



#CAL

Raport — 06

Maciej Antczak

# Sztuczna inteligencja w miastach

**Autor główny:**  
Maciej Antczak

**Skład:**  
Tomasz Wójcik

**Wykorzystano materiały CC autorstwa:**  
Mungang Kim, TheDigitalArtist

---

## Centrum Analiz Latarnika Kalisz 2023

Pozostałe raporty, komentarze i felietony Centrum Analiz Latarnika dostępne są na stronie internetowej: [latarnikkaliski.pl/analizy](http://latarnikkaliski.pl/analizy)



SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO INSTYTUTU WOLNOŚCI – CENTRUM ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA OBYWATELSKIEGO W RAMACH RZĄDOWEGO PROGRAMU ROZWOJU ORGANIZACJI OBYWATELSKICH NA LATA 2018–2030 PROO

### Spis treści

Dlaczego sztuczna inteligencja jest tak przydatna?	4
Inteligentny System Transportowy – usystematyzować chaos	5
Sztuczna inteligencja w komunikacji miejskiej	6
Inteligentne parkingi	7
Optymalizacje systemów energetycznych i oświetleniowych z wykorzystaniem AI	7
Gospodarka odpadami – AI posegreguje śmieci?	8
Wykrywanie ukrytych wycieków wody	9
Integracja miejskich systemów AI z danymi mieszkańców	9
Czy sztuczna inteligencja zastąpi partycypację obywatelską?	10



# Autor

**Maciej Antczak** – Wiceprzewodniczący Kaliskiej Rady Działalności Pożytku Publicznego kadencji 2022-2025. Od 2020 r. publicysta portalu Latarnik Kaliski. Absolwent ekonomii przedsiębiorstwa na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego, student ekonomii w Szkole Głównej Handlowej. Były wiceprezes Zarządu Głównego Stowarzyszenia KoLiber (2019-2020) i były prezes oddziału Kalisz (2019-2020). W latach 2022-2023 wiceprezes Forum Organizacji Pozarządowych Ziemi Kaliskiej.

Za sprawą ChataGPT sztuczna inteligencja weszła do mainstreamu. Termin *machine learning* (ang. uczenie maszynowe) był odmieniany przez wszystkie przypadki w programach publicystycznych i artykułach prasowych. Zwiększone możliwości sztucznej inteligencji rozpowszechniały teorie o rewolucji AI, która całkowicie odmieni życie gospodarcze całego świata. Nie sposób zatem nie przeanalizować, w jaki sposób sztuczna inteligencja może zmieniać podejście do polityki miejskiej? Jak miejscy decydenci mogą wykorzystywać narzędzia AI, aby zarządzać procesami funkcjonującymi w samorządach?

# 1

## Dlaczego sztuczna inteligencja jest tak przydatna?

Sztuczna inteligencja jest narzędziem wpisującym się w ideę *smart city*, która opiera się na wykorzystywaniu technologii do zarządzania miastem. Zgodnie z najnowszymi założeniami smart city, technologie należałoby wykorzystywać do usprawniania życia mieszkańców i funkcjonowania w zgodzie z miejskimi systemami. Nie powinny one być technologicznymi eksperymentami wyabstrahowanymi od realnych potrzeb społeczności<sup>1</sup>. Samorządowcy za to powinni zawsze z tyłu głowy mieć ryzyko popadnięcia w *aquaparkozę*<sup>2</sup>, czyli tworzenie prawie nikomu niepotrzebnych, przeskalowanych i generujących koszty gadżetów. Tyczy się to także narzędzi AI, które ze względu na ich rewolucyjny i innowacyjny charakter, są z natury ryzykownymi inwestycjami, pochłaniającymi nierzadko duże koszty.

Sztuczna inteligencja daje szerokie możliwości w zakresie zarządzania dużymi bazami danych, które nie byłyby przetwarzalne przez jednego człowieka, a nawet całe systemy biurokratyczne. Wielość informacji, będąca wyzwaniem dla ludzi (ale także tradycyjnych programów komputerowych ze względu na rozmiary baz), dzięki wykorzystaniu AI staje się możliwa do skondensowania i przedstawienia w formie przydatnych urzędnikom, decydującym oraz mieszkańcom statystyk.

**Dostęp do niedostępnych wcześniej zasobów informacji pozwala na racjonalne podejmowanie decyzji, nie w oparciu o intuicję, założenia teoretyczne czy eksperymenty, lecz na podstawie danych empirycznych zbieranych przez systemy miejskie wykorzystujące sztuczną inteligencję<sup>3</sup>.**



1 Dominiak B., *Inteligentne miasta trzeciej generacji*, „Warsaw Smart City”, 02.03.2016, <https://smartcityforum.pl/artukul/inteligentne-miasta-trzeciej-generacji/> (dostęp 14.11.2023)

2 Termin autorski oparty o modę na inwestycje w aquaparki realizowane w wielu gminach z unijnych środków tuż po wejściu Polski do Unii Europejskiej.

3 Bokhari S. A. A., Myeong S., *Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision-Making: A Social Innovation Perspective*, „Sustainability”, tom 14, nr 2, 2022

Pozwala to personalizować działania samorządu, unikając prostego kopiowania jeden do jednego rozwiązań z innych ośrodków, lecz dostosowywać rozwiązania do spływających z systemu AI faktycznych danych z miasta.

Ważne jest, aby dane zbierane dzięki sztucznej inteligencji nie były wykorzystywane tylko przez urzędników. Warto udostępniać je zainteresowanym mieszkańcom czy przedsiębiorcom, którzy na ich bazie mogą tworzyć innowacje społeczne.

## 2

## Inteligentny System Transportowy - usystematyzować chaos

Sztuczna inteligencja odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu tzw. ITS-u, czyli inteligentnego systemu transportowego. ITS to połączenie systemów sterowania ruchem, czujników, kamer, aktualizowanych aplikacji oraz tablic informacyjnych itp., które umożliwiają chociażby dostosowywanie sygnalizacji świetlnej do aktualnej sytuacji na drodze. System obciążony jest bardzo dużą ilością danych spływających z miejskich dróg, w związku z czym konieczne jest wykorzystywanie do jego obsługi sztucznej inteligencji przetwarzającej tysiące informacji na sekundę. Systemy ITS funkcjonować mogą na modelach przewidujących ruch w danym czasie na bazie informacji historycznych oraz aktualnych danych z innych części miasta, wykorzystując kamery monitoringu, czujniki i skanery identyfikacji radiowej. W ramach funkcjonowania *smart city* wykorzystywane są także drony, które swoim zasięgiem kamery mogą obejmować istotne dla systemu ITS arterie miasta<sup>4</sup>.

W najnowszych modelach systemów ITS<sup>5</sup> wdraża się *deep learning* (ang. uczenie głębokie), które jest podkategorią uczenia maszynowego. Polega ono na uczeniu się systemu poprzez doświadczenie<sup>6</sup>. W modelu Ge L. *et al.*, zmiennymi, oprócz danych z kamer monitoringu, są także ograniczenia prędkości, pasy ruchu, warunki pogodowe czy dni świąteczne, co dodatkowo wzmacnia dokładność modelu, ale i komplikuje jego funkcjonowanie, co jest jednak sterowalne dzięki *deep learning*. Jak wskazują autorzy opracowania, przed nimi jeszcze wiele usprawnień całości systemu, co zwiastuje dalszy progres w zakresie dokładności modelu.

System ITS funkcjonuje chociażby w Bydgoszczy. Opiera się on na współpracy podsystemów: sterowania ruchem, zarządzania transportem publicznym, monitoringu wizyjnego, naprowadzania pojazdów na drogi alternatywne, informacji parkingowej. Podsystemy integruje aplikacja w Centrum Sterowania Ruchem. Dzięki całemu systemowi, bydgoskie tramwaje posiadają priorytet przy przejeździe przez skrzyżowania<sup>7</sup>.

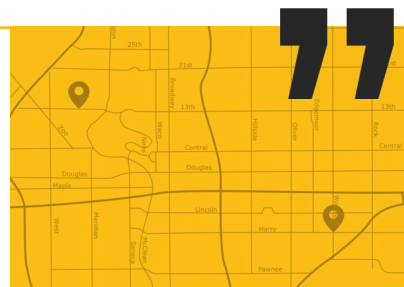
4 Rawat B. *et al.*, *AI Based Drones for Security Concerns in Smart Cities*, "Aptisi Transactions on Management", tom 7, nr 2, s. 125- 130

5 Ge L. *et al.*, *Global Spatial-Temporal Graph Convolutional Network for Urban Traffic Speed Prediction*, "Applied Sciences", tom 10, nr 4, 2020

6 Uczenie głębokie różni się od uczenia maszynowego, jak sama nazwa wskazuje, głębokością węzłów sieci neuronowych, ich wielowarstwowością. Pozwala to na bardziej rozbudowaną analizę danych spływających z systemu ITS.

7 Sprint, *ITS w Bydgoszczy*, <https://sprint.pl/pl/realizacje/its-bydgoszcz> (dostęp 14.11.2023)

**Kamery monitoringu wykorzystywane w ramach systemów ITS mogą skanować tablice rejestracyjne samochodów, aby dzięki temu śledzić trasę i czas przejazdu danego auta<sup>8</sup>.**



Pozwala to przeanalizować, którymi drogami porusza się kierowca i dzięki zebraniu obszernych danych statystycznych dociec, jak wygląda najczęściej wybierana trasa z miejsca A do B, wliczając w to różne istotne z punktu widzenia analizy punkty pośrednie. Jest to ważne z perspektywy śledzenia reakcji kierowców na wprowadzane przez administrację samorządową zmiany na drogach, takie jak dodawanie dodatkowych pasów ruchu, zwężanie jezdni, budowa nowych dróg, rond czy sygnalizacji świetlnych. Na przestrzeni miesięcy można też sprawdzić, czy dana zmiana spowodowała, że trasa jest wybierana częściej czy rzadziej przez kierowców. Łącząc tę analizę z analizą linii autobusowych, można poszukiwać korelacji pomiędzy potencjalnym spadkiem ruchu samochodowego na danej trasie i ewentualnym wzrostem liczby pasażerów autobusów (np. w związku z wprowadzeniem buspasów).

### 3

## Sztuczna inteligencja w komunikacji miejskiej

Wykorzystanie AI w transporcie może być pomocne również przy tworzeniu rozkładów jazdy autobusów, które można opracowywać dzięki badaniu natężenia ruchu oraz na podstawie informacji na temat ich przepełnienia. Dzięki upowszechnieniu się płatności bezgotówkowych w autobusach oraz elektronicznego czytnika kart, przewoźnicy mają możliwość uzyskania bieżących danych na temat przepełnienia pojazdów. Co istotne, aby dobrze zaplanować rozkład jazdy, trzeba brać pod uwagę także inne czynniki, takie jak chociażby korki i związane z nimi autobusowe spóźnienia w jednym rejonie miasta, które mogą mieć wpływ na dostępność linii w innym rejonie. Dowodzi to temu, iż występuje w tym przypadku korelacja przestrzenno-czasowa, którą znacznie prościej rozwiązać, wykorzystując *deep learning*<sup>9</sup>. Analiza danych w czasie rzeczywistym daje też możliwość skorzystania z dodatkowych autobusowych kursów, które można uruchamiać w celu rozładowania ponadnormatywnego ruchu dostrzeżonego przez system oparty o AI. Podobnie jak w modelu analizy natężenia ruchu samochodowego, tak i w przypadku zarządzania ruchem autobusowym, możliwe jest dodanie dodatkowych scenariuszy, takich jak mniejsze i większe wydarzenia społeczno-kulturalne czy zwiększony ruch turystyczny<sup>10</sup>.

8 Bharadiya J.P., *Artificial Intelligence in Transportation Systems A Critical Review*, "American Journal of Computing and Engineering", tom 6, nr 1, s. 39

9 Liu P. et al., *Improved Spatio-Temporal Residual Networks for Bus Traffic Flow Prediction*, "Applied Sciences", tom 9

10 *Ibidem*

## 4

### Inteligentne parkingi

Istotnym transportowym udogodnieniem, które wykorzystuje mechanizmy sztucznej inteligencji oraz Internetu Rzeczy, są inteligentne parkingi. W wielu miastach znalezienie miejsc parkingowych jest niezwykle trudne. Dzieje się tak tym bardziej dlatego, że ze względu na trendy ograniczania ruchu samochodowego w mieście, ich liczba jest często zmniejszana na rzecz pieszych. Długotrwałe poszukiwanie parkingu wiąże się z irytacją kierowców, generowaniem niepotrzebnego ruchu, a co za tym idzie emisją dodatkowych spalin i hałasu. Inteligentne parkingi są odpowiedzią na te problemy, gdyż dzięki sensorom lub obrazowi z monitoringu wskazują liczbę wolnych miejsc parkingowych w danych lokalizacjach, co skraca czas kierowcy poświęcany na ich poszukiwanie. Ponadto, dają także możliwość wprowadzania dynamicznie zmieniających się cen za parkowanie, które rosłyby w sytuacji wysokiego obłożenia parkingów i spadały przy dużej liczbie wolnych miejsc.

Kilkumiesięczne testy na parkingu w amerykańskim Angle Lake z wykorzystaniem kamer monitoringu pozwoliły na osiągnięcie 95% dokładności w zakresie określania liczby wolnych miejsc parkingowych na bazie obrazu wideo transmitowanego na żywo. Wpływ na niepełną dokładność miały głównie warunki pogodowe – krople deszczu pojawiające się na kamerze czy blask słońca<sup>11</sup>.

## 5

### Optymalizacje systemów energetycznych i oświetleniowych z wykorzystaniem AI

AI może być wykorzystywane także w inteligentnej sieci energetycznej (ang. *smart grid*), która jest odejściem od technologii elektromechanicznej na rzecz sieci sterowanych w pełni elektronicznie. Pozwala to na monitorowanie procesów w czasie rzeczywistym i na przepływ danych między urządzeniami oraz systemami. W konsekwencji AI może z wyprzedzeniem wykrywać potencjalne usterki, prognozować ewentualne przeciążenia sieci i deficyty mocy czy oceniać poziom stabilności sieci oraz samodzielnie podejmować działania optymalizacyjne, które zapobiegają zaburzeniom funkcjonowania systemu bądź nadmiernemu zużyciu energii. Co więcej, magazyny energii mogą być dostosowane do prognoz AI, optymalizując tym samym zużycie prądu w czasie. Niestabilność odnawialnych źródeł energii zależnych od warunków atmosferycznych (jak np. fotowoltaika bądź fermy wiatrowe) powoduje, że szczególnie trudno planować funkcjonowanie sieci energetycznych. Systemy AI mogą uwzględniać aktualną i prognozowaną pogodę, godzinę, porę roku czy ruch turystyczny, co pozwala lepiej

<sup>11</sup> Ke R. et al., *A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System with Edge Artificial Intelligence on IoT Devices*, "IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems", 2020

planować przyszłe działania, aby uniknąć *black outów*<sup>12</sup>. Dzięki *smart grid* możliwe jest także udostępnianie odbiorcom w czasie rzeczywistym ceny energii (w zależności od jej stopnia wykorzystywania w danym czasie w całej sieci), co pozwoliłoby zaoszczędzić na rachunkach za prąd mieszkańcom czy przedsiębiorcom<sup>13</sup>.

Z siecią energetyczną w miastach powiązany jest system oświetlenia ulicznego, który również może być optymalizowany w wielu samorządach przez sztuczną inteligencję. Podobnie jak w przypadku innych systemów, AI w systemach oświetlenia ulicznego analizuje ruch pieszych, ruch samochodowy, dane historyczne czy pogodę<sup>14</sup>. W miastach znane są systemy funkcjonujące w oparciu o czujniki ruchu. W ostatnich latach zaproponowano chociażby wykorzystanie oświetlenia LED z regulacją koloru – przy braku/niskim ruchu zmienia się kolor i natężenie światła, które traci w ten sposób nieco na jakości, lecz równocześnie znacząco spada zużycie energii przez lampę<sup>15</sup>. Z użyciem AI do sterowania oświetleniem wykorzystać można nie tylko czujniki ruchu, ale także prognozy ruchu na podstawie różnych zmiennych w modelu, m.in. obrazów z kamer monitoringu, co jest rozwiązaniem tańszym niż czujniki ruchu montowane przy każdej lampie<sup>16</sup>.

## 6

### Gospodarka odpadami – AI posegreguje śmieci?

Obserwowany w ostatnich latach wzrost produkcji śmieci wymusza na decydentach podejmowanie działań w celu lepszego zarządzania gospodarką odpadami. Dzięki wykorzystaniu czujników wagowych bądź ultradźwiękowych, nadajnikom GPS lokalizującym kontenery na śmieci oraz w wyniku zintegrowania tych danych w jednym spójnym systemie, możliwe jest optymalne ułożenie tras śmieciarek docierających do miejsc, gdzie kontenery są pełne bądź prawie pełne<sup>17</sup>. Co więcej, na rynku pojawiają się już roboty zdolne do segregowania odpadów w sortowniach bądź nawet w pojemnikach na śmieci. Rozpoznają one typ odpadu i decydują, do której przegrody winien on trafić. Tego typu systemy funkcjonują już chociażby w hiszpańskiej Katalonii<sup>18</sup>.

12 Omिताomu O. A., Niu H., *Artificial Intelligence Techniques in Smart Grid: A Survey*, "Smart Cities", nr 4, 2021, s. 548-568

13 Billewicz K., *Smart Grid - rozwój Smart Grid w Polsce musi przyspieszyć! Czym jest Smart Grid?*, "Murator Plus", 29.03.2022, <https://www.muratorplus.pl/technika/elektroenergetyka/smart-grid-czym-jest-rozwoj-smart-gridd-w-polsce-aa-r5i2-VCUz-FhBu.html> (dostęp 14.11.2023)

14 De Paz J. F. *et al.*, *Intelligent system for lighting control in smart cities*, "Information Sciences", tom 372, 2016, s. 241-255

15 Afshari S., *et al.*, *Modeling and control of color tunable lighting systems*, "Energy and Buildings", tom 68, część A, 2014, s. 242-253

16 De Paz J. F. *et al.*, s. 254

17 Khan I. R., Alam M., Razdan A., *Smart Garbage Monitoring System using IoT*, "SSRN Electronic Journal", 2021

18 Newseria, *Sztuczna inteligencja usprawni recykling. Wyposażone w kamery kosze rozpoznają typ odpadu i odpowiednio je posortują*, 21.07.2021, <https://innowacje.newseria.pl/news/sztuczna-inteligencja,p73105973> (dostęp 14.11.2023)



## 7

### Wykrywanie ukrytych wycieków wody

Polscy naukowcy, Izabela Rojek oraz Jan Studziński, zajęli się problematyką wycieków z sieci wodociągowych, które można wykrywać przy pomocy algorytmu stworzonego na bazie sztucznej inteligencji. Szczególną uwagę przywiązali do wycieków ukrytych, związanych z przestarzałą infrastrukturą podziemną, które są szczególnie kosztowne dla samorządów. Wyciek ukryty jest trudny do zidentyfikowania ze względu na przeciekanie wody bezpośrednio do gruntu, stąd obserwowany jest jej ubytek, lecz nie wiadomo, w którym miejscu. Autorzy w swojej pracy wskazują, iż jednym z rozwiązań jest stworzenie gęsto rozmieszczonego monitoringu na całej sieci i obserwacja, czy przepływ wody (jej ciśnienie) jest tożsamy ze standardowym. Jest to jednak rozwiązanie kosztowne. Propozycją polskich naukowców jest zatem stworzenie systemu opartego o AI oraz sieci neuronowe, którego skuteczność w trakcie badań teoretycznych okazała się lepsza od tradycyjnych metod, lecz nie została jeszcze przetestowana w warunkach rzeczywistych<sup>19</sup>.

## 8

### Integracja miejskich systemów AI z danymi mieszkańców

Miasta, w których funkcjonują podsystemy budujące *smart city*, spotykają się z wyzwaniem zintegrowania urządzeń wykorzystujących technologię różnych producentów, która nie jest ze sobą kompatybilna. Co jednak nie może dziwić, ten problem także można rozwiązać z wykorzystaniem AI, a konkretnie w ramach Internetu Rzeczy opartego o sztuczną inteligencję i technologię semantyczną (AI-SIoT). Zdaniem autorów jednego z opracowań<sup>20</sup> dot. AI-SIoT, w przyszłości możliwe jest zintegrowanie danych ze *smart* domów czy samochodów, aby powiązać systemy miejskie z danymi dotyczącymi pojedynczych użytkowników. Można by dzięki temu szacować poziom zużycia energii w poszczególnych częściach miasta czy, w przypadku połączenia z pojazdami, korygować działanie systemów ITS w oparciu o dane dotyczące planowanych tras przejazdu czy tempa poruszania się pojazdów. Można wyobrazić sobie także, że system AI-SIoT miałby dostęp również do kamer w lokalach restauracyjnych bądź sklepach, na podstawie czego można by określić szczegółowo stopień wypełnienia lokalu/sklepu i wybrać się w dane miejsce w momencie, kiedy będzie tam mniej tłoczno. Oczywiście te koncepcje wiążą się także z ograniczeniami w postaci prawa do prywatności i niechęci obywateli do udostępniania tak szczegółowych danych systemowi kontrolowanemu pośrednio przez polityków.

19 Rojek I., Studziński J., *Detection and Localization of Water Leaks in Water Nets Supported by an ICT System with Artificial Intelligence Methods as a Way Forward for Smart Cities*, "Sustainability", tom 11, 2019

20 Guo K. et al., *Artificial Intelligence-Based Semantic Internet of Things in a User-Centric Smart City*, "Sensors", nr 18, 2018

## 9

## Czy sztuczna inteligencja zastąpi partycypację obywatelską?

Sztuczna inteligencja, mimo swoich niewątpliwych zalet, ma kilka wad. Jedną z nich, w przypadku zarządzania miastem w oparciu o systemy AI, jest ograniczanie roli człowieka w procesie podejmowania decyzji. Skoro sztuczna inteligencja na podstawie obszernych baz danych jest w stanie *de facto* sama realizować wiele zadań, które niegdyś były domeną ludzi, to wśród decydentów może kształtować się przekonanie, że codzienna rozmowa z obywatelami nie jest konieczna. Wszak obywatele nie mają tak rozbudowanej wiedzy o samorządzie, jak operująca na danych sztuczna inteligencja. Jest to jednak myślenie błędne. Przede wszystkim współczesne teorie polityki miejskiej zaznaczają niezwykle istotną rolę partycypacji w procesie zarządzania samorządem. Wsłuchiwanie się w głos ludzi, organizowanie konsultacji czy debat jest bardzo ważnym elementem aktywizowania mieszkańców i budowania wśród nich poczucia współodpowiedzialności za lokalną ojczyznę. Ponadto, często statystyki w skali makro mogą nie ujmować problemów w skali mikro, z którymi borykają się na co dzień mieszkańcy.

***Sztuczna inteligencja daje narzędzia, lecz jedynie usprawnia w ten sposób istniejące systemy techniczne. Nie należy zapominać przy tym o wadze relacji społecznych, które są bardzo ważnym elementem skoncentrowanej na człowieku polityki miejskiej.***



Stąd tak ważne jest, aby systemy oparte o AI łączyć z partycypacją społeczną oraz inicjatywą lokalnych elit w zakresie wizji drogi, którą powinno podążać miasto.

## Bibliografia

### Literatura:

- Bharadiya J.P., *Artificial Intelligence in Transportation Systems A Critical Review*, "American Journal of Computing and Engineering", tom 6, nr 1, s. 35-45
- Bokhari S. A. A., Myeong S., *Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision-Making: A Social Innovation Perspective*, "Sustainability", tom 14, nr 2, 2022
- De Paz J. F. et al., *Intelligent system for lighting control in smart cities*, "Information Sciences", tom 372, 2016, s. 241-255
- Ge L. et al., *Global Spatial-Temporal Graph Convolutional Network for Urban Traffic Speed Prediction*, "Applied Sciences", tom 10, nr 4, 2020
- Guo K. et al., *Artificial Intelligence-Based Semantic Internet of Things in a User-Centric Smart City*, "Sensors", nr 18, 2018
- Ke R. et al., *A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System with Edge Artificial Intelligence on IoT Devices*, "IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems", 2020
- Khan I. R., Alam M., Razdan A., *Smart Garbage Monitoring System using IoT*, "SSRN Electronic Journal", 2021
- Liu P. et al., *Improved Spatio-Temporal Residual Networks for Bus Traffic Flow Prediction*, "Applied Sciences", tom 9
- Omitaomu O. A., Niu H., *Artificial Intelligence Techniques in Smart Grid: A Survey*, "Smart Cities", nr 4, 2021, s. 548-568
- Rawat B. et al., *AI Based Drones for Security Concerns in Smart Cities*, "Aptisi Transactions on Management", tom 7, nr 2, s. 125-130
- Rojek I., Studziński J., *Detection and Localization of Water Leaks in Water Nets Supported by an ICT System with Artificial Intelligence Methods as a Way Forward for Smart Cities*, "Sustainability", tom 11, 2019

### Źródła:

- Billewicz K., *Smart Grid - rozwój Smart Grid w Polsce musi przyspieszyć! Czym jest Smart Grid?*, "Murator Plus", 29.03.2022, <https://www.muratorplus.pl/technika/elektroenergetyka/smart-grid-czym-jest-rozwoj-smart-gridd-w-polsce-aa-r5i2-VCUz-FhBu.html> (dostęp 14.11.2023)
- Dominiak B., *Inteligentne miasta trzeciej generacji*, „Warsaw Smart City”, 02.03.2016, <https://smartcityforum.pl/arttykul/inteligentne-miasta-trzeciej-generacji/> (dostęp 14.11.2023)
- Newseria, *Sztuczna inteligencja usprawni recykling. Wyposażone w kamery kosze rozpoznają typ odpadu i odpowiednio je posortują*, 21.07.2021, <https://innowacje.newseria.pl/news/sztuczna-inteligencja,p73105973> (dostęp 14.11.2023)
- Sprint, *ITS w Bydgoszczy*, <https://sprint.pl/pl/realizacje/its-bydgoszcz> (dostęp 14.11.2023)