

## Miasto inteligentne – wyzwania dla administracji samorządowej

dr Tomasz Kulisiewicz,  
ekspert Ośrodka Studiów nad Cyfrowym Państwem,  
sekretarz Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka  
przy Polskim Towarzystwie Informatycznym

### 1. Wstęp

W końcu pierwszego półrocza 2021 r. w ponad 950 miastach Polski mieszkało 60% ludności kraju<sup>1</sup>. Miasta odgrywają kluczową rolę gospodarczą i społeczną, są centrami kultury, nauki i edukacji i węzłami komunikacyjnymi. Dlatego coraz ważniejszy jest poziom życia w miastach i dobrostan ich mieszkańców, a co za tym idzie – rola i odpowiedzialność władz miast. Wysoki poziom życia mają zapewniać miasta inteligentne.

### 2. Miasto jako złożony system systemów

Definicją miasta inteligentnego dobrze oddającą złożony charakter takiej aglomeracji jest brytyjska definicja sformułowana w standardzie BSI PAS 180:2014, w polskiej wersji przytoczona w książce „Smart cities – informacja przestrzenna w zarządzaniu inteligentnym miastem”<sup>2</sup>.

Według tej definicji miasto inteligentne to rezultat „efektywnej integracji systemów fizycznych, cyfrowych i społecznych w przestrzeni miejskiej w celu zapewnienia zrównoważonego, dostatniego środowiska życia dla obywateli”. W ujęciu zaproponowanym w opracowaniu „Miasto jako ekosystem”<sup>3</sup> miasto inteligentne to habitat zapewniający wysoką jakość życia jego mieszkańcom, sprawność i niezawodność infrastruktury technicznej oraz optymalizację i efektywność gospodarowania zasobami naturalnymi i technicznymi. Miasto inteligentne jest „systemem systemów” społecznych, gospodarczych i technicznych. We wspomnianym opracowaniu przytoczono sformułowanie amerykańskiego architekta Christophera Alexandra, propagującego architekturę kształtowaną przez mieszkańców: „...miasto, wraz z populacją oraz infrastrukturą naziemną i podziemną, jest układem ekologicznym strukturalno-funkcjonalnym, w którym możemy wyróżnić wszystkie procesy ekologiczne zachodzące w ekosystemach. Stanowi ekosystem w układzie otwartym, zasilanym z zewnątrz, o ograniczonych mechanizmach samoregulacji

1 <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/ludnosc-stand-i-struktura-ludnosc-i-ruch-naturalny-w-przekroju-terytorialnym-stand-w-dniu-30-06-2021,6,30.html>

2 D. Gotlib, R. Olszewski (red.), Smart cities – informacja przestrzenna w zarządzaniu inteligentnym miastem, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016

3 T. Kulisiewicz, Miasto jako ekosystem (<https://inteligentnemiasta.pl/miasto-jako-ekosystem/5368/> – dostęp 16.06.2022)

jących.” W takim ujęciu elementami ekosystemu są także mieszkańcy miasta we wszystkich swoich rolach społecznych.

W normie ISO, włączonej do polskiego systemu norm w 2017 r. jako PN-ISO 37120:2015-03<sup>4</sup> określono 100 wskaźników należących do 17 obszarów tematycznych związanych z funkcjonowaniem miasta (46 wskaźników podstawowych i 54 wskaźniki pomocnicze) – od gospodar-

ki przez edukację, zarządzanie, bezpieczeństwo, utylizację odpadów, zarządzanie i finanse miasta po środowisko, rekreację i zdrowie. Zestaw obszarów został zmodyfikowany i rozszerzony przez ISO do 19 i wprowadzony w 2018 r. jako norma ISO 37120:2018 (Tabela 1). Na podstawie praktyki PKN można oczekiwać, że w najbliższej przyszłości norma polska zostanie zaktualizowana do wersji ISO z 2018 r.

Tabela 1. Obszary obejmowane przez wskaźniki w normie ISO 37120:2018

	<i>obszar</i>	<i>liczba wskaźników</i>	
		<i>podstawowych</i>	<i>pomocniczych</i>
1	Gospodarka	1	7
2	Edukacja	4	2
3	Energia	5	2
4	Środowisko i zmiany klimatyczne	3	6
5	Finanse	2	2
6	Zarządzanie	1	3
7	Zdrowie	4	2
8	Mieszkalnictwo	2	2
9	Ludność i warunki socjalne	1	2
10	Rekreacja	0	2
11	Bezpieczeństwo	5	5
12	Odpady stałe	5	5
13	Sport i kultura	1	2
14	Telekomunikacja	0	2
15	Transport	2	5
16	Rolnictwo miejskie/lokalne i bezpieczeństwo żywnościowe	1	3
17	Planowanie przestrzenne	1	3
18	Ścieki	3	1
19	Woda	4	3

źródło: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-2:v1:en> (dostęp 26.06.2022)

<sup>4</sup> <https://www.pkn.pl/norma-pn-iso-37120> (dostęp 15.06.2022). Norma ta bazuje na wersji normy ISO z 2014 r.

Już sam tytuł normy – „Zrównoważony rozwój społeczny – Wskaźniki usług miejskich i jakości życia” – wyraźnie wiąże pomiar cech miasta inteligentnego z celami zrównoważonego rozwoju<sup>5</sup>. Liczba zdefiniowanych wskaźników monitorowanych w mieście jest podstawą do przyznania certyfikatu ISO 37120 określając poziom tego certyfikatu. Organizacje certyfikujące mogą przyznać „certyfikat inteligencji miasta” na 5 poziomach (aspirujący, brązowy, srebrny, złoty po platynowy)<sup>6</sup>. Normie ISO 37120 towarzyszą normy towarzyszące: ISO 37122 oraz ISO 37123. Norma ISO 37122 dokładnie opisuje wskaźniki, norma ISO 37123 określa wskaźniki dotyczące odporności miast na wydarzenia i czynniki kryzysowe. Pięć polskich miast uzyskało certyfikaty zgodności z normą ISO 37120 według jej wersji z 2014/2015 r. Do końca 2021 r. były to: Gdynia (w 2017 r. – poziom aspirujący, w 2019 r. – platynowy), Kielce (2018 r. – platynowy), Gdańsk (2017 r. – złoty), Lublin i Warszawa (2019 r. – platynowy)<sup>7</sup>.

Wbrew uproszczonej interpretacji nie oznacza to, że poszczególne wskaźniki w tych miastach osiągnęły określony poziom. Ani norma, ani inne definicje nie określają „poziomu inteligencji miasta”, ponieważ nie istnieją określone progi wartości, powyżej których miasto można nazwać inteligentnym. Certyfikacja na zgodność z normą oznacza, że miasta monitorują określone w normie wskaźniki i robią to w sposób opisany w normie. Norma podaje bowiem nie tylko definicje wskaźników, ale i źródła danych oraz sposób pomiaru i obliczania wartości wskaźników. Dzięki temu władze samorządowe i centralne mogą mierzyć efekty zarządzania miastami, usługami miejskimi i porównywać efekty działań (zwłaszcza w odniesieniu do jakości życia mieszkańców) – zarówno pomiędzy różnymi miastami, jak i dla danego miasta w skali czasu. W takim ujęciu norma ISO 37120 jest dla władz miasta narzędziem do jednolitego sposobu oceny i raportowania stanu rozwoju miasta. Ponadto poddanie się certyfikacji zwiększa wiarygodność miasta na rynkach finansowych, co jest bardzo istotne przy występowaniu o kredyty czy w emisji obligacji miejskich.

Choć nie zawsze jest to ujęte w kryteriach formalnych, ale ma także znaczenie w ocenie miejskich projektów chcących uzyskać dofinansowanie np. z funduszy europejskich.

### 3. Cele budowy i ścieżka dojścia

Często zadawane jest pytanie o „poziom inteligencji” miasta. Wspomniany wyżej brak konkretnych progów czy wartości we wspomnianych normach i wskaźnikach wynika ze złożonego charakteru miasta jako wspomnianego systemu systemów. Oczywiście w różnych projektach porównuje się ze sobą miasta, arbitralnie nadając wartości i wagi różnym wskaźnikom i tworząc rankingi na podstawie wyliczonych wskaźników złożonych. Jedną z najwcześniejszych (z lat 2007-2015) prób taksonomii był projekt European Smart Cities<sup>8</sup> zainicjowany wspólnie przez zespoły Uniwersytetu w Lublanie (Słowenia), Politechniki w Delft (Holandia) oraz Politechniki Wiedeńskiej i kontynuowany do 2015 r. na Wydziale Architektury i Planowania Przestrzennego wiedeńskiej uczelni. W ramach tego badania sformułowano i badano wskaźniki obejmujące następujące obszary:

- inteligentna gospodarka,
- inteligentna populacja,
- inteligentne zarządzanie,
- inteligentna mobilność,
- inteligentne środowisko naturalne,
- inteligentne warunki życia.

Na podstawie obliczonego wskaźnika złożonego stworzono ranking miast w kilku kategoriach. W poszczególnych latach w rankingach przewinęło się 6 miast z Polski: Rzeszów (55 – w nawiasach pozycja według wskaźnika złożonego), Szczecin (56), Bydgoszcz (62), Białystok (66), Kielce (68) i Suwałki (70)<sup>9</sup>.

Jednym z rankingów jest lista miast inteligentnych sporządzana od 2017 r. corocznie przez Smart City Observatory – wspólne przedsięwzięcie badawcze IMD World Competitiveness Center<sup>10</sup> oraz Singapore University of

5 [http://www.un.org.pl/files/170/Agenda2030PL\\_pl-5.pdf](http://www.un.org.pl/files/170/Agenda2030PL_pl-5.pdf)

6 <https://www.dataforcities.org/iso-37120> (dostęp 28.03.2022)

7 <https://smartcityblog.pl/iso-37120-gdynia-uzyskala-ponownie-certyfikat-warszaw-po-raz-pierwszy-oba-miasta-na-poziomie-platynowym/> (dostęp 16.06.2022)

8 <http://www.smart-cities.eu/> (dostęp 14.06.2022)

9 W edycjach 2007/2013/2014 ranking zestawiano dla miast od 100 do 300 tys. mieszkańców, w ostatniej edycji (2015) – dla miast od 300 tys. do 1 mln mieszkańców. Podane rankingi 6 miast polskich dotyczą edycji z 2014 r., ranking sporządzono wtedy dla 77 miast.

10 Centrum badawcze International Institute for Management Deve-

Technology and Design. Na podstawie badań ankietowych mieszkańców miast oceniających w każdym z dwóch „filarów” (infrastruktury i usług) poziom pięciu obszarów: zdrowia z bezpieczeństwem, mobilności, aktywności, możliwości oraz zarządzania wyliczany jest wskaźnik nazywany Smart City Index. W edycji 2021 spośród ocenianych 118 miast na trzech pierwszych miejscach znalazły się Singapur (ze wskaźnikiem AAA – tak samo, jak w 2020 r.), Zurych (AA) i Oslo (AA – oba miasta podwyższyły swoje pozycje w stosunku do 2020 r.). W rankingu za rok 2021 są dwa polskie miasta: Warszawa na miejscu 75 i Kraków na miejscu 80 (oba ze wskaźnikiem CCC), przy czym oba miasta spadły z miejsc 55 i 58, jakie zajmowały w edycji 2020<sup>11</sup>.

Pozycja w „rankingach inteligencji miast” ma raczej znaczenie w dziedzinie public relations miasta, choć oczywiście stanowi przedmiot dumy dla władz miasta, a nawet argument przyciągający do danego miasta potencjalnych inwestorów zewnętrznych, przedsiębiorców czy instytucje kultury i nauki.

Z punktu widzenia mieszkańców miasta ważniejsze są wyznaczone cele budowy, a ściślej: transformacji miasta w miasto inteligentne oraz wybór ścieżek dochodzenia do tych celów. Należy przy tym podkreślić, że nie tylko nie ma progowych wartości wskaźników, od których miasto może się mienić inteligentnym. Nie istnieje też punkt docelowy – inteligentne miasto to ruchomy cel, przesuwany się w miarę wzrostu aspiracji i potrzeb mieszkańców, stanu zasobów, techniki i organizacji, warunków demograficznych i gospodarczych itp. Wybór ścieżki transformacyjnej jest decyzją polityczną władz miasta, które powinny uwzględnić potrzeby, opinie i pomysły mieszkańców<sup>12</sup>. Wspomniane wyżej obszary tematyczne można traktować jako tworzące wielowymiarowy układ współrzędnych. Wymiarami są w takim układzie są grupy wskaźników danego obszaru. Na podstawie wartości poszczególnych wskaźników można w takim układzie współrzędnych określić punkt,

w którym znajduje się dane miasto. Do władz miasta należy wybór, w którym obszarze (wzdłuż której osi) i w jakim tempie chce się przesuwać w stronę wyższych wartości danego wskaźnika – np. bezpieczeństwa publicznego, parametrów środowiska naturalnego, liczby placówek ochrony zdrowia, poziomu edukacji czy sprawności zarządzania finansami miasta.

W opracowaniu *Multiagency Modeling of Transformation Strategies Towards Sustainable Smart Cities*<sup>13</sup> dla ilustracji wyboru ścieżki dojścia użyto modelu trójwymiarowej kostki, na której osiach są:

- stopień informatyzacji infrastruktury i organizacji miasta,
- jakość życia jego mieszkańców
- potencjał gospodarczy i intelektualny miasta.

Idealna i w pełni zrównoważona transformacja przebiegałaby wzdłuż przekątnej trójwymiarowej kostki – od punktu zerowego do punktu o najwyższych wartościach znajdującego się w przeciwległym rogu kostki. Z różnych powodów (przede wszystkim ograniczeń zasobów oraz czasu potrzebnego do podwyższania wartości danego wskaźnika) władze miasta mogą wybierać kolejność różnych działań przesuujących punkt, w którym znajduje się miasto, w kierunku punktu odpowiadającego „miastu idealnemu”. Kierunkiem docelowym transformacji jest punkt idealny, który w praktyce jest nieosiągalny, jest on bowiem wspomnianym „uciekającym celem”, przesuwanym się w miarę pojawiania się nowych rozwiązań infrastrukturalnych, nowych celów związanych z jakością życia i nowych wartości potencjału gospodarczego i intelektualnego miasta. Można jednak określić korytarz dostatecznie dobrze zbliżony do przekątnej modelowej kostki i podążanie do tego korytarza a następnie utrzymywanie się w nim może być celem władz miasta, prowadzących transformację.

lopment (IMD) z siedzibami w Lozannie (Szwajcaria) i w Singapurze.

11 [https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/smart\\_city/smart\\_city\\_index2021.pdf](https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/smart_city/smart_city_index2021.pdf) (dostęp 19.06.2022)

12 T. Kulisiewicz, Transformacja miasta w miasto inteligentne – wyzwania dla administracji publicznej w: Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, zeszyt 56/2019, A. Kobyliński, A. Sobczak (red.), Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2019, s. 133- 147

13 D. Gotlib, T. Kulisiewicz, M. Muraszkiwicz, R. Olszewski, Multiagency Modeling of Transformation Strategies Towards Sustainable Smart Cities, Appl. Sci. 2020, 10, 853; doi:10.3390/app10030853

#### 4. Cel nadrzędny – zrównoważony rozwój miasta

Cele rozwoju miast opisane zostały w tzw. Karcie Lipskiej<sup>14</sup>. Karta jest dokumentem UE, przyjętym na szczepku ministrów odpowiedzialnych za rozwój miast, uzgadniającym wspólne zasady i strategię polityki rozwoju miejskiego. Kartę podpisano w Lipsku w maju 2007 r.

Karta Lipska w wersji z 2007 r. określała dwa główne cele:

1. Wykorzystanie na większą skalę zintegrowanego podejścia do polityki rozwoju miejskiego poprzez:
  - tworzenie przestrzeni publicznych wysokiej jakości,
  - modernizację infrastruktury i poprawę wydajności energetycznej,
  - aktywną politykę innowacyjną i edukacyjną.
2. Zwrócenie uwagi na najuboższe dzielnice w kontekście miasta jako całości, w tym:
  - realizację strategii podnoszenia jakości środowiska fizycznego,
  - wzmocnienie gospodarki lokalnej i lokalnej polityki rynku pracy,
  - aktywną politykę edukacji i szkoleń dla dzieci i młodzieży,
  - promowanie sprawnego i korzystnego cenowo transportu miejskiego.

Pokreślono w niej, że strategię zintegrowanego rozwoju miejskiego, zarządzanie rozwojem miejskim we współpracy z mieszkańcami oraz dobre zarządzanie miastem może przyczynić się do właściwego wykorzystania potencjału miast europejskich. Jako istotny cel strategiczny określono też zmniejszania różnic wewnątrz dzielnic i pomiędzy nimi – co ma być odpowiedzią władz samorządowych zarówno na zjawiska gentryfikacji, jak i na niekontrolowane rozlewianie się miasta na tereny podmiejskie, co prowadzi do obniżenia standardu usług publicznych na podmiejskich osiedlach-sypialniach, pozbawionych odpowiedniej infrastruktury usług publicznych – od wydajności sieci wodociągowych, energetycznych, kanalizacyjnych i gazowych przez pojemność i poziom szkół, placówek ochrony zdrowia, czy kultury po brak transportu publicznego. Na przełomie listopada i grudnia 2020 r. na nieformalnym

spotkaniu ministrów krajów UE przyjęta została Nowa Karta Lipska oraz Agenda Terytorialna UE 2030. Nowa Karta Lipska stanowi istotną aktualizację pierwszej wersji Karty z 2007 r. Podtrzymując postulaty wersji z 2007 r. Nowa Karta Lipska akcentuje potrzebę transformacji w kierunku miast sprawiedliwych, zielonych i produktywnych. Transformacja taka ma być wdrażana w sposób zrównoważony i zintegrowany przyczyniając się do „rozwoju stabilnej tkanki miejskiej odpowiadającej na wyzwania społeczne, gospodarcze i ekologiczne, zapewniającej swym mieszkańcom wysoką jakość życia”<sup>15</sup>.

**Miasto sprawiedliwe** ma zapewniać wszystkim grupom społecznym równy dostęp do podstawowych usług publicznych – do edukacji, usług społecznych, opieki zdrowotnej oraz kultury. W aktualnej sytuacji gospodarczej i geopolitycznej połowy 2022 r. szczególnie aktualne stały się postulaty konieczności zapewnienia dostępnych cenowo zasobów mieszkaniowych i zaopatrzenia w energię wszystkich grup społecznych, a z uwagi na skokowy wzrost wskaźnika ludności migracyjnej (uchodźców z Ukrainy) – stworzenia kompleksowych polityk integracyjnych eliminujących segregację i potencjalne problemy i napięcia. Natomiast wyzwania cywilizacyjne podnoszą wagę postulatu dotyczącego możliwości zdobywania nowych umiejętności i edukacji, co wymaga edukacji przedszkolnej i szkolnej o wysokiej jakości, dostępności szkoleń i nauki zawodu dla młodych ludzi, a także zapewnienia możliwości kształcenia ustawicznego, w szczególności w dziedzinie cyfryzacji.

**Miasto zielone** to miasto zapewniające wysoką jakość powietrza, wody i dbające o zrównoważone użytkowanie gruntów miejskich, w tym dostępu do terenów zielonych i rekreacyjnych i ogólnie: wysokiej jakości infrastruktury zielonej i błękitnej. Miasta muszą wspomagać redukcję emisji gazów cieplarnianych poprzez korzystanie z energii o najniższym wpływie na klimat (energii ze źródeł odnawialnych) oraz podwyższanie efektywności energetycznej budynków w mieście. Wymaga to zmian w modelach produkcji dla miasta i konsumpcji realizowanej przez jego mieszkańców – a więc zbliżania się do gospodarki o obiegu zamkniętym. Stawia to coraz wyższe wymagania transpor-

<sup>14</sup> [http://studiakrajobrazowe.amu.edu.pl/vocabulary\\_tag/karta-lipska/](http://studiakrajobrazowe.amu.edu.pl/vocabulary_tag/karta-lipska/) (dostęp: 14.06.2022)

<sup>15</sup> <https://www.gov.pl/attachment/a56e8572-34f8-4d40-b7bc-2d23d16f0dee> (dostęp: 14.06.2022)

towi miejskiemu. „Transport publiczny musi być dostępny, przystępny cenowo, czysty, bezpieczny i atrakcyjny dla wszystkich”<sup>16</sup>. W świetle krajowych problemów z niekontrolowanym „rozlewaniem się miast” (ang. *urban sprawl*) istotny jest postulat zmniejszenie zapotrzebowania na transport i mobilność, co wymaga tworzenia zwartej policentrycznej struktury miejskiej, stanowiącej odpowiedni miks zabudowy mieszkalnej, komercyjnej, produkcyjnej i dostosowanej do nich infrastruktury transportowej.

**Miasto produktywne** to miasto o odpowiednio zdwersyfikowanej gospodarce, zapewniającej mieszkańcom miejsca pracy dające solidną podstawę finansową zrównoważonego rozwoju aglomeracji. Miasto, które chce być atrakcyjną lokalizacją dla nowoczesnych firm, musi oferować wysoko wykwalifikowanych pracowników oraz wysoką jakość infrastruktury technicznej i logistycznej. Coraz wyższy jest udział w gospodarce sektorów i branż usługowych oraz przemysłów kreatywnych, w sposób naturalny związanych z miastami jako centrami wiedzy, nauki i kultury. Jednocześnie coraz więcej tradycyjnych sektorów gospodarki podlega intensywnej cyfryzacji. Gospodarka miast zmierza w stronę gospodarki cyfrowej lub mocno wspierającej się rozwiązaniami cyfrowymi. Widać to było np. w okresie pandemii, w którym można było zaobserwować dynamiczny rozwój e-handlu, zmniejszający udział ulokowanych przeważnie na peryferiach miast centrów handlowych, natomiast zwiększający udział niewielkich firm handlowych korzystających z rozwiązań dostarczanych przez firmy informatyczne oraz z platform e-handlu oraz współpracujących z nimi firm kurierskich i systemów samoobsługowych. W warunkach krajowych przykładu dostarcza platforma Allegro, na której w końcu czerwca 2020 r. działało ponad 117 tys. firm, w większości małych i mikrofirm<sup>17</sup> oraz operator paczkomatów inPost. InPost na koniec 2021 r. miał w kraju niemal 16,5 tys. paczkomatów, do których w ciągu roku dostarczono niemal 355 mln paczek<sup>18</sup>.

W Nowej Karcie Lipskiej zaakcentowano konieczność

16 tamże

17 <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/artukul/liczba-sprzedajacych-na-allegro-w-pierwszej-polowie-roku-wzroslo-o-14-procent> (dostęp 11.06.2022)

18 <https://www.cashless.pl/11182-inpost-ile-paczkomatow-na-koniec-2021> (dostęp 11.06.2022)

stosowania zintegrowanego podejścia, polegającego na koordynacji wszystkich obszarów polityki miejskiej pod względem przestrzennym, sektorowym i czasowym oraz uwzględnianiu wszystkich aspektów i interesów związanych z rozwojem obszarów miejskich. Władze miasta muszą równoważyć różnorodne interesy i uwzględniać skutki interwencji dla wszystkich interesariuszy. Bardzo ważnym działaniem jest formułowanie strategii zintegrowanego i zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich i wdrażanie w całym mieście, a więc zarówno w jego obszarach funkcjonalnych, jak i w podmiejskich.

Tendencją widoczną dziś we wszystkich procesach gospodarczych, administracyjnych, edukacyjnych, naukowych, a nawet kulturalnych jest wszechobecna cyfryzacja. Cyfryzacja procesów i odpowiednie zarządzanie przez władze miasta procesami i strumieniami danych, a także dostarczanie cyfrowych usług publicznych są kluczowe dla rozwoju miast. Stawia to wobec miejskich urzędników coraz wyższe wymagania dotyczące doboru danych i zarządzania nimi.

## 5. Trendy rozwoju technologii informatycznych

Wśród trendów rozwoju technologii informatycznych, które trzeba uwzględnić w transformacji miasta, wymienić można przede wszystkim rozwój usług chmurowych oraz robotyzację, automatyzację czy wręcz tzw. hiperautomatyzację<sup>19</sup> rozwiązań informatycznych. Natomiast z punktu widzenia zastosowań i wdrożeń IT czynnikiem kluczowym jest szybki wzrost złożoności systemów infrastruktury technicznej, w tym teleinformatycznej. Jest on niejako naturalną odpowiedzią na co najmniej równie szybki wzrost złożoności zjawisk gospodarczych i społecznych w mieście, będącym dla jego mieszkańców miejscem życia, działalności ekonomicznej, społecznej i kulturalnej, edukacji i rekreacji. Należy przy tym zwrócić uwagę, że wzrost złożoności zwiększa wagę obszaru cyberbezpieczeństwa.

19 A. Sobczak (<https://robonomika.pl/interaktywny-model-referencyjny-narzedzi-informatycznych-z-zakresu-hiperautomatyzacji>) – dostęp 11.06.2022)

Sprawne, optymalne, bezpieczne i niezawodne zarządzanie coraz bardziej złożonymi strukturami technicznymi, gospodarczymi i organizacyjnymi miasta, wymuszane jest zarówno ograniczeniami zasobów – przede wszystkim budżetowych, ale także zasobów środowiska naturalnego.

Optymalne i sprawne zarządzanie wymaga stosowania coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań teleinformatycznych. Dziedzina infrastruktury technicznej miasta jest obecnie jednym z głównych obszarów zastosowań Internetu Rzeczy (IoT). W mieście pojawiają się tysiące czujników i elementów wykonawczych, działających m. in. w systemach sterowania miejskim oświetleniem, ruchem drogowym, sieciami energetycznymi, wodociągowymi, ciepłowniczymi, gazowymi i kanalizacyjnymi, monitorowania parametrów środowiska naturalnego w mieście. Miejski transport publiczny jest dziś nie tylko wyposażony w urządzenia pozwalające na śledzenie w czasie rzeczywistym pozycji, monitorowanie stanu technicznego i zarządzanie ruchem miejskich tramwajów, autobusów, metra i kolei miejskich, ale także w czujniki pozwalające na bieżąco określać np. stan wypełnienia poszczególnych pojazdów na danych odcinkach trasy, co pozwala na dynamiczne dostosowywanie rozkładów jazdy. Dbanie o bezpieczeństwo publiczne jest głównym motywem instalowania w miastach coraz rozleglejszych systemów monitoringu wizyjnego. Dla sprawnego działania systemów monitoringu wizyjnego zaczyna już w miejskich centrach bezpieczeństwa brakować ludzi, którzy z dostateczną uwagą mogą obserwować ekrany wyświetlające widoki na ulicach, placach, parkach miasta. Monitoring wizyjny jest już od kilku lat wspierany systemami AI/ML, wykrywającymi takie zjawiska jak np. wejście na teren zastrzeżony, ruch pojazdu w niewłaściwym kierunku, np. pod prąd na ulicy jednokierunkowej, pozostawienie w miejscu publicznym jakiegoś obiektu albo odwrotnie – przywłaszczenie sobie jakiegoś obiektu, przypadki wandalizmu, wejście do wody w miejscu niedozwolonym (zarówno do fontanny miejskiej, jak i do rzeki przepływającej przez miasto), próba włamania, pobicie czy zabójstwo w bójce ulicznej, niebezpieczeństwo zamarcnięcia osoby bezdomnej czy mającej ograniczoną możliwość odczucia niebezpieczeństwa np. z powodu odurzenia alkoholem czy środkami psychotropowymi albo

stanu zdrowia psychicznego (np. choroba Alzheimera). Systemy wspierające operatorów monitoringu wizyjnego mogą korzystać ze stałych algorytmów rozpoznających takie zjawiska, albo z zaawansowanych rozwiązań uczenia maszynowego<sup>20</sup>. Po „zauważeniu” jakiejś potencjalnie groźnej sytuacji systemy reagują alertami, skierowanymi odpowiednio do straży miejskiej, straży pożarnej, pogotowia ratunkowego, policji czy innych służb miejskich i wspierających je organizacji społecznych.

Jednak do wspomnianego sprawnego i optymalnego zarządzania miastem należy wykorzystywać nie tylko dane dotyczące infrastruktury technicznej (materialnej), ale także dane dotyczące stanu, potrzeb, nastawień i opinii mieszkańców miasta, przebiegu procesów gospodarczych, społecznych i kulturowych. Jest to realizacja koncepcji *Citizen-as-Sensor* – obywateli jako czujników dostarczających dane<sup>21</sup>. Mieszkańcy miasta, w tym działający w mieście przedsiębiorcy (oraz organizacje mieszkańców i przedsiębiorców) są jednak potrzebni nie tylko jako „czujniki stanów i procesów”, ale także jako „elementy wykonawcze”. Do podnoszenia jakości zarządzania miastem potrzebny jest bowiem aktywny współdziałanie mieszkańców, począwszy od formułowania idei, koncepcji i rozwiązań, po współpracę z władzami miasta w ich realizacji. Formułuje to wyraźnie wspomniana Nowa Karta Lipska, w której podkreślono, że zintegrowane podejście wymaga zaangażowania mieszkańców oraz podmiotów społecznych, gospodarczych i innych, korzystając z ich uwag i wiedzy. Mieszkańcy muszą mieć możliwość wypowiedzenia się na temat procesów mających wpływ na ich codzienne życie, zaś władze miasta powinny tworzyć nowe formy ich udziału w rozwoju miasta, umożliwiające współprojektowanie rozwiązań. Nowe formy współpracy pomagają samorządom w godzeniu rozbieżnych interesów a także we współdzieleniu odpowiedzialności za miasto. Jednym z obszarów, w którym udział mieszkańców ma kluczowe znaczenie, jest podnoszenie jakości środowiska architektonicznego.

Z krótkiego przeglądu obszarów, którymi muszą zajmować władze miejskie w ramach transformacji w miasto inteligentne wynika, że mamy obecnie do czynienia z lawi-

20 <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/video-analytics> (dostęp: 20/06/2022)

21 [https://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-W13/ID\\_02.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-W13/ID_02.pdf)

nowym wręcz przyrostem wolumenów zbieranych danych, wymagających ich analizy i wyciągania wniosków dających podstawę do wyboru ścieżki i tempa transformacji. Jest to wręcz podręcznikowy przykład konieczności stosowania zaawansowanych systemów informatycznych wspierających analizy, wnioskowanie i decyzje samorządów. Z charakteru i ilości zbieranych danych wynika, że mamy tu do czynienia z przetwarzaniem zbiorów nazywanych Big data – dużych, zmiennych i niezwykle różnorodnych zbiorów danych, trudnych do analizy tradycyjnymi metodami. Ich analiza przy użyciu odpowiednich metod, w tym niezwykle ważnych metod wizualizacji umieszczających wszystkie zjawiska w przestrzeni miejskiej, może władzom miasta nie tylko dostarczać cenne informacje ale prowadzić do pozyskania nowej wiedzy.

Zarówno we wspomnianych systemach sterowania ruchem drogowym, komunikacją publiczną czy sieciami infrastruktury technicznej, jak i w systemach analizy Big data stosuje się coraz bardziej wyrafinowane metody i algorytmy z dziedziny sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML). Z jednej strony usprawniają one eksploatację infrastruktury materialnej miasta i podwyższają „stopień inteligencji” w odniesieniu do struktury społecznej, ale z drugiej strony stanowią wyzwanie dla pracowników administracji.

## 6. Wyzwania i kompetencje

Ponad dwa lata pandemii nie tylko przekonały pracowników administracji samorządowej do tego, że wiele działań, na które składa się ich codzienna praca da się wykonywać z wykorzystaniem różnorodnych środków komunikacji elektronicznej – przede wszystkim narzędzi pracy grupowej oraz zdalnego dostępu do systemów informatycznych urzędu. Wraz z upowszechnianiem się usług chmurowych zasadniczo obniżył się poziom obaw o dane oraz systemy przechowywane i działające w chmurach obliczeniowych. Odpowiednio zmieniały się też odnośne przepisy<sup>22</sup>, pojawiły się rozwiązania dla administracji publicznej a także

dotyczące usług chmurowych poradniki i wytyczne<sup>23</sup>. Pracownicy administracji samorządowej w wielu przypadkach nawet nie zdają sobie sprawy, że korzystają z systemów, rejestrów i baz danych, które nie są ulokowane w ich urzędzie, ale są gdzieś daleko od nich, w zasadzie nawet w nieznanym im lokalizacji.

Daleko większym wyzwaniem są systemy zautomatyzowane/zrobotyzowane, coraz szerzej wykorzystujące metody sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Ich coraz szersze stosowanie wynika ze wspomnianego wyżej wzrostu złożoności zagadnień, z którymi musi dawać sobie radę administracja. Z ogromnym wzrostem złożoności zarządzanej infrastruktury technicznej, koniecznością zaawansowanej optymalizacji używanych zasobów materialnych (redukcji obciążeń dla środowiska naturalnego, minimalizacji zużycia wody, energii, innych mediów technicznych) oraz optymalizacji kosztów utrzymania i rozwoju infrastruktury poradzić mogą sobie tylko systemy stosujące zaawansowane rozwiązania AI/ML. Tylko takie systemy potrafią w czasie rzeczywistym dostosowywać działanie infrastruktury technicznej do obciążenia i ogólnie; do aktualnych potrzeb i warunków. Dotyczy to nie tylko sterowania oświetleniem miejskim, czy wytwarzaniem i dostarczaniem ciepła systemowego, sterowania światłami na skrzyżowaniach czy przekierowywania ruchu indywidualnych pojazdów na trasy mniej obciążone w danej chwili, ale także w dynamicznym dostosowywaniu rozkładów jazdy transportu publicznego – począwszy od interwałów czasowych dojazdu do poszczególnych przystanków aż po dostosowywanie pojemności pojazdów (np. autobus krótki czy długi) do chwilowych obciążeń na danej trasie. Wykładniczo rosnąca ilość danych, z którymi mamy do czynienia i które powinniśmy uwzględniać przy podejmowaniu decyzji, tworzeniu rozwiązań organizacyjnych, projektowaniu procesów i w procedurach obsługi zdarzeń wymusza wspieranie się coraz bardziej zaawansowanymi systemami.

Wyzwania dla samorządów rozpoczynają się już na etapie formułowania Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ) i Szczegółowych Opisów Przedmiotu Zamówienia (SOPZ) dla systemów informatycznych, które

22 Uchwała nr 97 Rady Ministrów z dnia 11 września 2019 r. w sprawie Inicjatywy „Wspólna Infrastruktura Informatyczna Państwa” (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WMP20190000862> - dostęp 12.06.2022)

23 <https://chmura.gov.pl/zuch/static/media/Wytyczne%20dla%20administracji%20publicznej%20-%20PL.PDF> (dostęp 12.06.2022)



mają służyć do podwyższania „poziomu inteligencji” miasta, podnoszenia jakości życia i komfortu pracy w mieście. Ścisłe powiązana z formułowaniem zamówień na złożone systemy korzystające z AI/ML jest oczywiście umiejętność oceny złożonych przez potencjalnych dostawców ofert dotyczących takich systemów.

Warto zauważyć, że coraz bardziej złożone systemy stosowane są w coraz mniejszych miastach i miejscowościach. Oczywiście w najmniejszych miastach Polski (np. w liczącym 336 mieszkańców Opatowcu czy niewiele większej Wiślicy z jej 506 mieszkańcami)<sup>24</sup> nie są zwykle potrzebne adaptacyjne systemy sterowania ruchem drogowym, choć równie zaawansowane systemy informatyczne mogą być stosowane przy projektowaniu obejścia drogowego małego miasta – tak, by przez miejski rynek nie przejeżdżał cały ruch tranzytowy. Natomiast nawet w tak niewielkich miejscowościach stosowane są systemy sterowania sieciami wodociągowymi i kanalizacyjnymi, kontroli zużycia, wystawiania faktur, sprawdzania wpływu opłat. Już nawet w niewielkich sieciach infrastruktury technicznej miasta stosowane są systemy paszportyzacji oraz kontroli i analizy danych dotyczących obciążenia sieci. Systemy takie, w coraz szerszym zakresie korzystające z AI/ML, umożliwiają nie tylko sprawną eksploatację i konserwację bieżącą, ale także tzw. konserwację predykcyjną, na podstawie zaawansowanej analizy danych ruchowych ostrzegającą przed potencjalnymi problemami i awariami.

## 7. Współpraca ze specjalistami i z robotami

W firmach informatycznych upowszechnia się obecnie organizacja pracy w zespołach DevOps (od ang. *development/operations*), w której specjaliści tworzący systemy informatyczne, ich testerzy na bieżąco i bezpośrednio współpracują ze specjalistami od utrzymywania i konserwacji systemów. Organizacja pracy w schematach DevOps istotnie skraca czas wprowadzania uzupełnień, poprawek i nowych wersji oprogramowania. Jako następny stopień rozwoju w firmach nieinformatycznych pojawiła się organizacja pracy w zespołach BizDevOps, łączących pracowników DevOps z pracownikami merytorycznych działów

biznesowych. Jednocześnie coraz szerzej stosowane są metody tworzenia aplikacji biznesowych z wykorzystaniem narzędzi nisko- i zerokodowych (*LowCode/NoCode*), których stosowanie nie wymaga umiejętności programowania/kodowania, a tylko umiejętnego tworzenia struktur oraz definiowania wymagań i parametrów aplikacji, co ze wsparciem specjalistów IT potrafią robić pracownicy merytoryczni. Dzięki temu w zespołach BizDevOps maleje udział „ręcznej” pracy programistów piszących kody programów. W ślad za organizacjami komercyjnymi takie metody pracy zaczną się pojawiać także w urzędach JST. W firmach komercyjnych procesom takim towarzyszy zmiana ich organizacji na organizację zadaniową i procesową. W organizacji zadaniowej tworzone są zespoły, które mogą być rozwiązywane po zakończeniu danego zadania i zestawiane na nowo z udziałem innych pracowników, o kompetencjach potrzebnych do kolejnego zadania. Taka zmiana organizacji pracy na pewno jest wyzwaniem w dzisiejszej tradycyjnej organizacji administracji, opisanej umowami i regulaminami pracy, instrukcjami stanowiskowymi, wykazami obowiązków oraz kartami procedur. Na razie w JST nabywanie umiejętności budowy systemów z wykorzystaniem narzędzi nisko- i zerokodowych, w ścisłej współpracy ze specjalistami IT w tworzonych zadaniowo zespołach o charakterze BizDevOps wydaje się kwestią odległej przyszłości. Jednak współpraca specjalistów tworzących i rozbudowujących rozwiązania informatyczne z osobami korzystającymi z nich w codziennej pracy w administracji publicznej jest kierunkiem, w jakim będzie podążał rozwój administracji w miarę jej transformacji cyfrowej.

Wspomniane w p. 5 i 6 coraz szersze stosowanie systemów wykorzystujących zaawansowane rozwiązania AI/ML pociąga za sobą kolejne dwa wyzwania. Pierwsze z nich ma charakter techniczny: jest nim umiejętność trenowania systemów AI/ML. Od doboru danych wykorzystywanych do trenowania takich systemów zależy jakość (poprawność) ich działania. Nieprawidłowe, „skrzywione” dane mogą powodować błędną pracę systemów AI/ML, np. podpowiadanie przez takie systemy decyzji nieprawidłowych, „skrzywionych”. Dane do szkolenia systemów, jakie mają być stosowane w administracji zarządzającej

<sup>24</sup> Według stanu na koniec 2020 r.

inteligentnym miastem powinny być dobierane przez merytorycznych pracowników JST we współpracy ze specjalistami IT, w tym ze specjalistami od analizy danych, najlepiej we wspomnianych zespołach typu BizDevOps. Jest to jednak zagadnienie wykraczające poza ramy niniejszego opracowania i dlatego jest w tym miejscu tylko zasygnalizowane.

Kolejne wyzwania związane są z wprowadzaniem robotów software'owych automatycznie obsługujących coraz więcej procesów, którymi dotąd zajmowali się pracownicy. Do tej pory w obszarze współpracy ludzi z robotami – zwanym kobotyzacją – koncentrowano się na współpracy z robotami przemysłowymi<sup>25</sup>. Dotychczasowe doświadczenia z wprowadzania robotów programowych w bankach, w firmach zajmujących się outsourcingiem procesów biznesowych, w centrach usług wspólnych wskazują, że kobotyżacja jest wyzwaniem zarówno z uwagi na obawę pracowników przed utratą pracy<sup>26</sup>, jak i na konieczność nabywania kompetencji współpracy z robotami programowymi. Wyzwania takie będą się coraz wyraźniej przejawiały wraz z wprowadzaniem w miastach inteligentnych coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań automatyzujących i robotyzujących obsługę procesów administracyjnych. W ślad za firmami komercyjnymi będzie się musiała mierzyć z nimi także administracja JST.

## 8. Cyberbezpieczeństwo – wymagania a kompetencje w JST

Wyzwaniem dla administracji samorządowej jest obszar cyberbezpieczeństwa. Ustawa o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa (ustawa o KSC)<sup>27</sup> określa organizację całego systemu oraz zadania i obowiązki podmiotów wchodzących w jego skład. Regulowany w niej krajowy system obok innych podmiotów wymienionych w art. 4 obejmuje

także jednostki sektora finansów publicznych, o których mowa w przywołanych artykułach ustawy o finansach publicznych<sup>28</sup> – w tym jednostki samorządu terytorialnego i ich związki oraz spółki prawa handlowego wykonujące zadania o charakterze użyteczności publicznej w rozumieniu ustawy o gospodarce komunalnej<sup>29</sup> – a więc liczne spółki komunalne. Ustawa o KSC określa dla tych podmiotów obowiązki współpracy z właściwym CSIRT MON, CSIRT NASK i CSIRT GOV – czyli zespołami reagowania na incydenty bezpieczeństwa komputerowego na poziomie krajowym, prowadzonymi odpowiednio przez Ministra Obrony Narodowej, Naukową i Akademicką Sieć Komputerową – Państwowy Instytut Badawczy (NASK PIB) oraz Szefa Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego. W przypadku JST i ich spółek komunalnych realizujących zadanie publiczne zależne od systemu informacyjnego zakres określonych ustawą obowiązków jest obszerny. Obejmuje m.in. zgłoszenie incydentu bezpieczeństwa do właściwego CSIRT MON, CSIRT NASK lub CSIRT GOV nie później niż w ciągu 24 godzin od momentu wykrycia, zapewnienie obsługi incydentu we współpracy z właściwym CSIRT, przekazanie niezbędnych danych, zapewnienie osobom, na rzecz których zadanie publiczne jest realizowane, dostęp do wiedzy pozwalającej na zrozumienie zagrożeń stosowanie skutecznych sposobów zabezpieczania się przed nimi. Każdy z zobowiązanych ustawą podmiotów samorządowych obowiązany jest do wyznaczenia i przekazania do właściwego CSIRT aktualizowanych danych kontaktowych osoby odpowiedzialnej za utrzymywanie kontaktów z podmiotami krajowego systemu cyberbezpieczeństwa. Zgłoszenie incydentu musi zawierać m.in. wskazanie zadania publicznego, na które incydent miał wpływ, liczbę osób, na które incydent miał wpływ, moment wystąpienia i wykrycia incydentu oraz czas jego trwania, zasięg geograficzny obszaru, którego dotyczy incydent, przyczynę zaistnienia incydentu i sposób jego przebiegu oraz skutki jego oddziaływania na systemy informacyjne podmiotu publicznego, informacje o przyczynie i źródle incydentu, informacje o podjętych działaniach zapobiegawczych i na-

25 <https://kcir.pwr.edu.pl/~much/WspoRob/wyklad02.pdf>

26 <https://robonomika.pl/robotyzacja-procesow-spowoduje-ze-w-polsce-do-2022-r-zniknie-20-miejsc-pracy-w-bpo> (dostęp 19.06.2022)

27 Ustawa z dnia 5 lipca 2018 r. o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa (Dz.U. 2018 poz. 1560). Ustawa implementowała do polskiego porządku prawnego unijną dyrektywę NIS (Dyrektywę Parlamentu Europejskiego I Rady (UE) 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii.

28 Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz. U. z 2019 r. poz. 869, z późn. zm.)

29 Ustawa z dnia 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej (Dz. U. z 2019 r. poz. 712 i 2020)

prawczych. Wypełnianie obowiązków wynikających z ustawy o KSC a także m.in. z rozporządzenia o Krajowych Ramach Interoperacyjności (KRI)<sup>30</sup> wymagające stałego podnoszenia kompetencji pracowników JST w obszarze cyberbezpieczeństwa wspierane jest już obecnie i będzie w najbliższej przyszłości szeregiem działań. W kończącej się właśnie perspektywie finansowej 2014-2020 (z realizacją zadań do końca 2023 r.) jest nim np. Działanie 5.1 „Rozwój cyfrowy JST oraz wzmocnienie cyfrowej odporności na zagrożenia – REACT-EU” w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa. NASK PIB buduje specjalny system (nazwany „System 46” lub „S46”) do realizacji zadań określonych w ustawie o KSC. Jego najważniejszą częścią będzie Platforma Analityczna S46, z którą współpracować będą CSIRT GOV, CSIRT MON i CSIRT NASK. System S46 wspierać będzie wszystkie podmioty zobowiązane do realizacji zadań z obszaru cyberbezpieczeństwa, a więc także JST oraz spółki komunalne. Podmioty KSC będą podłączone do zintegrowanego systemu cyberbezpieczeństwem S46<sup>31</sup> (S46-react).

Budowa i uruchomienie pierwszego wydania Systemu S46 rozpoczęło się w maju 2022 r. i ma się zakończyć z końcem września 2023 r. W ramach projektu przewidziano m.in. szkolenia z używania systemu dla JST. Kolejne działania wynikające z ustawy o KSC, w tym z jej przygotowywanej nowelizacji, a także z ogłoszonego projektu dyrektywy zwanej NIS2<sup>32</sup>, rozszerzającej zarówno obowiązki, jak i zakres działania dyrektywy i krąg podmiotów zobowiązanych przewidziano m.in. w Krajowym Planie Odbudowy.

---

30 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 roku w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (Dz.U. z 2012 r. poz. 526).

31 <https://www.nask.pl/pl/projekty-dofinansowane/projekty-realizowane-ze/3957,Rozwoj-systemu-teleinformatycznego-S46.html> (dostęp 19.06.2022)

32 <https://cyberpolicy.nask.pl/wstepne-porozumienie-rady-i-parlamentu-europejskiego-na-temat-nis2/> (dostęp 19.06.2022)



Narodowy Instytut Samorządu Terytorialnego powstał w 2015 r.  
Jest państwową jednostką budżetową podległą MSWiA.  
Działa na rzecz dalszej profesjonalizacji samorządu terytorialnego i administracji publicznej.

OPINIE I ANALIZY NIST, ul. Zielona 18, Łódź 90-601  
Sekretariat tel. +48 42 633 10 70  
e-mail: sekretariat@nist.gov.pl