ma charakter hierarchiczny: obejmuje hipotezę główną oraz hipotezy szczegółowe, co pozwala ocenić stabilność efektów w zróżnicowanych grupach respondentów. Takie rozwiązanie ułatwia interpretację rezultatów w dwóch porządkach: (1) wyjaśniającym – czy model 4T+ posiada moc predykcyjną dla postrzegania dekarbonizacji i bezpieczeństwa; (2) aplikacyjnym – jakie konfiguracje kapitałów są krytyczne z perspektywy *public governance*. Konstrukcja hipotez i dobór procedur weryfikacji są zgodne z zasadami projektowania badań ilościowych, w których kluczowe znaczenie ma spójność między modelem teoretycznym, operacjonalizacją oraz analizą statystyczną (Creswell, 2014; Hair i in., 2019).

Pytania badawcze są następujące:

- **PB1.** Jakie przesłanki teoretyczne i empiryczne uzasadniają rozszerzenie modelu kapitałów 4T do modelu 4T+ w kontekście transformacji energetyczno-klimatycznej miast?
- **PB2.** W jaki sposób mieszkańcy oceniają znaczenie transformacji energetyczno-klimatycznej dla bezpieczeństwa funkcjonalnego (w tym energetycznego) oraz jakości życia?
- **PB3.** Jakie zależności (bezpośrednie i pośredniczące) występują pomiędzy kapitałami 4T, integracją kapitałów (INT4T) a rezultatami transformacyjnymi miasta (EFF, SEC) oraz oceną jakości życia?
- **PB4.** W jakim stopniu nierównowaga pomiędzy kapitałami 4T wiąże się z niższym poziomem bezpieczeństwa energetycznego (SEC) i niższą oceną jakości życia mieszkańców GZM?
- **PB5.** Jakie konsekwencje dla zaufania (międzyosobowego i instytucjonalnego) oraz akceptacji działań dekarbonizacyjnych miasta (ACC) wywołuje postrzegana nierównowaga kapitałów 4T?
- **PB6.** W jakim stopniu praktyki partycypacyjne i współzarządzanie publiczne sprzyjają integracji interesariuszy w realizacji celów neutralności klimatycznej w układzie metropolitalnym?

Pytania badawcze PB1–PB6 stanowią podstawę do sformułowania hipotez H1–H7, które przedstawiono poniżej. Hipotezy zostały następnie przełożone na konstrukty oraz wskaźniki pomiarowe (część metodyczna) i poddane weryfikacji z wykorzystaniem technik ilościowych (regresja/mediacja, CB-SEM) oraz modułu jakościowego FGI. Na podstawie pytań badawczych PB1–PB6 sformułowano hipotezy badawcze:

- **H1 (główna).** Integracja kapitałów 4T+ (INT4T) dodatnio wpływa na wyniki transformacyjne miasta: (a) skuteczność dekarbonizacji (EFF) oraz (b) bezpieczeństwo energetyczne mieszkańców (SEC), co pośrednio wzmacnia ocenę jakości życia:
 - H1a. INT4T → EFF,
 - H1b. INT4T → SEC.
- **H2.** Wyższy poziom bezpieczeństwa energetycznego (SEC) istotnie zwiększa akceptację społeczną działań dekarbonizacyjnych miasta (ACC).
- **H3.** Zaufanie instytucjonalne (TRU) mediuje relację pomiędzy polityką klimatyczną miasta (POL) a skutecznością dekarbonizacji (EFF), dopuszczając mediację częściową (istnienie zarówno efektu pośredniego, jak i bezpośredniego); uwaga metodyczna: w modelu pomiarowym zaufanie jest ujmowane dwutorowo – jako element kapitału społecznego/relacyjnego (T3) oraz jako odrębny wskaźnik zaufania instytucjonalnego (TRU), testowany w analizie jako mediator w relacji POL → EFF.
- **H4.** Integracja kapitałów 4T+ (INT4T) dodatnio wpływa na rezylencję/adaptację systemu miejskiego (RES) w warunkach dekarbonizacji;
- **H5.** Wyższy poziom *governance* sieciowego (T4) istotnie zwiększa skuteczność dekarbonizacji (EFF) po uwzględnieniu pozostałych kapitałów T1–T3.
- **H6.** Wyższe poziomy bezpieczeństwa funkcjonalnego (w tym energetycznego) (SEC) sprzyjają wzmacnianiu kapitałów 4T: technologicznego (T1), talentowego (T2), społecznego (T3) oraz terytorialno-instytucjonalnego/*governance* (T4).
- **H7.** Zmienne demograficzne (np. płeć, wiek, wykształcenie) różnicują percepcję kapitałów 4T+ oraz ocenę rezultatów transformacji (EFF/SEC) wśród mieszkańców.

Struktura hipotez ma charakter hierarchiczny: hipoteza H1 agreguje relacje wynikowe (H1a–H1b), H2–H6 testują mechanizmy pośredniczące i warunkowe w modelu 4T+, zaś H7 weryfikuje różnicowanie wyników ze względu na cechy demograficzne.

TABELA 16. Mapowanie hipotez badawczych na konstrukty, operacjonalizację i metody weryfikacji

Hipoteza	Konstrukty/ zmienne	Operacjonalizacja (wskazniki)	Metoda weryfikacji	Kryteria raportowania	Walidacja mechanizmu (FGL)
H1	Integracja kapitałów 4T+; skuteczność dekarbonizacji; bezpieczeństwo energetyczne mieszkanców	Indeks 4T+ (średnia/indeks z wymiarów); skala skuteczności działań dekarbonizacyjnych; skala bezpieczeństwa energetycznego	Regresja wieloraka/ modele porównawcze z kontrolą zmiennych demograficznych; analiza efektów w segmentach	β , $R^2/\Delta R^2$, 95% PU; istotność $p < 0,05$; interpretacja wielkości efektu	FGL: czy 4T+ jest postrzegany jako spójna rama; jak respondenci rozumieją „+” (bezpieczeństwo/energetyka) i jego wpływ na dekarbonizację
H1a–H1b dla SEM	Integracja kapitałów 4T+; skuteczność dekarbonizacji; bezpieczeństwo energetyczne	INT4T = średnia z wystandardyzowanych T1–T4; EFF = indeks skuteczności wdrożeń; SEC = indeks bezpieczeństwa energetycznego (skale 1–5)	CB-SEM ścieżkowy na indeksach (parametry z wystandardyzowanych; SE odporne) oraz analiza porównawcza w segmentach; kontrola zmiennych metryczkowych	β , R^2 , $p < 0,05$; spójność kierunku efektu; interpretacja wielkości efektu (zob. tab. 44; Aneks B5)	Czy 4T+ jest postrzegany jako spójna rama; jak respondenci rozumieją „+” (bezpieczeństwo/energetyka) i jego wpływ na dekarbonizację
H2	Bezpieczeństwo energetyczne; akceptacja społeczna działań dekarbonizacyjnych	Skala bezpieczeństwa energetycznego; skala akceptacji (poparcie dla działań/kosztów/zmian)	Regresja/korelacje cząstkowe z kontrolą; analiza różnic w segmentach	β lub r ; 95% PU; $p < 0,05$; miary efektu	FGL: narracje nt. (nie) pewności energetycznej, kosztów i akceptacji; potwierdzenie, że bezpieczeństwo energetyczne jest warunkiem brzegowym poparcia działań
H3	Polityka klimatyczna miasta; skuteczność wdrożeniowa; kapitał zaufania (mediator)	Skala oceny polityki klimatycznej; skala skuteczności wdrożeniowej; skala zaufania społecznego i instytucjonalnego	Analiza mediacji (<i>bootstrap</i>)/model pośrednictwa	Efekt pośredni: 95% PU nie obejmuje zera; raport: a , b , c ; R^2	FGL: weryfikacja mechanizmu „polityka klimatyczna → zaufanie → akceptacja/ skuteczność”; identyfikacja źródeł (nie)zaufania i warunków legitymizacji

H4	Integracja 4T; odporność systemu miejskiego na kryzysy energetyczne (<i>resilience</i>)	Indeks 4T; skala odporności/ zdolności adaptacyjnej i ciągłości usług energetycznych	Regresja/analiza interakcji (np. 4T $\times$ ryzyko) lub porównanie prób lub porównanie podprób	β /interakcje; 95% PU; $p < 0,05$; interpretacja warunkowa	FGI: rozumienie rezylencji w kryzysie energetycznym; czy integracja kapitałów 4T przekłada się (w percepcji) na ciągłość usług i zdolność adaptacji
H5	Zarządzanie sieciowe; efektywność realizacji celów dekarbonizacji w metropoliach	Skala intensywności współpracy/koordynacji między interesariuszami; skala efektywności wdrożeń	Regresja z kontrolą; porównanie efektów w obszarach/metropoliach	β , R^2 ; 95% PU; $p < 0,05$; wielkość efektu	FGI: ocena współzarządzania i koordynacji interesariuszy; bariery/warunki skuteczności zarządzania sieciowego w dekarbonizacji (<i>case'y</i> lokalne)
H6	Bezpieczeństwo energetyczne; pozostałe kapitały 4T (T1 technologia; T2 talenty i kreatywność; T3 zaufanie i tolerancja; T4 instytucjonalno-terytorialny)	Skala bezpieczeństwa energetycznego; subskale 4T zgodnie z operacjonalizacją (T1–T4)	Regresje dla każdego kapitału 4T (modele cząstkowe)/analiza ścieżek	β , R^2 ; $p < 0,05$; porównanie siły wpływu między modelami	FGI: potwierdzenie, że niski poziom bezpieczeństwa energetycznego osłabia kapitały 4T (np. zaufanie, gotowość do innowacji, współdziałanie); mechanizmy i przykłady
H7	Zmienne demograficzne (M1–M3) jako predyktory (kontrolę) percepcji: POL, TRU, EFF, SEC, ACC, RES (oraz pośrednio oceny 4T poprzez INT4T)	Metryczka: M1 (pleć), M2 (wiek), M3 (wykształcenie). Zmienne zależne: indeksy POL/TRU/EFF/SEC/ACC/RES (1–5; standaryzowane)	Testy różnic (<i>t</i> -test/ANOVA/Kruskal) + CB-SEM (ścieżki kontrolne: M1–M3 $\rightarrow$ POL/TRU/EFF/SEC/ACC/RES; SE odporne; β <i>stand.</i>)	Istotność $p < 0,05$ + wielkość efektu (η^2/d) w testach różnic oraz β <i>stand.</i> (SEM). H7 wsparta, gdy ≥ 1 zmienna demograficzna istotnie różnicuje co najmniej jeden konstrukt	Uzupełniając: FGI – jakościowe potwierdzenie różnic percepcji (np. młodzi vs. starsi; edukacja) w zakresie ekologizacji i bezpieczeństwa

β – standaryzowany współczynnik regresji; R^2 – współczynnik determinacji; ΔR^2 – przyrost wyjaśnianej wariancji; przedziały ufności – zakresy niepewności estymacji parametrów.

Źródło: opracowanie własne.

Aby zapewnić przejrzystość wnioskowania oraz spójność między częścią teoretyczną, pytaniami badawczymi oraz hipotezami a procedurą analityczną, zestawienie w tab. 16 prezentuje mapowanie hipotez na konstrukty, wskaźniki operacjonalizacyjne i metody weryfikacji; jednocześnie wskazuje przyjęte przybliżenia (*proxy*) oraz granice interpretacji wyników.

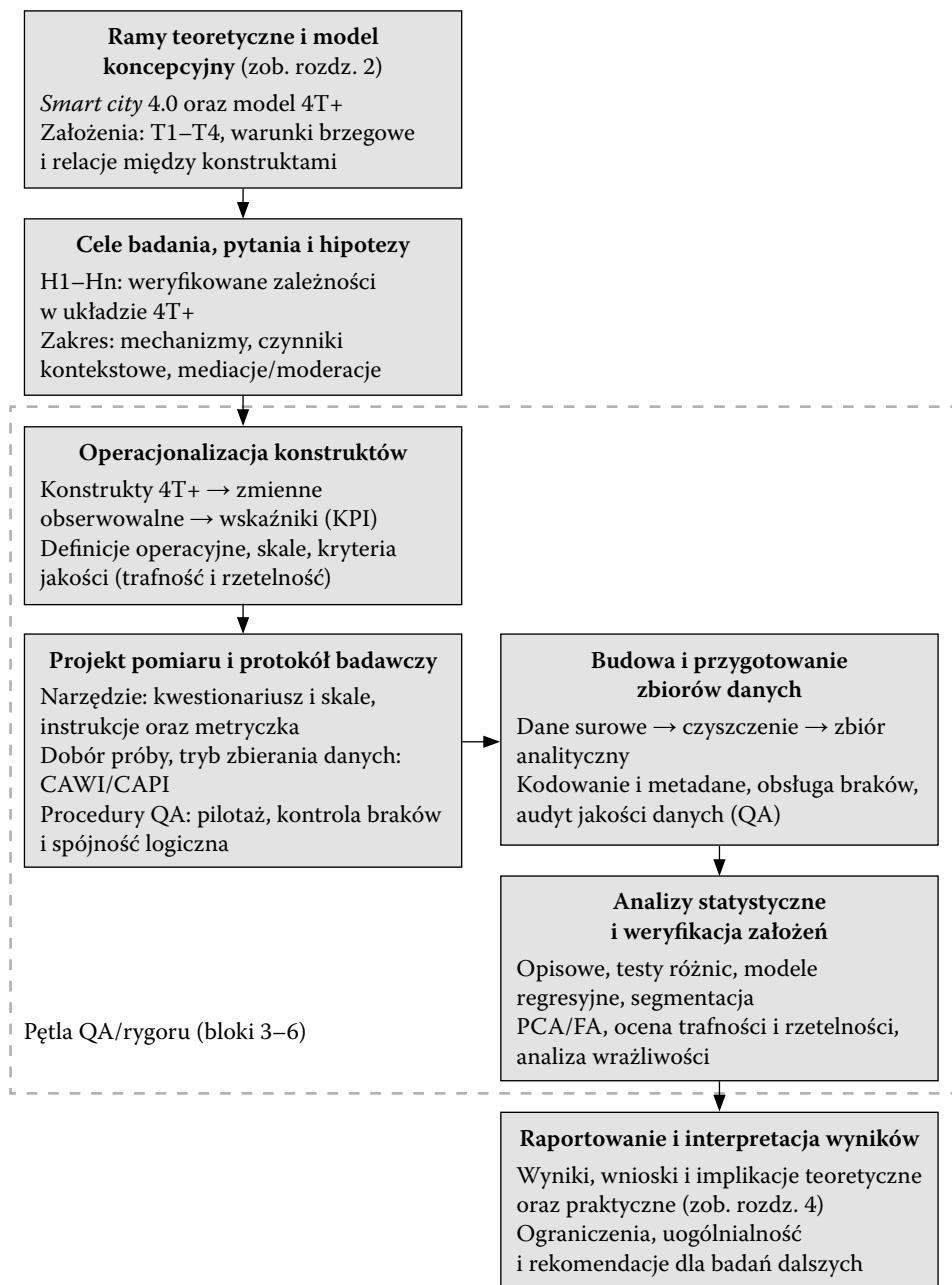
Tabela 16 pełni funkcję „mostu” między modelem koncepcyjnym 4T+ a procedurą weryfikacji empirycznej: pokazuje, które hipotezy są testowane jaką techniką (CB-SEM, regresja/mediacja, testy różnic), a gdzie zastosowano FGI w celu wyjaśnienia mechanizmów. Zestawienie ułatwia również identyfikację ograniczeń badania (m.in. charakter przekrojowy pomiaru, wykorzystanie miar percepcyjnych oraz wąskie ujęcie bezpieczeństwa jako *proxy* rezyliencji w analizowanym kontekście).



RAMY METODYCZNE ANALIZY KAPITAŁÓW 4T+: PROCEDURY BADAWCZE I PARAMETRYZACJA WSKAŹNIKÓW ADAPTACJI

Po zdefiniowaniu architektury modelu 4T+ kolejnym krokiem jest przełożenie konstruktów na mierzalne wymiary i zaprojektowanie procedury badawczej, która zapewnia trafność, rzetelność oraz porównywalność wyników. Przyjęta metodyka opiera się na paradygmacie pragmatyzmu badawczego, łączącym podejście ilościowe z jakościową analizą systemową (Johnson, Onwuegbuzie, 2004; Morgan, 2007). Wybór ten jest podyktowany naturą badanego problemu – miasto jako złożony system adaptacyjny (CAS) nie poddaje się prostej, liniowej parametryzacji. Z tego względu w procesie badawczym wykorzystano triangulację metod i źródeł danych, co pozwala na minimalizację błędów interpretacyjnych oraz zwiększenie trafności formułowanych wniosków (Flick, 2004).

Kluczowym elementem prezentowanej metodyki jest dążenie do identyfikacji i wyjaśnienia zależności pomiędzy poziomem zgromadzonych kapitałów a poziomem postrzeganej adaptacyjności, prowadzącej do odporności (rezyliencji) systemu miejskiego, przy zachowaniu rygoru interpretacyjnego adekwatnego do obserwacyjnego, przekrojowego charakteru danych. Tak sformułowany warsztat badawczy ma na celu nie tylko weryfikację hipotez postawionych w rozdz. 2, ale również dostarczenie odpowiedzi i wytycznych do tworzenia narzędzi diagnostycznych, które mogą znaleźć zastosowanie w praktyce zarządzania strategicznego współczesnymi metropoliami. Przedstawiona sekwencja (zob. rys. 12) pokazuje, że metodyka stanowi spójny proces podporządkowany weryfikacji modelu 4T+, a nie zbiór niezależnych decyzji technicznych. Układ ten uzasadnia dobór narzędzi analitycznych oraz porządkuje sposób interpretacji wyników.

RYСУNEK 12. Projekt badania i logika weryfikacji modelu 4T+ (od teorii do wyników)

Źródło: opracowanie własne.

3.1. ZAŁOŻENIA EPISTEMOLOGICZNE I RAMY METODYCZNE BADANIA: WERYFIKACJA TRAFNOŚCI I RZETELNOŚCI POMIARU

W celu zapewnienia porównywalności wyników, ograniczenia obciążeń pomiaru oraz zwiększenia wiarygodności wnioskowania zastosowano zestaw procedur kontrolnych obejmujących konstrukcję narzędzia, dobór próby, przygotowanie danych, diagnostykę modeli i zasady raportowania. Procedury te odpowiadają standardom badań ilościowych w naukach o zarządzaniu oraz polityce publicznej (Saunders, Lewis, Thornhill, 2019).

W tab. 17 przedstawiono zastosowany rygor badawczy: procedury zapewnienia jakości danych i standardy raportowania.

Przyjęcie projektu badania ilościowego wynikało z potrzeby uzyskania porównywalnych wyników dotyczących percepcji mieszkańców oraz z weryfikacyjnego charakteru postawionych hipotez; wnioski mają charakter analityczny i kontekstowy, a nie statystycznie reprezentatywny dla populacji wszystkich miast. Jednocześnie, aby domknąć model wnioskowania i zwiększyć trafność interpretacyjną, projekt uzupełniono o komponenty jakościowe w logice sekwencyjnej triangulacji: (1) etap diagnostyczny w gminach (analiza dokumentów strategicznych oraz konsultacje/wywiady z przedstawicielami administracji); (2) badanie ankietowe mieszkańców ($N = 1000$); (3) badania fokusowe po etapie ankietowym (2022–2024) jako komponent wyjaśniający i walidujący wątki ujawnione w odpowiedziach otwartych.

Zastosowanie standaryzowanego pomiaru ankietowego jest w tym ujęciu adekwatne, gdy celem jest jednoczesne uchwycenie poziomu konstruktów (kapitały 4T+) i testowanie zależności między nimi w ramach modelu teoretycznego (Saunders, Lewis, Thornhill, 2019). Badanie ma charakter przekrojowy (*cross-sectional*) i zostało zaplanowane tak, aby ograniczyć ryzyko błędu doboru próby, a także zapewnić jak najlepszą stabilność estymacji parametrów. W takim układzie kluczowe jest utrzymanie spójności operacjonalizacji oraz transparentne raportowanie procedur doboru próby i kontroli jakości danych, co wzmacnia audytowalność, replikowalność i wiarygodność wniosków (Saunders, Lewis, Thornhill, 2019). Wielkość próby ($N = 1000$) jest uzasadniona wymogami precyzji estymacji w badaniach sondażowych oraz potrzebą prowadzenia analiz porównawczych między podgrupami.

Z kolei w literaturze metodologicznej podkreśla się, że decyzja o liczebności próby powinna być podporządkowana oczekiwanej zmienności cech i plano-

TABELA 17. Rygor badawczy: procedury zapewnienia jakości danych i standardy raportowania

Obszar rygoru	Zastosowana procedura	Uzasadnienie/standard
Trafność treściowa i konstrukcja skali	Mapowanie konstruktów na pozycje, przegląd literatury, weryfikacja zrozumiałość	Minimalizacja błędu pomiaru (DeVellis, 2016; Hinkin, 1998)
Dobór i kontrola próby	Weryfikacja kompletności kwestionariuszy; kontrola struktury demograficznej	Ograniczenie błędu doboru i braku odpowiedzi (Lohr, 2019; Groves, Peytcheva, 2008)
Screening danych	Kontrola braków danych, obserwacji odstających i spójności odpowiedzi	Warunek poprawnego wnioskowania (Tabachnick, Fidell, Ullman, 2019)
Rzetelność pomiaru	Ocena spójności wewnętrznej skal (α Cronbacha) + interpretacja progów	Standard psychometryczny (Tavakol, Dennick, 2011; DeVellis, 2016)
Obciążenia metody wspólnej	Minimalizacja CMB: (1) anonimizacja i neutralne sformułowania; (2) rozdzielenie bloków tematycznych; (3) zróżnicowanie skal/zakotwiczeń; (4) triangulacja QUAN $\rightarrow$ QUAL (FGI)	Ograniczenie CMB (<i>common method bias</i>) [*] (Podsakoff i in., 2003). Test analityczny (diagnostyczny): analiza dominacji pojedynczego czynnika na macierzy korelacji konstruktów (PCA na macierzy FL). Pierwsza składowa wyjaśnia ~72.2% wariancji, co wskazuje na silny czynnik ogólny (możliwy CMB i/lub wysoka współzależność merytoryczna). Wnioski interpretowano ostrożnie; rekomendowane w przyszłości: <i>marker variable/common latent factor</i> w CFA
Diagnostyka modeli	Kontrola współliniowości (VIF), analiza reszt i stabilności estymacji	Poprawność estymacji (Field, 2018)
Raportowanie efektów	Oprócz p -value: R^2 , przedziały ufności, wielkości efektu	Wzmacnia interpretację i porównywalność (Cohen, 1988; Gelman, Hill, 2007)

*CMB – zniekształcenie wyników wynikające ze wspólnej metody pomiaru (np. jeden kwestionariusz, to samo źródło danych), które może sztucznie zawyżać korelacje.

Źródło: opracowanie własne.

wanym analizom, a nie wyłącznie regułom minimum (Lohr, 2019). Konstrukcja kwestionariusza opierała się na procedurach tworzenia miar dla konstruktów latentnych (ukrytych): określeniu domeny pojęciowej, generowaniu pozycji na podstawie literatury, ocenie eksperckiej trafności treściowej oraz pilotażowym sprawdzeniu zrozumiałości i czasu wypełnienia. Takie podejście ogranicza ryzyko błędów pomiaru i wzmacnia zgodność wskaźników z definicjami teoretycznymi (Hinkin, 1998). Operacjonalizacja zmiennych została przeprowadzona w logice konstruktów latentnych, tj. poprzez zestawy pozycji (*items*) odzwierciedlających domenę pojęciową danego wymiaru. Takie podejście jest standardem w badaniach ankietowych w naukach o zarządzaniu, gdyż ogranicza błąd pomiaru oraz umożliwia ocenę trafności i rzetelności skal przed testowaniem zależności (Hinkin, 1998).

Zastosowanie skali Likerta umożliwia ilościową analizę postaw i percepcji, a w praktyce badań zarządzania dopuszcza stosowanie analiz parametrycznych przy spełnieniu założeń dotyczących rozkładów i właściwości reszt. W celu utrzymania rygoru wnioskowania przyjęto kontrolę założeń (normalność reszt, homoscedastyczność, liniowość), a wyniki interpretowano również przez pryzmat wielkości efektu, nie tylko istotności statystycznej (Field, 2018). Przygotowanie danych poprzedzono procedurą screeningu (braki danych, obserwacje odstające, diagnostyka założeń), ponieważ jakość wnioskowania statystycznego jest wprost zależna od jakości danych wejściowych. Rekomendowana sekwencja to: (1) kontrola kompletności; (2) identyfikacja obserwacji odstających i wpływowych; (3) weryfikacja założeń modelu – zanim przystąpi się do estymacji oraz testowania hipotez (Tabachnick, Fidell, Ullman, 2019). Rzetelność wewnętrzną skal oceniano przy użyciu współczynnika α Cronbacha jako miary spójności pozycji testowych (Tavakol, Dennick, 2011). Interpretację wyników oparto na kryteriach psychometrycznych, zgodnie z którymi wartości ok. 0,70 traktuje się jako minimalny poziom akceptowalny w badaniach eksploracyjnych – natomiast wyższe progi wymagane są w pomiarach o charakterze konfirmacyjnym (Nunnally, Bernstein, 1994; DeVellis, 2016).

Równolegle kontrolowano źródła potencjalnych obciążeń pomiaru typowych dla badań ankietowych (m.in. efekt jednolitej metody). Po stronie procedur zastosowano rozwiązania projektowe ograniczające to ryzyko (anonimowość, rozdzielenie bloków tematycznych, pozycje odwrócone), a w interpretacji wyników uwzględniono zalecenia dotyczące raportowania i redukcji *common method bias*. Dodatkowo, dla oceny potencjalnego *nonresponse bias* rekomenduje się porównanie respondentów „wczesnych” i „późnych” jako test diagnostyczny (Groves, Peytcheva, 2008). Regresję (lub modele wielozmiennowe) zastosowano, ponieważ umożliwia ona jednoczesne oszacowanie wpływu predyktorów

i kontrolę współzmiennych, co jest kluczowe przy identyfikacji determinant postaw mieszkańców.

Dla zapewnienia rzetelności estymacji przyjęto diagnostykę współliniowości (VIF), analizę reszt oraz raportowanie wielkości efektu i przedziałów ufności (Cohen, 1988; Field, 2018). W celu ograniczenia ryzyka zniekształcenia estymacji parametrów weryfikowano współliniowość predyktorów (*VIF/tolerance*). Nadmierna współliniowość prowadzi do niestabilności współczynników i utrudnia interpretację wpływów cząstkowych, dlatego diagnostyka VIF jest standardową procedurą w modelach regresyjnych. W przypadku hipotez dotyczących mechanizmów pośredniczących lub efektów warunkowych zastosowano podejście oparte na przedziałach ufności wyznaczanych metodą *bootstrap*, rekomendowane ze względu na mniejszą wrażliwość na odchylenia od normalności rozkładu efektów pośrednich (Hayes, 2018). Wybór procedury *k-średnich* uzasadnia jej szerokie zastosowanie w segmentacji oraz efektywność obliczeniowa przy większych próbach. Dobór liczby klastrów i jakość segmentacji oceniano przez stabilność rozwiązań i interpretowalność profili, aby uniknąć segmentacji artefaktowej (Arthur, Vassilvitskii, 2007; Jain, 2010). W analizach uwzględniono zmienne kontrolne (np. cechy demograficzne i kontekstowe), aby odseparować wpływy kluczowych predyktorów od efektów wynikających z różnic strukturalnych w próbie. Takie podejście ogranicza ryzyko błędnej atrybucji zależności i wzmacnia trafność wnioskowania. Wyniki raportowano nie tylko poprzez poziomy istotności, ale również przez miary dopasowania i wielkości efektu (np. R^2 , zmiana R^2 , przedziały ufności), zgodnie z zaleceniami metodologicznymi w zakresie interpretacji praktycznej istotności rezultatów (Cohen, 1988).

Rdzeń empiryczny badań stanowi obserwacyjne badanie przekrojowe (liczba mieszkańców $N = 1000$) uzupełnione o komponent jakościowy (badania fokusowe). Taki układ umożliwia identyfikację i opis powiązań pomiędzy konstrukcjami (korelacje, modele regresyjne, segmentacja), jednak nie dostarcza podstaw do jednoznacznego wnioskowania przyczynowego w sensie eksperymentalnym. Kierunek zależności jest wnioskowany w sposób interpretacyjny – na podstawie teorii oraz literatury z zakresu nauk o zarządzaniu i jakości oraz *smart urban governance*. W konsekwencji w części wynikowej sformułowania o charakterze przyczynowym są stosowane wyłącznie w znaczeniu mechanizmowym (interpretacyjnym) i odnoszą się do mechanizmu postulowanego teoretycznie, wspieranego empirycznie, lecz nieweryfikowanego w układzie panelowym. Wyniki ilościowe należy interpretować jako współwystępowanie i siłę powiązań w badanej populacji, z zachowaniem ostrożności w ekstrapolacji poza kontekst badanych miast/metropolii. Ograniczenia badania wynikają z przekrojowego charakteru pomiaru oraz wykorzystania deklaracyjnych danych ankietowych.

W analizach wielowymiarowych wykorzystano podzbiór $N = 143$, obejmujący respondentów bez kodu 0 = „brak rozwiązania” w bloku P2_1–P2_12 (tj. z pełną oceną koszyka 12 rozwiązań technologicznych), co zapewnia porównywalność macierzy korelacji w PCA/FA i segmentacji. Zastosowanie tej procedury wynikało z konieczności zapewnienia porównywalności macierzy korelacji oraz stabilności estymacji parametrów w analizach eksploracyjnych. Jednocześnie świadomie przyjęto, że redukcja liczebności próby może prowadzić do ograniczenia mocy statystycznej oraz potencjalnego ryzyka błędu selekcyjnego. Z tego względu *complete-case analysis* traktowana jest w niniejszym badaniu jako procedura techniczno-analityczna, a nie jako alternatywa dla analiz prowadzonych na próbie pełnej ($N = 1000$), które stanowią podstawę zasadniczego wnioskowania statystycznego. Interpretacja wyników analiz wielowymiarowych ma zatem charakter pomocniczy i eksploracyjny, ukierunkowany na identyfikację struktur relacji oraz profili percepcyjnych – a nie na estymację parametrów populacyjnych. Ryzyko *common method bias* ograniczano procedurami projektowymi i kontrolnymi, jednak wnioski przyczynowe należy formułować ostrożnie, traktując je jako przesłanki do dalszych badań longitudinalnych/panelowych lub triangulacji metod. Założenia te stanowią bezpośredni punkt wyjścia do konceptualnej struktury badania przedstawionej w kolejnym podrozdziale.

3.2. KONCEPTUALNA STRUKTURA BADANIA I RAMY ANALITYCZNE WERYFIKACJI HIPOTEZ O ZDOLNOŚCIACH ADAPTACYJNYCH

Projekt badania został zaplanowany jako sekwencyjny projekt mieszany (*mixed methods*) z dominującym komponentem ilościowym. Rdzeń stanowiło badanie ankietowe mieszkańców ($N = 1000$) oparte na standaryzowanym kwestionariuszu, ukierunkowane na weryfikację hipotez oraz operacjonalizację autorskiego modelu kapitałów 4T+. Etap ankietowy poprzedzono diagnozą instytucjonalną w gminach (analiza dokumentów strategicznych oraz konsultacje/wywiady z przedstawicielami administracji samorządowej), której wyniki wskazywały na niski poziom kodyfikacji polityki rozwoju *smart city* i słabą ekspozycję rozwoju kapitałów 4T w dokumentach rozwojowych.

Badanie ankietowe mieszkańców Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii zrealizowano w podejściu mieszanym (CAWI oraz ankieta bezpośrednia), co pozwoliło pozyskać zróżnicowaną próbę wejściową ($N = 1436$) i ograniczyć ryzyko selekcji kanałowej. Do analiz włączono próby wyselekcjonowane w procesie kontroli jakości i kompletności danych: zbiór podstawowy $N = 1000$ oraz

podzbiór *complete-case* $N = 143$ (zob. tab. 33). Zbiór $N = 1000$ stanowił podstawę wnioskowania ogólnego (statystyka opisowa, modele regresyjne), natomiast *complete-case* wykorzystano do analiz wielowymiarowych (PCA/FA oraz segmentacja), gdzie wymagane jest pełne wypełnienie zestawu zmiennych wejściowych (Yin, 2018).

Narzędzie pomiaru miało postać standaryzowanego kwestionariusza o strukturze blokowej (P1–P26), odnoszącego się do kluczowych komponentów modelu 4T+ (technologie inteligentne; talent i kreatywność; zaufanie; instytucje i terytorium) oraz do zagadnień przekrojowych istotnych dla dekarbonizacji i bezpieczeństwa energetycznego (m.in. ocena usług publicznych, mobilność, partycypacja oraz komunikacja, postawy wobec SDG/*Green Deal/Fit for 55*, bariery i akceleratorzy wdrożeń). Zmiennym percepcyjnym nadano postać skal porządkowych (skale Likerta), uzupełnionych o pytania kategorialne oraz wybrane pytania wielokrotnego wyboru. W celu zwiększenia transparentności procedury badawczej warto odnotować parametry techniczne realizacji pomiaru w próbie analitycznej ($N = 1000$). Mediana czasu wypełnienia kwestionariusza wynosiła 14,7 min (IQR: 9,1–25,7 min; p90: 38,2 min), co wskazuje na adekwatne obciążenie poznawcze respondentów i ogranicza ryzyko „speedingu”.

Większość ankiet zrealizowano na urządzeniach mobilnych (69,4%), a udział tabletów był marginalny (0,2%), co uzasadnia przyjęcie założenia o dominującym kanale *mobile-first* w części CAWI. Kwestionariusz uzupełniono o metryczkę energetyczną, która może wspierać interpretację wyników w kontekście gospodarstw domowych oraz nośników energii. W próbie dominowały gospodarstwa w zabudowie wielorodzinnej (78,9%), a najczęściej wskazywanym nośnikiem ciepła dla ogrzewania lokalu było ciepło systemowe (46,0%), następnie paliwa stałe (17,4%) oraz paliwa ciekłe (16,1%); udział ogrzewania wykorzystującego OZE deklarowało 4,7% respondentów. Jednocześnie 88,8% badanych deklarowało świadomość kosztów energii w gospodarstwie domowym. Tak skonstruowana metryczka umożliwia łączenie zmiennych społeczno-ekonomicznych z determinantami akceptacji działań dekarbonizacyjnych oraz postrzegania ryzyka w obszarze bezpieczeństwa energetycznego.

Struktura próby analitycznej ($N = 1000$) według podstawowych cech metryczkowych przedstawiała się następująco: kobiety – 56,7%, mężczyźni – 43,3%; dominowały kategorie wieku 25–44 lata (łącznie 58,4%), a w zakresie wykształcenia – wykształcenie średnie (45,9%) i wyższe (35,4%). Respondenci rekrutowali się ze wszystkich 16 badanych gmin/miast GZM, przy czym największe udziały w zbiorze miały: Katowice (21,3%), Sosnowiec (14,7%), Gliwice (11,6%), Bytom (10,1%) i Zabrze (9,8%). Wskaźniki te stanowią punkt odniesie-

nia dla interpretacji wyników – zwłaszcza w analizach segmentacyjnych – oraz dla oceny potencjalnej niereprezentatywności.

Dane zebrano w trybie mieszanym (CAWI oraz ankieta bezpośrednia), a następnie poddano procedurze kontroli jakości i porządkowania. Na etapie przygotowania zbioru analitycznego zastosowano kolejno: (1) weryfikację spójności logicznej odpowiedzi i eliminację rekordów z oczywistymi niespójnościami; (2) odrzucenie kwestionariuszy niekompletnych w kluczowych blokach pytań oraz rekordów o niskiej jakości wypełnienia; (3) ujednolicenie kodowania odpowiedzi i konstrukcję zmiennych syntetycznych dla konstruktów 4T+; (4) przygotowanie zbioru podstawowego do analiz regresyjnych ($N = 1000$).

W analizach wymagających pełnej macierzy danych (analiza czynnikowa oraz segmentacja) wykorzystano podzbiór $N = 143$, tj. respondentów, którzy w bloku P2_1–P2_12 nie wskazali kodu 0 = „brak rozwiązania” i mogli ocenić pełny koszyk 12 rozwiązań technologicznych w skali 1–5. Jest to selekcja merytoryczna (respondenci mający możliwość oceny technologii), a nie wyłącznie techniczne *complete-case* wynikające z losowych braków; dlatego wyniki analiz wielowymiarowych interpretowano ostrożnie (ryzyko błędu selekcyjnego) i traktowano pomocniczo względem analiz na $N = 1000$. Takie rozdzielenie zbiorów ($N = 1000$ dla regresji vs. $N = 143$ dla FA/segmentacji) zapewnia spójność wnioskowania: wyniki wyjaśniające oparte są na próbie podstawowej, natomiast struktura konstruktów i profile postaw na próbie o pełnej kompletności danych.

Zasadność zastosowania analizy czynnikowej oceniono na podstawie miary adekwatności próby KMO oraz testu sferyczności Bartletta; uzyskane wartości potwierdziły możliwość identyfikacji struktury ukrytej w zbiorze zmiennych. Stabilność rozwiązania czynnikowego i segmentacyjnego kontrolowano poprzez weryfikację spójności wyników w wariantach analizy (m.in. różne inicjalizacje procedury k -średnich i porównanie profili segmentów), co ogranicza ryzyko artefaktów wynikających z małej liczebności podpróby. Dla pełnej transparentności raportowania wskazano liczebności N dla poszczególnych analiz oraz zastosowano odrębne wnioskowanie dla regresji i FA/segmentacji.

Dobór respondentów miał charakter celowy (nielosowy), co jest rozwiązaniem często stosowanym w badaniach percepcji i postaw w złożonych układach miejskich. W konsekwencji próba nie stanowi statystycznie reprezentatywnego odwzorowania populacji mieszkańców badanego obszaru, a uzyskane rezultaty należy traktować jako uogólnienia analityczne (weryfikacja relacji i mechanizmów w ramach modelu 4T+), a nie estymacje parametrów populacyjnych. W trybie mieszanym (CAWI oraz ankieta bezpośrednia) stopa odpowiedzi jest trudna do jednoznacznego oszacowania i nie powinna być traktowana jako pod-

stawowy wskaźnik jakości; ryzyko błędu niereprezentatywności ograniczono poprzez: (1) zróżnicowanie kanałów dotarcia; (2) kontrolę jakości i spójności odpowiedzi; (3) jawne raportowanie liczebności N dla poszczególnych analiz; oraz (4) testy wrażliwości i triangulację interpretacyjną z FGI. Znaczenie decydujące dla aplikacyjności wyników ma sposób ich społecznej absorpcji oraz poziom zaufania mieszkańców do kierunku prowadzonych zmian. W tym kontekście, wstępnie, model kapitałów 4T+ umożliwia identyfikację mechanizmów, w których kapitał technologiczny jest powiązany z kapitałem talentu i kreatywności, a następnie – za pośrednictwem kapitału zaufania – z oceną działań miasta.

Po analizie wyników ankiet przeprowadzono badania fokusowe (2022–2024; 18 spotkań po 6–10 osób) pełniące funkcję domykającą wnioskowanie i walidującą wątki ujawnione w odpowiedziach na pytania otwarte (w tym bezpieczeństwo i bezpieczeństwo energetyczne). Zgodnie z metodyką badań społecznych i zarządczych kluczowe było zapewnienie spójności między konstrukcją teoretyczną a pomiarem empirycznym. W doborze zmiennych i wskaźników wykorzystano podejścia stosowane w badaniach *smart city*, obejmujące zarówno typologie czynników bazowych, jak i ramy pomiaru odporności oraz zaufania w kontekście wdrożeń publicznych (Li i in., 2017; Vasudavan, Balakrishnan, 2019).

Celem badań empirycznych było nie tylko rozpoznanie opinii mieszkańców na temat funkcjonowania koncepcji *smart city*, lecz także identyfikacja mechanizmów warunkujących skuteczność jej wdrażania w ujęciu systemowym. W tym kontekście badanie zostało osadzone w paradygmacie zrównoważonego rozwoju miast, uwzględniającym równoczesne oddziaływanie czynników technologicznych, społecznych oraz instytucjonalnych. Przedmiot badań obejmował percepcję mieszkańców dotyczącą kluczowych obszarów zarządzania miastem, w tym stopnia wykorzystania inteligentnych technologii, jakości relacji pomiędzy władzami lokalnymi a społecznością, a także – warunków sprzyjających rozwojowi kapitału ludzkiego i kreatywności.

Szczególne znaczenie w badaniu przypisano autorskiemu modelowi kapitałów 4T+, który stanowił ramę interpretacyjną dla analizy zgromadzonych danych empirycznych. Ponadto model ten umożliwił powiązanie subiektywnych ocen mieszkańców z obiektywnymi procesami transformacji miejskiej. Zakres przedmiotowy badań został dodatkowo rozszerzony o wymiar bezpieczeństwa mieszkańców, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa energetycznego. Wątek ten był uwzględniony w konstrukcji narzędzia, a jednocześnie wyrażenie ujawnił się w odpowiedziach respondentów na pytania otwarte w badaniu $N = 1000$, co stało się bezpośrednią przesłanką do uruchomienia etapu badań fokusowych domykających wnioskowanie. Pozwoliło to na ocenę, w jakim stopniu

RYSUNEK 13. Mapa hipotez badawczych i technik analitycznych (schemat weryfikacji)



Źródło: opracowanie własne.

procesy transformacji energetycznej oraz dekarbonizacji miast są postrzegane jako czynniki wzmacniające bądź osłabiające poczucie stabilności społecznej.

Tak sformułowany cel i przedmiot badań umożliwiły kompleksową analizę zależności pomiędzy poszczególnymi kapitałami modelu 4T+, a także stworzyły podstawę do empirycznej weryfikacji hipotez badawczych sformułowanych w rozdz. 2. Charakterystyka próby została opracowana w celu oceny adekwatności do weryfikacji hipotez oraz możliwości uogólniania wyników. Z kolei w literaturze metodycznej podkreśla się, że dobór próby oraz kontrola jakości danych wpływają na rzetelność estymacji parametrów i wnioskowanie statystyczne. Głównym celem badania było poznanie opinii mieszkańców obszaru metropolitalnego na temat funkcjonowania koncepcji *smart city*, ze szczególnym uwzględnieniem autorskiego modelu kapitałów 4T+. Badanie koncentrowało się na identyfikacji postaw mieszkańców wobec wdrażania inteligentnych technologii, budowania zaufania społecznego, rozwoju talentów oraz postrzegania działań miasta w ważnych społecznie kwestiach. Dla zapewnienia przejrzystości powiązań pomiędzy hipotezami a procedurą analityczną przedstawiono mapę, która łączy kluczowe konstrukty modelu 4T+, wskaźniki operacjonalizacyjne oraz przypisane techniki weryfikacji (m.in. modele regresyjne i analizy porównawcze).

Rysunek 13 stanowi graficzne uzupełnienie opisu metodyki i ułatwia śledzenie logiki wnioskowania. Mapa hipotez i metod ogranicza ryzyko niejednoznacznej interpretacji wyników, ponieważ jawnie wskazuje, które zmienne czy miary są wykorzystywane do weryfikacji poszczególnych zależności. Z perspektywy rygoru badawczego diagram zwiększa transparentność oraz replikowalność postępowania analitycznego.

3.3. OPERACJONALIZACJA ZMIENNYCH DO ANALIZY

Operacjonalizację przeprowadzono w sekwencji: (1) definicje operacyjne kapitałów 4T i komponentu „+”; (2) translacja definicji na bloki stwierdzeń w skali Likerta; (3) kontrola jakości danych i rzetelności skal (α Cronbacha, KMO); (4) analiza czynnikowa i agregacja do indeksów; (5) dobór technik weryfikacji hipotez (CB-SEM/regresje/testy różnic); (6) triangulacja interpretacyjna kluczowych wątków poprzez FGI. Założenia conceptualne operacjonalizacji (definicje teoretyczne kapitałów i komponentu „+”) przedstawiono w podrozdz. 2.3, poniżej zaś opisano ich translację do narzędzia badawczego i wskaźników.

Proces operacjonalizacji stanowił kluczowy etap badań empirycznych, ponieważ umożliwił przejście od poziomu teoretycznego do poziomu analizy

empirycznej. Przyjęto założenie, że każdy z kapitałów modelu 4T+ powinien zostać opisany w sposób pozwalający na jego jednoznaczną identyfikację oraz porównywalność wyników:

- Kapitał technologii został zoperacjonalizowany poprzez zmienne odnoszące się do stopnia wdrażania inteligentnych rozwiązań miejskich, poziomu wiedzy mieszkańców na ich temat oraz subiektywnej oceny ich użyteczności w codziennym funkcjonowaniu miasta.
- Kapitał talentu i kreatywności opisano za pomocą zmiennych związanych z możliwościami rozwoju kompetencji, dostępnością inicjatyw edukacyjnych, wsparciem przedsiębiorczości oraz postrzeganiem miasta jako przestrzeni sprzyjającej innowacyjności.
- Kapitał zaufania został ujęty poprzez zmienne dotyczące relacji między mieszkańcami a władzami lokalnymi, poziomu transparentności procesów decyzyjnych oraz gotowości do współuczestnictwa w działaniach rozwojowych.
- Kapitał instytucjonalno-terytorialny opisano poprzez ocenę postawy miasta w kluczowych dla mieszkańców obszarach, takich jak jakość usług publicznych, spójność działań strategicznych oraz zdolność do reagowania na potrzeby społeczności lokalnej.
- Wymiar rezyliencji (odporności adaptacyjnej) systemu miejskiego, oznaczony symbolem „+”, został potraktowany jako komponent nadrzędny modelu 4T+. Operacjonalizacja tego wymiaru obejmowała zmienne odnoszące się do poczucia stabilności dostaw energii, przewidywalności kosztów oraz oceny działań miasta w zakresie transformacji energetycznej.

Zestaw zmiennych i wskaźników został skonstruowany tak, aby umożliwić weryfikację hipotez badawczych oraz ocenę współzależności pomiędzy kapitałami 4T+. Operacjonalizacja polegała na przełożeniu założeń koncepcyjnych na mierzalne zmienne empiryczne (pozycje kwestionariusza), a następnie na budowie syntetycznych miar dla poszczególnych kapitałów. Każdy z czterech kapitałów opisano zestawem zmiennych obserwowalnych odnoszących się do funkcjonowania miasta w ocenie mieszkańców, natomiast komponent „+” zdefiniowano jako rezyliencję (odporność adaptacyjną) systemu miejskiego, operacjonalizowaną w modelu pomiarowym przez konstrukty: bezpieczeństwo energetyczne (SEC) oraz rezyliencję/adaptację (RES). Należy jednak podkreślić, że przyjęte wskaźniki SEC i RES mają w badaniu charakter percepcyjny (deklaratywny) i stanowią miary zastępcze (*proxy*) rezyliencji; pełniejsza ocena odporności miejskiej wymagałaby uzupełnienia ich o miary obiektywne (np. wskaźniki

niezawodności dostaw energii, redundancję infrastruktury, dane o przerwach w świadczeniu usług).

Kapitał technologii obejmował zmienne związane z dostępnością inteligentnych usług publicznych, wykorzystaniem narzędzi cyfrowych w kontaktach z administracją oraz postrzegana efektywnością rozwiązań *smart city*. Zgodnie z klasycznym ujęciem trzech „T” (technologia, talent, tolerancja) technologia jest rozumiana nie jako sama infrastruktura, lecz jako zdolność miasta do tworzenia i wykorzystywania rozwiązań cyfrowych dla poprawy jakości życia oraz efektywności usług publicznych. Dlatego w badaniu nacisk położono na użyteczność i dostępność technologii z perspektywy mieszkańca, a nie wyłącznie na obecność systemów. W operacjonalizacji rozróżniono komponent „dostęp” (np. dostęp do usług e-administracji, kanałów cyfrowych i informacji) oraz komponent „doświadczenie użytkownika” (postrzegana łatwość i skuteczność załatwiania spraw, przejrzystość komunikacji). Takie podejście jest spójne z literaturą *smart city* – traktującą technologię jako element większego układu instytucjonalno-społecznego. Ponieważ wdrożenia *smart city* generują ryzyko cybernetyczne i ryzyko związane z jakością danych, interpretacja technologii została uzupełniona o aspekt wiarygodności oraz zaufania do rozwiązań cyfrowych, co wprost wpływa na ich adopcję przez mieszkańców (Neupane i in., 2021). W konsekwencji zmienne technologiczne stanowią w modelu 4T+ zarówno determinantę rozwoju, jak i warunek stabilności usług krytycznych.

Kapitał talentu odnosi się do jakości i dostępności zasobów ludzkich w mieście, w tym kompetencji, zdolności uczenia się oraz mobilności zawodowej – w badaniu przyjęto perspektywę, w której talent jest czynnikiem zwiększającym zdolność absorpcji innowacji i skuteczność transformacji. Operacjonalizacja została oparta na dwóch logikach pomiaru: (1) ocenie warunków rozwoju kompetencji (edukacja, oferta rozwojowa, możliwość uczenia się przez całe życie); oraz (2) ocenie atrakcyjności miasta jako miejsca pracy i życia (retencja i przyciąganie talentów). Jest to spójne z podejściami, w których *smart city* jest zdolnością do budowania ekosystemów innowacji, a nie tylko wdrożeniem technologii (Vasudavan, Balakrishnan, 2019). Z perspektywy metodologicznej przyjęte wskaźniki talentu pozwalają testować hipotezy o wpływie kapitału ludzkiego na percepcję bezpieczeństwa i odporności systemu miejskiego, w szczególności w warunkach presji kosztowej i regulacyjnej związanej z transformacją energetyczną.

Kapitał tolerancji w modelu 4T+ jest rozumiany jako zasób społeczny determinujący zdolność miasta do funkcjonowania w warunkach różnorodności i konfliktu interesów. Obejmuje on otwartość społeczną, akceptację odmienności (kulturowej, światopoglądowej, stylów życia) oraz gotowość do współdziałania w przestrzeni publicznej. Z kolei w literaturze miast kreatywnych tolerancja

pełni funkcję czynnika przyciągającego talenty i wzmacniającego innowacyjność, ponieważ zwiększa mobilność wiedzy i obniża bariery wejścia do ekosystemu miejskiego.

Operacjonalizacja kapitału tolerancji została oparta na trzech powiązanych komponentach pomiaru: (1) postawy inkluzywne i otwartość na różnorodność; (2) skłonność do kooperacji oraz rozwiązywania sporów w sposób niekonfrontacyjny; (3) gotowość do uczestnictwa w procesach partycypacyjnych i współtworzenia usług miejskich. Włączenie komponentu partycypacyjnego jest uzasadnione wynikami badań *smart city* wskazującymi, że wdrożenia technologiczne są trwalsze, gdy są osadzone w mechanizmach współzarządzania i w praktykach współzarządzania (Korsgaard i in., 2018; Šaparnienė i in., 2021). W warstwie narzędziowej tolerancję mierzono poprzez zestaw stwierdzeń odnoszących się do oceny klimatu społecznego i inkluzywności (np. „miasto sprzyja współpracy między różnymi grupami mieszkańców”), akceptacji konsultacji społecznych (np. „konsultacje są potrzebne, nawet jeśli wydłużają proces decyzyjny”) oraz gotowości do współdziałania (np. udział w inicjatywach lokalnych). Tak zdefiniowane wskaźniki pozwalają testować, czy środowisko społeczne stanowi „katalizator” dla realizacji programów rozwojowych i transformacyjnych, w tym działań wymagających krótkookresowych kosztów po stronie mieszkańców.

Z perspektywy interpretacyjnej kapitał tolerancji pełni w modelu funkcję warunku brzegowego: może wzmacniać wpływ technologii i talentu na postrzeganie miejscowości poprzez zwiększenie legitymizacji i ograniczenie oporu społecznego wobec zmian. Wysoki poziom tolerancji sprzyja również budowaniu zaufania instytucjonalnego, co zwiększa akceptację kosztów krótkookresowych działań transformacyjnych i podnosi trwałość programów *smart city*. Tym samym jest to konstrukt wrażliwy na kontekst lokalny (historia, struktura demograficzna, doświadczenia partycypacyjne), co należy uwzględnić w analizach porównawczych i segmentacyjnych przedstawionych w części empirycznej.

Badania dotyczące akceptacji wykorzystania danych w *smart city* pokazują, że kluczowe znaczenie mają transparentność celów i zasad przetwarzania danych, postrzegana możliwość kontroli, ochrona prywatności oraz zaufanie do instytucji zarządzających danymi; brak tych elementów obniża gotowość mieszkańców do udostępniania danych i akceptacji narzędzi analitycznych (Julsrud, Krogstad, 2020, s. 10). Wynik ten wspiera interpretację kapitału zaufania (*trust*) jako kluczowego mechanizmu adopcji usług cyfrowych i legitymizacji decyzji publicznych. Kapitał ten został w modelu 4T+ potraktowany jako kluczowy mechanizm stabilizujący relacje miasto–mieszkańcy oraz warunkujący skuteczność wdrożeń inteligentnego miasta. Zaufanie obniża koszty transakcyjne współpracy, zwiększa akceptację decyzji publicznych i ułatwia wdrażanie instrumentów

polityki, które w krótkim okresie mogą generować koszty lub niedogodności. W kontekście technologii miejskich zaufanie jest również determinantą adopcji rozwiązań cyfrowych, szczególnie gdy mieszkańcy oceniają wiarygodność danych, bezpieczeństwo i użyteczność usług.

Operacjonalizacja kapitału zaufania obejmowała trzy wymiary pomiarowe: (1) zaufanie interpersonalne (między mieszkańcami); (2) zaufanie instytucjonalne do władz lokalnych i jednostek miejskich; (3) transparentność i responsywność procesów decyzyjnych (jawność informacji, uzasadnianie decyzji, reagowanie na potrzeby). Taki układ jest spójny z podejściem, w którym zaufanie do organizacji publicznych wynika z oceny ich kompetencji, życzliwości i integralności, a transparentność odgrywa rolę wzmacniającą wiarygodność instytucjonalną. W narzędziu badawczym zaufanie mierzono poprzez stwierdzenia oceniające m.in.: wiarygodność władz lokalnych („decyzje są podejmowane w interesie mieszkańców”), przejrzystość polityki („miasto jasno komunikuje cele i skutki działań”) oraz doświadczenia w kontaktach z instytucjami („urząd reaguje na zgłoszenia i problemy”). Wymiar zaufania interpersonalnego pozwala dodatkowo uchwycić kapitał społeczny, który może wspierać samoregulację i współdziałanie w społeczności lokalnej.

W obszarze bezpieczeństwa danych podkreśla się, że systemy *smart city* wymagają zapewnienia integralności i niezmienności danych, m.in. poprzez mechanizmy kryptograficzne (np. podpisy) oraz struktury weryfikacyjne typu Merkle, co ogranicza ryzyko manipulacji i wzmacnia wiarygodność danych wykorzystywanych w usługach publicznych (Zang, 2017, s. 1). Uzasadnia to włączenie perspektywy bezpieczeństwa (cyber i danych) do operacjonalizacji komponentu „+” (rezyliencji) w 4T+. Z perspektywy analitycznej *trust* jest w modelu 4T+ zarówno predyktorem postrzegania miejscowości, jak i potencjalnym moderatorem relacji technologicznych i transformacyjnych. W praktyce oznacza to, że nawet wysokie nakłady inwestycyjne w technologie *smart city* mogą nie przekładać się na pozytywną ocenę miasta, jeżeli nie towarzyszą im transparentne procesy i komunikacja oraz mechanizmy partycypacji.

Rezyliencja (odporność adaptacyjna) systemu miejskiego stanowi rozszerzenie modelu 4T i została ujęta jako komponent „plus” (4T+), ponieważ w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej i narastającego ryzyka systemowego staje się nadrzędnym kryterium oceny instrumentów polityki miejskiej. W ujęciu definicyjnym bezpieczeństwo mieszkańców jest tu traktowane jako operacyjny wymiar rezyliencji: zdolność systemu miejskiego do zapewnienia ciągłości kluczowych usług (w tym energii) przy akceptowalnych kosztach, a także zdolność do absorpcji szoków i adaptacji (Vidiasova, Vidiasov, 2018). Operacjonalizacja bezpieczeństwa mieszkańców – jako wymiaru operacyjnego kompo-

nentu „+” – została zbudowana jako konstrukt złożony z trzech komponentów: (1) bezpieczeństwo energetyczne (ciągłość dostaw, przewidywalność kosztów, odporność infrastruktury); (2) bezpieczeństwo ekonomiczne (odczuwalna stabilność kosztów życia i wrażliwość na wzrost cen energii); (3) bezpieczeństwo społeczne (poczucie stabilności, ograniczanie ryzyka wykluczenia i konfliktów).

Takie ujęcie odpowiada logice, w której dekarbonizacja i transformacja energetyczna są procesem zarządczym o konsekwencjach społeczno-ekonomicznych, a nie wyłącznie inwestycją technologiczną. Równolegle w części instytucjonalno-terytorialnej (warstwa współzarządzania) uwzględniono ocenę spójności działań miasta, jakości usług publicznych oraz zdolności administracji do reagowania na potrzeby mieszkańców. Komponent ten pozwala ocenić, czy miasto ma zdolność koordynacyjną konieczną do prowadzenia zintegrowanej polityki rozwoju w warunkach niepewności regulacyjnej i kosztowej. W pomiarze bezpieczeństwa energetycznego zastosowano wskaźniki percepcyjne odnoszące się do: stabilności dostaw energii, przewidywalności cen oraz odporności systemów miejskich na przerwy i skoki kosztów. Włączenie perspektywy percepcyjnej jest uzasadnione, ponieważ decyzje gospodarstw domowych i akceptacja instrumentów polityki publicznej są kształtowane przez oczekiwania i doświadczenia, a nie wyłącznie przez obiektywne parametry infrastruktury. Z tego względu bezpieczeństwo pełni w modelu 4T+ funkcję operacyjnego miernika rezyliencji oraz „wykonalności społecznej” transformacji.

Z punktu widzenia dalszych analiz empirycznych konstrukt bezpieczeństwa umożliwia sprawdzenie, czy (i w jakim stopniu) kapitały 4T przekładają się na stabilność systemu miejskiego oraz na pozytywną percepcję miejscowości. W szczególności pozwala testować hipotezy dotyczące tego, że zaufanie i talent wzmacniają akceptację transformacji, natomiast sama technologia – bez komponentu instytucjonalno-społecznego – może nie być wystarczająca do poprawy poczucia bezpieczeństwa mieszkańców.

Doprecyzowanie pojęć: w modelu 4T+ rezyliencja („+”) jest rozumiana jako zdolność adaptacyjna systemu miejskiego do utrzymania i odtwarzania funkcji w warunkach zakłóceń. Bezpieczeństwo (zwłaszcza energetyczne) odgrywa w badaniu rolę wskaźnika funkcjonalnego tej zdolności z perspektywy mieszkańca (ciągłość usług i przewidywalność kosztów). Zastosowane miary mają charakter percepcyjny (deklaratywny), dlatego nie są to bezpośrednie, inżynierskie miary odporności infrastruktury; uzupełnienie ich o wskaźniki obiektywne może stanowić kierunek dalszych badań. W konsekwencji bezpieczeństwo nie jest traktowane jako synonim rezyliencji, lecz jako jej empiryczny przejaw w badaniu percepcyjnym. Pełniejsze ujęcie rezyliencji wymagałoby danych obiektywnych (np. niezawodność sieci, redundancja, czas odtwarzania usług).

W celu wyjaśnienia przyjętej procedury analitycznej wskazano, w jaki sposób zostały skonstruowane zmienne stanowiące punkt wyjścia do dalszych analiz (zob. tab. 18). W kwestionariuszu pytania podzielono pomiędzy umownie nazwanymi segmentami (5), w każdym z nich zawarto bloki pytań mające formę stwierdzeń, co jest charakterystyczne w przypadku skali Likerta – stosowanej dla badania opinii i postaw respondentów. Zastosowano skalę pięciostopniową, gdzie w zależności od intencji pytania zwracano się z prośbą do respondentów o ocenę od wartości negującej do potwierdzającej. Przeprowadzona analiza rzetelności pozwoliła sformułować wniosek o wewnętrznej spójności opinii tworzących dany blok.

W niektórych przypadkach analiza czynnikowa z wykorzystaniem rotacji Varimax pozwoliła wyłonić w danym bloku dwa lub cztery czynniki, co zaznaczono w ostatniej kolumnie. Analizę korelacji i regresji poprzedził proces stworzenia indeksów na bazie opinii respondenta zebranych dla danego bloku (jako średnia arytmetyczna opinii danego respondenta na temat opisany w danym bloku). Z kolei bloki z danego segmentu po zintegrowaniu w podobnym procesie tworzyły jedną zagregowaną zmienną odpowiadającą segmentowi.

Dla zapewnienia spójności, że dany blok faktycznie pozwala badać dany obszar, przeprowadzono analizę czynnikową. Wartości współczynnika α Cronbacha wskazywały na możliwość przeprowadzenia takiej analizy. Również wartości współczynnika KMO osiągały poziomy potwierdzające zasadność posłużenia się analizą czynnikową. Wykorzystano rotację Varimax. Dla każdego z bloków pytań utworzono indeksy jako średnią arytmetyczną odpowiedzi respondenta dla pozycji wchodzących w skład danego typu kapitału. Spójność wewnętrzną tych bloków zweryfikowano za pomocą współczynnika α Cronbacha. W każdym przypadku uzyskano wartości przekraczające 0,90 – co wskazuje na bardzo wysoką rzetelność i uzasadnia agregację pozycji do postaci indeksów syntetycznych. Tak skonstruowane indeksy stanowią podstawę dalszych analiz korelacyjnych i modelowych, ponieważ umożliwiają ocenę współzależności pomiędzy kapitałami w ujęciu 4T+. Dla poszczególnych opinii oszacowano statystyki opisowe, których wyniki zawarto w tabelach zamieszczonych w aneksie metodycznym.

W procesie analizy danych zastosowano zestaw metod statystyki opisowej oraz wnioskowania statystycznego. W pierwszym etapie przeprowadzono analizę struktury odpowiedzi oraz podstawowych miar statystycznych (średnia, mediana, dominanta, odchylenie standardowe). Przeprowadzona analiza porównawcza uzyskanych wartości (z uwzględnieniem zmiennych demograficznych charakteryzujących respondentów) pozwoliła zweryfikować hipotezę H7 o znaczeniu tych zmiennych dla postrzegania rozwoju przez miasto kapitałów

TABELA 18. Wyróżnione segmenty, bloki i treść opinii zamieszczonych w kwestionariuszu ankiety

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
Segment 1. Miasto kreatywne	1. Skala nominalna (tak/nie/nie wiem)	1. Intelligentny system monitoringu miejskiego. 2. System miejskiej sieci Wi-Fi. 3. Platforma internetowa do obsługi mieszkańców. 4. System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.). 5. System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne). 6. Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście. 7. System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców. 8. System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta. 9. Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych. 10. System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków. 11. System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia. 12. System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw.	Skala nominalna
	2. Technologie inteligentne (technologia) (skala 1 – wcale nie sprawdza się; 5 – sprawdza się całkowicie)	1. Intelligentny system monitoringu miejskiego. 2. System miejskiej sieci Wi-Fi. 3. Platforma internetowa do obsługi mieszkańców. 4. System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.). 5. System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne). 6. Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście. 7. System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców.	α Cronbacha = 0,978 KMO = 0,936

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
		8. System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta. 9. Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych. 10. System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków. 11. System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia. 12. System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw.	
	3. Rozwój talentów i kreatywność (talent) (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Organizuje konkursy, warsztaty twórcze. 2. Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia. 3. Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi. 4. Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta. 5. Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów. 6. Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych. 7. Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów. 8. Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności. 9. Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni. 10. Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw. 11. Tworzy inkubatory przedsiębiorczości 12. Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne.	α Cronbacha = 0,953 KMO = 0,96
	4. Zaufanie do mieszkańców do siebie i władz (zaufanie) (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Otwartość informacyjna. 2. Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników. 3. Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy. 4. Współfinansowanie inicjatyw społecznych. 5. Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom. 6. Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom.	

	7. Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów. 8. Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje. 9. Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców. 10. Urząd/administracja lokalna są otwarte na współprzedszenie w mieście. 11. Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne. 12. Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych. 13. Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów).	α Cronbacha = 0,958 KMO = 0,968
5. Moje miasto (tolerancja) (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach. 2. Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców. 3. Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych. 4. Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych. 5. Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję. 6. Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji. 7. Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych. 8. Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury. 9. Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji. 10. Przeciwdziała stereotypom. 11. Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego. 12. Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej.	α Cronbacha = 0,955 KMO = 0,969

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
Podsumowujący blok pytań kontrolnych	6. Miasto (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju. 2. Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców. 3. Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie. 4. Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie.	α Cronbacha = 0,904 KMO = 0,837
Segment 2. Miasto inteligentne – <i>European smart city</i>	7. Skuteczność wdrażania innowacji w mieście (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wspiera rynek pracy w kierunku innowacyjności. 2. Wydziela i rozwija specjalne strefy ekonomiczne. 3. Wspiera inkubatory przedsiębiorczości i parki technologiczne. 4. Rekultywuje się tereny przemysłowe. 5. Tworzy w mieście Centrum Usług Wspólnych. 6. Rozwija ośrodki aktywizacji zawodowej dla zapobiegania wykluczeniu. 7. Dbą o przestrzeganie procedur i zapewnienia jawność danych publicznych o mieście. 8. Rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską (drogi, budynki oświaty, kultury, sportu). 9. Stawia na zrównoważony rozwój przestrzenny. 10. Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego. 11. Inwestuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców. 12. Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii. 13. Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach). 14. Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach. 15. Dbą o rozwój zieleni w mieście.	α Cronbacha = 0,964 KMO = 0,973

	8. Rozwijanie nowoczesnej mobilności, transportu i komunikacji (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wdraża/wdrożyło zintegrowany bilet na wszystkie środki komunikacji miejskiej. 2. Uruchamia/uruchomiło elektroniczny bilet/kartę lub inne udogodnienia. 3. Wdraża usługi cyfrowe związane z transportem. 4. Wdrożony jest system elektroniczny do biletów komunikacji. 5. Stosuje zachęty finansowe do korzystania z transportu publicznego. 6. Tworzy drogi rowerowe. 7. Wydziela buspasy. 8. Buduje nowe drogi i mosty, aby upłynnić ruch. 9. Zapewnia płynność ruchu komunikacyjnego w mieście. 10. Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala). 11. Buduje strefy <i>park and ride</i>, ograniczające ruch samochodowy w mieście. 12. Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne. 13. Rozbudowuje transport miejski. 14. Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe). 15. Ogranicza ruch samochodowy w centrum. 16. Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji. 17. Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnóg, samochodów. 18. Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej.	α Cronbacha = 0,956 KMO = 0,966 Dwa czynniki
	9. Rozwiązania prośrodowiskowe i chroniące klimat (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wdraża i wspiera systemy oszczędzania energii, gazu, wody i ciepła. 2. Wdraża i wspiera retencję wody. 3. Buduje lub wspiera odnawialne źródła energii. 4. Stosuje rozwiązania służące obniżeniu emisji CO₂. 5. Dbą i rozwijają przyjazne parki i tereny zielone. 6. Rozdziela tereny przemysłowe od mieszkaniowych, tworzy strefy zieleni. 7. Wdraża i wspiera termomodernizację. 8. Prawidłowo zarządza odpadami, wspiera ich segregację. 9. Uważam, że wydatki miasta na ochronę środowiska są za małe. 10. Za dużo wydaje na ochronę środowiska. 11. Zachęca finansowo do zmiany ogrzewania z węglowego na OZE. 12. Edukuje mieszkańców w zakresie ochrony środowiska.	α Cronbacha = 0,934 KMO = 0,957

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
	10. Dbanie o rozwój mieszkańców i tworzenie społeczeństwa uczącego się (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Dbam o mieszkańców, o ich potrzeby rozwojowe. 2. Organizuję dla mieszkańców miejsca, gdzie możesz się rozwijać. 3. Wspiera szkoły zawodowe i kreatywne. 4. Tworzy warunki dla integracji lokalnych społeczności. 5. Informuję, jak zaangażować się w pracę w społeczności miejskiej, jeśli jest taka. 6. Organizuję pikniki, warsztaty, spotkania mieszkańców i wspiera takie inicjatywy. 7. Myślę, że wskazuje na kierunki rozwoju oferty uczelni wyższych w moim mieście. 8. Wiem, jak miasto wspiera uczelnie i to, co uczelnie robią dla mojego miasta. 9. Promuję wśród mieszkańców uczenie się przez całe życie (<i>life-long learning</i>). 10. Dbam o edukację i rozwój wszystkich grup wiekowych, także seniorów. 11. Reaguję na potrzeby swoich mieszkańców i uwzględniam w planach rozwojowych. 12. Dbam, by grupy społeczne nie były wykluczone ze względu na brak kompetencji cyfrowych.	α Cronbacha = 0 KMO = 0
	11. Dbanie o podnoszenie jakości życia mieszkańców (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wdrażam udogodnienia dla mieszkańców. 2. Pytam i konsultuję z mieszkańcami, co trzeba ulepszyć. 3. Uruchamiam i utrzymuję miejsca integracji mieszkańców, relaksu i odpoczynku. 4. Ułatwiam komunikację i mobilność. 5. Cyfryzuję przestrzeń publiczną, uruchamiam platformy wymiany informacji z mieszkańcami. 6. Rozwój sektora nowoczesnych technologii w moim mieście jest zadowalający. 7. Uważam, że trzeba zwiększyć rozwój sektora nowoczesnych technologii.	α Cronbacha = 0,906 KMO = 0,923

Segment 3. Miasto komunikacyjne	12. Wdrażanie przez miasto nowoczesnych rozwiązań (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. System rewitalizacji wymagających tego obszarów miasta. 2. System monitorowania środowiska naturalnego. 3. System zarządzania odpadami komunalnymi i przemysłowymi. 4. Platformy do dwustronnej komunikacji z mieszkańcami. 5. E-administracja do obsługi mieszkańców. 6. System partycypacji społecznej w decyzjach rozwojowych. 7. Badanie jakości swoich usług dla mieszkańców w ankietach. 8. Badanie poziomu przejrzystości lokalnej/administracji/urzędu.	α Cronbacha = 0,948 KMO = 0,943
	13. Rozwój miasta w kierunku <i>smart city</i> (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Rozwija się w kierunku nowoczesnego miasta. 2. Wdraża nowoczesne rozwiązania w zakresie społecznym, gospodarczym i innowacyjnym. 3. Rozwija inteligentny transport i mobilność. 4. Stosuje nowoczesne rozwiązania prośrodowiskowe i chroniące klimat. 5. Dbą o rozwój mieszkańców i tworzy społeczeństwo uczące się. 6. Dbą o podnoszenie jakości życia mieszkańców. 7. Wdrożyło systemy inteligentnego zarządzania różnego rodzaju aspektami życia w mieście.	α Cronbacha = 0 KMO = 0
	14. Zaangażowanie mieszkańców w mediach społecznościowych w życie miasta (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Zdarza się, że tworzę treść na temat miasta i publikuję ją (zdjęcia, filmy, komentarze, blog, vlog itd.). 2. Mam swoją własną stronę/strony www w Internecie, gdzie czasami promuję ludzi/wydarzenia z mojego miasta. 3. Mam swój kanał/kanaly na YouTube lub innych serwisach streamingowych, gdzie zdarza się, że wspominał o moim mieście. 4. Mam fanpage związany miastem/ludźmi i aktywnie nim zarządzam. 5. Śledzę wiadomości od innych użytkowników na temat tego, co dzieje się w mieście i im odpowiadam, przeglądam i oceniam wiadomości od innych użytkowników. 6. Tylko przeglądam treści w Internecie, oglądam filmy, słucham muzyki itp. 7. Ograniczam swoją aktywność np. tylko do polubienia wydarzeń/osób z mojego miasta.	α Cronbacha = 0,905 KMO = 0,919 Dwa czynniki

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
		8. Ograniczam aktywność do przesyłania znajomym ciekawych treści o mieście i wydarzeniach w nim (linków, zdjęć itp.) z komentarzem lub bez. 9. Uważam, że miasto powinno mocniej zaistnieć w mediach społecznościowych. 10. Korzystam z możliwości poszerzania i pogłębiania wiedzy o wydarzeniach w moim mieście. 11. Muszę szukać informacji o wydarzeniach w moim mieście – brakuje informacji w mediach społecznościowych. 12. Informacje o mieście w Internecie dotyczą głównie spraw administracyjnych. 13. Uważam siebie za twórcę treści w mediach społecznościowych. 14. Uważam siebie raczej za odbiorcę treści w mediach społecznościowych.	
	15. Media społecznościowe a ochrona środowiska (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Chętnie klikam polubienie dla akcji dotyczących się w moim mieście na rzecz ochrony środowiska. 2. Zachęcam w mediach społecznościowych innych użytkowników do działania, jeżeli jest to ważne dla przyrody w mieście. 3. Jeżeli osoby, które obserwuję, polecają mi jakieś rozwiązanie proekologiczne korzystne dla miasta, biorę je pod uwagę. 4. Chętnie kieruję się sugestiami innych w mediach społecznościowych, co robić, by lepiej dbać o środowisko w naszym mieście. 5. Uważam, że wśród ważnych dla ochrony przyrody za kwestie związane z energią. 6. Dowiaduję się samodzielnie o zaangażowaniu firm energetycznych na rzecz ochrony środowiska z mediów społecznościowych. 7. Raczej muszę szukać informacji o zaangażowaniu firm energetycznych na rzecz ochrony środowiska z mediów społecznościowych. 8. Aktywnie szukam informacji w mediach społecznościowych o pochodzeniu źródeł energii którą kupuję.	α Cronbacha = 0,909 KMO = 0,932

	9. Uważam, że media społecznościowe to dobry kanał do informowania o zagrożeniu środowiska. 10. Kiedy chcę wiedzieć więcej o pochodzeniu energii, którą kupuję, samodzielnie poszukuję informacji w mediach społecznościowych lub Internecie.		α Cronbacha = 0 KMO = 0
16. Media społecznościowe a postrzeganie swojej obecności w nich (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Uważam, że angażując się w mediach społecznościowych, mam realny wpływ na wiele zjawisk związanych z ochroną środowiska. 2. Uważam, że media społecznościowe to bardzo dobre źródło informacji o działaniach miasta na rzecz ochrony środowiska. 3. Więcej dowiaduję się w mediach społecznościowych o różnych inicjatywach miasta na rzecz ochrony środowiska niż ze stron miejskich. 4. Mam zaufanie do informacji o mieście z mediów społecznościowych. 5. Rozpoznaję i radzę sobie z fake newsami o wydarzeniach w mieście w mediach społecznościowych. 6. Uważam, że moje miasto obecne w mediach społecznościowych wystarczająco informuje mnie o ważnych dla mnie kwestiach. 7. Uważam, że moje miasto obecne w mediach społecznościowych wiarygodnie informuje mnie o ważnych dla mnie kwestiach. 8. Jeżeli dowiaduję się w mediach społecznościowych o negatywnych praktykach w mieście, natychmiast dzielę się takimi informacjami.		α Cronbacha = 0,922 KMO = 0,941
Segment 4. Miasto sustensywne (miasto adaptacyjne, miasto elastyczne)	17. Opinia mieszkańców o SDGs (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Znam cele zrównoważonego rozwoju. 2. Rozumiem potrzebę wdrażania celów zrównoważonego rozwoju. 3. Miasto informuje mieszkańców o celach zrównoważonego rozwoju. 4. Widzę, że miasto dba o środowisko, ludzi i jakość życia w nim. 5. Cele zrównoważonego rozwoju nie odnoszą się do miasta, w którym żyję. 6. Myślę, że moje miasto ma w swojej strategii cele zrównoważonego rozwoju. 7. Kiedy moje miasto uruchamia inwestycje, to informuje mieszkańców, jakie cele zrównoważonego rozwoju ma realizować. 8. Jestem zainteresowany poznać lepiej cele zrównoważonego rozwoju. 9. Wiem, że jeżeli nie zadamy o środowisko teraz, w przyszłości ucierpią na tym przyszłe pokolenia.	

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
		10. Rozumiem, jakie są lub będą dla mnie w przyszłości skutki wdrożenia celów zrównoważonego rozwoju. 11. Cele zrównoważonego rozwoju wymagają dużych poświęceń (czasowych i finansowych) ze strony mieszkańców, zwłaszcza rezygnacji z intensywniej konsumpcji. 12. Wiem, że dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju mieszkańcy będą musieli być bardziej zdyscyplinowani, jeśli chodzi o ochronę środowiska. 13. Chcę, aby kolejne pokolenia miały dostęp do świeżej wody, powietrza i pięknej przyrody. 14. Wiem, co ja jako mieszkaniec miasta mogę zrobić dla ochrony środowiska i rozwoju społeczności.	
	18. Ocena (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	Oceń, jaki jest poziom realizacji celów ZR w Twoim mieście?	
	19. Postrzeganie celów w <i>Green Deal</i> (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wiem, na czym polega <i>Green Deal</i>. 2. Miasto działa zgodnie z celami koncepcji <i>Green Deal</i>. 3. Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać <i>Green Deal</i>. 4. Chciałbym, oczekuję, że <i>Green Deal</i> będzie spełniony w moim mieście. 5. Uważam, że potrzebne jest dbanie o nasze środowisko zgodnie z <i>Green Deal</i>.	α Cronbacha = 0,884 KMO = 0,795
	20. Ocena poziomu realizacji celów <i>Green Deal</i> (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	Oceń, jaki jest poziom realizacji celów <i>Green Deal</i> w Twoim mieście.	
	21. Nastawienie do <i>Fit for 55</i> (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Wiem, na czym polega koncepcja ograniczania emisji gazów cieplarnianych w miastach (<i>Fit for 55</i>). 2. Miasto działa zgodnie z celami koncepcji ograniczania szkodliwych emisji gazów cieplarnianych w miastach.	α Cronbacha = 0,851 KMO = 0,757

		3. Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać kryteriom ograniczania emisji gazów cieplarnianych zgodnie z założeniami UE <i>Fit for 55</i>. 4. Chciałbym, oczekuję, że program ograniczania szkodliwych emisji CO₂ <i>Fit for 55</i> będzie spełniony w moim mieście. 5. Uważam, że potrzebne są w moim mieście regulacje zapewniające ograniczenie emisji CO₂ zgodnie ze standardami UE <i>Fit for 55</i>.	α Cronbacha = 0,868 KMO = 0,813
Segment 5. Miasto ekologiczne	22. Ocena <i>Fit for 55</i>	Oceń, jaki jest poziom realizacja programu ograniczania emisji gazów cieplarnianych <i>Fit for 55</i> w Twoim mieście.	
	23. Postrzeganie władz/administracji miasta (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Uważam, że moje miasto robi dużo na rzecz ochrony środowiska. 2. Uważam, że władze mojego miasta/samorządu w swoich decyzjach w wystarczającym stopniu dbają o środowisko naturalne. 3. Uważam, że władzom miejskim w wystarczającym stopniu zależy na ochronie środowiska naturalnego. 4. Uważam, że władze miasta wystarczająco informują o swoich działaniach (produkcji energii z odnawialnych źródeł) na rzecz ochrony środowiska. 5. Uważam, że władze miasta mogłyby w znacznie większym stopniu informować o swoich działaniach na rzecz ochrony środowiska. 6. Sądzę, że bez regulacji ustawowych/wymogów krajowych i międzynarodowych miasta niewiele zrobią w najbliższym czasie na rzecz ochrony środowiska. 7. Mój głos jako mieszkańca w kwestii ochrony środowiska nie jest ważny dla miasta. 8. Chciałbym mieć większy wpływ na decyzję, jakie działania ma podejmować miasto w celu ochrony naszego najbliższego środowiska. 9. Mam niewielki wpływ na działania proekologiczne miasta. 10. Chętnie kupowałbym „zieloną energię”. 11. Mając do wyboru przedsiębiorcę oferującego energię z odnawialnych źródeł i takiego, który ma jedynie ze źródeł kopalnych – wybiorę tego pierwszego.	α Cronbacha = 0,895 KMO = 0,916 Dwa czynniki

TABELA 18 – cd.

Segment	Blok opinii	Treść opinii	Parametry kontrolne
		12. Sądzę, że energia, którą kupuję, przynajmniej częściowo pochodzi z odnawialnych źródeł energii (z produkcji ekologicznej). 13. Jestem skłonny zapłacić nieco więcej za energię, jeżeli wiem, że pochodzi z odnawialnych źródeł	
	24. Proekologiczna konsumpcja (skala 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)	1. Zależy mi na tym, aby produkty, których używam, nie szkodziły środowisku. 2. Przy podejmowaniu wielu decyzji uwzględniam potencjalny wpływ moich działań na środowisko. 3. Na moje nawyki zakupowe wpływa troska o nasze środowisko. 4. Martwię się marnowaniem zasobów naszej planety. 5. Opisałbym siebie jako osobę odpowiedzialną za środowisko. 6. Jestem gotów na niedogodności w celu podjęcia działań, które są bardziej przyjazne dla środowiska.	α Cronbacha = 0,911 KMO = 0,905
	25. Czynniki potencjalnie przyspieszające zmianę w <i>smart city</i> (skala nominalna 1 – nie, 2 – tak, 3 – nie wiem)	1. Dostęp do środków unijnych. 2. Podniesienie kompetencji urzędników w zakresie pozyskiwania zewnętrznych źródeł finansowania. 3. Zmiana sytuacji politycznej. 4. Zmiana lokalnych władz. 5. Pojawienie się inwestorów. 6. Nawiązanie współpracy z nowoczesnymi miastami partnerskimi Europy. 7. Inne.	
	26. Bariery hamujące zmianę w <i>smart city</i> (skala nominalna 1 – nie, 2 – tak, 3 – nie wiem)	1. Brak środków finansowych. 2. Niskie kompetencje urzędników. 3. Brak woli ze strony mieszkańców, by coś zmienić. 4. Brak inwestorów. 5. Brak współpracy z nowoczesnymi miastami partnerskimi Europy. 6. Czynniki polityczne. 7. Inne.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie kwestionariusza ankiety.

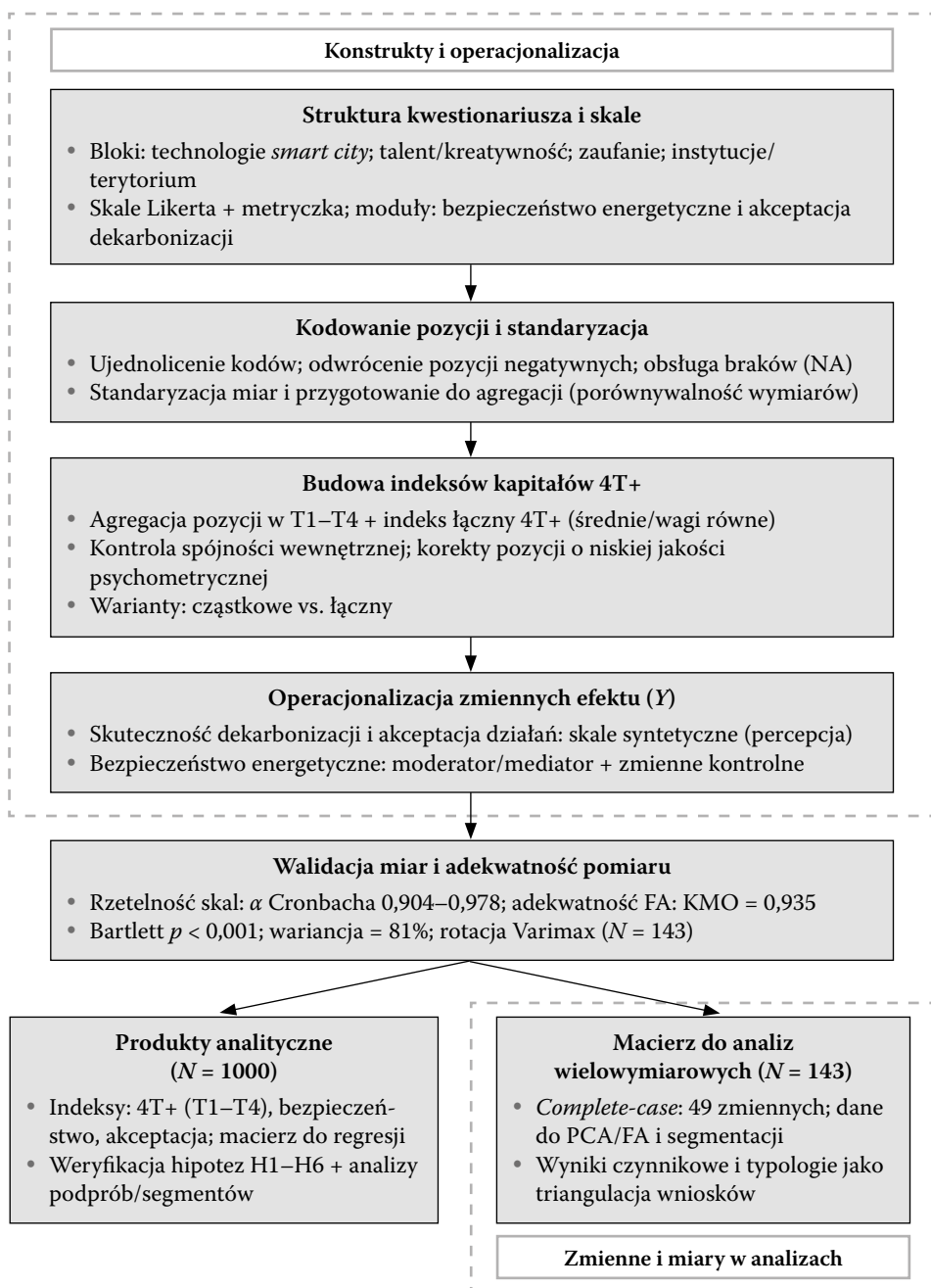
oraz zaangażowania miasta w transformację klimatyczno-energetyczną. Analiza danych pozwala zauważyć, że zmienne te w dominującej większości nie stanowią podstawy do stwierdzenia, że mieszkańcy różnią się w postrzeganiu kapitałów i transformacji w zależności od płci, wieku czy wykształcenia. Warto jednak zauważyć, że wysiłki miasta w kierunku ekologizacji są bardziej zauważane przez grupy najmłodsze wśród badanych oraz najlepiej wykształcone.

W kolejnym etapie analiz skonstruowano indeksy syntetyczne dla poszczególnych bloków tematycznych, obliczane jako średnia arytmetyczna ocen przypisanych do danego obszaru. Pozwoliło to na przeprowadzenie analiz korelacyjnych, których wyniki wskazywały na istotne statystycznie związki pomiędzy badanymi zmiennymi. Takie podejście umożliwia przejście od zależności statystycznych do interpretacji zarządczej bez utraty spójności metodologicznej. Przeprowadzono analizę korelacji dla zidentyfikowania związków między kapitałami oraz kapitałami a postrzeganymi działaniami miasta w sferze transformacji energetyczno-klimatycznej, ochrony środowiska oraz poprawy jakości życia mieszkańców. W kolejnym kroku przeprowadzono analizę regresji w celu zidentyfikowania siły wpływu kapitałów na różne formy miasta (*European smart city*, miasto komunikatywne, miasto sustensywne, miasto ekologiczne). Tu również posłużono się metodą regresji liniowej wprowadzania oraz metodą krokową. Z kolei przeprowadzone analizy mediacji miały na celu ustalenie, czy wprowadzenie mediatorów: działań miasta w sferze transformacji energetyczno-klimatycznej (x_5) oraz ochrony środowiska (x_6) między kapitały 4T (zmienne x_1, x_2, x_3, x_4) a poprawę jakości życia mieszkańców (Y) będzie wpływać na postrzeganą jakość życia przez mieszkańców. Dodatkowo przeprowadzona analiza profilowania mieszkańców pod względem kapitałów miała na celu wyłonienie grup, które reprezentują różne postawy wobec działań miasta. Tym samym potwierdza to konieczność stosowania przez miasto odpowiedniej polityki komunikacji i budowania zaufania poprzez transparentność.

Przedstawiony na rys. 14 schemat pokazuje ciąg logiczny pomiędzy poziomem pomiaru a poziomem wnioskowania: współczynniki uzyskane w modelach statystycznych odnoszą się do zdefiniowanych wcześniej indeksów, które zachowują zakotwiczenie w treści narzędzia badawczego. Takie ujęcie zwiększa trafność interpretacji oraz umożliwia spójne porównania między wymiarami modelu 4T+.

Zasada przypisania wskaźników do wymiarów 4T+ (schemat operacyjny):

- technologia (T1): dostępność, dojrzałość i użyteczność rozwiązań cyfrowych oraz infrastruktury inteligentnej (w tym energetycznej i danych) w usługach miejskich;

RYSUNEK 14. Operacjonalizacja zmiennych i konstrukcja indeksów modelu 4T+ (procedura agregacji)

Źródło: opracowanie własne.

- talenty i kreatywność (T2): kompetencje/kapitał ludzki, zdolności uczenia się, przedsiębiorczość i innowacyjność mieszkańców/organizacji;
- zaufanie i tolerancja (T3): zaufanie do instytucji i interesariuszy, akceptacja decyzji, gotowość do współuczestnictwa oraz klimat inkluzji;
- instytucje i terytorium (T4): jakość ładu instytucjonalnego i współzarządzania, koordynacja wielopodmiotowa, planowanie przestrzenne oraz uwarunkowania terytorialne i infrastrukturalne istotne dla wdrożeń (w tym transformacji energetyczno-klimatycznej);
- komponent „+” (rezyliencja/odporność adaptacyjna; operacjonalizowana m.in. poprzez bezpieczeństwo mieszkańców): stabilność i ciągłość świadczenia usług krytycznych (w tym energii) oraz percepcja ryzyka i zdolność adaptacji do zaburzeń.

W procesie badawczym zastosowano metodę badań ankietowych, która umożliwia pozyskanie danych pierwotnych dotyczących postaw, opinii oraz percepcji mieszkańców wobec funkcjonowania miasta w ujęciu koncepcji *smart city*. Ocena jakości pomiaru obejmowała weryfikację trafności treściowej (na etapie konstrukcji narzędzia), a następnie analizę rzetelności i spójności wewnętrznej skal. W procedurze zastosowano standardowe kryteria oceny rzetelności dla skal wielopozycyjnych oraz kontrolę rozkładów odpowiedzi i braków danych. Wyniki rzetelności (np. α Cronbacha) oraz statystyki opisowe dla kluczowych zmiennych zostały przedstawione w tabelach zamieszczonych w dalszej części rozdziału.

Interpretację przyjęto zgodnie z podejściem, w którym rzetelność jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym dla trafności – dlatego równolegle analizowano spójność logiczną konstruktów i ich powiązanie z modelami referencyjnymi *smart city* oraz odporność systemu miejskiego (Li i in., 2017). Dodatkowo, dla potrzeb segmentacji respondentów oraz identyfikacji profili rozwoju i percepcji bezpieczeństwa, wykorzystano procedury grupowania (*k*-średnich), których wyniki zostały ujęte w zestawieniach tabelarycznych. Uzupełniając, w celu potwierdzenia przyjętej struktury pomiarowej konstruktów (T1–T4 oraz komponent „+”), zastosowano analizę czynnikową confirmacyjną (CFA) w logice modelowania równań strukturalnych, raportując podstawowe wskaźniki dopasowania oraz stabilność ładunków czynnikowych (Kline, 2016). Kodowanie zmiennych, skale pomiaru i zasady agregacji wskaźników ujednolicono, aby zapewnić porównywalność pomiaru w całej próbie i ograniczyć ryzyko błędów interpretacyjnych. Pozycje kwestionariuszowe zostały sformułowane w układzie stwierdzeń ocenianych na wielostopniowej skali Likerta, co jest standardem w badaniach percepcji i postaw.

W analizie przyjęto jednolitą orientację skali (wartości wyższe oznaczają wyższy poziom badanego konstrukt), a w przypadku pozycji o kierunku

przeciwным zastosowano odwrócenie kodowania (*reverse coding*) przed agregacją wyników (Dillman i in., 2014). Dla każdego konstruktu (wymiaru 4T+ oraz wskaźniki bezpieczeństwa i akceptacji) wyliczono miary syntetyczne na podstawie agregacji odpowiedzi pozycji składowych. Agregacja była poprzedzona weryfikacją spójności logicznej pozycji oraz kontrolą braków danych; w przypadku braków o ograniczonej skali stosowano podejście zachowawcze minimalizujące zniekształcenie wyników (Little, Rubin, 2019). Na etapie przygotowania danych weryfikowano rozkłady odpowiedzi oraz stabilność statystyk opisowych w przekrojach metryczkowych, co pozwalało identyfikować potencjalne efekty skrajności (*ceiling/floor*) i różnice w interpretacji skali między grupami respondentów.

W polskich opracowaniach wskazuje się jednocześnie na ambiwalentny charakter *smart city*: obok korzyści (efektywność, jakość usług) pojawiają się ryzyka (w tym ryzyko społeczne i informacyjne), co uzasadnia potrzebę oceny wdrożeń w szerszym ujęciu instytucjonalnym (Zastawnik-Perkosz, 2020). Wyniki agregacji i podstawowe statystyki opisowe zaprezentowano w tabelach wynikowych, aby umożliwić jednoznaczne powiązanie wniosków z danymi empirycznymi oraz zwiększyć replikowalność obliczeń.

Trafność treściowa i procedura przygotowania narzędzia (przegląd ekspercki/pilotaż) zostały zaprojektowane tak, aby utrzymać zgodność pozycji kwestionariusza z konstrukcjami modelu 4T+ oraz ograniczyć ryzyko niejednoznaczności pojęciowej. Trafność treściowa narzędzia (*content validity*) została zapewniona poprzez powiązanie pozycji kwestionariusza z konstrukcjami teoretycznymi opisanymi w rozdz. 2 oraz poprzez weryfikację zgodności treści pozycji z definicjami operacyjnymi wymiarów 4T+ i bezpieczeństwa mieszkańców. Takie podejście minimalizuje ryzyko, że skala mierzy zmienne uboczne lub zbyt wąski aspekt badanego zjawiska.

3.4. BADANIA FOKUSOWE (FGI) JAKO MODUŁ TRIANGULACJI I WALIDACJI MECHANIZMÓW MODELU 4T+ (QUAN → QUAL)

W celu pogłębienia interpretacji wyników badań ilościowych i ograniczenia „skoków interpretacyjnych” wprowadzono komponent jakościowy w logice badań mieszanych typu sekwencyjnego wyjaśniania (*sequential explanatory*; QUAN → QUAL): część ilościowa (ankieta $N = 1000$) identyfikuje zależności statystyczne, natomiast część jakościowa (FGI) wyjaśnia mechanizmy i warunki brzegowe tych zależności.

Przeprowadzone badania metodą *focus group* odpowiadały na cztery główne pytania:

- Jak mieszkańcy rozumieją bezpieczeństwo energetyczne i kiedy staje się ono kryterium oceny działań miasta?
- Co powoduje akceptację (lub odrzucenie) kosztów transformacji energetycznej i dekarbonizacji na poziomie lokalnym?
- Jak działa mechanizm zaufania do instytucji miejskich i w jaki sposób przekłada się na gotowość do współpracy/akceptację zmian?
- Kiedy technologie *smart city* wzmacniają, a kiedy osłabiają rezyliencję (np. przez ryzyka awaryjności, cyberbezpieczeństwa i prywatności)?

Badanie w grupach fokusowych przeprowadzono w latach 2022–2024. Odbyło się 18 spotkań – po 6–10 osób. Uczestników dobierano celowo (*purposeful sampling*) spośród respondentów badania ankietowego, z uwzględnieniem: (1) obecności wątków bezpieczeństwa w odpowiedziach na pytania otwarte; (2) zróżnicowania profili postaw (na podstawie wyników profilowania/*k*-średnich); (3) zróżnicowania demograficznego i terytorialnego (gminy/miasta w układzie metropolitalnym). Tak zaprojektowana rekrutacja zapewniała heterogeniczność dyskusji oraz możliwość identyfikacji powtarzalnych mechanizmów w różnych grupach (Krueger, Casey, 2015).

W badaniu zastosowano moderowany scenariusz obejmujący moduły mapowane na hipotezy i komponenty modelu 4T+. W szczególności analizowano wątki odpowiadające hipotezom H2–H3 (akceptacja i zaufanie) oraz komponentowi „+” (rezyliencji; wątki bezpieczeństwa jako wymiar operacyjny) jako warunkowi dodatkowemu. Dyskusje obejmowały również pośrednio ocenę wykonalności wybranych rekomendacji i mierników (KPI) z perspektywy mieszkańców. Zgromadzony materiał opracowano w procedurze analizy tematycznej (*thematic analysis*): kodowanie otwarte, agregacja kodów do kategorii oraz identyfikacja tematów głównych. Następnie tematy mapowano na kapitały 4T+ i mechanizmy (akceptacja, zaufanie, postrzegane ryzyko, sprawiedliwość transformacji), co umożliwiło włączenie wyników jakościowych do „łańcucha dowodowego” w rozdz. 4 (Braun, Clarke, 2006; Guest, MacQueen, Namey, 2012). Proces analizy materiału jakościowego (FGI) został sformalizowany, aby zwiększyć transparentność oraz powtarzalność wnioskowania. Obejmował następujące kroki i założenia:

- przygotowanie danych: transkrypcja nagrań, anonimizacja, segmentacja wypowiedzi oraz kontrola jakości zapisu;
- kodowanie: kodowanie otwarte, a następnie iteracyjna agregacja kodów do kategorii i tematów; aktualizacja księgi kodów (*codebook*) i utrzymanie śladu audytowego (*audit trail*);
- mapowanie na model 4T+: przypisanie kategorii do kapitałów T1–T4 oraz komponentu „+” (rezyliencja; bezpieczeństwo jako wymiar operacyjny), wraz z identyfikacją relacji mechanizmów (np. bezpieczeństwo → akceptacja);

- walidacja intersubiektywna: weryfikacja spójności kodowania na próbie kontrolnej materiału oraz rozstrzyganie rozbieżności przez konsensus; triangulacja z wynikami QUAN;
- kryterium nasycenia: za nasycenie uznano moment, w którym w kolejnych spotkaniach nie pojawiały się nowe kategorie istotne dla hipotez; dodatkowo kontrolowano nasycenie w segmentach postaw.

Wyniki analizy jakościowej zsyntetyzowano w formie matryc integrujących wyniki ilościowe i jakościowe (*joint display*; zob. tab. 37, 40), łącząc wyniki ilościowe z mechanizmami interpretacyjnymi i barierami wdrożeniowymi. Jest to typowe dla badań jakościowych postępowanie, gdzie kolejne wywiady nie dostarczają nowej wartości poznawczej (Olejnik, Stefańska, 2023).

W celu zapewnienia wiarygodności (*credibility*) i możliwości audytu zastosowano: anonimizację wypowiedzi, dokumentowanie decyzji kodujących, kontrolę spójności kodów oraz weryfikację interpretacji przez triangulację z wynikami ilościowymi. Kryteria jakości odniesiono do klasycznych kategorii wiarygodności badań jakościowych (Lincoln, Guba, 1985; Nowell i in., 2017). Realizację przeprowadzono z uwzględnieniem zasad dobrowolnego udziału, informowania o celu badania oraz wymogów ochrony danych (RODO).

Wyniki FGI wykorzystano do: (1) doprecyzowania interpretacji relacji statystycznych; (2) wskazania warunków brzegowych (np. próg akceptacji kosztów, transparentność komunikacji); (3) uzasadnienia roli bezpieczeństwa energetycznego jako czynnika spajającego model; oraz (4) walidacji rekomendacji i KPI w logice *evidence-based management*. Pozwala to na uporządkowanie instrumentarium analitycznego i procedur weryfikacyjnych zastosowanych do testowania hipotez modelu 4T+, a także zapewnienie spójnego przejścia od konstrukcji teoretycznych do wnioskowania empirycznego. Opis obejmuje: (1) mapowanie hipotez na konstrukty i techniki analizy; (2) kryteria oceny jakości pomiaru oraz dopasowania modeli; a także (3) zasady integracji wyników ilościowych i jakościowych (QUAN → QUAL). Wyniki empiryczne i ich interpretację przedstawiono w rozdz. 4.

Projekt badania ma charakter przekrojowy i opiera się na deklaracyjnych ocenach respondentów, co oznacza, że uzyskane miary opisują percepcję mieszkańców, a nie bezpośrednie pomiary obiektywnych wskaźników infrastrukturalnych lub finansowych. Dobór próby miał charakter celowy i kontekstowy (GZM), dlatego wnioski mają przede wszystkim charakter analityczny oraz porównawczy, a nie statystycznie reprezentatywny dla populacji wszystkich miast. Szczegółową dyskusję ograniczeń oraz kierunków dalszych badań przedstawiono w zakończeniu monografii.

Podsumowaniem procesu operacjonalizacji autorskiego modelu kapitałów 4T+ jest identyfikacja zestawu opinii zgromadzonych w blokach tematycznych,

umożliwiających pomiar poszczególnych kapitałów oraz ich wzajemnych zależności. Bloki te stanowiły podstawę konstrukcji zmiennych analitycznych wykorzystywanych w dalszych etapach analizy ilościowej.

3.5. MODELOWANIE RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH (SEM) JAKO UZUPEŁNIAJĄCA PROCEDURA WERYFIKACJI ZAŁOŻEŃ MODELU 4T+

W celu bezpośredniej weryfikacji hipotez H1–H7 w logice modelu 4T+ zastosowano modelowanie równań strukturalnych w podejściu kowariancyjnym (CB-SEM). CB-SEM umożliwia jednoczesną estymację modelu pomiarowego (trafność i rzetelność konstruktów) oraz modelu strukturalnego (zależności przyczynowo-skutkowe pomiędzy konstruktami), przy równoczesnej ocenie dopasowania globalnego modelu do danych (*fit*).

W odróżnieniu od podejść stricte predykcyjnych CB-SEM jest adekwatne w sytuacji, gdy celem jest testowanie teorii i weryfikacja hipotez z wykorzystaniem ugruntowanych kryteriów dopasowania modelu oraz eksplicytnego uwzględnienia błędu pomiaru.

UZASADNIENIE WYBORU CB-SEM I LOGIKA MODELU

Model badawczy łączy zasoby i potencjały miejskie (kapitały 4T) z rezultatami transformacji energetyczno-klimatycznej (skuteczność dekarbonizacji, bezpieczeństwo energetyczne, rezylencja) oraz z mechanizmami społecznymi (akceptacja, zaufanie). W takiej konfiguracji CB-SEM jest adekwatne, ponieważ:

- umożliwia jednoczesną estymację modelu pomiarowego i strukturalnego oraz eksplicytnie uwzględnienie błędu pomiaru;
- pozwala testować zależności przyczynowe i mechanizmy pośredniczące (np. mediację zaufania w relacji polityka klimatyczna → efektywność wdrożeń);
- dostarcza miar dopasowania oraz jakości konstruktów (trafność i rzetelność), co wzmacnia rygor weryfikacji hipotez.

ŹRÓDŁA DANYCH I PRZYGOTOWANIE ZBIORU

Analizę wykonano na bazie mikrodanych z badania ankietowego mieszkańców ($N = 1000$). Do weryfikacji opisowej rozkładów odpowiedzi oraz do kontroli spójności kodowań wykorzystano tabele rozkładów. Wszystkie zmienne me-

rytoryczne były mierzone skalą Likerta 1–5. W bloku technologicznym zastosowano rekodowanie: wartość 0 (brak wdrożenia rozwiązania/filtr) została przypisana do poziomu 1, interpretowanego jako brak usprawnienia usług wynikającego z danej technologii. Takie podejście zapewnia spójność skali i umożliwia konstrukcję indeksu technologicznego dla całej próby. Pozycje merytoryczne miały charakter porządkowy (skale Likerta 1–5), jednak w module SEM zastosowano wariant ścieżkowy na zmiennych syntetycznych (indeksach), co pozwala traktować je jako przybliżenia ciągłe w analizie kowariancyjnej.

Parametry ścieżek estymowano metodą MNK (OLS) na zmiennych standaryzowanych, a wnioskowanie o istotności oparto na heteroskedastyczno-odpornych błędach standardowych (HC3); dla efektów pośrednich (mediacji) zastosowano *bootstrap* z raportem CI95%. Liczebności N raportowano jawnie dla każdego modułu analitycznego ($N = 1000$ vs. podzbiór $N = 143$ dla PCA/segmentacji). Model CB-SEM raportowany w pracy ma postać modelu ścieżkowego na zmiennych syntetycznych (indeksach) zbudowanych z bloków kwestionariusza (średnie arytmetyczne pozycji w danym bloku). Takie rozwiązanie zachowuje logikę CB-SEM (analiza macierzy kowariancji układu równań) przy jednoczesnym ograniczeniu złożoności modelu pomiarowego. Jakość pomiaru konstruktów oceniono niezależnie (α , CR, AVE oraz trafność dyskryminacyjna), natomiast dopasowanie globalne modelu raportowano w aneksie (zob. tab. 93). W docelowej wersji badań rekomenduje się przejście do pełnego CB-SEM z konstruktami latentnymi (CFA w jednym modelu pomiarowym) oraz estymacją WLSMV/MLR w zależności od charakteru danych i rozkładów.

Testy odporności (*robustness checks*) – zakres: (1) estymacja z błędami standardowymi odpornymi na heteroskedastyczność (estymator typu *sandwich*; wariant HC3) oraz *bootstrap* (percentylowy) dla kluczowych współczynników; (2) kontrola współliniowości predyktorów (diagnostyka VIF) i stabilności znaków współczynników po zmianie specyfikacji; (3) porównanie wyników dla wariantów kodowania zmiennej T1 (rekodowanie $0 \rightarrow 1$ vs. wyłączenie obserwacji) oraz dla różnych liczebności N wynikających z kompletności bloków; (4) weryfikacja wrażliwości segmentacji na inicjalizację. Szczegółowy zakres procedur i ograniczenia (braki danych, błąd wspólnej metody – *common method bias*, CMB) opisano w rozdziale metodycznym oraz w zakończeniu.

OPERACJONALIZACJA KONSTRUKTÓW I MAPOWANIE NA BLOKI ANKIETY

Tabela 19 przedstawia operacjonalizację konstruktów SEM wraz z przypisaniem do bloków i pozycji ankiety.

TABELA 19. Operacjonalizacja konstruktyw SEM

Konstrukty	Rola w modelu 4T	Blok/segment ankiety	Wskaźniki (kody) numer pytania	Skala
T1 – kapitał technologiczny	Egzogeniczny (4T)	Segment 1: technologie inteligentne (P1/P2)	P2_1–P2_12 (0 → 1, brak rozwiązania = 1)	1–5
T2 – kapitał talentu/kreatywności	Egzogeniczny (4T)	Segment 1: talent (P3)	P3_1–P3_12	1–5
T3 – kapitał społeczny (zaufanie + tolerancja)	Egzogeniczny (4T)	Segment 1: zaufanie (P4) + tolerancja (P5)	P4_1–P4_13 oraz P5_1–P5_12	1–5
T4 – kapitał instytucjonalno-terytorialny/governance	Egzogeniczny (4T)	Segment 2: wdrożenie nowoczesnych rozwiązań (P12)	P12_4, P12_6, P12_7, P12_8	1–5
INT4T – integracja 4T+	Egzogeniczny (wyższego rzędu)	Konstrukty złożony	Średnia z wystandaryzowanych T1–T4	z-score
POL – ocena polityki klimatyczno-energetycznej miasta	Egzogeniczny	Segment 4–5: <i>Green Deal/Fit for 55</i> + działania miasta	P23_1–P23_4, P19_2–P19_3, P21_2–P21_3	1–5
TRU – zaufanie (mediator)	Mediator (H3)	Segment 1: zaufanie (P4)	P4_1–P4_13	1–5
EFF – skuteczność dekarbonizacji	Endogeniczny (H1,H3,H5)	Segment 2: klimat/transport + innowacje eco	P9_4, P9_7, P8_14, P8_15, P7_13	1–5
SEC – bezpieczeństwo energetyczne	Endogeniczny (H1)/egzogeniczny (H2,H6)	Segment 2+5: energia w mieście + prosument/OZE	P9_1, P9_3, P9_11, P23_12	1–5
RES – rezyliencja/adaptacja miasta	Endogeniczny (H4)	Segment 2: środowisko i infrastruktura	P7_4, P7_8, P7_9, P9_2, P9_5	1–5
ACC – akceptacja dekarbonizacji	Endogeniczny (H2)	Segment 4–5: <i>Green Deal/Fit for 55</i> + gotowość do kosztów/zmian	P23_10, P23_11, P23_13, P24_6, P19_4, P19_5, P21_4, P21_5	1–5
Kontrolne	Zmienne kontrolne	Metryczka	M1 (płeć), M2 (wiek), M3 (wykształcenie), M4 (jednostka), Dem5 (wiedza o kosztach energii), Dem7 (typ zabudowy), Dem9 (nośnik ogrzewania)	Kategorie

Źródło: opracowanie własne.

PROCEDURA ESTYMACJI I KRYTERIA OCENY MODELI SEM

Procedurę analityczną przeprowadzono w logice CB-SEM, przy czym – ze względu na indeksową operacjonalizację konstruktów – zastosowano wariant ścieżkowy na zmiennych syntetycznych:

- etap jakości pomiaru: rzetelność i trafność bloków oceniono na podstawie α Cronbacha, CR, AVE oraz ładunków z pierwszej składowej (PCA) jako przybliżenia struktury jednoczynnikowej; trafność dyskryminacyjną weryfikowano kryterium Fornella-Larckera oraz HTMT;
- etap strukturalny: oszacowano standaryzowane współczynniki ścieżek (β), heteroskedastyczno-odporne błędy standardowe (wariant HC3; estymator typu *sandwich*), istotność oraz wyjaśnianą wariancję zmiennych endogenicznych (R^2).

Dodatkowo kontrolowano współliniowość predyktorów (VIF) w modelach wielozmiennowych. Mediację (H3) testowano bootstrapem efektu pośredniego ($a \cdot b$) z raportem CI95%. Wskaźniki dopasowania globalnego (χ^2/df , CFI, TLI, RMSEA, SRMR) przedstawiono w aneksie (zob. tab. 93) jako kryterium pomocnicze oceny adekwatności modelu do danych. W modelach uwzględniono zmienne kontrolne (metryczkowe): płeć, wiek, wykształcenie, jednostkę terytorialną oraz zmienne energetyczne (wiedza o kosztach energii, typ zabudowy, nośnik ogrzewania).

SPECYFIKACJA RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH

Model SEM został sformułowany jako układ równań (zmienne standaryzowane). Rdzeń strukturalny testuje H1–H6, natomiast H7 jest weryfikowana jako zestaw ścieżek kontrolnych (DEM $\rightarrow$ konstrukty) oraz w testach różnic:

- $TRU = \beta_0 \cdot POL + \gamma_1 \cdot M1 + \gamma_2 \cdot M2 + \gamma_3 \cdot M3$;
- $SEC = \beta_1 \cdot INT4T + \gamma_4 \cdot M1 + \gamma_5 \cdot M2 + \gamma_6 \cdot M3$;
- $EFF = \beta_2 \cdot INT4T + \beta_3 \cdot POL + \beta_4 \cdot TRU + \gamma_7 \cdot M1 + \gamma_8 \cdot M2 + \gamma_9 \cdot M3$;
- $RES = \beta_5 \cdot INT4T + \gamma_{10} \cdot M1 + \gamma_{11} \cdot M2 + \gamma_{12} \cdot M3$;
- $ACC = \beta_6 \cdot SEC + \gamma_{13} \cdot M1 + \gamma_{14} \cdot M2 + \gamma_{15} \cdot M3$.

Zmienne kontrolne: M1 (płeć), M2 (wiek), M3 (wykształcenie) – kodowanie zgodnie z metryczką. Istotność ścieżek γ raportowano jako weryfikację/*robustness* hipotezy H7.

Dodatkowo oszacowano modele uzupełniające: (a) dekompozycję wpływów T1–T4 na EFF (test H5), (b) wpływ bezpieczeństwa energetycznego na kapi-

tały T1–T4 (test H6) oraz (c) test wpływu nierównowagi pomiędzy kapitałami 4T na bezpieczeństwo energetyczne (odpowiedź na PB4). Przyjęto konstrukty i wskaźniki odpowiednio dla hipotez:

HIPOTEZY ROBOCZE (TECHNICZNE) DO ANALIZY SEM

Hipoteza H1 (główna): Integracja kapitałów 4T+ (INT4T) dodatnio wpływa na wyniki transformacyjne miasta: (a) skuteczność dekarbonizacji (EFF) oraz (b) bezpieczeństwo energetyczne mieszkańców (SEC), co pośrednio wzmacnia ocenę jakości życia:

- H1a. INT4T → EFF;
- H1b. INT4T → SEC.

HIPOTEZY SZCZEGÓŁOWE:

- H2. Wyższy poziom bezpieczeństwa energetycznego (SEC) istotnie zwiększa akceptację społeczną działań dekarbonizacyjnych miasta (ACC);
- H3. Zaufanie instytucjonalne (TRU) mediuje relację pomiędzy polityką klimatyczną miasta (POL) a skutecznością dekarbonizacji (EFF), dopuszczając mediację częściową (istnienie zarówno efektu pośredniego, jak i bezpośredniego).
- H4. Integracja kapitałów 4T+ (INT4T) dodatnio wpływa na rezyliencję/adaptację systemu miejskiego (RES) w warunkach dekarbonizacji.
- H5. Wyższy poziom *governance* sieciowego (T4) istotnie zwiększa skuteczność dekarbonizacji (EFF) po uwzględnieniu pozostałych kapitałów T1–T3.
- H6. Wyższe poziomy adaptacji, bezpieczeństwa (w tym energetycznego) (SEC) sprzyjają wzmacnianiu kapitałów 4T: technologicznego (T1), talentowego (T2), społecznego (T3) oraz terytorialno-instytucjonalnego/*governance* (T4).
- H7. Nieużyta dla potrzeb SEM – tylko statystyka demograficzna (zob. Aneks metodyczny).



KAPITAŁY 4T+ A REZYLIENCJA SYSTEMÓW MIEJSKICH W ŚWIETLE BADAŃ EMPIRYCZNYCH: ANALIZA PORÓWNAWCZA I WERYFIKACJA MODELU

Analiza wyników została ustrukturyzowana w sposób pozwalający na stopniowe pogłębianie wnioskowania – od statystycznego opisu poszczególnych składowych, przez badanie ich wzajemnych interakcji, aż po kompleksową ewaluację komponentu „+” jako spoiwa procesów adaptacyjnych. Wracając do definicji komponentów modelu 4T+, aby pokazać na ich tle wyniki badań, można podsumować, że model nie operuje kapitałami w tradycyjnym, ekonomicznym sensie, lecz należy go interpretować jako konstrukt o charakterze funkcjonalno-percepcyjnym.

W klasycznej ontologii kapitał oznacza względnie trwałe zasoby systemu – materialny lub niematerialny – który może być akumulowany, transferowany oraz wykorzystywany w procesach rozwojowych. Tymczasem część komponentów modelu 4T+ odnosi się nie tyle do zasobów jako takich, ile do postrzeganych właściwości systemu miejskiego oraz ocen jego funkcjonowania. Komponent talent i kreatywność (T2) ma relatywnie najbliższe powiązanie z klasyczną koncepcją kapitału, gdyż odwołuje się do kapitału ludzkiego, kompetencji oraz zdolności poznawczych aktorów miejskich. Technologia (T1) w modelu 4T+ nie jest traktowana wyłącznie jako zasób infrastrukturalny sensu stricto, lecz jako zdolność do implementacji i użytecznego wykorzystania rozwiązań cyfrowych oraz inteligentnej infrastruktury (w tym energetycznej i danych). Zaufanie i tolerancja (T3) mają relacyjno-instytucjonalny charakter: opisują zaufanie, akceptację decyzji, gotowość do współuczestnictwa oraz klimat inkluzji, które warunkują legitymizację działań publicznych. Kapitał instytucjonalno-terytorialny (T4) odnosi się do jakości współzarządzania, koordynacji wielopodmiotowej oraz uwarunkowań terytorialnych determinujących wykonalność i trwałość wdrożeń. Komponent „+” opisuje stan i zdolność adaptacyjną systemu miejskiego w obliczu zaburzeń (w tym transformacji energetyczno-klimatycznej), spajając pozostałe kapitały w logice funkcjonalnej, a nie w klasycznym sensie ekonomicznym.

W konsekwencji model 4T+ może być interpretowany jako model postrzeganych i funkcjonalnych wymiarów zdolności systemu miejskiego, a nie jako model kapitałów w sensie ekonomicznym lub zasobowym. Użycie kategorii „kapitałów” ma w tym ujęciu charakter rozszerzony i metaforyczny, odwołując się do postrzeganych zasobów, relacji oraz właściwości systemu, które wpływają na jego zdolność do stabilnego funkcjonowania i adaptacji. Uzyskane wyniki empiryczne wymagają domknięcia w perspektywie zarządczej: kluczowe staje się wskazanie, jak rozwijać kapitały 4T+ w praktyce *public governance*, jak mierzyć postępy oraz jak minimalizować ryzyko społeczne towarzyszące transformacji.

Model 4T+ umożliwia analizę tych zależności zarówno w ujęciu statycznym, jak i procesowym. Stanowi on tym samym narzędzie interpretacyjne łączące teorię z analizą empiryczną. Sama identyfikacja kapitałów nie wyjaśnia jeszcze dynamiki rozwoju miasta, ponieważ kluczowe są relacje: komplementarność, substytucyjność, efekty progowe oraz sprzężenia zwrotne pomiędzy wymiarami. Rozwój miasta inteligentnego, skutecznie adaptującego się do transformacji energetyczno-kapitałowej, powinien być wspierany wzmacnianiem wszystkich kapitałów 4T. Działania w obszarze budowy rezyliencji inicjowane i wdrażane powinny być przez miasto, które bierze na siebie rolę koordynatora działań, organizuje je oraz w dużym stopniu finansuje, zapraszając do współpracy, wspiera się zasobami i potencjałem interesariuszy – mieszkańców i przedsiębiorstw. Rezultatem wszystkich tych działań jest określony poziom satysfakcji mieszkańców, a także poczucie, że miasto dba o rozwój i zachęca do mieszkania w nim, pracowania i rozwijania się.

4.1. OCENA JAKOŚCI I SATYSFAKCJI MIESZKAŃCÓW Z DZIAŁAŃ (WŁADZ) MIASTA W ZAKRESIE ROZWOJU SMART CITY PRZEZ PRYZMAT KAPITAŁÓW 4T I IMPLEMENTACJI TRANSFORMACJI ENERGETYCZNO- KLIMATYCZNEJ – WYNIKI BADAŃ ILOŚCIOWYCH

Pierwsza refleksja, jaka się nasuwa, dotyczy stanu wiedzy mieszkańców na temat rozwoju w mieście inteligentnych technologii. Okazuje się, że tylko część respondentów (14%) potwierdza, że miasto te rozwiązania wprowadza. Jest to istotna informacja, która wskazuje, że istnieje bardzo duża luka komunikacyjna między tym, co robią władze miasta, a tym, co zauważają mieszkańcy. Znacząca część respondentów ma wiedzę na temat technologii inteligentnych, które funkcjonują w mieście.

Przede wszystkim zauważane są te, które związane są z bezpieczeństwem w przestrzeni miejskiej, informacjami o aktywnościach miasta, system rekrutacji placówek oświatowych, miejskie Wi-Fi, a także platforma internetowa dla mieszkańców oraz systemy rejestracji do miejskiej służby zdrowia. Najrzadziej wskazywano na systemy pomiaru i oszczędzania wody, energii i ciepła oraz system wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów (tab. 20).

TABELA 20. Wiedza mieszkańców na temat istnienia/wdrażania inteligentnych technologii

Rodzaj rozwiązania	Tak	Nie	Nie wiem
Inteligentny system monitoringu miejskiego	72,0	13,4	14,6
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	69,5	14,7	15,8
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	66,8	11,6	21,6
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	65,1	14,9	20,0
System miejskiej sieci Wi-Fi	63,2	20,8	16,0
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	62,6	15,2	22,2
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	60,8	20,9	18,3
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	57,0	18,7	24,3
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	51,6	17,8	30,6
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	44,8	23,8	31,4
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	41,2	23,8	35,0
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	39,1	23,1	37,8

Źródło: opracowanie własne.

Poszczególne kapitały z koncepcji 4T oceniane są na różnym poziomie. Warto jednak zauważyć, że ocena mieszkańców była dokonywana przez pryzmat tylko tych rozwiązań, z którymi mieli kontakt. W badaniu tylko 143 osoby

wskazały, że znają wszystkie wymienione rozwiązania, a 11 z nich – 104 osoby. Co czwarty respondent zna cztery i mniej rozwiązań, wysoki odsetek, 47%, zna sześć i więcej rozwiązań wdrożonych w mieście.

Warto uporządkować wyniki dla segmentu 1 w kwestionariuszu („miasto kreatywne”), ujmując je w bezpośrednim odniesieniu do kapitałów 4T+ (technologia, talent, tolerancja oraz zaufanie). Dzięki temu możliwe jest przejście od opisu rozkładów odpowiedzi do identyfikacji związków, które łączą kapitały niematerialne z wdrożeniami *smart* i postawami mieszkańców. Z tab. 21 wynika, że kapitały są ze sobą silnie skorelowane. W aneksie metodycznym (zob. cz. II) zamieszczono tabele, na podstawie których sformułowano wnioski o niskim znaczeniu zmiennych demograficznych dla oceny poziomu rozwoju kapitałów w miastach. Tym samym zweryfikowano hipotezę 7 o znaczeniu zmiennych demograficznych dla oceny zaangażowania miasta w rozwój kapitałów i transformację energetyczno-klimatyczną.

TABELA 21. Związki pomiędzy kapitałami – analiza korelacji

	x_1 (technologia)	x_2 (talent)	x_3 (zaufanie)	x_4 (tolerancja)
x_1 (technologia)	–			
x_2 (talent)	0,830*	–		
x_3 (zaufanie)	0,813*	0,824*	–	
x_4 (tolerancja)	0,765*	0,748*	0,818*	–

* Korelacja istotna na poziomie 0,01 (dwustronnie).

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wskazuje na znaczącą siłę współzależności pomiędzy poszczególnymi kapitałami. Dodatkowo warto zauważyć, że kapitały są również silnie skorelowane z czynnikami charakterystycznymi dla *smart city* (segment 2 w kwestionariuszu ankiety), miasta komunikatywnego (segment 3 w kwestionariuszu ankiety), a także miasta sustensywnego (segment 4 w kwestionariuszu ankiety) oraz miasta ekologicznego (segment 5 w kwestionariuszu ankiety). Wyniki analizy korelacji zawarto w tab. 22.

Nasuwa się pytanie, w jakim wymiarze miasta inwestycja władz w kapitały oraz w transformację energetyczno-klimatyczną przyczyni się do wzmocnienia danej formy miasta (*European smart city*, miasto komunikatywne, sustensywne czy ekologiczne) w ocenie mieszkańców. Przeprowadzono analizy regresji liniowej, w których przyjęto jako zmienne niezależne ocenę kapitałów 4T (jako jedna

TABELA 22. Kapitał 4T a pozostałe formy miasta

	Kapitały 4T	<i>European smart cities</i>	Miasto komunikatywne	Miasto sustensywne	Miasto ekologiczne
Kapitały 4T	–				
<i>European smart cities</i>	0,853*	–			
Miasto komunikatywne	0,639*	0,689*	–		
Miasto sustensywne	0,783*	0,754*	0,735*	–	
Miasto ekologiczne	0,691*	0,683*	0,703*	0,790*	–

* Korelacja istotna na poziomie 0,01 (dwustronnie).

Źródło: opracowanie własne.

zmienna) oraz ocenę zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną. Zmiennymi zależnymi były kolejne wymiary miasta.

Wyniki (w skróconej wersji w tab. 23) dostarczają ważnych wniosków zarówno poznawczych, jak i aplikacyjnych. Przede wszystkim w przypadku *smart city* to kapitały mają wpływ na wzmocnienie wizerunku *European smart city*, w pozostałych przypadkach to postrzegane inwestycje miasta w *Green Deal* oraz *Fit for 55* miały istotne znaczenie dla danego wymiaru miasta, nie zaś kapitały. Ponieważ jednak relacje pomiędzy zmiennymi niezależnymi (kapitały oraz wizerunek miasta zaangażowanego w zieloną transformację energetyczną) są silnie skorelowane, to występuje współliniowość tych zmiennych. Potwierdzają tę zależność również wnioski płynące z wywiadów grupowych.

W świetle powyższych rozważań sformułowano pytanie, czy inwestycje w kapitały 4T oraz działania w zakresie transformacji energetyczno-klimatycznej sprzyjają poprawie wizerunku miasta jako dbającego o jakość życia mieszkańców. Mieszkańców zapytano, jak postrzegają kapitały 4T oraz zaangażowanie miasta w zieloną energię. Sformułowano również pytanie, czy postrzegane zaangażowanie w zieloną transformację energetyczną (x_5) jest czynnikiem mediującym relację pomiędzy kapitałami 4T a postrzeganiem miasta jako dbającego o jakość życia mieszkańców (zmienna Y). Innymi słowy – czy wprowadzenie x_5 jako mediatora wzmacnia, pozostawia neutralnym czy osłabia wpływ poszczególnych kapitałów na Y . W tym celu przeprowadzono analizę mediacji.

TABELA 23. Wpływ oceny kapitałów i transformacji energetycznej na wymiary miasta – skrócona tabela z wynikami

Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Dopasowany R^2	Współczynnik β	Poziom istotności
<i>European smart city</i>	4T*	0,789	0,59	<0,01
Miasto komunikatywne	(Ocena zaangażowania w transformację energetyczno-klimatyczną) +**	0,537	0,53	<0,01
Miasto sustensywne	(Ocena zaangażowania w transformację energetyczno-klimatyczną) +**	0,883	0,750	<0,01
Miasto ekologiczne	(Ocena zaangażowania w transformację energetyczno-klimatyczną) +**	0,709	0,700	<0,01

* Wykluczony z modelu czynnik ocena zaangażowania miasta w GD i *Fit for 55* (x_5).

** Wykluczony z modelu czynnik ocena 4T.

Źródło: opracowanie własne.

Został zbudowany model, w którym zmienną zależną (Y) jest ocena postrzegania/wizerunku miasta jako dbającego o jakość życia jego mieszkańców. Z kolei jako zmienne niezależne przyjęto postrzegany poziom rozwoju kapitałów (technologia – x_1 , talent – x_2 , zaufanie – x_3 , tolerancja – x_4) oraz postrzegane zaangażowanie miasta w transformację energetyczną (=) (w modelu oznaczone jako x_5). W tab. 24 zawarto spis opinii stanowiących podstawę do wyznaczenia zmiennej zależnej i zmiennych niezależnych. Powstały one jako indeksy, czyli średnie z odpowiedzi uzyskanych od danego respondenta, obliczone z opinii stanowiących dany czynnik. W drugiej kolumnie wymieniono treść opinii, które tworzyły daną zmienną. Obliczono wskaźnik rzetelności dla oceny wewnętrznej spójności zmiennych i jego wartość podano w trzeciej kolumnie. Należy zaznaczyć, że dla zmiennej x_1 były tylko 143 odpowiedzi, zamiast 1000.

Zachodząca między czynnikami korelacja potwierdza współliniowość. Wymienione kapitały są ze sobą powiązane i na siebie oddziałują. Jednocześnie istnieje współzależność między nimi a oceną postrzeganej roli miasta w dbaniu o jakość życia. Przy założeniu, że zależność jest liniowa, równanie przyjmowałoby następującą postać:

$$Y = ax_1 + \text{składnik reszkowy.}$$

TABELA 24. Wskaźniki rzetelności (α Cronbacha) i adekwatności próby (KMO) dla zmiennych Y oraz $x_1 - x_6$

Czynnik	Opinie	α Cronbacha i KMO
Zmienna postrzegana rola miasta w dbaniu o jakość życia w mieście (Y) Segment 2, blok 11, pytania 1–7	1. Wdraża udogodnienia dla mieszkańców. 2. Pyta i konsultuje z mieszkańcami, co trzeba ulepszyć. 3. Uruchamia i utrzymuje miejsca integracji mieszkańców, relaksu i odpoczynku. 4. Ułatwia komunikację i mobilność. 5. Cyfryzuje przestrzeń publiczną, uruchamia platformy wymiany informacji z mieszkańcami. 6. Rozwój sektora nowoczesnych technologii w moim mieście jest zadowalający. 7. Uważam, że trzeba zwiększyć rozwój sektora nowoczesnych technologii.	α Cronbacha = 0,906 KMO = 0,923
Technologia (x_1) Segment 1, blok 2, pytania 1–12	1. Inteligentny system monitoringu miejskiego. 2. System miejskiej sieci Wi-Fi. 3. Platforma internetowa do obsługi mieszkańców. 4. System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.). 5. System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne). 6. Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście. 7. System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców. 8. System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta. 9. Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych. 10. System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków. 11. System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia. 12. System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw.	α Cronbacha = 0,978 KMO = 0,936

TABELA 24 – cd.

Czynnik	Opinie	α Cronbacha i KMO
Talent (x_2) Segment 1, blok 3, pytania 1–12	1. Organizuje konkursy, warsztaty twórcze. 2. Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia. 3. Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi. 4. Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta. 5. Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów. 6. Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych. 7. Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów. 8. Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności. 9. Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni. 10. Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw. 11. Tworzy inkubatory przedsiębiorczości 12. Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne.	α Cronbacha = 0,953 KMO = 0,96
Zaufanie (x_3) Segment 1, blok 4, pytania 1–13	1. Otwartość informacyjna. 2. Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników. 3. Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy. 4. Współfinansowanie inicjatyw społecznych. 5. Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom. 6. Zapewnienie mieszkańcom bezpieczeństwa i ochrony. 7. Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów. 8. Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje. 9. Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców. 10. Urząd/administracja lokalna są otwarte na współpracę w mieście. 11. Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne. 12. Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych. 13. Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów).	α Cronbacha = 0,958 KMO = 0,968

Tolerancja (x_4) Segment 1, blok 5, pytania 1–12	1. Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach. 2. Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców. 3. Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych. 4. Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych. 5. Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję. 6. Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji. 7. Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych. 8. Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury. 9. Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji. 10. Przeciwdziała stereotypom. 11. Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego. 12. Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej.	α Cronbacha = 0,955 KMO = 0,969
Zmienna: postrzegane zaangażowanie miasta w GD (<i>Green Deal</i>) i <i>Fit for 55</i> (x_5) interpretuje się jako wskaźnik percepcji działań miasta w obszarze transformacji energetyczno-klimatycznej; w modelu stanowi zmienną kontekstową, a nie operacjonalizację komponentu „+” Segment 5, bloki i opinie: 19.2 19.3 20.1 21.2 21.3 22.1 23.4	1. Miasto działa zgodnie z celami koncepcji <i>Green Deal</i>. 2. Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać <i>Green Deal</i> 3. Oceń, jaki jest poziom realizacji celów <i>Green Deal</i> w Twoim mieście. 4. Miasto działa zgodnie z celami koncepcji ograniczania szkodliwych emisji gazów cieplarnianych w miastach. 5. Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać kryteriom ograniczania emisji gazów cieplarnianych zgodnie z założeniami UE <i>Fit for 55</i>. 6. Oceń, jaki jest poziom realizacji programu ograniczania emisji gazów cieplarnianych <i>Fit for 55</i> w Twoim mieście. 7. Uważam, że władze miasta wystarczająco informują o swoich działaniach (produkcji energii z odnawialnych źródeł) na rzecz ochrony środowiska.	α Cronbacha = 0,922 KMO = 0,905

TABELA 24 – cd.

Czynnik	Opinie	α Cronbacha i KMO
Zmienna postrzegane zaangażowanie miasta w ochronę środowiska (x_c) Segment 2, blok 7, 9 i 23: opinie: 7.14 7.15 9.2 9.5 9.6 9.8 9.12 23.1 23.2 23.3	1. Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach. 2. Dbą o rozwój zieleni w mieście. 3. Wdraża i wspiera retencję wody. 4. Dbą i rozwijają przyjazne parki i tereny zielone. 5. Rozdziela tereny przemysłowe od mieszkaniowych, tworzy strefy zieleni. 6. Prawidłowo zarządza odpadami, wspiera ich segregację. 7. Edukuje mieszkańców w zakresie ochrony środowiska. 8. Uważam, że moje miasto robi dużo na rzecz ochrony środowiska. 9. Uważam, że władze mojego miasta/samorządu w swoich decyzjach w wystarczającym stopniu dbają o środowisko naturalne. 10. Uważam, że władzom miejskim w wystarczającym stopniu zależy na ochronie środowiska naturalnego.	α Cronbacha = 0,943 KMO = 0,947

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki analizy regresji wprowadzającej wskazują, iż zmienna x_5 , oznaczana też jako „+” w modelu koncepcyjnym, wyjaśnia 58% zmienności. Jest czynnikiem istotnie wpływającym na ocenę zaangażowania miasta w poprawę jakości życia mieszkańców.

TABELA 25. Wpływ postrzeganego zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną (zmienna x_5 , oznaczana też jako „+” w modelu koncepcyjnym)

Model	R	R^2	Skorygowane R^2	Błąd standardowy oszacowania
1	0,720	0,518	0,518	0,61820

Predyktory: (stała), ocena zaangażowania miasta w GD i *Fit for 55* (x_5).

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 26. ANOVA dla modelu regresji wprowadzającej ($x_5 \rightarrow Y$)

Model		Suma kwadratów	<i>df</i>	Średni kwadrat	<i>F</i>	Istotność
1	Regresja	410,112	1	410,112	1073,115	<0,001
	Reszta	381,406	998	0,382		
	Ogółem	791,518	999			

Zmienna zależna: blok11_jakość_życia_mieszk_Y; predyktory: (stała), ocena zaangażowania miasta w GD i *Fit for 55* (x_5); df – liczba stopni swobody; F – statystyka Fishera-Snedecora.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 27. Współczynniki regresji dla modelu wprowadzającej ($x_5 \rightarrow Y$)

Model		Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane	t	Istotność
		B	błąd standardowy	β		
1	(Stała)	1,152	0,069		16,640	<0,001
	Ocena zaangażowania miasta w GD i <i>Fit for 55</i> (x_5)	0,720	0,022	0,720	32,758	<0,001

Zmienna zależna: blok11_jakość_życia_mieszk_Y.

Źródło: opracowanie własne.

Analiza mediacji metodą regresji liniowej (OLS) z bootstrapem (3000 replikacji; 95% CI percentylowe) oraz zmiennymi x_1 – x_4 (traktowanymi jako predyk-

tory, a Y jako zmienną zależną, natomiast x_5 oraz x_6 jako mediatory) pozwala sformułować dalsze oryginalne wnioski. Zbudowano trzy modele.

Model 1: mediacja przez x_5 (N ogółem = 1000; estymacja efektów w modelu obejmującym x_1 oparta na $N = 143$ ze względu na liczbę ważnych odpowiedzi dla x_1):

- model całkowity (bez mediatora): $R^2 = 0,642$,
- model z mediatorem: $R^2 = 0,694$,
- ścieżka b ($x_5 \rightarrow Y \mid x_1 - x_4$): $b = 0,327, p < 0,001$.

TABELA 28. Wyniki analizy mediacji (model z mediatorem x_5)

Predyktor	Efekt pośredni (a · b)	95% CI dolne	95% CI górne
x_1	0,047	-0,091	0,175
x_2	0,007	-0,103	0,140
x_3	0,073	-0,031	0,226
x_4^*	0,126	0,018	0,251

*Efekt istotny (CI nie obejmuje zera).

Źródło: opracowanie własne.

Model 2: mediacja przez x_6 (N ogółem = 1000; estymacja efektów w modelu obejmującym x_1 oparta na $N = 143$ ze względu na liczbę ważnych odpowiedzi dla x_1):

- model całkowity (bez mediatora): $R^2 = 0,642$,
- model z mediatorem: $R^2 = 0,761$,
- ścieżka b ($x_6 \rightarrow Y \mid x_1 - x_4$): $b = 0,694, p < 0,00$.

TABELA 29. Wyniki analizy mediacji (model z mediatorem x_6)

Predyktor	Efekt pośredni (a · b)	95% CI dolne	95% CI górne
x_1^*	0,240	0,002	0,493
x_2	-0,046	-0,259	0,166
x_3^*	0,186	0,001	0,441
x_4^*	0,209	0,033	0,432

* Efekt istotny (CI nie obejmuje zera).

Źródło: opracowanie własne.

Model 3: model równoległej mediacji (x_5 i x_6 jednocześnie). W modelu uwzględniono oba mediatory jednocześnie w równaniu:

$$Y \sim x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6.$$

Oba mediatory okazały się istotne statystycznie, jednak efekt x_6 był wyraźnie silniejszy ($b \approx 0,50$) niż efekt x_5 ($b \approx 0,25$). Wskazuje to, że x_6 stanowi dominujący mechanizm pośredniczący. Efekty pośrednie w modelu równoległym potwierdzają, że wpływ kapitałów: technologia, zaufanie i tolerancja (x_1 , x_3 i x_4) na Y jest transmitowany głównie przez postrzegane zaangażowanie miasta w ochronę środowiska (x_6), natomiast x_5 pełni funkcję uzupełniającą. Zmienna talent okazała się nieistotna w modelu.

Analiza pozwala sformułować szereg wniosków. Po pierwsze – postrzegane zaangażowanie miasta w ochronę środowiska (x_6) jest silniejszym mediatorem niż zaangażowanie w zieloną transformację energetyczną x_5 . Ponadto zaobserwowano częściową mediację (efekty bezpośrednie pozostają istotne). A najbardziej stabilny mechanizm pośredni dotyczy relacji $x_4 \rightarrow Y$. Podsumowując, x_6 jest silniejszym i bardziej stabilnym mediatorem niż x_5 . Wyniki wskazują na częściową mediację, ponieważ efekty bezpośrednie predyktorów pozostają istotne po uwzględnieniu mediatorów. Obie zmienne wskazują zatem na konieczność inwestowania miasta w ochronę środowiska szeroko rozumianą – jako źródło energii, ale też jako element estetyki miasta i dobrostanu mieszkańców⁷. Przedstawione powyżej wyniki analiz regresyjnych i mediacyjnych są zgodne z hipotezami H1–H3 i stanowią ich empiryczne wsparcie (*robustness*). Formalne rozstrzygnięcie hipotez (w tym H1a–H1b) przedstawiono w podrozdz. 4.4 na podstawie modelu CB-SEM.

Mieszkańcy miast nie stanowią jednorodnej grupy. Postanowiono sprawdzić, jakie profile mieszkańców można zidentyfikować w miastach. Na podstawie przeprowadzonej analizy czynnikowej 49 zmiennych wyłoniono trzy czynniki, które stanowiły podstawę do zidentyfikowania trzech typów mieszkańców. Ze względu na częste wskazywanie kodu 0 = „brak rozwiązania” w bloku technologicznym (P2) do analizy czynnikowej i segmentacji wykorzystano podzbiór 143 kwestionariuszy, w których możliwa była pełna ocena koszyka technologii (P2_1–P2_12>0). Podstawowe dane dotyczące przesłanek, by przeprowadzić

⁷ Uwaga metodyczna: analiza mediacji ma charakter uzupełniający, a jej wyniki należy interpretować ostrożnie w odniesieniu do ścieżek obejmujących zmienną x_1 (technologia), ponieważ dla tego predyktora (blok P2) część respondentów wskazywała kod 0 = „brak rozwiązania”; po wykluczeniu tych obserwacji liczba ważnych odpowiedzi dla x_1 wyniosła $n = 143$ (przy N ogółem = 1000).

analizę czynnikową i segmentację, są następujące: wartość α Cronbacha wynosi 0,992 dla 49 zmiennych,

KMO to miara adekwatności doboru próby i wynosi 0,935. Zastosowano metodę głównych składowych wyodrębniania czynników oraz przeprowadzono rotację Varimax z normalizacją Kaisera. W tab. 30 przedstawiono macierz wyników testów Kaisera-Meyera-Olkina i Bartletta.

TABELA 30. Macierz wyników testów Kaisera-Meyera-Olkina i Bartletta

Miara KMO adekwatności doboru próby.		0,935
Test sferyczności Bartletta	Przybliżone χ^2	11 921,613
	df	1176
	Istotność	0,000

Źródło: opracowanie własne.

Wyłonione czynniki wyjaśniają 81% wariancji, przy czym największy udział ma czynnik 1. W tab. 31 przedstawiono macierz wyników całkowitej wyjaśnionej wariancji.

TABELA 31. Macierz wyników całkowitej wyjaśnionej wariancji

Całkowita wyjaśniona wariancja								
Początkowe wartości własne			Sumy kwadratów ładunków po wyodrębnieniu			Sumy kwadratów ładunków po rotacji		
Ogółem	% wariancji	% skumulowany	ogółem	% wariancji	% skumulowany	ogółem	% wariancji	% skumulowany
35,420	72,285	72,285	35,420	72,285	72,285	15,217	31,054	31,054
2,478	5,057	77,342	2,478	5,057	77,342	12,272	25,046	56,100
1,664	3,397	80,739	1,664	3,397	80,739	12,073	24,639	80,739
0,951	1,941	82,680						

Źródło: opracowanie własne.

Rotacja osiągnęła zbieżność w 8 iteracjach. Wyłonione czynniki wyjaśniają 81% wariancji, przy czym największy udział ma czynnik 1. Czynniki nazwano kolejno:

- wsparcie kreatywności i talentów,
- wspieranie i promowanie tolerancji,
- zorientowanie miasta na technologie inteligentne.

Na podstawie zidentyfikowanych czynników przeprowadzono analizę skupień metodą *k*-średnich i wyłoniono trzy profile postaw badanych mieszkańców (tab. 32).

TABELA 32. Ostateczne centra skupień: profile postaw respondentów – segmentacja metodą *k*-średnich

Ostateczne centra skupień	Grupy mieszkańców		
	1	2	3
Czynnik 1 – wsparcie kreatywności i talentów	0,08416	-0,79883	0,67328
Czynnik 2 – wspieranie i promowanie tolerancji	0,98069	-0,44434	0,22982
Czynnik 3 – zorientowanie miasta na technologie inteligentne	-2,30130	-0,08132	0,42641

Źródło: opracowanie własne.

Profil postaw 1 (czynnik 1) reprezentują mieszkańcy, którzy w większym stopniu niż przedstawiciele pozostałych profili postaw zgadzają się z opiniami, iż miasto jest zorientowane na promowanie i akceptację różnorodności oraz niedyskryminowanie innych osób. To respondenci najbardziej wyróżniający się tym, że doceniają społeczne zaangażowanie miasta w budowanie i wzmacnianie tolerancji. Mieszkańcy z tej grupy nie różnią się od innych grup pod względem oceny zaangażowania miasta w rozwój kreatywności czy wspieranie talentów. Jednak istotnie różnią się od pozostałych profili postaw pod względem oceny wdrożenia/wdrażania technologii inteligentnych – zdecydowanie nie podzielają tych opinii. Są tu bardzo sceptyczni w ocenie tych aspektów w aktywności miasta. Profil postaw 1 jest reprezentowany w większym stopniu przez kobiety, osoby w wieku 25–34 lat z wykształceniem wyższym. Można mu przypisać nazwę: „tolerancyjni”.

Profil postaw 2 (czynnik 2) to osoby, które generalnie pod względem ocenianych obszarów są sceptyczne: w największym stopniu w porównaniu do

pozostałych respondentów nie podzielają opinii o wspieraniu kreatywności i talentów. Nie podzielają również opinii o promowaniu tolerancji czy o wdrażaniu technologii inteligentnych – chociaż w tym ostatnim elemencie nie odbiegają specjalnie od przeciętnego poziomu. To osoby, które w większym lub mniejszym stopniu negują aktywność miasta oraz jakość/poziom zmian we wszystkich trzech obszarach. Profil postaw 2 również charakteryzuje się przewagą kobiet. Dominują tu osoby w wieku 35–44 lat z wykształceniem średnim. To „sceptycy”.

Profil postaw 3 (czynniki 3) reprezentowany jest przez osoby postrzegające pozytywnie aktywność miasta we wszystkich trzech obszarach; w szczególności wyróżniają się w porównaniu z pozostałymi profilami postaw w ocenie kreatywności i wdrażania technologii inteligentnych. To osoby zdecydowanie pozytywniej oceniające jakość oraz zaangażowanie miasta we wskazanych obszarach. W profilu postaw 3 jest niemal po równo kobiet i mężczyzn – dominują osoby w wieku 35–44 lat z wykształceniem wyższym. To profil postaw „entuzjastów zmian” (roboczo: „otwarte umysły i dusze”). Profile postaw istotnie różnią się między sobą. Jednoczynnikowa analiza wariancji wskazuje, że we wszystkich trzech analizowanych sferach różnice pomiędzy profilami postaw są istotne statystycznie. W tab. 33 przedstawiono jednoczynnikową analizę ANOVA istotności różnic między profilami postaw.

W tab. 34 przedstawiono liczebności profili postaw i udział procentowy w próbie *complete-case* oraz charakterystykę na podstawie zmiennych demograficznych osób w poszczególnych profilach.

Stosowanie przez miasto rozwiązań prośrodowiskowych i chroniących klimat nie jest postrzegane jednoznacznie. Ogółem respondenci dość umiarkowanie oceniają zaangażowanie miasta w działania prośrodowiskowe i chroniące klimat. Średnia oscyluje wokół wartości 3,15–3,49. Warto jednak zauważyć, że najwyższą wartość ma opinia, iż miasto wydaje za mało na te działania, co oznacza, że respondenci zauważają potrzebę przeznaczania środków na tę sferę. Niemniej – wartość odchylenia standardowego powyżej 1 wskazuje na zróżnicowanie opinii. Biorąc pod uwagę płeć, analiza ANOVA wskazuje na brak istotnych statystycznie różnic w średnich. Zarówno mężczyźni, jak i kobiety mają takie same poglądy w kwestii aktywności miasta w zakresie ochrony środowiska i klimatu. Biorąc pod uwagę wiek, najwyższe średnie (powyżej 3,5) zaobserwowano w grupie osób 65+ oraz 45–54 lat. A osoby w wieku 25–44 lat miały we wszystkich pytaniach średnie poniżej 3,5.

TABELA 33. Jednoczynnikowa analiza ANOVA: istotność różnic między profilami postaw

Wyszczególnienie		Suma kwadratów	df	Średni kwadrat	F	Istotność
REGR factor score 1 for analysis 1	Miedzy grupami	71,189	2	35,594	70,373	0,000
	Wewnatrz grup	70,811	140	0,506		
	Ogółem	142,000	142			
REGR factor score 2 for analysis 1	Miedzy grupami	26,373	2	13,187	15,966	0,000
	Wewnatrz grup	115,627	140	0,826		
	Ogółem	142,000	142			
REGR factor score 3 for analysis 1	Miedzy grupami	71,569	2	35,784	71,131	0,000
	Wewnatrz grup	70,431	140	0,503		
	Ogółem	142,000	142			
Porównania wielokrotne						
Test Bonferroniego						
zmienna zależna	(1) numer skupienia	(j) numer skupienia	różnica średnich (i - j)	błąd standardowy	istotność	95% przedział ufności dolna granica górna granica
REGR factor score 1 for analysis 1	1	2	0,88298492*	0,23296610	0,001	0,3184877 1,4474822
		3	-0,58912534*	0,23044599	0,035	-1,1475161 -0,0307345
	2	1	-0,88298492*	0,23296610	0,001	-1,4474822 -0,3184877
		3	-1,47211026*	0,12415969	0,000	-1,7729601 -1,1712605
	3	1	0,58912534*	0,23044599	0,035	0,0307345 1,1475161
		2	1,47211026*	0,12415969	0,000	1,1712605 1,7729601

TABELA 33 – cd.

Wyszczególnienie		Suma kwadratów	df	Średni kwadrat	F	Istotność
REGR factor score 2 for analysis 1	1	2	1,42503516*	0,29769408	0,7036963	2,1463740
		3	0,75087276*	0,29447377	0,0373370	1,4644085
	2	1	-1,42503516*	0,29769408	-2,1463740	-0,7036963
		3	-0,67416239*	0,15865658	-1,0586012	-0,2897236
	3	1	-0,75087276*	0,29447377	-1,4644085	-0,0373370
		2	0,67416239*	0,15865658	0,2897236	1,0586012
REGR factor score 3 for analysis 1	1	2	-2,21998119*	0,23233958	-2,7829603	-1,6570020
		3	-2,72771187*	0,22982625	-3,2846010	-2,1708228
	2	1	2,21998119*	0,23233958	1,6570020	2,7829603
		3	-0,50773069*	0,12382579	-0,8077714	-0,2076900
	3	1	2,72771187*	0,22982625	2,1708228	3,2846010
		2	0,50773069*	0,12382579	0,2076900	0,8077714

*Różnica średnich istotna na poziomie 0,05.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 34. Liczebność profili postaw i udział procentowy w próbie *complete-case*.
Zmienne demograficzne osób w poszczególnych profilach

Wyszczególnienie	Profil 1		Profil 2		Profil 3	
	częstość	procent	częstość	procent	częstość	procent
Osoby w profilu	11	100%	61	100%	71	100%
Płeć						
Mężczyzna	4	36,4	27	44,3	35	49,3
Kobieta	7	63,6	34	55,7	36	50,7
Ogółem	11	100,0	61	100,0	71	100,0
Wiek						
18–24 lata	2	18,2	7	11,5	5	7,0
25–34 lata	5	45,5	16	26,2	9	12,7
35–44 lata	1	9,1	18	29,5	31	43,7
45–54 lata	1	9,1	12	19,7	15	21,1
55–64 lata	2	18,2	4	6,6	7	9,9
65 lat i więcej	0	0	4	6,6	4	5,6
Ogółem	11	100,0	61	100,0	71	100,0
Wykształcenie						
Podstawowe i gimnazjalne	0	0	0	0	3	4,2
Zasadnicze zawodowe	2	18,2	10	16,4	12	16,9
Średnie	4	36,4	32	52,5	26	36,6
Wyższe	5	45,5	19	31,1	30	42,3
Ogółem	11	100,0	61	100,0	71	100,0

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak. Wykształcenie – tu najwięcej najwyższych średnich zaobserwowano w przypadku osób z wykształceniem podstawowym.

Źródło: opracowanie własne.

W celu zweryfikowania hipotezy 4⁸ podzielono wyniki pod względem oceny kapitałów na dwie kategorie – jako kryterium podziału przyjęto medianę rów-

⁸ H4. Miasta o wysokim poziomie integracji kapitałów 4T charakteryzują się wyższą oceną zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną oraz ochronę środowiska.

ną 4. W rezultacie analizie poddano odpowiedzi 143 respondentów, którzy w bloku technologicznym P2_1–P2_12 nie wskazali kodu 0 = „brak rozwiązania” (tj. mogli ocenić pełny koszyk 12 rozwiązań *smart city* w skali 1–5). W grupie pierwszej, niżej oceniającej kapitały 4T, znalazło się 75 respondentów (52%), a w drugiej, wyżej oceniającej kapitały miasta, 67 osób (47%). Wyniki wskazują, iż tam, gdzie kapitały oceniane są na wyższym poziomie rozwoju, tam również wyżej oceniane są: zaangażowanie miasta w ochronę środowiska oraz transformację energetyczno-klimatyczną. Ponownie wyżej oceniane jest także zaangażowanie miasta w ochronę środowiska (tab. 35).

TABELA 35. Wyniki oceny postrzegania i zaangażowania w ochronę środowiska oraz transformację

Wyszczególnienie	Respondenci niżej oceniający kapitały 4T			Respondenci wyżej oceniający kapitały 4T			Ogółem		
	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.
Ocena zaangażowania miasta w GD i <i>Fit for 55</i> (x_5)	3,23*	75	0,72	4,36	67	0,72	3,77	142	0,91
Postrzegane zaangażowanie miasta w ochronę środowiska	3,34*	75	0,59	4,54	67	0,61	3,91	142	0,85

* $p < 0,001$.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki te pozwalają potwierdzić hipotezę, iż zarówno rozwój kapitałów, jak i inwestowanie w ochronę środowiska i transformację energetyczną są bardziej zauważane tam, gdzie kapitały 4T są oceniane lepiej. W celu zweryfikowania hipotezy 6⁹ przeprowadzono analogiczną analizę, tj. dokonano podziału respondentów na dwie grupy ze względu na medianę, która wyniosła 3. Wyniki analizy oceny kapitałów w zależności od oceny poziomu transformacji energetycznej zawarto w tab. 36.

Można zauważyć, że rozwój kapitałów 4T jest wyżej oceniany w grupie osób, które wyżej oceniały również zaangażowanie miasta w transformację energetyczno-klimatyczną. Potwierdza to hipotezę 6.

⁹ H6. Niski poziom oceny transformacji energetyczno-klimatycznej prowadzi do gorszego postrzegania kapitałów 4T.

TABELA 36. Wyniki oceny kapitałów w zależności od oceny poziomu transformacji energetycznej

Analiza oceny kapitałów w zależności od oceny poziomu transformacji energetycznej	Średnia	N	Odch. standard.
Niższe oceny zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną	3,21*	40	0,65
Wyższe oceny zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną	4,22*	103	0,76
Ogółem	3,94	143	0,86

* $p < 0,001$.

Źródło: opracowanie własne.

4.2. EFEKTYWNOŚĆ MODELU 4T+ W KREOWANIU REZYLIENCJI: WNIOSKI Z BADAŃ

Analiza zależności pomiędzy kapitałami 4T w module miasta kreatywnego pozwala zidentyfikować mechanizmy współoddziaływania, które wzmacniają (lub osłabiają) zdolność miasta do tworzenia wartości publicznej. Szczególne znaczenie ma to, czy rozwój technologii pozostaje sprzężony z kapitałem talentu oraz zaufania, ponieważ jest powiązany z tempem dyfuzji innowacji i gotowością mieszkańców do współtworzenia usług.

Szczególnie wyraźne relacje zaobserwowano pomiędzy kapitałem technologii a kapitałem talentu. W miastach, w których respondenci pozytywnie oceniali poziom wdrażania rozwiązań inteligentnych, częściej wskazywano również lepsze warunki dla rozwoju kreatywności, edukacji oraz przedsiębiorczości. Jednocześnie analiza potwierdza, że relacja ta ma charakter pośredni i jest wzmacniana przez kapitał zaufania. Brak zaufania do władz lokalnych ogranicza efektywność technologii oraz zmniejsza gotowość mieszkańców do aktywnego korzystania z oferowanych rozwiązań. Kapitał zaufania pełni zatem funkcję integrującą pozostałe kapitały 4T, umożliwiając ich wzajemne wzmacnianie. Wysoki poziom zaufania sprzyja partycypacji społecznej, współtworzeniu innowacji oraz akceptacji długookresowych strategii rozwoju miasta. Co istotne, wyniki badań wskazują również na istnienie sprzężenia zwrotnego pomiędzy kapitałem talentu a postawą miasta. Skuteczne działania władz lokalnych w zakresie wsparcia rozwoju talentów wzmacniają zaufanie społeczne, co z kolei zwiększa skuteczność realizowanych instrumentów polityki miejskiej. Uzyskane rezultaty potwierdzają, że moduł miasta kreatywnego należy interpretować jako

dynamiczny układ współzależności, w którym trwałość efektów rozwojowych zależy od równowagi pomiędzy wszystkimi kapitałami 4T. Brak któregośkolwiek z nich prowadzi do osłabienia spójności całego modelu.

Analiza zależności pomiędzy poszczególnymi kapitałami 4T w module miasta kreatywnego wskazuje na istnienie istotnych relacji wzajemnych. Szczególnie silne powiązania zidentyfikowano pomiędzy kapitałem technologii a kapitałem talentu, co potwierdza, że wdrażanie inteligentnych rozwiązań sprzyja tworzeniu środowiska sprzyjającego kreatywności. Jednocześnie wyniki badań potwierdzają, że technologia sama w sobie nie generuje trwałych efektów rozwojowych bez towarzyszącego jej kapitału zaufania. Respondenci wyraźnie wskazywali, iż akceptacja innowacji miejskich jest uzależniona od transparentności działań władz lokalnych. Weryfikację hipotez dla modułu miasta inteligentnego przeprowadzono na podstawie przedstawionych w tej części rozdziału wyników analiz korelacyjnych i modelowania zależności. Każdą hipotezę oceniano w sekwencji: (1) wynik statystyczny (miary efektu oraz istotność), (2) interpretacja mechanizmu w logice modelu 4T+, (3) wskazanie ograniczeń inferencyjnych, oraz (4) konsekwencja dla architektury modelu 4T+.

Hipotezy H1–H3, odnoszące się do zależności pomiędzy wprowadzaniem technologii inteligentnych a pozostałymi wymiarami kapitałów 4T, zostały w większości potwierdzone. Szczególnie silne związki zaobserwowano pomiędzy technologią a rozwojem talentów oraz budowaniem zaufania społecznego. Uzyskane wyniki empiryczne pozwalają stwierdzić, że moduł miasta kreatywnego charakteryzuje się wysokim stopniem spójności wewnętrznej modelu 4T+. Potwierdzona została zasadność traktowania kapitałów jako układu współzależnego, w którym zmiana jednego komponentu wpływa na pozostałe. Weryfikacja hipotez w module miasta kreatywnego pełni w konstrukcji modelu 4T+ funkcję testu „wejściowego”: pokazuje, czy miasto dysponuje społecznym i instytucjonalnym zapleczem niezbędnym do utrzymania efektów wdrożeń technologicznych. W praktyce moduł ten pozwala ocenić, w jakim stopniu relacja talent–technologia przekłada się na wzrost zaufania, partycypacji oraz zdolności instytucji do koordynacji działań w ramach *smart city*.

Wyniki badań empirycznych potwierdzają, że miasto kreatywne tworzy społeczno-instytucjonalne zaplecze umożliwiające skuteczne wdrażanie pozostałych komponentów modelu 4T+. Bez odpowiedniego poziomu wiedzy, talentu i zaufania nawet zaawansowane działania infrastrukturalne nie prowadzą do trwałych efektów rozwojowych. Znaczenie tego segmentu przejawia się również w jego funkcji stabilizującej. Kapitały rozwijane w ramach miasta kreatywnego zwiększają odporność społeczną na zmiany, ograniczając ryzyko konfliktów i sprzeciwu wobec procesów dekarbonizacji oraz transformacji energetycznej. W modelu

4T+ moduł miasta kreatywnego stanowi zatem mechanizm sprzęgający rozwój technologiczny z wymiarem społecznym. Pozwala on na przejście od logiki zarządzania projektowego do logiki zarządzania rozwojem długookresowym.

Uzyskane rezultaty empiryczne wskazują, że wzmacnianie miasta kreatywnego powinno być traktowane jako priorytet polityki miejskiej. Moduł ten jest bowiem istotnie powiązany ze skutecznością pozostałych działań oraz sprzyja osiągnięciu celów *smart city* w perspektywie strategicznej. Wyniki uzyskane w module miasta kreatywnego potwierdzają zasadność traktowania kapitałów 4T jako wzajemnie powiązanego systemu. Moduł ten odgrywa szczególną rolę w budowaniu długookresowej atrakcyjności miast. W tym miejscu wprowadzono pojęcie odporności miejskiej (*resilience*), ponieważ stanowi ono pomost między segmentem „miasto kreatywne” a segmentem „miasto odporne”. Odporność bywa ujmowana jako zdolność społeczności lokalnej do przetrwania zdarzeń ekstremalnych bez druzgocących strat oraz bez trwałego spadku produktywności i jakości życia, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości funkcji krytycznych. W logice modelu 4T+ rezyliencja/odporność nie jest odrębnym kapitałem rozwoju, lecz emergentnym efektem współdziałania kapitałów T1–T4, którego poziom w badaniu ujmowany jest poprzez komponent „+” (rezyliencję), operacjonalizowany m.in. przez bezpieczeństwo mieszkańców.

Uzyskane rezultaty wskazują, że hipotezy badawcze nie są rozłączne, lecz tworzą spójny układ interpretacyjny – weryfikacja pojedynczego związku zmienia sposób odczytania pozostałych relacji w modelu 4T+. Obserwowane współzależności sugerują, że wdrażanie technologii *smart city* jest powiązane z oceną pozostałych kapitałów przez mechanizmy społeczne (zaufanie, partycypacja i legitymizacja działań władz lokalnych). W badaniu ankietowym relacje te mają charakter statystycznych współzależności; ich interpretacja przyczynowa wymaga ostrożności i może stanowić kierunek dalszej walidacji (np. badania panelowe, quasieksperymenty). Jednocześnie wyniki wskazują, że dojrzały ład danych (*data governance*) – rozumiany jako jasne role, odpowiedzialności, standardy jakości i zasady udostępniania danych – jest warunkiem skalowania usług inteligentnego miasta oraz budowania zaufania do ich wykorzystania (OECD, 2023). W polskich analizach *smart city* akcentuje się konieczność integracji procesów zarządczych i danych w architekturze miejskiej, ponieważ to ona umożliwia spójność decyzji oraz przejrzystość świadczenia usług (Lis i in., 2022).

Interpretacja wyników w świetle modelu 4T+ uwzględnia możliwość oddziaływań pośrednich i warunkowych. W szczególności technologie *smart city* mogą wpływać na postrzeganie miasta pośrednio poprzez poprawę jakości usług, transparentność i zaufanie do instytucji; analogicznie wpływ transformacji może zależeć od percepcji bezpieczeństwa mieszkańców. Takie podejście jest zgodne

z ujęciami instytucjonalnymi *smart city* oraz z metodologicznymi zasadami analizy mediacji i moderacji w modelach regresyjnych. Przeprowadzona analiza statystyczna umożliwiła weryfikację hipotez sformułowanych w rozdz. 2. Co istotne, wyniki potwierdzają zasadność autorskiego modelu kapitałów 4T+ jako narzędzia interpretacji procesów rozwoju miast. Integracja infrastruktury danych z infrastrukturą energetyczną wspiera powstawanie innowacyjnych, kooperacyjnych i wielowarstwowych modeli biznesowych oraz umożliwia integrację centrów danych z inteligentnymi systemami dystrybucji energii (Bertoncini i in., 2015, s. 2). W ujęciu systemowym podkreśla to znaczenie infrastruktury danych i interoperacyjności dla jakości usług inteligentnego miasta. Akceptacja wykorzystania danych w *smart city* jest silnie uwarunkowana zaufaniem, transparentnością oraz percepcją kontroli i prywatności w zakresie przetwarzania informacji (Julsrud, Krogstad, 2020, s. 10). Co istotne, wyniki te wspierają wniosek, że zaufanie jest warunkiem adopcji rozwiązań i akceptacji działań miasta.

Zastosowanie modelu 4T+ umożliwia uniknięcie redukcjonizmu technocentrycznego: wyniki nie są interpretowane jako efekt pojedynczej zmiennej (np. technologii), lecz jako rezultat współdziałania zasobów, instytucji i relacji społecznych. W konsekwencji ustalenia empiryczne można powiązać z logiką *public governance*, w której skuteczność interwencji zależy od koordynacji sieciowej, legitymizacji działań oraz zdolności adaptacyjnych instytucji miejskich. Rezultaty empiryczne wzmacniają argument, że rozszerzenie klasycznego modelu 4T o komponent bezpieczeństwa ma uzasadnienie nie tylko normatywne, ale i wyjaśniające: bezpieczeństwo energetyczne różnicuje sposób, w jaki mieszkańcy oceniają sens działań transformacyjnych oraz skłonność do ich akceptacji. Model 4T+ lepiej odzwierciedla tym samym współczesne uwarunkowania rozwoju miast, w których presja dekarbonizacyjna i ryzyko kosztowe stają się czynnikiem systemowym.

Analiza odpowiedzi na pytania otwarte w ankiecie $N = 1000$ wskazała, że mieszkańcy spontanicznie wiążą koncepcję *smart city* nie tylko z technologią, lecz z szeroko rozumianym bezpieczeństwem (w tym energetycznym) oraz przewidywalnością działań władz. W celu pogłębienia i domknięcia interpretacji tych wyników przeprowadzono w latach 2022–2024 cykl 18 spotkań fokusowych (po 6–10 osób), dobierając uczestników spośród respondentów badania ankietowego. Szczegółowe wyniki i rekonstrukcję mechanizmów przedstawiono w podrozdz. 3.4. W tym ujęciu model 4T+ może być traktowany jako narzędzie zarządczo-diagnostyczne, umożliwiające identyfikację słabych ogniw rozwoju miasta oraz wspierające podejmowanie decyzji strategicznych na poziomie lokalnym i metropolitalnym. Uzyskane rezultaty wskazują na istnienie

silnych współzależności pomiędzy poszczególnymi kapitałami 4T oraz bezpieczeństwem mieszkańców. Ponadto model 4T+ pozwala na całościową interpretację tych zależności.

Wnioski z analizy wyników dla modułu A porządkują relacje pomiędzy kapitałami 4T+ oraz wskazują, które mechanizmy wspierają tworzenie wartości publicznej w układzie miasta kreatywnego. Przedstawiono poniżej porównanie wyników analiz empirycznych z głównymi założeniami teoretycznymi badań dla modułu A. Wnioski cząstkowe zostały sformułowane w sposób umożliwiający ich wykorzystanie w dalszej części pracy, w szczególności w rozdziale poświęconym implikacjom i rekomendacjom. Przeprowadzone badania empiryczne potwierdziły, że rozwój inteligentnych miast nie może być analizowany wyłącznie przez pryzmat wdrażania technologii. Kluczowe znaczenie mają czynniki społeczne oraz instytucjonalne, które są istotnie powiązane z postrzeganą skutecznością i trwałością podejmowanych działań. Co istotne, wyniki analiz wskazują jednoznacznie na systemowy charakter kapitałów 4T+, które pozostają ze sobą w relacjach współzależności. Zaburzenie równowagi pomiędzy poszczególnymi kapitałami wiąże się z ograniczeniem efektów rozwojowych.

Szczególne znaczenie w strukturze modelu ujawnia komponent bezpieczeństwa mieszkańców, w tym bezpieczeństwa energetycznego, który jest istotnie powiązany ze stabilnością społeczną oraz akceptacją procesów transformacji energetyczno-klimatycznej (Pawełczyk, 2018). W tym kontekście istotne jest holistyczne ujmowanie miejskich systemów energetycznych – od wytwarzania i dystrybucji po zarządzanie popytem – co wpisuje się w koncepcję zintegrowanych systemów energetycznych (ISE) oraz inteligentnych sieci ukierunkowanych na zwiększanie niezawodności i jakości dostaw oraz redukcję oddziaływań środowiskowych (Skoczkowski, 2009). Równocześnie badania empiryczne wskazują, że rezultaty dekarbonizacji zależą od rzeczywistego miksu energetycznego oraz doboru instrumentów polityki publicznej, a nie wyłącznie od deklaracji celów (Chen, 2022). Co istotne, wyniki analiz potwierdzają, że skuteczność wdrażania koncepcji *smart city* wymaga równowagi pomiędzy kapitałami 4T oraz uwzględnienia osi bezpieczeństwa i odporności miejskiej w działaniach strategicznych. Wnioski z modułu A wskazują, że potencjał kreatywny może uruchamiać mechanizmy współtworzenia i zaufania, jednak trwałość tych efektów zależy od warunków stabilności. Z tego względu w kolejnym kroku analizę przeniesiono do modułu B, w którym sprawdzono, jak odporność systemu miejskiego i bezpieczeństwo energetyczne modyfikują relacje pomiędzy kapitałami 4T+.

Rozstrzygnięcie hipotez H1–H7 oparto na wynikach analiz ilościowych ($N = 1000$), segmentacji ($N = 143$), triangulacji jakościowej (FGI, $N = 152$) oraz

na wynikach modelowania CB-SEM (zob. tab. 28–30, 34–37, 43–45; rys. 15; Aneks, cz. IV: B5–B8).

- H1 – potwierdzona: integracja kapitałów 4T+ (INT4T) istotnie zwiększa skuteczność dekarbonizacji (EFF) oraz bezpieczeństwo energetyczne (SEC) w badanej próbie (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV: B5); wynik jest zgodny z analizami regresyjnymi i różnicami między profilami postaw (zob. tab. 23, 33–34).
- H2 – potwierdzona: bezpieczeństwo energetyczne mieszkańców (SEC) dodatnio wpływa na akceptację działań dekarbonizacyjnych (ACC) (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV: B5; szczegóły kontroli DEM dla ACC: Aneks, cz. IV, B9.6d), co jest zgodne z wynikami segmentacji (zob. tab. 33–34) i rekonstrukcją mechanizmu w FGI (zob. tab. 37 i 40).
- H3 – potwierdzona: kapitał zaufania (TRU) pełni funkcję mechanizmu pośredniczącego pomiędzy polityką klimatyczną (POL) a skutecznością wdrożenia (EFF); efekt pośredni ($a \cdot b$) jest istotny w teście *bootstrap* (CI95%) (zob. tab. 44; Aneks, cz. IV: B6); mechanizm jest spójny z ustaleniami FGI dotyczącymi legitymizacji i transparentności (zob. tab. 37 i 40).
- H4 – potwierdzona: integracja kapitałów 4T+ (INT4T) wiąże się z wyższą odpornością/rezyliencją miasta (RES) (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV: B5), a analizy porównawcze i FGI potwierdzają wrażliwość tego związku na kontekst (zob. tab. 35–37).
- H5 – potwierdzona: w ujęciu dekompozycyjnym kapitały 4T różnią się siłą wpływu na skuteczność dekarbonizacji; najsilniej oddziałuje kapitał terytorialny (T4) (zob. tab. 45; Aneks, cz. IV: B7), co wzmacnia interpretację aplikacyjną w logice KPI (zob. tab. 47–48).
- H6 – potwierdzona: bezpieczeństwo energetyczne (SEC) – jako operacyjny wymiar rezyliencji – pełni funkcję warunku brzegowego – różnicuje poziom technologii (T1) i wykonalności (T4) (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV: B8), co oznacza, że deficyty bezpieczeństwa osłabiają potencjał pozostałych kapitałów 4T¹⁰. Wniosek jest spójny z analizami porównawczymi (zob. tab. 36) oraz narracjami FGI o kosztach i ryzyku transformacji (zob. tab. 37 i 40). H7 – została użyta tylko w celach statystyki demograficznej. Wyniki zostały opisane w aneksie metodycznym.

¹⁰ Zastrzeżenia inferencyjne: rozstrzygnięcie hipotez dotyczy zależności obserwowanych w badaniu przekrojowym (*survey*), a nie dowodów przyczynowości; dlatego wnioski interpretowano w logice warunków brzegowych i *evidence-based management*.

Przedstawione rozstrzygnięcia hipotez odnoszą się do relacji obserwowanych na poziomie percepcji i poznawczej reprezentacji procesów miejskich przez respondentów. W konsekwencji uzyskane wyniki należy interpretować jako empiryczne wsparcie dla modelu wyjaśniającego mechanizmy interpretacyjne i ewaluacyjne aktorów miejskich, a nie jako bezpośredni pomiar efektów operacyjnych systemów infrastrukturalnych czy energetycznych. Przyjęta perspektywa badawcza pozostaje zgodna z podejściami behawioralnymi i poznawczymi w naukach o zarządzaniu, w których percepcje, przekonania i oceny stanowią zmienne realnie współkształtujące decyzje publiczne oraz dynamikę procesów rozwojowych.

4.3. MECHANIZMY ADAPTACJI, AKCEPTACJI I BEZPIECZEŃSTWA – WYNIKI BADAŃ FOKUSOWYCH (FGI)

Komponent jakościowy (badania fokusowe) przeprowadzono po analizie odpowiedzi na pytania otwarte w badaniu ankietowym $N = 1000$, w których spontanicznie i powtarzalnie pojawiały się wątki bezpieczeństwa (w tym bezpieczeństwa energetycznego) oraz przewidywalności działań władz lokalnych. Celem grupowych badań jakościowych było pogłębienie i zrozumienie postrzegania transformacji energetyczno-klimatycznej, a w konsekwencji – eksplorowanie, czy bezpieczeństwo pełni funkcję warunku brzegowego akceptacji transformacji technologiczno-energetycznej w logice modelu 4T+. Szczegółowy projekt i procedurę FGI przedstawiono w podrozdz. 3.4.

Uczestników dobierano celowo spośród respondentów badania ankietowego, stosując kryteria: (1) obecność wątków bezpieczeństwa w odpowiedziach otwartych; (2) zróżnicowanie demograficzne; (3) zróżnicowanie terytorialne w obrębie GZM; (4) zróżnicowanie profili postaw wobec rozwiązań *smart city* oraz działań dekarbonizacyjnych. Materiał jakościowy opracowano metodą analizy tematycznej (*thematic coding*): od kodowania otwartego, przez agregację kodów, po identyfikację tematów głównych oraz mapowanie wniosków na kapitały 4T+ i komponent „+” (rezylencji). Fokusy nie pełniły funkcji statystycznego testu hipotez, lecz stanowiły walidację interpretacyjną i mechanizmową, wzmacniając wiarygodność wnioskowania w obszarach, w których *survey* przekrojowy nie pozwala na bezpośrednią weryfikację relacji przyczynowych.

Wyniki fokusów można uporządkować w pięć powtarzalnych tematów, które pozwalają lepiej zrozumieć interpretację hipotez H2–H3 oraz rolę kompo-

mentu „+”, czyli adaptacyjność, jako warunek brzegowy: akceptacja działań dekarbonizacyjnych jest silnie uzależniona od percepcji stabilności cen, ciągłości dostaw oraz przewidywalności polityki. W sytuacji niepewności energetycznej rośnie sceptycyzm wobec innowacji, nawet gdy cele środowiskowe są rozumiane i deklaratorywnie aprobowane.

- Zaufanie instytucjonalne oraz transparentna komunikacja: gotowość do ponoszenia kosztów transformacji wzrasta, gdy miasto komunikuje cele, harmonogram i koszty w sposób jednoznaczny oraz uzasadnia decyzje danymi. Brak przejrzystości uruchamia narracje o „narzucaniu” technologii oraz obniża legitymizację działań.
- Współzarządzanie i sprawczość mieszkańców: uczestnicy traktują partycypację jako mechanizm minimalizujący ryzyko i budujący zaufanie. Współzarządzanie zwiększa akceptację także dla decyzji trudnych społecznie, o ile proces jest postrzegany jako sprawiedliwy i inkluzywny.
- Technologia jako narzędzie, nie cel: rozwiązania ICT są oceniane przede wszystkim przez pryzmat użyteczności i bezpieczeństwa (w tym cyberbezpieczeństwa, prywatności oraz niezawodności infrastruktury). Technologia wzmacnia rezyliencję dopiero przy równoczesnym wzmocnieniu kompetencji (T2) oraz instytucjonalizacji procedur i odpowiedzialności (T4).
- Sprawiedliwość transformacji (dystrybucyjna i proceduralna): akceptacja zależy od postrzeganego rozkładu kosztów i korzyści oraz od jakości procedur decyzyjnych. Działania uznane za niesprawiedliwe osłabiają tolerancję i zaufanie, co destabilizuje wdrożenia nawet przy wysokim poziomie technologizacji.

MATRYCA MECHANIZMÓW (FGI): 4T+ × MECHANIZM ×
BARIERA × WARUNEK BRZEGOWY
(JOINT DISPLAY QUAN+QUAL)

Zestawienie w tab. 37 porządkuje wyniki jakościowe (FGI) w układzie odpowiadającym domknięciu modelu wnioskowania: wskazuje powiązanie tematów z kapitałami 4T+ i hipotezami, rekonstruuje mechanizm oraz identyfikuje bariery i warunki brzegowe. Forma *joint display* jest rekomendowana w badaniach mieszanych jako narzędzie integracji warstwy QUAN+QUAL (Fetters, Curry, Creswell, 2013).

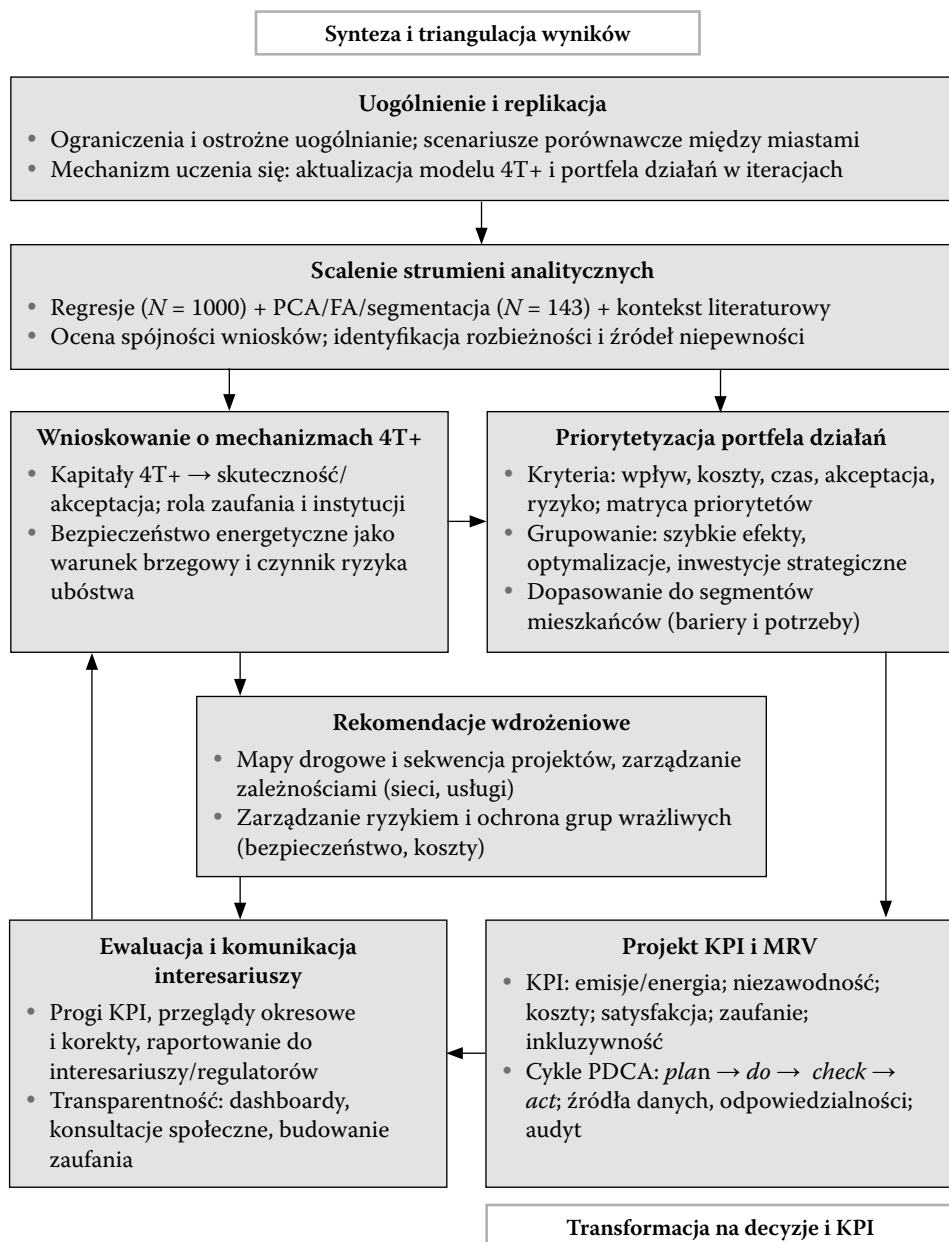
Z perspektywy modelu 4T+ matryca (*joint display*) pokazuje, że komponent „+” (rezyliencja; w warstwie operacyjnej: bezpieczeństwo) pełni funkcję

TABELA 37. Matryca mechanizmów (FGI): 4T+ × mechanizm × bariera × warunek brzegowy (*joint display* QUAN+QUAL)

Temat/wynik jakościowy (FGI)	Powiązanie z 4T+ i hipotezami	Mechanizm (interpretacja)	Bariery i warunki brzegowe (implikacja)
Bezpieczeństwo energetyczne jako warunek brzegowy	Komponent „+” (bezpieczeństwo), wątki H2 i H6; wsparcie dla segmentu „Miasto odporne”	Poczucie stabilności cen i ciągłości dostaw redukuje percepcję ryzyka i umożliwia akceptację kosztów transformacji; niepewność energetyczna uruchamia sceptycyzm wobec innowacji	Wrażliwość na szoki cenowe i narracje kryzysowe; konieczność działań osłonowych, przewidywalnej polityki i komunikacji kosztów/korzyści
Zaufanie instytucjonalne i transparentna komunikacja	T3 (zaufanie i tolerancja) + T4 (instytucje); hipoteza H3 (relacje zaufanie – akceptacja)	Transparentność celów, harmonogramu i kosztów buduje zaufanie i legitymizację działań; zaufanie wzmacnia gotowość do współfinansowania i współodpowiedzialności	Deficyt przejrzystości i spójności komunikacji obniża akceptację; warunek: wiarygodne dane, jasne reguły, stabilność przekazu, otwarte kanały informacji
Współzarządzanie i sprawczość mieszkańców	T4 (kapitał instytucjonalno-terytorialny, współzarządzanie); wsparcie dla H5 oraz wątku legitymizacji	Partycypacja zwiększa poczucie sprawczości, redukuje ryzyko społeczne i wzmacnia zaufanie; proces decyzyjny staje się „mechanizmem bezpieczeństwa” dla wdrożeń	Ryzyko pozorowanej partycypacji; warunek: inkluzywność, czytelne zasady, sprzężenie zwrotne i realny wpływ na decyzje (proceduralna sprawiedliwość)
Technologia jako narzędzie, nie cel	T1 (kapitał technologiczny) + T2 (talenty/kreatywność) + T4 (instytucjonalizacja); wsparcie dla H1/H4 (synergia)	ICT zwiększa rezyliencję dopiero przy równoczesnym wzroście kompetencji i odpowiedzialności instytucjonalnej; mieszkańcy oceniają technologie przez użyteczność i bezpieczeństwo (w tym cyber i prywatność	Bariery: niska jakość usług, awaryjność, obawy o dane; warunek: niezawodność infrastruktury, standardy cyberbezpieczeństwa, kompetencje użytkowników i operatorów
Sprawiedliwość transformacji (dystrybucyjna i proceduralna)	T3 + T4 oraz komponent „+”; powiązane z H3/H5 (zaufanie, legitymizacja) i stabilnością wdrożeń	Postrzegana niesprawiedliwość kosztów/korzyści osłabia tolerancję i zaufanie, destabilizując wdrożenia; sprawiedliwość działa jako „filtr” akceptacji, niezależnie od poziomu technologizacji	Bariery: obciążenie grup wrażliwych, brak kryteriów wsparcia; warunek: transparentne reguły dystrybucji kosztów; programy kompensacyjne, dialog i ocena skutków społecznych

Źródło: opracowanie własne.

RYSUNEK 15. Triangulacja wyników i translacja na rekomendacje zarządcze w logice PDCA

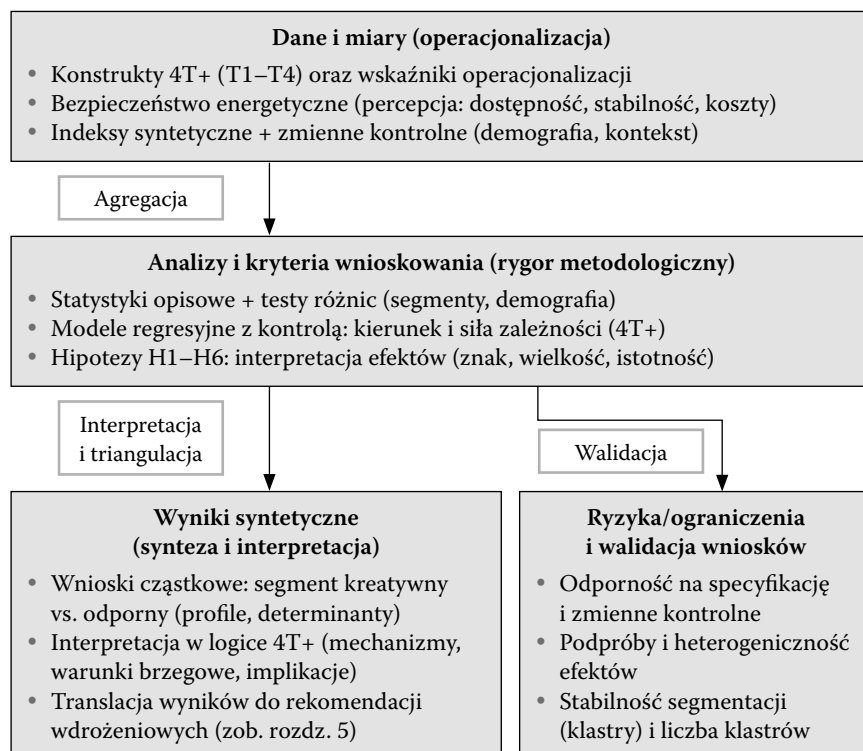


Źródło: opracowanie własne.

spajającą i jest przez respondentów traktowana jako warunek brzegowy dla uruchamiania pozostałych kapitałów: przy niskim poczuciu bezpieczeństwa energetycznego nawet wysoki poziom T1–T2 nie jest łączony z trwałą akceptacją rozwiązań *smart city*. Istotnym rozszerzeniem klasycznej koncepcji inteligentnego miasta w niniejszym badaniu jest właśnie wprowadzenie wymiaru bezpieczeństwa mieszkańców jako komponentu nadrzędnego modelu 4T+.

Zestawienie wyników empirycznych wskazuje, że bezpieczeństwo oraz zaufanie i legitymizacja działań publicznych pełnią funkcję warunków brzegowych dla skuteczności priorytetów i instrumentów polityki rozwoju, w tym działań dekarbonizacyjnych. Analizy empiryczne potwierdzają, że procesy dekarbonizacji i transformacji energetycznej stanowią dla mieszkańców istotny kontekst oceny rozwoju *smart city*: wpływają na postrzeganie jakości usług publicznych, kosztów życia oraz sprawiedliwości rozwojowej. W konsekwencji interpretacja wyników wymaga jednoczesnego uwzględnienia wymiaru technologicznego, społeczno-instytucjonalnego i terytorialnego, a nie wyłącznie poziomu wdrożeń ICT.

RYSUNEK 16. Mapa logiki analizy segmentowej i wnioskowania w modelu 4T+



Dla ograniczenia ryzyka nadinterpretacji pojedynczych zależności wykorzystano kryteria istotności statystycznej oraz testy odporności (*robustness*), a wyniki zestawiono z logiką segmentową, aby uchwycić zróżnicowanie postaw mieszkańców.

Domknięcie ścieżki badawczej w logice PDCA (rys. 15) wzmacnia użyteczność praktyczną rezultatów, ponieważ rekomendacje są formułowane w sposób umożliwiający ich operacjonalizację (wskaźniki, odpowiedzialności, mechanizmy korekt). Takie podejście sprzyja wdrażaniu zaleceń w warunkach niepewności i dynamiki procesów transformacyjnych w miastach. Dla uporządkowania ścieżki wnioskowania wprowadzono mapę interpretacji (rys. 16), a następnie przedstawiono założenia analizy oraz interpretację wyników w segmentach – wraz z weryfikacją hipotez i testami odporności.

W tab. 38 przedstawiono matrycę logiczną badań (luki – pytania/hipotezy – metody – komponent) uzupełnioną o wskazanie komponentu jakościowego (FGI) jako elementu triangulacji i domknięcia łańcucha wnioskowania. Zestawienie porządkuje zależności między argumentacją teoretyczną a projektowaniem badań. Z tab. 38 wynika, że przyjęty układ problemów, pytań i metod tworzy spójny łańcuch wnioskowania: od identyfikacji luk, przez dobór narzędzi badawczych (ilościowych i jakościowych), po interpretację i walidację rezultatów. Włączenie etapów jakościowych (FGI) pełni funkcję walidacji interpretacyjnej, w szczególności dla mechanizmów związanych z bezpieczeństwem (w tym energetycznym) jako operacyjnym wymiarem komponentu „+” (rezyliencji) modelu 4T+.

- Wkład koncepcyjny: doprecyzowanie definicji i struktury modelu 4T+ oraz uzasadnienie komponentu „+” (rezyliencja; bezpieczeństwo mieszkańców jako wymiar operacyjny) w logice *public governance*.
- Wkład metodyczny: operacjonalizacja kapitałów 4T+ (konstrukty, skale, wskaźniki) oraz procedury zapewnienia jakości danych empirycznych.
- Wkład empiryczny: identyfikacja determinant percepcji *smart city* oraz segmentów postaw mieszkańców w układzie metropolitalnym.
- Wkład aplikacyjny: pakiety rekomendacji dla rozwoju miejskiego i dekarbonizacji oparte na wynikach badań i logice *public governance*.
- Wkład programowy: agenda dalszych badań obejmująca porównania między miastami, pomiar panelowy oraz triangulację metod.

Matryca logiczna oraz zidentyfikowane luki badawcze wskazują, że warunkiem rzetelnego wnioskowania jest spójna rama pojęciowa integrująca kapitały rozwojowe miasta z wymiarem bezpieczeństwa. Z tego względu w kolejnym kroku wywodu doprecyzowano architekturę autorskiego modelu 4T+, określając jego składniki, relacje sprzężeń zwrotnych oraz mechanizmy synergii stanowiące

TABELA 38. Matryca logiczna badań: luka (LB) → PB/H → metody → dowody (tabele/rysunki) i komponent FGI

Luka (LB)	Pytania badawcze (PB)	Hipotezy (H)	Metoda/dane	Rezultat/wkład (odsylacze: tabele/rys.)	Komponent jakościowy (FGI)
LB1: brak zintegrowanych modeli <i>smart city</i> (kapitały + zarządzanie + bezpieczeństwo)	PB1, PB3, PB6	H1, H5	Analiza literatury + konceptualizacja; następnie sondaż $N = 1000$ (GZM); CB-SEM (wariant ścieżkowy na indeksach) jako test spójności modelu	Model 4T+ jako rama integrująca <i>smart city</i> i transformację energetyczną. Dowody: zob. tab. 11–18, 23, 33, 37–40 + CB-SEM: tab. 41–45 oraz Aneks, cz. IV (B5–B8)	(Wątek koncepcyjny; diagnoza instytucjonalna w gminach jako kontekst)
LB2: mechanizmy oddziaływania kapitałów na akceptację i skuteczność dekarbonizacji	PB2, PB5	H2, H3, H7	Sondaż; korelacje, regresja, segmentacja; CB-SEM ($N = 1000$)	Wykazanie roli bezpieczeństwa energetycznego i zaufania w akceptacji transformacji. Dowody: zob. tab. 23, 33–36; FGI: tab. 37 i 40; CB-SEM: tab. 43–44; Aneks, cz. IV: B5–B6, B9, rys. 21	FGI: walidacja mechanizmu bezpieczeństwa → akceptacja; interpretacja wątków z pytań otwartych (2022–2024; 18 spotkań po 6–10 osób)
LB3: niedostatek procedur operacjonalizacji i pomiaru 4T+ (percepcja mieszkańców)	PB1–PB6	H1–H6	Operacjonalizacja konstruktów; analiza czynnikowa; rzetelność; CB-SEM: jakość pomiaru i model strukturalny na indeksach ($N = 1000$)	Zestaw skal/wskaźników 4T+ oraz procedura zapewnienia jakości danych. Dowody: zob. rys. 16, tab. 20; tab. 25–26; mapa hipotez: tab. 17–18. + SEM: tab. 42 (rzetelność/AVE), tab. 43–45 (ścieżki), Aneks, cz. IV: B4	FGI: walidacja treściowa (język i rozumienie konstruktów 4T+) oraz doprecyzowanie interpretacji wskaźników bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 39. Hipotezy (H1–H7) i techniki weryfikacji – ujęcie tabelaryczne

Hipoteza	Relacja	Operacjonalizacja	Technika	Raport i odsyłacze
H1a–H1b	INT4T $\rightarrow$ EFF; INT4T $\rightarrow$ SEC	β (INT4T $\rightarrow$ EFF), β (INT4T $\rightarrow$ SEC), p oraz R^2 dla zmiennych endogenicznych (EFF/SEC)	CB-SEM ścieżkowy na indeksach; parametry standaryzowane; SE odporne (<i>sandwich</i> ; Huber-White; robust SE)	Zob. tab. 43 (H1a–H1b); Aneks: B tab. 127, dopasowanie globalne tab. 120
H2	Bezpieczeństwo energetyczne $\rightarrow$ akceptacja dekarbonizacji	Indeks bezpieczeństwa; miary akceptacji/poparcia dla działań miasta.	CB-SEM (SEC $\rightarrow$ ACC; β , SE robust, p; R^2) + pomocniczo: regresja i testy różnic + FGI	Zob. tab. 43 (H2); Aneks B tab. 127; FGI: tab. 34–35; walidacja: tab. 36, rys. 21
H3	Polityka klimatyczna $\rightarrow$ zaufanie $\rightarrow$ skuteczność wdrożenia	Indeks zaufania; ocena polityki; miara skuteczności	CB-SEM: mediacja <i>bootstrap</i> (POL $\rightarrow$ TRU $\rightarrow$ EFF) + pomocniczo: mediacja OLS (np. PROCESS)	Zob. tab. 44 (mediacja); Aneks B tab. 128; interpretacja jakościowa: tab. 34–35
H4	Integracja 4T+ $\rightarrow$ odporność na kryzysy	Indeks integracji 4T+; wskaźniki odporności/bezpieczeństwa	CB-SEM (INT4T $\rightarrow$ RES; β , SE robust, p; R^2) + pomocniczo: segmentacja i testy wrażliwości	Zob. tab. 43 (H4); Aneks B tab. 127; segmentacja: tab. 27–29
H5	<i>Governance</i> sieciowe $\rightarrow$ efektywność dekarbonizacji	Wskaźniki <i>governance</i> /sieciowości; efektywność działań	CB-SEM model dekompozycyjny (T1–T4 $\rightarrow$ EFF; kontrola T1–T3) + pomocniczo: regresje i korelacje.	Zob. tab. 45 (H5); Aneks B tab. 129; translacja na KPI: tab. 40
H6	SEC $\rightarrow$ T1; SEC $\rightarrow$ T2; SEC $\rightarrow$ T3; SEC $\rightarrow$ T4	β dla każdej ścieżki, p oraz R^2 dla T1–T4	CB-SEM ścieżkowy na indeksach (modele jednowymiarowe); parametry standaryzowane; SE odporne (<i>sandwich</i> ; Huber-White; robust SE)	Zob. tab. 43 (H6); Aneks B tab. 130
H7	DEM (M1–M3) $\rightarrow$ POL/TRU/EFF/SEC/ACC/RES (kontrole w SEM) + różnice ocen (testy porównawcze)	Wagi regresji dla ścieżek kontrolnych (β <i>stand.</i> , p); dodatkowo różnice średnich/rozkładów wg płci/wieku/wykształcenia	CB-SEM (ścieżki kontrolne; SE odporne) + testy różnic (<i>t</i> -test/ANOVA/Kruskal)	Zob. tab. 91–111 (różnice wg DEM); tab. 43 (część H7: ścieżki kontrolne w SEM); podrozdz. 4.4

Źródło: opracowanie własne.

podstawę późniejszej operacjonalizacji. Założenia analizy empirycznej oparto na perspektywie oceny rozwoju *smart city* poprzez zestawienie wskaźników i narzędzi pomiaru z logiką kapitałów 4T+ oraz segmentacją postaw mieszkańców. Kluczowe było rozróżnienie między zmianą technologiczną a zmianą instytucjonalno-społeczną, ponieważ w ujęciu 4T+ dopiero ich współwystępowanie przekłada się na trwałość rozwoju. W rezultacie – interpretacja nie ogranicza się do identyfikacji wdrożeń, lecz wskazuje mechanizmy (zaufanie, kompetencje, sprawność instytucji, uwarunkowania terytorialne), które są powiązane z akceptacją i efektywnością instrumentów polityki miejskiej.

Fokusy wspierają interpretację wyników ilościowych jako układu zależności, w którym mechanizm społecznej akceptacji przebiega przez zaufanie, transparentność i legitymizację działań instytucji miejskich, a współzarządzanie (T4) wzmacnia poczucie sprawczości i proceduralnej sprawiedliwości. Ustalenia te stanowią podstawę do doprecyzowania implikacji zarządczych i KPI, w szczególności w obszarze projektowania instrumentów polityki dekarbonizacyjnej wrażliwych na oczekiwania mieszkańców, odpornych na zaburzenia transformacyjne.

Analiza wyników badań została przeprowadzona w układzie odpowiadającym strukturze badania empirycznego oraz operacjonalizacji modelu 4T+, co umożliwia bezpośrednio odniesienie rezultatów do poszczególnych kapitałów i wymiaru bezpieczeństwa mieszkańców.

Wyniki badań empirycznych wskazują, że respondenci częściej identyfikują te rozwiązania, które mają bezpośredni wpływ na codzienne funkcjonowanie, takie jak aplikacje miejskie, systemy informacji pasażerskiej czy elektroniczna obsługa spraw administracyjnych. Znacznie niższy poziom świadomości dotyczy natomiast rozwiązań infrastrukturalnych oraz systemów zarządzania energią. Taki rozkład odpowiedzi potwierdza występowanie luki informacyjnej pomiędzy wdrażaniem technologii a komunikacją prowadzoną przez władze lokalne. Brak wystarczającej wiedzy ogranicza możliwość pełnego wykorzystania potencjału rozwiązań inteligentnych oraz wpływa na poziom ich społecznej akceptacji.

Analiza statystyczna wykazała ponadto, że poziom wiedzy respondentów jest istotnie zróżnicowany w zależności od wieku, przy czym najwyższy poziom deklarowanej znajomości rozwiązań *smart city* odnotowano w grupach osób młodszych. Zależność ta potwierdza znaczenie kompetencji cyfrowych w procesach inteligentnego rozwoju miast. Uzyskane wyniki wskazują, że podnoszenie poziomu wiedzy mieszkańców powinno stanowić integralny element strategii inteligentnego miasta. Vito Albino, Umberto Berardi i Rosa M. Dangelico (2015) zauważają, że *smart city* jest konceptem wielowymiarowym, a różni badacze akcentują odmienne komponenty (m.in. technologie, zrównoważony rozwój, kapitał ludzki, innowacje oraz jakość zarządzania, poziom wiedzy).

TABELA 40. Rozszerzona matryca mechanizmów (ankiety + FGI): mapowanie na 4T + oraz implikacje *governance/KPI (joint display* QUAN + QUAL)

Temat (FGI)	Mapowanie na 4T + / hipotezy	Mechanizm (jak działa?)	Bariera/ryzyko	Warunek brzegowy (dla rezyliencji)	Implikacja (<i>governance/KPI</i>)
Bezpieczeństwo energetyczne jako filtr akceptacji transformacji	Rezyliencja (komponent „+”) + T4; domyka H2–H3 (akceptacja/zaufanie) w warunkach presji kosztowej	Ocena działań miasta jest warunkowana percepcją stabilności cen i ciągłości dostaw energii; ryzyko energetyczne „przykrywa” korzyści technologiczne	Skoki cen, ryzyko przerw, brak osłon dla gospodarstw wrażliwych; niepewność regulacyjna	Niska przewidywalność kosztów i brak komunikacji MRV obniżają akceptację nawet przy wysokim T1	KPI: indeks bezpieczeństwa energetycznego (percepcja), SAIDI/SAIFI, stabilność kosztów; instrumenty osłonowe, termomodernizacja, lokalne OZE; publiczny harmonogram działań
Zaufanie instytucjonalne i transparentna komunikacja	T3 + T4; wspiera H2 (zaufanie → akceptacja)	Zaufanie rośnie, gdy decyzje są uzasadniane danymi i komunikowane jako: cele–koszty–ryzyka–harmonogram; zwiększa gotowość do ponoszenia kosztów	Niespójne komunikaty, brak danych, narracje o „narzucaniu” technologii; deficyt kompetencji komunikacyjnych	Wysoka niepewność otoczenia (energia, regulacje) zwiększa wagę transparentności i wiarygodności instytucji	Standard transparentności i MRV (<i>dashboard</i> KPI, <i>open data</i> , raport z oceny ryzyka); KPI: indeks zaufania, udział procesów z publicznym uzasadnieniem decyzji

Współzarządzanie i sprawczość mieszkańców	T4→T3; mechanizm legitymizacji wdrożeń (H2/H3)	Partycypacja działa jak „bezpiecznik” ryzyka: zwiększa sprawczość i akceptację także dla decyzji trudnych społecznie	Pozorna partycypacja (tokenism), brak sprzężenia zwrotnego, niska inkluzywność	Poczucie proceduralnej sprawiedliwości (<i>procedural fairness</i>) i realnego wpływu na decyzje	Projektowanie procesów deliberacyjnych; KPI: frekwencja/struktura uczestników, czas odpowiedzi miasta, liczba wdrożonych postulatów
Technologia jako narzędzie, nie cel	T1 + T2 + T4; warunkuje skuteczność przez użyteczność usług	Technologie są akceptowane, gdy zwiększają użyteczność usług i bezpieczeństwo (cyber/prywatność); inaczej wzmacniają opór	Cyberbezpieczeństwo, prywatność, awaryjność, wykluczenie cyfrowe	Brak kompetencji (T2) i brak instytucjonalizacji odpowiedzialności/procedur (T4) obniża korzyści T1	KPI: SLA/ <i>uptime</i> e-usług, incydenty cyber, poziom kompetencji cyfrowych; audyty cyber i programy <i>upskilling</i>
Sprawiedliwość transformacji (dystribucyjna i proceduralna)	T3 + T4 + rezyliencja (komponent „+”); warunek trwałości akceptacji kosztów	Akceptacja zależy od postrzeganego rozkładu kosztów/korzyści i jakości procedur; niesprawiedliwość eroduje tolerancję i zaufanie	Nierówne obciążenia, pomijanie grup wrażliwych, konflikty interesariuszy	Wysoki wzrost kosztów energii i brak osłon wzmacnia efekt niesprawiedliwości	Instrumenty kompensacyjne, mapowanie wrażliwości energetycznej; KPI: ubóstwo energetyczne, wskaźniki sprawiedliwości proceduralnej (satysfakcja z procesu)

Źródło: opracowanie własne.

Poziom wiedzy mieszkańców na temat narzędzi *smart city* stanowi jeden z warunków skutecznego wdrażania koncepcji inteligentnego miasta. Wiedza ta obejmuje nie tylko znajomość konkretnych narzędzi technologicznych, lecz również rozumienie ich funkcji, celów oraz potencjalnych korzyści społecznych. Perspektywa zarządzania z przewagą sztuki wskazuje, że metody zaczerpnięte z praktyk artystycznych mogą wzmacniać kreatywność, innowacyjność i zdolność do redefiniowania problemów, co jest szczególnie użyteczne w zarządzaniu złożonością i konfliktami interesów w metropolii (Golonka, 2014). Bez równoległego rozwoju kapitału wiedzy technologie inteligentne nie generują trwałych efektów rozwojowych. Analiza odpowiedzi respondentów wskazuje na zróżnicowany poziom wiedzy dotyczącej funkcjonowania rozwiązań inteligentnych w miastach. Uzyskane wyniki potwierdzają, że stopień znajomości koncepcji *smart city* jest istotnie powiązany z widocznością i praktycznym wykorzystaniem wdrażanych technologii.

Ocena rozwoju talentów oraz kreatywności stanowi jeden z kluczowych filarów koncepcji miasta kreatywnego oraz istotny komponent kapitału talentu w modelu 4T+. W ujęciu ekonomicznym talent traktowany jest jako zasób niematerialny, którego obecność jest powszechnie uznawana za warunek zdolności miasta do generowania innowacji, przyciągania inwestycji oraz utrzymania konkurencyjności. Wyniki badań empirycznych wskazują, że mieszkańcy w umiarkowanym stopniu identyfikują działania miast ukierunkowane na wspieranie rozwoju talentów. Najczęściej wskazywane były inicjatywy związane z edukacją formalną oraz ofertą kulturalną, natomiast znacznie rzadziej dostrzegano systemowe programy wspierania kreatywności i przedsiębiorczości. Takie postrzeganie działań miejskich może świadczyć o rozproszeniu instrumentów polityki rozwojowej oraz o braku spójnej strategii zarządzania kapitałem ludzkim. Respondenci wskazywali na niedostateczne powiązanie inicjatyw edukacyjnych z rynkiem pracy oraz z realnymi potrzebami lokalnej gospodarki.

Analiza zależności statystycznych wykazała istnienie istotnego związku pomiędzy oceną wdrażania technologii inteligentnych a postrzeganiem możliwości rozwoju talentów. Oznacza to, że technologie *smart city* pełnią funkcję wspierającą rozwój kapitału ludzkiego, pod warunkiem że są integrowane z działaniami edukacyjnymi i instytucjonalnymi. Uzyskane wyniki potwierdzają, że kapitał talentu nie rozwija się samoistnie. Wymaga on aktywnej roli władz lokalnych w zakresie tworzenia ekosystemów innowacji, współpracy z uczelniami, sektorem przedsiębiorstw oraz organizacjami społecznymi. Brak takiej koordynacji ogranicza potencjał rozwojowy miasta kreatywnego. Respondenci

w umiarkowanym stopniu identyfikują działania miast wspierające rozwój talentów i kreatywności. Co istotne, wyniki te wskazują, że kapitał talentu wymaga silniejszego powiązania z polityką rozwoju lokalnego.

Z perspektywy zaufania i wrażliwości społecznej legitymizacja działań *smart city* opiera się na przejrzystości, współzarządzaniu oraz konsekwencji instytucji publicznych. Kapitał zaufania stanowi jeden z najistotniejszych, a jednocześnie najtrudniejszych do kształtowania elementów rozwoju inteligentnych miast. Zaufanie działa jako mechanizm umożliwiający współpracę i redukcję kosztów koordynacji w procesach współzarządzania. Powyższe podkreśla znaczenie reguł oraz wzajemności w trwałym podtrzymywaniu działań zbiorowych. W tym ujęciu zaufanie staje się warunkiem zarówno akceptacji wdrożeń *smart*, jak i gotowości mieszkańców do uczestnictwa w zmianach.

Wyniki badań empirycznych potwierdzają, że poziom zaufania do władz lokalnych oraz instytucji miejskich jest istotnie powiązany z akceptacją działań realizowanych w ramach koncepcji *smart city*. Respondenci częściej pozytywnie oceniali rozwiązania inteligentne w tych miastach, w których dostrzegali przejrzystość procesów decyzyjnych oraz skuteczną komunikację z mieszkańcami. Zaufanie pełni w tym kontekście funkcję kapitału pośredniczącego pomiędzy technologią a społeczną akceptacją innowacji. Oznacza to, że nawet zaawansowane rozwiązania cyfrowe nie przynoszą oczekiwanych efektów, jeżeli towarzyszy im niski poziom wiarygodności instytucji publicznych.

Analiza odpowiedzi respondentów wskazuje również na znaczenie relacji horyzontalnych, obejmujących zaufanie pomiędzy mieszkańcami. Silne więzi społeczne sprzyjają współuczestnictwu w inicjatywach miejskich oraz zwiększają gotowość do współtworzenia rozwiązań *smart city*. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że budowanie zaufania powinno być traktowane jako proces długookresowy, wymagający konsekwentnych działań w zakresie partycypacji społecznej, transparentności zarządzania oraz stabilności instrumentów polityki miejskiej. Kapitał zaufania stanowi bowiem jeden z kluczowych warunków trwałości modelu rozwoju opartego na kapitałach 4T+. Zaufanie do władz lokalnych oraz instytucji publicznych stanowi jeden z kluczowych czynników sprzyjających skuteczności *smart city*. Co istotne, wyniki badań potwierdzają jego istotną rolę jako kapitału pośredniczącego. Ocena postawy miasta w kwestiach istotnych społecznie stanowi syntetyczny miernik jakości zarządzania publicznego oraz skuteczności realizowanych instrumentów polityki miejskiej. W badaniu uwzględniono aspekty zarówno społeczne, jak i gospodarcze oraz środowiskowe, które bezpośrednio wpływają na codzienne funkcjonowanie mieszkańców.

Wyniki badań empirycznych wskazują, że respondenci szczególną wagę przypisują działaniom władz lokalnych w obszarach związanych z bezpieczeństwem, dostępnością usług publicznych oraz stabilnością kosztów życia. Postawa miasta w tych kwestiach stanowi jeden z kluczowych czynników kształtujących ogólną ocenę jego rozwoju. Jednocześnie analiza odpowiedzi respondentów ujawnia wyraźne oczekiwanie spójności pomiędzy deklaracjami strategicznymi a rzeczywistymi działaniami podejmowanymi przez władze lokalne. Brak tej spójności prowadzi do osłabienia zaufania oraz ograniczenia społecznej akceptacji procesów transformacyjnych. Istotnym elementem oceny postawy miasta jest również sposób reagowania na sytuacje kryzysowe oraz zdolność do długookresowego planowania rozwoju. Mieszkańcy pozytywnie postrzegają te jednostki samorządu terytorialnego, które wykazują konsekwencję w realizacji instrumentów polityki publicznej oraz utrzymują stabilność kierunków rozwoju.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że postawa miasta pełni funkcję integrującą pozostałe kapitały modelu 4T+. Jest ona efektem współoddziaływania technologii, talentu i zaufania, a jednocześnie czynnikiem wzmacniającym poczucie bezpieczeństwa mieszkańców. W tym sensie ocena postawy miasta stanowi kluczowy element interpretacyjny modułu miasta kreatywnego. Ocena postawy miasta w sprawach ważnych dla mieszkańców pozostaje silnie skorelowana z poziomem zaufania oraz poczuciem bezpieczeństwa (Julsrud, Krogstad, 2020).

4.4. ANALIZA WYNIKÓW RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH (CB-SEM): WERYFIKACJA HIPOTEZ H1A–H6 ORAZ H7

Wnioski z badań FGI wskazały na kluczową rolę bezpieczeństwa energetycznego oraz zaufania jako warunków brzegowych akceptacji transformacji. W kolejnym kroku CB-SEM służy do sprawdzenia, czy te mechanizmy mają odzwierciedlenie w strukturze współzmienności danych ankietowych $N = 1000$ oraz czy utrzymują się po kontroli DEM. W tym sensie SEM pełni funkcję uogólniającej triangulacji: „potwierdza” FGI na poziomie spójności ilościowej, bez implikowania dowodu przyczynowego. Poniżej przedstawiono wyniki estymacji modelu równań strukturalnych w podejściu kowariancyjnym (CB-SEM), oparte na danych ankietowych mieszkańców ($N = 1000$). W analizie zastosowano wariant ścieżkowy oparty na wskaźnikach syntetycznych (indeksach) zbudowanych na podstawie bloków kwestionariusza, co umożliwiło bezpośrednie testowanie hipotez H1–H6 oraz H7 (dwuscieżkowo). Parametry raportowano jako standaryzowane współczynniki ścieżek (β); istotność wery-

fikowano przy użyciu heteroskedastyczno-odpornych błędów standardowych (wariant HC3; estymator typu *sandwich*), a dla efektów pośrednich zastosowano *bootstrap* z raportem CI95%. Miary dopasowania globalnego, właściwe dla CB-SEM, ujęto w aneksie (zob. tab. 93) jako informację uzupełniającą względem parametrów ścieżek i R^2 .

W pierwszej kolejności oceniono dopasowanie globalne modelu bazowego (relacje H1a, H1b, H2, H4). Wartości $\chi^2(3) = 43,62$, CFI = 0,991, TLI = 0,970, SRMR = 0,036 oraz RMSEA = 0,116 (CI90%: 0,087–0,148) zestawiono w aneksie (zob. tab. 93). Wskaźniki inkrementalne (CFI/TLI) i SRMR wskazują na dobre dopasowanie względne i niewielkie reszty. Podwyższony RMSEA sygnalizuje natomiast, że model w tej uproszczonej postaci nie wyjaśnia całej współzmienności – co jest spójne z wysokimi korelacjami pomiędzy wymiarami wynikowymi oraz wysokimi wartościami HTMT dla części par konstruktów (zob. Aneks B4). W konsekwencji dopasowanie globalne traktowano pomocniczo, a wnioskowanie oparto przede wszystkim na parametrach ścieżek, ich istotności i R^2 .

Hipoteza H7 została domknięta dwuścieżkowo: (a) poprzez testy różnic w rozkładach/średnich ocen wg zmiennych demograficznych (zob. tab. 50–82) oraz (b) poprzez włączenie zmiennych demograficznych jako predyktorów kontrolnych w modelu CB-SEM (ścieżki γ). Takie ujęcie pozwala ocenić, czy efekty strukturalne H1–H6 są odporne na potencjalne zmienne zakłócające oraz czy DEM różnicują percepcje kluczowych konstruktów (TRU, SEC, EFF, ACC, RES). Wartości współczynników γ (β *stand.*, SE, p) przedstawiono w tab. 47 (zob. część H7). Uzyskane efekty DEM są małe ($|\beta| \leq 0,08$), co oznacza, że zmienne demograficzne – nawet gdy bywają istotne statystycznie – mają marginalny wpływ na kluczowe konstrukty i nie zmieniają wniosków dla H1–H6. Szczegółowa procedura obliczeń oraz tabele pośrednie zostały umieszczone w aneksie metodycznym (cz. IV, B9).

Tabela 41 prezentuje podstawowe statystyki opisowe dla zbudowanych indeksów (skala 1–5).

TABELA 41. Zestawienie podstawowych statystyk opisowych

Konstrukt	Średnia	SD	Min	Max
T1	2,55	0,97	1,00	5,00
T2	3,30	0,90	1,00	5,00
T3	3,27	0,86	1,00	5,00
T4	3,17	0,99	1,00	5,00

TABELA 41 – cd.

Konstrukt	Średnia	SD	Min	Max
SEC	3,21	0,90	1,00	5,00
EFF	3,22	0,93	1,00	5,00
RES	3,36	0,93	1,00	5,00
POL	3,09	0,89	1,00	5,00
ACC	3,35	0,85	1,00	5,00

Źródło: opracowanie własne.

Ocenę rzetelności i trafności konwergencyjnej przeprowadzono z wykorzystaniem α Cronbacha, *composite reliability* (CR) oraz *average variance extracted* (AVE) na bazie pierwszej składowej (PCA1).

TABELA 42. Ocena rzetelności i trafności konwergencyjnej

Konstrukt	Liczba pozycji	α Cronbacha	CR (PCA)	AVE (PCA)	Ładunki (zakres)
T1 (technologia)	12	0,870	0,894	0,414	0,570–0,706
T2 (talent/kreatywność)	12	0,953	0,959	0,662	0,849–0,777
TRU (zaufanie)	13	0,958	0,963	0,664	0,854–0,760
TOL (tolerancja)	12	0,955	0,961	0,672	0,850–0,778
T4 (<i>governance</i> sieciowe)	4	0,901	0,931	0,772	0,893–0,859
SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	4	0,828	0,886	0,663	0,882–0,649
EFF (skuteczność dekarbonizacji)	5	0,856	0,898	0,638	0,855–0,773
RES (rezyliencja/adaptacja)	5	0,881	0,913	0,678	0,867–0,793
POL (polityka klimatyczna miasta)	8	0,928	0,941	0,667	0,853–0,782
ACC (akceptacja dekarbonizacji)	8	0,897	0,918	0,583	0,803–0,681

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie w tab. 42 wskazuje na satysfakcjonującą jakość pomiaru większości konstruktów: współczynniki α Cronbacha oraz CR przekraczają progi akceptowalności, co potwierdza spójność wewnętrzną skal. Trafność zbieżna

jest zasadniczo spełniona ($AVE \geq 0,50$), natomiast niższą AVE dla konstruktów technologicznych (T1) można wiązać z heterogenicznością „koszyka” rozwiązań technologicznych, przez co konstrukt ten ma charakter indeksowy. Trafność dyskryminacyjną weryfikowano na podstawie kryterium Fornella-Larckera oraz wskaźnika HTMT (zestawienia w aneksie), przy czym wysokie korelacje pomiędzy wybranymi wymiarami 4T+ są zgodne z tezą o ich współwystępowaniu w dojrzałych systemach miejskich.

Tabela 43 syntetyzuje kluczowe relacje odpowiadające hipotezom H1–H7 (w tym ścieżki kontrolne DEM dla H7).

TABELA 43. Model strukturalny – współczynniki ścieżek H1–H7 (z kontrolą DEM dla H7)

Hipoteza	Relacja	β stand	SE	p	R^2 modelu
H1a	INT4T $\rightarrow$ EFF (skuteczność dekarbonizacji)	0,828	0,017	<0,001	0,710
H1b	INT4T $\rightarrow$ SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	0,819	0,019	<0,001	0,684
H2	SEC $\rightarrow$ ACC (akceptacja dekarbonizacji)	0,554	0,034	<0,001	0,335
H4	INT4T $\rightarrow$ RES (rezyliencja/adaptacja)	0,858	0,017	<0,001	0,752
H5	T4 (<i>governance</i>) $\rightarrow$ EFF (kontrola T1, T2, T3)	0,318	0,041	<0,001	0,727
H6	SEC $\rightarrow$ T1 (kapitał)	0,635	0,027	<0,001	0,456
H6	SEC $\rightarrow$ T2 (kapitał)	0,699	0,026	<0,001	0,538
H6	SEC $\rightarrow$ T3 (kapitał)	0,768	0,023	<0,001	0,633
H6	SEC $\rightarrow$ T4 (kapitał)	0,730	0,025	<0,001	0,569
H7	M1 (płeć) $\rightarrow$ TRU (zaufanie)	0,019	0,032	0,543	
H7	M1 (płeć) $\rightarrow$ SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	–0,029	0,018	0,109	
H7	M1 (płeć) $\rightarrow$ EFF (skuteczność dekarbonizacji)	–0,059	0,018	<0,001	
H7	M1 (płeć) $\rightarrow$ ACC (akceptacja dekarbonizacji)	0,077	0,026	0,003	
H7	M1 (płeć) $\rightarrow$ RES (rezyliencja/adaptacja)	–0,004	0,016	0,794	
H7	M2 (wiek) $\rightarrow$ TRU (zaufanie)	0,055	0,032	0,092	

TABELA 43 – cd.

Hipoteza	Relacja	β stand	SE	p	R^2 modelu
H7	M2 (wiek) → SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	0,007	0,020	0,716	
H7	M2 (wiek) → EFF (skuteczność dekarbonizacji)	-0,027	0,019	0,162	
H7	M2 (wiek) → ACC (akceptacja dekarbonizacji)	0,037	0,028	0,197	
H7	M2 (wiek) → RES (rezyliencja/adaptacja)	0,036	0,017	0,040	
H7	M3 (wykształcenie) → TRU (zaufanie)	0,009	0,032	0,785	
H7	M3 (wykształcenie) → SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	-0,041	0,019	0,032	
H7	M3 (wykształcenie) → EFF (skuteczność dekarbonizacji)	-0,044	0,019	0,020	
H7	M3 (wykształcenie) → ACC (akceptacja dekarbonizacji)	0,069	0,026	0,007	
H7	M3 (wykształcenie) → RES (rezyliencja/adaptacja)	-0,063	0,017	<0,001	

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki modelu strukturalnego wskazują na bardzo silny, dodatni wpływ integracji kapitałów 4T (INT4T) na skuteczność dekarbonizacji (EFF; $\beta = 0,828$; $p < 0,001$) oraz bezpieczeństwo energetyczne (SEC; $\beta = 0,819$; $p < 0,001$), przy wysokim poziomie wyjaśnionej wariancji (R^2 odpowiednio 0,710 i 0,684). Bezpieczeństwo energetyczne istotnie zwiększa akceptację transformacji (ACC; $\beta = 0,554$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,335$), a INT4T wykazuje również silny związek z rezyliencją miasta (RES; $\beta = 0,858$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,752$). W wymiarze cząstkowym kapitał T4 zachowuje istotny efekt na EFF przy kontroli T1–T3 ($\beta = 0,318$; $p < 0,001$), co sugeruje unikatową rolę współzarządzania i zasobów terytorialnych w kształtowaniu efektywności działań. Efekty DEM (H7) mają w większości charakter słaby; część zależności osiąga istotność statystyczną, lecz nie zmienia głównego wniosku o dominującym znaczeniu synergii 4T+.

Hipotezę H3 zweryfikowano testem mediacji z wykorzystaniem bootstrapu (2000 replikacji) (tab. 44). Wszystkie efekty są raportowane w postaci estymat standaryzowanych wraz z przedziałami ufności 95%.

TABELA 44. Zestawienie ścieżek testu mediacji dla H3

Ścieżka	Estymata	CI 2.5%	CI 97.5%
a: POL → TRU	0,723	0,677	0,769
b: TRU → EFF POL	0,469	0,399	0,538
c': POL → EFF TRU	0,414	0,354	0,476
a · b: efekt pośredni	0,339	0,288	0,390

Źródło: opracowanie własne.

W celu identyfikacji, które komponenty 4T mają najsilniejsze znaczenie predykcyjne dla skuteczności dekarbonizacji, oszacowano model z czterema kapitałami jako predyktorami jednoczesnymi (kontrola wzajemna) (tab. 45).

TABELA 45. Zestawienie predyktorów wpływu kapitałów 4T na dekarbonizację

Predyktor	β stand.	SE	<i>p</i>
T1 (technologia)	0,098	0,024	<0,001
T2 (talent)	0,135	0,036	<0,001
T3 (zaufanie + tolerancja)	0,381	0,047	<0,001
T4 (<i>governance</i> sieciowe)	0,318	0,041	<0,001

Źródło: opracowanie własne.

Najsilniejsze efekty uzyskano dla kapitału społecznego (T3) oraz instytucjonalno-terytorialnego/*governance* (T4), co wskazuje, że mechanizmy zaufania, inkluzji oraz współzarządzania są kluczowe dla realizacji interwencji dekarbonizacyjnych. Kapitał technologiczny i talentowy również pozostają istotne, jednak ich efekty są relatywnie słabsze po uwzględnieniu T3 i T4.

Zestawienie wyników potwierdza, że integracja kapitałów 4T+ stanowi silny predyktor zarówno skuteczności dekarbonizacji, jak i bezpieczeństwa energetycznego oraz rezylencji systemu miejskiego. Bezpieczeństwo energetyczne pełni funkcję czynnika zwiększającego akceptację społeczną transformacji. Z kolei polityka klimatyczna działa poprzez zaufanie (mechanizm mediacji), co oznacza, że skuteczne wdrożenia wymagają nie tylko instrumentów technicznych, ale również legitymizacji i wiarygodności instytucjonalnej. Od strony metodycznej zastosowano podejście CB-SEM na próbie $N = 1000$, obejmujące najpierw ocenę modelu pomiarowego (rzetelność i trafność konstruktów), a następnie testowanie zależności strukturalnych wraz z kontrolą DEM.

Rzetelność konstruktów oceniano m.in. przez miary typu *composite reliability*, a trafność konwergencyjną przez *average variance extracted*; dopasowanie globalne weryfikowano wskaźnikami inkrementalnymi (CFI/TLI) oraz miarami błędu aproksymacji (RMSEA, SRMR). Wartości tych wskaźników (tab. 42–45; Aneks) wskazują na zadowalającą spójność modelu z danymi empirycznymi, przy czym relacje pomiędzy EFF–SEC–RES wymagają ostrożnej interpretacji w kontekście trafności dyskryminacyjnej. W warstwie merytorycznej wyniki potwierdzają większość zależności postulowanych w hipotezach: synergia kapitałów 4T (INT4T) stanowi kluczowy czynnik wyjaśniający efektywność (EFF), bezpieczeństwo energetyczne (SEC) oraz rezyliencję (RES), a SEC pełni dodatkowo funkcję mechanizmu wzmacniającego akceptację transformacji (ACC). Efekt mediacji (H3) pokazuje, że wpływ polityki klimatycznej/dekarbonizacyjnej ujawnia się częściowo poprzez zaufanie, co wzmacnia argument o znaczeniu legitymizacji instytucjonalnej i jakości *governance*. Jednocześnie należy podkreślić ograniczenia inferencji: ze względu na przekrojowy charakter danych ankietowych oraz potencjalne ryzyko *common method bias* „potwierdzenie” hipotez należy interpretować jako potwierdzenie zgodności empirycznej modelu z danymi (spójności korelacyjno-strukturalnej), a nie jako dowód zależności przyczynowych.



MODEL 4T+ JAKO INSTRUMENT STRATEGICZNEGO ZARZĄDZANIA REZYLIENCJĄ: IMPLIKACJE DLA POLITYKI MIEJSKIEJ I TEORII SYSTEMÓW ADAPTACYJNYCH

Wnioski formułowane w niniejszym rozdziale mają charakter syntetyzująco-interpretacyjny i wynikają z połączenia analiz ilościowych prowadzonych na danych przekrojowych (*survey*, $N = 1000$) z modułem jakościowym (FGI) oraz z logiki modelu 4T+. Zidentyfikowane relacje należy rozumieć przede wszystkim jako powiązania pomiędzy konstruktami percepcyjno-poznawczymi oraz mechanizmy wyjaśniające postawy i oceny mieszkańców, a nie jako jednoznaczne rozstrzygnięcia przyczynowe w sensie ścisłym. Tam, gdzie wywód przyjmuje postać sekwencji mechanizmu, np. 4T $\rightarrow$ zaufanie (TRU) i bezpieczeństwo funkcjonalne (SEC) $\rightarrow$ akceptacja $\rightarrow$ stabilność wdrożeń $\rightarrow$ rezyliencja (komponent „+”), status dowodowy poszczególnych relacji został wskazany (potwierdzone empirycznie vs. postulowane vs. wymagające badań podłużnych/panelowych), aby ograniczyć ryzyko nadinterpretacji (zob. tab. 45–46; mapa dowodowa w tab. 96; wyniki SEM w tab. 95–103; rys. 19–20).

W toku przeprowadzonych analiz empirycznych stwierdzono, że procesy transformacji energetycznej miast wykazują silne zakorzenienie w uwarunkowaniach terytorialnych. Zależności obserwowane w materiale badawczym wskazują, iż dynamika zmian energetycznych nie może być interpretowana wyłącznie w kategoriach technologicznych, instytucjonalnych czy społecznych, lecz pozostaje ściśle powiązana z materialną i przestrzenną strukturą systemu miejskiego. Wymiar terytorialny ujawnia się przede wszystkim poprzez zróżnicowaną lokalizację infrastruktury energetycznej, dostępność zasobów, charakterystykę zabudowy, a także specyfikę sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Czynniki te w istotnym stopniu warunkują zarówno możliwości wdrożeniowe, jak i ograniczenia adaptacyjne poszczególnych jednostek miejskich.

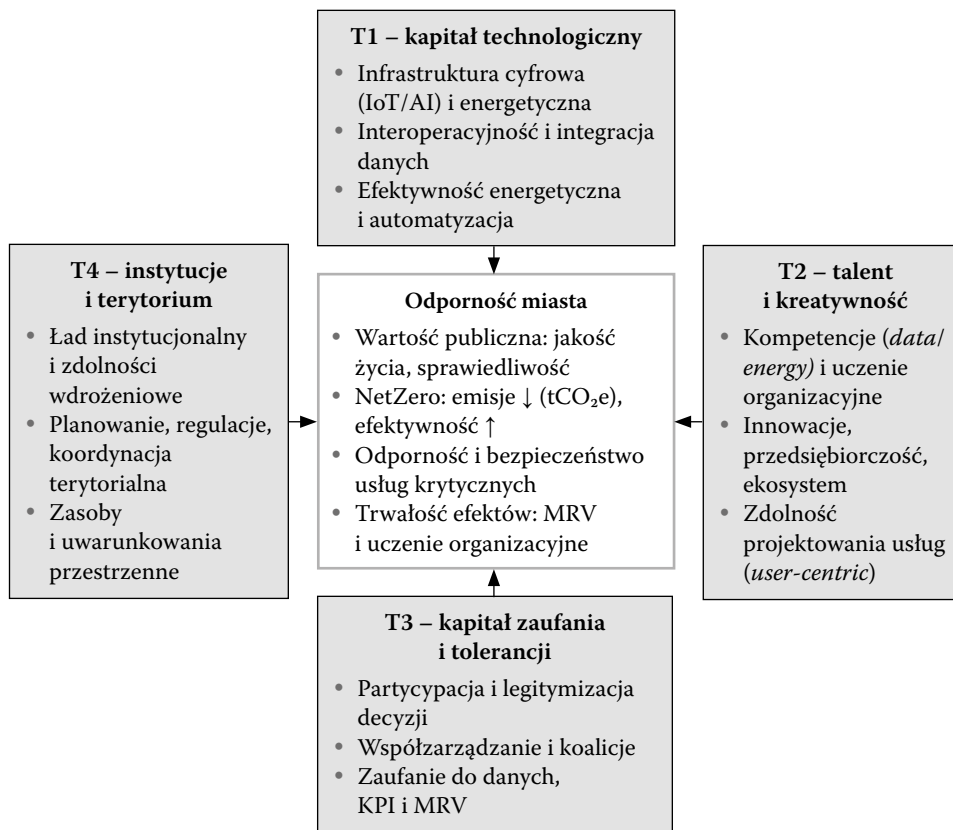
Analiza wyników wspiera interpretację, że terytorium nie stanowi jedynie biernego kontekstu procesów transformacyjnych, lecz pełni funkcję aktywnego komponentu strukturalnego, współkształtującego trajektorie rozwojowe miast.

Zróźnicowanie przestrzenne przekłada się bowiem na odmienne konfiguracje ryzyka, kosztów, dostępnych technologii oraz modeli zarządzania energią. W konsekwencji przyjęto, że pominięcie wymiaru terytorialnego prowadziłoby do redukcjonistycznego obrazu transformacji energetycznej, nieuwzględniającego kluczowych determinant materialnych i infrastrukturalnych. Uwzględniając powyższe ustalenia, model 4T+ został skalibrowany poprzez formalne włączenie kategorii *territory* jako kapitału o charakterze strukturalnym. Należy podkreślić, że nie oznacza to dodania nowego wymiaru do modelu, lecz doprecyzowanie treści T4 poprzez wyraźniejsze wydzielenie składnika terytorialno-infrastrukturalnego, który w wersji bazowej był ujmowany łącznie z łaodem instytucjonalnym. Kapitał terytorialny interpretowany jest tu jako zespół przestrzennie zakotwiczonych zasobów i ograniczeń, wpływających na zdolności adaptacyjne systemu miejskiego.

Jednocześnie kategoria *trust*, obecna w pierwotnej wersji modelu, została zachowana jako zmienna o odmiennym statusie teoretycznym. *Trust* nie pełni funkcji kapitału strukturalnego, lecz traktowany jest jako mechanizm regulacyjny i legitymizacyjny, moderujący efektywność procesów transformacyjnych. Zaufanie społeczne i instytucjonalne wpływa bowiem na poziom akceptacji zmian, stabilność decyzji publicznych oraz zdolność do koordynacji działań aktorów miejskich, nie zastępując jednak materialnych uwarunkowań przestrzennych. Takie ujęcie umożliwia rozdzielenie dwóch komplementarnych poziomów analizy: strukturalnego, reprezentowanego przez kapitał terytorialny oraz regulacyjnego, reprezentowanego przez zaufanie. Rozróżnienie to zwiększa precyzję wyjaśniającą modelu oraz jego adekwatność wobec procesów transformacji energetycznej, które z natury mają wymiar zarówno materialno-przestrzenny, jak i społeczno-instytucjonalny. Rysunek 17 przedstawia strukturę rozszerzonego modelu kapitałów 4T w postaci uporządkowanego układu, w którym cztery kapitały stanowią rdzeń mechanizmu rozwojowego, a dla przykładu bezpieczeństwo mieszkańców pełni funkcję warunku brzegowego, silnie powiązanego z akceptowalnością i trwałością interwencji (zob. tab. 49; tab. 97–98; tab. 102–103).

Rysunek 17 ilustruje strukturę modelu kapitałów 4T+ poprzez wskazanie czterech współzależnych kapitałów oraz ich relacji do rozwoju rezyliencji (odporności adaptacyjnej) miasta. Kluczową implikacją dla badań jest możliwość mapowania wskaźników (zmiennych obserwowalnych) na poszczególne wymiary 4T+ oraz testowania, czy i w jakim stopniu brak równowagi między kapitałami obniża rezyliencję i zwiększa ryzyko transformacyjne. Nowatorskim elementem modelu 4T+ jest wprowadzenie komponentu „+” interpretowanego jako rezyliencja (odporność adaptacyjna) systemu miejskiego; w badaniu

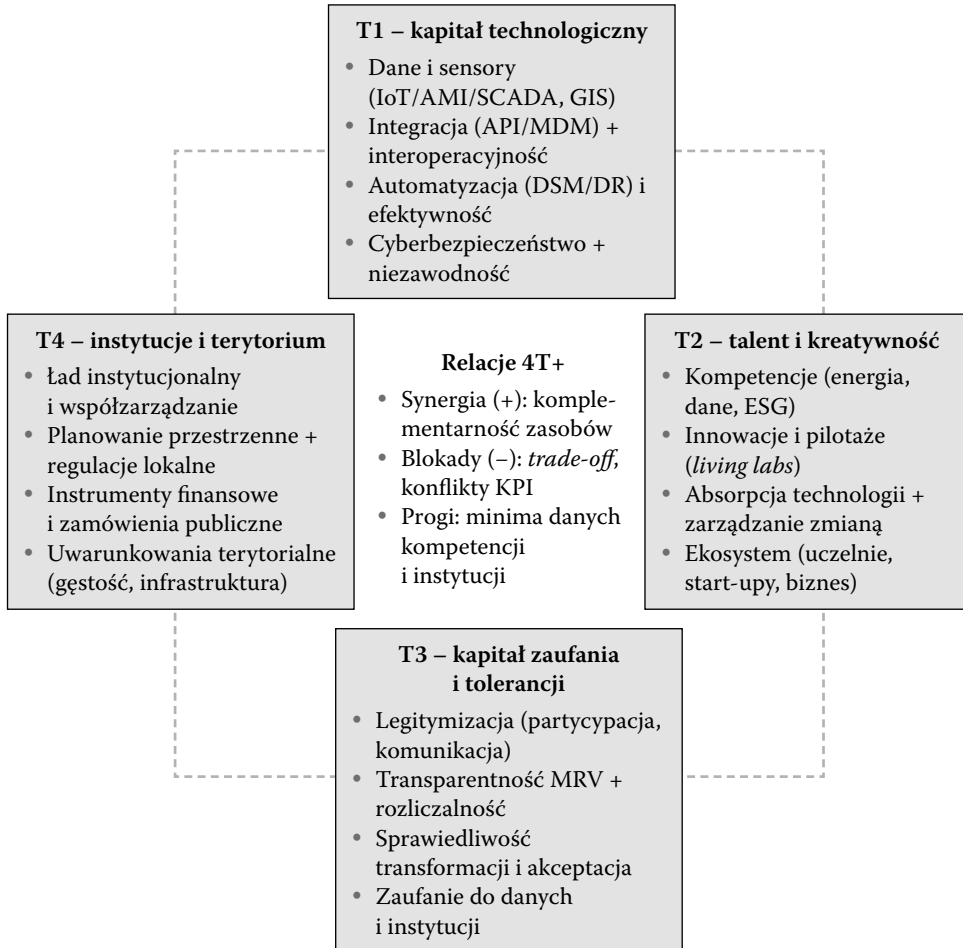
RYSUNEK 17. Struktura modelu kapitałów 4T+



Źródło: opracowanie własne.

komponent ten jest operacjonalizowany poprzez bezpieczeństwo funkcjonalne mieszkańców (w tym energetyczne) oraz konstrukty rezyliencji/adaptacji. W konsekwencji bezpieczeństwo nie jest tu traktowane jako synonim rezyliencji, lecz jako jej empiryczny przejaw w obszarach krytycznych. Model zakłada, że trwałość rozwoju nie wynika z maksymalizacji pojedynczych kapitałów, lecz z równowagi pomiędzy nimi; zaburzenie jednego z komponentów może prowadzić do osłabienia efektywności pozostałych, generując skutki wielowymiarowe w systemie miejskim. Model 4T+ umożliwia analizę tych zależności zarówno w ujęciu statycznym, jak i procesowym, stanowiąc narzędzie interpretacyjne łączące teorię z analizą empiryczną. W niniejszej monografii model jest testowany w kontekście transformacji energetyczno-klimatycznej; w innych typach transformacji (np. cyfrowej) konfiguracja zależności oraz wagi kapitałów mogą być odmienne, co stanowi kierunek dalszych badań.

RYSUNEK 18. Charakter relacji pomiędzy kapitałami w modelu 4T+



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 18 prezentuje topologię relacji pomiędzy kapitałami w modelu 4T+ (m.in. komplementarność, warunkowanie, wzmocnienia i sprzężenia zwrotne – szare pole), wskazując potencjalne mechanizmy przenoszenia efektów w systemie miejskim. Model 4T+ stanowi kluczowy element teoretyczny badań, ujmując rozwój miasta jako zintegrowaną koncepcję analizy relacji pomiędzy kapitałami oraz rezyliencją (odpornością adaptacyjną) systemu miejskiego. Model 4T+ opiera się na założeniu, że rozwój inteligentnego miasta ma cha-

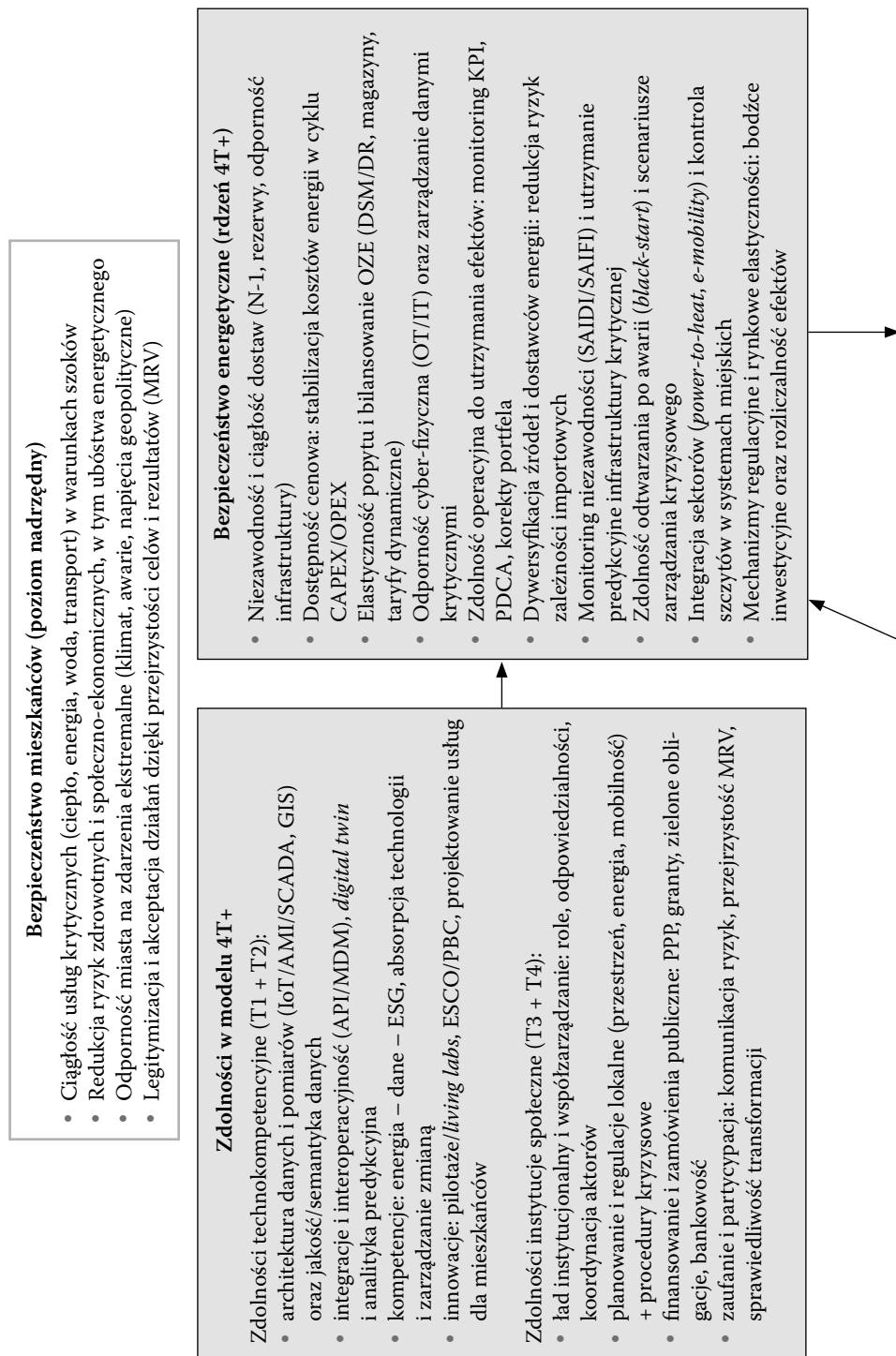
rakter systemowy, a skuteczność poszczególnych działań rozwojowych zależy od wzajemnych relacji pomiędzy kapitałami technologii, talentu i kreatywności, zaufania oraz kapitału instytucjonalno-terytorialnego.

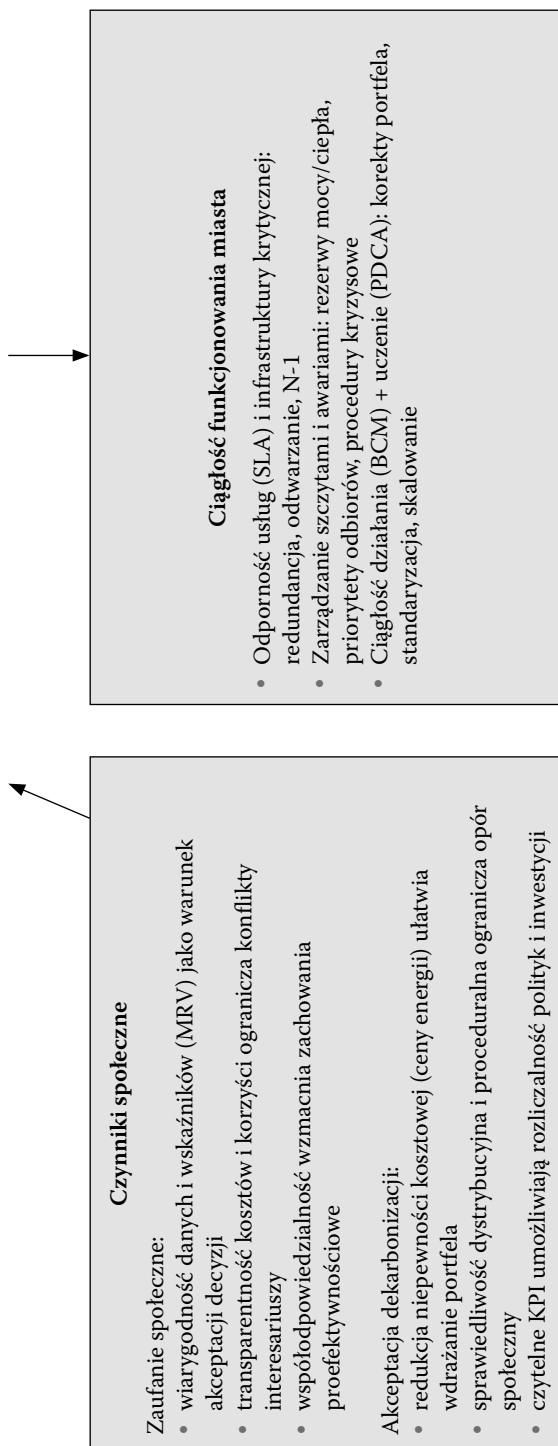
W przeciwieństwie do klasycznych ujęć *smart city*, w których dominującą rolę przypisuje się technologii, model 4T+ zakłada równorzędność kapitałów oraz konieczność ich jednoczesnego rozwoju. Rozszerzeniem modelu jest wprowadzenie wymiaru rezyliencji (odporności adaptacyjnej) systemu miejskiego, oznaczonego symbolem „+”, który pełni funkcję komponentu nadrzędnego. Bezpieczeństwo mieszkańców (w tym bezpieczeństwo energetyczne) nie stanowi odrębnego kapitału, lecz jest w tym ujęciu operacyjną manifestacją rezyliencji oraz warunkiem brzegowym, determinującym efektywność pozostałych elementów modelu.

Szczególne znaczenie w tym ujęciu przypisano bezpieczeństwu energetycznemu, które pozostaje silnie powiązane z poziomem zaufania społecznego, stabilnością funkcjonowania miasta oraz akceptacją procesów dekarbonizacji i transformacji energetycznej. Model 4T+ ma strukturę hierarchiczno-systemową, w której kapitały oddziałują na siebie w sposób nieliniowy, generując zarówno efekty synergii, jak i potencjalne bariery rozwojowe. W warunkach transformacji klimatyczno-energetycznej bezpieczeństwo energetyczne – jako wymiar operacyjny rezyliencji – staje się nie tylko kategorią infrastrukturalną, lecz również determinantą stabilności ekonomicznej gospodarstw domowych, akceptacji społecznej dla dekarbonizacji oraz ciągłości usług miejskich.

Rysunek 19 przedstawia bezpieczeństwo energetyczne jako rdzeń operacyjny modelu 4T+ w tym sensie, że jest ono kluczowym wskaźnikiem rezyliencji (komponent „+”) oraz mediatorem relacji między kapitałami rozwojowymi a akceptacją społeczną i stabilnością systemu. W ujęciu definicyjnym bezpieczeństwo energetyczne nie jest równoznaczne z rezyliencją, lecz stanowi jej wymiar mierzalny i szczególnie wrażliwy na skutki kryzysów.

RYSUNEK 19. Pozycja bezpieczeństwa energetycznego w modelu 4T+





Źródło: opracowanie własne.

5.1. TEORETYCZNY WALOR MODELU 4T+: KONFRONTACJA WYNIKÓW Z KLASYCZNYMI UJĘCIAMI KAPITAŁU KREATYWNEGO I TEORIĄ SYSTEMÓW ADAPTACYJNYCH

W tab. 46 przedstawiono syntezę wyników badań w logice modelu 4T+ (kapitały 4T oraz komponent „+”). Zestawienie wskazuje, które wymiary okazały się kluczowe dla postrzegania miasta i akceptacji działań rozwojowych, a także jak przekładają się one na wnioski zarządcze.

Z tab. 46 wynika, że w badanym układzie metropolitalnym kluczowe znaczenie mają mechanizmy społeczne i instytucjonalne – zwłaszcza zaufanie oraz kapitał talentu i kreatywności. Jednocześnie komponent technologiczny ujawnia się przede wszystkim pośrednio: jego znaczenie rośnie wtedy, gdy podnosi jakość usług i wzmacnia przejrzystość, a tym samym sprzyja budowie zaufania. Włączenie komponentu „+” porządkuje interpretację transformacji energetyczno-klimatycznej jako procesu, w którym rezyliencja systemu miejskiego (operacjonalizowana m.in. przez bezpieczeństwo mieszkańców, w tym energetyczne) stanowi kluczowy warunek brzegowy oraz jest istotnie powiązana z wykonalnością społeczną i trwałością efektów. W dalszej części podrozdziału poczynione ustalenia stanowią punkt odniesienia dla dyskusji wyników oraz dla sformułowania implikacji i rekomendacji w logice *public governance*. Ustalenia zestawione w tabeli pozwalają przejść od wyników empirycznych do uogólnień zarządczych i teoretycznych. Rozwój *smart city* warto zatem oceniać nie przez pryzmat samej obecności technologii, lecz poprzez mechanizmy tworzenia wartości publicznej: zaufanie, kapitał ludzki, zdolności instytucjonalne oraz odporność systemu miejskiego na presje kosztowe i regulacyjne transformacji energetyczno-klimatycznej.

Analizy w logice modelu 4T+ wskazują, że determinantami pozytywnego postrzegania miasta są przede wszystkim zaufanie (*trust*) oraz wspieranie talentu i kreatywności (*talent*). W konsekwencji wdrożenia *smart city* generują trwałą wartość publiczną głównie poprzez legitymizację, współzarządzanie i rozwój kapitału ludzkiego, a dopiero wtórnie poprzez same artefakty technologiczne. Jednocześnie nieistotność zmiennej „inteligentne technologie” w części specyfikacji regresyjnej należy interpretować jako możliwy efekt pośredni: technologie oddziałują poprzez jakość usług, transparentność i zaufanie, a także poprzez uwarunkowania adopcji rozwiązań cyfrowych przez mieszkańców.

TABELA 46. Synteza wyników badań

Wymiar modelu 4T+/obszar	Kluczowe ustalenie empiryczne (GZM, N = 1000)	Interpretacja i implikacja dla zarządzania (<i>public governance</i>)
Zaufanie i tolerancja (T3)/ład instytucjonalny	Zaufanie do instytucji lokalnych oraz postrzegana jakość i przejrzystość zarządzania są najsilniej powiązane z pozytywną oceną miasta i akceptacją zmian	Priorytet: transparentność, komunikacja ryzyka i korzyści, trwałe kanały partycypacji. Mierniki: indeks zaufania, udział w konsultacjach, poziom akceptacji projektów
Talent i kreatywność (<i>talent</i>) (T2)	Kapitał talentu (kompetencje, innowacyjność, aktywność społeczna) wzmacnia zdolność miasta do adaptacji oraz podnosi legitymizację działań rozwojowych	Priorytet: <i>upskilling/reskilling</i> , ekosystem współpracy uczelnie – biznes – samorząd, wsparcie innowacji. Mierniki: kompetencje cyfrowe, liczba pilotaży, absorpcja innowacji
Technologie inteligentne (<i>technology</i>) (T1)	Komponent technologiczny nie przekłada się bezpośrednio na ocenę miasta; jego wpływ ujawnia się głównie pośrednio – poprzez jakość usług, dostęp do informacji i zaufanie	Technologie projektować usługowo (<i>service design</i>) i <i>user-centric</i> ; integrować z <i>governance</i> danych. Mierniki: SLA usług, użyteczność rozwiązań, wskaźniki otwartych danych
Kapitał terytorialny i jakość usług (<i>territory</i>) (T4)	Ocena miejsca jest powiązana z jakością środowiska miejskiego i spójnością infrastruktury (w tym energetycznej); efekty ujawniają się w synergii z kapitałami społecznymi	Priorytet: zintegrowane planowanie przestrzenno-energetyczne i inwestycje w infrastrukturę krytyczną. Mierniki: jakość powietrza, niezawodność usług, dostępność transportu
Komponent „+”: bezpieczeństwo mieszkańców (w tym energetyczne)	Poczucie bezpieczeństwa oraz stabilność kosztów życia warunkują akceptację dekarbonizacji; deficyty bezpieczeństwa osłabiają zaufanie i gotowość do zmian	Priorytet: termomodernizacja, OZE i magazyny, zarządzanie popytem oraz osłony dla grup wrażliwych. Mierniki: ubóstwo energetyczne, stabilność rachunków, odporność systemów
Heterogeniczność postaw (segmentacja)	Segmentacja mieszkańców ujawnia zróżnicowane profile percepcji i potrzeb, co ogranicza skuteczność polityki „jednego standardu”	Targetowanie komunikacji i instrumentów do segmentów; projektowanie pakietów działań adekwatnych do profili. Mierniki: satysfakcja i akceptacja w segmentach, luka percepcji

Źródło: opracowanie własne.

Takie ujęcie jest spójne z krytyką redukcjonizmu technologicznego w *smart city* oraz z podejściami oceny narzędzi/indeksów inteligentnego miasta. Włączenie komponentu „+” – rezyliencji (z bezpieczeństwem mieszkańców jako wymiarem operacyjnym) – porządkuje interpretację transformacji energetyczno-klimatycznej jako procesu, którego wykonalność społeczna zależy od stabilności kosztowej i odporności systemów miejskich. Na tej podstawie dalsze podrozdziały rozwijają trzy kroki syntezy: (1) osadzenie wyników w paradygmatach nauk o zarządzaniu i teorii systemów adaptacyjnych; (2) przełożenie ustaleń na pakiety działań oraz architekturę KPI; oraz (3) identyfikację ograniczeń i agendy badań dalszych. Całość syntezy służy pogłębionej interpretacji rezultatów oraz wskazaniu ich znaczenia dla nauk o zarządzaniu i jakości oraz praktyki *public governance*.

5.2. PRAGMATYKA MODELU 4T+ W NAUKACH O ZARZĄDZANIU: PARADYGMAT PROGRAMOWANIA REZYLIENTNYCH SYSTEMÓW MIEJSKICH

W tab. 47 przedstawiono syntezę wkładu zarządczego modelu 4T+. Zestawienie pokazuje, w jaki sposób poszczególne komponenty modelu przekładają się na decyzje, instrumenty i pomiar efektów w zarządzaniu miastem i metropolią.

TABELA 47. Synteza wkładu zarządczego modelu 4T+ – przełożenie na pomiar (KPI)

Obszar decyzji/ komponent	Wkład zarządczy modelu 4T+	Przełożenie na instrumenty i pomiar (przykłady KPI)
Strategia i ład instytucjonalny (<i>trust</i>)	Model wskazuje, że legitymizacja i zaufanie są warunkiem wykonalności portfela działań <i>smart city</i> oraz akceptacji kosztów transformacji	Instrumenty: transparentność decyzji, konsultacje, open data, standardy etyczne. KPI: indeks zaufania, udział w partycypacji, poziom akceptacji projektów
Współzarządzanie i sieci interesariuszy	4T+ porządkuje role miasta jako koordynatora sieci (samorząd – biznes – uczelnie – NGO – mieszkańcy) i integratora kapitałów niematerialnych	Instrumenty: partnerstwa, rady/ komitety, <i>living labs</i> , budżet obywatelski. KPI: liczba partnerstw, wartość współfinansowania, frekwencja w procesach
Kapitał talentu i innowacji (<i>talent</i>)	Akcentuje konieczność inwestycji w kompetencje oraz zdolność absorpcji innowacji po stronie mieszkańców i administracji	Instrumenty: <i>upskilling</i> / <i>reskilling</i> , programy innowacji, wsparcie start-upów. KPI: kompetencje cyfrowe, liczba pilotaży, wskaźniki innowacyjności

Obszar decyzji/ komponent	Wkład zarządczy modelu 4T+	Przełożenie na instrumenty i pomiar (przykłady KPI)
Inkluzja i tolerancja oraz zaufanie (<i>tolerance</i> , <i>trust</i>)	Wprowadza perspektywę sprawiedliwości transformacji: bez działań inkluzyjnych koszty dekarbonizacji mogą obniżyć akceptację i zaufanie	Instrumenty: osłony dla grup wrażliwych, programy edukacyjne, dostępność usług. KPI: ubóstwo energetyczne, dostęp do usług, nierówności
Technologie i dane (<i>technology</i>)	Technologia jest traktowana jako narzędzie dostarczania usług i przejrzystości; wymaga <i>governance</i> danych (interoperacyjność i cyberbezpieczeństwo)	Instrumenty: platformy danych, standardy interoperacyjności, cyberbezpieczeństwo. KPI: SLA usług, dostępność danych, incydenty bezpieczeństwa
Kapitał terytorialny i infrastruktura krytyczna (<i>territory</i>)	Łączy planowanie przestrzenne z odpornością infrastruktury (energetyka, ciepło, transport), wskazując na konieczność synchronizacji inwestycji	Instrumenty: plany zaopatrzenia w energię/ ciepło, termomodernizacja, modernizacja sieci. KPI: emisje, awaryjność, efektywność energetyczna
Monitoring, ewaluacja i uczenie się (PDCA)	Zapewnia translację wyników badań na cykl zarządczy: KPI w warstwach <i>delivery</i> – <i>outcome</i> – <i>impact</i> oraz iteracyjne doskonalenie	Instrumenty: <i>dashboard</i> KPI, ewaluacje, benchmarking. KPI: realizacja działań (<i>delivery</i>), zmiana rezultatów (<i>outcome</i>), wpływ (<i>impact</i>)

Uwaga interpretacyjna: relacje prowadzące od akceptacji do stabilności wdrożeń oraz od stabilności do rezylencji mają w niniejszej monografii status postulowany (wymagający weryfikacji w układzie longitudinalnym/panelowym lub poprzez dane obiektywne), natomiast relacje łączące zaufanie/bezpieczeństwo z akceptacją zostały wzmocnione triangulacją QUAN+FGL.

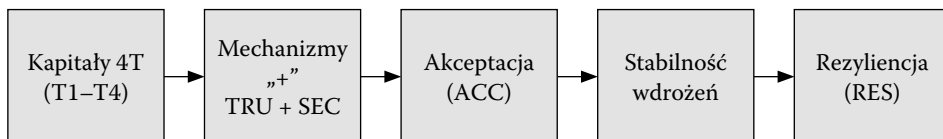
Źródło: opracowanie własne.

Co istotne, wyniki analiz statystycznych wskazały również na istnienie istotnych zależności pomiędzy wdrażaniem rozwiązań inteligentnych a poziomem zaufania do władz lokalnych, postrzeganiem jakości zarządzania oraz oceną kierunków rozwoju miasta. Sugeruje to, że nawet zaawansowane technologicznie rozwiązania *smart city* mogą nie przynosić trwałych efektów rozwojowych, jeżeli nie są osadzone w stabilnym i zaufanym środowisku społecznym. Szczególnie istotnym rezultatem badań było wykazanie, że poziom akceptacji procesów transformacyjnych przez mieszkańców jest silnie powiązany z postrzeganiem poziomem bezpieczeństwa, w tym w szczególności bezpieczeństwa energetycznego. Dekompozycję predyktorów pokazuje tab. 49, a szczegółowe współczynniki i dopasowanie modeli zawarto w aneksie (zob. Aneks B, tab. 93–103).

Wyniki badań potwierdzają zasadność przyjęcia modelu wielowymiarowego: poszczególne komponenty rozwoju miejskiego wzajemnie się wzmacniają, a w przypadku braku równowagi mogą generować bariery rozwojowe. W konsekwencji rozwój miejski nie może być interpretowany wyłącznie przez pryzmat wdrażania technologii inteligentnych, lecz wymaga podejścia systemowego, uwzględniającego współzależności pomiędzy kapitałami technologicznym, społecznym, instytucjonalnym i terytorialnym.

Model 4T+ może być traktowany jako narzędzie diagnostyczne wspierające porządkowanie wymiarów rozwoju miasta oraz projektowanie interwencji publicznych w obszarach kluczowych dla współczesnych instrumentów polityki miejskiej. Z perspektywy metod oceny dojrzałości *smart city* i zrównoważonego rozwoju podejście to wpisuje się w nurt wielokryterialnych ram analitycznych łączących komponenty technologiczne, społeczne i instytucjonalne. Umożliwia to porównywanie profili rozwojowych miast oraz identyfikację obszarów wymagających wzmocnienia (Kourtiti, Nijkamp, 2018).

RYСУNEK 20. Mechanizm systemowy modelu 4T+: 4T → zaufanie (TRU) i bezpieczeństwo energetyczne (SEC) (operacjonalizacja komponentu „+”) → akceptacja → stabilność wdrożeń → rezyliencja (status dowodowy relacji)



Źródło: opracowanie własne.

Schemat przedstawiony na rys. 20 ukazuje mechanizm systemowy modelu 4T+ w sekwencji: kapitały 4T → zaufanie (TRU) i bezpieczeństwo energetyczne (SEC) jako wskaźnikowa operacjonalizacja komponentu „+” → akceptacja społeczna → skuteczność wdrożeń dekarbonizacyjnych → rezyliencja systemu miejskiego.

Status dowodowy relacji (potwierdzono/nie potwierdzono) oparto na wynikach CB-SEM (zob. Aneks tab. 93). Szczegółowe wartości parametrów ścieżek (β *stand.*, SE, *p*) oraz formalne rozstrzygnięcia hipotez H1a–H6 i efektów kontrolnych H7 zestawiono w tab. 47–45, natomiast dopasowanie globalne modelu przedstawiono w Aneksie (zob. tab. 93).

WARUNKI BRZEGOWE SKUTECZNOŚCI MODELU 4T+

Model 4T+ ma charakter diagnostyczno-projektowy i wspiera programowanie rezyliencyjnych instrumentów polityki miejskiej, jednak jego skuteczność – rozumiana jako zdolność do stabilnego wdrażania interwencji oraz budowania akceptacji społecznej – jest warunkowa. Oznacza to, że obserwowane zależności ilościowe (*survey*) oraz zrekonstruowane mechanizmy (FGI) powinny być interpretowane w kontekście parametrów otoczenia, które wzmacniają lub osłabiają działanie łańcucha: 4T → zaufanie (TRU) i bezpieczeństwo funkcjonalne (SEC) → akceptacja → stabilność wdrożeń → rezyliencja (komponent „+”).

Poniżej zestawiono kluczowe warunki brzegowe, które wynikają z heterogeniczności ocen w próbie (moderacja demograficzna) oraz z modułu jakościowego (FGI) domykającego mechanizmy akceptacji, zaufania i bezpieczeństwa. Warunki te pełnią funkcję „bezpieczników” interpretacyjnych: wskazują, kiedy model działa z wysoką pewnością, a kiedy wymaga ostrożniejszego wnioskowania lub dodatkowych danych (np. panel, dane obiektywne). Poniżej przedstawiono kluczowe warunki brzegowe skuteczności modelu 4T+:

- **Poziom i zmienność cen energii oraz ryzyko zakłóceń dostaw:** w sytuacji wysokiej niepewności kosztowej lub ryzyka przerw w dostawach komponent „+” (rezyliencja; w wymiarze operacyjnym bezpieczeństwo, w tym energetyczne) staje się dominującym filtrem oceny działań miasta. Akceptacja dekarbonizacji i inwestycji *smart city* zależy wtedy przede wszystkim od percepcji stabilności cen, przewidywalności polityki i ciągłości usług krytycznych.
- **Struktura demograficzna i społeczna układu miejskiego:** różnice wieku, dochodu, statusu mieszkaniowego oraz wrażliwości na koszty energii wpływają na postrzeganie ryzyka i gotowość do poparcia instrumentów polityki transformacyjnej. W praktyce oznacza to konieczność różnicowania instrumentów (np. osłony kosztowe, programy efektywności energetycznej) oraz komunikacji w zależności od profilu postaw mieszkańców.
- **Transparentność komunikacji i legitymizacja decyzji publicznych:** skuteczność modelu 4T+ rośnie, gdy miasto komunikuje cele, harmonogram, koszty i spodziewane korzyści transformacji w sposób jednoznaczny, porównywalny i rozliczalny. Transparentność wzmacnia zaufanie instytucjonalne, a tym samym mechanizm akceptacji dla decyzji trudnych (kosztowych) i zwiększa trwałość wdrożeń.
- **Zdolność koordynacyjna i instytucjonalna miasta/metropolii:** wdrożenia wymagają sprawnego współzarządzania (role, procedury, partner-

stwa) i zdolności do koordynacji interesariuszy (energetyka, transport, mieszkalnictwo, sektor prywatny, NGO). Jeżeli filar instytucjonalno-terytorialny (T4) jest słaby, to nawet wysoki poziom technologii i talentów nie przekłada się na rezyliencję – rośnie ryzyko fragmentacji projektów i spadku zaufania.

Zidentyfikowane warunki brzegowe powinny być traktowane jako element modelu wdrożeniowego: w ramach polityki miejskiej należy je monitorować (np. jako KPI kontekstowe) i uwzględniać w doborze pakietów interwencji. Pozwala to ograniczyć ryzyko nadmiernej generalizacji wyników z jednego układu metropolitalnego oraz wzmacnia spójność pomiędzy warstwą empiryczną, mechanizmami wyjaśniającymi i rekomendacjami zarządczymi.

TRIADA WKŁADU NAUKOWEGO: NOWATORSTWO TEORETYCZNE, RYGOR METODYCZNY I WALOR EKSPLANACYJNY MODELU 4T+

Deklarowany wkład modelu 4T+ jest podparty wynikami empirycznymi w trzech komplementarnych obszarach: (a) testy hipotez (H1–H6) wskazujące na spójny wzorzec współzależności między kapitałami 4T, bezpieczeństwem (SEC), akceptacją (ACC) i oceną jakości życia; (b) segmentacja (3 segmenty) ujawniająca heterogeniczność percepcji i wrażliwości na koszty transformacji; oraz (c) triangulacja jakościowa (FGI) dostarczająca wyjaśnień mechanizmów (zaufanie – akceptacja – bezpieczeństwo). W efekcie „nowość” nie ogranicza się do propozycji pojęciowej, lecz ma charakter eksplanacyjny (wyjaśnia współwystępowanie zjawisk) i aplikacyjny (przekłada się na rekomendacje KPI i pakiety działań).

Triadę wkładu naukowego przedstawionego w tym rozdziale można ująć w trzech wymiarach. Po pierwsze, nowatorstwo teoretyczne modelu 4T+ polega na odejściu od redukcjonizmu technologicznego i na potraktowaniu technologii jako narzędzia tworzenia wartości publicznej, którego efekty zależą od kapitału instytucjonalnego i zaufania. Po drugie, rygor metodyczny wyraża się w konsekwentnym przełożeniu konstrukcji teoretycznej na mierzalne zmienne oraz w zastosowaniu procedur zapewniających trafność i rzetelność pomiaru, co umożliwia replikowalność analiz. Po trzecie, walor eksplanacyjny przejawia się w zdolności modelu do wyjaśniania zróżnicowania postaw mieszkańców wobec działań transformacyjnych poprzez mechanizmy współoddziaływania kapitałów (synergie i zależności) oraz przez włączenie bezpieczeństwa mieszkańców jako kryterium wykonalności społecznej.

Kluczowym elementem nowości poznawczej jest wprowadzenie bezpieczeństwa mieszkańców jako kategorii nadrzędnej, integrującej pozostałe wymiary rozwoju. Oryginalność modelu wynika z relacyjnego (a nie addytywnego) ujęcia kapitałów oraz z możliwości interpretowania miasta jako złożonego systemu adaptacyjnego funkcjonującego w warunkach ryzyka i niepewności. W niniejszym ujęciu „miasto elastyczne” oznacza praktyczny rezultat integracji kapitałów 4T+: pakiety rekomendacji oraz architekturę KPI (zestawienie pakietów i KPI), które przekładają ramę koncepcyjną na decyzje, odpowiedzialności i mierniki realizacji celów – w tym dekarbonizacji i bezpieczeństwa mieszkańców.

REORIENTACJA STRUKTUR I PROCESÓW W ADMINISTRACJI MIEJSKIEJ: IMPLIKACJE MODELU 4T+ DLA EWOLUCJI *NEW PUBLIC GOVERNANCE*

Implikacje dla zarządzania rozwojem miast wskazują, że nowoczesne podejście powinno integrować wiedzę, technologie i bezpieczeństwo w ramach spójnej strategii *public governance*. W praktyce oznacza to projektowanie działań *smart city* jako portfela interwencji powiązanych z miernikami efektów oraz z mechanizmami współzarządzania i odpowiedzialności. Model 4T+ porządkuje te zależności, przesuując akcent z wdrożeń technicznych na tworzenie wartości publicznej i wykonalność społeczną transformacji.

Komponent „+” w modelu 4T+ (rezyliencja, odporność adaptacyjna, ujmowana operacyjnie poprzez bezpieczeństwo mieszkańców) stanowi kluczowe kryterium wykonalności społecznej i ekonomicznej transformacji miejskiej. W praktyce bezpieczeństwo obejmuje ciągłość usług krytycznych, stabilność kosztów życia oraz zdolność systemu miejskiego do absorpcji szoków podażowych i kosztowych, co w ostatnich latach nabrało szczególnego znaczenia w kontekście kryzysów energetycznych i presji dekarbonizacyjnej. Z perspektywy instrumentów polityki miejskiej oznacza to konieczność integrowania działań *smart city* z zarządzaniem odpornością (w tym odpornością energetyczną) oraz z mechanizmami łagodzenia ryzyka ubóstwa energetycznego i wykluczenia.

W logice *public governance* kluczowe jest instytucjonalizowanie współzarządzania: trwałe kanały dialogu i partycypacji pozwalają ograniczać opór wobec zmian, wzmacniać legitymizację decyzji oraz stabilizować akceptację społeczną kosztów transformacji. Dla obszaru metropolitalnego (takiego jak GZM) implikacje mają charakter wielopoziomowy: bezpieczeństwo energetyczne i stabilność kosztowa zależą zarówno od infrastruktury oraz regulacji krajowych, jak i od zdolności do koordynacji działań między gminami, harmonizacji standardów usług oraz budowania wspólnej polityki informacyjnej. W tym

sensie rekomenduje się traktować bezpieczeństwo jako strategiczny wymiar rezyliencji w ramach polityki rozwoju inteligentnego miasta, a nie jako efekt uboczny wdrożeń. W tym ujęciu zarządzanie rozwojem miasta nabiera charakteru dynamicznego procesu uczenia się, opartego na analizie danych, dialogu społecznym i ciągłej adaptacji strategii.

Model 4T+ może stanowić narzędzie wspierające ocenę spójności dokumentów strategicznych oraz skuteczności wdrażanych programów rozwojowych. Bezpieczeństwo energetyczne powinno być traktowane jako element strategii rozwoju, a nie wyłącznie jako zagadnienie techniczne. Istotną implikacją jest również potrzeba powiązania strategii rozwoju miast z polityką energetyczną oraz celami dekarbonizacji. Dzięki temu zarządzanie miastem może mieć charakter proaktywny, ukierunkowany na zapobieganie kryzysom, a nie wyłącznie reagowanie na ich skutki.

Zastosowanie modelu 4T+ umożliwia identyfikację obszarów ryzyka rozwojowego, w tym ryzyka energetycznego, społecznego oraz instytucjonalnego. Oznacza to konieczność włączania narzędzi partycypacyjnych do procesów planowania strategicznego i monitorowania instrumentów polityki miejskiej. Wyniki badań wskazują, że skuteczne zarządzanie miastem wymaga uwzględnienia percepcji mieszkańców jako istotnego źródła informacji decyzyjnej. Ponadto model 4T+ podkreśla rolę władz lokalnych jako integratora procesów rozwojowych, odpowiedzialnego nie tylko za realizację inwestycji, lecz także za budowanie zaufania społecznego i stabilności systemowej.

Z perspektywy zarządczej kluczowe znaczenie ma równoważenie rozwoju poszczególnych kapitałów, gdyż nadmierna koncentracja na jednym z nich (najczęściej na kapitale technologicznym) nie prowadzi do trwałych efektów rozwojowych. W praktyce oznacza to potrzebę koordynacji działań realizowanych w obszarach infrastruktury technicznej, polityki społecznej, zarządzania instytucjonalnego oraz rozwoju przestrzennego. Model 4T+ wskazuje na konieczność odejścia od sektorowego podejścia do zarządzania miastem na rzecz zintegrowanego modelu zarządzania strategicznego.

Implikacje wynikające z autorskiego modelu kapitałów 4T+ mają istotne znaczenie dla praktyki zarządzania rozwojem współczesnych miast, w szczególności w warunkach transformacji energetycznej, presji klimatycznej oraz rosnących oczekiwań społecznych. Ograniczenia badań wynikają przede wszystkim z percepcyjnego charakteru pomiaru: wnioski dotyczą postrzegania *smart city* i bezpieczeństwa przez mieszkańców, a nie bezpośrednich parametrów infrastruktury. Z tego względu wyniki należy interpretować jako diagnozę doświadczeń i oczekiwań, które mogą różnić się w zależności od cech demograficznych oraz kontekstu lokalnego.

IMPLIKACJE DLA INSTRUMENTÓW POLITYKI PUBLICZNEJ I TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Implikacje te potwierdzają, że skuteczna transformacja energetyczna miast wymaga podejścia zintegrowanego, zgodnego z logiką modelu 4T+. Oznacza to konieczność równoległego prowadzenia działań technologicznych (modernizacja sieci, efektywność energetyczna, cyfryzacja monitoringu), instytucjonalnych (reguły współpracy, mechanizmy finansowania, standardy danych) oraz społecznych (komunikacja, partycypacja, programy osłonowe). W praktyce instrumenty polityki publicznej powinny integrować wymiar energetyczny z polityką społeczną, gospodarczą i przestrzenną, aby ograniczać koszty przejściowe i budować trwałą akceptację społeczną.

Co istotne, wyniki badań wskazują, że niedostateczne uwzględnienie komponentu zaufania może prowadzić do wzrostu oporu wobec działań dekarbonizacyjnych, nawet jeśli są one racjonalne ekonomicznie i technologicznie. Z tego względu rośnie znaczenie narzędzi zarządzania relacjami z interesariuszami (mieszkańcy, przedsiębiorstwa, operatorzy infrastruktury) oraz przejrzystego raportowania efektów. W ujęciu strategicznym oznacza to potrzebę budowy portfela inicjatyw, które generują zarówno efekty emisyjne, jak i korzyści widoczne dla mieszkańców – w przeciwnym razie transformacja traci legitymizację.

Wyniki badań wskazują, że jego niedostateczne uwzględnienie może prowadzić do obniżenia zaufania społecznego oraz wzrostu oporu wobec procesów dekarbonizacyjnych. Z perspektywy transformacji energetycznej istotne znaczenie ma postrzeganie bezpieczeństwa energetycznego jako dobra publicznego. Pozwala on również na identyfikację potencjalnych napięć pomiędzy celami klimatycznymi a oczekiwaniami społecznymi. Ponadto model 4T+ może stanowić narzędzie wspierające ocenę skuteczności instrumentów polityki publicznej oraz ich wpływu na jakość życia mieszkańców. Dotyczy to w szczególności planowania energetycznego, zarządzania ryzykiem energetycznym oraz komunikacji społecznej. Implikacją dla instrumentów polityki publicznej jest konieczność wzmacniania kompetencji zarządczych administracji lokalnej w obszarze transformacji energetycznej.

5.3. STRATEGICZNE RAMY PROGRAMOWANIA ROZWOJU MIAST I METROPOLII: ARCHITEKTURA KLUCZOWYCH WSKAŹNIKÓW DOKONAŃ (KPI) W MODELU 4T+

Wyniki empiryczne oraz syntezę modelu 4T+ można przełożyć na zestaw rekomendacji w formie pakietów decyzyjnych. Pakiety integrują komponenty spo-

łeczne i instytucjonalne (zaufanie, współzarządzanie), zasoby kompetencyjne (talent), infrastrukturę danych oraz komponent bezpieczeństwa mieszkańców, w tym bezpieczeństwo energetyczne.

1. **Pakiet 1:** Ład instytucjonalny i współzarządzanie (T4; mechanizmowo powiązane z T3 – zaufaniem i tolerancją). Opis/cel: Wzmocnienie zdolności koordynacyjnej miasta poprzez stabilne reguły podejmowania decyzji, transparentność oraz trwałe kanały partycypacji i współodpowiedzialności interesariuszy (empirycznie: H5; zob. tab. 49, tab. 106).
2. **Pakiet 2:** Kapitał talentu i kreatywności (T2; miasto kreatywne). Opis/cel: Rozwój kompetencji cyfrowych i innowacyjnych mieszkańców oraz administracji (*upskilling/reskilling*), budowa ekosystemów współpracy uczelnie – biznes – samorząd oraz instrumentów wspierania przedsiębiorczości i innowacji (empirycznie: wagi T2 w modelach dekompozycyjnych; zob. tab. 106).
3. **Pakiet 3:** Dane, platformy i interoperacyjność (T1; kapitał technologiczny). Opis/cel: Budowa architektury danych miejskich (zarządzanie danymi, interoperacyjność, cyberbezpieczeństwo) oraz wykorzystanie analityki do sterowania usługami miejskimi w czasie zbliżonym do rzeczywistego (empirycznie: wagi T1 w modelach dekompozycyjnych; zob. tab. 106).
4. **Pakiet 4:** Rezyliencja energetyczna (bezpieczeństwo energetyczne) i dekarbonizacja (komponent „+”; miasto odporne). Opis/cel: Priorytetowe traktowanie odporności energetycznej jako komponentu rozwoju *smart city* – modernizacja ciepłownictwa i budynków, zarządzanie popytem, rozwój OZE oraz ograniczanie ubóstwa energetycznego. Instrumenty: plany zaopatrzenia w ciepło i energię; programy termomodernizacji; taryfy i osłony dla grup wrażliwych; klastry energii i wspólnoty energetyczne; mechanizmy stabilizacji kosztów i komunikacji ryzyka. Horyzont: 0–12 miesięcy (planowanie i pilotaże), 12–36 miesięcy (modernizacja i skalowanie inwestycji) (empirycznie: H1b, H2 i H6; zob. tab. 102–103).

Do każdego pakietu przypisano mierniki realizacji (KPI), właścicieli działań (jednostki organizacyjne) oraz harmonogram wdrożenia. Architektura KPI została uporządkowana w logice: dostarczenie (*delivery/output*) → rezultat (*outcome*) → oddziaływanie (*impact*). Kluczową zasadą doboru mierników jest ich zakotwiczenie w wynikach empirycznych ($N = 1000$) oraz w walidacji jakościowej (FGI): KPI mają monitorować te komponenty 4T+, które w analizach okazały się krytyczne dla postrzegania miasta, akceptacji kosztów transformacji

TABELA 48. Pakiety wdrożeniowe i KPI dla operacjonalizacji modelu 4T+

Pakiet/komponent 4T+	KPI dostarczenia (delivery/output)	KPI rezultatu (outcome)	KPI oddziaływania (impact)	Powiązanie z wynikiem badań (N = 1000/FGI)
1. Ład instytucjonalny i współzarządzanie (T4; mechanizmowo powiązane z T3 – zaufaniem)	Liczba procesów partycypacyjnych/deliberacyjnych; % projektów z publicznym uzasadnieniem (cele – koszty – ryzyka) i planem MRV; liczba zbiorów <i>open data</i> dotyczących decyzji i usług	Indeks zaufania do władz/instytucji; udział mieszkańców w partycypacji; indeks akceptacji kosztów transformacji/projektów	Spadek konfliktów/skarg dotyczących projektów; wzrost terminowości realizacji portfela (<i>on-time/on-budget</i>); trwały wzrost legitymizacji (trend zaufania)	Regresja (zob. tab. 23): zaufanie istotnym predyktorem postrzegania miasta; FGI: transparentność i współzarządzanie zwiększają akceptację kosztów transformacji
2. Talent i kreatywność (T2)	Liczba programów <i>upskilling/reskilling</i> (kompetencje zielone + cyfrowe); liczba pilotaży innowacji (<i>living labs</i>); liczba partnerstw uczelnia – biznes – samorząd	Indeks kompetencji cyfrowych/zielonych; wskaźnik absorpcji innowacji (% pilotaży skalowanych); wzrost przedsiębiorczości lokalnej	Zatrzymanie talentów (saldo migracji); wzrost innowacyjności (np. start-upy/patenty); poprawa jakości usług (satisfakcja/NPS)	Regresja (zob. tab. 23): wsparcie talentów / kreatywności kluczowe dla postrzegania miasta; zależności <i>talent – tech</i> w module „miasto kreatywne”
3. Dane, platformy i interoperacyjność (T1)	Liczba integracji systemów/danych; katalog danych i standardy interoperacyjności; liczba audytów cyberbezpieczeństwa/planów ciągłości działania (BCP)	SLA/ <i>uptime</i> kluczowych e-usług; czas obsługi spraw; wykorzystanie danych (API/portal); trend incydentów cyber (↓)	Spadek kosztów operacyjnych; wzrost przejrzystości i jakości decyzji (czas decyzji/odpowiedzi); wzmocnienie zaufania do danych	Zmienna technologiczna słabiej różnicuje percepcję bez kapitałów T2–T4; FGI: technologia oceniana przez użyteczność i bezpieczeństwo – uzasadnia KPI jakości usług i cyber
4. Rezyliencja – bezpieczeństwo energetyczne i dekarbonizacja (komponent „+”; wsparcie T4 – infrastruktura)	Liczba termomodernizacji; moc zainstalowana OZE (MW); liczba gospodarstw objętych programami osłonowymi/doradztwem energetycznym	Spadek zużycia energii; indeks stabilności kosztów energii; wskaźniki niezawodności dostaw (SAIDI/SAIFI); indeks bezpieczeństwa energetycznego (percepcyjny)	Redukcja emisji CO ₂ ; spadek ubóstwa energetycznego; spadek wrażliwości na szoki cenowe/awarie (rezyliencja systemu)	Pytania otwarte + FGI (2022–2024): bezpieczeństwo (w tym energetyczne) jako warunek brzegowy akceptacji transformacji; wyniki modułu „miasto odporne” (zob. rozdz. 4)

Źródło: opracowanie własne.

oraz bezpieczeństwa mieszkańców (w tym bezpieczeństwa energetycznego). W tab. 48 przedstawiono pakiety wdrożeniowe oraz przykładową architekturę KPI służącą do operacjonalizacji modelu 4T+. Zestawienie łączy warstwę działań (pakietów) z miernikami w trzech warstwach: *delivery/output*, *outcomes* oraz *impact*, a także wskazuje powiązanie proponowanych KPI z kluczowymi ustaleniami empirycznymi (wyniki modeli statystycznych, profile postaw oraz wnioski z FGI).

W celu zapewnienia pełnej audytowalności rekomendacji (logika *evidence-based management*) wprowadzono mapę translacji: wynik empiryczny ($N = 1000$) → mechanizm (FGI 2022–2024) → rekomendacja zarządcza → KPI. Zestawienie porządkuje powiązania między warstwą dowodową a warstwą aplikacyjną modelu 4T+ i ułatwia kontrolę spójności wnioskowania.

Z powyższego wynika, że operacjonalizacja modelu 4T+ wymaga równoległego zarządzania czterema pakietami działań (ład instytucjonalny i współzarządzanie; talent i kreatywność; dane i interoperacyjność; energetyka i dekarbonizacja) oraz pomiaru efektów w trzech warstwach KPI. Uzupełnieniem architektury jest wskazanie podstawy empirycznej dla każdego pakietu, co zwiększa przejrzystość translacji wyników badań na instrumenty zarządcze i ogranicza ryzyko stosowania mierników oderwanych od rzeczywistych mechanizmów akceptacji i bezpieczeństwa mieszkańców. W konsekwencji tab. 55 stanowi podstawę do budowy miejskich dashboardów, benchmarkingu oraz iteracyjnego doskonalenia działań w cyklu PDCA. Władze lokalne pełnią funkcję pośrednika pomiędzy celami strategicznymi Unii Europejskiej a realnymi uwarunkowaniami społecznymi i gospodarczymi miast. Model 4T+ wskazuje na rolę samorządów terytorialnych jako kluczowych podmiotów wdrażających politykę energetyczną w praktyce. Oznacza to potrzebę prowadzenia instrumentów polityki publicznej opartych na długookresowej wizji rozwoju, a nie jedynie na krótkoterminowych instrumentach wsparcia.

Wyniki badań empirycznych potwierdzają, że akceptacja społeczna dla transformacji energetycznej jest silnie uzależniona od poczucia stabilności oraz przewidywalności działań władz publicznych. W szczególności podkreśla on konieczność spójnego łączenia działań z zakresu dekarbonizacji, poprawy efektywności energetycznej oraz wzmacniania bezpieczeństwa energetycznego. Kolejne etapy analiz wyników badań i ich implementacji obejmują omówione niżej kierunki. Po pierwsze, replikację modelu 4T+ w innych metropoliach i miastach o odmiennej strukturze gospodarczej oraz w innych okresach (np. w warunkach stabilizacji cen energii), aby ocenić stabilność mechanizmu modelowego i możliwość uogólniania. Po drugie, triangulację pomiaru percepcyjnego z danymi

TABELA 49. Mapa dowodowa: wynik empiryczny → mechanizm (FGI) → rekomendacja → KPI (model 4T+)

Wynik empiryczny	Mechanizm (FGI)	Rekomendacja	KPI
Regresja (zob. tab. 23): zaufanie społeczne/instytucjonalne istotnie powiązane z pozytywną oceną miasta (postrzeganie miasta)	FGI: transparentna komunikacja (cele-koszty-ryzyka) i uzasadnianie decyzji danymi wzmacniając zaufanie oraz gotowość do akceptacji kosztów transformacji	Wprowadzić standard transparentności i MRV dla portfela <i>smart city</i> /transformacji (publiczne uzasadnienie decyzji, raportowanie postępu i ryzyka, <i>dashboard</i> KPI)	Pakiet 1 (T4/T3): indeks zaufania; % projektów z publicznym uzasadnieniem i planem MRV; liczba zbiorów <i>open data</i> dotyczących decyzji/usług
Synteza (zob. tab. 29): mechanizmy społeczne i instytucjonalne dominują w wyjaśnianiu postrzegania <i>smart city</i> ; FGI: partycypacja jako warunek akceptacji decyzji trudnych społecznie	FGI: współzarządzanie zwiększa sprawczość, minimalizuje ryzyko i buduje zaufanie, o ile proces jest postrzegany jako realny i uczciwy (<i>procedural fairness</i>)	Zinstytucjonalizować współzarchażanie: stałe fora deliberacji, partnerstwa i <i>living labs</i> ; jasno przypisać właścicieli pakietów i odpowiedzialności za rezultaty	Pakiet 1 (T4): liczba procesów partycypacyjnych/deliberacyjnych; udział mieszkańców w partycypacji; spadek konfliktów/skarg dotyczących projektów
Regresja (zob. tab. 23): wsparcie talentów/kreatywności istotnie powiązane z oceną miasta; FGI: technologia wzmacnia rezyliencję dopiero przy równoczesnym wzmocnieniu kompetencji (T2) i instytucjonalizacji (T4)	FGI: rozwój kompetencji redukuje niepewność i zwiększa zdolność do korzystania z usług, co wzmacnia akceptację technologii i zmian transformacyjnych	Rozwinać programy <i>upskilling/reskilling</i> (kompetencje cyfrowe + zielone) oraz ekosystem innowacji (uczelnie – biznes – samorząd); wdrażać pilotaże w formule <i>living labs</i>	Pakiet 2 (T2): liczba programów <i>upskilling/reskilling</i> ; indeks kompetencji cyfrowych/zielonych; % pilotaży skalowanych; wskaźniki innowacyjności
Synteza (zob. tab. 39) i wnioski z regresji (zob. tab. 33): „technologie inteligentne” mają silniejszą moc wyjaśniającą bez kapitałów T2–T4 (efekt pośredni przez jakość usług i zaufanie)	FGI: technologie oceniane są przez użyteczność i bezpieczeństwo (cyberbezpieczeństwo, prywatność, niezawodność); brak niezawodności podważa zaufanie do miasta	Projektować <i>smart city</i> jako program jakości usług + <i>governance</i> danych (interoperacyjność, standardy, cyberbezpieczeństwo, BCP/ciągłość działania)	Pakiet 3 (T1): SLA/ <i>uptime</i> e-usług; liczba integracji systemów/danych; liczba audytów cyber/BCP; trend incydentów cyber (↓)

TABELA 49 – cd.

Wynik empiryczny	Mechanizm (FGI)	Rekomendacja	KPI
Pytania otwarte + FGI (2022–2024): bezpieczeństwo (w tym energetyczne) powtarzalnym wątkiem; wyniki modułu „miasto odporne” (zob. tab. 29) podkreślają rolę komponentu „+”	FGI: akceptacja dekarbonizacji zależy od stabilności cen, ciągłości dostaw i przewidywalności polityki; niepewność energetyczna uruchamia sceptycyzm i opór	Wdrożyć pakiet bezpieczeństwa energetycznego: termomodernizacja, OZE, zarządzanie popytem, osłony dla grup wrażliwych oraz komunikacja kosztów i korzyści	Pakiet 4 (komponent „+”: rezyliencja): liczba termomodernizacji; moc OZE; indeks stabilności kosztów energii; SAIDI/SAIFI; redukcja CO ₂ ; spadek ubóstwa energetycznego
FGI: sprawiedliwość transformacji (dystrybucyjna i proceduralna) wpływa na tolerancję i zaufanie; wnioski (zob. tab. 29) wskazują na znaczenie <i>trust/tolerance</i> dla akceptacji działań publicznych	FGI: działania postrzegane jako niesprawiedliwe osłabiają tolerancję i zaufanie, co destabilizuje wykonalność społeczną transformacji	Włączyć ocenę skutków społecznych (SIA) i mechanizmy kompensacyjne; projektować partycypację jako „ <i>fair process</i> ” oraz monitorować rozkład kosztów/korzyści	Pakiet 1 + 4: indeks akceptacji kosztów; wskaźnik ubóstwa energetycznego; udział gospodarstw w programach osłonowych/doradztwie; udział w partycypacji
Segmentacja (zob. tab. 92–94) pokazuje heterogeniczność profili postaw i odmienne konfiguracje kapitałów (miasto kreatywne vs. miasto odporne)	FGI i testy prób (zob. tab. 104): siła mechanizmów akceptacji zależy od wrażliwości ekonomicznej i percepcji ryzyka (warunki brzegowe)	Segmentować komunikację i instrumenty (<i>targeting</i>): dostosować pakiety działań, narracje i osłony do profili mieszkańców	Pakiet 1–4: różnice NPS/satysfakcji między profilami; absorpcja programów (udział w partycypacji, osłonach, szkoleniach) wg profili
Diagnoza instytucjonalna w gminach przed <i>survey</i> : brak kodyfikacji polityki <i>smart city</i> i słaba operacjonalizacja kapitałów 4T w dokumentach strategicznych	Brak spójnej „polityki rdzeniowej” utrudnia koordynację portfela i rozliczalność (T4), co pośrednio osłabia zaufanie (T3) i wykonalność działań	Zaktualizować strategię i dokumenty sektorowe w logice 4T+ (portfolio map + MRV + odpowiedzialności); przyjąć politykę <i>smart city</i> 4.0 jako program <i>public governance</i>	Pakiet 1: % projektów w portfolio z mapowaniem na 4T+ i planem MRV; liczba dokumentów strategicznych z włączonymi KPI 4T+

*Część wskaźników (np. SLA/*uptime*, SAIDI/SAIFI, MRV) ma charakter operacjonalizacji zarządczej mechanizmów zidentyfikowanych w module FGI (translacja QUAN → QUAL) i stanowi propozycję autora; nie są to bezpośrednie postulaty respondentów.

Źródło: opracowanie własne.

obiektywnymi (np. wskaźniki jakości usług, dane energetyczne, mobilność), co pozwoli odróżnić „postrzeganie” od „wyniku infrastrukturalnego” i sprawdzić, które komponenty *smart city* są najbardziej predykcyjne dla realnej odporności systemu miejskiego.

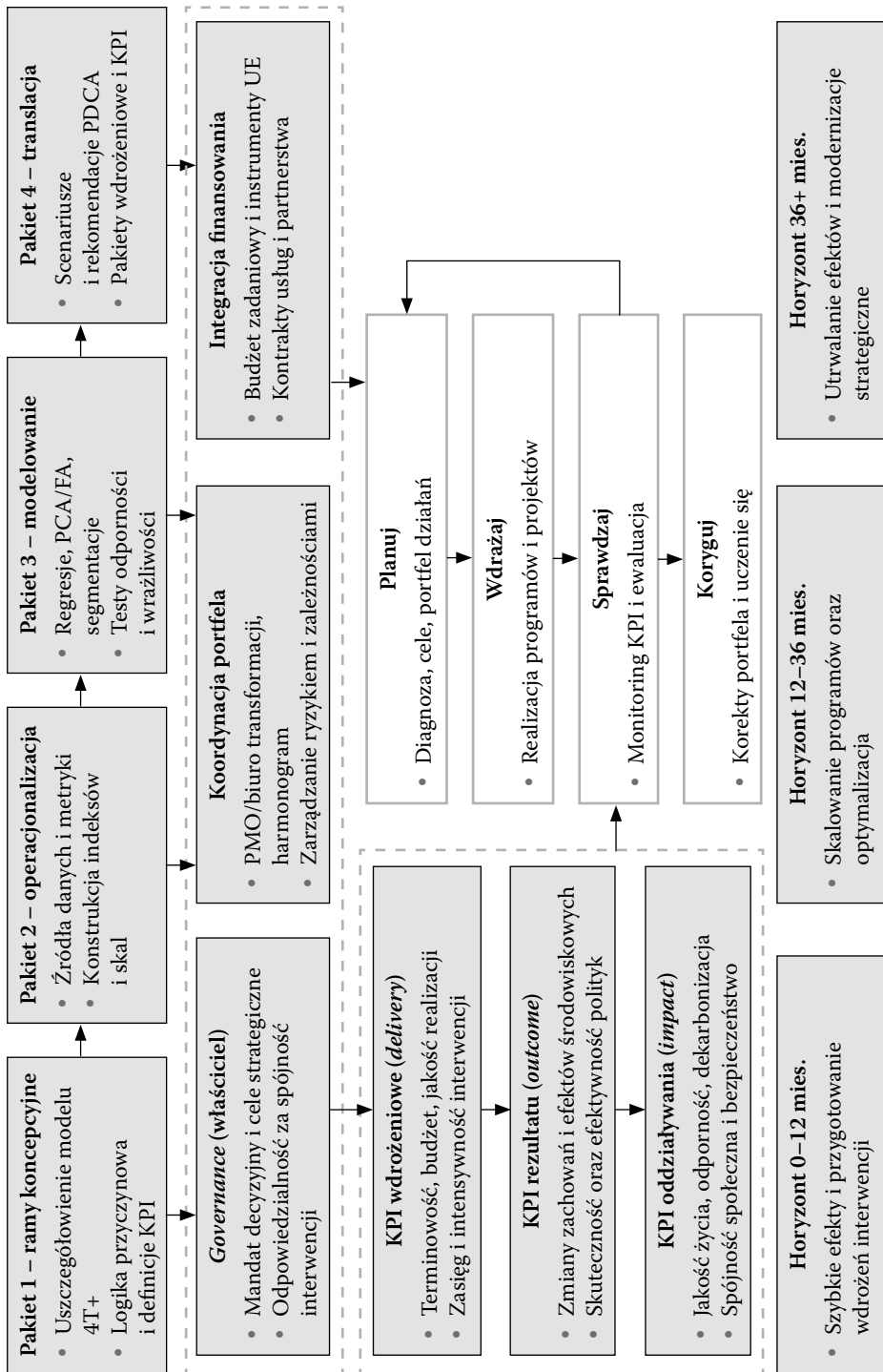
Model kapitałów 4T+ umożliwia integrację celów polityki energetycznej z celami rozwoju lokalnego oraz polityki miejskiej, dzięki czemu dekarbonizacja może być traktowana jako program zarządczy, a nie wyłącznie projekt technologiczny. Uzyskane rezultaty wskazują, że powodzenie transformacji w miastach zależy od łączenia inwestycji infrastrukturalnych z instrumentami społecznymi (komunikacja, partycypacja, osłony) oraz od budowy zaufania do instytucji publicznych. Implikacje te mają znaczenie dla kształtowania instrumentów polityki publicznej na poziomie lokalnym, regionalnym oraz krajowym, zwłaszcza w układach metropolitalnych wymagających koordynacji działań między gminami. Zasady wdrożenia i monitorowania pakietów (operacjonalizacja, KPI, odpowiedzialność) uzupełniają rekomendacje przedstawione w zestawieniu pakietów i KPI – porządkują one sposób ich realizacji, tak aby propozycje miały charakter zarządczo-wykonawczy, a nie wyłącznie postulatywny. W praktyce oznacza to przypisanie odpowiedzialności, zdefiniowanie mierników i cyklu przeglądu, a także – włączenie pakietów w dokumenty strategiczne miasta/metropolii (strategie, programy, plany działań, budżety).

Rekomenduje się zastosowanie następujących zasad organizacyjnych (bez tworzenia nowych poziomów struktury rozdziału):

- przypisanie właściciela pakietu (jednostka wiodąca) i współwłaścicieli (jednostki wspierające): zgodnie z logiką odpowiedzialności za rezultat, a nie wyłącznie za działanie;
- ustalenie mechanizmów koordynacji i sterowania publicznego: komitet sterujący, cykliczne przeglądy portfela działań, reguły eskalacji ryzyka oraz spójność z łańcem instytucjonalnym miasta;
- określenie zestawu KPI w trzech warstwach: (1) wskaźniki wejścia/produktów (*delivery*), (2) wskaźniki rezultatów (*outcomes*), (3) wskaźniki oddziaływania (*impact*);
- włączenie perspektywy dekarbonizacji: dla każdego pakietu wskazanie co najmniej jednego miernika redukcji emisji lub poprawy efektywności (np. energia końcowa, udział OZE, intensywność emisji).

W celu operacjonalizacji pakietów rekomendacji wdrożeniowych zaproponowano architekturę implementacji, która łączy strumienie działań z warstwowym układem KPI (*delivery – outcome – impact*) oraz cyklem monitorowania i doskonalenia (PDCA). Rozwiązanie to przedstawiono na rys. 21.

RYSUNEK 21. Architektura wdrożeniowa modelu 4T+: pakiety działań, KPI (*delivery* – *outcome* – *impact*) oraz cykl PDCA



Źródło: opracowanie własne.

Architektura wdrożeniowa domyka przejście od wyników badań do praktyki zarządzania oraz umożliwia przypisanie odpowiedzialności, dobór mierników, harmonogramowanie działań, a także iteracyjne korygowanie portfela interwencji na podstawie pomiaru efektów. Zapewnienie mechanizmów uczenia się organizacyjnego pozwala zaś na ewaluacje pośrednie, korekty działań oraz aktualizację założeń na podstawie danych i wniosków z realizacji (pętla: planuj – wdrażaj – sprawdzaj – koryguj). Tak uporządkowany tryb wdrożenia umożliwia porównywanie efektów między miastami (benchmarking), ogranicza ryzyko fragmentacji projektów oraz wzmacnia wiarygodność wniosków aplikacyjnych wyprowadzanych z modelu 4T+.

5.4. GRANICE POZNAWCZE PROJEKTU BADAWCZEGO I PERSPEKTYWY EWOLUCJI TEORII SYSTEMÓW ADAPTACYJNYCH 4T+

W tym podrozdziale przedstawiono ograniczenia badania oraz ich konsekwencje interpretacyjne.

Pierwsze ograniczenie dotyczy horyzontu czasowego badania (V–VI 2022 plus dwuletni okres badań jakościowych) oraz specyfiki środowiska metropolitalnego, co może ograniczać uogólnianie rezultatów na inne układy miejskie. Dystrybucja ankiety wiąże się także z ryzykiem samoselekcji respondentów; mimo zastosowanych procedur kontroli jakości danych czynnik ten należy uwzględnić w interpretacji.

Drugie ograniczenie dotyczy uogólniania wyników: jest ono determinowane kontekstem terytorialnym i specyfiką badanej próby. Przenoszenie rezultatów na inne typy miast powinno być poprzedzone sprawdzeniem warunków brzegowych (np. struktura demograficzna, uwarunkowania instytucjonalne oraz poziom dojrzałości usług miejskich).

Trzecie ograniczenie wynika z zastosowania danych deklaracyjnych. W celu ograniczenia błędów odpowiedzi oraz ryzyka systematycznych zniekształceń zastosowano rozwiązania projektowe (anonimowość, czytelny układ kwestionariusza, kontrola spójności odpowiedzi) – jednak ryzyko to należy uwzględnić w interpretacji.

Czwarte ograniczenie wynika z przekrojowego charakteru badania, dlatego zależności między konstruktami należy interpretować jako współwystępowanie i siłę powiązań w badanej populacji, a nie jako jednoznaczny dowód zależności przyczynowej. W praktyce uzasadnia to potrzebę badań panelowych lub replikacji w innych horyzontach czasowych.

Program badań dalszych w perspektywie 3-letniej obejmuje trzy główne ścieżki domykające model wnioskowania i zwiększające generalizowalność (*generalizability*) ujęcia 4T+: (WP1) panel 3-letni w badanym układzie metropolitalnym (dynamika akceptacji, zaufania i bezpieczeństwa energetycznego); (WP2) triangulację wyników percepcyjnych z danymi obiektywnymi (emisje, ceny energii, awaryjność i ciągłość usług); oraz (WP3) replikację badania w innych metropoliach w celu testu inwariancji pomiaru i identyfikacji warunków brzegowych. Uzupełniając (WP4) rekomenduje się walidację aplikacyjną pakietów 4T+ w formie studiów wdrożeniowych (*process tracing*), co pozwoli doprecyzować rekomendacje oraz architekturę KPI.

WP1. Panel 3-letni w badanym układzie metropolitalnym (dynamika akceptacji, zaufania i bezpieczeństwa energetycznego):

- Dane: powtórzenie pomiaru (co 12 miesięcy; min. 3 fale) w tej samej populacji lub w układzie kohortowym; uzupełnienie o rejestr zdarzeń transformacyjnych (zmiany cen energii, programy osłonowe, awarie/przerwy w dostawach).
- Metoda: modele panelowe/modely z efektami mieszanymi (*mixed models*), analiza trendów i efektów zdarzeń; test stabilności profili postaw w czasie; analiza mediacji/moderacji w układzie czasowym (SEM/panel).
- Rezultat: weryfikacja trwałości zależności modelu 4T+ oraz identyfikacja warunków brzegowych w czasie; wzmocnienie rygoru wnioskowania (redukcja ryzyka nadinterpretacji przyczynowej).

WP2. Triangulacja: percepcje ($N = 1000/\text{FGI}$) + dane obiektywne (emisje, ceny, awaryjność i ciągłość usług):

- Dane: wskaźniki jakości i ciągłości usług (transport, odpady, bezpieczeństwo, przerwy w dostawach), dane energetyczne (zużycie, efektywność, udział OZE, koszty), dane środowiskowe (emisje, jakość powietrza) oraz dane finansowe (wydatki/inwestycje transformacyjne).
- Metoda: modele łączone (ankieta + wskaźniki miejskie), analiza zgodności postrzegania z wynikami infrastrukturalnymi; testy różnic międzyokresowych (pre/post) dla interwencji; kalibracja KPI w logice *output* → *outcome* → *impact*.
- Rezultat: rozróżnienie komponentu „postrzeganie” vs. „wynik” oraz lepsze podstawy dla priorytetyzacji inwestycji i ewaluacji instrumentów polityki (KPI).

WP3. Replikacja i porównania między metropoliami (uogólnienie modelu 4T+ i test inwariancji):

- Dane: powtórzenie badania w co najmniej 2–3 układach miejskich o odmiennej strukturze gospodarczej i instytucjonalnej (różny poziom dojrzałości *smart city*/transformacji energetycznej).
- Metoda: modele wielopoziomowe (respondenci w miastach), analiza różnic międzykontekstowych, testy inwariancji pomiaru oraz porównania profili postaw i warunków brzegowych.
- Rezultat: identyfikacja warunków brzegowych działania modelu 4T+ oraz ocena jego przenaszalności na inne typy metropolii.

WP4. Walidacja aplikacyjna: studia wdrożeniowe (*case studies*) pakietów 4T+ i śledzenie efektów:

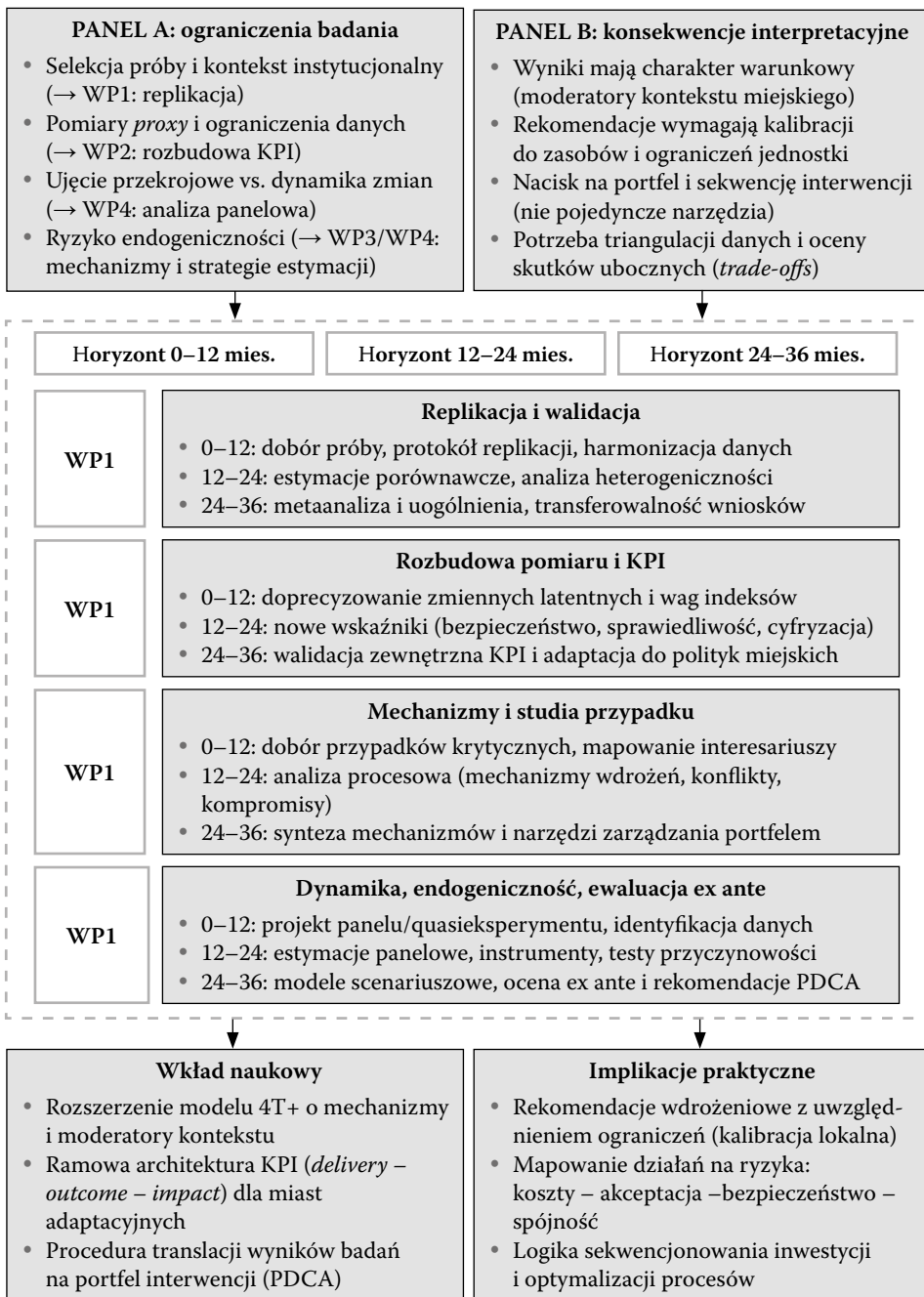
- Dane: 2–4 przypadki projektów *smart city*/energetycznych; dokumenty strategiczne i operacyjne, wywiady eksperckie, zestawy KPI, materiały z konsultacji/partycypacji.
- Metoda: triangulacja jakościowa, analiza procesowa (*proces tracing*), mapowanie „dowód → decyzja → efekt” oraz ocena implementacji w cyklu PDCA.
- Rezultat: praktyczna walidacja zaleceń, doprecyzowanie zestawu KPI oraz rekonstrukcja mechanizmów wdrożeniowych (co działa i dlaczego).

Autor identyfikuje możliwości kontynuacji badań przedstawionych w niniejszej pracy w co najmniej czterech obszarach poznawczych. Przedstawiono to na rys. 22, który porządkuje logikę wnioskowania: pokazuje, że dalszy rozwój i walidacja modelu 4T+ powinny koncentrować się na (WP1) badaniu panelowym (dynamika akceptacji i bezpieczeństwa w czasie), (WP2) triangulacji danych percepcyjnych z obiektywnymi wskaźnikami energii, emisji oraz ciągłości usług, (WP3) replikacji i porównaniach między metropoliami (warunki brzegowe, inwariancja pomiaru) oraz (WP4) walidacji aplikacyjnej w formie studiów wdrożeniowych. Tym samym schemat domyka program badawczy.

RYСУNEK 22. Agenda badań dalszych (0–36 miesięcy) dla modelu 4T+:

WP1 – panel 3-letni, WP2 – triangulacja (percepcje + dane obiektywne),

WP3 – replikacja między metropoliami, WP4 – walidacja aplikacyjna



Źródło: opracowanie własne.

5.5. KONKLUZJE I SYNTEZA POZNAWCZA: MODEL 4T+ JAKO NOWY STANDARD OPISU INTELIGENCJI I REZYLIENCJI MIAST

Z perspektywy luk badawczych zidentyfikowanych na końcu rozdz. 1 wyniki badań wnoszą następujące rozstrzygnięcia i uzupełnienia:

- LB1. Zaproponowano zintegrowany model 4T+ ujmujący *smart city* jako ekosystem kapitałów rozwojowych z nadrzędnym wymiarem bezpieczeństwa mieszkańców.
- LB2. Wyjaśniono znaczenie zaufania, komunikacji i współzarządzania jako mechanizmów legitymizacji transformacji oraz warunków trwałości wdrożeń.
- LB3. Opracowano i zastosowano spójną procedurę operacjonalizacji oraz pomiaru kapitałów 4T+ w badaniu percepcji mieszkańców.

Konkluzje z badań wspierają tezę, że skuteczne *smart city* w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej wymaga podejścia systemowego, w którym technologie są narzędziem, a o trwałości efektów przesądzają kapitały społeczne i instytucjonalne. W szczególności wyniki empiryczne potwierdzają tezę o kluczowej roli zaufania oraz kapitału talentu w kształtowaniu pozytywnej percepcji miasta i akceptacji działań rozwojowych. Model 4T+ wnosi do literatury *smart city* integrację paradygmatu miast kreatywnych oraz ujęć współzarządzania z komponentem bezpieczeństwa mieszkańców jako kryterium wykonalności społecznej transformacji. Takie ramowanie jest spójne z kierunkami polityki Unii Europejskiej, w tym z misją UE „Miasta neutralne klimatycznie i inteligentne” (tłum. autora), która akcentuje systemiczną transformację i rolę miast jako laboratoriów innowacji dla całej Europy (European Commission, 2025).

Implikacje praktyczne sprowadzają się do rekomendacji zarządczych: (1) budować zaufanie poprzez transparentność, mierniki postępu i partycypację; (2) inwestować w ekosystem talentu i kreatywności; (3) projektować technologie jako element jakości usług i komunikacji; oraz (4) integrować dekarbonizację z bezpieczeństwem energetycznym i stabilnością kosztową gospodarstw domowych. W tym sensie miasto „odporne” jest miastem zdolnym do utrzymania ciągłości usług i do adaptacji w warunkach szoków energetycznych (IEA, 2024). Z punktu widzenia dalszych badań i praktyki zarządzania rekomenduje się powiązanie pomiaru *smart city* i bezpieczeństwa z porównywalnymi standardami wskaźnikowymi. Przykładem są standardy ISO dla miast zrównoważonych

(np. ISO 37120), które definiują zestaw mierników jakości usług i jakości życia, co może wspierać triangulację wyników percepcyjnych z danymi obiektywnymi oraz benchmarking między miastami (ISO, 2018).

Ostatecznie wyniki z badań uzasadniają przesunięcie akcentu w dyskursie *smart city* – od „miasta inteligentnego technologicznie” do „miasta inteligentnego zarządczo”, w którym bezpieczeństwo mieszkańców stanowi nadrzędny warunek trwałości transformacji. Wkład ten ma znaczenie zarówno dla dalszych badań, jak i dla projektowania instrumentów polityki miejskiej w warunkach rosnącej niepewności. Tym samym badania i analizy przyczynią się do pogłębienia wiedzy na temat mechanizmów kształtujących rozwój inteligentnych i zrównoważonych miast, wzmacniając dorobek nauk o zarządzaniu w obszarze gospodarki miejskiej. Zaprezentowane wyniki oraz zaproponowany model 4T+ mogą stanowić podstawę dalszych badań naukowych oraz narzędzie wspierające procesy decyzyjne w praktyce zarządzania rozwojem miast.

Przedstawione w pracy wnioski potwierdzają potrzebę systemowego podejścia do zarządzania miastem, w którym miasto traktowane jest jako organizacja publiczna funkcjonująca w warunkach ciągłej adaptacji. Wyniki z badań wykazały również znaczenie integracji priorytetów i instrumentów polityki rozwoju i energetycznych, co nabiera szczególnego znaczenia w kontekście celów dekarbonizacji oraz polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Uzyskane rezultaty wskazują, że skuteczność instrumentów polityki miejskiej jest w istotnym stopniu determinowana postrzeganiem poziomem bezpieczeństwa oraz akceptacją społeczną procesów transformacyjnych.

Co istotne, wyniki badań potwierdziły, że trwały rozwój miast nie może być osiągnąty wyłącznie poprzez wdrażanie rozwiązań technologicznych, lecz wymaga budowania zaufania społecznego, spójności instytucjonalnej oraz odporności na ryzyko zewnętrzne. Szczególne znaczenie w zaproponowanej koncepcji przypisano bezpieczeństwu mieszkańców, w tym zwłaszcza bezpieczeństwu energetycznemu, traktowanemu jako czynnik integrujący i stabilizujący system miejski. Ponadto model ten umożliwia wielowymiarową analizę procesów rozwojowych miast, uwzględniającą współzależności pomiędzy kapitałem technologicznym, społecznym, instytucjonalnym i terytorialnym. Kluczowym rezultatem pracy jest opracowanie i empiryczna weryfikacja autorskiego modelu kapitałów 4T+, stanowiącego oryginalny wkład do nauk o zarządzaniu i jakości. Przeprowadzone rozważania teoretyczne, analizy metodologiczne oraz badania empiryczne pozwoliły na sformułowanie spójnych wniosków o charakterze naukowym i aplikacyjnym.

5.6. EKSPLIKACJA WYNIKÓW I SYNTEZA ODPOWIEDZI NA PROBLEMY BADAWCZE

Niniejszy podrozdział stanowi formalne domknięcie logiki badawczej poprzez udzielenie jednoznacznych odpowiedzi na pytania badawcze PB1–PB6. Odpowiedzi sformułowano na podstawie: (1) wyników operacjonalizacji autorskiego modelu kapitałów 4T+ oraz procedur zapewnienia jakości danych (zob. rozdz. 3); (2) analiz empirycznych i ich interpretacji w układzie modułowym (moduł A: „miasto kreatywne” oraz moduł B: „miasto odporne”) (zob. rozdz. 4); oraz (3) syntezy wyników, implikacji zarządczych i rekomendacji wdrożeniowych (zob. rozdz. 5 oraz zakończenie). W ujęciu syntetycznym uzyskane rezultaty wskazują, że mechanizmy społeczne i instytucjonalne (zwłaszcza zaufanie) oraz bezpieczeństwo mieszkańców (w tym bezpieczeństwo energetyczne) pełnią funkcję krytycznych warunków brzegowych dla trwałości efektów dekarbonizacji i wdrożeń *smart city*. Komponent technologiczny częściej działa pośrednio – poprzez jakość usług publicznych, przejrzystość i zdolność adopcyjną mieszkańców.

Sformułowane odpowiedzi odnoszą się do relacji rekonstruowanych w ramach przyjętego modelu analitycznego oraz do poziomu percepcyjno-poznawczego badanych zjawisk. W konsekwencji wnioski interpretować należy jako empiryczne wsparcie dla mechanizmów wyjaśniających logikę ocen, postaw i decyzji aktorów miejskich, które w naukach o zarządzaniu stanowią zmienne realnie współkształtujące procesy systemowe – a nie jako bezpośredni pomiar parametrów operacyjnych systemów infrastrukturalnych czy energetycznych.

PB1. Jakie przesłanki teoretyczne i empiryczne uzasadniają rozszerzenie modelu kapitałów 4T do modelu 4T+ w kontekście transformacji energetyczno-klimatycznej miast?

- **Odpowiedź:** Model kapitałów 4T+ umożliwia skuteczne zarządzanie dekarbonizacją, ponieważ integruje komponenty technologiczne z mechanizmami społecznymi i instytucjonalnymi oraz włącza bezpieczeństwo mieszkańców (w tym energetyczne) jako nadrzędne kryterium wykonalności i trwałości instrumentów polityki publicznej.
- **Uzasadnienie i konsekwencje:** Synteza wyników empirycznych wskazuje, że o skuteczności działań transformacyjnych w większym stopniu decydują czynniki społeczno-instytucjonalne (zaufanie, legitymizacja, współzarządzanie) oraz kapitał talentu/kreatywności niż sama dostępność rozwiązań technologicznych. Technologia nie jest pomijana, lecz jej

wpływ ujawnia się częściej jako efekt pośredni – zależny od jakości usług, transparentności i dojrzałości zarządzania. Włączenie komponentu „+” (rezyliencja; bezpieczeństwo jako wymiar operacyjny) porządkuje priorytetyzację działań – dekarbonizacja jest uznawana za efektywną wtedy, gdy nie pogarsza stabilności kosztowej i ciągłości usług krytycznych, a jednocześnie wzmacnia odporność systemu miejskiego.

PB2. W jaki sposób mieszkańcy oceniają znaczenie transformacji energetyczno-klimatycznej dla bezpieczeństwa funkcjonalnego (w tym energetycznego) oraz jakości życia?

- Odpowiedź: Bezpieczeństwo energetyczne odgrywa rolę kluczowego czynnika stabilizującego akceptację społeczną dla działań dekarbonizacyjnych – w badaniu jest istotnie powiązane z gotowością mieszkańców do poparcia transformacji oraz z oceną skuteczności działań władz publicznych.
- Uzasadnienie i konsekwencje: W ujęciu modułu B („miasto odporne”) bezpieczeństwo energetyczne ujawnia się jako czynnik nadrzędny: jego deficyt wiąże się ze spadkiem zaufania, wzrostem niepewności i obniżeniem gotowości do współuczestnictwa w zmianie. Oznacza to, że instrumenty polityki klimatycznej na poziomie miejskim powinny być projektowane łącznie z planowaniem energetycznym (ciągłość dostaw, dywersyfikacja, odporność infrastruktury), a także z komunikacją społeczną i instrumentami ochrony wrażliwych grup, aby minimalizować ryzyko oporu i konfliktów interesariuszy.

PB3. Jakie zależności (bezpośrednie i pośredniczące) występują pomiędzy kapitałami 4T, integracją kapitałów (INT4T) a rezultatami transformacyjnymi miasta (EFF, SEC) oraz oceną jakości życia?

- Odpowiedź: Kapitały 4T oddziałują współzależnie: największą „dźwignią” skuteczności instrumentów polityki klimatycznej są kapitał zaufania oraz kapitał talentu/kreatywności (mechanizmy legitymizacji, uczenia się, współtworzenia wartości publicznej), natomiast kapitał technologiczny pełni funkcję wzmacniającą i często pośrednią.
- Uzasadnienie i konsekwencje: Wyniki analiz wskazują, że wdrożenia *smart city* oraz procesy dekarbonizacyjne generują wartość publiczną przede wszystkim przez poprawę jakości usług i budowę przejrzystych relacji miasto–mieszkańcy, co wzmacnia zaufanie oraz akceptację. W praktyce oznacza to konieczność projektowania transformacji jako programu zarządczego (portfela działań) obejmującego równolegle:

inwestycje technologiczne, rozwój kompetencji i kreatywności, działania inkluzyjne (tolerancja) oraz instytucjonalizację współzarządzania i mechanizmów odpowiedzialności. Bez takiej integracji technologia może pozostać „niewidzialna” dla mieszkańców lub nie przełożyć się na trwałą zmianę postaw.

PB4. W jakim stopniu nierównowaga pomiędzy kapitałami 4T wiąże się z niższym poziomem bezpieczeństwa energetycznego (SEC) i niższą oceną jakości życia mieszkańców GZM?

- Odpowiedź: Tak. W ujęciu systemowym brak równowagi pomiędzy kapitałami 4T ogranicza skuteczność instrumentów polityki miejskiej i może obniżać bezpieczeństwo mieszkańców, w tym bezpieczeństwo energetyczne, poprzez osłabienie zdolności adaptacyjnych i spadek akceptacji społecznej dla transformacji.
- Uzasadnienie i konsekwencje: Wyniki empiryczne i wnioski interpretacyjne wskazują, że nadmierna koncentracja na jednym kapitale – najczęściej technologicznym – nie gwarantuje trwałych efektów, jeśli nie towarzyszy jej wzmacnianie kapitałów społeczno-instytucjonalnych. W praktyce brak równowagi ujawnia się jako: słabsze zaufanie do instytucji, niższa gotowość do współpracy, większa wrażliwość na ryzyko kosztowe oraz niższa odporność na szoki energetyczne. Konsekwencją jest postulat zarządczy równoważenia portfela działań 4T i traktowania rezyliencji (komponent „+”), której operacyjnym wymiarem jest bezpieczeństwo jako kryterium nadrzędne w ocenie instrumentów polityki dekarbonizacyjnej.

PB5. Jakie konsekwencje dla zaufania (międzyosobowego i instytucjonalnego) oraz akceptacji działań dekarbonizacyjnych miasta (ACC) wywołuje postzegana nierównowaga kapitałów 4T?

- Odpowiedź: Zaufanie społeczne i instytucjonalne jest czynnikiem kluczowym dla powodzenia dekarbonizacji: jest istotnie powiązane z legitymizacją działań publicznych, wzmacnia akceptację społeczną dla kosztów transformacji oraz sprzyja partycypacji i współtworzeniu rozwiązań (w tym technologicznych).
- Uzasadnienie i konsekwencje: Analizy dotyczące modułu A („miasto kreatywne”) pokazują, że mieszkańcy oceniają rozwiązania inteligentne i działania rozwojowe bardziej pozytywnie w miastach, w których dostrzegają przejrzystość decyzji, spójność komunikacji oraz responsywność władz. W tym sensie zaufanie działa jako mechanizm

pośredniczący: technologie i inwestycje publiczne przekładają się na akceptację dopiero wtedy, gdy są osadzone w wiarygodnym łańdźcu instytucjonalnym. Z perspektywy wdrożeniowej oznacza to konieczność stałego zarządzania zaufaniem (transparentność, konsultacje, raportowanie efektów, czytelne KPI) jako integralnej części programów dekarbonizacyjnych.

PB6. W jakim stopniu praktyki partycypacyjne i współzarządzanie publiczne sprzyjają integracji interesariuszy w realizacji celów neutralności klimatycznej w układzie metropolitalnym?

- Odpowiedź: Zarządzanie sieciowe sprzyja integracji interesariuszy, jednak odpowiedź ta ma przede wszystkim charakter empiryczno-pośredni i rekomendacyjny: wynika z roli zaufania i partycypacji oraz z proponowanej architektury wdrożeniowej (pakiety działań, PDCA i KPI), a nie z odrębnego testu statystycznego „*governance* sieciowego” jako zmiennej. Wnioski te są spójne z podejściem sieciowym w zarządzaniu strategicznym, akcentującym znaczenie relacji i koordynacji międzyorganizacyjnej. Wnioski dotyczące znaczenia zarządzania sieciowego należy interpretować jako inferencję teoretycznie ugruntowaną, wynikającą z empirycznie obserwowanej centralności zmiennych zaufania i relacji społecznych, a nie jako efekt bezpośrednio testowanej zmiennej instytucjonalnej.
- Uzasadnienie i konsekwencje: Ustalenia empiryczne wskazują, że bez legitymizacji społecznej i stabilnych mechanizmów współodpowiedzialności wdrożenia *smart city* mogą być odbierane jako technokratyczne, co osłabia ich trwałość. Z tego powodu w części syntetycznej postulowano projektowanie programów *smart city* jako programów współzarządzania: z formalnymi kanałami konsultacji, partnerstwami i regułami podejmowania decyzji, a także z miernikami (KPI) monitorującymi zarówno efekty rzeczowe (np. redukcje emisji), jak i efekty społeczne (np. poziom zaufania, reprezentatywność udziału). W praktyce zarządzanie sieciowe stanowi mechanizm koordynacyjny, który zwiększa szanse na osiągnięcie neutralności klimatycznej w warunkach wielości interesariuszy oraz ograniczeń zasobowych samorządu.

Zestawienie odpowiedzi na pytania PB1–PB6 potwierdza spójność konstrukcji modelu 4T+ jako narzędzia analityczno-zarządczego dla miast funkcjonujących w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej. Wyniki wskazują na prymat mechanizmów społeczno-instytucjonalnych (zaufanie,

partycypacja, legitymizacja), a także na znaczenie bezpieczeństwa energetycznego jako warunku brzegowego akceptacji społecznej i trwałości dekarbonizacji. Oznacza to, że skuteczna transformacja miejska powinna być prowadzona równolegle w logice portfela działań 4T+, z wbudowanymi pętlami uczenia się organizacji publicznej (monitoring KPI, ewaluacja i korekty w cyklu PDCA).

5.7. POTWIERDZENIE WNIOSKOWANIA W ŚWIELE WYNIKÓW SEM

W niniejszym podrozdziale dokonano wtórnego wnioskowania na podstawie wyników modelowania równań strukturalnych w podejściu kowariancyjnym (CB-SEM). Celem jest domknięcie dowodów empirycznych dla hipotez H1–H6 oraz udzielenie spójnych odpowiedzi na problemy badawcze PB1–PB6, przy jednoczesnym uzupełnieniu zidentyfikowanych luk badawczych (LB1–LB3). Wnioskowanie ma charakter confirmacyjny i opiera się na parametrach ścieżek (β), ich istotności oraz wyjaśnianej wariancji (R^2), a w przypadku mediacji – na bootstrapowych przedziałach ufności.

Interpretację wyników prowadzono w logice *evidence-based management*: parametry CB-SEM traktuje się jako empiryczne wsparcie (a nie dowód przesądający) relacji postulowanych w modelu 4T+. Z uwagi na przekrojowy charakter badania, oparcie na deklaracjach ankietowych oraz ryzyko błędu wspólnej metody wnioski dotyczące kierunku zależności mają charakter wnioskowania statystycznego, a nie eksperymentu. Dlatego rekomenduje się dalsze testy w ujęciu podłużnym i/lub na danych obiektywnych (np. wskaźniki energetyczne miast).

ROZSTRZYGNIĘCIE HIPOTEZ H1–H6

- **H1a** – hipoteza techniczna (Integracja 4T+ → skuteczność dekarbonizacji): potwierdzona. Integracja 4T+ istotnie wzmacnia skuteczność dekarbonizacji ($\beta = 0,828$; $R^2 = 0,710$), $p < 0,001$.
- **H1b** – hipoteza techniczna (Integracja 4T+ → bezpieczeństwo energetyczne): potwierdzona. Integracja 4T+ istotnie wzmacnia bezpieczeństwo energetyczne ($\beta = 0,819$; $R^2 = 0,684$), $p < 0,001$.
- **H2** (Bezpieczeństwo energetyczne → akceptacja dekarbonizacji): potwierdzona. Wyższe bezpieczeństwo energetyczne zwiększa akceptację dekarbonizacji ($\beta = 0,554$; $R^2 = 0,335$), $p < 0,001$.
- **H3** (Polityka klimatyczna → zaufanie → efektywność wdrożeń): potwierdzona. Efekt pośredni (a · b) wynosi 0,339 i jest dodatni (CI95%: 0,288–0,390).

Utrzymuje się także efekt bezpośredni polityki klimatycznej na efektywność ($c' = 0,414$; CI95%: 0,354–0,476).

- **H4** (Integracja 4T+ → rezyliencja systemu miejskiego): potwierdzona. Integracja 4T+ istotnie zwiększa rezyliencję ($\beta = 0,858$; $R^2 = 0,752$), $p < 0,001$.
- **H5** (Zarządzanie sieciowe → skuteczność dekarbonizacji): potwierdzona. Kapitał instytucjonalno-terytorialny (T4, operacjonalizowany jako zarządzanie sieciowe) istotnie wpływa na skuteczność dekarbonizacji także przy kontroli pozostałych kapitałów ($\beta = 0,318$; $R^2 = 0,727$), $p < 0,001$.
- **H6** (Niskie bezpieczeństwo energetyczne → osłabienie kapitałów 4T): potwierdzona. Bezpieczeństwo energetyczne dodatnio wiąże się z poziomem T1 ($\beta = 0,635$), T2 ($\beta = 0,699$), T3 ($\beta = 0,768$) i T4 ($\beta = 0,730$), $p < 0,001$; co oznacza, że deficyt bezpieczeństwa sprzyja erozji kapitałów 4T.
- **H7** – tylko dane demograficzne, nie dotyczy SEM (szczegóły zob. Aneks metodyczny).

SZCZEGÓŁOWE STATYSTYCZNE POTWIERDZENIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA BADAWCZE PB1–PB6

- PB1.** Jakie przesłanki teoretyczne i empiryczne uzasadniają rozszerzenie modelu kapitałów 4T do modelu 4T+ w kontekście transformacji energetyczno-klimatycznej miast? Wyniki SEM wskazują na bardzo silny, dodatni wpływ integracji kapitałów 4T+ na skuteczność dekarbonizacji ($\beta = 0,828$) oraz bezpieczeństwo energetyczne ($\beta = 0,819$). Oznacza to, że model 4T+ nie jest wyłącznie ramą conceptualną, lecz ma mierzalny walor menedżerski: przy wzroście zintegrowanego potencjału technologicznego, talentowego, społecznego i instytucjonalnego rośnie zdolność miasta do realizacji interwencji dekarbonizacyjnych oraz wzmacniania bezpieczeństwa energetycznego.
- PB2.** W jaki sposób mieszkańcy oceniają znaczenie transformacji energetyczno-klimatycznej dla bezpieczeństwa funkcjonalnego (w tym energetycznego) oraz jakości życia? Bezpieczeństwo energetyczne jest istotnym predyktorem akceptacji dekarbonizacji ($\beta = 0,554$). Praktycznie oznacza to, że strategię dekarbonizacyjną będą społecznie trwalsze wtedy, gdy równolegle obniżają wrażliwość energetyczną i zwiększają poczucie stabilności (np. poprzez efektywność energetyczną, dywersyfikację źródeł i czytelną politykę taryfowo-osłonową).
- PB3.** Jakie zależności (bezpośrednie i pośredniczące) występują pomiędzy kapitałami 4T, integracją kapitałów (INT4T) a rezultatami transformacyj-

nymi miasta (EFF, SEC) oraz oceną jakości życia? Najsilniejsze znaczenie ma kapitał społeczny (T3: zaufanie i tolerancja) oraz instytucjonalno-terytorialny (T4: *governance* sieciowe). W modelu dekompozycyjnym (kontrola T1–T3) wpływ T4 na skuteczność dekarbonizacji pozostaje istotny ($\beta = 0,318$), a łączna siła integracji 4T+ jest bardzo wysoka (H1). Oznacza to, że inwestycje technologiczne i infrastrukturalne są konieczne, ale niewystarczające bez legitymizacji społecznej i zdolności koordynacyjno-partycypacyjnej instytucji.

- PB4.** W jakim stopniu nierównowaga pomiędzy kapitałami 4T wiąże się z niższym poziomem bezpieczeństwa energetycznego (SEC) i niższą oceną jakości życia mieszkańców GZM? Analiza uzupełniająca pokazuje, że po uwzględnieniu poziomu integracji 4T+ (średniego natężenia kapitałów) dodatkowy wskaźnik nierównowagi między kapitałami (dyspersja T1–T4) nie wykazuje istotnego wpływu na bezpieczeństwo energetyczne. W praktyce oznacza to, że kluczowy jest łączny, zintegrowany poziom kapitałów, a nie sama symetria ich rozkładu. Rekomendacyjnie: priorytetem pozostaje podnoszenie najsłabszych komponentów, ale efekty bezpieczeństwa energetycznego ujawniają się przede wszystkim przy wzroście całego pakietu 4T+.
- PB5.** Jakie konsekwencje dla zaufania (międzyosobowego i instytucjonalnego) oraz akceptacji działań dekarbonizacyjnych miasta (ACC) wywołuje postrzegana nierównowaga kapitałów 4T? Zaufanie pełni funkcję mechanizmu pośredniczącego między polityką klimatyczną miasta a efektywnością wdrożeń. Efekt pośredni $POL \rightarrow TRU \rightarrow EFF$ jest dodatni (0,339; CI95%: 0,288–0,390). To oznacza, że przejrzystość i konsekwencja polityki klimatycznej przekładają się na skuteczność dekarbonizacji m.in. poprzez wzrost zaufania. W wymiarze zarządczym potwierdza to konieczność komunikacji, współdecydowania oraz wiarygodności instytucjonalnej jako warunków wdrażania transformacji.
- PB6.** W jakim stopniu praktyki partycypacyjne i współzarządzanie publiczne sprzyjają integracji interesariuszy w realizacji celów neutralności klimatycznej w układzie metropolitalnym? Tak. Współzarządzanie i *governance* sieciowe (T4) jest istotnym komponentem integracji 4T+ oraz samodzielnym predyktorem skuteczności dekarbonizacji w modelu z kontrolą pozostałych kapitałów (H5). Oznacza to, że mechanizmy współzarządzania (platformy komunikacji, partycypacja, sprzężenie zwrotne jakości usług, transparentność) stanowią operacyjny „łącznik” między zasobami a rezultatami dekarbonizacji: umożliwiają integrację interesariuszy, redukcję konfliktów dystrybucyjnych i wzrost akceptacji społecznej interwencji.

POTWIERDZENIE STATYSTYCZNE UZUPEŁNIENIA LUK BADAWCZYCH LB1–LB3

- LB1.** Integracja modeli 4T+ z bezpieczeństwem energetycznym i dekarbonizacją. Zrealizowano poprzez empiryczną estymację zintegrowanego modelu ścieżkowego: integracja 4T+ jednocześnie wyjaśnia skuteczność dekarbonizacji, bezpieczeństwo energetyczne oraz rezylencję. Wysokie wartości R^2 dla kluczowych zmiennych zależnych wskazują, że połączenie perspektywy kapitałów miejskich z obszarem energii i klimatu ma silną wartość eksplanacyjną.
- LB2.** Mechanizmy pośredniczące i moderujące w relacji polityka–wdrożenia. Wypełniono przez identyfikację i test mechanizmu zaufania jako mediatora (H3). Wyniki wskazują, że polityka klimatyczna oddziałuje na efektywność wdrożeń zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio przez kapitał zaufania. Tym samym model dostarcza wyjaśnienia, „jak” i „dlaczego” instrumenty polityki klimatycznej działają w warunkach miejskich.
- LB3.** Operacjonalizacja i narzędzia zarządcze/KPI dla 4T+ w kontekście transformacji energetycznej. Uzupełniono poprzez zbudowanie mierzalnych konstrukcji (indeksy) opartych o konkretne bloki ankiety oraz ich włączenie do SEM. Pozwala to bezpośrednio przekładać model 4T+ na instrumenty monitoringu strategicznego (*dashboard*): osobno dla T1–T4, bezpieczeństwa energetycznego, akceptacji i efektywności wdrożeń dekarbonizacyjnych.

IMPLIKACJE DLA ZARZĄDZANIA STRATEGICZNEGO MIASTEM

Priorytetem jest równoległe wzmacnianie kapitału społecznego (T3) oraz *governance* sieciowego (T4), ponieważ te komponenty najsilniej przekładają się na skuteczność dekarbonizacji oraz legitymizację działań. W ramach polityki dekarbonizacyjnej należy wprost zarządzać ryzykiem i wrażliwością energetyczną: bezpieczeństwo energetyczne zwiększa akceptację transformacji (H2) i stabilizuje kapitały 4T (H6). Rekomenduje się wdrożenie cyklu monitoringu KPI 4T+ (T1–T4) wraz z KPI energii/klimatu (SEC, EFF, ACC) i KPI partycypacji/komunikacji (część T4). Wysokie korelacje ścieżek sugerują użyteczność takiego dashboardu do zarządzania portfelem interwencji. Zarządzanie sieciami powinno być traktowane jako mechanizm integracji interesariuszy: platformy komunikacyjne, konsultacje, panele obywatelskie, budżety partycypacyjne oraz narzędzia feedbacku usługowego ograniczają koszty społeczne wdrożeń i wzmacniają zaufanie.

TABELA 50. Implikacje zarządcze i konsekwencje dla *governance* – synteza ustaleń rozdziałów 1–5

Wątek/działanie	Rekomendacja/implikacja dla <i>public governance</i>	Ryzyko niezastosowania w praktyce zarządczej
Akceptacja społeczna	Stosować dialog deliberatywny i mechanizmy kompensacji	Koszty transformacji i możliwy sprzeciw mieszkańców
Brak bezpieczeństwa	Włączyć bezpieczeństwo energetyczne do rdzenia analizy	Niedoszacowanie ryzyka systemowego
Cyfrowe ryzyka	Wzmacniać cyberbezpieczeństwo i procedury	Cyfrizacja zwiększa ryzyka cyber
Dane	Rozwijając systemy pomiarowe i analitykę zużycia	Brak danych utrudnia wczesne ostrzeżenie
Dane energetyczne i efektywnościowe	Wprowadzać protokoły jakości danych oraz transparentność	Ryzyko niskiej jakości danych i braku zaufania
Domknięcie argumentacji zgodnie z modelem i ujęcie w dokumentach strategicznych	Spinać plany strategiczne i operacyjne poprzez odniesienie do 4T+ oraz hipotez	Ryzyko niespójności planów
Efekty synergii wewnątrz struktur miejskich i między miastami	Stosować wskaźniki <i>outcome</i> i logikę teorii zmiany	Brak miar i trudność atrybucji rezultatów
Etyka vs akceptacja społeczna	Wprowadzać zasady etyczne, konsultacje i transparentność	Nieufność wobec monitoringu/AI
Ewaluacja	Wprowadzać KPI i cykliczne raportowanie wartości publicznej	Brak pomiaru efektów
Finansowanie	Projektować modele finansowania OPEX/CAPEX i partnerstwa	Ryzyko uzależnienia od projektów i dotacji

TABELA 50 – cd.

Wątek/działanie	Rekomendacja/implikacja dla <i>public governance</i>	Ryzyko niezastosowania w praktyce zarządzanej
Infrastruktura	Planować interoperacyjność i rozwój sieci	Brak infrastruktury ogranicza smart
Inkluzja	Projektować usługi i partycypację dla różnych grup	Wykluczenie zmniejsza legitymizację
Integracja instrumentów polityki	Budować portfel projektów łączący cele <i>smart</i> i klimat	Ryzyko rozbieżności celów klimatycznych, społecznych i budżetowych
Integracja instrumentów polityki	Budować portfel projektów łączący cele <i>smart</i> i klimat	Ryzyko rozbieżności celów klimatycznych, społecznych i budżetowych
Interoperacyjność	Stosować standardy, architekturę referencyjną, otwarte API	Rozproszenie systemów i <i>vendor lock-in</i>
Jakość danych	Wprowadzać protokoły jakości i walidację	Ryzyko błędów pomiaru
Kierunki badań dotyczących rozwoju miasta/metropolii	Wskazać konkretne projekty i dane do dalszej walidacji modelu	Ryzyko braku kontynuacji
Kompetencje	Budować programy szkoleń i centra kompetencji	Braki kompetencyjne w JST i spółkach
Koordynacja	Utworzyć komitet/biuro <i>smart city</i> i <i>data governance</i>	Silosowość urzędu i spółek
Koordynacja interesariuszy	Ustanowić role, zasady i mechanizmy rozliczalności w sieci	Ryzyko rozproszenia odpowiedzialności i konfliktów celów
Koordynacja kryzysowa	Testować scenariusze i ustanowić role w sieci	Brak współpracy w kryzysie
Koordynacja sieci	Ustanowić role lidera/koordynatora i KPI sieci	Rozproszenie odpowiedzialności
Koszty	Stosować programy osłonowe i efektywność energetyczną	Wzrost kosztów obniża akceptację transformacji

Operacionalizacja	Zdefiniować mierniki i zasady agregacji do indeksów	Ryzyko niejednoznacznych wskaźników
Partycypacja	Projektować procesy deliberatywne i <i>feedback</i>	Ryzyko fasadowości i niskiej frekwencji
Polityki talentowe	Wspierać ekosystem edukacji i innowacji	Odpyły talentów osłabia konkurencyjność
Presja na usługi	Używać danych do priorytetyzacji inwestycji i oceny efektów	Niedopasowanie infrastruktury do potrzeb mieszkańców
Przenoszalność wniosków	Segmentować rekomendacje (np. wg dojrzałości) Zbudować jawne bazy inicjatyw	Różnice między typami miast
Rekomendacje ogólne dla JST	Formułować rekomendacje operacyjne (narzędzia, wskaźniki, procedury)	Ryzyko ogólnikowości planów
Rekomendacje dla tworzących plany	Formułować rekomendacje operacyjne (narzędzia, wskaźniki, procedury)	Ryzyko ogólnikowości
Rekomendacje precyzyjne dla JST	Formułować rekomendacje dla JST operacyjne (narzędzia, wskaźniki, procedury)	Ryzyko ogólnikowości
Rosnąca złożoność	Wzmacniać platformy koordynacji i mediacji w <i>governance</i>	Ryzyko decyzji silosowych i konfliktów interesariuszy
Rozproszenie modeli	Budować model integrujący i porównywalny (4T+)	Ryzyko niespójnych rekomendacji
Ryzyka wielowymiarowe	Stosować podejście portfelowe i scenariusze	Nakładanie się kryzysów (energia, klimat, cyber)
Ryzyko przerw w dostawie usług miasta/metropolii	Planować redundancję i scenariusze kryzysowe	Zakłócenia dostaw wpływają na usługi publiczne
Spójność	Stosować odniesienia do modelu 4T+ i celów	Ryzyko nieciągłości argumentacji
Transparentność	Dokumentować procesy, procedury, wyniki i parametry	Brak informacji o działaniach osłabia zaufanie

TABELA 50 – cd.

Wątek/działanie	Rekomendacja/implikacja dla <i>public governance</i>	Ryzyko niezastosowania w praktyce zarządzanej
Uzasadnienie praktyczne zmian	Formułować rekomendacje w formie narzędzi i wskaźników	Brak przełożenia na decyzje JST
Współdzielenie danych	Wdrażać standardy danych i zasady <i>data governance</i>	Asymetria informacji i bariery interoperacyjności
Zakotwiczenie w <i>public governance</i>	Zastosować spójny rdzeń teoretyczny NPG/ <i>adaptive governance</i>	Rozproszenie perspektyw (ICT, społeczeństwo, energia)
Zakres danych	Uzupełniać analizę o dane wtórne i jakościowe	Ograniczona dostępność danych miejskich
Zależność od danych	Wdrożyć protokoły jakości i audyty danych	Ryzyko błędnych decyzji przy słabych danych
Zależność od energii	Budować dywersyfikację i efektywność energetyczną	Kryzysy energetyczne wpływają na usługi miejskie
Zastosowanie praktyczne modeli	Przebrać 4T+ na narzędzie diagnostyczne dla JST	Ryzyko ogólnikowości
Zaufanie	Wprowadzać transparentność, standardy i komunikację ryzyka	Brak zaufania ogranicza udostępnianie danych i współpracę
Zmiana roli miasta	Projektować mechanizmy współpracy międzygminnej i zewnętrznej	Fragmentacja kompetencji i przeciążenie instytucji lokalnych

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki oparte są na badaniu przekrojowym i na samopostrzeganiu mieszkańców, co ogranicza możliwość definitywnego wnioskowania przyczynowego. Dalsze prace powinny obejmować: (1) pomiary panelowe/longitudinalne; (2) triangulację z danymi obiektywnymi (np. zużycie energii, emisje, wskaźniki inwestycji); (3) modele wielopoziomowe (różnice pomiędzy jednostkami terytorialnymi); oraz (4) testy moderacji (np. wrażliwość energetyczna gospodarstw domowych, typ zabudowy) w celu pogłębienia mechanizmów łączących 4T+ z bezpieczeństwem energetycznym. W dalszych etapach badań rekomenduje się także ograniczanie ryzyka błędu wspólnej metody (*common method bias*), m.in. poprzez triangulację źródeł danych oraz rozdzielenie pomiaru predyktorów i rezultatów w czasie.

Implikacją dla dalszych badań jest potrzeba pogłębienia analiz zależności relacyjnych (w tym potencjalnie nieliniowych), wykraczających poza korelacje proste, w tym identyfikacji mechanizmów mediacji i moderacji z udziałem kapitału zaufania oraz kapitału instytucjonalnego.

ZAKOŃCZENIE

Niniejsza praca stanowi kompleksową próbę opracowania problematyki zarządzania rozwojem współczesnych miast w warunkach nasilających się procesów transformacyjnych – w szczególności transformacji energetycznej. Jej zasadniczym celem było opracowanie autorskiego modelu kapitałów 4T+ oraz jego empiryczna weryfikacja. Model ten ma umożliwiać systemową analizę rozwoju miast z perspektywy technologicznej, społecznej, instytucjonalnej oraz terytorialnej, uzupełnionej o wymiar bezpieczeństwa mieszkańców.

W toku prowadzonych rozważań wykazano, że rozwój miast nie może być analizowany w sposób sektorowy ani sprowadzany wyłącznie do wdrażania rozwiązań technologicznych. Jednocześnie miasto funkcjonuje jako złożony system społeczno-ekonomiczny, w którym trwałość procesów rozwojowych zależy od jakości zarządzania, zdolności adaptacyjnych oraz poziomu zaufania społecznego. Przeprowadzone analizy teoretyczne pozwoliły na identyfikację ograniczeń dominujących koncepcji *smart city*, w szczególności ich technologicznego redukcjonizmu oraz niedostatecznego uwzględnienia aspektów bezpieczeństwa. W odpowiedzi na zidentyfikowaną lukę badawczą zaproponowano autorski model kapitałów 4T+, który stanowi próbę uporządkowania kluczowych determinant rozwoju miejskiego w sposób zintegrowany.

Istotnym elementem prowadzonych rozważań była empiryczna weryfikacja zaproponowanego modelu. Co istotne, wyniki badań potwierdziły zasadność jego konstrukcji oraz wykazały istnienie istotnych zależności pomiędzy poszczególnymi kapitałami rozwoju. Szczególne znaczenie ujawniono dla wymiaru bezpieczeństwa mieszkańców, który istotnie wpływa na postrzeganie działań miasta oraz poziom akceptacji procesów transformacyjnych. Uzyskane rezultaty wskazują, że bezpieczeństwo energetyczne stanowi obecnie jeden z kluczowych czynników stabilności systemów miejskich. Jego poziom oddziałuje nie tylko na funkcjonowanie infrastruktury, lecz również na sferę społeczną i instytucjonalną,

determinując zaufanie do władz publicznych oraz gotowość mieszkańców do uczestnictwa w procesach zmian.

Przeprowadzone badania potwierdziły także, że skuteczność instrumentów polityki miejskiej wymaga prowadzenia zintegrowanego zarządzania rozwojem. Oznacza to konieczność koordynacji działań w obszarach planowania strategicznego, polityki energetycznej, partycypacji społecznej oraz zarządzania ryzykiem. Brak spójności pomiędzy tymi sferami prowadzi do osłabienia efektów wdrażanych strategii. Wkład naukowy niniejszych badań i ich interpretacji polega przede wszystkim na opracowaniu autorskiego modelu kapitałów 4T+ oraz jego empirycznej weryfikacji. Ponadto model ten rozszerza dotychczasowe ujęcia *smart city* o wymiar bezpieczeństwa mieszkańców, co stanowi istotne novum w badaniach nad rozwojem miast w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości. Jednocześnie zaproponowana koncepcja ma wyraźny potencjał aplikacyjny. Może ona stanowić narzędzie diagnostyczne wspierające procesy decyzyjne na poziomie lokalnym i regionalnym, umożliwiając identyfikację obszarów ryzyka oraz priorytetów interwencji strategicznej. Obecnie przeprowadzone, a następnie opisane, badania nie wyczerpują jednak w pełni podjętej problematyki. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań, w szczególności o charakterze porównawczym oraz dynamicznym, umożliwiających analizę zmian zachodzących w czasie oraz ocenę długookresowej skuteczności instrumentów polityki miejskiej.

Istotnym elementem konstrukcji niniejszej monografii jest również przyjęte podejście metodologiczne, które zostało podporządkowane celowi zapewnienia spójności pomiędzy warstwą teoretyczną a empiryczną badań. Wobec złożonego charakteru analizowanej problematyki zdecydowano się na zastosowanie podejścia ilościowego wspieranego analizą jakościową w zakresie interpretacji uzyskanych wyników. Przyjęta procedura badawcza została zaprojektowana w sposób umożliwiający empiryczną weryfikację autorskiego modelu kapitałów 4T+. Kluczowym etapem było przełożenie jego założeń koncepcyjnych na mierzalne zmienne empiryczne, co pozwoliło na ocenę zależności pomiędzy poszczególnymi komponentami modelu. W tym celu dokonano operacjonalizacji kapitałów technologicznego, społecznego, instytucjonalnego oraz terytorialnego poprzez zestaw wskaźników odnoszących się do postrzegania działań miasta przez mieszkańców. Szczególną uwagę poświęcono konstrukcji wskaźników bezpieczeństwa mieszkańców, w tym bezpieczeństwa energetycznego, traktowanego jako element integrujący pozostałe wymiary rozwoju.

Badania empiryczne przeprowadzono z wykorzystaniem metody sondażu diagnostycznego, co umożliwiło pozyskanie danych dotyczących opinii, postaw

oraz ocen mieszkańców w odniesieniu do kluczowych procesów rozwojowych zachodzących w mieście. Zastosowanie tej metody pozwoliło na uchwycenie społecznego wymiaru transformacji energetycznej, często pomijanego w analizach opartych wyłącznie na danych technicznych. Analiza zgromadzonego materiału empirycznego została przeprowadzona z wykorzystaniem narzędzi statystycznych umożliwiających weryfikację sformułowanych hipotez badawczych. Pozwoliło to na identyfikację istotnych zależności pomiędzy zmiennymi oraz na ocenę siły oddziaływania poszczególnych kapitałów na postrzeganie bezpieczeństwa miejskiego. Zastosowane podejście metodologiczne umożliwiło nie tylko ocenę trafności zaproponowanego modelu, lecz również jego praktyczną użyteczność z punktu widzenia zarządzania rozwojem miast.

Uzyskane wyniki stanowią podstawę do formułowania rekomendacji o charakterze strategicznym, adresowanych do decydentów publicznych odpowiedzialnych za kształtowanie instrumentów polityki miejskiej. Ansell i Gash (2008) wyjaśniają, że problemy rozwojowe miast wymagają mechanizmów współpracy międzyorganizacyjnej, wykraczających poza hierarchiczne sterowanie. Ostrom (2010) trafnie wskazuje, że reguły instytucjonalne oraz zdolności koordynacyjne mogą pełnić funkcję ograniczenia albo katalizatora skutecznej implementacji strategii. Uwzględnienie komponentu empirycznego w strukturze rozważań pozwala na domknięcie procesu badawczego w sposób zgodny z rygorem metodologicznym badań naukowych, łącząc refleksję teoretyczną z jej praktyczną weryfikacją.

Podsumowując, przedstawione w pracy rozważania potwierdzają, że rozwój współczesnych miast wymaga podejścia systemowego, integrującego różne wymiary funkcjonowania przestrzeni miejskiej. Autorski model kapitałów 4T+ stanowi propozycję takiego ujęcia, łącząc refleksję teoretyczną z empiryczną weryfikacją oraz praktycznymi implikacjami dla zarządzania rozwojem miast w warunkach transformacji energetycznej.

Wyniki prowadzą do wniosku, że skuteczność koncepcji *smart city* jest w większym stopniu determinowana przez czynniki społeczno-instytucjonalne niż przez samą obecność technologii. W szczególności weryfikacja empiryczna wskazuje na pierwszoplanową rolę zaufania oraz kapitału talentu i kreatywności w kształtowaniu pozytywnej percepcji miasta, podczas gdy komponent technologiczny ujawnia się częściej jako czynnik pośredni – zależny od jakości usług, przejrzystości i dojrzałości ładu instytucjonalny. Rozszerzenie modelu o komponent bezpieczeństwa mieszkańców („+”) okazało się zasadne w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej. Bezpieczeństwo, rozumiane jako stabilność dostaw, przewidywalność kosztów i odporność systemu miejskiego, pełni funkcję kryterium wykonalności społecznej działań dekarbonizacyjnych oraz warunkuje akceptację priorytetów i instrumentów polityki rozwoju.

Implikacje dla praktyki zarządzania publicznego koncentrują się na czterech obszarach: (1) budowie zaufania poprzez transparentność, partycypację i responsywność; (2) wzmacnianiu ekosystemu talentu i kreatywności (kompetencje, edukacja, przedsiębiorczość); (3) projektowaniu technologii jako narzędzia jakości usług i komunikacji, a nie celu; oraz (4) integrowaniu dekarbonizacji z bezpieczeństwem energetycznym i stabilnością kosztową gospodarstw domowych. W układach metropolitalnych kluczowe jest podejście wielopoziomowe i koordynacyjne, obejmujące spójność standardów usług i wspólną politykę informacyjną.

ANEKS METODYCZNY: NARZĘDZIA BADAWCZE

I KWESTIONARIUSZ ANKIETY

SEGMENT 1. ZBADANIE POZIOMU ROZWOJU KAPITAŁÓW 4T W KONCEPCJI SMART CITY (MODUŁ A: MIASTO KREATYWNE)

1. Uważam, że moje miasto wprowadziło lub wprowadza technologie inteligentne.

Opinia	Tak	Nie	Nie wiem
Inteligentny system monitoringu miejskiego			
System miejskiej sieci Wi-Fi			
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców			
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)			
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)			
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście			
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców			
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta			
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych			
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków			
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia			
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw			

2. Proszę ocenić poziom usprawnienia usług miasta, w którym Pani/Pan mieszka, na skutek wdrożenia technologii inteligentnych (skala 1–5, gdzie 1 – wcale się nie sprawdza, 5 – sprawdza się całkowicie).

Opinia	1	2	3	4	5
Inteligentny system monitoringu miejskiego					
System miejskiej sieci Wi-Fi					
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców					
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)					
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)					
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście					
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców					
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta					
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych					
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków					
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia					
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw					

3. Uważam, że moje miasto umożliwia swoim mieszkańcom rozwój talentów i kreatywność (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Organizuje konkursy, warsztaty twórcze					
Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia					
Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi					
Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta					
Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów.					
Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych					
Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów					
Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności					
Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni					
Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw					
Tworzy inkubatory przedsiębiorczości					
Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne					

4. Uważam, że władze mojego miasta/miejscowości budują zaufanie do siebie i wzajemnie między mieszkańcami we wskazanych obszarach (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Otwartość informacyjna					
Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników					
Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy					
Współfinansowanie inicjatyw społecznych					
Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom					
Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom					
Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów					
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje					
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców					
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współzrządzenie w mieście					
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne					
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych					
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)					

5. Uważam, że moje miasto/miejscowość (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak):

Opinia	1	2	3	4	5
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach					
Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców					
Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych					
Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych					
Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję					
Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji					
Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych					
Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury					
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji					
Przeciwdziała stereotypom					
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego					
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej					

6. Uważam, że (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak):

Opinia	1	2	3	4	5
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju					
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców					
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie					
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie					

SEGMENT 2. ZBADANIE POZIOMU ROZWOJU SZEŚCIU GŁÓWNYCH WYMIARÓW KONCEPCJI SMART CITY (MIASTO INTELIGENTNE – *EUROPEAN SMART CITIES*)

7. Uważam, że moje miasto skutecznie wdraża wiele nowoczesnych/innovacyjnych rozwiązań (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak). Moje miasto:

Opinia	1	2	3	4	5
Wspiera rynek pracy w kierunku innowacyjności					
Wydziela i rozwija specjalne strefy ekonomiczne					
Wspiera inkubatory przedsiębiorczości i parki technologiczne					
Rekultywuje tereny poprzemysłowe					
Tworzy w mieście Centrum Usług Wspólnych					
Rozwija ośrodki aktywizacji zawodowej dla zapobiegania wykluczeniu					
Dbą o przestrzeganie procedur i zapewnia jawność danych publicznych o mieście					
Rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską (drogi, budynki oświaty, kultury, sportu)					
Stawia na zrównoważony rozwój przestrzenny					
Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego					
Inwestuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców					
Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii					
Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach)					
Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach					
Dbą o rozwój zieleni w mieście					

8. Uważam, że moje miasto rozwija nowoczesną mobilność, transport i komunikację (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Wdraża/wdrożyło zintegrowany bilet na wszystkie środki komunikacji miejskiej					
Uruchamia/uruchomiło elektroniczny bilet/kartę lub inne udogodnienia					
Wdraża usługi cyfrowe związane z transportem					
Wdrożony jest system elektroniczny do biletów komunikacji					
Stosuje zachęty finansowe do korzystania z transportu publicznego					
Tworzy drogi rowerowe					
Wydziela buspasy					
Buduje nowe drogi i mosty, aby upłynnić ruch					
Zapewnia płynność ruchu komunikacyjnego w mieście					
Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala)					
Buduje strefy <i>park and ride</i> , ograniczające ruch samochodowy w mieście					
Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne					
Rozbudowuje transport miejski					
Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe)					
Ogranicza ruch samochodowy w centrum					
Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji					
Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnóg, samochodów					
Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej					

9. Uważam, że miasto/miejscowość stosuje rozwiązania prośrodowiskowe i chroniące klimat (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Wdraża i wspiera systemy oszczędzania energii, gazu, wody i ciepła					
Wdraża i wspiera retencję wody					
Buduje lub wspiera odnawialne źródła energii					
Stosuje rozwiązania służące obniżeniu emisji CO ₂					
Dbą i rozwija przyjazne parki i tereny zielone					
Rozdziela tereny przemysłowe od mieszkaniowych, tworzy strefy zieleni					
Wdraża i wspiera termomodernizację					
Prawidłowo zarządza odpadami, wspiera ich segregację					
Uważam, że wydatki miasta na ochronę środowiska są za małe					
Za dużo wydaje na ochronę środowiska					
Zachęca finansowo do zmiany ogrzewania z węglowego na OZE					
Edukuje mieszkańców w zakresie ochrony środowiska					

10. Uważam, że moje miasto/miejscowość dba o rozwój mieszkańców i tworzy społeczeństwo uczące się (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Dbą o mieszkańców, o ich potrzeby rozwojowe					
Organizuje dla mieszkańców miejsca, gdzie możesz się rozwijać					
Wspiera szkoły zawodowe i kreatywne					
Tworzy warunki dla integracji lokalnych społeczności					
Informuje, jak zaangażować się w pracę w społeczności miejskiej, jeśli jest taka					
Organizuje pikniki, warsztaty, spotkania mieszkańców i wspiera takie inicjatywy					
Myślę, że wskazuje na kierunki rozwoju oferty uczelni wyższych w moim mieście					
Wiem, jak miasto wspiera uczelnie i to, co uczelnie robią dla mojego miasta					
Promuje wśród mieszkańców uczenie się przez całe życie (<i>life-long learning</i>)					
Dbą o edukację i rozwój wszystkich grup wiekowych, także seniorów					
Reaguje na potrzeby swoich mieszkańców i uwzględnia w planach rozwojowych					
Dbą, by grupy społeczne nie były wykluczone ze względu na brak kompetencji cyfrowych					

11. Uważam, że moje miasto/miejscowość dba o podnoszenie jakości życia mieszkańców (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Wdraża udogodnienia dla mieszkańców					
Pyta i konsultuje z mieszkańcami, co trzeba ulepszyć					
Uruchamia i utrzymuje miejsca integracji mieszkańców, relaksu i odpoczynku					
Ułatwia komunikację i mobilność					
Cyfryzuje przestrzeń publiczną, uruchamia platformy wymiany informacji z mieszkańcami					
Rozwój sektora nowoczesnych technologii w moim mieście jest zadowalający					
Uważam, że trzeba zwiększyć rozwój sektora nowoczesnych technologii					

12. Proszę ocenić poziom wdrożenia nowoczesnych rozwiązań w mieście we wskazanych poniżej obszarach (w skali od 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie niski, 5 – zdecydowanie wysoki).

Opinia	1	2	3	4	5
System rewitalizacji wymagających tego obszarów miasta					
System monitorowania środowiska naturalnego					
System zarządzania odpadami komunalnymi i przemysłowymi					
Platformy do dwustronnej komunikacji z mieszkańcami					
E-administracja do obsługi mieszkańców					
System partycypacji społecznej w decyzjach rozwojowych					
Badanie jakości swoich usług dla mieszkańców w ankietach					
Badanie poziomu przejrzystości lokalnej/administracji/urzędu					

13. Uważam, że moje miasto/miejscowość rozwija się w kierunku *smart city* (w skali 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Rozwija się w kierunku nowoczesnego miasta					
Wdraża nowoczesne rozwiązania w zakresie społecznym, gospodarczym i innowacyjnym					
Rozwija inteligentny transport i mobilność					
Stosuje nowoczesne rozwiązania prośrodowiskowe i chroniące klimat					
Dbą o rozwój mieszkańców i tworzy społeczeństwo uczące się					
Dbą o podnoszenie jakości życia mieszkańców					
Wdrożyło systemy inteligentnego zarządzania różnego rodzaju aspektami życia w mieście					

SEGMENT 3. ZBADANIE POZIOMU WYKORZYSTANIA SOCIAL MEDIÓW DO AKTYWIZACJI MIESZKAŃCÓW (MIASTO KOMUNIKATYWNE)

14. Jako mieszkaniec aktywnie uczestniczę w życiu miasta poprzez aktywność w social mediach (w skali 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak).

Opinia	1	2	3	4	5
Zdarza się, że tworzę treść na temat miasta i publikuję ją (zdjęcia, filmy, komentarze, blog, vlog itd.)					
Mam swoją własną stronę/strony www w Internecie, gdzie czasami promuję ludzi/wydarzenia z mojego miasta					
Mam swój kanał/kanały na YouTube lub innych serwisach streamingowych, gdzie zdarza się, że wspominam o moim mieście					
Mam fanpage związany miastem/ludźmi i aktywnie nim zarządzam					
Śledzę wiadomości od innych użytkowników na temat tego, co dzieje się w mieście, i im odpowiadam, przeglądam i oceniam wiadomości od innych użytkowników					
Tylko przeglądam treści w Internecie, oglądam filmy, słucham muzyki itp.					
Ograniczam swoją aktywność np. tylko do polubienia wydarzeń/osób z mojego miasta					
Ograniczam aktywność do przesyłania znajomym ciekawych treści o mieście i wydarzeniach w nim (linków, zdjęć itp.) z komentarzem lub bez					
Uważam, że miasto powinno mocniej zaistnieć w mediach społecznościowych					
Korzystam z możliwości poszerzania i pogłębiania wiedzy o wydarzeniach w moim mieście					
Muszę szukać informacji o wydarzeniach w moim mieście – brakuje informacji w mediach społecznościowych					
Informacje o mieście w Internecie dotyczą głównie spraw administracyjnych					
Uważam siebie za twórcę treści w mediach społecznościowych					
Uważam siebie raczej za odbiorcę treści w mediach społecznościowych					

15. Media społecznościowe a ochrona środowiska (źródło informacji, wiarygodność, zaufanie, działanie). Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Chętnie klikam polubienie dla akcji dziejących się w moim mieście na rzecz ochrony środowiska					
Zachęcam w mediach społecznościowych innych użytkowników do działania, jeżeli jest to ważne dla przyrody w mieście					
Jeżeli osoby, które obserwuję, polecają mi jakieś rozwiązanie proekologiczne korzystne dla miasta, biorę je pod uwagę					
Chętnie kieruję się sugestiami innych w mediach społecznościowych, co robić, by lepiej dbać o środowisko w naszym mieście					
Uważam, że wśród ważnych dla ochrony przyrody są kwestie związane z energią					
Dowiaduję się samodzielnie o zaangażowaniu firm energetycznych na rzecz ochrony środowiska z mediów społecznościowych					
Raczej muszę szukać informacji o zaangażowaniu firm energetycznych na rzecz ochrony środowiska z mediów społecznościowych					
Aktywnie szukam informacji w mediach społecznościowych o pochodzeniu źródeł energii, którą kupuję					
Uważam, że media społecznościowe to dobry kanał do informowania o zagrożeniu środowiska					
Kiedy chcę wiedzieć więcej o pochodzeniu energii, którą kupuję, samodzielnie poszukuję informacji w mediach społecznościowych lub Internecie					

16. Media społecznościowe i ja (źródło informacji, wiarygodność, zaufanie, działanie). Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Uważam, że angażując się w mediach społecznościowych, mam realny wpływ na wiele zjawisk związanych z ochroną środowiska					
Uważam, że media społecznościowe to bardzo dobre źródło informacji o działaniach miasta na rzecz ochrony środowiska					
Więcej dowiaduję się w mediach społecznościowych o różnych inicjatywach miasta na rzecz ochrony środowiska niż ze stron miejskich					
Mam zaufanie do informacji o mieście z mediów społecznościowych					
Rozpoznaję i radzę sobie z fake newsami o wydarzeniach w mieście w mediach społecznościowych					
Uważam, że moje miasto obecne w mediach społecznościowych wystarczająco informuje mnie o ważnych dla mnie kwestiach					
Uważam, że moje miasto obecne w mediach społecznościowych wiarygodnie informuje mnie o ważnych dla mnie kwestiach					
Jeżeli dowiaduję się w mediach społecznościowych o negatywnych praktykach w mieście, natychmiast dzielę się takimi informacjami					

SEGMENT 4. ZBADANIE POZIOMU ZROZUMIENIA CELÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU (MIASTO SUSTENSYWNE)

17. Moje nastawienie do celów zrównoważonego rozwoju ONZ. Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Znam cele zrównoważonego rozwoju					
Rozumiem potrzebę wdrażania celów zrównoważonego rozwoju					
Miasto informuje mieszkańców o celach zrównoważonego rozwoju					
Widzę, że miasto dba o środowisko, ludzi i jakość życia w nim					
Cele zrównoważonego rozwoju nie odnoszą się do miasta, w którym żyję					
Myślę, że moje miasto ma w swojej strategii cele zrównoważonego rozwoju					
Kiedy moje miasto uruchamia inwestycje, to informuje mieszkańców, jakie cele zrównoważonego rozwoju ma realizować					
Jestem zainteresowany poznać lepiej cele zrównoważonego rozwoju					
Wiem, że jeżeli nie zadamy o środowisko teraz, w przyszłości ucierpią na tym przyszłe pokolenia					
Rozumiem, jakie są lub będą dla mnie w przyszłości skutki wdrożenia celów zrównoważonego rozwoju					
Cele zrównoważonego rozwoju wymagają dużych poświęceń (czasowych i finansowych) ze strony mieszkańców, zwłaszcza rezygnacji z intensywnej konsumpcji					
Wiem, że dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju mieszkańcy będą musieli być bardziej zdyscyplinowani, jeśli chodzi o ochronę środowiska					
Chcę, aby kolejne pokolenia miały dostęp do świeżej wody, powietrza i pięknej przyrody					
Wiem, co ja jako mieszkaniec miasta mogę zrobić dla ochrony środowiska i rozwoju społeczności					

18. Poziom realizacji w moim mieście celów zrównoważonego rozwoju ONZ. Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza bardzo niski, a 5 – bardzo wysoki.

Opinia	1	2	3	4	5
Oceń, jaki jest poziom realizacji celów ZR w Twoim mieście?					

19. Moje nastawienie do celów określonych w koncepcji *Green Deal*. Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Wiem, na czym polega <i>Green Deal</i>					
Miasto działa zgodnie z celami koncepcji <i>Green Deal</i>					
Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać <i>Green Deal</i>					
Chciałbym, oczekuję, że <i>Green Deal</i> będzie spełniony w moim mieście					
Uważam, że potrzebne jest dbanie o nasze środowisko zgodnie z <i>Green Deal</i>					

20. Poziom realizacji w moim mieście celów określonych w koncepcji *Green Deal* (źródło informacji, wiarygodność, zaufanie, działanie). Oceń, jaki jest poziom realizacji na skali 1–5, gdzie 1 – oznacza poziom bardzo niski, a 5 – bardzo wysoki.

Opinia	1	2	3	4	5
Oceń, jaki jest poziom realizacji celów <i>Green Deal</i> w Twoim mieście?					

21. Moje nastawienie do celów określonych w koncepcji *Fit for 55* (źródło informacji, wiarygodność, zaufanie, działanie). Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Wiem, na czym polega koncepcja ograniczania emisji gazów cieplarnianych w miastach (<i>Fit for 55</i>)					
Miasto działa zgodnie z celami koncepcji ograniczania szkodliwych emisji gazów cieplarnianych w miastach					
Miasto przyspieszyło działania, aby sprostać kryteriom ograniczania emisji gazów cieplarnianych zgodnie z założeniami UE <i>Fit for 55</i>					
Chciałbym, oczekuję, że program ograniczania szkodliwych emisji CO ₂ <i>Fit for 55</i> będzie spełniony w moim mieście					
Uważam, że potrzebne są w moim mieście regulacje zapewniające ograniczenie emisji CO ₂ zgodnie ze standardami UE <i>Fit for 55</i>					

22. Poziom realizacji w moim mieście celów określonych w koncepcji *Fit for 55* (źródło informacji, wiarygodność, zaufanie, działanie). Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Oceń, jaki jest poziom realizacji programu ograniczania emisji gazów cieplarnianych <i>Fit for 55</i> w Twoim mieście					

SEGMENT 5. ZBADANIE POZIOMU WDROŻENIA DZIAŁAŃ NA RZECZ OCHRONY KLIMATU (MIASTO EKOLOGICZNE)

23. Administracja miasta, urzędy – jak je postrzegam. Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Uważam, że moje miasto robi dużo na rzecz ochrony środowiska					
Uważam, że władze mojego miasta/samorządu w swoich decyzjach w wystarczającym stopniu dbają o środowisko naturalne					
Uważam, że władzom miejskim w wystarczającym stopniu zależy na ochronie środowiska naturalnego					
Uważam, że władze miasta wystarczająco informują o swoich działaniach (produkcji energii z odnawialnych źródeł) na rzecz ochrony środowiska					
Uważam, że władze miasta mogłyby w znacznie większym stopniu informować o swoich działaniach na rzecz ochrony środowiska					
Sądzę, że bez regulacji ustawowych/wymogów krajowych i międzynarodowych miasta niewiele zrobią w najbliższym czasie na rzecz ochrony środowiska					
Mój głos jako mieszkańca w kwestii ochrony środowiska nie jest ważny dla miasta					
Chciałbym mieć większy wpływ na decyzję, jakie działania ma podejmować miasto w celu ochrony naszego najbliższego środowiska					
Mam niewielki wpływ na działania proekologiczne miasta					
Chętnie kupowałbym „zieloną energię”					
Mając do wyboru przedsiębiorcę oferującego energię z odnawialnych źródeł i takiego, który ma jedynie ze źródeł kopalnych – wybiorę tego pierwszego					
Sądzę, że energia, którą kupuję, przynajmniej częściowo pochodzi z odnawialnych źródeł energii (z produkcji ekologicznej)					
Jestem skłonny zapłacić nieco więcej za energię, jeżeli wiem, że pochodzi z odnawialnych źródeł					

24. Proszę o ustosunkowanie się do poniższych opinii: 1 – oznacza całkowicie nie zgadzam się, a 5 – całkowicie się zgadzam.

Opinia	1	2	3	4	5
Zależy mi na tym, aby produkty, których używam, nie szkodziły środowisku					
Przy podejmowaniu wielu decyzji uwzględniam potencjalny wpływ moich działań na środowisko					
Na moje nawyki zakupowe wpływa troska o nasze środowisko					
Martwię się marnowaniem zasobów naszej planety					
Opisałbym siebie jako osobę odpowiedzialną za środowisko					
Jestem gotów na niedogodności w celu podjęcia działań, które są bardziej przyjazne dla środowiska					

25. Które z poniższych czynników przyspieszyłyby przekształcenie Pani/Pana miasta w nowoczesne miasto *smart city*?

Odpowiedzi	Tak	Nie	Nie wiem
Dostęp do środków unijnych			
Podniesienie kompetencji urzędników w zakresie pozyskiwania zewnętrznych źródeł finansowania			
Zmiana sytuacji politycznej			
Zmiana lokalnych władz			
Pojawienie się inwestorów			
Nawiązanie współpracy z nowoczesnymi miastami partnerskimi Europy			
Inne			

26. Które z poniższych uważa Pani/Pan za największe bariery w przekształcaniu miasta, w którym Pani/Pan żyje w *smart city*?

Odpowiedzi	Tak	Nie	Nie wiem
Brak środków finansowych			
Niskie kompetencje urzędników			
Brak woli ze strony mieszkańców, by coś zmienić			
Brak inwestorów			
Brak współpracy z nowoczesnymi miastami partnerskimi Europy			
Czynniki polityczne			
Inne			

METRYCZKA

Kobieta	
Mężczyzna	
Nie chcę odpowiadać	

Wiek – do wpisania konkretnie ile lat

Wykształcenie:

- a) podstawowe
- b) zawodowe
- c) średnie/technikum
- d) wyższe

Status rodzinny:

- a) prowadzę jednoosobowe gospodarstwo domowe
- b) prowadzę gospodarstwo domowe tylko wspólnie z partnerem/partnerką
- c) prowadzę gospodarstwo domowe wraz z dziećmi

Wiem, ile płacę za energię miesięcznie:

- a) tak
- b) nie
- c) nie wiem

Miejsce zamieszkania:

- a) miejscowość poniżej 50 tys. mieszkańców
- b) miejscowość 50–100 tys. mieszkańców
- c) miasto poniżej 100–250 tys. mieszkańców
- d) miasto 250–500 tys. mieszkańców
- e) miasto powyżej 500 tys. mieszkańców

Mieszkam w:

- a) mieszkaniu
- b) domu jednorodzinnym/szeregowcu/bliźniaku

Do ogrzewania wody ciepłej w kranach korzystamy z:

- a) gazowe podgrzewacze wody
- b) elektryczne podgrzewacze wody
- c) wymienniki ciepła towarzyszące instalacjom centralnego ogrzewania
- d) inne (jakie?)

Do ogrzewania mieszkania/domu korzystamy z:

- a) OZE, w tym solary, fotowoltaika (PV), wiatr wraz użytkowanymi pompami ciepła lub mix z OZE
- b) paliwa płynne – olej opałowy, gaz
- c) ciepło systemowe – miejskie, osiedlowe sieci ciepłownicze
- d) energia elektryczna
- e) paliwa stałe – w tym pelet, ekogroszek, miał, węgiel, koks, drewno, brykiety
- f) inne

II INSTRUMENTY BADAŃ ILOŚCIOWYCH: WYNIKI SZCZEGÓŁOWE

A2. WALIDACJA SEGMENTACJI (K-ŚREDNICH) – PARAMETRY I KRYTERIA DOBORU LICZBY KLASTRÓW

Segmentacja została wykonana na danych standaryzowanych (*z-score*) z wykorzystaniem algorytmu *k*-średnich. Jako zmienne wejściowe przyjęto wyniki redukcji wymiaru (FA/PCA) i/lub syntetyczne indeksy odpowiadające wymiarom modelu 4T+. W celu ograniczenia wrażliwości algorytmu na wybór punktów startowych stosowano wielokrotne inicjalizacje, a rozwiązanie końcowe wybierano na podstawie minimalizacji wewnątrzklustrowej sumy kwadratów (SSE) oraz spójności interpretacyjnej profili.

Dobór *k*: analizowano warianty *k* = 2–6, porównując przebieg SSE („metoda łokcia”), średnią *silhouette* oraz liczebności segmentów. W monografii raportuje się wyniki dla *k* = 3 (segmenty: „Kreatywni”, „Sceptyczni”, „Zrównoważeni”), ponieważ wariant ten był najbardziej stabilny i najlepiej odtwarzał teoretyczne różnice w konfiguracji kapitałów 4T+ oraz w percepcji transformacji energetyczno-klimatycznej.

Szczegółowe informacje o charakterystyce próby zawarto w tab. 51. Wynika z niej, że w badaniu dominowali mężczyźni, biorąc pod uwagę wiek – najliczniejszą grupę stanowili respondenci w wieku 35–44 lata, chociaż niemal równie liczna jest grupa w wieku 25–34 lata. Z kolei pod względem wykształcenia najliczniej reprezentowane są osoby z wykształceniem średnim.

TABELA 51. Struktura próby badawczej według płci (*N* = 1000)

Wyszczególnienie	Liczba wskazań	Procent
Płeć		
Mężczyzna	433	43,3
Kobieta	567	56,7
Ogółem	1000	100,0
Wiek		
18–24 lata	117	11,7
25–34 lata	291	29,1
35–44 lata	293	29,3

Wyszczególnienie	Liczba wskazań	Procent
45–54 lata	147	14,7
55–64 lata	102	10,2
65 lat i więcej	50	5,0
Ogółem	1000	100,0
Wykształcenie		
Podstawowe i gimnazjalne	48	4,8
Zasadnicze zawodowe	139	13,9
Średnie	459	45,9
Wyższe	354	35,4
Ogółem	1000	100,0
Miejsce zamieszkania		
Bieruń	13	1,3
Bytom	101	10,1
Dąbrowa Górnicza	78	7,8
Gliwice	116	11,6
Katowice	213	21,3
Knurów	24	2,4
Lędziny	11	1,1
Piekary Śląskie	36	3,6
Rudziniec	7	0,7
Siemianowice Śląskie	42	4,2
Siewierz	11	1,1
Sławków	6	0,6
Sosnowiec	147	14,7
Świętochłowice	32	3,2
Tychy	65	6,5
Zabrze	98	9,8
Ogółem	1000	100,0

TABELA 51 – cd.

Wyszczególnienie	Liczba wskazań	Procent
Status rodzinny		
Prowadzę jednoosobowe gospodarstwo domowe	200	20,0
Prowadzę gospodarstwo domowe tylko wspólnie z partnerem/partnerką	351	35,1
Prowadzę gospodarstwo domowe wraz z dziećmi	449	44,9
Prowadzę jednoosobowe gospodarstwo domowe	200	20,0
Ogółem	1000	100,0
Mieszkam w:		
Mieszkaniu	789	78,9
Domu jednorodinnym/szeregowcu/bliźniaku	211	21,1
Ogółem	1000	100,0

Źródło: opracowanie własne.

WYNIKI BADANIA – ANALIZA STRUKTUR ODPOWIEDZI I STATYSTYK OPISOWYCH

Obszar tematyczny: Ocena poziomu rozwoju kapitałów 4T w koncepcji *smart city* (moduł A: miasto kreatywne)

Podstawą oceny były wymiary:

- wprowadzenie/wprowadzanie technologii inteligentnych (wiedza i ocena),
- umożliwianie rozwoju talentów i kreatywności,
- budowanie zaufania przez władze do siebie i wzajemnie między mieszkańcami,
- ocena postawy miasta w ważnych dla mieszkańców kwestiach – hipotezy:
 - H0C1 – wiedza respondentów na temat wymienionych aspektów kapitału 4T uwarunkowana jest rodzajem wdrażanych/wdrożonych rozwiązań;
 - H0A – zmienne demograficzne nie są czynnikami różnicującymi opinie i postawy mieszkańców regionu;

- H0A1 – nie występują różnice w ocenach wymienionych aspektów kapitału 4T, biorąc pod uwagę płeć;
- H0A2 – nie występują różnice w ocenach wymienionych aspektów kapitału 4T, biorąc pod uwagę wiek;
- H0A3 – nie występują różnice w ocenach wymienionych aspektów kapitału 4T, biorąc pod uwagę wykształcenie;
- H0B1 – istnieje związek między wprowadzaniem technologii inteligentnych a umożliwianiem rozwoju talentów i kreatywności;
- H0B2 – istnieje związek między wprowadzaniem technologii inteligentnych a budowaniem zaufania przez władze do siebie i wzajemnie między mieszkańcami;
- H0B3 – istnieje związek między wprowadzaniem technologii inteligentnych a oceną postawy miasta w ważnych dla mieszkańców kwestiach.

Blok 1. Wiedza mieszkańców na temat wprowadzenia lub wprowadzania przez miasto inteligentnych technologii

Znacząca część respondentów ma wiedzę na temat technologii inteligentnych, które funkcjonują w mieście. Przede wszystkim zauważane są te, które związane są z bezpieczeństwem, informacjami o aktywnościach miasta, system rekrutacji placówek oświatowych, miejskie Wi-Fi, a także platforma internetowa dla mieszkańców oraz systemy rejestracji do miejskiej służby zdrowia. Najrzadziej wskazywano na systemy pomiaru i oszczędzania wody, energii i ciepła oraz system wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów.

TABELA 52. Deklarowana znajomość wybranych rozwiązań *smart city* (tak/nie/nie wiem)
(*N* = 1000)

Rodzaj rozwiązania	Tak	Nie	Nie wiem
Inteligentny system monitoringu miejskiego	72,0	13,4	14,6
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	69,5	14,7	15,8
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	66,8	11,6	21,6
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	65,1	14,9	20,0
System miejskiej sieci Wi-Fi	63,2	20,8	16,0

TABELA 52 – cd.

Rodzaj rozwiązania	Tak	Nie	Nie wiem
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	62,6	15,2	22,2
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	60,8	20,9	18,3
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	57,0	18,7	24,3
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	51,6	17,8	30,6
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	44,8	23,8	31,4
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	41,2	23,8	35,0
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	39,1	23,1	37,8

Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę zmienne demograficzne, osoby, które odpowiadały twierdząc na stwierdzenie, że miasto w którym mieszkają wprowadzało lub wprowadza technologie inteligentne, częściej były kobietami i osobami z przedziału wiekowego 35–44 lata lub 25–34 lata.

TABELA 53. Dominująca kategoria respondentów deklarujących znajomość monitoringu miejskiego (płeć, wiek, wykształcenie) ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Płeć	Wiek w latach	Wykształcenie
Znajomość inteligentnych systemów monitoringu miejskiego	kobiety	35–44	średnie
System miejskiej sieci Wi-Fi	kobiety	35–44	średnie
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	kobiety	25–34	średnie
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	kobiety	25–34	średnie
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	kobiety	25–34	średnie
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	kobiety	25–34	średnie

Wyszczególnienie	Płeć	Wiek w latach	Wykształcenie
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	kobiety	25–34	średnie
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	kobiety	25–34	średnie
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	kobiety	25–34 35–44	średnie
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	kobiety	25–34	średnie
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	kobiety	25–34 35–44	średnie
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	kobiety	25–34 35–44	średnie

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 54. Dominujący udział w kategorii respondentów deklarujących znajomość monitoringu miejskiego (płeć, wiek, wykształcenie) ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Dominujący udział w kategorii		
Znajomość inteligentnych systemów monitoringu miejskiego	mężczyźni	35–44 lata	średnie
System miejskiej sieci Wi-Fi	kobiety	35–44 lata (także 45–54 lata)	podstawowe i zasadnicze
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	mężczyźni (prawie równo kobiety)	45–54 lata	wyższe
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	mężczyźni (prawie równo kobiety)	55–64 lata, także 45–54 lata	średnie (także wyższe)
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	kobiety	18–24 lata (także 65 lat i więcej)	zasadnicze (także wyższe i średnie)
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	równo	65 lat i więcej, także 25–34 lata	zasadnicze
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	kobiety	65 lat i więcej, także 18–24 lata	zasadnicze i wyższe

TABELA 54 – cd.

Wyszczególnienie	Dominujący udział w kategorii		
	mężczyźni	18–24 lata, także 25–34 lata	wyższe
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	mężczyźni	18–24 lata, także 25–34 lata	wyższe
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	kobiety (prawie równo mężczyźni)	45–54 lata, także 65 lat i więcej	podstawowe (także zasadnicze)
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	kobiety	25–34 lata, także 18–24 lata	wyższe (także zasadnicze i podstawowe)
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	kobiety (prawie równo mężczyźni)	65 lat i więcej, także 18–24 lata	zasadnicze
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	kobiety (prawie równo mężczyźni)	18–24 lata	zasadnicze i wyższe

Źródło: opracowanie własne.

Struktura respondentów, którzy odpowiadali twierdząco na pytanie o znajomość technologicznych inteligentnych rozwiązań w ich miastach, jest różna – najczęściej wskazywano na inteligentny system monitoringu miejskiego (ISMM), system informacji miejskiej o aktywnościach miasta (SIMAS) (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne) oraz system rekrutacji elektronicznej (SRE) do szkół, przedszkoli i żłobków.

Najrzadziej wskazywano na elektroniczny system obsługi i harmonogram (ESOH) z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych, system wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów (SWMO) – muzeów i wystaw oraz system pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta (SPOWEC) – poniżej 50% twierdzących odpowiedzi. Kobiety wykazują się większą znajomością inteligentnych rozwiązań technologicznych niż mężczyźni (IRT). Osoby w wieku 25–34 lat oraz 35–44 lat odpowiadały twierdząco na pytanie o IRT. Nie ma prawidłowości w wymiarze znajomości IRT czy wykształcenia wśród ankietowanych osób.

Blok 2. Ocena poziomu usprawnienia usług miasta na skutek wdrożenia technologii inteligentnych

Respondenci, którzy mieli wiedzę na temat wdrożonych rozwiązań, wypowiadali się dość neutralnie na temat jakości wdrożonych rozwiązań. Wartość średnia oscylowała w przedziale 3,58–3,89. Najwyżej oceniono system rekrutacji

do placówek oświatowych, jest to ocena pozytywna, chociaż nie przekracza 4. Dominuje jednak odpowiedź 5 („sprawdza się całkowicie”), co oznacza, że wielu mieszkańców jest zadowolonych w najwyższym stopniu (36%). Wartość 4 wskazało 30% spośród dysponujących wiedzą wystarczającą do oceny. W większości pytań odchylenie standardowe od średniej przyjmuje wartości 1 lub nieznacznie powyżej, co oznacza, że występowały różnice w opiniach (im większa wartość odchylenia, tym większe zróżnicowanie postaw).

TABELA 55. Ocena wybranych e-usług i rozwiązań *smart* w mieście: na skutek wdrożenia technologii, średnie wartości odpowiedzi i pozostałe dane ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Mediana	Dominanta	Odch. standard.	<i>N</i>	Braki danych
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	3,89	4	5	1,07	668	332
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	3,76	4	3	1,05	448	552
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	3,75	4	5	1,07	608	392
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	3,73	4	4	0,99	695	305
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	3,72	4	4	0,98	651	349
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	3,68	4	3	1,03	516	484
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	3,67	4	3	1,05	570	430
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	3,66	4	3	1,03	412	588

TABELA 55 – cd.

Wyszczególnienie	Średnia	Mediana	Dominanta	Odch. standard.	N	Braki danych
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	3,62	4	4	0,99	626	374
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	3,59	4	3	1,04	391	609
Inteligentny system monitoringu miejskiego	3,58	4	3	1,05	720	280
System miejskiej sieci Wi-Fi	3,56	4	3	1,01	632	368

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 56. Oceny wybranych rozwiązań *smart* według poziomu wykształcenia: rozkład wskazań ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Inteligentny system monitoringu miejskiego inteligentnych	3,76	1,20	3,47	1,19	3,53	1,06	3,66	0,96
System miejskiej sieci Wi-Fi	3,55	1,15	3,52	1,07	3,55	0,97	3,60	1,02
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	3,60	1,15	3,75	1,01	3,56	0,99	3,63	0,98
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	3,60	1,35	3,68	1,04	3,68	1,02	3,64	1,07
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	3,61	1,07	3,69	1,08	3,71	0,98	3,79	0,95
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	3,40	1,27	3,74	1,09	3,63	0,99	3,73	1,03
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	3,56	1,12	3,75	1,02	3,68	0,97	3,78	0,98
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	3,29	1,16	3,63	1,10	3,58	1,02	3,63	1,02
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	3,42	1,32	3,79	1,07	3,69	1,02	3,89	1,04
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	3,72	1,28	3,89	1,16	3,84	1,05	3,97	1,03
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	3,93	1,03	3,74	1,14	3,68	1,05	3,82	1,07
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	3,28	1,13	3,81	1,07	3,60	0,99	3,72	1,03

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 57. Oceny wybranych rozwiązań *smart* według płci: rozkład wskazań ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Płeć					
	mężczyzna			kobieta		
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Inteligentny system monitoringu miejskiego	3,59	1,04	3,57	1,06	3,58	1,05
System miejskiej sieci Wi-Fi	3,46*	1,06	3,63*	0,97	3,56	1,01
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	3,60	0,94	3,63	1,04	3,62	0,99
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	3,64	1,02	3,69	1,08	3,67	1,05
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	3,65	0,97	3,79	0,99	3,73	0,99
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	3,58	0,99	3,75	1,06	3,68	1,03
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	3,68	0,99	3,76	0,98	3,72	0,99
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	3,55	1,04	3,63	1,04	3,59	1,04
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	3,69	0,99	3,82	1,10	3,76	1,06
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	3,70*	1,11	4,00*	1,04	3,89	1,07
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	3,71	1,00	3,78	1,12	3,75	1,07
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	3,61	1,01	3,7	1,04	3,66	1,03

* Różnice istotne statystycznie, $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 58. Oceny wybranych rozwiązań smart według wieku: rozkład wskazań (N = 1000)

Wyszczególnienie	Wiek											
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata		65 lat i więcej	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Inteligentny system monitoringu miejskiego inteligentnych	3,46	1,15	3,38*	0,99	3,55	1,10	3,89	0,93	3,80	1,01	3,81	0,95
System miejskiej sieci Wi-Fi	3,51	1,02	3,37*	0,99	3,53	1,09	3,73	0,93	3,89*	0,91	3,81	0,83
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	3,57	1,09	3,45	0,96	3,64	1,08	3,69	0,90	3,81	0,90	3,87	0,86
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	3,71	1,16	3,40*	1,03	3,64	1,12	3,87	0,91	3,91*	1,00	4,00*	0,69
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	3,58	1,14	3,61	0,99	3,83	1,00	3,89	0,91	3,81	0,88	3,78	0,72
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	3,69	1,11	3,59	1,07	3,73	1,06	3,77	0,90	3,53	1,01	3,81	0,87

TABELA 58 – cd.

Wyszczególnienie	Wiek									
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	3,62	1,08	3,60	0,91	3,87	1,00	3,73	0,98	3,82	0,94
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	3,27*	1,21	3,41	0,94	3,77*	1,06	3,77	0,96	3,84	0,90
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	3,58	1,14	3,52*	1,09	3,95*	1,02	3,82	0,95	3,93	1,10
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	3,91	1,21	3,89	1,01	3,89	1,08	3,79	1,06	3,92	1,14
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	3,69	1,21	3,64	1,06	3,77	1,07	3,84	1,06	3,87	1,02
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	3,51	1,03	3,52	1,03	3,67	1,06	3,90	0,98	3,73	1,01
									4,10	0,77

* Różnice istotne statystycznie, $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

Większość respondentów wie o wprowadzeniu lub wprowadzaniu wybranych technologii inteligentnych. Najczęściej wskazywano na inteligentny system monitoringu miejskiego (SIM) oraz system rekrutacji do placówek oświatowych. Najrzadziej respondenci dysponowali wiedzą na temat systemu pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta, także systemu wirtualnego zwiedzania miasta oraz obsługi i harmonogramu odbierania odpadów komunalnych segregowanych. Biorąc pod uwagę kryteria demograficzne, to kobiety, osoby z wykształceniem średnim i w wieku 35–44 oraz 25–34 lata, odpowiadały twierdząco na pytania o wdrażane innowacyjne rozwiązania. Biorąc pod uwagę udział respondentów w danej grupie wyróżnionej pod względem wieku, płci lub wykształcenia, w wiedzy na temat wdrażanych/wdrożonych rozwiązań można zauważyć znaczne zróżnicowanie.

Oceny respondentów na temat poziomu usprawnienia usług miasta są umiarkowanie pozytywne. Wszystkie oscylują wokół wartości neutralnej. Najwyżej pozytywnie oceniono system rekrutacji do placówek oświatowych, elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami o odbiorze odpadów komunalnych oraz system elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia. Najślabiej oceniono system miejskiej sieci Wi-Fi, inteligentny system monitoringu miejskiego oraz system pomiaru i oszczędzania wody, energii i ciepła. Biorąc pod uwagę zmienne demograficzne, tylko w przypadku niektórych innowacyjnych rozwiązań zaobserwowano różnice istotne statystycznie. Ze względu na poziom wykształcenia opinie respondentów nie różnią się – różnice występują w przypadku grup wiekowych oraz płci.

Podsumowując, można wskazać możliwe wyjaśnienia obserwowanych wyników: niskie oceny wynikają z faktu, że respondenci w pytaniu filtrującym zaznaczyli odpowiedzi twierdzące, a następnie zostali przekierowani do pytania z oceną – gdzie mieli większą trudność w ocenie, ponieważ nie mają doświadczenia w korzystaniu z danej innowacji (pomimo świadomości o jej wdrożeniu). Wysoki udział odpowiedzi twierdzących w grupie respondentów w wieku powyżej 65 lat i wysokich średnich może wynikać z większej akceptacji do zmian i pozytywnego nastawienia do nich, a także obawy do przyznania się do niewiedzy.

Blok 3. Ocena kreowania przez miasto możliwości rozwoju talentów i kreatywności

Biorąc pod uwagę ten obszar, mieszkańcy nie mają tutaj jednoznacznej opinii. Wartości dominanty i mediany wskazują, że wybierano najczęściej kategorię o wartości 3, co oznacza, że respondenci ani zgadzają się zdecydowanie, ani nie zgadzają się zdecydowanie z opiniami. Zaobserwowane różnice są istotne statystycznie ($p < 0,05$).

TABELA 59. Statystyki opisowe pozycji kapitału talentu ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Mediana	Dominanta	Odch. standard.
Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia	3,42	3	3	1,08
Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta	3,41	3	3	1,10
Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi	3,38	3	3	1,07
Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów	3,34	3	3	1,12
Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności	3,34	3	3	1,10
Organizuje konkursy, warsztaty twórcze	3,31	3	3	1,13
Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów	3,31	3	3	1,12
Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne	3,27	3	3	1,12
Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych	3,26	3	3	1,13
Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw	3,25	3	3	1,09
Tworzy inkubatory przedsiębiorczości	3,22	3	3	1,13
Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni	3,12	3	3	1,15

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 60. Statystyki opisowe pozycji kapitału talentu – demografia ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Płeć				Ogółem	
	mężczyzna		kobieta			
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia	3,26*	1,08	3,54*	1,06	3,42	1,08
Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta	3,34	1,10	3,47	1,10	3,41	1,10

Wyszczególnienie	Płeć				Ogółem	
	mężczyzna		kobieta			
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi	3,26*	1,07	3,47*	1,06	3,38	1,07
Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów	3,27	1,13	3,40	1,11	3,34	1,12
Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności	3,27	1,09	3,39	1,11	3,34	1,10
Organizuje konkursy, warsztaty twórcze	3,22*	1,10	3,38*	1,14	3,31	1,13
Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów.	3,25	1,11	3,36	1,12	3,31	1,12
Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne	3,28	1,12	3,25	1,12	3,27	1,12
Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych	3,26	1,14	3,26	1,11	3,26	1,13
Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw	3,26	1,08	3,24	1,11	3,25	1,09
Tworzy inkubatory przedsiębiorczości	3,24	1,10	3,21	1,15	3,22	1,13
Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni	3,15	1,16	3,10	1,15	3,12	1,15

* Różnice istotne statystycznie, $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

Tylko w przypadku trzech opinii płeć okazała się czynnikiem różnicującym postawy. Są to: miasto organizuje konkursy, warsztaty twórcze, wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi oraz wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia. Dopiero analiza pod względem cech demograficznych respondentów przynosi ciekawe obserwacje. W przypadku kobiet średnie wartości ocen są wyższe

TABELA 62. Oceny wybranych rozwiązań *smart* według wykształcenia: rozkład wskazań ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	Podstawowe i gimnazjalne		Zasadnicze zawodowe		Średnie		Wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Organizuje konkursy, warsztaty twórcze	3,46	1,18	3,27	1,22	3,21*	1,12	3,44*	1,08
Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia	3,42	1,03	3,40	1,12	3,35	1,08	3,51	1,07
Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi	3,40	1,12	3,52	1,02	3,35	1,06	3,35	1,09
Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta	3,60	0,98	3,46	1,08	3,33	1,08	3,47	1,15
Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów	3,46	1,20	3,37	1,16	3,21	1,09	3,40	1,12
Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych	3,44	1,27	3,32	1,15	3,19	1,10	3,31	1,13
Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów	3,67	1,21	3,47	1,16	3,26	1,08	3,36	1,13
Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności	3,54	1,13	3,37	1,12	3,26	1,04	3,40	1,16
Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni	3,50	1,27	3,21	1,15	3,05	1,09	3,12	1,21
Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw	3,35	1,21	3,20	1,06	3,19	1,07	3,32	1,12
Tworzy inkubatory przedsiębiorczości	3,21	1,25	3,11	1,11	3,15*	1,11	3,36*	1,13
Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne	3,56	1,13	3,27	1,20	3,17	1,10	3,34	1,11

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

niż w przypadku mężczyzn. Są one w większym stopniu przekonane, że miasto umożliwia swoim mieszkańcom rozwój talentów i kreatywność. Należy jednak zauważyć, że średnie wartości oscylują wokół wartości 3–3,54, zatem postawa respondentek jest nie do końca sprecyzowana, wartości odchylenia standardowego są relatywnie wysokie. Biorąc pod uwagę wiek respondentów, różnice istotne statystycznie w ocenie dotyczą tylko niektórych grup wiekowych i wybranych aktywności. Można zatem uznać, że częściowo wiek jest kryterium różnicującym postawy respondentów. Respondenci umiarkowanie oceniają zaangażowanie miasta w kreowanie możliwości rozwoju talentów i kreatywności. Średnia nie przekracza 3,42, a wysoka wartość odchylenia standardowego wskazuje na zróżnicowanie postaw. Mediana i dominanta również przyjmują wartość 3. Wydaje się, że respondenci nie mają tu ugruntowanej opinii – być może poprzez brak własnych doświadczeń. Biorąc pod uwagę zmienne demograficzne, różnice w ocenach dotyczą wybranych form aktywności. Najczęściej różnice istotne statystycznie dotyczyły organizowania konkursów i warsztatów, także kreatywnych i innowacyjnych wydarzeń.

Blok 4. Ocena budowania zaufania przez władze – do siebie i wzajemnie między mieszkańcami

Biorąc pod uwagę kolejny obszar, mieszkańcy również w przypadku tej kwestii nie mają jednoznacznej opinii. Wartości dominanty i mediany (w obydwu przypadkach dla obydwu parametrów wynoszą 3) wskazują, że respondenci ani nie zgadzają się zdecydowanie, ani zgadzają się zdecydowanie z opiniami.

TABELA 63. Statystyki opisowe: współfinansowanie inicjatyw społecznych ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Mediana	Dominanta	Odch. standard.
Współfinansowanie inicjatyw społecznych	3,36	3	3	1,06
Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy	3,35	3	3	1,09
Otwartość informacyjna	3,32	3	3	1,11
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych	3,27	3	3	1,10
Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom	3,25	3	3	1,12
Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów	3,23	3	3	1,11

Wyszczególnienie	Średnia	Mediana	Dominanta	Odch. standard.
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współrzędzenie w mieście	3,20	3	3	1,11
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje	3,17	3	3	1,11
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne	3,17	3	3	1,10
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców	3,16	3	3	1,11
Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom	3,14	3	3	1,16
Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników	3,12	3	3	1,11
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)	3,12	3	3	1,14

* Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 64. Oceny wybranych stwierdzeń według płci: średnie i rozkłady odpowiedzi (N= 1000)

Wyszczególnienie	Płeć				Ogółem	
	mężczyzna		kobieta			
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Otwartość informacyjna	3,23*	1,14	3,38*	1,08	3,32	1,11
Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników	3,13	1,13	3,12	1,09	3,12	1,11
Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy	3,30	1,10	3,38	1,09	3,35	1,09
Współfinansowanie inicjatyw społecznych	3,30	1,06	3,40	1,06	3,36	1,06

TABELA 64 – cd.

Wyszczególnienie	Płeć				Ogółem	
	mężczyzna		kobieta			
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom	3,17	1,15	3,11	1,18	3,14	1,16
Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom	3,26	1,12	3,25	1,12	3,25	1,12
Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów	3,26	1,11	3,21	1,11	3,23	1,11
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje	3,19	1,10	3,15	1,11	3,17	1,11
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców	3,13	1,10	3,18	1,12	3,16	1,11
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współzrządzenie w mieście	3,18	1,11	3,22	1,11	3,20	1,11
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne	3,13	1,12	3,19	1,09	3,17	1,10
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych	3,26	1,09	3,28	1,10	3,27	1,10
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)	3,13	1,13	3,11	1,15	3,12	1,14

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę wiek respondentów, można zauważyć, że różnice istotne statystycznie występują między dwiema grupami wiekowymi (25–34 lata oraz 45–54 lata) i dotyczą one obszarów takich jak: zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom, budżetu partycypacyjnego oraz realizowania jawnej i przejrzystej polityki podejmowania decyzji w urzędach.

TABELA 65 – cd.

Wyszczególnienie	Wiek											
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata		65 lat i więcej	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje	3,13	1,23	3,04	1,13	3,19	1,12	3,32	0,99	3,21	1,05	3,34	1,02
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców	3,21	1,13	3,05	1,18	3,13	1,11	3,35	1,02	3,17	1,08	3,24	1,04
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współzrządzenie w mieście	3,27	1,10	3,14	1,15	3,20	1,13	3,31	1,03	3,12	1,12	3,30	0,97
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne	3,27	1,06	3,12	1,15	3,06	1,11	3,33	1,02	3,17	1,11	3,28	1,09
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych	3,26	1,07	3,10*	1,16	3,31	1,09	3,50*	1,01	3,25	1,09	3,40	1,03
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)	3,23	1,17	3,00*	1,20	3,07	1,12	3,36*	1,00	3,08	1,09	3,26	1,21

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 66. Oceny wybranych stwierdzeń według wykształcenia: średnie i rozkłady odpowiedzi ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Otwartość informacyjna	3,54	1,13	3,34	1,11	3,20*	1,11	3,42*	1,09
Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników	3,50*	1,09	3,09	1,13	3,04*	1,08	3,19	1,13
Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy	3,71*	1,05	3,38	1,14	3,25*	1,08	3,41	1,09
Współfinansowanie inicjatyw społecznych	3,54	1,05	3,35	1,07	3,25*	1,08	3,47*	1,02
Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom	3,42	1,20	3,09	1,14	3,05	1,14	3,23	1,20
Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom	3,54	1,09	3,26	1,19	3,16	1,10	3,32	1,12
Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów	3,69*	0,99	3,27**	1,09	3,09*	1,09	3,34**	1,13
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje	3,31	1,13	3,15	1,08	3,07*	1,12	3,29*	1,09
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców	3,44	1,13	3,09	1,13	3,03*	1,10	3,32*	1,10
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współurządzenie w mieście	3,50	1,09	3,18	1,11	3,10	1,10	3,31	1,12
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne	3,50*	1,13	3,19	1,06	3,06*	1,09	3,25	1,11
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych	3,56*	1,09	3,19	1,14	3,11*	1,06	3,47*	1,09
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)	3,58*	1,05	3,13	1,17	3,00*	1,10	3,21	1,16

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo ciekawe wyniki uzyskano w ocenie kreowania zaufania, biorąc pod uwagę wykształcenie respondentów. Nie zauważono różnic istotnych statystycznie, wystąpiły one tylko w przypadku dwóch kwestii – bezpieczeństwa dla mieszkańców oraz wywiązywania się z obietnic nie zauważono różnic istotnych statystycznie.

Blok 5. Postawa mojej miejscowości

Wizerunek miejscowości w oczach mieszkańców jest współkształtowany m.in. przez aktywność miasta w ważnych (społecznie) dla mieszkańców kwestiach. Z analizy odpowiedzi wynika, że respondenci umiarkowanie pozytywnie oceniają postawę swojego miasta (najwyższa średnia 3,44 przy skali 1–5, gdzie 5 to najwyższa pozytywna odpowiedź). Najwyżej oceniono uznawanie wielowyznaniowości, nieograniczanie działalności organizacji i fundacji promujących tolerancję, a także aktywne zabranianie szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji. Najślabiej oceniono skuteczność rozwiązywania problemów wykluczenia społecznego oraz edukowanie w zakresie nieużywania mowy nienawiści w przestrzeni publicznej. Odchylenie standardowe oscyluje wokół wartości 1 i wskazuje na zróżnicowanie postaw.

TABELA 67. Ocena postaw inkluzywnych w mieście: średnia dla stwierdzenia o wielowyznaniowości ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta
Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców	3,44	1,10	3	3
Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję	3,43	1,04	3	3
Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji	3,43	1,11	3	3
Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych	3,37	1,08	3	3
Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych	3,36	1,11	3	3
Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury	3,36	1,07	3	3
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,34	1,07	3	3
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji	3,29	1,07	3	3

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców	3,29	1,09	3	3
Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych	3,28	1,10	3	3
Przeciwdziała stereotypom	3,27	1,09	3	3
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,25	1,08	3	3
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach	3,24	1,12	3	3
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie.	3,23	1,11	3	3
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej	3,22	1,11	3	3
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	3,19	1,09	3	3

Źródło: opracowanie własne.

Różnice w ocenach występują przede wszystkim między grupami wiekowymi 25–34 i 45–54. Wskazywałyoby to na istnienie różnic międzypokoleniowych w głoszonych poglądach. Osoby w wieku 45–54 to pokolenie X, osoby urodzone przed rokiem 1980, podczas gdy pokolenie 25–34 to osoby, które dorastały w okresie przemian gospodarczo-społecznych. Ciekawe wyniki uzyskano również dla powyższej kwestii w kontekście wykształcenia.

TABELA 68. Ocena postaw inkluzywnych według wykształcenia: rozkład odpowiedzi ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach	3,35	1,21	3,23	1,18	3,18	1,09	3,31	1,12
Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców	3,58	1,16	3,47	1,14	3,35	1,07	3,52	1,11
Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych	3,71	0,94	3,34	1,14	3,28	1,08	3,42	1,15

TABELA 68 – cd.

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych	3,33	1,15	3,27	1,13	3,20	1,09	3,37	1,09
Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję	3,52	1,07	3,38	1,02	3,36	1,04	3,51	1,04
Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji	3,46	1,22	3,53	1,11	3,35	1,10	3,49	1,09
Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość, wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych	3,48	1,07	3,35	1,12	3,32	1,09	3,43	1,05
Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury	3,52	1,07	3,30	1,15	3,30	1,06	3,44	1,06
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji	3,46	1,13	3,25	1,04	3,26	1,07	3,33	1,08
Przeciwdziała stereotypom	3,42	1,20	3,29	1,09	3,22	1,09	3,32	1,07
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	3,48	1,09	3,23	1,11	3,10	1,09	3,25	1,09
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej	3,50	1,05	3,16	1,11	3,16	1,12	3,29	1,10
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,52	1,13	3,33	1,07	3,29	1,05	3,40	1,09
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców	3,56	0,99	3,37	1,16	3,20	1,05	3,32	1,12
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie	3,67	1,02	3,28	1,09	3,14	1,11	3,27	1,13
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,58	1,03	3,32	1,10	3,14	1,07	3,31	1,08

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 69 – cd.

Wyszczególnienie	Wiek									
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji	3,28	1,14	3,14*	1,07	3,35	1,06	3,48*	0,97	3,25	1,08
Przeciwdziała stereotypom	3,27	1,19	3,18*	1,09	3,28	1,08	3,50*	1,01	3,17	1,04
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	3,17	1,19	3,06	1,11	3,26	1,07	3,37	0,99	3,13	1,09
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawści w przestrzeni publicznej	3,21	1,20	3,16	1,11	3,20	1,12	3,39	1,00	3,17	1,11
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,29	1,08	3,21*	1,08	3,32	1,08	3,63*	0,97	3,25*	1,11
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców.	3,36	1,18	3,16*	1,12	3,25	1,05	3,48*	1,01	3,25	1,08
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie.	3,37	1,13	3,13	1,17	3,18	1,10	3,44	0,99	3,17	1,09
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,22	1,23	3,14	1,10	3,26	1,04	3,44	0,99	3,22	1,00

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 70. Ocena postaw inkluzywnych według płci: rozkład odpowiedzi (N = 1000)

Wyszczególnienie	Płeć					
	mężczyzna		kobieta		ogółem	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach	3,19	1,14	3,28	1,10	3,24	1,12
Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców	3,39	1,09	3,47	1,12	3,44	1,10
Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych	3,33	1,12	3,38	1,11	3,36	1,11
Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych	3,27	1,06	3,28	1,14	3,28	1,10
Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję	3,35*	1,07	3,48*	1,02	3,43	1,04
Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji	3,34	1,10	3,49*	1,11	3,43	1,11
Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych	3,30	1,06	3,42	1,09	3,37	1,08
Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury	3,34	1,06	3,37	1,08	3,36	1,07
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji	3,23	1,06	3,34	1,08	3,29	1,07
Przeciwdziała stereotypom	3,27	1,08	3,28	1,09	3,27	1,09
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	3,22	1,09	3,17	1,10	3,19	1,09
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej	3,21	1,08	3,23	1,14	3,22	1,11
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,30	1,12	3,38	1,03	3,34	1,07
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców	3,25	1,11	3,31	1,07	3,29	1,09
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie	3,27	1,11	3,20	1,12	3,23	1,11
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,25	1,09	3,25	1,07	3,25	1,08

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

Blok 6. Ogólne oceny miasta

Pytając mieszkańców bezpośrednio o ocenę miasta we wskazanych wymiarach, uzyskano odpowiedzi przedstawione w tab. 71.

Blok 7. Ocena skuteczności wdrażania nowoczesnych/innowacyjnych rozwiązań – oceny ogółem

Mieszkańcy badanego regionu w największym stopniu (choć nie jest on wysoki) uważają, że miasto rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską, wydziela i rozwija specjalne strefy ekonomiczne oraz buduje wizerunek miasta nowoczesnego. Najtrudniejsze w jednoznacznej ocenie były opinie dotyczące aktywności prośrodowiskowej – tu średnia oscyluje w okolicy wartości 3. Jest to zarazem najwyższa wartość odchylenia standardowego, co świadczy o polaryzacji opinii badanych osób.

Biorąc pod uwagę zmienne demograficzne – płeć nie jest czynnikiem istotnie różnicującym postawy (brak różnic istotnych statystycznie w analizie rozkładu średnich).

Wiek jest zmienną demograficzną znacznie bardziej wpływającą na różnice ocen. Różnice istotnie statystycznie dotyczą przede wszystkim segmentów osób w wieku 25–34 i 45–54 lat. Brak różnic zanotowano w przypadku opinii na temat Centrum Usług Wspólnych, ośrodków aktywizacji zawodowej, przestrzegania jawności procedur oraz wdrażania innowacji prośrodowiskowych.

Biorąc pod uwagę wykształcenie, zanotowano różnice istotne statystycznie tylko w przypadku opinii o Centrum Usług Wspólnych, przestrzeganiu jawności procedur oraz wspieraniu rynku pracy w kierunku innowacyjności.

TABELA 71. Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej (N = 1000)

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta	Skośność	Kurtoza
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,25	1,08	3	3	-0,11	-0,44
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach	3,24	1,12	3	3	-0,20	-0,49
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie	3,23	1,11	3	3	-0,20	-0,49
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej	3,22	1,11	3	3	-0,11	-0,55
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	3,19	1,09	3	3	-0,08	-0,47

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 72. Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg płci (N = 1000)

Wyszczególnienie	Płeć					
	mężczyzna			kobieta		
	średnia	odch. standard.	ogółem	średnia	odch. standard.	ogółem
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,30	1,12	3,38	3,38	1,03	3,34
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców	3,25	1,11	3,31	3,31	1,07	3,29
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie	3,27	1,11	3,20	3,20	1,12	3,23
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,25	1,09	3,25	3,25	1,07	3,25

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 73. Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg wieku

Wyszczególnienie	Wiek									
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,29	1,08	3,21*	1,08	3,32	1,08	3,63*	0,97	3,25*	1,11
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców.	3,36	1,18	3,16*	1,12	3,25	1,05	3,48*	1,01	3,25	1,08
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie.	3,37	1,13	3,13	1,17	3,18	1,10	3,44	0,99	3,17	1,09
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,22	1,23	3,14	1,10	3,26	1,04	3,44	0,99	3,22	1,00

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 74. Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg wykształcenia

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Moje miasto/miejscowość wykorzystuje rozwój inteligentnych technologii do własnego rozwoju	3,52	1,13	3,33	1,07	3,29	1,05	3,40	1,09
Moje miasto/miejscowość rozwija kreatywne talenty swoich mieszkańców	3,56	0,99	3,37	1,16	3,20	1,05	3,32	1,12
Moje miasto/miejscowość buduje zaufanie do władz i mieszkańców wzajemnie	3,67	1,02	3,28	1,09	3,14	1,11	3,27	1,13
Moje miasto/miejscowość dba o wzrost wzajemnej tolerancji w społeczeństwie	3,58	1,03	3,32	1,10	3,14	1,07	3,31	1,08

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 75. Struktura wyników oceny skuteczności wdrażania nowoczesnych technologii ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta
Rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską (drogi, budynki oświaty, kultury, sportu)	3,50	1,12	4	3
Wydziela i rozwija specjalne strefy ekonomiczne	3,47	1,10	3	3
Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego	3,45	1,15	3	3
Rekultywuje się tereny przemysłowe	3,43	1,12	3	3
Inwestuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców	3,37	1,11	3	3
Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii	3,37	1,09	3	3
Dbą o rozwój zieleni w mieście	3,36	1,20	3	3
Wspiera inkubatory przedsiębiorczości i parki technologiczne	3,34	1,09	3	3
Stawia na zrównoważony rozwój przestrzenny	3,33	1,14	3	3
Tworzy w mieście Centrum Usług Wspólnych	3,30	1,11	3	3
Dbą o przestrzeganie procedur i zapewnia jawność danych publicznych o mieście.	3,29	1,09	3	3
Wspiera rynek pracy w kierunku innowacyjności	3,27	1,12	3	3
Rozwija ośrodki aktywizacji zawodowej dla zapobiegania wykluczeniu	3,26	1,09	3	3
Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach	3,21	1,17	3	3
Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach)	3,08	1,23	3	3

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 76. Struktura segmentów opinii według płci respondentów

Wyszczególnienie	Płeć respondentów						Ogółem		
	mężczyzna			kobieta			średnia	N	odch. standard.
	średnia	N	odch. standard.	średnia	N	odch. standard.			
Wspiera rynek pracy w kierunku innowacyjności	3,22	433	1,14	3,31	567	1,10	3,27	1000	1,12
Wydziela i rozwija specjalne strefy ekonomiczne	3,49	433	1,11	3,45	567	1,09	3,47	1000	1,10
Wspiera inkubatory przedsiębiorczości i parki technologiczne	3,36	433	1,09	3,32	567	1,09	3,34	1000	1,09
Rekultywuje się tereny poprzemysłowe	3,41	433	1,11	3,44	567	1,13	3,43	1000	1,12
Tworzy w mieście Centrum Usług Wspólnych	3,28	433	1,10	3,31	567	1,11	3,30	1000	1,11
Rozwija ośrodki aktywizacji zawodowej dla zapobiegania wykluczeniu	3,22	433	1,11	3,28	567	1,08	3,26	1000	1,09
Dbą o przestrzeganie procedur i zapewnia jawność danych publicznych o mieście.	3,31	433	1,09	3,28	567	1,10	3,29	1000	1,09
Rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską (drogi, budynki oświaty, kultury, sportu)	3,44	433	1,13	3,55	567	1,11	3,50	1000	1,12
Stawia na zrównoważony rozwój przestrzenny	3,30	433	1,16	3,36	567	1,13	3,33	1000	1,14
Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego	3,39	433	1,14	3,49	567	1,15	3,45	1000	1,15
Inwestuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców	3,33	433	1,12	3,40	567	1,10	3,37	1000	1,11
Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii	3,33	433	1,09	3,41	567	1,09	3,37	1000	1,09
Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach)	3,11	433	1,21	3,06	567	1,25	3,08	1000	1,23
Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach	3,20	433	1,16	3,22	567	1,18	3,21	1000	1,17
Dbą o rozwój zieleni w mieście	3,36	433	1,17	3,37	567	1,22	3,36	1000	1,20

Źródło: opracowanie własne.

Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego	3,51	1,19	3,28	1,18	3,47	1,17	3,73	1,00	3,32	1,13	3,52	1,11
Inwestuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców	3,47	1,14	3,18	1,13	3,44	1,10	3,61	0,98	3,26	1,10	3,40	1,12
Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii	3,41	1,19	3,19	1,09	3,43	1,10	3,62	0,96	3,29	1,08	3,48	1,07
Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach)	3,09	1,34	3,03	1,21	3,19	1,20	3,14	1,22	2,90	1,24	2,86	1,31
Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach	3,34	1,29	3,05	1,16	3,18	1,17	3,38	1,01	3,27	1,18	3,40	1,23
Dbą o rozwój zieleni w mieście	3,39	1,23	3,21	1,15	3,29	1,23	3,62	1,14	3,44	1,19	3,64	1,22

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 78. Struktura segmentów według wykształcenia respondentów (N = 1000)

Wyszczególnienie	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wspiera rynek pracy w kierunku innowacyjności	3,42	1,20	3,36	1,15	3,16	1,09	3,35	1,13
Wydziała i rozwija specjalne strefy ekonomiczne	3,60	1,09	3,51	1,16	3,40	1,10	3,53	1,06
Wspiera inkubatory przedsiębiorczości i parki technologiczne	3,48	1,13	3,27	1,15	3,26	1,08	3,45	1,06
Rekultywuje się tereny przemysłowe	3,56	1,15	3,42	1,20	3,38	1,11	3,47	1,10
Tworzy w mieście Centrum Usług Wspólnych	3,50	1,19	3,31	1,09	3,20	1,08	3,39	1,13
Rozwija ośrodki aktywizacji zawodowej dla zapobiegania wykluczeniu	3,50	1,24	3,29	1,15	3,18	1,06	3,31	1,08
Dbą o przestrzeganie procedur i zapewnienie jawności danych publicznych o mieście.	3,67	1,15	3,36	1,10	3,21	1,04	3,32	1,13
Rozwija nowoczesną infrastrukturę miejską (drogi, budynki oświaty, kultury, sportu)	3,63	1,20	3,54	1,16	3,48	1,08	3,50	1,14
Stawia na zrównoważony rozwój przestrzenny	3,65	1,19	3,43	1,05	3,25	1,12	3,35	1,19
Buduje swój wizerunek miasta nowoczesnego	3,65	1,06	3,49	1,10	3,42	1,15	3,44	1,18
Investuje w nowoczesne rozwiązania na rzecz mieszkańców	3,50	1,13	3,40	1,17	3,30	1,06	3,43	1,14
Gospodarka miasta zmienia się w kierunku rozwoju innowacyjnych technologii	3,54	1,22	3,39	1,11	3,32	1,08	3,42	1,08
Wdraża innowacje prośrodowiskowe (np. zielone dachy, ule na dachach)	3,35	1,19	2,99	1,23	3,04	1,22	3,14	1,25
Chroni ptaki i inne zwierzęta żyjące w miastach	3,35	1,25	3,29	1,14	3,15	1,14	3,25	1,21
Dbą o rozwój zieleni w mieście	3,48	1,07	3,40	1,16	3,34	1,17	3,36	1,27

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

Blok 8. Nowoczesna mobilność, transport i komunikacja

Mieszkańcy zauważają innowacyjne rozwiązania w dziedzinie transportu i komunikacji miejskiej – biletów, dróg rowerowych, hulajnóg, a także tablic informacyjnych. Opinia o ograniczaniu ruchu samochodowego w centrum nie jest jednak jednoznaczna. Wartości odchylenia standardowego w przypadku wszystkich opinii przekraczają wartości 1, co oznacza, że występuje znaczne zróżnicowanie opinii badanych osób.

TABELA 79. Statystyki opisowe: elektroniczny system biletów w komunikacji miejskiej ($N = 1000$)

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta
Wdrożony jest system elektroniczny do biletów komunikacji	3,64	1,13	4	3
Uruchamia/uruchomiło elektroniczny bilet/kartę lub inne udogodnienia	3,61	1,15	4	3
Tworzy drogi rowerowe	3,61	1,10	4	3
Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnóg, samochodów	3,61	1,20	4	5
Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej	3,60	1,17	4	3
Wdraża usługi cyfrowe związane z transportem	3,49	1,13	3	3
Buduje nowe drogi i mosty, aby upłynnić ruch	3,41	1,17	3	3
Rozbudowuje transport miejski	3,36	1,19	3	3
Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe)	3,36	1,22	3	3
Wdraża/wdrożyło zintegrowany bilet na wszystkie środki komunikacji miejskiej	3,31	1,22	3	3
Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne	3,31	1,16	3	3
Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji	3,28	1,16	3	3
Zapewnia płynność ruchu komunikacyjnego w mieście	3,26	1,19	3	3
Wydziela buspasy	3,17	1,28	3	3

TABELA 79 – cd.

Wyszczególnienie	Średnia	Odch. standard.	Mediana	Dominanta
Buduje strefy <i>park and ride</i> , ograniczające ruch samochodowy w mieście	3,13	1,21	3	3
Stosuje zachęty finansowe do korzystania z transportu publicznego	3,11	1,25	3	3
Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala)	3,11	1,20	3	3
Ogranicza ruch samochodowy w centrum	3,07	1,19	3	3

Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę płeć, tylko w przypadku trzech kwestii różnice są istotne statystycznie – dotyczą one: elektronicznego biletu, usług cyfrowych oraz systemu rowerów miejskich i hulajnóg. W przypadku tych opinii kobiety w większym stopniu zgadzają się z opiniami o rozwijaniu przez miasto tychże rozwiązań.

Biorąc pod uwagę wiek respondentów, w przypadku niektórych opinii można zauważyć różnice w ocenach, które są istotne statystycznie – w szczególności w opinii na temat ścieżek rowerowych.

Wykształcenie jest kryterium, w którym nie wystąpiły istotne statystycznie rozbieżności – nie różnicuje więc ono opinii respondentów o rozwijaniu przez miasta nowoczesnej mobilności, transportu i komunikacji.

TABELA 80. Zróżnicowanie ocen według płci: wybrane wskaźniki rozwiązań *smart* ($N = 100$)

Wyszczególnienie	Płeć						Ogółem		
	mężczyzna			kobieta					
	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.
Wdraża/wdrożyło zintegrowany bilet na wszystkie środki komunikacji miejskiej	3,38	433	1,22	3,27	567	1,22	3,31	1000	1,22
Uruchamia/uruchomiło elektroniczny bilet/kartę lub inne udogodnienia	3,51	433	1,13	3,69	567	1,16	3,61	1000	1,15
Wdraża usługi cyfrowe związane z transportem	3,38	433	1,12	3,57	567	1,12	3,49	1000	1,13

Wyszczególnienie	Płeć						Ogółem		
	mężczyzna			kobieta					
	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.	Średnia	N	Odch. standard.
Wdrożony jest system elektroniczny do biletów komunikacji	3,50	433	1,11	3,74	567	1,14	3,64	1000	1,13
Stosuje zachęty finansowe do korzystania z transportu publicznego	3,14	433	1,24	3,08	567	1,25	3,11	1000	1,25
Tworzy drogi rowerowe	3,56	433	1,11	3,65	567	1,09	3,61	1000	1,10
Wydziela buspasy	3,11	433	1,29	3,22	567	1,27	3,17	1000	1,28
Buduje nowe drogi i mosty, aby upłynnić ruch	3,34	433	1,19	3,46	567	1,17	3,41	1000	1,17
Zapewnia płynność ruchu komunikacyjnego w mieście	3,24	433	1,19	3,27	567	1,19	3,26	1000	1,19
Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala)	3,15	433	1,19	3,08	567	1,22	3,11	1000	1,20
Buduje strefy <i>park and ride</i> , ograniczające ruch samochodowy w mieście	3,21	433	1,19	3,07	567	1,22	3,13	1000	1,21
Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne	3,27	433	1,17	3,34	567	1,16	3,31	1000	1,16
Rozbudowuje transport miejski	3,33	433	1,19	3,38	567	1,19	3,36	1000	1,19
Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe)	3,40	433	1,17	3,33	567	1,26	3,36	1000	1,22
Ogranicza ruch samochodowy w centrum	3,13	433	1,18	3,02	567	1,20	3,07	1000	1,19
Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji	3,28	433	1,15	3,28	567	1,18	3,28	1000	1,16
Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnóg, samochodów	3,49	433	1,19	3,70	567	1,20	3,61	1000	1,20
Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej	3,52	433	1,18	3,65	567	1,15	3,60	1000	1,17

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	Wiek									
	18–24 lata		25–34 lata		35–44 lata		45–54 lata		55–64 lata	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala)	3,07	1,18	3,01	1,24	3,17	1,18	3,29	1,09	3,07	1,32
Buduje strefy <i>park and ride</i> , ograniczające ruch samochodowy w mieście	3,21	1,28	2,99	1,22	3,22	1,18	3,30	1,17	3,00	1,27
Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne	3,37	1,20	3,27	1,18	3,26	1,12	3,56	1,09	3,21	1,25
Rozbudowuje transport miejski	3,50	1,16	3,31	1,15	3,30	1,16	3,63	1,15	3,22	1,27
Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe)	3,51	1,21	3,24	1,21	3,40	1,15	3,57	1,18	3,25	1,35
Ogranicza ruch samochodowy w centrum	3,21	1,19	2,99	1,21	3,07	1,18	3,20	1,06	2,95	1,24
Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji	3,46	1,16	3,18	1,18	3,29	1,11	3,49	1,10	3,19	1,26
Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnog, samochodów	3,73	1,16	3,55	1,19	3,59	1,13	3,81	1,17	3,48	1,36
Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej	3,80	1,13	3,46*	1,15	3,53*	1,13	3,95*	1,03	3,48*	1,30

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 82. Zróżnicowanie ocen według wykształcenia: wybrane wskaźniki rozwiązań *smart* (N = 1000)

	Wykształcenie							
	podstawowe i gimnazjalne		zasadnicze zawodowe		średnie		wyższe	
	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.	średnia	odch. standard.
Wdraża/wdrożyło zintegrowany bilet na wszystkie środki komunikacji miejskiej	3,31	1,29	3,04	1,27	3,27	1,19	3,47	1,21
Uruchamia/uruchomiło elektroniczny bilet/kartę lub inne udogodnienia	3,71	1,15	3,52	1,24	3,59	1,16	3,66	1,10
Wdraża usługi cyfrowe związane z transportem	3,58	1,16	3,49	1,19	3,46	1,11	3,50	1,12
Wdrożony jest system elektroniczny do biletów komunikacji	3,75	1,18	3,56	1,24	3,62	1,10	3,67	1,13
Stosuje zachęty finansowe do korzystania z transportu publicznego	3,21	1,29	3,18	1,26	3,07	1,21	3,12	1,28
Tworzy drogi rowerowe	3,75	1,10	3,70	1,15	3,58	1,07	3,60	1,13
Wydziała buspasy	3,54	1,29	3,06	1,28	3,15	1,25	3,19	1,30
Buduje nowe drogi i mosty, aby upłynnić ruch	3,58	1,23	3,37	1,25	3,38	1,14	3,43	1,18
Zapewnia płynność ruchu komunikacyjnego w mieście	3,48	1,15	3,27	1,23	3,19	1,19	3,31	1,18

Wdraża/wdrożyło system zarządzania ruchem miejskim (zielona fala)	3,33	1,28	3,04	1,22	3,07	1,18	3,17	1,22
Buduje strefy <i>park and ride</i> , ograniczające ruch samochodowy w mieście	3,54	1,22	3,13	1,28	3,07	1,18	3,15	1,21
Ułatwia przesiadki i połączenia są wygodne	3,63	1,10	3,27	1,19	3,29	1,15	3,32	1,18
Rozbudowuje transport miejski	3,71	1,13	3,30	1,24	3,36	1,19	3,34	1,17
Wykorzystuje ekologiczne autobusy (elektryczne, wodorowe)	3,50	1,19	3,27	1,31	3,34	1,22	3,42	1,19
Ogranicza ruch samochodowy w centrum	3,48	1,20	3,14	1,25	3,02	1,14	3,05	1,22
Zapewnia dostępność przestrzenną, łatwe przesiadki, szeroki wybór rodzajów środków komunikacji	3,67	1,12	3,27	1,18	3,27	1,15	3,25	1,18
Wdraża/wdrożyło system rowerów miejskich, hulajnóg, samochodów	3,88	1,04	3,44	1,33	3,63	1,16	3,62	1,20
Wdraża/wdrożyło system elektronicznych tablic informacyjnych o rozkładach i przebiegu komunikacji miejskiej	3,63	1,23	3,61	1,23	3,61	1,15	3,56	1,16

* Różnica średnich istotna na poziomie 0,05. Skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 83. Macierz rotowanych składowych: wg analizy czynnikowej dla każdej pozycji kwestionariusza

Wyszczególnienie	Składowa		
	1	2	3
Inteligentny system monitoringu miejskiego	–	–	0,757
System miejskiej sieci Wi-Fi	–	–	0,694
Platforma internetowa do obsługi mieszkańców	–	–	0,800
System inteligentnego sterowania oświetleniem miejskim (wygaszanie, przygaszanie itd.)	–	–	0,810
System informacji miejskiej o aktywnościach miasta (prasa, radio, telewizja, przystanki komunikacyjne)	–	–	0,750
Kanał YouTube o mieście i jego aktywnościach, fanpage i/lub inne media społecznościowe o mieście	–	–	0,768
System pomiarów jakości powietrza i informowania o tym mieszkańców	–	–	0,781
System pomiaru i oszczędzania wody, energii, ciepła na użytek miasta	–	–	0,760
Elektroniczny system obsługi i harmonogram z powiadomieniami odbierania odpadów komunalnych segregowanych	–	–	0,766
System rekrutacji elektronicznej do szkół, przedszkoli i żłobków	–	–	0,674
System elektronicznej rejestracji do miejskiej służby zdrowia	–	–	0,766
System wirtualnego zwiedzania miasta i jego obiektów – muzeów i wystaw	–	–	0,811
Organizuje konkursy, warsztaty twórcze	0,741	–	–
Wspiera kreatywne i innowacyjne wydarzenia	0,719	–	–
Wspiera szkoły z kierunkami kreatywnymi	0,720	–	–
Promuje kreatywność i innowacyjność na terenie miasta	0,673	–	–
Promuje artystów i twórców oraz wynalazców, stypendystów.	0,685	–	–
Współpracuje i czerpie z dorobku naukowego uczelni wyższych.	0,702	–	–
Funduje stypendia i studia dla najzdolniejszych uczniów i studentów	0,742	–	–
Kreuje miejsca rozwoju twórczego i kreatywności	0,766	–	–
Gwarantuje zatrudnienie wybitnych absolwentów uczelni	0,750	–	–
Tworzy warunki dla lokalizacji kreatywnych przedsiębiorstw	0,770	–	–
Tworzy inkubatory przedsiębiorczości	0,709	–	–
Wspiera inicjatywy klastrowe, parki technologiczne	0,707	–	–
Otwartość informacyjna	0,690	–	–
Przestrzeganie zasad przejrzystości decyzji podejmowanych przez urzędników	0,697	–	–

Wyszczególnienie	Składowa		
	1	2	3
Angażowanie społeczności, rady osiedli w lokalne inicjatywy	0,667	–	–
Współfinansowanie inicjatyw społecznych	0,581	0,501	–
Wywiązywanie się z obietnic złożonych mieszkańcom	0,608	0,529	–
Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony mieszkańcom	0,659	–	–
Można liczyć na profesjonalną pomoc pracowników administracji/urzędów	0,635	–	–
Pracowników administracji/urzędów cechują wysokie kompetencje	0,679	–	–
Pracownicy administracji/urzędów pomagają w rozwiązywaniu problemów zgłaszanych przez mieszkańców	0,651	–	–
Urząd/administracja lokalna są otwarte na współrzędzenie w mieście	0,667	0,524	–
Procedury działania w sprawach mieszkańców są transparentne/jawne	0,617	0,524	–
Urząd/administracja lokalna ma budżet partycypacyjny na cele zgłaszanych inicjatyw lokalnych	0,607	–	–
Władze mojego miasta realizują jawną i przejrzystą politykę podejmowania decyzji w urzędach (np. w kwestiach przetargów)	0,573	0,508	–
Zajmuje głos w ważnych społecznie sprawach	0,524	0,659	–
Uznaje wielowyznaniowość mieszkańców	–	0,684	–
Rozdziela sprawy religijne od administracyjnych	–	0,689	–
Broni mniejszości etnicznych, kulturowych, seksualnych	–	0,727	–
Nie ogranicza działalności fundacji i organizacji promujących tolerancję	–	0,729	–
Zabrania szerzenia mowy nienawiści i dyskryminacji	–	0,740	–
Wspiera poszanowanie, wyrozumiałość wobec czyichś poglądów, czyjegoś wyglądu (np. odnośnie do koloru skóry), wierzeń, upodobań – różniących się od własnych	–	0,778	–
Zwalcza postawy niechęci, wrogości wobec ludzi obcych rasowo, religijnie lub etnicznie i tworzonej przez nich kultury	–	0,727	–
Reaguje na zachowania różnych osób/gremiów związane z brakiem tolerancji	–	0,760	–
Przeciwdziała stereotypom	–	0,788	–
Skutecznie rozwiązuje problemy wykluczenia społecznego	–	0,816	–
Edukuje w zakresie nieużywania języka nienawiści w przestrzeni publicznej	–	0,783	–

Tam, gdzie składowa nie występuje oznaczenie symbolem „–”.

Źródło: opracowanie własne.

III SCENARIUSZ BADAŃ FOKUSOWYCH (FGI) I MAPA DOWODOWA

Aneks zawiera kluczowe elementy instrumentarium badań fokusowych (FGI) zastosowanych jako moduł triangulacji i walidacji mechanizmów modelu 4T+ (logika QUAN → QUAL). Dokumentacja ma charakter replikacyjny: umożliwia audyt procedury, ocenę rygoru jakościowego oraz potencjalne powtórzenie badania w innym układzie metropolitalnym.

Rozkład kwot demograficznych dla badań fokusowych ($N = 152$). Poniższe tabele przedstawiają rzeczywistą strukturę całej próby fokusowej.

TABELA 84. Struktura próby według płci ($N = 152$)

Kategoria	Udział w %	Liczebność
Mężczyzna	54,6	83
Kobieta	45,4	69
Razem	100,0	152

Płeć (M1) – rozkład globalny.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 85. Struktura próby według wieku ($N = 152$)

Kategoria wieku	Udział w %	Liczebność
18–24 lata	3,3	5
25–34 lata	20,4	31
35–44 lata	35,5	54
45–54 lata	23,0	35
55–64 lata	15,8	24
65 lat i więcej	2,0	3
Razem	100,0	152

Wiek (M2) – rozkład globalny.

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 86. Struktura próby według wykształcenia ($N = 152$)

Poziom wykształcenia	Udział w %	Liczebność
Podstawowe	0,7	1
Zawodowe	21,1	32
Średnie/technikum	44,1	67
Wyższe	34,2	52
Razem	100,0	152

Wykształcenie (M3) – rozkład globalny.

Źródło: opracowanie własne.

Uwaga metodyczna: FGI nie ma charakteru reprezentatywnego statystycznie; celem doboru kwotowego jest kontrolowana różnorodność perspektyw i porównywalność z wynikami ilościowymi (triangulacja).

A1. SCENARIUSZ DYSKUSJI FOKUSOWEJ (FGI) – MODERATORSKI

- Parametry organizacyjne (standard realizacji): jednostka badania: mieszkańcy miast i gmin Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM) – respondenci badania ankietowego $N = 1000$.
- Dobór: celowy (*purposeful sampling*) – z uwzględnieniem profili postaw/segmentów oraz zmiennych metryczkowych.
- Liczba spotkań: 18 (rok 2022–2024); wielkość grup: 6–10 osób; czas trwania: 85–110 minut.
- Tryb: spotkanie moderowane (offline/online wg dostępności); rejestracja audio (opcjonalnie: wideo) po uzyskaniu zgody.
- Cel: wyjaśnienie mechanizmów akceptacji oraz weryfikacja roli komponentu „+” (rezyliencja; bezpieczeństwo, w tym energetyczne, jako wymiar operacyjny) jako warunku brzegowego modelu 4T+.
- Struktura spotkania (moduły i pytania):
 0. Otwarcie i kontrakt badawczy (5–10 min)
 - Przedstawienie moderatora i celu spotkania; podkreślenie braku „dobrych/złych” odpowiedzi.

- Zasady: dobrowolność, możliwość rezygnacji, poufność/anonimizacja, zgoda na nagrywanie.
 - Krótka rundka: imię/pseudonim + miasto/gmina + jedno skojarzenie z pojęciem *smart city*.
1. Rozgrzewka: doświadczenia i definicje (10–15 min)
 - Co w Państwa miejscowości jest „inteligentne”/nowoczesne? Co działa, a co nie działa?
 - Jak rozumieją Państwo różnicę między „miastem cyfrowym” a „miastem odpornym/rezylientnym”?
 - Jakie ryzyka (np. koszty, awaryjność, prywatność) pojawiają się przy cyfryzacji usług miejskich?
 2. Moduł T1: Kapitał technologiczny (15–20 min)
 - Które technologie (np. platformy usług, IoT, *smart grid*, systemy mobilności) najbardziej zwiększają użyteczność usług?
 - Kiedy technologia staje się obciążeniem (np. energochłonność, cyberbezpieczeństwo, wykluczenie cyfrowe)?
 - Jakie warunki muszą być spełnione, aby technologia realnie wspierała adaptację do zakłóceń?
 3. Moduł T2: Kapitał talentów i kreatywności (15–20 min)
 - Jak oceniają Państwo kompetencje cyfrowe i „zielone” w swoim otoczeniu (mieszkańcy, szkoły, lokalne firmy)?
 - Co sprzyja innowacyjności oddolnej (inicjatywy sąsiedzkie, start-upy, NGO), a co ją blokuje?
 - Czy miasta/gminy tworzą przestrzeń do współtworzenia rozwiązań (hackathony, budżet obywatelski, *living labs*)?
 4. Moduł T3: Kapitał zaufania i tolerancji (15–20 min)
 - Co buduje zaufanie do decyzji władz lokalnych w sprawach inwestycji i transformacji (transparentność, konsultacje, dane)?
 - Jakie czynniki obniżają zaufanie (np. niespójna komunikacja, brak sprawiedliwości kosztów/korzyści, konflikty interesów)?
 - Jak rozumieją Państwo „tolerancję” w mieście i czy wpływa ona na akceptację zmian (inkluzja, brak wykluczenia)?
 5. Moduł T4: Kapitał instytucjonalny i terytorialny (15–20 min)
 - Jak oceniają Państwo zdolność instytucji (urząd, spółki komunalne, partnerzy) do koordynacji działań i współzarządzania?
 - Jakie bariery instytucjonalne/terytorialne ograniczają skuteczność (silosy, procedury, planowanie przestrzenne, infrastruktura)?
 - Jak powinno wyglądać współrządzenie (mieszkańcy – miasto – biznes – NGO) w projektach *smart city* 4.0?

6. Moduł „+”: Rezyliencja (w tym bezpieczeństwo energetyczne) jako warunek brzegowy (15–20 min)
 - Co oznacza dla Państwa „bezpieczeństwo energetyczne” na poziomie miasta/gminy i gospodarstwa domowego?
 - Jak oceniają Państwo akceptowalność kosztów transformacji (np. inwestycje w OZE, modernizacje, taryfy)?
 - Jakie działania zwiększają poczucie bezpieczeństwa (informowanie, wsparcie osłonowe, infrastruktura krytyczna, lokalne źródła energii)?
7. Walidacja rekomendacji i KPI (10–15 min)
 - Prezentacja wybranych rekomendacji i mierników (KPI) z rozdz. 5
 - ocena: (1) zrozumiałość; (2) wykonalność; (3) potencjalne ryzyka.
 - Które mierniki są kluczowe z perspektywy mieszkańców? Jakie dane powinny być publicznie raportowane (*dashboard*/otwarte dane)?
8. Zamknięcie (5 min)
 - Pytanie końcowe: Co – jednym działaniem – najbardziej zwiększyłoby rezyliencję i jakość życia w Państwa mieście?
 - Podziękowanie i informacje o sposobie wykorzystania wyników (anonimowo; w formie syntezy).

A2. SCREENER REKRUTACYJNY (FGI)

Screeener ma na celu dobór uczestników w sposób zapewniający heterogeniczność dyskusji oraz reprezentację różnych profili postaw ujawnionych w badaniu ankietowym ($N = 1000$). Poniższy zestaw pytań może być realizowany telefonicznie lub online (formularz).

TABELA 87. *Screeener* rekrutacyjny (FGI): pytania i kryteria doboru/segmentacji respondentów

Pytanie	Opcje/skala	Cel doboru/segmentacji
S1. Miejsce zamieszkania	Miasto/gmina (GZM) – nazwa	Kryterium włączenia; kontrola terytorialna
S2. Wiek	18–24/25–34/35–44/ 45–54/55–64/65+	Stratyfikacja demograficzna
S3. Płeć	K/M/inna/nie chcę podawać	Różnorodność grupy
S4. Udział w badaniu ankietowym	Tak/nie (weryfikacja w bazie)	Kryterium włączenia (QUAN → QUAL)

TABELA 87 – cd.

Pytanie	Opcje/skala	Cel doboru/segmentacji
S5. Skala zaufania do władz lokalnych (0–10)	0–10	Dobór profili (niski/średni/wysoki)
S6. Skala obaw o bezpieczeństwo energetyczne (0–10)	0–10	Dobór profili (niski/średni/wysoki)
S7. Doświadczenie wzrostu kosztów energii	Tak (silnie)/tak (umiarkowanie)/nie	Kontrast doświadczeń
S8. Korzystanie z e-usług miejskich	Często/czasami/rzadko/nigdy	Kontrast cyfrowy (T1)
S9. Gotowość do udziału w spotkaniu 90–120 min	Tak/nie	Kryterium logistyczne
S10. Zgoda na nagrywanie audio	Tak/nie	Warunek udziału (etyka, audyt ścieżki dowodowej)

Źródło: opracowanie własne.

A3. KLUCZ INDEKSÓW 4T+ ORAZ LISTA ZMIENNYCH KONTROLNYCH (DO ANALIZ ILOŚCIOWYCH)

TABELA 88. Klucz indeksów 4T+ i zestaw zmiennych kontrolnych (operacjonalizacja do analiz)

Kategoria	Element/ zmienna	Operacjonalizacja/ źródło	Zastosowanie analityczne
Indeks 4T+	T1 – kapitał technologiczny	Indeks syntetyczny (średnia z pozycji bloku technologicznego; skale Likerta)	Modele wyjaśniające (regresja/korelacje), redukcja wymiarów (PCA/FA), segmentacja; weryfikacja H1/H4
Indeks 4T+	T2 – kapitał talentu i kreatywności	Indeks syntetyczny (pozycje dotyczące kompetencji, kreatywności, innowacyjności; skale Likerta)	Modele wyjaśniające; profilowanie segmentów; weryfikacja mechanizmów współwystępowania kapitałów
Indeks 4T+	T3 – kapitał zaufania i tolerancji	Indeks syntetyczny (zaufanie do instytucji/mieszkańców, tolerancja/inkluzja; skale Likerta)	Kluczowy predyktor w modelach; element mechanizmu mediacyjnego; powiązanie z FGI (akceptacja)

Kategoria	Element/ zmienna	Operacjonalizacja/ źródło	Zastosowanie analityczne
Indeks 4T+	T4 – kapitał instytucjonalno-terytorialny	Indeks syntetyczny (ocena zdolności instytucji, współzarządzania, koordynacji; skale Likerta)	Modele wyjaśniające; wnioski dotyczące <i>governance</i> ; powiązanie z pakietami KPI
Komponent „+”	Bezpieczeństwo i bezpieczeństwo energetyczne	Wskaźniki percepcyjne + metryczka energetyczna (m.in. koszty energii, nośniki, poczucie ryzyka; skale/pytania kategorialne)	Weryfikacja H2/H6; warunki brzegowe; triangulacja QUAN → QUAL
Zmienna zależna	Postrzeganie miasta/ocena <i>smart city</i>	Zmienna syntetyczna z bloku oceny miasta i usług (skala Likerta; agregacja do indeksu)	Zmienna wyjaśniana w regresji i porównaniach segmentów; podstawa translacji na rekomendacje/KPI
Zmienna pochodna	Segment (profil postaw)	Klasyfikacja respondentów (<i>k-średnich</i>) na podstawie wyników PCA/FA; analiza <i>complete-case</i>	Heterogeniczność efektów; <i>targeting</i> rekomendacji; interpretacja profili „miasto kreatywne” vs. „miasto odporne”
Zmienne kontrolne	Cechy metryczkowe i kontekst zamieszkania	Płeć, wiek, wykształcenie, typ zabudowy, gmina/ miasto, elementy metryczki energetycznej (np. nośnik ogrzewania, świadomość kosztów energii)	Modele rozszerzone; testy wrażliwości (<i>robustness checks</i>) i analiza podprób; warunki brzegowe wnioskowania

Źródło: opracowanie własne.

A4. MAPA DOWODOWA: PYTANIA BADAWCZE (PB) → HIPOTEZY (H) → METODA → LOKALIZACJA WYNIKÓW

TABELA 89. Mapa dowodowa rozdziału 4: PB/H → metoda → gdzie jest odpowiedź (tabele/rysunki)

Pytanie badawcze (PB)	Powiązane hipotezy (H)	Metoda i dane	Gdzie jest odpowiedź (rozdz./tab./rys.)	Wniosek syntetyczny
PB1. Skuteczność zarządzania dekarbonizacją przy bezpieczeństwie energetycznym	H1 (wiodąca), powiązania z H2/H4/H6	<i>Survey</i> (N = 1000): korelacje/regresje; moduł B; triangulacja FGI (18 spotkań); CB-SEM (N = 1000): test ścieżek H1/H4/H6 oraz dekompozycja H5 (zob. tab. 43 i 45; Aneks, cz. IV; B5, B7–B8)	Rozdz. 4 (zob. tab. 23, 32–36; rys. 20–21) + syntetyczna nawigacja (rys. 18). Rozdz. 4.4 (zob. tab. 43 i 45) oraz Aneks, cz. IV (zob. B5, B7–B8)	Skuteczność dekarbonizacji wymaga synergii kapitałów 4T oraz uwzględnienia komponentu „+” jako warunku brzegowego akceptacji
PB2. Znaczenie bezpieczeństwa energetycznego dla akceptacji dekarbonizacji	H2	<i>Survey</i> : modele wyjaśniające i porównania; FGI: rekonstrukcja mechanizmów akceptacji; CB-SEM: ścieżka SEC → ACC (H2) + kontrola DEM (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV; B5, B9.6d)	Rozdz. 4.6–4.9 (zob. tab. 32, 34–36; rys. 20–21). Rozdz. 4.4 (zob. tab. 43) oraz Aneks, cz. IV (zob. B5, B9.6d)	Bezpieczeństwo energetyczne jest kluczowym determinantem wykonalności społecznej transformacji (akceptacji kosztów i ryzyka)
PB3. Oddziaływanie kapitałów 4T na skuteczność polityki klimatycznej miasta	H3, w tle H1	<i>Survey</i> : modele wyjaśniające; test mediacji (<i>bootstrap</i>) dla mechanizmu zaufania; wsparcie FGI; CB-SEM: test mediacji POL → TRU → EFF (H3) (zob. tab. 44; Aneks, cz. IV; B6)	Rozdz. 4.4–4.5 i 4.9 (zob. tab. 23, 33, 36; rys. 21). Rozdz. 4.4 (tab. 44) oraz Aneks, cz. IV (zob. B6)	Kapitały społeczne i instytucjonalne (zwłaszcza zaufanie) warunkują skuteczność polityki klimatycznej i jej legitymizację

PB4. Skutki braku równowagi kapitałów 4T dla bezpieczeństwa energetycznego	H4 oraz relacje sprzężeń (powiązane z H6)	Moduł B (miasto odporne): wskaźniki odporności i bezpieczeństwa; analiza segmentowa; testy wrażliwości.; CB-SEM: ścieżka INT4T → RES (H4) oraz rola SEC jako warunku brzegowego (H6) (zob. tab. 43; Aneks, cz. IV: B5, B8)	Rozdz. 4.6–4.9 (zob. tab. 27–29, 32, 36; rys. 20–21). Rozdz. 4.4 (ob. tab. 43) oraz Aneks, cz. IV (zob. B5, B8)	Deficyty w jednym z filarów (szczególnie bezpieczeństwa) destabilizują pozostałe kapitały i zwiększają wrażliwość na szoki
PB5. Rola zaufania społecznego i instytucjonalnego w dekarbonizacji	H3 (mechanizm), w tle H2/H5	<i>Survey</i> : regresja i testy mediacji; FGI: mechanizmy transparentności, sprawiedliwości i partycypacji.; CB-SEM: mechanizm zaufania w H3 oraz ścieżki do EFF (zob. tab. 43–44; Aneks, cz. IV: B5–B6)	Rozdz. 4.4, 4.8–4.9 (zob. tab. 23, 34–36) + translacja na rekomendacje (zob. rozdz. 5; tab. 39–40). Rozdz. 4.4 (zob. tab. 43–44) oraz Aneks, cz. IV (zob. B5–B6)	Zaufanie działa jako mechanizm spajający: zwiększa akceptację kosztów transformacji i wykonalność wdrożeń
PB6. Wpływ zarządzania sieciowego na integrację interesariuszy i cele neutralności klimatycznej	H5	<i>Survey</i> + FGI: ocena <i>governance</i> , współzarządzania i barier; synteza w logice łańcucha dowodowego.; CB-SEM: dekompozycja wpływu kapitałów 4T na EFF (H5) (zob. tab. 45; Aneks, cz. IV: B7)	Rozdz. 4.7–4.9 (zob. tab. 33–36) oraz rozdz. 5 (zob. tab. 39–40). Rozdz. 4.4 (zob. tab. 45) oraz Aneks, cz. IV (zob. B7)	Zarządzanie sieciowe sprzyja integracji, o ile jest osadzone w transparentnym MRV i włączających procesach współzarządzania

Źródło: opracowanie własne.

IV WYNIKI MODELOWANIA RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH (CB-SEM)

IV część Aneksu (zob. B9) stanowi moduł replikacyjny. W tym fragmencie pracy został umieszczony pełny tok obliczeń (wzory i tabele pośrednie) – w części głównej monografii (zob. rozdz. 4) raportowane są jedynie współczynniki γ i wnioski.

Aneks zawiera szczegółowe zestawienia wyników CB-SEM wykorzystane w rozdz. 3–5 monografii: operacjonalizację wskaźników, ocenę jakości pomiaru (rzetelność i trafność), macierze trafności dyskryminacyjnej oraz kluczowe wyniki modeli strukturalnych dla hipotez H1–H6 i problemu badawczego PB4. Estymacje dotyczą próby $N = 1000$ mieszkańców (GZM).

B0. DOPASOWANIE GLOBALNE MODELU (CB-SEM)

W klasycznym ujęciu CB-SEM dopasowanie modelu ocenia się na podstawie miar globalnych, takich jak χ^2/df , CFI, TLI, RMSEA oraz SRMR. Przyjmuje się orientacyjnie, że CFI/TLI $\geq 0,90$ (preferencyjnie $\geq 0,95$), RMSEA $\leq 0,08$ (preferencyjnie $\leq 0,06$) oraz SRMR $\leq 0,08$ wskazują na dopasowanie co najmniej akceptowalne. Wartości miar dopasowania zestawiono w tab. 90; stanowią one kryterium pomocnicze wobec interpretacji parametrów ścieżek (β), ich istotności i R^2 . W tab. 90 raportowano dopasowanie modelu bazowego obejmującego relacje H1a, H1b, H2 i H4; z uwagi na wysoką współzależność konstruktów wynikowych dopuszczono kowariancje reszt pomiędzy EFF, SEC i RES.

TABELA 90. Miary dopasowania globalnego modelu CB-SEM

Wskaźnik	Wartość
χ^2	43,62
df	3
χ^2/df	14,54
CFI	0,991
TLI	0,970
RMSEA (z CI90%)	0,116 (0,087–0,148)
SRMR	0,036
AIC	8674,45
BIC	8733,34

Interpretacyjnie wskaźniki inkrementalne (CFI, TLI) oraz SRMR sugerują relatywnie dobre dopasowanie modelu bazowego do danych, natomiast RMSEA pozostaje podwyższony. W praktyce oznacza to, że – przy niewielkiej liczbie stopni swobody – struktura ścieżek nie wyjaśnia całej współzmienności pomiędzy konstruktami wynikowymi, co jest zgodne z obserwowaną bliskością znaczeniową części wymiarów (EFF–SEC–RES). Z tego względu miary dopasowania traktowano pomocniczo, a wnioski oparto na spójności kierunku efektów, ich istotności oraz R^2 .

B1. OPERACJONALIZACJA WSKAŹNIKÓW I KODOWANIE

Tabela 91 przedstawia konstrukty wykorzystane w modelach CB-SEM oraz odpowiadające im bloki pytań/pozycje ankiety. Wskaźniki zblokowano w indeksy (średnie arytmetyczne), zgodnie z mapowaniem w rozdz. 3; zmienna INT4T jest średnią z wystandaryzowanych kapitałów T1–T4.

TABELA 91. Operacjonalizacja wskaźników i kodowanie

Konstrukt (symbol)	Rola	Wskaźniki (kody pytań)	Kodowanie/skala
T1 – Technologia	Kapitał 4T (I rząd)	P2_1–P2_12	0 → 1 (brak rozwiązania = 1); skala 1–5; indeks = średnia
T2 – Talent/ kreatywność	Kapitał 4T (I rząd)	P3_1–P3_12	Skala 1–5; indeks = średnia
T3 – Zaufanie i tolerancja	Kapitał 4T (I rząd)	P4_1–P4_13, P5_1– P5_12	Skala 1–5; indeks = średnia
T4 – <i>Governance</i> sieciowe	Kapitał 4T (I rząd)	P12_4, P12_6, P12_7, P12_8	Skala 1–5; indeks = średnia
INT4T – Integracja 4T	Konstrukt kompozytowy (II rząd)	T1, T2, T3, T4	INT4T = średnia z wystandaryzowanych T1–T4 (<i>z-score</i>)
POL – Polityka klimatyczna miasta	Predyktor (egzogeniczny)	P23_1–P23_4, P19_2–P19_3, P21_2–P21_3	Skala 1–5; indeks = średnia
TRU – Zaufanie instytucjonalne	Mediator (endogeniczny)	P4_1–P4_13	Skala 1–5; indeks = średnia
EFF – Skuteczność dekarbonizacji	Rezultat (endogeniczny)	P9_4, P9_7, P8_14, P8_15, P7_13	Skala 1–5; indeks = średnia

TABELA 91 – cd.

Konstrukt (symbol)	Rola	Wskaźniki (kody pytań)	Kodowanie/skala
SEC – Bezpieczeństwo energetyczne	Rezultat/mediator „+” (endogeniczny)	P9_1, P9_3, P9_11, P23_12	Skala 1–5; indeks = średnia
RES – Rezyliencja/adaptacja	Rezultat (endogeniczny)	P7_4, P7_8, P7_9, P9_2, P9_5	Skala 1–5; indeks = średnia
ACC – Akceptacja dekarbonizacji	Rezultat (endogeniczny)	P23_10, P23_11, P23_13, P24_6, P19_4, P19_5, P21_4, P21_5	Skala 1–5; indeks = średnia

Źródło: opracowanie własne.

CB-SEM (*covariance-based structural equation modeling*) jest podejściem ukierunkowanym na estymację parametrów i ocenę dopasowania globalnego modelu strukturalnego. Technika ta wspiera weryfikację hipotez o zależnościach między konstruktami (w tym efektach pośrednich) oraz pozwala ocenić, na ile zaproponowana struktura jest zgodna z obserwowanymi współzależnościami w danych. W niniejszym badaniu, z uwagi na charakter danych przekrojowych, SEM traktowano jako procedurę uzupełniającą (triangulacyjną) wobec analiz regresyjnych i segmentacyjnych, a interpretację ograniczono do relacji asocjacyjnych. Przyjęta operacjonalizacja zapewnia spójność modelu z logiką 4T+ (kapitały jako wymiary wejściowe) oraz pozwala na testowanie relacji przyczynowych pomiędzy integracją kapitałów (INT4T), mechanizmem zaufania (TRU) i rezultatami transformacji (EFF, SEC, RES, ACC).

B2. RZETELNOŚĆ I TRAFNOŚĆ ZBIEŻNA (A, CR, AVE)

Tabela 92 prezentuje miary rzetelności (α Cronbacha) oraz trafności konwergencyjnej (CR i AVE). Dodatkowo podano zakres ładunków (jednoczynnikowe rozwiązania) jako syntetyczny wskaźnik jakości pozycji.

TABELA 92. Rzetelność i trafność zbieżna konstruktów (α , CR, AVE)

Konstrukt	Liczba pozycji	α Cronbacha	CR	AVE	Ładunki (zakres)
T1 (technologia)	12	0,870	0,894	0,414	0,570–0,706
T2 (talent/kreatywność)	12	0,953	0,959	0,662	0,849–0,777
TRU (zaufanie)	13	0,958	0,963	0,664	0,854–0,760

Konstrukt	Liczba pozycji	α Cronbacha	CR	AVE	Ładunki (zakres)
TOL (tolerancja)	12	0,955	0,961	0,672	0,850–0,778
T4 (<i>governance</i> sieciowe)	4	0,901	0,931	0,772	0,893–0,859
SEC (bezpieczeństwo energetyczne)	4	0,828	0,886	0,663	0,882–0,649
EFF (skuteczność dekarbonizacji)	5	0,856	0,898	0,638	0,855–0,773
RES (rezylencja/adaptacja)	5	0,881	0,913	0,678	0,867–0,793
POL (polityka klimatyczna miasta)	8	0,928	0,941	0,667	0,853–0,782
ACC (akceptacja dekarbonizacji)	8	0,897	0,918	0,583	0,803–0,681

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie konstrukty spełniają standardowe kryteria rzetelności ($\alpha \geq 0,80$) oraz trafności zbieżnej ($CR \geq 0,70$). Wartości AVE są w większości zadowalające; najniższa AVE dla T1 sugeruje większą heterogeniczność pozycji technologicznych, co jest typowe przy pomiarze zróżnicowanych rozwiązań smart.

B3. TRAFNOŚĆ DYSKRYMINACYJNA (FORNELLA-LARCKERA)

W tab. 93 przedstawiono macierze trafności dyskryminacyjnej. Na przekątnej macierzy Fornella-Larckera podano pierwiastek z AVE; wartości poza przekątną to korelacje między konstruktami. HTMT obliczono jako iloraz średnich korelacji *heterotrait – heteromethod* do średnich korelacji *monotrait – heteromethod*.

TABELA 93. Macierz Fornella-Larckera ($\sqrt{\text{AVE}}$ na przekątnej)

Konstrukt	T1	T2	TRU	TOL	T4
T1	0,643	0,668	0,661	0,627	0,591
T2	0,668	0,814	0,824	0,748	0,691
TRU	0,661	0,824	0,815	0,818	0,729
TOL	0,627	0,748	0,818	0,820	0,688
T4	0,591	0,691	0,729	0,688	0,879

TABELA 93 – cd.

Konstrukt	T1	T2	TRU	TOL	T4
SEC	0,642	0,715	0,764	0,724	0,742
EFF	0,623	0,732	0,766	0,743	0,758
RES	0,643	0,779	0,825	0,799	0,747
POL	0,586	0,676	0,722	0,685	0,735
ACC	0,477	0,484	0,503	0,464	0,445
T1	0,642	0,623	0,643	0,586	0,477
T2	0,715	0,732	0,779	0,676	0,484
TRU	0,764	0,766	0,825	0,722	0,503
TOL	0,724	0,743	0,799	0,685	0,464
T4	0,742	0,758	0,747	0,735	0,445
SEC	0,814	0,832	0,819	0,790	0,556
EFF	0,832	0,799	0,830	0,763	0,477
RES	0,819	0,830	0,823	0,756	0,525
POL	0,790	0,763	0,756	0,817	0,627
ACC	0,556	0,477	0,525	0,627	0,764

Źródło: opracowanie własne.

Wysokie korelacje pomiędzy częścią konstruktów (zwłaszcza EFF-SEC-RES) odzwierciedlają ich systemową współzależność w badanym kontekście kryzysu energetycznego. W przypadkach, w których korelacje zbliżają się do wartości $\sqrt{AVE}$, należy traktować rozróżnienie konstruktów jako przede wszystkim teoretyczne (funkcjonalne) i wspierać je wynikami modeli strukturalnych.

B4. TRAFNOŚĆ DYSKRYMINACYJNA (HTMT)

Tabela 94 przedstawia macierz HTMT (*heterotrait – monotrait*). Wartości HTMT poniżej 0,90 zwykle uznaje się za przesłankę trafności dyskryminacyjnej.

Dla par konstruktów silnie sprzężonych (np. SEC i EFF) HTMT osiąga wartości bardzo wysokie, co potwierdza bliskość znaczeniową tych wymiarów w percepcji mieszkańców. Wyniki te są spójne z założeniem, że komponent „+” (rezyliencja; w warstwie operacyjnej bezpieczeństwo) jest w praktyce warunkiem powodzenia wdrożeń dekarbonizacyjnych.

TABELA 94. Macierz HTMT

Konstrukt	T1	T2	TRU	TOL	T4
T1	1,000	0,734	0,725	0,688	0,668
T2	0,734	1,000	0,862	0,784	0,745
TRU	0,725	0,862	1,000	0,855	0,785
TOL	0,688	0,784	0,855	1,000	0,741
T4	0,668	0,745	0,785	0,741	1,000
SEC	0,758	0,804	0,858	0,812	0,859
EFF	0,723	0,811	0,847	0,823	0,863
RES	0,735	0,850	0,898	0,871	0,839
POL	0,653	0,719	0,766	0,727	0,803
ACC	0,539	0,524	0,544	0,501	0,496
T1	0,758	0,723	0,735	0,653	0,539
T2	0,804	0,811	0,850	0,719	0,524
TRU	0,858	0,847	0,898	0,766	0,544
TOL	0,812	0,823	0,871	0,727	0,501
T4	0,859	0,863	0,839	0,803	0,496
SEC	1,000	0,989	0,957	0,902	0,650
EFF	0,989	1,000	0,958	0,856	0,545
RES	0,957	0,958	1,000	0,835	0,591
POL	0,902	0,856	0,835	1,000	0,686
ACC	0,650	0,545	0,591	0,686	1,000

Źródło: opracowanie własne.

B5. WYNIKI MODELU STRUKTURALNEGO (H1, H2, H4)

Tabela 95 zestawia kluczowe współczynniki ścieżek dla hipotez H1, H2 i H4. Współczynniki są standaryzowane (β). Błędy standardowe i wnioski istotności wyznaczono z heteroskedastyczno-odpornymi błędami standardowymi (wariant HC3; estymator typu *sandwich*). Modele uwzględniają kontrolę zmierzających demograficznych (kodowanie zero-jedynkowe kategorii).

TABELA 95. Współczynniki ścieżek (β), istotność i R^2 – modele H1, H2, H4

Ścieżka	β stand.	SE (robust; sandwich/ Huber-White)	t	p	R^2 zmiennej endo.	CI95%
INT4T → EFF (H1)	0,828	0,017	48,902	<0,001	0,710	0,795; 0,862
INT4T → SEC (H1)	0,819	0,019	42,399	<0,001	0,684	0,781; 0,857
INT4T → RES (H4)	0,858	0,017	51,654	<0,001	0,752	0,826; 0,891
SEC → ACC (H2)	0,554	0,034	16,520	<0,001	0,335	0,488; 0,620

Źródło: opracowanie własne.

Legenda nagłówków tabeli

- **Ścieżka** – testowana relacja w modelu (kierunek wpływu) pomiędzy konstruktami/zmiennymi latentnymi; zapis $A \rightarrow B$ oznacza wpływ A na B. W nawiasie (H#): numer hipotezy, której dotyczy dana ścieżka.
- **β stand.** – standaryzowany współczynnik ścieżki (*standardized path coefficient*). Informuje o sile i kierunku zależności: o ile (w jednostkach odchylenia standardowego) zmienia się zmienna endogeniczna (zależna) przy wzroście zmiennej egzogenicznej o 1 SD, przy pozostałych warunkach modelu.
- **SE (robust; sandwich/Huber-White)** – odchylenie standardowe estymatora (*standard error*) policzone w wariancie odpornym (robust), tj. z macierzą Hubera-White’a (odporną m.in. na heteroskedastyczność i pewne naruszenia założeń rozkładowych).
- **t** – statystyka t dla testu istotności współczynnika β , zwykle liczona jako: $t = \beta / SE$. Im większa wartość bezwzględna t , tym silniejsze dowody przeciw $H_0: \beta = 0$.
- **p** – wartość p dla testu istotności (najczęściej dwustronnego) hipotezy zerowej $H_0: \beta = 0$. Np. $p < 0,001$ oznacza bardzo silną istotność statystyczną.
- **R^2 zmiennej endo.** – współczynnik determinacji dla zmiennej endogenicznej (zależnej) w danej ścieżce / równaniu strukturalnym. Informuje, jaka część wariancji tej zmiennej jest wyjaśniana przez predyktory w modelu (np. $R^2 = 0,710 \rightarrow 71,0\%$ wariancji wyjaśnione).

- **CI95%** – 95% przedział ufności dla β (najczęściej liczony metodą *bootstrap* lub na bazie estymacji *robust* – zależnie od Twojej procedury). Jeśli przedział nie obejmuje zera, to współczynnik jest istotny na poziomie ok. 0,05.

Integracja 4T+ jest silnym predyktorem skuteczności dekarbonizacji ($\beta = 0,828$) i bezpieczeństwa energetycznego ($\beta = 0,819$) oraz rezyliencji ($\beta = 0,858$). Zależność SEC $\rightarrow$ ACC jest dodatnia i istotna ($\beta = 0,554$), co wskazuje na rolę bezpieczeństwa jako warunku społecznej trwałości strategii dekarbonizacyjnych.

B6. WYNIKI MEDIACJI (H3): POL $\rightarrow$ TRU $\rightarrow$ EFF

Tabela 96 prezentuje wyniki analizy mediacyjnej dla hipotezy H3. W tabeli ujęto efekt bezpośredni (c'), efekt pośredni ($a \cdot b$) oraz efekt całkowity. Przedziały ufności dla efektu pośredniego oraz efektu c' wyznaczono metodą *bootstrap* (percentylową).

TABELA 96. Efekty mediacji (H3) – estymaty, istotność i CI95%

Efekt	Estymata	SE (robust; sandwich/ Huber-White)	<i>p</i>	CI95%	R^2 modelu
<i>a</i> : POL $\rightarrow$ TRU	0,723	0,024	<0,001	0,677; 0,769	0,555
<i>b</i> : TRU $\rightarrow$ EFF	0,469	0,035	<0,001	0,399; 0,538	0,698
c' : POL $\rightarrow$ EFF (bezpośredni)	0,414	0,033	<0,001	0,354; 0,476	0,698
Efekt pośredni: $a \cdot b$	0,339		<0,001	0,288; 0,390	0,698
Efekt całkowity: $c' + a \cdot b$	0,752		<0,001		0,698

Źródło: opracowanie własne.

Polityka klimatyczna istotnie wzmacnia zaufanie ($a = 0,723$), a zaufanie istotnie zwiększa efektywność wdrożeń ($b = 0,469$). Efekt pośredni jest dodatni i istotny ($a \cdot b = 0,339$; CI95%: 0,288–0,390), co potwierdza rolę zaufania jako mechanizmu przenoszącego wpływ polityki na wyniki wdrożeniowe.

B7. MODEL DEKOMPOZYCYJNY KAPITAŁÓW (H5): T1–T4 EFF

Tabela 97 przedstawia model dekompozycyjny testujący hipotezę H5: wpływ poszczególnych kapitałów 4T na skuteczność dekarbonizacji. Model uwzględnia kontrolę zmiennych demograficznych.

TABELA 97. Wpływ kapitałów T1–T4 na skuteczność dekarbonizacji (H5)

Predyktor → EFF	β stand.	SE (robust; sandwich/ Huber-White)	t	p	CI95%	R^2 modelu
T1 (Technologia)	0,098	0,025	3,995	<0,001	0,050; 0,146	0,726
T2 (Talent/ Kreatywność)	0,133	0,036	3,692	<0,001	0,062; 0,204	0,726
T3 (Zaufanie i tolerancja)	0,382	0,047	8,094	<0,001	0,289; 0,475	0,726
T4 (Governance sieciowe)	0,318	0,041	7,786	<0,001	0,238; 0,398	0,726

Źródło: opracowanie własne.

Najsilniejsze znaczenie dla skuteczności dekarbonizacji mają kapitał społeczny (T3; $\beta = 0,382$) oraz kapitał instytucjonalno-terytorialny (T4; $\beta = 0,318$). Wynik potwierdza, że *governance* sieciowe podnosi efektywność wdrożeń nawet przy kontroli technologii i talentu.

B8. MODELE UZUPEŁNIAJĄCE (H6 ORAZ PB4)

Tabela 98 przedstawia wyniki modeli uzupełniających: (a) H6 – wpływ bezpieczeństwa energetycznego na poziom kapitałów 4T oraz (b) PB4 – wpływ nierównowagi kapitałów (dyspersji) na bezpieczeństwo energetyczne po kontroli integracji INT4T. Modele uwzględniają kontrolę demograficzną.

TABELA 98. Wyniki modeli H6 oraz PB4 (współczynniki β , istotność i R^2)

Relacja	β stand.	SE (robust; sandwich/ Huber-White)	t	p	C195%	R^2 modelu
SEC $\rightarrow$ T1 (H6)	0,635	0,027	23,131	<0,001	0,581; 0,689	0,456
SEC $\rightarrow$ T2 (H6)	0,699	0,026	26,695	<0,001	0,648; 0,751	0,538
SEC $\rightarrow$ T3 (H6)	0,769	0,023	33,348	<0,001	0,724; 0,815	0,634
SEC $\rightarrow$ T4 (H6)	0,730	0,025	28,859	<0,001	0,680; 0,779	0,569
INT4T $\rightarrow$ SEC (PB4, kontrola)	0,817	0,019	42,054	<0,001	0,778; 0,855	0,685
IMBAL $\rightarrow$ SEC (PB4)	-0,030	0,032	-0,935	0,350	-0,093; 0,033	0,685

Źródło: opracowanie własne.

Bezpieczeństwo energetyczne jest silnie i dodatnio powiązane z poziomem wszystkich kapitałów T1–T4 (β od 0,635 do 0,769). Oznacza to, że deficyt bezpieczeństwa sprzyja erozji zasobów rozwojowych. Jednocześnie, po kontroli INT4T, wskaźnik nierównowagi IMBAL nie wykazuje istotnego wpływu na SEC ($p = 0,350$), co wspiera wniosek, że kluczowe jest średnie natężenie kapitałów – a nie sama dyspersja między nimi.

B9. WERYFIKACJA H7: WYLICZENIA PARAMETRÓW ŚCIEŻEK KONTROLNYCH DEM (OLS/HC3, ZMIENNE STANDARYZOWANE)

B9.1. Źródło danych i próba

Dane wejściowe (mikrodane) pochodzą z pliku Excel: Otawa-Mieszkańcy-2_2022-07-12n_1000.xlsx (arkusz: Otawa-Mieszkańcy-2_2022-07-12n_). W analizie wykorzystano pełną próbę $N = 1000$ obserwacji. Zmiennych użytych do wyliczeń H7 nie obciążają braki danych po etapie wstępnego oczyszczenia.

B9.2. Budowa indeksów (konstrukty syntetyczne) – definicje i wzory

Każdy konstrukt syntetyczny zbudowano jako średnią arytmetyczną ze wskazanych pozycji ankiety (skala 1–5), zgodnie z mapowaniem w tab. 91 monografii. Wzór ogólny indeksu (dla respondenta i):

$$I_i = (1/k) \sum_j x_{ij},$$

gdzie: k – liczba pozycji, x_{ij} – odpowiedź na pozycję j .

Uwaga dla T1: w blokach P2 zastosowano rekodowanie 0 → 1 (brak rozwiązania = 1), następnie liczono średnią.

TABELA 99. Konstrukty syntetyczne – operacjonalizacja i statystyki w próbie ($N = 1000$)

Konstrukt	Pozycje ankiety/ operacjonalizacja	k	Średnia w próbie	Odch. standard. w próbie
T1 – kapitał technologiczny	P2_1–P2_12 (0 → 1), średnia	12	2,553	0,971
T2 – kapitał talentów i kreatywności	P3_1–P3_12, średnia	12	3,302	0,904
T3 – kapitał zaufania i tolerancji	P4_1–P4_13 oraz P5_1– P5_12, średnia	25	3,269	0,858
T4 – kapitał instytucjonalno-terytorialny (<i>governance</i>)	P12_4, P12_6, P12_7, P12_8, średnia	4	3,167	0,987
INT4T – integracja kapitałów 4T	INT4T = średnia z Z(T1), Z(T2), Z(T3), Z(T4)	4	0,000	0,880
TRU – zaufanie instytucjonalne	P4_1–P4_13, średnia	13	3,219	0,905
SEC – bezpieczeństwo energetyczne	P9_1, P9_3, P9_11, P23_12, średnia	4	3,213	0,899
EFF – skuteczność dekarbonizacji	P9_4, P9_7, P8_14, P8_15, P7_13, średnia	5	3,220	0,933
RES – rezyliencja/adaptacja	P7_4, P7_8, P7_9, P9_2, P9_5, średnia	5	3,360	0,932
ACC – akceptacja dekarbonizacji	P23_10, P23_11, P23_13, P24_6, P19_4, P19_5, P21_4, P21_5, średnia	8	3,352	0,855
M1 – płeć	Kod ankiety (1–2)	–	1,567	0,496
M2 – wiek	Kod ankiety (1–6)	–	2,976	1,329
M3 – wykształcenie	Kod ankiety (1–4)	–	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 99 stanowi techniczne zestawienie konstruktów wykorzystanych w wyliczeniach H7 (dla replikacji obliczeń).

Legenda nagłówków – tabela 99

- **Konstrukt:** Nazwa zmiennej syntetycznej (konstruktu) wykorzystywanej w analizach. Obejmuje zarówno konstrukty teoretyczne (np. T1–T4, INT4T, TRU, SEC, EFF, RES, ACC), jak i zmienne metryczkowe/kontrolne (M1–M3).
- **Pozycje ankiety / operacjonalizacja:** Wskazanie, z których pytań/pozycji kwestionariusza (np. P2_1–P2_12) zbudowano konstrukt oraz w jaki sposób go zagregowano (np. „średnia”, formuła indeksu). Dodatkowe oznaczenia w tej kolumnie:
 - „**średnia**” – konstrukt obliczono jako średnią arytmetyczną z wymienionych pozycji.
 - „**Z(•)**” – standaryzacja *z-score* (przekształcenie do średniej 0 i odchylenia standardowego 1) przed agregacją.
 - „**INT4T = średnia z Z(T1)...Z(T4)**” – indeks INT4T zbudowano jako średnią z wystandaryzowanych składowych T1–T4.
 - „**Kod ankiety (1–x)**” – zmienna przyjmuje wartości kodowe odpowiadające kategoriom odpowiedzi w metryczce (np. płeć 1–2, wiek 1–6).
 - „**(0 → 1)**” – informacja o kodowaniu do wspólnego kierunku/skali: najczęściej oznacza kodowanie binarne 0/1 lub normalizację/ujednolicenie kierunku skali tak, aby większa wartość oznaczała „więcej” danego konstruktu (w zależności od zastosowanej procedury w kwestionariuszu).
- **k:** Liczba elementów użytych do zbudowania konstruktu:
 - dla konstruktyw ankiety: liczba pozycji (itemów) w agregacji,
 - dla indeksu INT4T: liczba składowych (T1–T4) użytych w agregacji,
 - dla M1–M3: „–” (nie dotyczy), bo są to pojedyncze zmienne kodowe, a nie skale wielopozycyjne.
- **Średnia w próbie:** Średnia arytmetyczna wartości danego konstruktu w próbie ($N = 1000$). Pokazuje typowy (przeciętny) poziom konstruktu w badanej populacji.
- **Odch. standard. w próbie:** Odchylenie standardowe w próbie ($N = 1000$). Informuje o zróżnicowaniu odpowiedzi (im większe, tym większa heterogeniczność poziomu konstruktu w próbie).

B9.3. Standaryzacja zmiennych (*z-score*)

Współczynniki β raportowane w monografii mają postać standaryzowaną. Przed estymacją modeli każdą zmienną przekształcono do postaci *z-score*:

$$z(x_i) = (x_i - \bar{x})/s_x,$$

gdzie: $\bar{x}$ – średnia w próbie; s_x – odchylenie standardowe (dla próby).

Po standaryzacji:

$$E[z(x)] = 0 \text{ oraz } SD[z(x)] = 1.$$

W takiej skali współczynnik regresji można interpretować jako zmianę (w odchyleniach standardowych) zmiennej zależnej na skutek zmiany predyktora o 1 SD.

B9.4. Estymacja parametrów (OLS) – wzory obliczeniowe

Parametry (w tym interesujące nas γ dla H7) oszacowano w modelach liniowych (ścieżkowych) na zmiennych standaryzowanych.

Postać macierzowa estymatora MNK (OLS):

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y,$$

gdzie: y – wektor obserwacji zmiennej zależnej (standaryzowanej), X – macierz projektująca (kolumny: wyraz wolny + predyktory standaryzowane).

B9.5. Błędy standardowe i istotność – korekta heteroskedastyczności HC3

Do wnioskowania statystycznego zastosowano odporne błędy standardowe (HC3). Macierz wariancji-kowariancji parametrów w wersji HC3:

$$\text{Var_HC3}(\hat{\beta}) = (X^T X)^{-1} \cdot (X^T \Omega_{\text{HC3}} X) \cdot (X^T X)^{-1},$$

gdzie: $\Omega_{\text{HC3}} = \text{diag}(e_i^2/(1 - h_{ii})^2)$, e_i – reszty, h_{ii} – dźwignie (przekątna macierzy $H = X(X^T X)^{-1} X^T$).

Błąd standardowy parametru j :

$$SE_j = \sqrt{\text{Var_HC3}(\hat{\beta})_{jj}}.$$

Statystyka t : $t_j = \hat{\beta}_j/SE_j$. Wartość p – dwustronna (t -Studenta, $df = n - k - 1$).

B9.6. Modele cząstkowe: TRU/SEC/EFF/ACC/RES (tabele parametrów H7)

Poniżej przedstawiono pięć modeli, z których odczytano parametry H7. Dla każdego modelu pokazano: (1) równanie; (2) statystyki opisowe (skala surowa); oraz (3) parametry DEM (M1–M3) wraz z SE(HC3), t i p .

B9.6a. Model dla TRU

Równanie modelu (na zmiennych standaryzowanych):

$$\text{TRU}_z = \alpha + \gamma_1 \cdot \text{M1}_z + \gamma_2 \cdot \text{M2}_z + \gamma_3 \cdot \text{M3}_z + \varepsilon.$$

Kroki obliczeń:

- Krok 1: Zbuduj indeks TRU jako średnią z pozycji ankiety (zob. rozdz. 2 i tab. 91).
- Krok 2: Zbuduj predyktory modelu oraz zmienne DEM (M1–M3).
- Krok 3: Przekształć wszystkie zmienne w modelu do postaci *z-score*.
- Krok 4: Oszacuj parametry metodą MNK: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$.
- Krok 5: Wyznacz SE odporny HC3, następnie $t = \hat{\beta} / \text{SE}$ oraz p (dwustronne).

TABELA 100. Statystyki opisowe – model TRU
(skala surowa, przed standaryzacją)

Zmienna	Średnia	Odch. standard.
TRU	3,219	0,905
M1	1,567	0,496
M2	2,976	1,329
M3	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 101. Parametry H7 (M1–M3 → TRU) – $\beta_{\text{stand.}}$, SE(HC3), t i p

Parametr	$\beta_{\text{stand.}}$	SE (HC3)	t	p	Uwagi
M1 → TRU	0,019	0,032	0,608	0,543	nieistotny statystycznie
M2 → TRU	0,055	0,032	1,683	0,092	nieistotny statystycznie
M3 → TRU	0,009	0,032	0,273	0,785	nieistotny statystycznie

R^2 modelu: 0,003 ($N = 1000$, $df_{\text{resid}} = 996$).

Źródło: opracowanie własne.

B9.6b. Model dla SEC

Równanie modelu (na zmiennych standaryzowanych):

$$SEC_z = \alpha + \beta \cdot INT4T_z + \gamma_1 \cdot M1_z + \gamma_2 \cdot M2_z + \gamma_3 \cdot M3_z + \varepsilon.$$

Kroki obliczeń:

- Krok 1: Zbuduj indeks SEC jako średnią z pozycji ankiety (zob. rozdz. 2 i tab. 91).
- Krok 2: Zbuduj predyktory modelu oraz zmienne DEM (M1–M3).
- Krok 3: Przekształć wszystkie zmienne w modelu do postaci *z-score*.
- Krok 4: Oszacuj parametry metodą MNK: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$.
- Krok 5: Wyznacz SE odporny HC3, następnie $t = \hat{\beta} / SE$ oraz p (dwustronne).

TABELA 102. Statystyki opisowe – model SEC
(skala surowa, przed standaryzacją)

Zmienna	Średnia	Odch. standard.
SEC	3,213	0,899
INT4T	0,000	0,880
M1	1,567	0,496
M2	2,976	1,329
M3	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 103. Parametry H7 (M1–M3 → SEC) – β stand., SE(HC3), t i p

Parametr	β stand.	SE (HC3)	t	p	Uwagi
M1 → SEC	–0,029	0,018	–1,605	0,109	Nieistotny statystycznie
M2 → SEC	0,007	0,020	0,363	0,716	Nieistotny statystycznie
M3 → SEC	–0,041	0,019	–2,150	0,032	Istotny statystycznie (p<0,05)

R^2 modelu: 0,672 ($N = 1000$, $df_{\text{resid}} = 995$).

Źródło: opracowanie własne.

B9.6c. Model dla EFF

Równanie modelu (na zmiennych standaryzowanych):

$$\text{EFF_z} = \alpha + \beta \cdot \text{INT4T_z} + \gamma_1 \cdot \text{M1_z} + \gamma_2 \cdot \text{M2_z} + \gamma_3 \cdot \text{M3_z} + \varepsilon.$$

Kroki obliczeń:

- Krok 1: Zbuduj indeks EFF jako średnią z pozycji ankiety (zob. rozdz. 2 i tab. 91).
- Krok 2: Zbuduj predyktory modelu oraz zmienne DEM (M1–M3).
- Krok 3: Przekształć wszystkie zmienne w modelu do postaci *z-score*.
- Krok 4: Oszacuj parametry metodą MNK: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$.
- Krok 5: Wyznacz SE odporny HC3, następnie $t = \hat{\beta}/\text{SE}$ oraz p (dwustronne).

TABELA 104. Statystyki opisowe – model EFF
(skala surowa, przed standaryzacją)

Zmienna	Średnia	Odch. standard.
EFF	3,220	0,933
INT4T	0,000	0,880
M1	1,567	0,496
M2	2,976	1,329
M3	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 105. Parametry H7 (M1–M3 → EFF) – β stand., SE(HC3), t i p

Parametr	β stand.	SE (HC3)	t	p	Uwagi
M1 → EFF	–0,059	0,018	–3,320	<0,001	istotny statystycznie ($p < 0,001$)
M2 → EFF	–0,027	0,019	–1,398	0,162	nieistotny statystycznie
M3 → EFF	–0,044	0,019	–2,331	0,020	istotny statystycznie ($p < 0,05$)

R^2 modelu: 0,687 ($N = 1000$, $df_{\text{resid}} = 995$).

Źródło: opracowanie własne.

B9.6d. Model dla ACC

Równanie modelu (na zmiennych standaryzowanych):

$$ACC_z = \alpha + \beta \cdot SEC_z + \gamma_1 \cdot M1_z + \gamma_2 \cdot M2_z + \gamma_3 \cdot M3_z + \varepsilon.$$

Kroki obliczeń:

- Krok 1: Zbuduj indeks ACC jako średnią z pozycji ankiety (zob. rozdz. 2 i tab. 91).
- Krok 2: Zbuduj predyktory modelu oraz zmienne DEM (M1–M3).
- Krok 3: Przekształć wszystkie zmienne w modelu do postaci *z-score*.
- Krok 4: Oszacuj parametry metodą MNK: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$.
- Krok 5: Wyznacz SE odporny HC3, następnie $t = \hat{\beta}/SE$ oraz p (dwustronne).

TABELA 106. Statystyki opisowe – model ACC
(skala surowa, przed standaryzacją)

Zmienna	Średnia	Odch. standard.
ACC	3,352	0,855
SEC	3,213	0,899
M1	1,567	0,496
M2	2,976	1,329
M3	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 107. Parametry H7 (M1–M3 → ACC) – β stand., SE(HC3), t i p

Parametr	β stand.	SE (HC3)	t	p	Uwagi
M1 → ACC	0,077	0,026	2,983	0,003	istotny statystycznie ($p < 0,05$)
M2 → ACC	0,037	0,028	1,290	0,197	nieistotny statystycznie
M3 → ACC	0,069	0,026	2,685	0,007	istotny statystycznie ($p < 0,05$)

R^2 modelu: 0,321 ($N = 1000$, $df_{\text{resid}} = 995$).

Źródło: opracowanie własne.

B9.6e. Model dla RES

Równanie modelu (na zmiennych standaryzowanych):

$$\text{RES_z} = \alpha + \beta \cdot \text{INT4T_z} + \gamma_1 \cdot \text{M1_z} + \gamma_2 \cdot \text{M2_z} + \gamma_3 \cdot \text{M3_z} + \varepsilon.$$

Kroki obliczeń:

- Krok 1: Zbuduj indeks RES jako średnią z pozycji ankiety (zob. rozdz. 2 i tab. 91).
- Krok 2: Zbuduj predyktory modelu oraz zmienne DEM (M1–M3).
- Krok 3: Przekształć wszystkie zmienne w modelu do postaci *z-score*.
- Krok 4: Oszacuj parametry metodą MNK: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$.
- Krok 5: Wyznacz SE odporny HC3, następnie $t = \hat{\beta}/\text{SE}$ oraz p (dwustronne).

TABELA 108. Statystyki opisowe – model RES
(skala surowa, przed standaryzacją)

Zmienna	Średnia	Odch. standard.
RES	3,360	0,932
INT4T	0,000	0,880
M1	1,567	0,496
M2	2,976	1,329
M3	3,119	0,819

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 109. Parametry H7 (M1–M3 → RES) – β stand., SE(HC3), t i p

Parametr	β stand.	SE (HC3)	t	p	Uwagi
M1 → RES	–0,004	0,016	–0,261	0,794	nieistotny statystycznie
M2 → RES	0,036	0,017	2,055	0,040	istotny statystycznie ($p < 0,05$)
M3 → RES	–0,063	0,017	–3,778	<0,001	istotny statystycznie ($p < 0,001$)

R^2 modelu: 0,742 ($N = 1000$, $df_{\text{resid}} = 995$).

Źródło: opracowanie własne.

B9.7. Zestawienie zbiorcze parametrów H7

Tabela 110 zbiera wszystkie parametry DEM → konstrukty (H7).

TABELA 110. Zestawienie zbiorcze parametrów H7 (DEM → TRU/SEC/EFF/ACC/RES).

Relacja (H7)	β (stand.)	SE (HC3)	t	p	Model (równanie)
M1 → TRU	0,019	0,032	0,608	0,543	TRU
M2 → TRU	0,055	0,032	1,683	0,092	TRU
M3 → TRU	0,009	0,032	0,273	0,785	TRU
M1 → SEC	-0,029	0,018	-1,605	0,109	SEC
M2 → SEC	0,007	0,020	0,363	0,716	SEC
M3 → SEC	-0,041	0,019	-2,150	0,032	SEC
M1 → EFF	-0,059	0,018	-3,320	<0,001	EFF
M2 → EFF	-0,027	0,019	-1,398	0,162	EFF
M3 → EFF	-0,044	0,019	-2,331	0,020	EFF
M1 → ACC	0,077	0,026	2,983	0,003	ACC
M2 → ACC	0,037	0,028	1,290	0,197	ACC
M3 → ACC	0,069	0,026	2,685	0,007	ACC
M1 → RES	-0,004	0,016	-0,261	0,794	RES
M2 → RES	0,036	0,017	2,055	0,040	RES
M3 → RES	-0,063	0,017	-3,778	<0,001	RES

Źródło: opracowanie własne.

BIBLIOGRAFIA

- Acuto, M. (2021). Understanding the global ecosystem of city networks. *Urban Studies*, 58(9), 1758–1774. <https://doi.org/10.1177/0042098020929261>
- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>
- Aiken, L. S., West, S. G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions*. SAGE Publications.
- Albino, V., Berardi, U., Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Alkhelaiwi, A., Grigoras, D. (2015). The Origin and Trustworthiness of Data in *Smart city* Applications. W: *UCC, 15: Proceedings of the 8th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing* (376–362). IEEE Press. <https://doi.org/10.1109/UCC.2015.60376>
- Almihat, M. G. M., Kahn, M. T. E., Aboalez, K., Almaktoof, A. M. (2022). Energy and sustainable development in smart cities: An overview. *Smart Cities*, 5(4), 1389–1408. <https://doi.org/10.3390/smartcities5040071>
- Alofaysan, H., Radulescu, M., Dembińska, I., Si Mohammed, K. (2024). The effect of digitalization and green technology innovation on energy efficiency in the European Union. *Energy Exploration & Exploitation*, 42(5), 1747–1762. <https://doi.org/10.1177/01445987241253621>
- American Society for Quality. (b.d.). *Benchmarking*. <https://asq.org/quality-resources/benchmarking>
- Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004>
- Ansell, C., Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Anthopoulos, L. (2017). *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government*. Springer.
- Anthopoulos, L. G., Fitsilis, P. (2015). Understanding smart city business models: A comparison. W: *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web Companion*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2740908.2743908>
- Anthopoulos, L. G., Reddick, C. G. (2016). Smart city and Smart Government: Synonymous or Complementary?. W: *Proceedings of the 25th International Conference Companion*

- on World Wide Web. International World Wide Web Conferences Steering Committee. <https://doi.org/10.1145/2872518.2888615>
- Anttiroiko, A. V., Valkama, P., Bailey, S. J. (2014). Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. *AI, Society*, 29, 323–334. <https://doi.org/10.1007/s00146-013-0464-0>
- Arthur, D., Vassilvitskii, S. (2007). *k-means++: The advantages of careful seeding* [sesja konferencyjna]. W: *Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms, Louisiana, USA*. <https://theory.stanford.edu/~sergei/papers/kMeansPP-soda.pdf>
- Arvis, J.-F., Ojala, L., Shepherd, B., Ulybina, D., Wiederer, C. (2023). *Connecting to Compete 2023: Trade Logistics in an Uncertain Global Economy – The Logistics Performance Index and Its Indicators*. World Bank. https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-04/LPI_2023_report.pdf
- Barber, B. R. (2013). *If mayors ruled the world: Dysfunctional nations, rising cities*. Yale University Press.
- Barber, B. R. (2014). *Gdyby burmistrzowie rządzili światem: Dysfunkcyjne kraje, rozkwitające miasta* (H. Jankowska, K. Makaruk, tłum.). Muza.
- Barczak, A., Dembińska, I., Marzantowicz, Ł. (2019). Analysis of the risk impact of implementing digital innovations for logistics management. *Processes*, 7(11), 815. <https://doi.org/10.3390/pr7110815>
- Barczak, A., Dembińska, I., Rostkowski, T., Szopik-Deczyńska, K., Rozmus, D. (2021). Structure of remuneration as assessed by employees of the energy sector–Multivariate correspondence analysis. *Energies*, 14(22), 7472. <https://doi.org/10.3390/en14227472>
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214, 481–518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>
- Baumont, C., Huriot, J.-M. (1995). Agglomération, industrie et ville (Rapport de recherche, n° 9508; 29 s.). *Laboratoire d'analyse et de techniques économiques (LATEC)*. <https://hal.science/hal-01527145v1/document>
- Belton, V., Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Springer.
- Bełz, G., Cyfert, S., Czakon, W., Dyduch, W., Latusek-Jurczak, D., Niemczyk, J., Sopińska, A., Szpitter, A., Urbaniak, M., Wiktor, J. (2019). *Subdyscypliny w naukach o zarządzaniu i jakości 2.0*. Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania Polskiej Akademii Nauk. http://www.knoiz.pan.pl/images/stories/pliki/pdf/Subdyscypliny_nauk_o_zarzadzaniu_i_jakosci.pdf
- Bereitschaft, B. (2014). Neighbourhood change among creative–cultural districts in mid-sized US metropolitan areas, 2000–10. *Regional Studies, Regional Science*, 1(1), 158–183. <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.952770>
- Berrone, P., Ricart, J. E. (2022). *IESE Cities in Motion Index 2022*. IESE Business School, University of Navarra. <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0633-E.pdf>
- Bertoncini, M., Arnone, D., Cioara, T., Anghel, I., Salomie, I. (2015). *Next generation data centers business models enabling multi-resource integration for smart city optimized energy efficiency* [sesja konferencyjna]. W: *Proceedings of the 2015 ACM Sixth International Conference on Future Energy Systems*. <https://doi.org/10.1145/2768510.2768522>
- Bibri, S. (2019). *Smart sustainable cities of the future*. Elsevier.
- Bibri, S. E. (2019). *Big Data Science and Analytics for Smart Sustainable Urbanism: Unprecedented Paradigmatic Shifts and Practical Advancements*. Springer.

- Bibri, S. E. (2020). The IoT for smart sustainable cities. *Smart Cities*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/smartcities3010001>
- Bibri, S. E., Krogstie, J. (2017a). Smart sustainable cities of the future. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212.
- Bibri, S. E., Krogstie, J. (2017b). Smart Sustainable Cities of the Future: An Extensive Interdisciplinary Literature Review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Bimber, B. (1994). The three faces of technological determinism. W: M. R. Smith, L. Marx (red.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological* (79–100). MIT Press.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., Weimer, D. L. (2018). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice* (5 wyd.). Cambridge University Press.
- Bovaird, T. (2007). Beyond engagement and participation: User and community coproduction of public services. *Public Administration Review*, 67(5), 846–860. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2007.00773.x>
- Brambilla, M. A., Elias, M. L. G. G. R., Sartori, V. (2025). Triple helix and its implications in the Brazilian context. *Innovation, Management Review*, 22(4), 266–279. <https://doi.org/10.1108/INMR-02-2024-0034>.
- Brandenburger, A. M., Nalebuff, B. J. (1996). *Co-opetition*. Currency Doubleday.
- Braun, V., Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Budner, W. W., Pawlicka, K. (2013). Ocena innowacyjnej architektury Poznania a wzrost atrakcyjności miasta. *Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum*, 12(2), 5–20. <https://doi.org/10.31648/aspa.4233>
- Budziński, M., Kinelski, G., Raczek, M., Wrana, K. (2022a). Wdrażanie koncepcji *Smart city* w miastach Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii – identyfikacja przejawów współpracy miast Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii w zakresie wdrażania koncepcji *Smart city* i rozwijania kapitałów 4T. W: Z. J. Makieła, K. Mucha-Kuś, G. Kinelski (red.), *Koncepcja Smart city i potencjały 4T. Inteligentne zarządzanie miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii* (175–194). Akademia WSB.
- Budziński, M., Raczek, M., Wrana, K. (2022b). Koncepcja *Smart city* i kapitały 4T w politykach rozwoju miast Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. W: Z. J. Makieła, K. Mucha-Kuś, G. Kinelski (red.), *Koncepcja Smart city i potencjały 4T. Inteligentne zarządzanie miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii* (21–43). Akademia WSB.
- Bulkeley, H. (2021). Climate changed urban futures: Environmental politics in the urban age. *Environmental Politics*, 30(1–2), 1–21. <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1880713>
- Bulkeley, H., Betsill, M. M. (2003). *Cities and climate change: Urban sustainability and global environmental governance*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203219256>
- Bulkeley, H., Castán Broto, V. (2013). Government by experiment? Global cities and the governing of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(3), 361–375. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00535.x>
- Bulkeley, H., Castán Broto, V., Marvin, S., Hodson, M. (red.). (2011). *Cities and low carbon transitions*. Routledge.
- C40 Cities. (2023). *C40 Net Zero Carbon Buildings Accelerator: 2023 Report*. <https://www.c40.org/researches/buildings-progress-report-2023/>
- C40 Cities. (2023). *Net Zero Carbon Buildings Accelerator: Progress Report 2023*. https://www.c40.org/wp-content/uploads/2024/03/C40_Net_Zero_Carbon

- Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J. (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3/4), 201–234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Castells, M. (1982). *Kwestia miejska* (B. Jałowiecki, J. Piątkowski, tłum.). PWN.
- Cavada, M. (2022). *The Governance of Smart Cities*. In: *The Palgrave Encyclopedia of Urban and Regional Futures*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51812-7_249-1
- Cegielska, K. (2016). Atrakcyjność miasta i jej pomiar w świetle koncepcji 4T. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług*, (122), 65–74.
- Chaze, M. (2017). *L'attractivité territoriale: éléments de définition*. Série Focus PSDR4, Projet AttractInnov. <https://www.psd.fr/archives/ACT82PDFN1.pdf>
- Chen, W.-J. (2022). Toward sustainability: Dynamics of total carbon dioxide emissions, aggregate income, non-renewable energy, and renewable power. *Sustainability*, 14(5), 2712. <https://doi.org/10.3390/su14052712>
- Chomiak-Orsa, I., Sosgórnik, A. (2020). Factors conditioning the implementation of the *smart city* concept. *Informatyka Ekonomiczna/Business Informatics*, 2(56), 21–34. <https://doi.org/10.15611/ie.2020.2.02>
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., Scholl, H. J. (2012). *Understanding smart cities: An integrative framework*. W: *Proceedings of the 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (2289–2297). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 wyd.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Correia, J. S. R., Ferreira, F. A. F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., Pereira, L. F., Zopounidis, C., Correia, R. J. C. (2020). Factors influencing urban investment attractiveness: An FCM-SD approach. *International Journal of Strategic Property Management*, 24(4), 237–250. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2020.12384>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4 wyd.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3 wyd.). SAGE Publications.
- Creutzig, F., Agoston, P., Minx, J. C., Canadell, J. G., Andrew, R. M., Le Quéré, C., Peters, G. P., Sharifi, A., Yamagata, Y., Dhakal, S. (2016). Urban infrastructure choices structure climate solutions. *Nature Climate Change*, 6(12), 1054–1056. <https://doi.org/10.1038/nclimate3169>
- Cusin, F., Damon, J. (2010). Les villes face aux défis de l'attractivité: Classements, enjeux et stratégies urbaines. *Futuribles*, (367), 25–45.
- Cyfert, S. (red.). (2024). *Podstawy zarządzania*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Cyfert, S., Dyduch, W., Latusek-Jurczak, D., Niemczyk, J., Sopińska, A. (2014). Subdyscypliny w naukach o zarządzaniu – logika wyodrębnienia, identyfikacja modelu koncepcyjnego oraz zawartość tematyczna. *Organizacja i Kierowanie*, 1(161), 37–49.
- Czajkowski, K. (2014). Proces oceny pracowników w kontekście zadań dotyczących zarządzania zasobami ludzkimi w przedsiębiorstwach sektora energetycznego. W: J. Mazurkiewicz,

- K. Pająk (red.), *Gospodarka niskoemisyjna: Uwarunkowania i wyzwania* (37–52). Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Czakon, W. (2011). Metodyka systematycznego przeglądu literatury. *Przegląd Organizacji*, 3, 57–61. <https://doi.org/10.33141/po.2011.03.13>
- Czakon, W. (2012). *Sieci w zarządzaniu strategicznym*. Wolters Kluwer Polska.
- Czakon, W. (2023). *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*. Nieoczywiste.
- Czyż, T. (2009). Koncepcja aglomeracji miejskiej i obszaru metropolitalnego w polskiej geografii miast. W: W. Maik (red.), *Agglomeracje miejskie w Polsce na przełomie XX i XXI wieku: Problemy rozwoju, przekształceń strukturalnych i funkcjonowania* (15–30). Wydawnictwa Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy.
- D’Amico, G., Szopik-Decpczyńska, K., Dembińska, I., Ioppolo, G. (2021). Smart and sustainable logistics of port cities: A framework for comprehending enabling factors, domains and goals. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102801. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102801>
- Dacko-Pikiewicz, Z., Szczepańska-Woszczyna, K., Poznańska, K. (red.). (2023). *Innovation and Entrepreneurship: Theory and practice*. WSB University.
- Dameri, R. P. (2013). Searching for *Smart city* Definition: A Comprehensive Proposal. *International Journal of Computers, Technology*, 11, 2544–2551. <https://doi.org/10.24297/ijct.v11i5.1142>
- Damrongrat, B., Sararit, T., Pokharatsiri, J., Waroonkun, T., Wongkaew, W., Phunjanna, K. (2025). Digital Infrastructure and the Limits of Smart Urbanism: Evidence from a Panel Analysis and the Case of Wang Chan Valley. *Smart Cities*, 8(5), 180. <https://doi.org/10.3390/smartcities8050180>.
- Datta, A. (2015). New urban utopias of postcolonial India: ‘Entrepreneurial urbanization’ in Dholera *smart city*, Gujarat. *Dialogues in Human Geography*, 5(1), 3–22. <https://doi.org/10.1177/2043820614565748>
- Delmas, M. A., Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review*, 54(1), 64–87. <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>
- Dembińska, I. (2018a). *Infrastruktura logistyczna gospodarki w ujęciu środowiskowych uwarunkowań zrównoważonego rozwoju*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Dembińska, I., Frankowska, M., Malinowska, M., Tundys, B. (2018b). *Smart logistics: Inteligentne rozwiązania logistyczne w łańcuchach dostaw, przemyśle, obszarach miejskich oraz zarządzaniu transportem i gospodarką magazynową*. edu-Libri.
- Dembińska, I., Marzantowicz, Ł. (2022). Rezyliencja łańcuchów dostaw o obiegu zamkniętym. W: K. Nowicka (red.), *Gospodarka w obiegu zamkniętym. Część 2: Łańcuchy dostaw* (29–55). Oficyna Wydawnicza SGH.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
- DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications* (4 wyd.). SAGE Publications.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., Christian, L. M. (2014). *Internet, Phone, Mail, and Mixed-Mode Surveys: The Tailored Design Method* (4 wyd.). Wiley.
- Dohn, K., Kramarz, M., Przybylska, E. (2022). Interaction with City Logistics Stakeholders as a Factor of the Development of Polish Cities on the Way to Becoming Smart Cities. *Energies*, 15(11), 4103. <https://doi.org/10.3390/en15114103>
- Drożdż, W., Kinelski, G., Czarnecka, M., Wójcik-Jurkiewicz, M., Maroušková, A., Zych, G. (2021). Determinants of decarbonization – How to realize sustainable and low carbon cities? *Energies*, 14(9), 2640. <https://doi.org/10.3390/en14092640>

- Duit, A., Galaz, V., Eckerberg, K., Ebbesson, J. (2010). Governance, complexity, and resilience. *Global Environmental Change*, 20(3), 363–368. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.04.006>
- Dyduch, W. (2013). *Twórcza strategia organizacji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
- Dyduch, W., Bratnicki, M. (2016). Przedsiębiorczość, twórcza strategia oraz zatrzymywanie i przechwytywanie wartości jako filary sukcesu organizacji. *Zarządzanie i Finanse*, 14 (2, cz. 2), 49–61.
- Dz.U. (2015). *Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii*. Poz. 478. <https://eli.gov.pl/eli/DU/2015/478/ogl>
- Dz.U. (2017). *Ustawa z dnia 8 grudnia 2017 r. o rynku mocy*. Poz. 9. <https://eli.gov.pl/eli/DU/2018/9/ogl>
- Dz.U. (2017). *Ustawa z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim*. Poz. 730. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170000730>
- Dz.Urz. UE. (2003). *Zalecenie Komisji 2003/361/WE z dnia 6 maja 2003 r. dotyczące definicji mikro-, małych i średnich przedsiębiorstw*. L 124 z 20.05.2003.
- Dz.Urz. UE. (2019). *Dyrektywa 2019/944 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE*. L 158 z 14.06.2019.
- EC (European Commission). (2012). *Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS3)*. https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/brochure/smart_specialisation/smart_ris3_2012.pdf
- EC (European Commission), Directorate-General for Research and Innovation. (2021, January 7). *Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/industry-50-towards-more-sustainable-resilient-and-human-centric-industry-2021-01-07_en
- EC (European Commission). (2019). *The European Green Deal*. COM/2019/640 final. https://www.consilium.europa.eu/media/47573/st_15051_2019_init_en.pdf
- EC (European Commission). (2020). *A Renovation Wave for Europe – greening our buildings, creating jobs, improving lives*. COM/2020/662 final. <https://edz.bib.uni-mannheim.de/www-edz/doku/adr/2020/cdr-2020-2786-en.pdf>
- EC (European Commission). (2022a). *REPowerEU Plan*. COM/2022/230 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52022DC0230>
- EC (European Commission). (2022b). *REPowerEU Plan. Communication from the Commission*. COM/2022/230final. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- EC (European Commission). (2025). *EU Mission: Climate-Neutral and Smart Cities*. Horizon Europe Missions. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en
- EC (European Commission). (b.d.). *EU Mission: Climate-Neutral and Smart Cities*. Horizon Europe Missions. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en
- Eckerson, W. W. (2010). *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business* (2 wyd.). Wiley.

- Ejdys, J., Nazarko, J., Nazarko, Ł., Halicka, K. (2015). Foresight application for transport sector. W: M. Fiorini, J.-C. Lin (red.), *Clean mobility and intelligent transport systems* (379–402). The Institution of Engineering and Technology. https://doi.org/10.1049/PBTR001E_ch17
- Estellés-Arolas, E., González-Ladrón-de-Guevara, F. (2012). Towards an integrated crowd-sourcing definition. *Journal of Information Science*, 38(2), 189–200. <https://doi.org/10.1177/01655551512437638>
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- European Environment Agency. (2006). *Urban sprawl in Europe* (EEA Briefing No 4/2006). https://www.eea.europa.eu/publications/briefing_2006_4/file
- European Parliament and Council of the European Union. (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. Official Journal of the European Union, L. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng>
- Eurostat. (b.d.). *Glossary: Information and communication technology (ICT)*. Statistics Explained. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_\(ICT\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_(ICT))
- Farooq, M. S., Sial, M. A., Rehman, S. U. (2025). The quadruple helix of entrepreneurial emergence (QHEE) model: A next generation framework for promoting entrepreneurship in a post-disruption world after COVID-19. W: V. Andryshyn, R. E. Suphian, E. Türküz (red.), *Employment, education and entrepreneurship: Conference proceedings* (cz. 2, 440–448). Faculty of Business Economics and Entrepreneurship. <https://doi.org/10.5937/EEE25076S>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using GPower 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Fetters, M. D., Curry, L. A., Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs—principles and practices. *Health Services Research*, 48(6 cz. 2), 2134–2156. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5 wyd.). SAGE Publications.
- Filip, A. J. (2015). Miasto jako struktura sieci współzależnych. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 217.
- Flick, U. (2004). Triangulation in qualitative research. W: U. Flick, E. von Kardorff, I. Steinke (red.), *A companion to qualitative research* (178–183). SAGE Publications.
- Florida, R. (2002). *The rise of the creative class: And how it's transforming work, leisure, community and everyday life*. Basic Books.
- Florida, R. (2003). Cities and the creative class. *City, Community*, 2(1), 3–19.
- Florida, R. (2005). *Cities and the creative class*. Routledge.
- Florida, R. (2017). *The New Urban Crisis: How Our Cities Are Increasing Inequality, Deepening Segregation, and Failing the Middle Class – And What We Can Do About It*. Basic Books.
- Florida, R., Tinagli, I. (2004). *Europe in the creative age*. Demos.
- Fojud, A. (2020). *Dlaczego smart city warto tłumaczyć jako użyteczne miasto*. Smart city Forum. <https://smartcityforum.pl/artykul/dlaczego-smart-city-warto-tlumaczyc-jako-uzyteczne-miasto/>

- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Fornell, C., Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>
- Foth, M. (2017). Lessons from urban guerrilla placemaking for *smart city* commons. W: *C&T '17: Proceedings of the 8th International Conference on Communities and Technologies* (32–35). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3083671.3083707>
- Foth, M., Choi, J. H.-J., Satchell, C. (2011). Urban informatics. W: *CSCW '11: Proceedings of the ACM 2011 Conference on Computer Supported Cooperative Work* (1–8). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1958824.1958826>
- Fraundorfer, M. (2017). The role of cities in shaping transnational law in climate governance. *Global Policy*, 8(1), 23–31. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12365>
- Gassmann, O., Böhm, J., Palmié, M. (2019). *Smart Cities: Introducing Digital Innovation to Cities*. Emerald Publishing.
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W., Schot, J. W. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space*. Island Press.
- Gehl, J. (2013). *Życie między budynkami: Używanie przestrzeni publicznych* (M. A. Urbańska, tłum.). Wydawnictwo RAM.
- Gelman, A., Hill, J. (2007). *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511790942>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., Meijers, E. J. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Vienna University of Technology.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., Meijers, E. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities (final report)*. Centre of Regional Science, Vienna University of Technology. https://www.smart-cities.eu/download/smart-cities_final_report.pdf
- Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A., Nam, T. (2015). What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 20(1), 61–87. <https://doi.org/10.3233/IP-150354>
- Główny Urząd Statystyczny (GUS). (2024). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2023*. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej-2023,2,23.html?pdf=1>
- Godlewska-Majkowska, H. (red.). (2008). *Atrakcyjność inwestycyjna polskich regionów: W poszukiwaniu nowych miar*. Oficyna Wydawnicza SGH.
- Golonka, M. (2014). *Zarządzanie z przewagą sztuki. Innowacyjna strategia zarządzania w dobie kryzysu wartości*. Wolters Kluwer.

- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org/>
- Gordon, D. J. (2013). Between local innovation and global impact: Cities, networks, and the governance of climate change. *Canadian Foreign Policy Journal*, 19(3), 288–307. <https://doi.org/10.1080/11926422.2013.844186>
- Gordon, D. J., Johnson, C. A. (2018). City-networks, global climate governance, and the road to 1.5°C. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 30, 35–41.
- Gorynia, M., Jankowska, B. (2008). *Klasy i międzynarodowa konkurencyjność i internacjonalizacja przedsiębiorstwa*. Difin.
- Gorynia, M., Łażniewska, E. (red.). (2009). *Kompendium wiedzy o konkurencyjności*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Gorzela, G., Jałowiecki, B. (2000). Konkurencyjność regionów. *Studia Regionalne i Lokalne*, 1(1), 7–24.
- Gorzela, G., Smętkowski, M. (2005). *Metropolia i jej region w gospodarce informacyjnej*. Scholar.
- Gottdiener, M., Hutchison, R., Ryan, M. T. (2015). *The New Urban Sociology* (5 wyd.). Routledge.
- Gouveia, J. P., Seixas, J., Long, G. (2016). *Smart city Energy Planning: Integrating Data and Tools*. W: *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web* (11–15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2872518.2888617>
- Grimmelikhuijsen, S. G., Knies, E. (2015). Validating a Scale for Citizen Trust in Government Organizations. *International Review of Administrative Sciences*, 83(3), 583–601. <https://doi.org/10.1177/0020852315585950>
- Groves, R. M., Peytcheva, E. (2008). The impact of nonresponse rates on nonresponse bias: A meta-analysis. *Public Opinion Quarterly*, 72(2), 167–189. <https://doi.org/10.1093/poq/nfn011>
- Guest, G., MacQueen, K. M., Namey, E. E. (2012). *Applied thematic analysis*. SAGE Publications.
- GUS/Statistics Poland. (2023). *Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM) – charakterystyka jednostki (41 gmin; podział administracyjny)*.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8 wyd.). Cengage.
- Hajduk, S. (2020). *Smart city Model and Urban Spatial Management*. *Gospodarka Narodowa. The Polish Journal of Economics*, 2(302), 123–139. <https://doi.org/10.33119/GN/120626124>
- Halegoua, G. R. (2020). *Smart Cities*. The MIT Press.
- Hammad, R., Ludlow, D. (2016). Towards a smart learning environment for smart city governance. W: *Proceedings of the 9th International Conference on Utility and Cloud Computing* (185–190). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2996890.3007859>
- Harrell, F. E., Jr. (2015). *Regression modeling strategies: With applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis* (2 wyd.). Springer.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1–16. <https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257>
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2 wyd.). The Guilford Press.
- Hinkin, T. R. (1998). A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires. *Organizational Research Methods*, 1(1), 104–121. <https://doi.org/10.1177/109442819800100106>

- Holland, J. H. (1992). Complex adaptive systems. *Daedalus*, 121(1), 17–30.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real *smart city* please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Hossain, E., Perez, R., Nasiri, A., Padmanaban, S. (2018). A Comprehensive Review on Constant Power Loads Compensation Techniques. *IEEE Access*, 6, 33285–33305. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2849065>
- Hu, Y., Wang, J., (2016). Building Smart Government or Developing Industry? Study on the Designs of Local *Smart city* Pilot Projects in China. W: *Proceedings of the 17th Annual International Conference on Digital Government Research* (532–533). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2912160.2912234>
- Huber, P. J. (1967). The behavior of maximum likelihood estimates under nonstandard conditions. W: L. M. Le Cam, J. Neyman (red.), *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics* (221–233). University of California Press.
- IEA (International Energy Agency). (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- IEA (International Energy Agency). (2022a). *Cities and energy transition*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- IEA (International Energy Agency). (2022b). *World Energy Outlook 2022*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- IEA (International Energy Agency). (2024). *World Energy Outlook 2024*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- IMD World Competitiveness Center. (2025). *Smart City Index (rankings i opis metodologii)*. <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/rankings/>.
- InfoGZM. (2024). *InfoMapa – Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (populacja i powierzchnia; stan 31.12.2024 – GUS)*. <https://infogzm.metropoliagzm.pl/info-map/>
- International Renewable Energy Agency. (b.d.). *Energy transition outlook: Global outlook*. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook>
- International Telecommunication Union. (2012). *Recommendation ITU-T Y.2060: Overview of the Internet of things*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>
- International Telecommunication Union. (2016). *Recommendation ITU-T Y.4900/L.1600 (06/2016): Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals*. <https://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=12627>
- International Telecommunication Union. (2024, August). *ITU and 5G*. <https://www.itu.int/hub/2020/02/itu-and-5g/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IGES. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022a). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Chapter 6: Cities, settlements*

- and key infrastructure). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-6/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022b). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2022-mitigation-of-climate-change/2929481A59B59C57C743A79420A2F9FF>
- ISO (International Organization for Standardization). (2018). *ISO 37120:2018 Sustainable cities and communities – Indicators for city services and quality of life*. <https://cdn.standards.itech.ai/samples/68498/f4d5a199575f4f5782d4014dad38029e/ISO-37120-2018.pdf>
- ISO (International Organization for Standardization). (2019). *ISO 37122:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities*. <https://www.iso.org/standard/69050.html>
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
- Jacobs, J. (2014). *Śmierć i życie wielkich miast Ameryki* (Ł. Mojsak, tłum.). Centrum Architektury.
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011>
- Janssen, M., van der Voort, H. (2016). Adaptive governance: Towards a stable, accountable and responsive government. *Government Information Quarterly*, 33(1), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.02.003>
- Jim, C. Y., Lo, A. Y., Byrne, J. A. (2015). Charting the green and climate-adaptive city. *Landscape and Urban Planning*, 138, 51–53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.03.007>
- Johnson, G. (1988). Rethinking Incrementalism. *Strategic Management Journal*, 9(1), 75–91.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Julsrud, T. E., Krogstad, J. R. (2020). Is there enough trust for the *smart city*? Exploring acceptance for use of mobile phone data in Oslo and Tallinn. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120314. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120314>
- Jurafsky, D., Martin, J. H. (b.d.). *Speech and Language Processing (3rd ed. draft): Chapter 7 – Large Language Models*. Stanford University. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/7.pdf>
- Kaplan, S., Fisher, Y. (2021). The role of the perceived community social climate in explaining knowledge-workers staying intentions. *Cities*, 111, 103105. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103105>
- Katz, B., Bradley, J. (2013). *The Metropolitan Revolution: How Cities and Metros Are Fixing Our Broken Politics and Fragile Economy*. Brookings Institution Press.
- Kennedy, C., Pincetl, S., Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1965–1973. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022>
- Keramidas, O., Le Pennec, E., Serval, S. (2016). Caractériser l'attractivité d'un territoire, une approche par les ressources: Le cas de 5 EMN européennes nouvellement implantées dans la région de Kalouga en Russie. *Management international/International Management/Gestión Internacional*, 20, 130–142. <https://doi.org/10.7202/1063710ar>
- Kępa, M. (2015). Metodologiczne ujęcie paradygmatu jako metody badawczej na przykładzie koncepcji Thomasa Kuhna. W: Malewski H., Fiktus, P., Marszał, M. (red.), „Rodzinna Europa”. *Europejska myśl polityczno-prawna u progu XXI wieku* (361–370). E-Wydawnictwo.

- Prawnicza i Ekonomiczna Biblioteka Cyfrowa. Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego.
- Khan, K., Szopik-Decpzyńska, K., Dembińska, I., Ioppolo, G. (2022). Most relevant sustainability criteria for urban infrastructure projects – AHP analysis for the Gulf States. *Sustainability*, 14(22), Article 14717. <https://doi.org/10.3390/su142214717>
- Kinelski, G. (2019). *Competitiveness and efficiency management through cognitive technologies in digital economy: The outline of the opportunities offered by cognitive technology and the environment Industry 4.0 in the enterprises of the power engineering subsector*. Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Kinelski, G. (2020a). Gospodarka cyfrowa i jej narzędzia pomiaru efektywności przedsiębiorstw energetycznych. *Rynek Energii*, 2(147), 61–72.
- Kinelski, G. (2020b). The main factors of successful project management in the aspect of energy enterprises' efficiency in the digital economy environment. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 23(3), 5–20. <https://doi.org/10.33223/epj/126435>
- Kinelski, G. (2022a). Ewolucja koncepcji *Smart city* w aktywności zasobów miejskich – studium przypadku Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. *Przegląd Organizacji*, 2, 36–44. <https://doi.org/10.33141/po.2022.02.05>
- Kinelski, G. (2022b). *Smart city* 4.0 as a set of social synergies. *Polish Journal of Management Studies*, 26(1), 92–106. <https://doi.org/10.17512/pjms.2022.26.1.06>
- Kinelski, G. (2022c). Smart-city trends in the environment of sustainability as support for decarbonization processes. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 25(2), 109–136. <https://doi.org/10.33223/epj/149739>
- Kinelski, G. (2024). *Smart city* 4.0 development as a solution for NETZero economy. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*, (194), 159–177. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2024.194.9>
- Kinelski, G., Makiela, Z. J., Pasternak, A. (2022d). Realizacja koncepcji *Smart city* w miastach Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii na przykładzie Dąbrowy Górniczej. W: Z. J. Makiela, K. Mucha-Kuś, G. Kinelski (red.), *Koncepcja Smart city i potencjały 4T. Inteligentne zarządzanie miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii*. Akademia WSB.
- Kinelski, G., Stęchły, J., Sienicki, A., Czornik, K., Borkowski, P. (2021). Application of smart technologies in Metropolis GZM to reduce harmful emissions in district heating systems. *Energies*, 14(22), 7665. <https://doi.org/10.3390/en14227665>
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative research: Introducing focus groups. *British Medical Journal*, 311(7000), 299–302.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4 wyd.). The Guilford Press.
- Kłosiński, K. A., Masłowski, A. (2005). *Globalizacja sektora usług w Polsce*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Kolasińska-Morawska, K., Król, A., Rydzak, L. (2022). Smart Logistics – Sustainable technological innovations for the logistics industry. *Sustainability*, 14(4), 2193. <https://doi.org/10.3390/su14042193>
- Komninos, N. (2008). *Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks*. Routledge.
- Komninos, N. (2020). *Smart cities and connected intelligence: Platforms, ecosystems and network effects*. Routledge.

- Korsgaard, H., Thiel, S.-K., Thomas, V., Ertiö, T. (2018). Working Across Boundaries in *Smart city* Research. W: *dg.o ,18: Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research: Governance in the Data Age* (Art. 39, 1–10). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3209281.3209315>
- Kosiń, P., Podsiadło, J. (red.). (2019). *Wybrane problemy funkcjonowania Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii*. Akademia WSB.
- Kourtit, K., Nijkamp, P. (2018). Governance and smart cities. *Sustainability*. MDPI.
- Kramarz, M. (2021). Wsparcie logistyczne inteligentnych miast w Polsce. W: G. Sierpiński (red.), *Wyzwania stojące przed miastami przyszłości. Inteligentne miasta i mobilność przyszłości* (161–164). Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Kramarz, M. (2024a). Resilience of the city's logistics system to disruptions. W: *CLC 2024. Logistics, Distribution, Transport and Management. Carpathian Logistics Congress: Book of Abstracts* (s. 14). Tanger. <https://www.confer.cz/proceedings/clc/2024.pdf>
- Kramarz, M., Dohn, K., Przybylska, E., Jonek-Kowalska, I. (2022). *Urban Logistics in a Digital World: Smart Cities and Innovation*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-12891-2>
- Kramarz, M., Liszka, N. (2025). Resilience of the urban logistics system. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 225, 333–354. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2025.225.20>
- Kramarz, M., Przybylska, E., Dohn, K. (2024b). *Logistyka miast inteligentnych – w kierunku zrównoważonego rozwoju przepływów w systemie logistycznym miasta*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Krueger, R. A., Casey, M. A. (2015). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5 wyd.). SAGE Publications.
- Krzakiewicz, K., Cyfert, S. (2020). *Podstawy zarządzania organizacjami*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Krzakiewicz, K., Cyfert, S. (red.). (2017). *Strategiczny wymiar dynamicznych zdolności polskich przedsiębiorstw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Kudłacz, M. (2021). *Miasto-Idea. Nowe podejście do gospodarowania zasobami miasta*. CeDe-Wu.
- Kummitha, R. K. R. (2020). Smart cities and entrepreneurship. *Technological Forecasting and Social Change*, 149, 119763.
- Kummitha, R. K. R., Crutzen, N. (2017). How do we understand smart cities? An evolutionary perspective. *Cities*, 67, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.04.010>
- Latuszek-Jurczak, D. (2019). *Zaufanie w zarządzaniu organizacjami*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Lee, T. (2013). Global cities and transnational climate change networks. *Global Environmental Politics*, 13(1), 108–127. https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00156
- Lenart-Gansiniec, R. (2019). *Organizacyjne uczenie się w organizacjach publicznych. Perspektywa crowdsourcingu*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Li, K., Chen, Y., Luna-Reyes, L. F. (2017). City resilience as a framework to understand smart cities: Dimensions and measurement. W: *dg.o '17: Proceedings of the 18th Annual International Conference on Digital Government Research* (1–2). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3085228.3085249>
- Lincoln, Y. S., Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.

- Lis, M. (2021). *Kształtowanie relacji uczelni z przedsiębiorstwami w warunkach transformacji cyfrowej*. Wydawnictwo Naukowe PWN. <https://doi.org/10.53271/2021.011>
- Lis, M., Dacko-Pikiewicz, Z., Szczepańska-Woszczyna, K. (red.). (2022). *Smart cities – zarządzanie inteligentnym miastem*. Akademia WSB.
- Little, R. J. A., Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (3 wyd.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119482260>
- Lohr, S. L. (2019). *Sampling: Design and analysis* (2 wyd.). CRC Press.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137–149. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>.
- Lutek, W., Banaś, J., Pastuszak, Z. (2020). *Smart consumer: Satysfakcja konsumenta w systemie zarządzania logistyką zwrotną w gospodarce odpadami komunalnymi*. Wydawnictwo UMCS.
- Lutek, W., Banaś, J., Pastuszak, Z. (2021). *Smart company: Poziom zaawansowania przedsiębiorstwa w realizacji systemu gospodarki odpadami komunalnymi*. Wydawnictwo UMCS.
- Lutek, W., Pastuszak, Z., Banaś, J. (2019). *Smart city: Innowacyjny system zarządzania logistyką zwrotną w gospodarce komunalnej*. Wydawnictwo UMCS. https://www.biblos.pk.edu.pl/ST/2019/02/100000319750/100000319750_Lutek_SmartCity.pdf
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. The MIT Press.
- Łazniewska, E. (2019). Istota koncepcji smart city dla poznania współczesnych miast. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 48, 105–117. <https://doi.org/10.14746/rprp.2019.48.07>
- Łazniewska, E., Gorynia, M. (red.). (2012). *Konkurencyjność regionalna: koncepcje – strategie przykłady*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Maier, M. W. (1998). Architecting principles for systems-of-systems. *Systems Engineering*, 1(4), 267–284. <https://asymmetricleadership.com/wp-content/uploads/2020/04/architecting-principlesofsystemsofsystemsMAIER.pdf>
- Makiela, Z. J., Mucha-Kuś, K., Kinelski, G. (red.). (2022a). *Koncepcja Smart city i potencjały 4T. Inteligentne zarządzanie miastami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii*. Akademia WSB.
- Makiela, Z. J., Stuss, M. M., Mucha-Kuś, K., Kinelski, G., Budziński, M., Michałek, J. (2022b). Smart city 4.0: Sustainable urban development in the Metropolis GZM. *Sustainability*, 14(6), 3516. <https://doi.org/10.3390/su14063516>
- Makiela, Z., Stuss, M. M., Borowiecki, R. (red.). (2021). *Sustainability, Technology and Innovation 4.0*. Routledge.
- Markard, J., Raven, R., Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Markocka, M. (2020). Społeczności lokalne wobec idei zrównoważonego rozwoju. W: J. Łodzińska, J. Kurtyka-Chałas, A. Rozalska (red.), *Problemy społeczne w mieście: Analiza wybranych zagadnień* (259–278). Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Markowski, T. (2020). *Funkcje metropolitalne pięciu stolic województw wschodnich*. http://www.mrr.gov.pl/rozwoj/regionalny/poziom/regionalny/strategia_rozwoju_polski_wschodniej_do_2020/dokumenty/Documents/17d0ccd2c3f14e-d3893369e56d59849cMarkowski.pdf
- Markusen, A. (2006). Urban development and the politics of a creative class: Evidence from a study of artists. *Environment and Planning A*, 38(10), 1921–1940. <https://doi.org/10.1068/a38179>

- Matusik, A. (2017). Między *Smart city* a Eco-City: poszukiwania struktury idealnej. *Środowisko Mieszkaniowe*, 21, 51–60. <https://doi.org/10.4467/25438700SM.17.067.7924>
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing. <https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/climate-communications/psychology-amp-behavior/Meadows-2008.-Thinking-in-Systems.pdf>
- Meerow, S., Newell, J. P., Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Meijer, A., Rodríguez Bolívar, M. P. (2016). Governing the *smart city*: A review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392–408. <https://doi.org/10.1177/0020852314564308>
- Menard, S. (2002). *Longitudinal research* (2 wyd.). SAGE Publications.
- Michigan Association of Planning. (b.d.). *What is a Master Plan?* <https://www.planningmi.org/aw/Map/pt/sp/master-plan>
- Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej. (2022). *Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) – dokumenty i opis programu*. <https://www.kpo.gov.pl/>.
- Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. (2019). *Human Smart city: Przewodnik dla samorządów*. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju (program Human Smart Cities).
- Mishra, P., Singh, G. (2023). Energy management systems in sustainable smart cities based on the Internet of Energy: A technical review. *Energies*, 16(19), 6903. <https://doi.org/10.3390/en16196903>
- Mitić, P., Kojić, M., Hanić, A., Fedajev, A., Radulescu, M., Dembińska, I. (2025). The determinants of electric and hybrid vehicle adoption: A perspective from Serbia. *Serbian Journal of Management*, 20(1), 33–56. <https://doi.org/10.5937/sjm20-56056>
- Moch, N., Wereda, W. (2020). Smart security in the *smart city*. *Sustainability*, 12(23), 9900. <https://doi.org/10.3390/su12239900>
- Montgomery, C. (2015). *Miasto szczęśliwe: Jak zmienić nasze życie, zmieniając nasze miasta*. Wysoki Zamek.
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, 4(1), 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Morgan, D. L. (1997). *Focus groups as qualitative research* (2 wyd.). SAGE Publications.
- Morgan, D. L. (2007). Paradigms lost and pragmatism regained: Methodological implications of combining qualitative and quantitative methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 48–76. <https://doi.org/10.1177/2345678906292462>
- Moustaka, V., Maitis, A., Vakali, A., Anthopoulos, A. L. G. (2020). CityDNA Dynamics: A Model for *Smart city* Maturity and Performance Benchmarking. W: *WWW '20: Companion Proceedings of the Web Conference 2020* (829–833). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3366424.3386584>
- Mrozowska, S., Wendt, J. A., Tomaszewski, K. (2021). The challenges of Poland's energy transition. *Energies*, 14(23), 8165. <https://doi.org/10.3390/en14238165>
- Mucha-Kuś, K., Makieła, Z. J., Kinelski, G., Stuss, M. M., Raczek, M., Wrana, K., Borysiak, O. (2023). Cooperation among industry and cities as a tool for sustainable management of metropolises. *Polish Journal of Management Studies*, 28(1), 218–239. <https://doi.org/10.17512/pjms.2023.28.1.13>

- Mupfumira, P., Mutingi, M., Sony, M. (2024). *Smart city frameworks SWOT analysis: A systematic literature review*. *Frontiers in Sustainable Cities*, 6, 1449983. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1449983>
- Nam, T., Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing *smart city* with dimensions of technology, people, and institutions. W: *dg.o '11: Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times* (282–291). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., Scorrano, F. (2014). Current trends in *Smart city* initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Net ZeroCities. (2025). *112 Mission Cities striving for climate neutrality by 2030*. <https://netzerocities.eu/mission-cities/>
- Neupane, C., Wibowo, S., Grandhi, S., Deng, H. (2021). A Trust-Based Model for the Adoption of *Smart city* Technologies in Australian Regional Cities. *Sustainability*, 13, 9316. <https://doi.org/10.3390/su13169316>
- Norman, D. A., Draper, S. W. (red.). (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1). <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Ntafalias, A., Papadopoulos, G., Papadopoulos, P., Huovila, A. (2022). A Comprehensive Methodology for Assessing the Impact of *Smart city* Interventions: Evidence from Espoo Transformation Process. *Smart Cities*, 5, 90–107. <https://doi.org/10.3390/smartcities5010006>
- Nunnally, J. C., Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3 wyd.). McGraw-Hill.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2013). *OECD Guidelines on Measuring Subjective Well-being*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264191655-en>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2020). *Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation*. *OECD Urban Studies*. <https://doi.org/10.1787/d0efcbda-en>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2023). *Smart city data governance*. https://www.oecd.org/en/publications/smart-city-data-governance_e57ce301-en.html
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (b.d.). *OECD Definition of Cities and Functional Urban Areas*. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-definition-of-cities-and-functional-urban-areas.html>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (b.d.). *Strategic foresight*. <https://www.oecd.org/en/about/programmes/strategic-foresight.html>
- Olejnik, I., Stefańska, M. (2021). Dobór próby i analiza wyników w badaniach jakościowych. W: M. Rószkiewicz, K. Mazurek-Łopacińska, A. Sagan (red.), *Dobór próby we współczesnych badaniach marketingowych. Podejścia ilościowe, jakościowe i mieszane* (59–74). Uniwersytet Szczeciński.
- Olszak, E. (2010). Développement durable et attractivité des territoires dans l'Union Européenne, opposition ou convergence? *Géographie, économie, société*, 12(3), 279–305.

- Opolski, K., Modzelewski, P. (2011). *Zarządzanie jakością w usługach publicznych* (wyd. 2., zmienione). CeDeWu.
- Orazi, F., Sofritti, M. (2024). Rescaling in regional industrial policy: Evidence from the Innovation 4.0 policy in Italy. *European Planning Studies*, 32(10), 2240–2260. <https://doi.org/10.1080/09654313.2024.2304417>
- Orłowski, A. (2021). Smart Cities Concept – Readiness of City Halls as a Measure of Reaching a *Smart city* Perception. *Cybernetics and Systems*, 52(5), 313–327. <https://doi.org/10.1080/01969722.2020.1871224>
- Orłowski, A., Romanowska, P. (2019). Smart Cities Concept: Smart Mobility Indicator. *Cybernetics and Systems*, 50(2), 118–131. <https://doi.org/10.1080/01969722.2019.1565120>
- Orłowski, A., Rosińska, P. (2018). Koncepcja Smart Cities – obszar Smart Environment. W: A. Klasik, F. Kuźnik (red.), *Rozwój lokalny i regionalny. Teorie i zastosowania* (CLXXXIV, 102–118). Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN.
- Orłowski, C., Sarzyński, A., Karatzas, K., Katsifarakis, N., Nazarko, J. (2017). Adaptation of an ANN-based air quality forecasting model to a new application area. W: D. Król, N. T. Nguyen, K. Shirai (red.), *Advanced topics in intelligent information and database systems (Studies in Computational Intelligence, Vol. 710, 479–488)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56660-3_41
- Osborne, S. P. (2006). The new public governance? *Public Management Review*, 8(3), 377–387. <https://doi.org/10.1080/14719030600853022>
- Osborne, S. P. (red.). (2010). *The new public governance? Emerging perspectives on the theory and practice of public governance*. Routledge.
- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004>
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research, evaluation methods* (3 wyd.). SAGE Publications.
- Pawelczyk, M. (red.). (2018). *Współczesne problemy bezpieczeństwa energetycznego. Sektor gazu – wy i energetyczny*. Ius Publicum.
- Peck, J. (2005). Struggling with the creative class. *International Journal of Urban and Regional Research*, 29(4), 740–770.
- Pereira, G. V., Macadar M. A., Luciano E. (2018). Smart governance: A systematic review. *Government Information Quarterly*.
- Pereira, G. V., Macadar, M. A., Luciano, E. M., Testa, M. G. (2017). Delivering public value through open government data initiatives in a *Smart city* context. *Information Systems Frontiers*, 19, 213–229. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9673-7>
- Perska, A., Stefańska, M. (2024). Participatory Budget as a Form of Social Participation: The Example of Communes in Poland in 2020–2022. *Journal of Public Governance*, 68(2), 5–19.
- PilotInnCities. (2025). *Benchmarking quadruple-helix analysis of smart city innovation ecosystems*. Interreg Danube Region Programme. <https://interreg-danube.eu/storage/media/01JK6GXMZD7VMCA9Q6JA8W9CMR.pdf>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Poirot, J., Gérardin, H. (2010). L'attractivité des territoires: un concept multidimensionnel. *Mondes en développement*, 38(149), 27–41. <https://doi.org/10.3917/med.149.0027>

- Prahalad, C. K., Ramaswamy, V. (2004). Co-creating unique value with customers. *Strategy, Leadership*, 32(3), 4–9. <https://doi.org/10.1108/10878570410699249>
- Przegalińska, A., Jemielniak, D. (2023). *AI w strategii. Rewolucja sztucznej inteligencji w zarządzaniu*. MT Biznes.
- Przybylska, E., Kramarz, M., Dohn, K. (2023a). Analysis of stakeholder roles in balancing freight transport in the city logistics ecosystem. *Research in Transportation Business, Management*, 49, 101009. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.101009>
- Przybylska, E., Kramarz, M., Dohn, K. (2023b). The Role of Stakeholders in Creating Mobility in Logistics Systems of Polish Cities. *Sustainability*, 15(3), 1790. <https://doi.org/10.3390/su15031790>
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. Simon, Schuster.
- Ramaswami, A., Hillman, T., Janson, B., Reiner, M., Thomas, G. (2008). A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories. *Environmental Science, Technology*, 42(17), 6455–6461. <https://doi.org/10.1021/es702992q>
- Ricbourg, M., Fernandez, V. (2018). *Détermination des principaux indicateurs d'attractivité d'un territoire: Un enjeu fort pour les collectivités (Rapport de recherche)*. CESI.
- Roblek, V., Meško, M. (2020). *Smart city knowledge management*. ACM Digital Library. <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3396956.3398263>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31.
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Ruhlandt, R. W. S. (2018). The governance of smart cities: A systematic literature review. *Cities*, 81, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.014>
- Sadik-Khan, J., Solomonow, S. (2017). *Walka o ulice: Jak odzyskać miasto dla ludzi*. Wysoki Zamek.
- Sadowski, J., Bendor, R. (2019). Selling smartness: Corporate narratives and the *smart city* as a sociotechnical imaginary. *Science, Technology & Human Values*, 44(3), 540–563. <https://doi.org/10.1177/0162243918806061>
- Saleem, Y., Crespi, N., Rehmani, M. H., Copeland, R. (2019). Internet of Things-Aided Smart Grid: Technologies, Architectures, Applications, Prototypes, and Future Research Directions. *IEEE Access*, 7, 62962–63003. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2913984>
- Šaparnienė, D., Reinholde, I., Rinkevičienė, S. (2021). Relationship Between Citizens' Trust in Local Government and Participation in Local Governance. *Socialinių Mokslų Studijos/Societal Studies* (SciPap-01210). <https://doi.org/10.46585/sp290212>
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8 wyd.). Pearson.

- SBU (Swedish Agency for Health Technology Assessment and Assessment of Social Services). (2023). *What is an evidence gap?* <https://www.sbu.se/en/publications/nya-vkl-eng/what/>
- Schiavo, F. T. (2022). Smart Sustainable Cities: The Essentials for Managers. *Applied Sciences*, 5(3), 50.
- Sepe, M. (2023). Flexible city. W: M. Sepe (red.), *Designing Healthy and Liveable Cities: Creating Sustainable Urban Regeneration*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003098775-10>
- Sepe, M. (2025). Contemporary approaches to healthy and livable public spaces: Proximity, flexibility, and diversification. *Urban Design International*, 30, 115–129. <https://doi.org/10.1057/s41289-024-00263-2>
- Sergi, B. S., D'Aleo, V., Konecka, S., Szopik-Decpzyńska, K., Dembińska, I., Ioppolo, G. (2021). Competitiveness and the Logistics Performance Index: The ANOVA method application for Africa, Asia, and the EU regions. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102845. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102845>
- Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., Huang, L., Inaba, A., Kansal, A., Lwasa, S., Müller, D. B., Murakami, J., Nagendra, H., Ramaswami, A. (2014). Human settlements, infrastructure and spatial planning. W: O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx (red.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press.
- Sharifi, A. (2019a). A critical review of selected *smart city* assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1269–1283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172>
- Sharifi, A. (2019b). Resilient urban forms for smart cities. *Sustainability*, 11(6), 1626. <https://doi.org/10.3390/su11061626>
- Shelton, T., Zook, M., Wiig, A. (2015). The ‘actually existing *smart city*’. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 13–25. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu026>
- Sikora-Fernandez, D. (2018). Smarter cities in post-socialist country: Example of Poland. *Cities*, 78, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.011>
- Skawińska, E. (red.). (2012). *Kapitał społeczny w rozwoju regionu*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Skoczkowski, T. (2009). *Plan działań na rzecz zrównoważonego zużycia energii* [sesja konferencyjna]. VI Forum Operatorów Systemów i Odbiorców Energii i Paliw „Bezpieczeństwo energetyczne a nowe kierunki wytwarzania i wykorzystania energii w Warszawie”, Warszawa, October 16. https://infrastruktura.um.warszawa.pl/archiwum/sites/infrastruktura.um.warszawa.pl/files/plan_dzialan_na_rzecz_zrownowazonego_zuzycia_energii.pdf
- Smart city Ranking (Université de Liège). (2021, July 14). *Smart mobility*. <https://smart-city.uliege.be/en/smart-city/>
- Smętkowski, M., Gorzelak, G., Kozak, M., Olechnicka, A., Płoszaj, A., Wojnar, K. (2012). *Europejskie metropolie i ich regiony. Od krajobrazu gospodarczego do sieci metropolii*. Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Sokół, A., Mempel-Śnieżyk, A. (2022). Is creative capital a function of sustainable development: Framework development and application. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130526>
- Sovacool, B. K., Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 36(8), 5343–5355. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>

- Speck, J. (2012). *Walkable city: How downtown can save America, one step at a time*. Farrar, Straus and Giroux.
- Stawasz, D., Sikora-Fernandez, D. (2016). *Koncepcja smart city na tle procesów i uwarunkowań rozwoju współczesnych miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Stębel, M., Szafranski, A., Wojciechowski, P. (red.). (2022). *Zrównoważone miasto. Stan faktyczny i wyzwania prawne realizacji Agendy 2030*. C.H. Beck.
- Štverková, H. (2021). *Konkurenceschopný malý a strední podnik*. Key Publishing.
- Swianiewicz, P., Dziemianowicz, W. (1998). *Atrakcyjność inwestycyjna miast: Raport z badań (Transformacja Gospodarki, nr 95)*. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową.
- Szczepańska-Woszczyzna, K. (2020a). *Management Theory, Innovation, and Organisation: A Model of Managerial Competencies*. Routledge.
- Szczepańska-Woszczyzna, K., Zamasz, K., Kinelski, G. (red.). (2020b). *Innovation in Organisational Management Under Conditions of Sustainable Development*. Akademia WSB.
- Szołtysek, J. (2014). Liberating urban space as an element of the city logistics strategy. *Russian Journal of Logistics and Transport Management*, 1(1).
- Szołtysek, J. (2015). Uwarunkowania pomysłu smart city. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (2), 7–14.
- Szołtysek, J. (2016). *Logistyka miasta*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Szołtysek, J. (2017). Fair access to city space – establishing principles. W: H. Brdulak (red.), *Happy City – How to Plan and Create the Best Livable Urban Space for the People* (EcoProduction). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49899-7_219
- Szołtysek, J. (2018a). Miasto w dobie Internet of Things. W: Ł. Sułkowski, D. Kaczorowska-Spychalska (red.), *Internet of Things. Nowy paradygmat rynku*. DIFIN.
- Szołtysek, J. (2020). Przestrzeń publiczna jako katalizator rozwoju miasta. *Studia Miejskie*, 38. <https://doi.org/10.25167/sm.2220>
- Szołtysek, J. (red.). (2018b). *Jakość życia w mieście. Poglądy interdyscyplinarne*. CeDeWu.
- Szołtysek, J., Brdulak, H., Kauf, S. (2016). *Miasta dla pieszych: Idea czy rzeczywistość*. Texter.
- Szołtysek, J., Otręba, R. (2016). Determinants of quality of life in building city green mobility concept. *Transportation Research Procedia*, 16, 498–509. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.047>
- Szołtysek, J., Trzpiot, G. (2021). *Postpandemiczne miasta: zagrożenia i szanse*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
- Szołtysek, J., Trzpiot, G. (2023). *Zagrożona przyszłość miast – aspekty środowiskowe i demograficzne*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. <https://doi.org/10.22367/uekat.9788378758709>
- Szołtysek, J., Trzpiot, G. (2024). *Nowa perspektywa miasta*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Szopik-Decpzyńska, K., Dembińska, I., Barczak, A., Kędzierska-Szczepaniak, A., Szczepaniak, K., Decpzyński, R., Ioppolo, G. (2021). Does crowdsourcing as part of user-driven innovation activity affect its results? An empirical analysis of R&D departments in Poland. *Energies*, 14(18), 5809. <https://doi.org/10.3390/en14185809>
- Szpilko, D., Fernando, X., Nica, E., Budna, K., Rzepka, A., Lăzăroiu, G. (2024). Energy in smart cities: Technological trends and prospects. *Energies*, 17(24), 6439. <https://doi.org/10.3390/en17246439>
- Szromnik, A. (2011). Pozycjonowanie jako podstawa strategii marketingowej. *Economic and Regional Studies*, 4(2), 5–13.

- Szromnik, A. (2014). Marketing terytorialny a rozwój kapitału terytorialnego – ujęcie modelowe. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług*, (111), 151–165.
- Szromnik, A. (2018). Pozycjonowanie jako podstawa strategii marketingowej. *Economic and Regional Studies*, 4(2), 5–13. <https://www.ers.edu.pl/POZYCJONOWANIE-JAKO-PODSTAWA-STRATEGII-MARKETINGOWEJ%2C92773%2C0%2C1.html>
- Śliwiński, R. (2011). *Kluczowe czynniki międzynarodowej konkurencyjności przedsiębiorstw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7 wyd.). Pearson.
- Tan, F. T. C., Zhang, N., Zhu, Z., Leong, C. (2019). Toward Smart city Services in Beijing: A Case Study of Platform-Enabled Public-Private Collaboration. W: *Proceedings of the 12th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV 2019)* (513–515). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3326365.3326445>
- Tavakol, M., Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- The Open University. (b.d.). *Technology (research) push (Technology, innovation and management – section 5.3)*. OpenLearn. <https://www.open.edu/openlearn/money-business/technology-innovation-and-management/content-section-5.3>
- Tibshirani, R., Walther, G., Hastie, T. (2001). Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 63(2), 411–423. <https://doi.org/10.1111/1467-9868.00293>
- Townsend, A. M. (2013). *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. W. W. Norton.
- Trindade, E. P., Hinnig, M. P. F., da Costa, E. M., Marques, J. S., Bastos, R. C., Yigitcanlar, T. (2017). Sustainable development of smart cities: a systematic review of the literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3(3), 11. <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0063-2>
- Tundys, B., Bachanek, K. H., Puzio, E. (2022). *Smart city. Modele, generacje, pomiar i kierunki rozwoju*. edu-Libri.
- UNESCO. (b.d.). *UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. <https://www.unesco.org/>
- UNFCCC. (2014). *Handbook on Measurement, Reporting and Verification (MRV) for climate actions*. https://unfccc.int/sites/default/files/part2_ii_practical_guide_to_mrv.pdf
- UN-Habitat. (2017). *Trends in Urban Resilience 2017*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/trends-in-urban-resilience-2017>
- UN-Habitat. (2022a). *Urban Recovery Framework*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/urban-recovery-framework>
- UN-Habitat. (2022b). *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1)*. <https://digitallibrary.un.org/record/3923923?ln=en>
- United Nations. (2016). *New Urban Agenda (A/RES/71/256)*. <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>
- Van Dijck, J., Poell, T., de Waal, M. (2018). *The Platform Society: Public Values in a Connective World*. Oxford University Press.

- Vanolo, A. (2014). Smartmentality: The *smart city* as disciplinary strategy. *Urban Studies*, 51(5), 883–898. <https://doi.org/10.1177/0042098013494427>
- Vasudavan, H., Balakrishnan, S. (2019). *The Taxonomy of Smart city Core Factors*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3377170.3377282>
- Verebes, T. (red.). (2014). *Masterplanning the Adaptive City: Computational Urbanism in the Twenty-First Century*. Routledge.
- Vidiasova, L., Vidiassov, E. (2018). Towards a Framework for *Smart city* Model Based on Adaptive Capacity. W: *Proceedings of the 11th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV '18)* (667–669). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3209415.3209426>
- Wahyuddin, Y. (2018). *Governing the smart city: How Lyon Metropolis managed to steer a heterogeneous ensemble of public and private actors towards sustainable climate-energy policies* [sesja konferencyjna]. International conference : Making the *smart city* safe for citizens: The case of smart energy and mobility, Nov 2018, Herleen, Netherlands.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>
- Waller, S., Hosking, I., Clarkson, J., Coleman, R. (2015, March 19). *What is inclusive design? (Inclusive Design Toolkit)*. University of Cambridge Engineering Design Centre. <https://www.searchadvertising.it/wp-content/uploads/2016/02/inclusive-design.pdf>
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations*. SAGE Publications.
- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817–838. <https://doi.org/10.2307/1912934>
- Whitehead, M. (2013). Neoliberal Urban Environmentalism and the Adaptive City: Towards a Critical Urban Theory and Climate Change. *Urban Studies*, 50(7), 1348–1367. <https://doi.org/10.1177/0042098013480965>
- Wierzbińska, I. (2006). Atrakcyjność inwestycyjna regionu na przykładzie regionu świętokrzyskiego – jego regionalne i lokalne szanse i bariery rozwoju. W: A. Olesiński, A. Predygiel (red.), *Konkurencyjność regionu: Główna przemysłowa w regionie (Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae, r. 10, nr 1)*. Akademia Świętokrzyska w Kielcach.
- Winkowska, J. (2021). Koncepcje zarządzania rozwojem miast w świetle idei *smart city*. *Akademia Zarządzania (Academy of Management)*, 5(4), 92–108. <https://open.icm.edu.pl/items/57dca157-c3ed-4078-97f1-50b78c63ea38>
- Winkowska, J., Nazarko, J. (2019). *Foresight w kreowaniu inteligentnych miast* [sesja konferencyjna]. InnoTech Expo: *Smart city* Summit, Kielce, June 5–6.
- World Bank. (2017a). *Resilient Cities (Results Brief)*. <https://www.worldbank.org/en/results/2017/12/01/resilient-cities>
- World Bank. (2017b). *The CityStrength Diagnostic: Promoting Urban Resilience*. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/citystrength>
- World Economic Forum. (2023). *The Global Risks Report 2023 (18th Edition)*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf
- Xiong, Z., Zheng, Y., Li, C. (2014). Data Vitalization's Perspective Towards *Smart city*: A Reference Model for Data Service Oriented Architecture. W: *2014 14th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing* (865–874). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ccgrid.2014.74>

- Yigitcanlar, T. (2020). How Are *Smart city* Concepts and Technologies Perceived and Utilized? A Systematic Geo-Twitter Analysis of Smart Cities in Australia. *Journal of Urban Technology*, 28(1–2), 1–20. <https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1753483>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Buys, L., Ioppolo, G., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., Yun, J. J. (2018). Understanding “smart cities”: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities*, 81, 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.003>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman M., Foth M. i in. (2020a). Smart cities and sustainability. *Sustainability*.
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., Ioppolo, G. (2020b). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 45, 348–365. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6 wyd.). SAGE Publications.
- Zakrzewska-Półtorak, A., Pluta, A. (2023). Zmiany w zakresie atrakcyjności nieruchomości mieszkaniowych w polskich miastach w latach 2010–2020, ze szczególnym uwzględnieniem dostępności. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 67(3), 164–176. <https://doi.org/10.15611/pn.2023.3.15>
- Zang, L., Yu, Y., Xue, L., Li, Y., Ding, Y., Tao, X. (2017). Improved dynamic remote data auditing protocol for *smart city* security. *Personal and Ubiquitous Computing*, 21, 911–921. Springer. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1052-y>
- Zastawnik-Perkosz, M. A. (2020). *Smart city* – korzyści i zagrożenia. *Środowisko Mieszkaniowe*, 31, 93–99. <https://doi.org/10.4467/25438700SM.20.011.12690>
- Zhao, X., Chen, Y., Luna-Reyes, L. F. (2016). Smart Cities and City Resilience: Building Capabilities for Emergency Management. W: *dg.o '16: Proceedings of the 17th Annual International Conference on Digital Government Research* (518–519). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2912160.2912228>
- Zygiaris, S. (2012). *Smart city* Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of *Smart city* Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 217–231. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4>
- Żywiołek, J. (2020). *Zarządzanie zasobami informacji i wiedzy jako determinanta bezpieczeństwa przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.

SPIS TABEL

Tabela 1.	Modele helisy w ekosystemie <i>smart city</i> – aktorzy, mechanizmy współzarządzania i konsekwencje dla kapitałów niematerialnych	30
Tabela 2.	Model potrójnej helisy – dynamika i role	32
Tabela 3.	Porównanie modeli potrójnej i poczwórnej helisy z charakterystykami	33
Tabela 4.	Model ANP – wskaźnik oceny interakcji w <i>smart city</i>	36
Tabela 5.	Nurty interpretacyjne <i>smart city</i> a logika współzarządzania publicznego	42
Tabela 6.	Dominujące nurty konceptualizacji <i>smart city</i> – założenia, mocne strony i ograniczenia	51
Tabela 7.	Wybrane modele i ramy <i>smart city</i> (2008–2024) – zestawienie porządkujące	53
Tabela 8.	Porównanie wiodących modeli <i>smart city</i> oraz relacji do modelu 4T+	54
Tabela 9.	Implikacje zarządcze i konsekwencje dla <i>public governance</i> – ewolucja roli miast na przełomie wieków XX i XXI	57
Tabela 10.	Miasto inteligentne (<i>smart city</i>) a miasto adaptacyjne (<i>adaptive city</i>) – porównanie podejść w logice współzarządzania	65
Tabela 11.	Kluczowe kompetencje zarządzania elastycznego w mieście	66
Tabela 12.	<i>Smart city</i> jako kategoria analityczna w naukach o zarządzaniu – wybrane wymiary	71
Tabela 13.	Kapitały niematerialne w <i>smart city</i> – definicje operacyjne, wskaźniki i instrumenty wzmacniania w logice współzarządzania	73
Tabela 14.	Modele 3T, 4T i 4T+ – porównanie kapitałów oraz implikacji dla <i>public governance</i>	97
Tabela 15.	Kryteria oceny modeli „T” z perspektywy nauk o zarządzaniu i <i>public governance</i>	98
Tabela 16.	Mapowanie hipotez badawczych na konstrukty, operacjonalizację i metody weryfikacji	106
Tabela 17.	Rygor badawczy: procedury zapewnienia jakości danych i standardy raportowania	112
Tabela 18.	Wyróżnione segmenty, bloki i treść opinii zamieszczonych w kwestionariuszu ankiety	127

Tabela 19.	Operacjonalizacja konstruktów SEM	147
Tabela 20.	Wiedza mieszkańców na temat istnienia/wdrażania inteligentnych technologii	153
Tabela 21.	Związki pomiędzy kapitałami – analiza korelacji	154
Tabela 22.	Kapitał 4T a pozostałe formy miasta	155
Tabela 23.	Wpływ oceny kapitałów i transformacji energetycznej na wymiary miasta – skrócona tabela z wynikami	156
Tabela 24.	Wskaźniki rzetelności (α Cronbacha) i adekwatności próby (KMO) dla zmiennych Y oraz x_1 – x_6	157
Tabela 25.	Wpływ postrzeganego zaangażowania miasta w transformację energetyczno-klimatyczną (zmienna x_5 , oznaczana też jako + w modelu koncepcyjnym)	161
Tabela 26.	ANOVA dla modelu regresji wprowadzającej ($x_5 \rightarrow Y$)	161
Tabela 27.	Współczynniki regresji dla modelu wprowadzającej ($x_5 \rightarrow Y$)	161
Tabela 28.	Wyniki analizy mediacji (model z mediatorem x_5)	162
Tabela 29.	Wyniki analizy mediacji (model z mediatorem x_6)	162
Tabela 30.	Macierz wyników testów Kaisera-Meyera-Olkina i Bartletta	164
Tabela 31.	Macierz wyników całkowitej wyjaśnionej wariancji	164
Tabela 32.	Ostateczne centra skupień: profile postaw respondentów – segmentacja metodą k -średnich	165
Tabela 33.	Jednoczynnikowa analiza ANOVA: istotność różnic między profilami postaw	167
Tabela 34.	Liczebność profili postaw i udział procentowy w próbie <i>complete-case</i> . Zmienne demograficzne osób w poszczególnych profilach	169
Tabela 35.	Wyniki oceny postrzegania i zaangażowania w ochronę środowiska oraz transformację	170
Tabela 36.	Wyniki oceny kapitałów w zależności od oceny poziomu transformacji energetycznej	171
Tabela 37.	Matryca mechanizmów (FGI): 4T+ $\times$ mechanizm $\times$ bariera $\times$ warunek brzegowy (<i>joint display</i> QUAN+QUAL)	179
Tabela 38.	Matryca logiczna badań: luka (LB) $\rightarrow$ PB/H $\rightarrow$ metody $\rightarrow$ dowody (tabele/rysunki) i komponent FGI	183
Tabela 39.	Hipotezy (H1–H7) i techniki weryfikacji – ujęcie tabelaryczne	184
Tabela 40.	Rozszerzona matryca mechanizmów (ankiety+FGI): mapowanie na 4T+ oraz implikacje <i>governance</i> /KPI (<i>joint display</i> QUAN+QUAL)	186
Tabela 41.	Zestawienie podstawowych statystyk opisowych	191
Tabela 42.	Ocena rzetelności i trafności konwergencyjnej	192
Tabela 43.	Model strukturalny – współczynniki ścieżek H1–H7 (z kontrolą DEM dla H7)	193
Tabela 44.	Zestawienie ścieżek testu mediacji dla H3	195
Tabela 45.	Zestawienie predyktorów wpływu kapitałów 4T na dekarbonizację ...	195
Tabela 46.	Synteza wyników badań	205
Tabela 47.	Synteza wkładu zarządczego modelu 4T+ – przełożenie na pomiar (KPI)	206
Tabela 48.	Pakiety wdrożeniowe i KPI dla operacjonalizacji modelu 4T+	215

Tabela 49.	Mapa dowodowa: wynik empiryczny → mechanizm (FGI) → rekomendacja → KPI (model 4T+)	217
Tabela 50.	Implikacje zarządcze i konsekwencje dla <i>governance</i> – synteza ustaleń rozdziałów 1–5	235
Tabela 51.	Struktura próby badawczej według płci ($N = 1000$)	266
Tabela 52.	Deklarowana znajomość wybranych rozwiązań <i>smart city</i> (tak/nie/nie wiem) ($N = 1000$)	269
Tabela 53.	Dominująca kategoria respondentów deklarujących znajomość monitoringu miejskiego (płeć, wiek, wykształcenie) ($N = 1000$)	270
Tabela 54.	Dominujący udział w kategorii respondentów deklarujących znajomość monitoringu miejskiego (płeć, wiek, wykształcenie) ($N = 1000$)	271
Tabela 55.	Ocena wybranych e-usług i rozwiązań <i>smart</i> w mieście: na skutek wdrożenia technologii, średnie wartości odpowiedzi i pozostałe dane ($N = 1000$)	273
Tabela 56.	Oceny wybranych rozwiązań <i>smart</i> według poziomu wykształcenia: rozkład wskazań ($N = 1000$)	275
Tabela 57.	Oceny wybranych rozwiązań <i>smart</i> według płci: rozkład wskazań ($N = 1000$)	276
Tabela 58.	Oceny wybranych rozwiązań <i>smart</i> według wieku: rozkład wskazań ($N = 1000$)	277
Tabela 59.	Statystyki opisowe pozycji kapitału talentu ($N = 1000$)	280
Tabela 60.	Statystyki opisowe pozycji kapitału talentu – demografia ($N = 1000$)	280
Tabela 61.	Oceny wybranych rozwiązań <i>smart</i> według wieku: rozkład wskazań ($N = 1000$)	282
Tabela 62.	Oceny wybranych rozwiązań <i>smart</i> według wykształcenia: rozkład wskazań ($N = 1000$)	283
Tabela 63.	Statystyki opisowe: współfinansowanie inicjatyw społecznych ($N = 1000$)	284
Tabela 64.	Oceny wybranych stwierdzeń według płci: średnie i rozkłady odpowiedzi ($N = 1000$)	285
Tabela 65.	Oceny wybranych stwierdzeń według wieku: średnie i rozkłady odpowiedzi ($N = 1000$)	287
Tabela 66.	Oceny wybranych stwierdzeń według wykształcenia: średnie i rozkłady odpowiedzi ($N = 1000$)	289
Tabela 67.	Ocena postaw inkluzywnych w mieście: średnia dla stwierdzenia o wielowyznaniowości ($N = 1000$)	290
Tabela 68.	Ocena postaw inkluzywnych według wykształcenia: rozkład odpowiedzi ($N = 1000$)	291
Tabela 69.	Ocena postaw inkluzywnych według wieku: rozkład odpowiedzi ($N = 1000$)	293
Tabela 70.	Ocena postaw inkluzywnych według płci: rozkład odpowiedzi ($N = 1000$)	295
Tabela 71.	Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej ($N = 1000$)	297

Tabela 72.	Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg płci ($N = 1000$)	297
Tabela 73.	Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg wieku	298
Tabela 74.	Statystyki opisowe: dbałość miasta o wzrost tolerancji społecznej wg wykształcenia	299
Tabela 75.	Struktura wyników oceny skuteczności wdrażania nowoczesnych technologii ($N = 1000$)	300
Tabela 76.	Struktura segmentów opinii według płci respondentów	301
Tabela 77.	Struktura segmentów według wieku respondentów ($N = 1000$)	302
Tabela 78.	Struktura segmentów według wykształcenia respondentów ($N = 1000$)	304
Tabela 79.	Statystyki opisowe: elektroniczny system biletów w komunikacji miejskiej ($N = 1000$)	305
Tabela 80.	Zróznicowanie ocen według płci: wybrane wskaźniki rozwiązań smart ($N = 100$)	306
Tabela 81.	Zróznicowanie ocen według wieku: wybrane wskaźniki rozwiązań smart ($N = 100$)	308
Tabela 82.	Zróznicowanie ocen według wykształcenia: wybrane wskaźniki rozwiązań smart ($N = 1000$)	310
Tabela 83.	Macierz rotowanych składowych wg analizy czynnikowej dla każdej pozycji kwestionariusza	312
Tabela 84.	Struktura próby według płci ($N = 152$)	314
Tabela 85.	Struktura próby według wieku ($N = 152$)	314
Tabela 86.	Struktura próby według wykształcenia ($N = 152$)	315
Tabela 87.	<i>Screener</i> rekrutacyjny (FGI): pytania i kryteria doboru/segmentacji respondentów	317
Tabela 88.	Klucz indeksów 4T+ i zestaw zmiennych kontrolnych (operacjonalizacja do analiz)	318
Tabela 89.	Mapa dowodowa rozdziału 4: PB/H → metoda → gdzie jest odpowiedź (tabele/rysunki)	320
Tabela 90.	Miary dopasowania globalnego modelu CB-SEM	322
Tabela 91.	Operacjonalizacja wskaźników i kodowanie	323
Tabela 92.	Rzetelność i trafność zbieżna konstruktów (α , CR, AVE)	324
Tabela 93.	Macierz Fornell-Larcker ($\sqrt{\text{AVE}}$ na przekątnej)	325
Tabela 94.	Macierz HTMT	327
Tabela 95.	Współczynniki ścieżek (β), istotność i R^2 – modele H1, H2, H4	328
Tabela 96.	Efekty mediacji (H3) – estymaty, istotność i CI95%	329
Tabela 97.	Wpływ kapitałów T1–T4 na skuteczność dekarbonizacji (H5)	330
Tabela 98.	Wyniki modeli H6 oraz PB4 (współczynniki β , istotność i R^2)	331
Tabela 99.	Konstrukty syntetyczne – operacjonalizacja i statystyki w próbie ($N = 1000$)	332
Tabela 100.	Statystyki opisowe – model TRU (skala surowa, przed standaryzacją)	335
Tabela 101.	Parametry H7 (M1–M3 → TRU) – β stand., SE(HC3), t i p	335
Tabela 102.	Statystyki opisowe – model SEC (skala surowa, przed standaryzacją)	336

Tabela 103. Parametry H7 (M1–M3 → SEC) – β <i>stand.</i> , SE(HC3), <i>t</i> i <i>p</i>	336
Tabela 104. Statystyki opisowe – model EFF (skala surowa, przed standaryzacją)	337
Tabela 105. Parametry H7 (M1–M3 → EFF) – β <i>stand.</i> , SE(HC3), <i>t</i> i <i>p</i>	337
Tabela 106. Statystyki opisowe – model ACC (skala surowa, przed standaryzacją)	338
Tabela 107. Parametry H7 (M1–M3 → ACC) – β <i>stand.</i> , SE(HC3), <i>t</i> i <i>p</i>	338
Tabela 108. Statystyki opisowe – model RES (skala surowa, przed standaryzacją)	339
Tabela 109. Parametry H7 (M1–M3 → RES) – β <i>stand.</i> , SE(HC3), <i>t</i> i <i>p</i>	339
Tabela 110. Zestawienie zbiorcze parametrów H7 (DEM → TRU/SEC/EFF/ACC/ RES)	340

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1.	Ewolucja koncepcji <i>smart city</i> : <i>smart city</i> → <i>smart city</i> 4.0	23
Rysunek 2.	Model zarządzania transformacją klimatyczno-energetyczną miasta inteligentnego 4.0	64
Rysunek 3.	Portfel inicjatyw dekarbonizacji w mieście/metropolii: szybkie efekty vs. inwestycje strategiczne	67
Rysunek 4.	Architektura <i>smart city</i> 4.0 wspierająca zarządzanie transformacją klimatyczno-energetyczną (dane → analityka → decyzje → wdrożenia; MRV/PDCA)	78
Rysunek 5.	Mapa interesariuszy i podział ról w programie Net Zero City (koordynacja wielopodmiotowa)	81
Rysunek 6.	Priorytetyzacja portfela dekarbonizacji: kryteria wielokryterialne (MCDA), analiza kosztów-korzyści (CBA) i iteracyjne MRV/PDCA	83
Rysunek 7.	Łańcuch wartości danych dla zarządzania energią i emisjami	85
Rysunek 8.	Model dojrzałości transformacji inteligentnego miasta → neutralność klimatyczna	86
Rysunek 9.	Pętla zarządzania PDCA dla programu dekarbonizacji (operacjonalizacja KPI)	88
Rysunek 10.	Proces wnioskowania	92
Rysunek 11.	Logika konstrukcyjna autorskiego modelu 4T (rozszerzonego)	100
Rysunek 12.	Projekt badania i logika weryfikacji modelu 4T+ (od teorii do wyników)	110
Rysunek 13.	Mapa hipotez badawczych i technik analitycznych (schemat weryfikacji)	119
Rysunek 14.	Operacjonalizacja zmiennych i konstrukcja indeksów modelu 4T+ (procedura agregacji)	140
Rysunek 15.	Triangulacja wyników i translacja na rekomendacje zarządcze w logice PDCA	180
Rysunek 16.	Mapa logiki analizy segmentowej i wnioskowania w modelu 4T+	181
Rysunek 17.	Struktura modelu kapitałów 4T+	199
Rysunek 18.	Charakter relacji pomiędzy kapitałami w modelu 4T+	200
Rysunek 19.	Pozycja bezpieczeństwa energetycznego w modelu 4T+	202

Rysunek 20. Mechanizm systemowy modelu 4T+: 4T → zaufanie (TRU) i bezpieczeństwo energetyczne (SEC) (operacjonalizacja komponentu „+”) → akceptacja → stabilność wdrożeń → rezyliencja (status dowodowy relacji)	208
Rysunek 21. Architektura wdrożeniowa modelu 4T+: pakiety działań, KPI (<i>delivery – outcome – impact</i>) oraz cykl PDCA	220
Rysunek 22. Agenda badań dalszych (0–36 miesięcy) dla modelu 4T+: WP1 – panel 3-letni, WP2 – triangulacja (percepcje + dane obiektywne), WP3 – replikacja między metropoliami, WP4 – walidacja aplikacyjna	224

SŁOWNIK POJĘĆ

15-minutowe miasto – koncepcja urbanistyczna zakładająca, że wszystkie kluczowe usługi i aktywności dnia codziennego są dostępne w promieniu ok. 15 minut pieszo lub rowerem, co wspiera zrównoważoną mobilność, odporność i jakość życia (Moreno i in., 2021).

4T+ – rozszerzenie modelu 4T o komponent „+” odnoszący się do rezyliencji systemu miejskiego. Rezyliencję operacjonalizuje się poprzez wskaźniki bezpieczeństwa (w tym energetycznego) oraz analizę mechanizmów akceptacji i zaufania.

5G (IMT-2020) – piąta generacja systemów łączności ruchomej; w nomenklaturze ITU (2024) standardy 5G określane są jako IMT-2020 i obejmują specyfikacje interfejsów radiowych oraz wymagania dla usług o wysokiej przepustowości i niskich opóźnieniach.

Adaptive capacity – zdolność adaptacji instytucji i mieszkańców.

Adaptive city (miasto adaptacyjne) – koncepcja miasta rozwijającego zdolność adaptacji (*adaptive capacity*) do presji i niepewności (np. klimatycznych) poprzez elastyczne polityki, uczenie się i rekonfigurację praktyk zarządzania (Whitehead, 2013). Oznacza miasto zdolne do ciągłego dostosowywania się do zmieniających się warunków, takich jak zmiany klimatyczne, wstrząsy społeczno-ekonomiczne czy postęp technologiczny.

Adaptive governance – podejście do zarządzania ukierunkowane na zdolność adaptacji systemu społeczno-ekologicznego poprzez uczenie się, współpracę wielu interesariuszy, elastyczność reguł i sprzężenia zwrotne (Folke i in., 2005).

Agenda 2030 – globalne ramy zrównoważonego rozwoju ONZ na lata 2016–2030 obejmujące SDGs i mierniki ich realizacji (United Nations, 2015).

AI (system sztucznej inteligencji) – system maszynowy zaprojektowany do działania z różnym poziomem autonomii, który na podstawie wejść generuje wyniki (np. predykcje, rekomendacje, decyzje) mogące wpływać na środowiska fizyczne lub wirtualne (Rozporządzenie UE 2024/1689, art. 3).

AIC/BIC – kryteria informacyjne do porównań modeli (niższe = lepsze, przy tej samej próbie).

Akceptacja społeczna (ACC) – mechanizm społeczny warunkujący legitymizację i trwałość wdrożeń (w tym kosztów transformacji energetyczno-klimatycznej) oraz gotowość do współpracy z miastem.

Average variance extracted (AVE) – miara trafności konwergencyjnej określająca średni udział wariancji wskaźników wyjaśniany przez konstrukt latentny w relacji do wariancji błędu pomiaru (Fornell, Larcker, 1981).

Badanie longitudinalne – projekt badawczy polegający na powtarzanych pomiarach tych samych zmiennych w czasie (np. panel) (Menard, 2002).

Benchmarking – proces mierzenia i porównywania produktów, usług i procesów z organizacjami uznawanymi za liderów (*best-in-class*) w celu identyfikacji luk i wdrażania usprawnień. Definicja wg ASQ.

Beta (β) – standaryzowany współczynnik regresji.

Bezpieczeństwo (SEC) – wymiar operacyjny rezyliencji odzwierciedlający poziom ryzyka i stabilności funkcjonowania systemu miejskiego (np. ciągłość usług, bezpieczeństwo energetyczne, cyberbezpieczeństwo, prywatność).

Bezpieczeństwo energetyczne – zdolność do zapewnienia ciągłości, dostępności i przystępności energii.

Bezpieczeństwo mieszkańców – stan ograniczający ryzyka dla życia, zdrowia i jakości życia.

Błędy standardowe heteroskedastyczno-odporne (robust SE) – estymatory wariancji/kowariancji parametrów niewrażliwe na naruszenie założenia homoskedastyczności, pozwalające na bardziej wiarygodne wnioskowanie przy zróżnicowanej wariancji składnika losowego (White, 1980).

BMS (*building management system*) – system zarządzania budynkiem integrujący automatykę (HVAC, oświetlenie, bezpieczeństwo) w celu poprawy efektywności energetycznej i komfortu (European Commission, 2020).

Bonding (kapitał wiążący) – relacje wewnątrz względnie jednorodnych grup, wzmacniające solidarność i wzajemne wsparcie (Putnam, 2000).

Bridging (kapitał pomostowy) – relacje i sieci łączące różne grupy społeczne, sprzyjające dostępowi do nowych informacji i zasobów (Putnam, 2000).

CAPEX (*capital expenditures*) – nakłady inwestycyjne.

CAS (*complex adaptive system*) – złożony system adaptacyjny: układ wielu współzależnych elementów/aktorów, którego lokalne interakcje generują zjawiska emergentne i adaptację w warunkach nieliniowości oraz braku centralnego sterowania (Holland, 1992).

CAWI (*computer-assisted web interviewing*) – technika badań ankietowych realizowanych online, w której respondent samodzielnie wypełnia kwestionariusz w przeglądarce internetowej (Dillman, Smyth, Christian, 2014).

CBA (*cost-benefit analysis*) – analiza kosztów i korzyści w ujęciu ekonomicznym. Oba podejścia są komplementarne w ocenie projektów publicznych i infrastrukturalnych (Belton, Stewart, 2002; Boardman i in., 2018).

CFI (*comparative fit index*) – indeks dopasowania w SEM (porównanie do modelu niezależnego).

CFI/TLI – wskaźniki dopasowania inkrementalnego: CFI (*comparative fit index*) i TLI (indeks Tuckera-Lewisa) porównują dopasowanie modelu hipotezowanego do modelu niezależności; wartości bliższe 1 wskazują na lepsze dopasowanie (Kline, 2016).

Co-creation (współtworzenie; *co-created*) – proces wspólnego projektowania rozwiązań i/lub współtworzenia wartości przez organizacje oraz użytkowników/interesariuszy (Prahalad, Ramaswamy, 2004).

Collaborative governance – współpraca podmiotów publicznych i niepublicznych w podejmowaniu decyzji.

Common method bias – zniekształcenie wyników wynikające ze wspólnej metody pomiaru (np. jeden kwestionariusz, to samo źródło danych), które może sztucznie zawyżać korelacje (Podsakoff i in., 2003).

Complex adaptive system (CAS) – złożony system adaptacyjny: układ wielu współzależnych elementów/aktorów, którego lokalne interakcje generują zjawiska emergentne i adaptację w warunkach nieliniowości oraz braku centralnego sterowania (Holland, 1992).

Composite reliability (CR) – miara rzetelności konstruktu latentnego oparta na ładunkach czynnikowych, wskazująca, jaka część wariancji wskaźników jest wyjaśniana przez konstrukt (Fornell, Larcker, 1981).

Computational urbanism (urbanistyka komputacyjna) – nowoczesne podejście do planowania i projektowania miast, które wykorzystuje zaawansowane technologie komputerowe, algorytmy, analizę danych (*big data*) oraz modelowanie parametryczne do kształtowania przestrzeni miejskiej.

Content validity (trafność treściowa) – stopień, w jakim zestaw pozycji/pytań skali jest reprezentatywny dla domeny danego konstruktu i adekwatnie pokrywa jego treść; zwykle oceniany ekspercko na etapie konstrukcji narzędzia (Hinkin, 1998).

Creative capital (kapitał kreatywny) – zasób wynikający z koncentracji talentów i „klasy kreatywnej”, przekładający się na innowacyjność i przewagi rozwojowe miast (Florida, 2002).

Crowdsourcing – pozyskiwanie pomysłów, wiedzy lub rozwiązań od szerokiej społeczności (tłumu), zwykle za pośrednictwem platform cyfrowych (Lenart-Gansiniec, 2019). Partycypacyjna aktywność online, w której osoba/instytucja/organizacja lub firma kieruje do zróżnicowanej „tłumu” elastyczne, otwarte zaproszenie do dobrowolnego wykonania zadania; uczestnicy wnoszą m.in. pracę, wiedzę, doświadczenie lub środki, a korzyści odnoszą obie strony (uczestnik zaspokaja określone potrzeby, a inicjator wykorzystuje wkład na swoją korzyść) (Estelles-Arolas, 2012).

Cyberbezpieczeństwo – ochrona systemów i danych miejskich.

Cyfryzacja usług publicznych – przenoszenie procesów i usług do kanałów cyfrowych, w tym wykorzystanie danych operacyjnych.

Dashboard (tablica zarządcza) – zestaw kluczowych wskaźników (KPI) prezentowanych syntetycznie, wspierający monitorowanie realizacji celów i sterowanie działaniami (Eckerson, 2010).

Data-driven governance – zarządzanie oparte na systematycznym wykorzystaniu danych i analityki do projektowania, wdrażania i korygowania instrumentów polityki publicznej (Janssen i van der Voort, 2016).

Datafikacja – proces przekształcania zjawisk/aktywności w dane, które mogą być agregowane, analizowane i wykorzystywane do decyzji oraz sterowania (Townsend, 2013).

Deficyt dowodów (*evidence gap*) – sytuacja, w której dostępne badania są zbyt nieliczne, zbyt małe, niskiej jakości lub dają sprzeczne wyniki, przez co nie pozwalają wiarygodnie ocenić efektu lub zależności. Ujęcie wg SBU (2023).

Dekarbonizacja – proces redukcji emisji gazów cieplarnianych (zwłaszcza CO₂) poprzez odchodzenie od paliw kopalnych i zwiększanie udziału OZE oraz efektywności energetycznej (IPCC, 2022b).

Delta R^2 (ΔR^2) – przyrost wyjaśnianej wariancji.

DEM – wektor zmiennych demograficznych (np. płeć, wiek, wykształcenie) wprowadzanych do modelu jako zmienne kontrolne w celu „oczyszczenia” estymowanych relacji głównych z wpływu cech respondenta (Kline, 2016).

Dobór próby – sposób wyboru respondentów/jednostek do badania.

Dobrostan (*well-being*) – subiektywny i obiektywny wymiar jakości życia, obejmujący m.in. satysfakcję z życia, dobrostan psychiczny oraz warunki życia; w badaniach społecznych operacjonalizowany zgodnie z zaleceniami OECD (OECD, 2013).

Dryf strategiczny (*strategic drift*) – stopniowa utrata dopasowania strategii do zmian otoczenia wskutek inercji i dominacji korekt inkrementalnych (Johnson, 1988).

DSR (*demand side response*) – mechanizmy elastyczności popytu polegające na czasowej zmianie zużycia energii przez odbiorców w odpowiedzi na sygnały cenowe lub polecenia operatora (Saleem i in., 2018).

Efektywność dekarbonizacji (EFF) – ocena skuteczności i sprawności realizacji celów dekarbonizacji (koszt, tempo, rezultaty) w percepcji mieszkańców.

Energy security – zapewnienie ciągłości i przystępności energii.

Energy Security Index (ESI) – syntetyczny indeks agregujący wymiary bezpieczeństwa energetycznego (np. dostępność, przystępność cenowa, niezawodność, ryzyko i zrównoważenie) (Sovacool, Mukherjee, 2011).

Estymator typu *sandwich* – rodzina estymatorów macierzy wariancji-kowariancji parametrów opartych na postaci „chleba” (macierzy informacyjnej) i „nadzienia” (macierzy wariancji reszt), stosowana do uzyskania robust SE (Huber, 1967; White, 1980).

Falsyfikowalność – możliwość empirycznego obalenia hipotezy.

FGI (*focus group interview*) – zogniskowany wywiad grupowy: jakościowa technika badawcza oparta na moderowanej dyskusji uczestników (Krueger, Casey, 2015).

Flexible city – ujęcie miasta, w którym planowanie i zarządzanie mają charakter elastyczny (*flexible*), tj. dopuszczają modyfikacje rozwiązań w trakcie wdrażania oraz szybkie dostosowania do zmian otoczenia i potrzeb interesariuszy (Sepe, 2023).

Fraktalne ekosystemy innowacji – wielopoziomowe układy sieci i klastrów wiedzy, w których podobne wzorce współtworzenia i współkonkurencji powtarzają się na różnych skalach (logika fraktala). Koncepcja w ramach Mode 3/Quadruple Helix wg Carayannis i Campbell (2009).

Framework – rama analityczna/koncepcyjna porządkująca elementy zjawiska i relacje między nimi (np. *smart city*), ułatwiająca operacjonalizację i pomiar (Mupfumira i in., 2024).

Gospodarka cyrkularna (GOZ) – model gospodarki ukierunkowany na zamykanie obiegów zasobów (redukcja, ponowne użycie, naprawa, recykling) i minimalizację odpadów (Szołtysek, Trzpiot, 2023).

Green-smart-washing – praktyka komunikowania lub brandingu wdrożeń jako jednocześnie *smart* i *green* mimo braku adekwatnych, mierzalnych efektów środowiskowych lub społecznych; jest to analogiczne do greenwashingu rozumianego jako wprowadzająca w błąd prezentacja działań prośrodowiskowych (Delmas, Burbano, 2011; Hollands, 2008).

GZM – Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia, tj. związek metropolitalny w województwie śląskim utworzony na mocy Ustawy z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim (Dz.U. 2017 poz. 730).

HC3 (*heteroskedasticity-consistent standard errors*) – odporne błędy standardowe w regresji.

HTMT (*heterotrait – monotrait ratio*) – wskaźnik oceny trafności dyskryminacyjnej konstruktów, oparty na relacji korelacji międzykonstruktowych do wewnątrzkonstruktowych; niższe wartości sugerują lepsze różnicowanie konstruktów (Hair i in., 2019).

Human-centric (podejście zorientowane na człowieka) – orientacja projektowania i wdrażania technologii, w której dobrostan człowieka i jakość pracy stanowią kryterium nadrzędne, a technologie mają wspierać i wzmacniać pracowników zamiast ich zastępować. Ujęcie wg European Commission, DG RTD (2021) – koncepcja Industry 5.0.

ICT (*information and communication technologies*) – technologie informacyjno-komunikacyjne służące pozyskiwaniu, przetwarzaniu i transmisji danych; kluczowe dla usług *smart city* (Chourabi i in., 2012). Zbiorcza kategoria technologii służących do gromadzenia, przetwarzania, przechowywania i transmisji informacji (m.in. telekomunikacja, sieci komputerowe, Internet, oprogramowanie i urządzenia cyfrowe) (ITU, 2016).

IESE *Cities in Motion* – międzynarodowy indeks porównawczy, który ocenia rozwój miast w wielu wymiarach (m.in. governance, technologia, środowisko, kapitał ludzki, mobilność), umożliwiając benchmark i monitorowanie postępów (Berrone, Ricart, 2022).

IMD *Smart City Index* – ranking miast oparty przede wszystkim na percepcji mieszkańców, łączący ocenę infrastruktury i usług z oceną „technology” oraz „structures” w codziennym funkcjonowaniu miasta (IMD World Competitiveness Center, 2025).

Inkluzywność (*inclusive smart city*) – zasada rozwoju miasta, w której korzyści z usług i innowacji są dostępne dla wszystkich grup mieszkańców, z ograniczeniem wykluczenia (np. cyfrowego) (United Nations, 2016; New Urban Agenda, A/RES/71/256). Inkluzywny – uwzględniający potrzeby różnych grup społecznych (w tym wrażliwych), ograniczający wykluczenie i bariery dostępu do usług/korzyści rozwojowych (UN-Habitat, 2017).

Innowacje *technology-driven (technology push)* – podejście, w którym inicjatorem innowacji są nowe możliwości technologiczne, a nie pierwotnie zidentyfikowane potrzeby użytkowników (Rothwell, 1994).

Innowacje *user-oriented (user-centred)* – podejście do projektowania rozwiązań oparte na potrzebach i doświadczeniach użytkowników oraz ich udziale w tworzeniu i testowaniu rozwiązań (Norman, Draper, 1986).

IoT (*Internet of Things*) – sieć połączonych obiektów/urządzeń wyposażonych w sensory i komunikację, umożliwiającą automatyczne gromadzenie i wymianę danych (Bibri, 2020). Sieć fizycznych obiektów wyposażonych w identyfikację,

czujniki i łączność, umożliwiającą pozyskiwanie danych, komunikację oraz świadczenie usług w oparciu o ich stan i kontekst (ITU – International Telecommunication Union, 2012).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (ONZ) przygotowujący raporty syntetyzujące stan wiedzy o zmianach klimatu oraz opcjach mitygacji i adaptacji (IPCC).

Jakość życia (QOL) – subiektywna ocena jakości życia w mieście/metropolii w ujęciu wielowymiarowym.

Kapitał niematerialny – zaufanie, normy, kompetencje i relacje wspierające współpracę. Zasoby społeczne i instytucjonalne wspierające rozwój.

KMO, test Kaisera-Meyera-Olkina – miara adekwatności doboru próby dla analizy czynnikowej; im bliżej 1, tym lepiej.

Kohezja (spójność społeczna) – stopień integracji i solidarności wspólnoty, przejawiający się m.in. zaufaniem, normami wzajemności i gotowością do współpracy (Skawińska, 2012).

Kooperencja (*co-opetition*) – jednoczesna współpraca i konkurencja między aktorami, prowadząca do współtworzenia oraz przechwytywania wartości (Brandenburger, Nalebuff, 1996).

Koprodukcja – współwytwarzanie usług i wartości z mieszkańcami.

Ład instytucjonalny – spójny układ reguł formalnych i nieformalnych, mechanizmów koordynacji i egzekwowania, który stabilizuje zachowania aktorów oraz ogranicza niepewność w systemie społeczno-gospodarczym (North, 1990).

LED (*light emitting diode*) – dioda elektroluminescencyjna; energooszczędna technologia źródeł światła, wykorzystywana m.in. w modernizacji oświetlenia miejskiego (IEA, 2022b).

LPI (*Logistics Performance Index*) – indeks Banku Światowego do benchmarkingu sprawności logistyki i handlu (m.in. procedury graniczne, infrastruktura, usługi logistyczne, terminowość) (Arvis i in., 2023).

Luka badawcza – brak lub niespójność w dotychczasowych modelach/empirii.

Luka empiryczna – niedostatek walidacji modeli w badaniach ilościowych.

Luka teoretyczna – brak integracji bezpieczeństwa/odporności z kapitałami i *governance*.

Ład instytucjonalny – spójny układ reguł formalnych i nieformalnych, mechanizmów koordynacji i egzekwowania, który stabilizuje zachowania aktorów oraz ogranicza niepewność w systemie społeczno-gospodarczym (North, 1990).

Masterplanowanie (*master planning*) – proces tworzenia nadrzędnego planu rozwoju przestrzennego i funkcjonalnego, który porządkuje cele, priorytety oraz sekwencję interwencji urbanistycznych; w ujęciu adaptacyjnym masterplan jest traktowany jako „żywy” dokument możliwy do aktualizacji wraz z napływem nowych danych (Verebes, 2014).

MCDA (*multi-criteria decision analysis*) – analiza wielokryterialna wspierająca wybór wariantów przy wielu (często sprzecznych) kryteriach.

Mechanizm współdziałania – sposób, w jaki kapitały przekładają się na efekty (*outcome*).

Metamiasto – ujęcie miasta/metropolii jako układu funkcjonalnego wykraczającego poza granice administracyjne, integrowanego przez przepływy (mobilność, praca, usługi) i relacje sieciowe pomiędzy węzłami osadniczymi (Smętkowski i in., 2012).

Metasystem społeczno-ekonomiczny („system systemów”) – złożony układ współzależnych podsystemów (społecznych, gospodarczych i infrastrukturalnych), którego własności mają charakter emergentny i wynikają ze sprzężeń oraz interakcji między elementami (Batty i in., 2012).

Metropolia – w monografii oznacza układ wielomiejscowy (sieć miast i gmin) wymagający koordynacji wielopoziomowej.

Metropolitan governance – mechanizmy instytucjonalne i koordynacyjne zarządzania obszarem metropolitalnym, wykraczające poza granice pojedynczych gmin (Katz, Bradley, 2013).

Miasto – w monografii termin „miasto” odnosi się do jednostki miejskiej jako organizacji publicznej.

Miasto rozlane (*urban sprawl*) – ozproszona ekspansja zabudowy, w której tempo konwersji i konsumpcji terenu na cele urbanistyczne przewyższa tempo wzrostu ludności na danym obszarze (EEA, 2006).

Miks energetyczny – struktura udziałów poszczególnych nośników/technologii w wytwarzaniu i zużyciu energii (np. węgiel, gaz, OZE, atom) (IEA, 2022b).

Modele helisy (np. potrójna/*quadruple helix*) – koncepcje innowacji oparte na współdziałaniu kluczowych sektorów: uczelni, biznesu i administracji (*triple helix*) oraz rozszerzeniach o społeczeństwo obywatelskie i środowisko (Etzkowitz, Leydesdorff, 2000; Carayannis, Campbell, 2009).

Modele językowe (*language models*) – modele probabilistyczne (w tym współcześnie: sieci neuronowe) uczące się rozkładu prawdopodobieństwa sekwencji symboli/słów, dzięki czemu mogą przewidywać kolejne elementy tekstu i generować spójne wypowiedzi (Jurafsky, Martin, b.d.).

Modele zależności – narzędzia (np. regresja, SEM) do badania relacji między zmiennymi.

MRV (*measurement/monitoring, reporting, verification*) – pomiar, raportowanie i weryfikacja.

MŚP – mikro-, małe i średnie przedsiębiorstwa (SMEs), klasyfikowane m.in. wg liczby pracowników oraz obrotów/bilansu (Commission Recommendation 2003/361/EC).

Net zero (NetZero) – stan, w którym antropogeniczne emisje GHG są zbilansowane przez ich antropogeniczne usuwanie w określonym horyzoncie czasu (IPCC, 2018) (SR1.5).

New Public Governance (NPG) – podejście do zarządzania publicznego akcentujące sieciowość, współzarządzanie i współprodukcję usług publicznych z interesariuszami (Osborne, 2010).

New Public Management (NPM) – nurt zarządzania publicznego przenoszący do sektora publicznego narzędzia zarządzania typowe dla sektora prywatnego (m.in. orientacja na wyniki, benchmarking, kontraktowanie) (Opolski, Modzelewski, 2011).

NPV (*net present value*) – wartość bieżąca netto, sumująca zdyskontowane przepływy pieniężne (Boardman i in., 2018).

Odporność infrastruktury – zdolność infrastruktury do działania w kryzysach.

Operacjonalizacja – przełożenie pojęć teoretycznych na pytania/wskaźniki.

OPEX (*operating expenditures*) – koszty operacyjne (utrzymania/eksploatacji) ponoszone w cyklu życia projektu. Rozróżnienie CAPEX i OPEX jest stan-

dardem w analizach ekonomicznych projektów, m.in. w CBA oraz rachunku kosztów cyklu życia (Boardman i in., 2018).

OSD/DSO – operator systemu dystrybucyjnego (*distribution system operator*), odpowiedzialny za eksploatację, utrzymanie i rozwój sieci dystrybucyjnej (Dyrektywa (UE) 2019/944).

OZE – odnawialne źródła energii (np. energia wiatru, słońca, biomasy, wody, geotermii) (Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii).

PCA1 – pierwsza składowa główna (*principal component*) w analizie PCA, tj. liniowa kombinacja zmiennych wyjaśniająca największą możliwą część całkowitej wariancji w zbiorze danych (Hair i in., 2019).

PDCA (*plan – do – check – act*) – cykl ciągłego doskonalenia, cykl Deminga (UNFCCC, 2014; Deming, 1986).

Performatywny – w tym kontekście: taki, który „działa” poprzez praktyki i zachowania (np. zaufanie staje się zasobem dopiero, gdy jest realizowane w działaniu) (Latusek-Jurczak, 2019).

Platformizacja (*platformization*) – proces, w którym platformy cyfrowe pośredniczą i reorganizują relacje społeczne i rynkowe, gromadząc dane i ustanawiając reguły dostępu do usług (van Dijck, Poell, de Waal, 2018).

Platformy miejskie – infrastruktura (organizacyjna i cyfrowa) umożliwiająca współtworzenie usług i udostępnianie danych.

Podejście foresightowe – systematyczny i partycypacyjny proces identyfikowania możliwych wariantów przyszłości oraz budowania wizji średnio- i długookresowych w celu wspierania decyzji podejmowanych „tu i teraz” (Ejdys i in., 2015).

Polikryzys (*polycrisis*) – współwystępowanie i wzajemne wzmacnianie się wielu kryzysów (efekty kaskadowe), utrudniające identyfikację pojedynczych przyczyn i skutków (World Economic Forum, 2023).

Polityka klimatyczna (POL) – percepcja spójności, wiarygodności i jakości polityki klimatyczno-energetycznej miasta/metropolii (planowanie, wdrażanie, komunikacja).

Ponad-miasta – perspektywa analityczna akcentująca funkcjonalne powiązania i współzależności między jednostkami osadniczymi w obszarze metropo-

litalnym (sieci przepływów i usług), a nie wyłącznie administracyjne granice miasta (Smętkowski i in., 2012).

Prosumeryzm – model aktywności łączący role konsumenta i współproducenta (np. w energetyce: wytwarzanie, magazynowanie i zarządzanie energią przez odbiorców) (zob. Dyrektywa (UE) 2019/944).

Przedziały ufności – zakresy niepewności estymacji parametrów (Field, 2018).

Public governance – mechanizmy koordynacji i legitymizacji działań publicznych. Sposób kierowania sprawami publicznymi oparty na współdziałaniu wielu aktorów (publicznych, prywatnych i społecznych), mechanizmach koordynacji i odpowiedzialności, wykraczający poza hierarchiczną administrację (Osborne, 2010).

Purposeful sampling – celowy dobór przypadków w badaniach jakościowych, polegający na świadomym wyborze uczestników/informatorów, którzy z największym prawdopodobieństwem dostarczą bogatych i relewantnych danych dla problemu badawczego (Patton, 2002).

QHEE (*quadruple helix of entrepreneurial emergence*) – model konceptualny wyjaśniający wyłanianie się przedsiębiorczości w warunkach zakłóceń poprzez współdziałanie czterech wymiarów/helis (m.in. osadzenia społeczno-cyfrowego, plastyczności instytucjonalnej i orientacji na wartości planetarne) (Farooq, Sial, Rehman, 2025).

Quattro helix – model współpracy w *smart city* obejmujący administrację, naukę, biznes oraz społeczeństwo obywatelskie, powiązany z logiką *open innovation* i współtworzenia (Carayannis, Campbell, 2009).

Reprezentatywność – zgodność struktury próby z populacją.

Resilience (rezyliencja) – odporność miasta na wstrząsy i kryzysy. Zdolność systemu (np. miasta) do absorpcji zakłóceń, adaptacji oraz utrzymania/odtworzenia kluczowych funkcji w obliczu zmian i kryzysów (Meerow, Newell, Stults, 2016).

Responsywność – zdolność instytucji publicznych do szybkiego reagowania na potrzeby i zmiany (w tym w warunkach niepewności) przy zachowaniu rozliczalności (Janssen, van der Voort, 2016).

Rezyliencja – właściwość systemu miejskiego polegająca na zdolności do absorpcji zakłóceń, adaptacji oraz utrzymania/odtworzenia funkcji w warunkach kryzysów i transformacji.

Resilient city – miasto zdolne do absorpcji zakłóceń, adaptacji i transformacji przy zachowaniu kluczowych funkcji, struktur i tożsamości, a także do uczenia się na podstawie doświadczeń kryzysowych (Meerow et al., 2016).

RIS3 (*research and innovation strategies for smart specialisation*) – zintegrowana, *place-based* agenda transformacji gospodarczej (krajowa/regionalna) ukierunkowująca wsparcie i inwestycje B+R+I na ograniczony zestaw priorytetów wynikających z potencjałów i procesu przedsiębiorczego odkrywania (EC, 2012).

RMSEA (*root mean square error of approximation*) – wskaźnik błędu aproksymacji opisujący, jak dobrze model przybliża populacyjną macierz kowariancji na jednostkę stopnia swobody; niższe wartości wskazują na lepsze dopasowanie (Kline, 2016).

Rozwiązania inkluzywne (*inclusive design*) – podejście projektowe ukierunkowane na minimalizowanie wykluczenia poprzez uwzględnienie zróżnicowania użytkowników (możliwości, potrzeb, kontekstów) i projektowanie produktów/usług możliwie dostępnych i użytecznych dla jak najszerszej grupy (Inclusive Design Toolkit, 2015).

Rynek mocy (*capacity market*) – mechanizm wynagradzania dostępności mocy wytwórczych/DSR w celu zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej (zob. Ustawa z dnia 8 grudnia 2017 r. o rynku mocy).

Rzetelność (*reliability*) – powtarzalność pomiaru w czasie i między grupami.

SDG 11 – Cel Zrównoważonego Rozwoju: „Zrównoważone miasta i społeczności” (miasta inkluzywne, bezpieczne, odporne i zrównoważone) (United Nations, 2015).

SDGs (*sustainable development goals*) – 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju przyjętych w ramach Agendy 2030 (United Nations, 2015).

Sense-making – proces nadawania znaczenia zdarzeniom i informacjom poprzez ich interpretację, porządkowanie oraz tworzenie spójnych wyjaśnień, które ukierunkowują dalsze działania jednostek i organizacji (Weick, 1995).

Sequential explanatory – klasyczny schemat badań mieszanych, w którym faza ilościowa (QUAN) jest realizowana jako pierwsza, a faza jakościowa (QUAL) następuje po niej w celu wyjaśnienia i pogłębienia wyników ilościowych (Creswell, Plano Clark, 2018).

Sieci współpracy – relacje między instytucjami publicznymi, biznesem, NGO i mieszkańcami w realizacji polityki.

Skale pomiarowe – sposób kodowania odpowiedzi (np. skala Likerta).

Smart city – miasto wykorzystujące technologie informacyjno-komunikacyjne oraz innowacje organizacyjne do poprawy jakości życia, efektywności usług publicznych i zrównoważenia rozwoju, przy założeniu kapitału ludzkiego i społecznego jako warunku skuteczności (Caragliu, Del Bo, Nijkamp, 2011).

Smart grids/zarządzanie popytem – technologie i procedury równoważenia podaży i popytu energii w czasie.

Smart logistics – podejście do logistyki oparte na danych i technologiach cyfrowych (np. IoT, analityka, automatyzacja), którego celem jest optymalizacja przepływów, koordynacji i efektywności łańcuchów dostaw (Dembińska i in., 2018).

Smart mobility – wymiar *smart city* odnoszący się do inteligentnej, zrównoważonej i dostępnej mobilności, obejmujący integrację transportu z ICT, usprawnianie przepływów oraz ograniczanie kosztów środowiskowych i społecznych mobilności (Giffinger i in., 2007).

Smart-sustainable (smart sustainable city) – ujęcie miasta łączące wykorzystanie ICT z celami zrównoważonego rozwoju (społecznymi, środowiskowymi i ekonomicznymi) (ITU-T Y.4900/L.1600, 2016).

SRMR (standardized root mean square residua) – miara przeciętnej, standaryzowanej różnicy między macierzą korelacji obserwowanych a odtworzonych przez model; niższe wartości oznaczają lepsze dopasowanie (Kline, 2016).

Suburbanizacja – proces rozpraszania zabudowy i funkcji miejskich poza rdzeń miasta (na obszary podmiejskie), powiązany m.in. z dojazdami, zmianą użytkowania gruntów i presją na infrastrukturę (OECD, 2020).

Synergie – efekty przekraczające sumę działań pojedynczych podmiotów dzięki koordynacji i współdzieleniu zasobów.

Sztuczne sieci neuronowe (ANN) – klasa modeli obliczeniowych złożonych z warstw połączonych „neuronów” (węzłów), uczących się reprezentacji poprzez dostrajanie wag połączeń tak, aby aproksymować zależność wejście – wyjście (Goodfellow i in., 2016).

Talent – zasób kompetencji i kreatywności mieszkańców.

Technodeterminizm (podejście technodeterministyczne) – ujęcie zakładające prymat technologii jako czynnika determinującego zmiany społeczne i organizacyjne (Bimber, 1994).

Technology – zdolność absorpcji technologii i infrastruktura cyfrowa.

Technology push – model rozwoju/innovacji, w którym impulsem jest postęp technologiczny, a wdrożenia są „popychane” przez możliwości techniki, a nie wyłącznie przez popyt rynkowy (Harrison i in., 2010). Ujęcie procesu innowacji, w którym impulsem są możliwości technologiczne generowane w B+R, a rozwiązania są następnie „wypychane” na rynek (w opozycji do podejścia popytowego – *demand pull*) (Rothwell, 1994).

Territory assets – zasoby terytorium rozumiane jako specyficzne, trudno imitowalne atuty miejsca (m.in. kapitał ludzki, instytucje, sieci, infrastruktura i jakość środowiska), które mogą budować przewagę rozwojową miasta/regionu (Florida, 2005).

TLI (*Tucker-Lewis index*) – indeks dopasowania w SEM uwzględniający złożoność modelu.

Tolerance – otwartość i inkluzywność społeczna.

Trafność (*validity*) – stopień, w jakim pomiar odzwierciedla badane zjawisko.

Transformacja energetyczno-klimatyczna – długofalowy proces przebudowy systemów energii i gospodarki w kierunku neutralności klimatycznej (dekarbonizacja, efektywność energetyczna, OZE), wynikający z celów polityk UE i ustaleń naukowych dotyczących zmian klimatu (European Commission, 2019; IPCC, 2022b).

Ujęcie metasystemowe – perspektywa analizy uwzględniająca współzależności między poziomami systemu (np. miasto – metropolia – region – kraj) oraz sprzężenia zwrotne i zjawiska emergentne (Duit i in., 2010).

Urban informatics – interdyscyplinarny obszar badań i praktyki wykorzystujący dane miejskie, systemy informacyjne i metody obliczeniowe do opisu, analizy i zarządzania miastem oraz projektowania usług miejskich (Batty i in., 2012).

Urban studies – interdyscyplinarna dziedzina badań nad miastami i urbanizacją (m.in. struktura przestrzenna, gospodarka miejska, polityka publiczna,

relacje społeczne), łącząca perspektywy socjologii, geografii, ekonomii i nauk o zarządzaniu (Gottdiener, Hutchison, Ryan, 2015).

Urbanistyka komputacyjna (*computational urbanism*) – nurt urbanistyki wykorzystujący dane oraz metody obliczeniowe (modelowanie, symulacje, algorytmy generatywne) do analizy i projektowania struktur oraz procesów miejskich, umożliwiające iteracyjne testowanie scenariuszy rozwoju (Verebes, 2014).

Urbanizacja i metropolizacja – proces koncentracji ludności i funkcji w układach miejskich; rosnąca współzależność gmin i sektorów.

VIF (*variance inflation factor*) – diagnostyka współliniowości predyktorów w regresji.

Vulnerability (wrażliwość) – podatność systemu na negatywne skutki zakłóceń wynikająca z ekspozycji, czułości oraz ograniczonej zdolności adaptacyjnej (IPCC, 2022a).

Wartość publiczna – efekty działań publicznych oceniane przez pryzmat dobra wspólnego.

Wielopoziomowe *governance* – koordynacja instrumentów polityki publicznej między poziomami: lokalnym, regionalnym, krajowym i UE.

Wskaźniki inkrementalne (*incremental fit indices*) – miary dopasowania modelu SEM oceniające poprawę dopasowania modelu teoretycznego względem modelu bazowego (najczęściej niezależności), np. CFI czy TLI (Kline, 2016).

Współzarządzanie-centric – podejście zorientowane na współzarządzanie, w którym kluczowe decyzje publiczne są współtworzone i współrealizowane przez sieci aktorów (publicznych i niepublicznych) w formalnych procesach uzgadniania. Ujęcie bliskie definicji *collaborative governance* wg Ansell i Gash (2008).

Zarządzanie adaptacyjnością (*adaptive management*) – iteracyjne zarządzanie oparte na uczeniu się i dostosowaniu działań na podstawie informacji zwrotnej oraz zmiany warunków (Żywiołek, 2020).

Zarządzanie zmianą – planowanie i wdrażanie zmian organizacyjnych i społecznych.

Zdolność instytucjonalna – kompetencje, zasoby i procesy pozwalające wdrażać polityki *smart*.

Zmienne kontrolne – czynniki mogące zakłócać zależności.



Dr Grzegorz Kinelski – ekspert w dziedzinie zarządzania w sektorze energetycznym, rynku energii, rozwoju sektora paliwowo-energetycznego. Pracownik badawczo-dydaktyczny Akademii WSB, praktyk łączący wieloletnie doświadczenie zawodowe z nauką. Pełnił funkcje zarządzające w takich koncernach, jak Vattenfall, Tauron, Veolia czy Enea. Jest wiceprezesem zarządu Polskiego Komitetu Energii Elektrycznej oraz prezesem Rady Towarzystwa Obrotu Energią. Należy również do International Association for Energy Economics z siedzibą w Cleveland w USA – międzynarodowej organizacji zrzeszającej ekonomistów z sektora energetyki. Jest prezesem polskiego oddziału tej organizacji. Obecnie pełni funkcję prezesa zarządu w grupie Enea S.A. Ukończył studia w Politechnice Śląskiej w Gliwicach (elektrotechnika, specjalność: elektroenergetyka oraz zarządzanie i marketing). Absolwent studiów MBA w Dominican University Chicago w USA. W 2017 r. uzyskał stopień doktora, broniąc dysertacji w dziedzinie nauk ekonomicznych na Wydziale Zarządzania i Ekonomiki Usług Uniwersytetu Szczecińskiego. Jest autorem ponad 60 publikacji naukowych z zakresu zarządzania i ekonomii, a jego zainteresowania obejmują zagadnienia zarządzania w otoczeniu transformacji energetycznej oraz smart city i innowacje w obszarze zrównoważonego rozwoju.

Monografia jest pracą wartościową naukowo, ambitną konceptualnie i istotną z punktu widzenia rozwoju dyscypliny nauk o zarządzaniu i jakości. Autor podejmuje problem ważny, aktualny i zarazem nie w pełni rozpoznany, lokując go trafnie na styku zarządzania strategicznego, zarządzania publicznego oraz problematyki rozwoju miast inteligentnych i metropolii w warunkach transformacji energetyczno-klimatycznej.

Z recenzji dr hab. inż. Marzeny Kramarz, prof. Politechniki Śląskiej

Na rynku wydawniczym jest wiele książek o tematyce *city logistics*, *smart city* czy zarządzania miastem. Recenzowana monografia wypełnia jednak pewną lukę badawczą, ponieważ nie ma publikacji poświęconej rezylencji miasta w ujęciu transformacji energetyczno-klimatycznej, w dodatku popartej tak szerokimi i ciekawymi badaniami empirycznymi. Warto też zwrócić uwagę, że tematyka zarządzania miastem ciągle ewoluuje, ponieważ zmieniają się uwarunkowania. Wciąż potrzebne są nowe pozycje książkowe ukazujące nowe perspektywy badań nad miastem i jego mieszkańcami.

Z recenzji dr hab. Izabeli Dembińskiej, prof. Politechniki Morskiej w Szczecinie