

Korzyści wdrożenia inteligentnego systemu transportowego w mieście

Ewelina J. Tomaszewska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: e.tomaszewska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2022-0046

Streszczenie

Inteligentne systemy transportowe (ITS) mogą być rozpatrywane w kategorii szans na zrównoważony rozwój inteligentnych miast. Celem artykułu jest identyfikacja obszarów badań analizowanych w międzynarodowej literaturze z zakresu ITS, opublikowanych w bazie danych Web of Science i Scopus oraz wyróżnienie kategorii korzyści związanych z implementacją ITS w mieście na podstawie badań własnych. W artykule wykorzystano metodę analizy bibliometrycznej oraz wyniki badań jakościowych w formie indywidualnych wywiadów pogłębionych. Wyniki analizy przedstawiono w postaci mapy obszarów badawczych najczęściej występujących w kontekście ITS, a także w zakresie ich współistnienia w analizowanym zbiorze artykułów. Analiza bibliometryczna pozwoliła na wyodrębnienie pięciu obszarów badawczych dotyczących ITS. Przeprowadzone rozważania teoretyczne i badania o charakterze pierwotnym pozwoliły na usystematyzowanie wiedzy na temat korzyści wdrażania ITS oraz sklasyfikowanie ich według trzech kluczowych kategorii: ekologicznych, organizacyjnych i społecznych.

Słowa kluczowe

inteligentny system transportowy (ITS), smart mobility, transport miejski

Wstęp

Współczesne miasta nieustannie dążą do bycia *smart* [Samarakkody i in. 2019 Gil-Garcia i in., 2015] a jednym z największych problemów jest zatłoczenie oraz

niewystarczająca infrastruktura miejska [Nazarko i in., 2015]. Wymiar inteligencji miejskiej opiera się głównie na innowacyjnych technologiach, których zastosowanie ma wspierać mieszkańców i zapewniać im komfortowe, ekonomiczne warunki życia i bezpieczeństwo [Kos, 2019; Komminos i in., 2011; Caragliu i in., 2011]. Popularna koncepcja *smart city* jako progresywnego miasta przyszłości, zakłada zrównoważony rozwój miast przejawiający się m.in. w poprawie mobilności i transportu, zapewnieniu dostępności czy zmniejszeniu zatłoczenia [Iqbal i in., 2018; Pawłowska, 2018; Kachniewska, 2020]. Jak podkreśla D. Sikora-Fernandez koncepcja zrównoważonego rozwoju w szerokim ujęciu jest najbardziej zbliżona do popularnej idei *smart city* [Sikora-Fernandez, 2019]. Uzasadnionym dążeniem władz lokalnych jest zatem poszukiwanie zrównoważonych i inteligentnych rozwiązań technologicznych w zakresie optymalizacji systemu transportu miejskiego. Z kolei biorąc pod uwagę dynamiczny rozwój miast i procesów urbanizacji władze lokalne są dziś zobligowane do implementacji inteligentnych systemów transportowych (ITS) na szeroką skalę.

Mimo, iż jak zauważają Nam i Pardo [2014, s. 3] miasto nie może stać się inteligentne tylko na podstawie wykorzystywania nowoczesnych technologii, w publikacjach naukowych nadal definiowanie koncepcji *smart city* odnosi się priorytetowo do wymiaru technologicznego. Osiągnięcie statusu *smart* wiąże się często z integracją technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) [np. Guo i in., 2017] lub szerokim wykorzystywaniem zaawansowanych technologii w przestrzeni miejskiej [np. Peng i in., 2017]. Idea *smart city* stanowi jedną z najbardziej obiecujących możliwości rozwoju miasta i lokalnej gospodarki. Jest określana jako miasto przyszłości lub miasto idealne, które przy zachowaniu korzyści z urbanizacji równocześnie eliminuje efekty negatywne [Kos i in., 2018; Sikora-Fernandez, 2017]. Innymi słowy to miasto, które osiąga sukces poprzez dbałość o rozwój intelektualny swoich mieszkańców, wysoką jakość środowiska miejskiego a przy tym wdraża nowatorskie osiągnięcia technik teleinformatycznych w swojej przestrzeni [Hajduk, 2021; Borghys i in., 2020; Winkowska i in., 2019; Bashynska i Dyskina, 2018; Bibri i Krogstie, 2017; Albino i in., 2015; Wang i Wu, 2015]. Urzeczywistnienie wizji *smart city* w praktyce przybiera zatem różnorodne formy poszczególnych wymiarów miasta inteligentnego [Allwinkle i Cruickshank, 2011; Peng i in., 2017; Molpeceres Arnáiz, 2017]. Należy podkreślić, że miasto jest uważane za inteligentne, jeśli jest zarządzane w sposób inteligentny, wydajny i zrównoważony [Huang i in., 2017]. Jak trafnie zauważają Reyesa-Rubiano i in. [2021], to jednak związki między inteligentnym miastem a transportem (oraz *smart mobility*) są bardzo istotne, ponieważ według badań wskazuje się, że bez inteligentnego transportu nie byłoby inteligentnego miasta. Rozpatrując zatem

inteligencję miasta w powyższym zakresie, należy podkreślić rolę ITS. Zagwarantowanie stabilnej mobilności miejskiej i sprawnego transportu pasażerskiego nie może bowiem odbyć się bez integracji nowoczesnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych w zarządzaniu miejską siecią transportową [Tzvetkova, 2018]. Współcześnie w aspekcie zarządzania ruchem miejskim kluczowe stają się preferencje mieszkańców i dbałość o potrzeby lokalnej społeczności, zaś dostępną technologię należy traktować jako narzędzie niezbędne do realizacji założonych celów rozwoju gospodarczego i społecznego miasta [Szpilko i in., 2020; Szpilko, 2020]. W związku z tym inteligentne miasto to miasto postrzegane jako lepsze, bardziej zrównoważone, poprawiające jakość życia swoich mieszkańców i dążące do lepszego zaspokojenia ich potrzeb (w tym mieszkaniowych, transportowych, energetycznych i innych infrastrukturalnych) [Mundada i Mukkamala, 2020; Yigitcanlar, 2018; Barrionuevo i in., 2012; Lazaro i Roscia, 2012; Lee i in., 2014].

Zgodnie z literaturą obecnie istnieje potrzeba znalezienia zrównoważonych rozwiązań w celu zwiększenia dostępności transportowej i poszukiwania perspektywy rozwoju innowacyjnych rozwiązań w zakresie mobilności [K. Kuźmich i in., 2022; H. Kiryluk i in., 2021]. Zrównoważona mobilność może odwoływać się do tzw. inteligentnych rozwiązań stosowanych w transporcie miejskim, do których zalicza się ITS i rozwiązania umożliwiające automatyzację transportu drogowego [Iqbal i in., 2018; Pawłowska, 2018]. Dbłość o zwiększanie wymiaru inteligentnej mobilności można scharakteryzować jako dynamiczny trend rozwoju transportu. ITS w tym kontekście m.in. otwierają nowe możliwości w zakresie poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, jego płynności i efektywności, a przy tym pozwalają na lepsze wykorzystanie istniejącej infrastruktury drogowej i ograniczenia negatywnego wpływu transportu na środowisko [Kamiński, 2021; Zhao i Jia, 2021; Neverauskiene i in. 2021; Huang i in., 2017; Grant-Muller i Usher 2014]. Ponadto ITS przyczyniają się do optymalizacji transportowej mobilności społeczności lokalnej oraz jakości usług transportowych [Tomaszewska, 2015].

Artykuł ma na celu odpowiedź na następujące pytania badawcze:

RQ1: Jakie są główne obszary badawcze w międzynarodowej literaturze z zakresu ITS?

RQ2: Jakie kategorie korzyści wiążą się z implementacją ITS w mieście?

W artykule wykorzystano metodę analizy bibliometrycznej i analizy sieciowej oraz wyniki badań jakościowych w formie indywidualnych wywiadów pogłębionych (IDI).

1. Inteligentny system transportowy jako obszar badań naukowych

Zarządzanie ruchem miejskim jest dziś na szeroką skalę wspierane rozwiązaniami technologicznymi z obszaru IT w formie ITS. Ułatwia to miastom obsługę ciągle rosnącej liczby mieszkańców, rozładowywanie korków (niwelowanie zatłoczenia i zwalczanie problemu kongestii) oraz tworzenie zrównoważonej przyszłości miasta [Ait Ouallane i in., 2022]. ITS przyciągnęły znaczną uwagę ze względu na ich potencjał do poprawy transportu miejskiego [Karim, 2022]. Zgodnie z unijną interpretacją ITS „*integrują telekomunikację, elektronikę i technologie informacyjne z inżynierią transportu w celu planowania, projektowania, eksploatacji, utrzymania i zarządzania systemami transportowymi*” [Directive 2010/40/EU]. W sposób racjonalny wykorzystują zatem infrastrukturę transportową poprzez połączenie zaawansowanych technologii telekomunikacyjnych, informatycznych, pomiarowych, automatycznych i innych, z metodami zarządzania ruchem transportowym [Barwiński i Kotas, 2015; Fajczak-Kowalska i Kowalska, 2018]. ITS można zdefiniować jako zaawansowane aplikacje, które wiążą zbieranie danych, komunikację, eksplorację danych, uczenie maszynowe, sztuczną inteligencję i zarządzanie bazami danych [Zear i in., 2016]. W polskich miastach zakres wdrożeń podsystemów ITS i procentowego pokrycia obszaru miejskiego jest bardzo różnorodny [Łupicka i Szymczak, 2020; Mercik, 2017]. Zależy przede wszystkim od wielkości i specyfiki miasta oraz potrzeb lokalnej społeczności. Głównymi zidentyfikowanymi w literaturze przedmiotu podsystemami ITS służącymi do rozwiązywania problemów komunikacyjnych i transportowych są [Singh i Gupta, 2015]:

- zaawansowany system informacji dla podróżnych (ang. *Advanced Traveler Information System*),
- zaawansowany system zarządzania ruchem (ang. *Advanced Traffic Management System*),
- zaawansowany system transportu publicznego (ang. *Advanced Public Transportation System*),
- system zarządzania kryzysowego (ang. *Emergency Management System*).

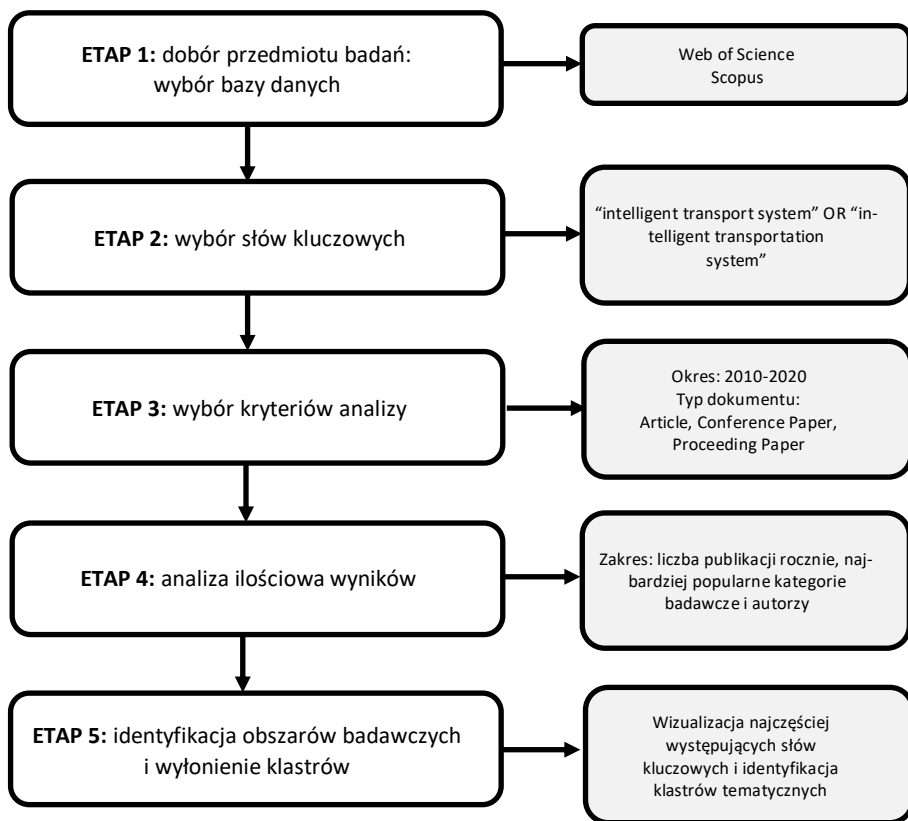
Niezależnie jednak od skali wykorzystywania ITS, biorąc pod uwagę dotychczasowe (często wieloletnie) doświadczenia samorządów terytorialnych, możliwe jest wskazanie szeregu korzyści wynikających z ich implementacji w przestrzeni miejskiej.

Narastające problemy współczesnych miast w zakresie transportu miejskiego, wzrost liczby mieszkańców miast, postępująca urbanizacja, a także obserwowany dynamiczny rozwój technologii i telematyki w transporcie a przy tym

dążenie samorządów do bycia „smart”, znajdują odzwierciedlenie we wzrastającej liczbie publikacji w tym zakresie. W ostatnich latach obserwujemy eskalację zainteresowania zastosowaniem, korzyściami i rozwojem ITS zarówno w środowisku akademickim, jak i wśród samorządów terytorialnych. Jednym z głównych celów niniejszego opracowania jest identyfikacja obszarów badawczych w międzynarodowych bazach danych reprezentujących aktualne kierunki badań dotyczące ITS. Znajduje to odzwierciedlenie w pytaniu badawczym RQ1: „Jakie są główne obszary badawcze w międzynarodowej literaturze z zakresu ITS?”. W ramach odpowiedzi na to pytanie posłużono się analizą bibliometryczną.

Systematyczny przegląd literatury i analiza bibliometryczna stanowią najpopularniejsze podejścia w badaniach naukowych do identyfikacji pojawiających się trendów, a także m.in. autorów, instytucji, czasopism związanych z daną tematyką (Donthu i in., 2021). Analiza bibliometryczna jest szeroko stosowana w identyfikacji ugruntowanych w literaturze obszarów badawczych (np. Kozłowska, 2022; Glińska i Siemieniako, 2018; Siderska i Jadaa, 2018; Gudanowska, 2017; Halicka, 2017). Ze względu na zbieżność pytań badawczych w niektórych pracach mających na celu analizę i syntezę przeglądu literatury, w niniejszym opracowaniu zaadoptowano podobną metodologię (Szpilko i Ejdyś, 2022; Hajduk, 2017). Systematyczny przegląd literatury oparto na analizie bibliometrycznej publikacji naukowych opublikowanych w bazach danych Scopus i Web of Science (WoS) w latach 2010-2022. Niniejsze badanie zostało zaprojektowane w celu określenia obszarów badawczych dotyczących ITS w międzynarodowych publikacjach.

Metodologia badania (rys. 1) obejmowała pięć głównych etapów: (1) dobór przedmiotu badań: wybór bibliograficznej bazy danych, (2) wybór słów kluczowych, (3) wybór kryteriów analizy, (4) analizę ilościową wyników, (5) identyfikację obszarów badawczych oraz wyłonienie klastrów.



Rys. 1. Metodologia analizy bibliometrycznej.

Źródło: opracowanie własne.

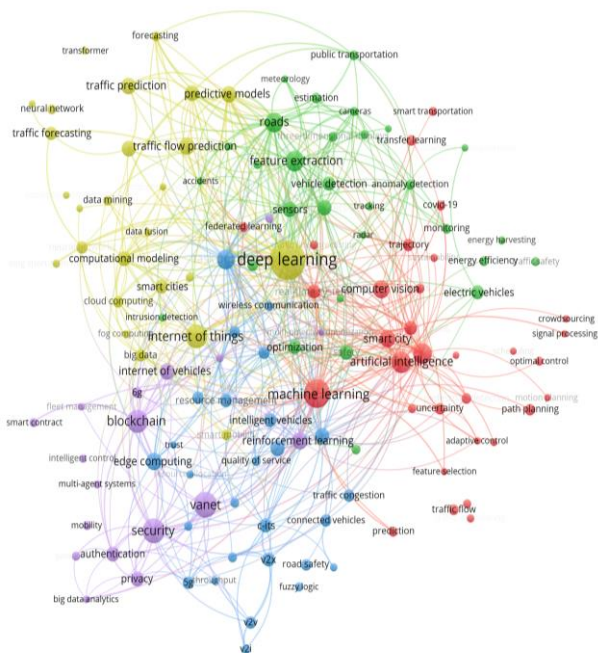
W ramach pierwszego etapu analizy wybrano najbardziej obszerne i popularne w badaniach bibliometrycznych bazy danych Web od Science (WoS) i Scopus. Wybór baz danych podyktowany był również ich dostępnością. Ich eksplorację przeprowadzono na podstawie wyszukania publikacji naukowych zawierających w tytułach, streszczeniach i słowach kluczowych wyrażen: „intelligent transport system, „intelligent transportation system” z zastosowaniem operatora sumy logicznej „OR”. W wyniku przeprowadzonego przeszukiwania obu baz otrzymano 63 383 rekordów (19 717 wyników w bazie WoS oraz 43 666 w bazie Scopus). W kolejnym etapie zbiór został ograniczony pod względem daty publikacji, tj. lata 2010–2022. Na tej podstawie wyszukano 49 859 publikacji (16 308 publikacji z bazy danych WoS oraz 33 551 w bazie danych Scopus). W obu analizowanych

bazach danych największą grupę publikacji stanowiły artykuły i publikacje konferencyjne. Zawężenia otrzymanych wyników dokonano zatem także na podstawie rodzaju dokumentów: wybierając artykuły naukowe oraz materiały konferencyjne (tj. *Article*, *Conference Paper*, *Proceeding Paper*). Ostatecznie do dalszej analizy zakwalifikowano 46 814 rekordów (15 685 wyników w bazie WoS oraz 31 129 w bazie Scopus) (wyszukiwanie przeprowadzono we wrześniu 2022 r.)

W przypadku obu baz danych w analizowanym okresie obserwuje się stabilny wzrost zainteresowania powyższą tematyką. W bazie danych WoS tendencja wzrostowa jest obserwowana nieustannie od 2010 roku. W bazie danych Scopus w 2017 roku odnotowano niewielki spadek liczby publikacji w stosunku do roku poprzedniego, po czym ponownie widoczna jest tendencja wzrostowa. Największe zainteresowanie omawianą problematyką obserwuje się jednak w ciągu ostatnich 5 lat, co świadczy o jej aktualności i wzrastającej popularności wśród badaczy.

W bazie danych WoS większość publikacji jest przypisana do trzech kategorii: Inżynieria Elektryka Elektronika (ang. *Engineering Electrical Electronic*, tj. 43,68%), Transport Nauka Technologia (ang. *Transportation Science Technology*, tj. 24%) oraz Telekomunikacja (ang. *Telecommunications*, tj. 22,62%). Przeważająca część publikacji w bazie danych Scopus przypisana jest natomiast do obszaru tematycznego informatyka (ang. *Computer Science*, tj. 30,9%) oraz inżynieria (ang. *Engineering*, tj. 29,6%).

Analiza bibliometryczna pozwoliła na zidentyfikowanie najczęściej występujących słów kluczowych i za pomocą oprogramowania VOSviewer przygotowano mapę współwystępowania słów kluczowych związanych z ITS wygenerowanych na podstawie publikacji z bazy Scopus (jako zdecydowanie liczniej reprezentującą analizowaną tematykę). Technika mapowania VOSviewer umożliwiła podkreślenie aspektu częstości występowania danych elementów w sieci i równocześnie częstości ich współwystępowania. W celu wizualizacji powiązań obszarów tematycznych wprowadzono w programie następujące założenia: współwystępowanie słów kluczowych (ang. *co-occurrence*), jednostka analizy – słowa kluczowe autora (ang. *author keywords*), metoda obliczeniowa – pełne obliczenia (ang. *full counting*). Słowa kluczowe stanowiące kryteria wyszukiwania zostały wykluczone z analizowanego zestawu. Wygenerowany zbiór zawierał łącznie 214 słów lub fraz, które pojawiły się co najmniej pięciokrotnie w słowach kluczowych zawartych w analizowanych artykułach (rys. 2). Następnie zagregowano i ujednolicono uzyskane wyniki, usunięto najczęściej powtarzające się określenia oraz terminy nieistotne dla przeprowadzonych analiz.



Rys. 2. Mapa współwystępowania słów kluczowych dotyczących ITS.

*klaster 1: kolor czerwony; klaster 2: kolor zielony; klaster 3: kolor niebieski; klaster 4: kolor żółty; klaster 5: kolor fioletowy.

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem VOSviewer (wersja 1.6.18).

Wykorzystanie mapy bibliometrycznej pozwala stwierdzić, że ITS stanowi obszar tematyczny silnie powiązany ze sztuczną inteligencją, uczeniem głębokim (sieci neuronowymi), bezpieczeństwem transportu, pojazdami autonomicznymi oraz miastem inteligentnym. Na podstawie analizy słów kluczowych wyodrębniono najczęściej eksplorowane pięć klastrów tematycznych obrazujących podejmowane w literaturze kierunki badawcze: (1) sztuczna inteligencja w transporcie, (2) efektywność energetyczna transportu miejskiego, (3) inteligentne pojazdy i wyzwania ITS, (4) modelowanie i prognozowanie ruchu miejskiego, (5) bezpieczeństwo sieci i mobilność (tab. 1).

Tab. 1. Zidentyfikowane obszary badawcze dotyczące ITS

Numer klastra	Nazwa obszaru badawczego	Podejmowane zagadnienia badawcze w ramach klastra
1	Sztuczna inteligencja w transporcie	sztuczna inteligencja maszynowe uczenie systemy uczące się sieci neuronowe w transporcie optymalizacja sieci
2	Efektywność energetyczna transportu miejskiego	elektryczne pojazdy pozyskiwanie i zużycie energii meteorologia w transporcie transport niskoemisyjny odnawialne źródła energii
3	Inteligentne pojazdy i wyzwania ITS	połączone samochody autonomiczne pojazdy flota przyszłości komunikacja między pojazdami (V2V, V2I, V2X) łączność bezprzewodowa w pojazdach
4	Modelowanie i prognozowanie ruchu miejskiego	planowanie przepływów prognozowanie ruchu miejskiego big data funkcjonalność podsystemów ITS
5	Bezpieczeństwo sieci i mobilność	prywatność vanet bezpieczeństwo użytkownika ruchu bezpieczeństwo danych smart mobility

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszy klaster „Sztuczna inteligencja w transporcie” dotyczy przede wszystkim systemów uczących się, opartych na sieciach neuronowych. To rozwiązania technologiczne umożliwiające efektywne i bezpieczne zautomatyzowanie transportu miejskiego.

Drugi klaster, „Efektywność energetyczna transportu miejskiego” dotyczy aspektu środowiskowego i wpływających na mobilność elektrycznych pojazdów oraz wykorzystywanych paliw.

Trzeci klaster „Inteligentne pojazdy i wyzwania ITS” odnosi się przede wszystkim do innowacyjnych rozwiązań telematycznych i technologicznych. Koncentruje się na rozwoju autonomicznych pojazdów i doskonalenia komunikacji między pojazdami, jak też między pojazdami a otoczeniem.

Czwarty klaster „Modelowanie i prognozowanie ruchu miejskiego” to obszar, w którym najszerzej wskazywany jest zakres wdrożeń ITS a co za tym idzie związane korzyści z jego implementacją. Odnosi się głównie do przeciwdziałania zatorom na drogach i upłynnienia ruchu.

Ostatni klaster „Bezpieczeństwo sieci i mobilność” koncentruje się na możliwym poziomie mobilności, niezawodności i bezpieczeństwa użytkowania elementów infrastruktury sieci transportowej.

Przeprowadzona analiza bibliometryczna umożliwiła identyfikację pięciu obszarów tematycznych międzynarodowych badań dotyczących ITS. Obejmują one różnorodne zagadnienia z inżynierii i nauk ścisłych. W ramach wyodrębnionych klastrów podejmowane zagadnienia badawcze odwołują się pośrednio do korzyści implementacji ITS. Należy zauważyć, że w sieci występują terminy odnoszące się do efektywności energetycznej, bezpieczeństwa, automatyzacji i optymalizacji ruchu miejskiego, które wskazują na pozytywne właściwości rozwiązań inteligentnych w transporcie miejskim.

2. Korzyści wynikające z implementacji ITS w mieście

Bez wątpienia ITS przynoszą szereg korzyści wszystkim użytkownikom systemu transportowego: np. kierowcom, użytkownikom dróg, pasażerom, transportowi publicznemu, osobom o ograniczonej sprawności ruchowej, instytucjom zaangażowanym w działalność transportową [m. in. Grant-Muller i Usher, 2014; Shaheen i Finson, 2013; Chandra, i in. 2017].

Niewątpliwie transport miejski przede wszystkim wywiera istotny wpływ na środowisko, stąd też wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na aspekt jego ochrony. Emisja zanieczyszczeń związana z transportem miejskim ma szeroki zakres konsekwencji środowiskowych, które ostatecznie ponosi społeczeństwo [Rodrigue i Comtois, 2016]. Szczególnie w dużych miastach podsystemy ITS odgrywają znaczącą rolę w walce ze zmianami klimatu i w redukcji zanieczyszczeń środowiska poprzez zapewnienie większej elastyczności w ruchu miejskim [Molnar i in., 2008; Neverauskiene i in., 2021; Kornaszewski i Gwiazda, 2017]. ITS dzięki temu, że zbierają, przetwarzają i dostarczają dane w wysokiej jakości i wydajny sposób, zmniejszają zagęszczenie ruchu, co ostatecznie przekłada się na mniejsze zużycie paliwa i emisję spalin oraz substancji toksycznych do środowiska [Rodrigue i Comtois 2016; Crişan i in., 2020; Neverauskiene i in. 2021; Zhao i Jia, 2021]. Mają za zadanie uczynić podróże miejskie bardziej wydajnymi a przez to pomóc w zmniejszeniu negatywnego wpływu transportu na środowisko, co może stanowić jeden z nadrzędnych celów wdrożeń ITS na świecie [Neverauskiene i in.

2021]. ITS dzięki technologiom takim jak samochody napędzane energią elektryczną i pojazdom autonomicznym, wpływają więc na zmniejszenie zanieczyszczenia w ruchu drogowym, ale co za tym idzie także ograniczenie zużycia energii w skali miasta [Zhao i Jia, 2021, Huang i in., 2017; Grant-Muller i Usher 2014]. Według Crişan i in. [2020] integracja technologii ICT może obniżyć emisję CO₂, czyniąc transport bardziej zrównoważonym. Autorzy zwracają uwagę, że rolą ITS w odniesieniu do ruchu drogowego jest m. in. ochrona środowiska, w zakresie której wykorzystuje np. monitorowanie jakości powietrza i kontrolowany dostęp do miasta. Efektywne zarządzanie transportem i kontrola potoków ruchu miejskiego powoduje nie tylko zmniejszenie zatorów, ale też skrócenie czasu realizacji poszczególnych zadań transportowych. Natomiast w odniesieniu do kolei celem ITS jest zmniejszenie emisji dwutlenku węgla poprzez na przykład wskazówki dotyczące parkowania na stacjach, dostęp do informacji: zapewniającej świadomy wybór środka transportu do/ze stacji kolejowych czy bezpośrednio liczenie pasażerów w celu inteligentnego planowania rozkładu jazdy i składu pociągów [Crişan i in., 2020]. Szacuje się, że ITS odpowiadają za zmniejszenie zużycia energii o blisko 60% i redukcję emisji spalin o średnio 40% [Njord i in., 2006]. W literaturze przedmiotu spodziewane efekty ITS w zakresie niwelowania negatywnego wpływu transportu na środowisko, wiążą się ze zmniejszeniem zużycia energii od 45 do 70% oraz poprawą jakości środowiska naturalnego, w tym redukcję emisji zanieczyszczeń od 30 do 50% [Oskarbski i in., 2006]. Zastosowanie ITS w mieście przynosi zatem wymierne korzyści dla środowiska i pozwala znacznie zmniejszyć zanieczyszczenie powietrza oraz emisję gazów cieplarnianych o prawie połowę [Alrawi, 2017]. Należy podkreślić, że wpływ emisji gazów cieplarnianych na globalne ocieplenie ma charakter kumulacyjny. Wdrożenie ITS zmniejsza emisje ze wszystkich pojazdów jakie obserwujemy na drogach, przy czym dopiero po zastąpieniu znacznej liczby pojazdów nowymi technologiami pojazdów niskoemisyjnych ich oddziaływanie będzie odczuwalne [Smith, i in. 2005; Huang i in., 2017]. Każda korzystna dla środowiska implementacja ITS prawdopodobnie przyniesie poprawę w zakresie od 5% do 15%. Jednak większość rozwiązań ma charakter addytywny, co oznacza, że większe korzyści można osiągnąć, gdy wdroży się równolegle wiele przyjaznych dla środowiska podsystemów [Barth i Boriboonsomsin, 2009].

Systemy zarządzania zdarzeniami drogowymi pozwalają na redukcję zatłoczenia spowodowanego określonym incydem, a co za tym idzie redukcję strat czasu, zmniejszając w ten sposób zatory na drogach a nawet liczbę wypadków drogowych, obrażeń czy ofiar śmiertelnych [Crişan i in., 2020; Huang i in., 2017; Grant-Muller i Usher 2014; Barth i Boriboonsomsin, 2009]. ITS zwiększają zatem

bezpieczeństwo użytkowników ruchu poprzez szybkie wykrywanie wypadków i usuwanie przeszkód na drodze [Tomaszewska i Florea, 2018; Grant-Muller i Usher, 2014]. Wpływają w konsekwencji na zmniejszenie ogólnej liczby wypadków drogowych i zatorów, jednocześnie poprawiając interakcję samochodu z infrastrukturą otoczenia [Zhao i Jia, 2021]. Dzięki ITS obserwujemy mniejsze zagęszczenie ruchu i dysponujemy bardziej wydajną siecią transportową [Alrawi, 2017; Kornaszewski i Gwiazda, 2017; Małecki i in., 2014, Molnar i in., 2008]. Jak podkreśla Alrawi [2017] ITS wpływa na ograniczanie przejazdów poprzez: ogólne zmniejszenie natężenia ruchu (ograniczenie niepotrzebnych przejazdów), skrócenie czasu i częstotliwości korzystania z pojazdów, a także skrócenie czasu trwania dodatkowych przejazdów w celu wyszukania miejsca parkingowego czy wybór ostatecznie transportu publicznego. Ponieważ zdecydowana większość miejskiego transportu towarowego odbywa się poprzez ruch drogowy, przekłada się to bezpośrednio na rozwój energooszczędnego, bardziej przyjaznego dla środowiska systemu transportu miejskiego [Małecki i in. 2014]. Zgodnie z literaturą przedmiotu ITS odpowiadają za skrócenie czasów podróży oraz poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego tj. zmniejszenie o 60% liczby wypadków w obszarze niezabudowanym i o 50% w obszarze zabudowanym [Njord i in., 2006]. Ponadto wpływają na zwiększenie przepustowości infrastruktury transportowej o średnio 22,5% [Njord i in., 2006].

Do listy korzyści ITS należy zaliczyć także istotną ogólną poprawę komfortu podróżowania i warunków ruchu kierowców oraz osób podróżujących transportem zbiorowym, jak i pieszych [Njord i in., 2006]. ITS podnoszą jakość miejskich usług transportowych poprzez informowanie kierowców o sytuacji na drodze i pomoc w wybraniu optymalnej trasy czy ułatwianie parkowania oraz e-płatności [Neverauskiene i in., 2021; Huang i in., 2017]. Poprzez postrzeganie, przetwarzanie i publikowanie informacji o ruchu ITS zapewniają wymianę informacji i współpracę między ludźmi, pojazdami i infrastrukturą techniczną [Huang i in., 2017]. Ponadto umożliwiają gromadzenie i udostępnianie niezbędnych informacji o ruchu drogowym w czasie rzeczywistym, aby pomóc użytkownikom ruchu w dokonywaniu bardziej świadomych i zrównoważonych wyborów dotyczących ich podróży. Zachęcają i mobilizują więc pasażerów do wyboru przyjaznego dla środowiska sposobu podróżowania, do korzystania z transportu publicznego lub innego ekologicznego środka transportu [Neverauskiene i in., 2021; Barth i Boribonsomsin, 2009].

Korzyścią wdrożenia ITS jest także redukcja ogólnych kosztów transportu [Crişan i in., 2020]. ITS odpowiadają za obniżenie kosztów zarządzania taborem drogowym czy związanych z utrzymaniem i renowacją nawierzchni dróg nawet

o 30–35 % [Njord i in., 2006]. Racjonalność wdrażania ITS wiąże się zatem z jego wysoką efektywnością, która ostatecznie pokrywa nakłady poniesione na zakup i implementację systemu w czasie od kilku miesięcy do dwóch lat [Kozłak, 2008].

Zestawienie zidentyfikowanych korzyści wdrożenia ITS w literaturze przedmiotu zaprezentowano w tabeli 2.

Tab. 2. Korzyści wdrożenia ITS w mieście zidentyfikowane w badaniach różnych autorów

Wymiar korzyści	Przykładowe korzyści ITS
Aspekty bezpieczeństwa	<p>zautomatyzowana kontrola bezpieczeństwa drogowego (bezpieczeństwo ruchu publicznego, poprawa bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego, inteligentne skrzyżowania) [Stawiarska i Sobczak, 2018; Ali i in., 2018]</p> <p>zarządzanie ruchem (planowanie transportu wspomaganie sterowania ruchem, zarządzanie incydentami, zarządzanie popytem, pilnowanie/egzekwowanie przepisów ruchu drogowego, zarządzanie utrzymaniem infrastruktury) [Stawiarska i Sobczak, 2018; Huang i in., 2017]</p> <p>zarządzaniu transportem w przypadku wypadków, katastrof lub środków wpływających na ruch transportowy [Rudskoy i in., 2021]</p> <p>zautomatyzowana obsługa pojazdów [Stawiarska i Sobczak, 2018]</p> <p>powiadomienie o zagrożeniu i bezpieczeństwo osobiste [Stawiarska i Sobczak, 2018]</p> <p>lepsze zarządzanie transportem i dostępną infrastrukturą [Singh i Gupta, 2015; Stawiarska i Sobczak, 2018; Levina i in., 2018]</p> <p>optymalizacja transportu publicznego wraz z infrastrukturą (duże zasoby i potencjał istniejącej infrastruktury transportowej, sieci, portów, terminali i węzłów komunikacyjnych) [Kornaszewski i in., 2017]</p> <p>optymalizacja rozkładu strumieni ruchu w sieci w czasie i przestrzeni [Rudskoy i in., 2021]</p> <p>zmniejszenie zatłoczenia i poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego [Ziółkowski i in., 2016; Kachniewska, 2020; Rudskoy i in., 2021]</p> <p>umożliwienie efektywniejszego, bardziej ekonomicznego i bezpieczniejszego wykorzystanie już istniejącej infrastruktury [Kozerska i Konopka 2018]; zwiększenie przepustowości istniejącej sieci transportowej [Rudskoy i in., 2021; Rodrigue, 2016; Molnar i Alexo-Poulos, 2008; Alrawi, 2017; Małecki i in., 2014; Smith i in., 2005]</p> <p>poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego poprzez zmniejszenie liczby wypadków o 40-80% [Kozłak, 2008; Litwin i in., 2006]</p> <p>poprawa skuteczności służb ratowniczych [Kozłak, 2008]</p> <p>bezpieczeństwo danych [Javed i in., 2016]</p>
Aspekty ekonomiczne	<p>obniżenie kosztów transportu (redukcja kosztów zarządzania taborem drogowym, redukcja kosztów związanych z utrzymaniem i renowacją nawierzchni) [Litwin i in., 2006]</p> <p>zwiększenie korzyści ekonomicznych w regionie [Litwin i in., 2006]</p>

Wymiar korzyści	Przykładowe korzyści ITS
Komfort użytkownika	<p>udzielanie aktualnych informacji podróżnym (informacje przed podróżą, informacje o kierowcy i komunikacji miejskiej, informacje osobiste, prowadzenie do celu i nawigacją, informacje pogodowe) [Daskalakis i Stathopoulos, 2008; Rudskoy i in., 2021; Nuzzolo i Comi, 2016; Mangiaracina i in., 2017]</p> <p>ograniczenie niepewności dot. podróży poprzez możliwość zaplanowania odbycia szybszej i tańszej podróży [Singh i Gupta, 2015]</p> <p>płatności elektroniczne za przejazd różnymi środkami transportu [Stawiarska i Sobczak, 2018]</p> <p>poprawa jakości życia i podniesienie standardu życia w mieście, poprzez redukcję kosztów związanych z użyciem zanieczyszczeń, emisji spalin, tłumów, hałasu, braku miejsc parkingowych, strat w zieleni miejskiej oraz ogólną poprawę stanu przyrody środowiska, liczbę wypadków i kosztów leczenia ofiar [Kachniewska, 2020]</p> <p>poprawa komfortu podróżowania i warunków ruchu kierowców, podróżujących transportem zbiorowym oraz pieszych [Litwin i in., 2006]</p> <p>płynność ruchu w mieście i oszczędność czasu w komunikacji miejskiej, wzrost przepustowości ulic, zmniejszenie strat czasu w sieci ulic [Kozłak, 2008; Litwin i in., 2006; Nuzzolo i Comi, 2016]</p> <p>poprawa mobilności osób i towarów, w tym większy dostęp do transportu dla osób starszych, niepełnosprawnych i osób mieszkających w odległych lokalizacjach [Singh i Gupta, 2015]</p>
Aspekty edukacyjne	<p>promowanie zdrowego stylu życia [Kachniewska, 2020]</p> <p>doskonalenie rozwiązań mobilnościowych [Kachniewska, 2020]</p> <p>zapewnieniu priorytetów podróży dla konkretnego środka transportu [Rudskoy i in., 2021]</p> <p>mobilizują pasażerów do wyboru przyjaznego środowiska sposobu podróżowania i korzystania z transportu publicznego lub innego ekologicznego środka transportu [Huang i in., 2017]</p>
Aspekty środowiskowe	<p>zmniejszenie negatywnego wpływu transportu miejskiego na środowisko naturalne [Kozłak, 2008; Litwin i in., 2006; Ziółkowski i in., 2016; Rudskoy i in., 2021]; poprawa jakości środowiska naturalnego (redukcja emisji spalin o 30-50%) [Huang i in., 2017; Barth i Boriboonsomsin, 2009; Kozłak, 2008; Litwin i in., 2006]</p> <p>zmniejszenie czasu podróży i zużycia energii (o 45-70%) [Litwin i in., 2006]</p>

Źródło: opracowanie na podstawie literatury.

3. Metodyka badań pierwotnych

Uzupełnieniem przeprowadzonego systematycznego przeglądu literatury na temat ITS oraz identyfikacji korzyści ITS w dotychczasowych badaniach różnych autorów, jest prezentacja wyników badań pierwotnych.

Cel badawczy niniejszego artykułu dotyczy udzielenia odpowiedzi na pytanie RQ2: jakie kategorie korzyści wiążą się z implementacją ITS w miastach?

Jako metodę badawczą wykorzystano indywidualny wywiad pogłębiony (IDI). Przeprowadzono łącznie 10 IDI z 13 przedstawicielami samorządu terytorialnego zajmującymi się organizacją transportu miejskiego i ITS (w tym dwóch wiceprezydentów miast odpowiedzialnych za zrównoważony rozwój i transport miejski). Respondenci zostali poproszeni o swobodne odpowiadanie na pytania otwarte oraz wyrażanie własnych opinii. Każdy wywiad trwał od 60 do 90 minut i był nagrywany.

Badanie zrealizowano w 2019 r. w wybranych polskich miastach wojewódzkich reprezentujących poszczególne makroregiony Polski tj.: miasto Gdańsk (makroregion północny), miasto Poznań (makroregion północno-zachodni), miasto Wrocław (makroregion południowo-zachodni), miasto Kraków (makroregion południowy), miasto Łódź (makroregion centralny) oraz miasto Białystok (makroregion wschodni)¹. Założono, że każdy makroregion odzwierciedla i reprezentuje sytuację charakterystyczną dla danego obszaru, a miasto wojewódzkie ze względu na swoją wielkość stanowi dobry przykład do analizy.

4. Wyniki badań jakościowych

W celu uzyskania odpowiedzi na pytanie badawcze (RQ2) zapytano uczestników wywiadów IDI o dostrzegane korzyści związane z wdrożeniem ITS w ich mieście. Respondenci wyraźnie pozytywnie postrzegają ITS funkcjonujące w ich miastach, stawiając je za przykład wzorcowy dla innych polskich ośrodków miejskich. Być może wynika to z faktu odpowiedzialności za działanie systemu i/lub uczestniczenia i współdecydowania zdecydowanej większości ankietowanych o wyglądzie systemu na różnych etapach jego projektowania czy wdrażania. Potwierdza to m.in. następująca wypowiedź „*Wszyscy byliśmy zaangażowani w proces tworzenia systemu, przewidywania jego zarysu i tego jak będzie wyglądał. Wówczas trudno się było na cokolwiek oprzeć. Więc system i nawet jego rozbudowa jest w pewnym sensie autorski (...), zaprojektowaliśmy system od razu na dużą skalę, zarówno w sensie obszaru geograficznego jak i w sensie dziedzinowym. Nie oglądając się przy tym specjalnie na inne rozwiązania*”.

Biorący udział w badaniu oceniając funkcjonowanie ITS w mieście dostrzegają różnorodne korzyści związane z jego budową, z których część zakładano już na etapie planowania ITS: „*Inteligentny system transportowy jest*

¹ Z badań celowo wyłączono miasto Warszawę (makroregion województwa mazowieckiego), ze względu na nieporównywalną z innymi miastami wojewódzkimi wielkość miasta i liczbę jego mieszkańców.

naszą codziennością i pewne korzyści mogliśmy od razu przewidzieć w związku z jego wdrożeniem". Co ważne, zdaniem rozmówców ITS w ciągu ostatnich lat odegrały ważną i pozytywną rolę w łagodzeniu zatorów, ogólnej poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego w mieście oraz zmniejszeniu zanieczyszczenia środowiska. Uczestnicy wywiadów do podstawowych korzyści wdrażanych ITS zaliczyli m.in.:

- upłynnienie ruchu w mieście,
- zmniejszenie zatorów,
- rozwinięcie systemu biletu elektronicznego i e-płatności,
- zmniejszenie liczby samochodów w ścisłym centrum miasta,
- wymianę taboru środków komunikacji na nowoczesne i ekologiczne, co wiąże się z mniejszą emisją CO₂,
- skrócenie czasu podróży komunikacją miejską,
- ogólne zwiększenie komfortu podróżowania,
- ułatwienie planowania podróży i tras różnym użytkownikom ruchu dzięki tablicom zmiennej treści.

Odpowiadając na postawione pytanie badawcze RQ2, autorka sklasyfikowała zidentyfikowane w trakcie wywiadów korzyści ITS według trzech podstawowych kategorii: ekologiczne, organizacyjne i społeczne. Zestawienie analizowanych korzyści wraz z wybranymi odpowiedziami uczestników wywiadów, przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Korzyści wdrożenia ITS w opinii uczestników wywiadów IDI

Lp.	Kategoria korzyści	Zidentyfikowane korzyści (liczba wskazań)
1.	ekologiczne	zmniejszanie liczby samochodów w ścisłym centrum miast (7) wymiana taboru na pojazdy nisko- i zeroemisyjne tzw. „zielony transport” (6) redukcja emisji CO ₂ (5) zmniejszenie zjawiska kongestii transportowej (4)
2.	organizacyjne	skrócenie czasu przejazdu komunikacją miejską (9) ułatwienie planowania podróży różnym użytkownikom ruchu (tras) (7) zwiększanie się liczby pasażerów komunikacji zbiorowej (4) możliwości doskonalenia systemu (2) rozwinięcie systemu biletu elektronicznego i e-płatności (2)
3.	społeczne	dostępność aktualnych danych i informacji w czasie rzeczywistym róż- nych użytkownikom ruchu (10) zwiększenie komfortu podróżowania komunikacją publiczną (6) poprawa bezpieczeństwa (9) zmiana postrzegania komunikacji miejskiej jako dobrego środka porusza- nia się po mieście (4)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Wyróżniona kategoria korzyści ekologicznych obejmuje redukcję emisji zanieczyszczeń (CO₂), zmniejszenie liczby samochodów w ścisłym centrum miast i kongestii transportowej, zaś w zakresie infrastruktury technicznej – wymianę taboru na pojazdy nisko- i zeroemisyjne.

Wdrażane rozwiązania mają na celu zmianę zachowań użytkowników ruchu, ograniczanie kongestii transportowej i zwiększenie zainteresowania alternatywnymi sposobami komunikacji i niskoemisyjnymi środkami transportu. Plany inwestycyjne samorządów szczególnie w odniesieniu do komunikacji zbiorowej, dotyczą nowoczesnego taboru i całkowitego wprowadzania pojazdów niskopodłogowych oraz tzw. „zielonego transportu”, ograniczającego emisję CO₂ („*Nasze plany inwestycyjne dotyczą wymiany taboru na pojazdy nisko- lub zeroemisyjne*” lub „*Najbliższe plany zamówień dotyczą już wyłącznie np. zakupu autobusów elektrycznych oraz hybrydowych*”). Dodatkowo rozmówcy wskazują na zwiększenie zainteresowania alternatywnymi formami poruszania się po mieście i rozwój roweru miejskiego, którego nie postrzegają w kategorii konkurencji dla transportu zbiorowego, ale jako jego uzupełnienie. Podkreślają wobec tego coroczne zwiększanie ich dostępności oraz wzrost liczby wypożyczeń rowerów miejskich: „*w odniesieniu do rowerów miejskich co roku odnotowujemy wzrost ich liczby, liczby stacji a także infrastruktury rowerowej oraz oczywiście wzrost wypożyczeń rowerów. Przy czym wzrost wypożyczeń jest bardziej dynamiczny niż przyrost rowerów*”. Biorąc pod uwagę ważny aspekt ekologiczny uczestnicy wywiadów obserwują także zmniejszenie liczby pojazdów wjeżdżających do ścisłego centrum miasta, co wiąże z ograniczoną liczbą miejsc parkingowych w ścisłej strefie oraz z wprowadzaniem wysokich opłat parkingowych za postój („*Ze względu na podniesienie opłat zmniejsza się chęć wjeżdżania do ścisłego centrum samochodem*”). Co więcej, respondenci zauważają także istotę kampanii informacyjnych propagujących ekologiczny tryb życia i wybór środka transportu: „*Młodzież jest przyszłością (...) należy zadbać aby rosła w przekonaniu, że to ‘my’ jako społeczność mamy wpływ na jakość środowiska i powietrza (...). Powinniśmy zadbać, aby świadomie dokonywała wyboru środka transportu mając na uwadze ochronę środowiska, koszty dojazdu, a nie tylko własną wygodę*”. Rozmówcy obserwują ponadto wzrost świadomości i pozytywną zmianę postaw wśród mieszkańców na proekologiczne zachowania, znajduje to odzwierciedlenie np. w otrzymywanych zgłoszeniach dotyczących możliwości wprowadzania dodatkowych usprawnień ITS w kontekście ograniczania zużycia energii („*Otrzymujemy zgłoszenia, że tramwaj mimo nadania mu priorytetu przejazdu, nie może przyjechać płynnie przez skrzyżowanie i musi zatrzymać się na 2s zanim dostanie zielone światło. Gdyby jednak się nie*

zatrzymywał zużywałby przecież mniej energii – to pokazuje skalę postępu w odbiorze systemu i wzrost świadomości użytkowników ruchu także w zakresie doskonalenia ITS i wdrażania ekologicznych rozwiązań”).

Do kategorii korzyści organizacyjnych zaliczono: ułatwienie planowania podróży różnym użytkownikom ruchu (tras podróży), skrócenie czasu przejazdu komunikacją miejską (priorytet dla komunikacji publicznej) oraz zwiększanie się liczby pasażerów komunikacji zbiorowej, co ostatecznie wiąże się z obniżeniem kosztów transportu. Największa grupa zidentyfikowanych w trakcie wywiadów korzyści wiąże się z komunikacją zbiorową, priorytetowo taktowaną we wszystkich analizowanych miastach. Uczestnicy wywiadów dostrzegają, że nadawanie priorytetu dla komunikacji publicznej może mieć decydujący wpływ na wybór środka transportu i planowanie podróży. Kluczowe zdaniem rozmówców jest także zauważalne skrócenie czasu przejazdu, szczególnie w odniesieniu do miejskiej komunikacji publicznej. Świadczy o tym następująca wypowiedź: *„Wdrożenie systemu umożliwiło poprawę tj. skrócenie o kilkadziesiąt procent czasu przejazdu tramwajem”*. Ponadto obserwuje się zwiększenie liczby pasażerów komunikacji zbiorowej, o czym świadczy następująca wypowiedź: *„Odnotowywany wzrost w odniesieniu do komunikacji publicznej, jest zauważalny od momentu kiedy zrealizowaliśmy szereg usprawnień transportowych (w tym wymianę taboru) w celu zapewnienia wygodnego i niedrogiego sposobu podróżowania (...). Przykładowo jest to wzrost z 200 mln do 259 mln pasażerów”*. Inną wyróżnioną w trakcie badań korzyścią jest ułatwienie planowania tras podróży dzięki elementom ITS. Jak podkreśla ankietowany: *„Tablice zmiennej treści i informacja dynamiczna to jedne z tych elementów, które są bardzo widoczne (...), a informacja pozwalająca na zmianę trasy powinna być szeroko dostępna dla kierowców jak i pasażerów komunikacji miejskiej (...). To przykład według mnie jednego z najważniejszych wdrożeń dla użytkowników ruchu, tzn. takiego, które mogą bezpośrednio wykorzystać i dopasować do indywidualnych celów podróży”* lub *„Na tablicach zmiennej treści dla kierowców najczęściej pojawia się także przewidywany czas dojazdu lub informacje o dostępności (lub braku) miejsc parkingowych w danym miejscu. To konieczna i przydatna informacja do zorganizowania i jak najlepszego zaplanowania swojej podróży”*. Ważną zidentyfikowaną z perspektywy samorządu terytorialnego korzyścią ITS jest możliwość ciągłego uczenia się i doskonalenia systemu w celu sprawnego zarządzania nim: *„My cały czas pracujemy nad różnymi doskonalącymi rozwiązaniami. Spotykamy się co tydzień i dzielimy się spostrzeżeniami, co się zdarzyło, gdzie występują opóźnienia, planowane roboty drogowe czy nagłe*

awarie. Na bieżąco system pozwala nam to korygować, optymalizować i my przy użyciu sygnalizacji świetlnej to robimy”.

Do kategorii korzyści społecznych zaliczono: dostępność aktualnych danych w czasie rzeczywistym, zmianę postrzegania komunikacji miejskiej oraz zwiększenie komfortu podróżowania nią. Rozmówcy wyraźnie podkreślili, że *„Informacja w czasie rzeczywistym to z punktu widzenia mieszkańców największa korzyść i zaleta ITS”.* Zdaniem uczestników wywiadów coraz więcej osób jest zainteresowanych alternatywną dla samochodu formą podróżowania, a pasażerowie komunikacji zbiorowej zauważają i doceniają pozytywne zmiany w tym zakresie: *„Pojazdy są coraz bardziej komfortowe i wyposażone w różnego rodzaju udogodnienia ułatwiające podróż także osobom z ograniczoną mobilnością”.* Respondenci obserwują ponadto zmianę postrzegania komunikacji miejskiej jako dobrego środka poruszania się po mieście. Świadczy o tym następująca wypowiedź: *„Warto podkreślić że zdarzają nam się tak zwane ‘białe kołnierzyki’ w komunikacji zbiorowej, które osobiście obserwuję, ponieważ od zawsze korzystam z komunikacji zbiorowej”.* Dzięki zrealizowaniu kampanii informacyjno-promocyjnych respondenci zauważyli pozytywną zmianę odnośnie postrzegania transportu zbiorowego wśród mieszkańców, co potwierdza następująca wypowiedź: *„W kampanii podkreślano, że zostanie wprowadzony tramwaj nowej jakości. Gdyby powiedziano mieszkańcom, że od jutra tramwaje będą jeździć lepiej, prawdopodobnie nikt by nie uwierzył. Zmiana sposobu postrzegania komunikacji miejskiej z dnia na dzień jest niezwykle trudna, zwłaszcza w odniesieniu do czegoś, co większość ludzi (stereotypowo) utożsamia z niewygodną formą podróżowania, kojarzy z zatłoczeniem, czasami nieprzyjemną, albo wręcz niekomfortową podróżą”.* Zdaniem uczestników wywiadów dzięki takiemu podejściu wykreowano zupełnie nową jakość w transporcie publicznym (tramwaj szybki i wygodny). Ostatecznie duże grono użytkowników ruchu przekształciło swój dotychczasowy sposób myślenia o komunikacji publicznej i uznało, że tramwaj faktycznie może być wygodnym środkiem transportu. Uczestnicy wywiadów zauważają także, że wdrażane rozwiązania mają na celu zmianę zachowań użytkowników ruchu podróżujących głównie samochodem osobowym i zwiększenie zainteresowania komunikacją publiczną posiadającą priorytet przejazdu przez miasto. Poza powyższymi korzyściami związanymi z wdrożeniem ITS rozmówcy odnotowali także wartość dodatkową, która głównie służy policji, a przez to także wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców miasta: *„Monitoring wizyjny był traktowany przez nas jako narzędzie pomocnicze (...). To podsystem, który miał wspomagać informacje dla kierowców (..) a okazał się być fantastycznym narzędziem dla*

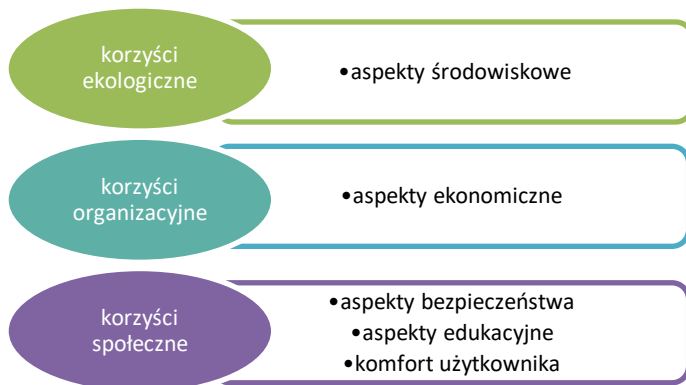
policii tzn. usprawnia ich pracę jeżeli chodzi np. o skradzione pojazdy, identyfikację tras samochodów, którymi dokonano przestępstw”.

5. Dyskusja wyników

Przeprowadzony systematyczny przegląd literatury pozwala stwierdzić, że ITS stanowi obszerną i aktualną tematykę badawczą. W niniejszym artykule skoncentrowano się na wymiarze korzyści w kontekście zastosowania ITS, co odzwierciedla zidentyfikowany w ramach analizy bibliometrycznej popularny obszar badawczo-naukowy. Zgodnie z przeprowadzonym systematycznym przeglądem literatury badacze potwierdzili wymierne korzyści płynące z implementacji ITS w miastach różnej skali.

Dotychczasowe badania pozwoliły na identyfikację najważniejszych wymiarów korzyści wdrożenia ITS. Zaliczono do nich: aspekty bezpieczeństwa, aspekty ekonomiczne, komfort użytkownika, aspekty edukacyjne oraz aspekty środowiskowe [Por. Rudskoy i in., 2021; Kachniewska, 2020; Stawiarska i Sobczak, 2018; Ali i in., 2018; Kozerska i Konopka, 2018; Levina i in., 2018; Huang i in., 2017; Kornaszewski i in., 2017; Mangiaracina i in., 2017; Alrawi, 2017; Rodrigue, 2016; Nuzzolo i Comi, 2016; Ziółkowski i in., 2016; Javed i in., 2016; Singh i Gupta, 2015; Małecki i in., 2014; Barth i Boriboonsomsin, 2009; Daskalakis i Stathopoulos, 2008; Molnar i Alexo-Poulos 2008; Koźlak, 2008; Litwin i in., 2006; Smith i in., 2005].

Na podstawie przeprowadzonych badań o charakterze pierwotnym wyróżniono trzy główne kategorie korzyści wdrożenia ITS. Są nimi następujące grupy: ekologiczne, organizacyjne i społeczne. Zidentyfikowane kategorie korzyści znajdują odzwierciedlenie w opublikowanych dotychczas badaniach innych autorów. Według przyjętej metodyki aspekty bezpieczeństwa, edukacyjne oraz komfort użytkownika należy zaliczyć do wyróżnionej kategorii korzyści społecznych. Aspekty ekonomiczne odpowiadają zaś głównie kategorii organizacyjnej. Z kolei zidentyfikowane w innych pracach aspekty środowiskowe odzwierciedlają kategorię korzyści ekologicznych (rys. 3).



Rys. 3. Zidentyfikowane kategorie korzyści wrożenia ITS w relacji do dotychczasowych badań.

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury oraz wyników badań własnych.

Podsumowanie

Wzrastające problemy związane z procesem urbanizacji i zatłoczeniem w miastach, wymuszają niejako stosowanie nowych rozwiązań w transporcie miejskim. Nowoczesne miasta rozwijają się i wymagają coraz większych gruntownych zmian w zakresie organizacji transportu miejskiego. Z pomocą przychodzi ITS, których implementacja wiąże się z szeregiem korzyści dla użytkowników ruchu. Politycznym uzasadnieniem dotyczącym inwestowania lub wspierania ITS jest przewaga korzyści w odniesieniu do ponoszonych kosztów (relacja wynosi zazwyczaj 10:1) [Shinde i in., 2019]. Literatura przedmiotu wskazuje jednak, że ITS mimo szeregu korzyści związanych z ich implementacją, nie jest w stanie w pełni rozwiązać różnorodnych problemów transportu miejskiego. Należy podkreślić jednak, że stanowią one cenny zestaw narzędzi pozwalający na ich znaczne ograniczenie [Jarašūniene, 2006].

W kontekście wyników przeprowadzonej analizy bibliometrycznej sformułowano następujące wnioski:

- w literaturze istnieje wiele rozważań teoretycznych oraz badań empirycznych na temat ITS;
- dotychczasowy dorobek naukowy koncentruje się w głównej mierze wokół następujących pięciu obszarów badawczych: sztuczna inteligencja w transporcie, efektywność energetyczna transportu miejskiego, inteligentne pojazdy i wyzwania ITS, modelowanie i prognozowanie ruchu miejskiego oraz bezpieczeństwo sieci i mobilność;

- dynamiczny rozwój miast i telematiki transportu powoduje, że istnieje potrzeba badań dotyczących doskonalenia ITS i rozszerzania zakresu ich wdrożeń.

Niezależnie od przyjętej perspektywy: użytkownika ruchu drogowego czy zarządcy miasta, dynamiczny rozwój miast stanowi ogromne wyzwanie dla transportu miejskiego w zakresie planowania indywidualnych podróży i/lub zmiany zachowań transportowych jak też planowania i organizacji transportu w mieście. Przedstawiciele jednostek samorządu terytorialnego wskazują na szereg zalet i korzyści związanych z modernizacją transportu miejskiego i wdrażaniem ITS. W świetle przeprowadzonych badań jakościowych sformułowano następujące wnioski:

- ITS przybliży samorządy terytorialne w urzeczywistnianiu koncepcji *smart city*;
- do głównych kategorii korzyści ITS zidentyfikowanych przez uczestników IDI (perspektywa samorządu terytorialnego) zaliczono: ekologiczne, organizacyjne i społeczne. Wyróżnione kategorie korzyści znajdują potwierdzenie także w badaniach innych autorów;
- należy stale doskonalić ITS celem zwiększania jego efektywności w skali miast;
- można spodziewać się, że dzięki ITS w najbliższej przyszłości inteligentnych miast znacząco zmieni się dominujący układ sposobu poruszania się po mieście.

Autorka zdaje sobie sprawę z pewnych ograniczeń niniejszego opracowania opartego głównie na realizacji eksploracyjnych badań jakościowych, co stanowi istotne ograniczenie w interpretacji otrzymanych wyników i wyciąganych na ich podstawie wniosków. W artykule ze względu na obszerność podejmowanej tematyki, analizą objęto wyłącznie pozytywny wymiar stosowania telematiki w transporcie miejskim poprzez analizę korzyści wdrożenia ITS. Kolejnym ograniczeniem jest zakres badań oraz fakt, że analizą objęto jedynie niewielką liczbę polskich miast wojewódzkich, reprezentujących poszczególne makroregiony Polski. Wieloaspektowość zagadnień dotyczących zidentyfikowanych korzyści ITS, stanowi jednak merytoryczny kierunek dalszych analiz naukowych. Ciekawym kierunkiem rozważań w kontekście poznawczym byłoby przeprowadzenie badań obejmujących europejskie miasta lub przedstawienie perspektywy użytkowników ITS.

ORCID iD

Ewelina J. Tomaszewska: <https://orcid.org/0000-0001-6278-0194>

Literatura

1. Ait Ouallane A., Bakali A., Bahnasse A., Broumi S., Talea M. (2022), *Fusion of engineering insights and emerging trends: Intelligent urban traffic management system*, Information Fusion 88, pp. 218-248.
2. Albino V., Berardi U, Dangelico R.M. (2015), *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*, Journal of Urban Technology 22 (1), pp. 3-21.
3. Ali Q.E., Ahmad N., Malik A.H., Ali G., ur Rehman W. (2018), *Issues, challenges, and research opportunities in intelligent transport system for security and privacy*, Applied Sciences 8(10), 1964.
4. Allwinkle S., Cruickshank P. (2011), *Creating Smarter Cities: An Overview*, Journal of Urban Technology 18(2), pp. 1-16.
5. Alrawi F. (2017), *The importance of intelligent transport systems in the preservation of the environment and reduction of harmful gases*, Transportation Research Procedia 24, pp. 197-203.
6. Barrionuevo J.M., Berrone P., Ricart J.E. (2012), *Smart Cities, Sustainable Progress: Opportunities for Urban Development*, IESE Insight 14, pp. 50-57.
7. Barth M., Boriboonsomsin K. (2009), *Environmentally Beneficial Intelligent Transportation Systems*, IFAC Proceedings 42(15), pp. 342-345.
8. Barwiński S., Kotas P. (2015), *Inteligentne systemy transportowe w wybranych miastach Polski*, Autobusy 10, s. 26-29.
9. Bashynska I., Dyskina A. (2018), *The overview-analytical document of the international experience of building smart city*, Business: Theory and Practice 19, pp. 228-241.
10. Bibri S.E., Krogstie J. (2017), *Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review*, Sustainable Cities and Society 31, pp. 183-212.
11. Borghys K., van der Graaf S., Walravens N., Van Compernelle M. (2020), *Multi-Stakeholder Innovation in Smart City Discourse: Quadruple Helix Thinking in the Age of "Platforms"*, Frontiers in Sustainable Cities 2(5).
12. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2011), *Smart cities in Europe*, Journal of Urban Technology 18, pp. 65-82.
13. Chandra Y.R.V.S., Shiva Harun M., Reshma T. (2017), *Intelligent transport system*, International Journal of Civil Engineering and Technology 8(4), pp. 2230-2237.

14. Crişan G.C., Pinteă C.M., Calinescu A., Sitar C.P., Pop P.C. (2021), *Secure traveling salesman prob-lem with intelligent transport systems features*, Logic Journal of the IGPL 29(6), pp. 925-935.
15. Daskalakis N.G., Stathopoulos A. (2008), *Users' Perceptive Evaluation of Bus Arrival Time Deviations in Stochastic Networks*, Journal of Public Transportation 11(4), pp. 25-38.
16. Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intel-ligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport (EU).
17. Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W. (2021), *How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines*, Journal of Business Research 133(C), pp. 285-296.
18. Fajczak-Kowalska A., Kowalska M. (2018), *ITS jako element unijnych programów transportowych*, Logistyka 2, s. 49-52.
19. Gil-Garcia J.R., Pardo T.A., Nam T. (2015), *A Comprehensive View of the 21st Century City: Smartness as Technologies and Innovation in Urban Contexts*, in: Gil-Garcia J.R., Pardo T., Nam T. (Eds.), *Smarter as the New Urban Agenda. A Comprehensive View of the 21st Century City*, Cham, Switzerland: Springer, pp. 1-19.
20. Glišńska E., Siemieniako D. (2018), *Binge drinking in relation to services – bibliometric analysis of scientific research directions*, Engineering Management in Production and Services 10(1), pp. 45-54.
21. Grant-Muller S., Usher M. (2014), *Intelligent transport systems: the propensity for environmental and economic benefits*, Technological Forecasting and Social Change 82, pp. 149-166.
22. Gudanowska A.E. (2017), *A map of current research trends within technology management in the light of selected literature*, Management and Production Engineering Review 8(1), pp. 78-88.
23. Guo J., Ma, J., Li, X., Zhang, J., Zhang, T. (2017), *An attribute-based trust negotiation protocol for D2D communication in smart city balancing trust and privacy*, Journal of Information Science and Engineering 33 (4), pp. 1007-1023.
24. Hajduk S. (2017), *Bibliometric Analysis of Publications on City Logistics in International Scientific Literature*, Procedia Engineering 182, pp. 282-290.
25. Hajduk S. (2021), *Multi-Criteria Analysis of Smart Cities on the Example of the Polish Cities*, Resources 10(5), 44.
26. Halicka K. (2017), *Main concepts of technology analysis in the light of the literature on the subject*, Procedia Engineering 182, pp. 291-298.

27. Huang W., Wei Y., Guo J.H., Cao J. (2017), *Next-generation innovation and development of intelligent transportation system in China*, Science China Information Sciences 60(11), 110201.
28. Iqbal K., Khan M. A., Abbas S., Hasan Z., Fatima A. (2018), *Intelligent Transportation System (ITS) for Smart-Cities using Mamdani Fuzzy Inference System*, International Journal of Advanced Computer Science and Applications 9(2), pp. 94-105.
29. Jarašūniene A. (2006), *Analysis of possibilities and proposals of intelligent transport system (its) implementation in Lithuania*, Transport 21(4), pp. 245-251.
30. Javed M.A., Hamida E.B., Znaidi W. (2016), *Security in intelligent transport systems for smart cities: From theory to practice*, Sensors (Switzerland) 16(6), 879.
31. Kachniewska M. (2020), *Factors and barriers to the development of smart urban mobility - the perspective of Polish medium-sized cities*, in: Ujwary-Gil A. Gancarczyk M. (Eds.), *New Challenges in Economic Policy, Business, and Management*, Warsaw: Institute of Economics, Polish Academy of Sciences, pp. 57-83.
32. Karim A. (2022), *Development of secure Internet of Vehicle Things (IoVT) for smart transportation system*, Computers and Electrical Engineering, 102,108101
33. Kiryluk H., Glińska E., Ryciuk U., Vierikko K, Rollnik-Sadowska E. (2021), *Stakeholders engagement for solving mobility problems in touristic remote areas from the Baltic Sea Region*, PLoS ONE 16(6), e0253166.
34. Komninou N., Schaffers H., Pallot M. (2011), *Developing a Policy Roadmap for Smart Cities and the Future Internet*, https://www.sop.inria.fr/axis/pages/bestpaper/2011-eChallenges_ref_196-Roadmap-for-Smart-Cities-Published.pdf [25.08.2022].
35. Kornaszewski M., Chrzan M., Olczykowski Z. (2017), *Implementation of new solutions of Intelligent Transport Systems in railway transport in Poland*, Communications in Computer and Information Science 715, pp. 282-292.
36. Kornaszewski M., Gwiazda A. (2017), *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzia w rozwiązywaniu problemów kongestii transportowej*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 18(6), s.1429-1434.
37. Kos B. (2019), *Intelligent Transport Systems (ITS) in Smart City*, in: Suchanek M. (Eds.), *Challenges of Urban Mobility, Transport Companies and Systems*, Cham, Switzerland: Springer Proceedings in Business and Economics, pp.115-126.
38. Kozerska M., Konopka M. (2018), *Zastosowanie inteligentnych systemów transportowych w sytuacjach ograniczonego dostępu do miast*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Organizacja i Zarządzanie 130, s. 353-363.
39. Koźlak A. (2008), *Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy efektywności transportu*, Logistyka 2.

40. Kozłowska J. (2022), *Methods of multi-criteria analysis in technology selection and technology assessment: a systematic literature review*, Engineering Management in Production and Services 14(2), pp. 116-137.
41. Kuźmich K., Ryciuk U., Glińska E. Kiryluk H., Rollnik-Sadowska E. (2022), *Perspectives of mobility development in remote areas attractive to tourists*, Ekonomia i Środowisko 1(80), pp. 150-188.
42. Lazaroiu, G.C., Roscia, M. (2012), *Definition methodology for the smart cities model*, Energy 47, pp. 326-332.
43. Lee J.H., Hancock M.G., Hu M.Ch.(2014), *Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco*, Technological Forecasting and Social Change 89, pp. 80-99.
44. Levina A.I., Dubgorn A.S., Iliashenko O.Y. (2018), *Internet of things within the service architecture of intelligent transport systems*, Proceedings - 2017 European Conference on Electrical Engineering and Computer Science, pp. 351-355.
45. Litwin M., Oskarbski J., Jamroz K. (2006), *Inteligentne Systemy Transportu – Zaawansowane Systemy Zarządzania Ruchem*, w: I Polski Kongres Drogowy "Lepsze drogi -lepsze życie": referaty, Polski Kongres Drogowy, Warszawa, s. 167-174.
46. Łupicka A., Szymczak M. (2020), *Zrównoważony transport na obszarach zurbanizowanych — możliwości, kierunki i przykłady rozwoju*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 1, s. 11-18.
47. Małecki K., Iwan S., Kijewska K. (2014), *Influence of Intelligent Transportation Systems on Reduction of the Environmental Negative Impact of Urban Freight Transport Based on Szczecin Example*, Procedia Social and Behavioral Sciences 151, pp. 215-229.
48. Mangiaracina R., Perego A., Salvadori G., Tumino A. (2017), *A comprehensive view of intelligent transport systems for urban smart mobility*, International Journal of Logistics Research and Applications A Leading Journal of Supply Chain Management 20, pp. 39-52.
49. Mercik A. (2017), *Inteligentne systemy transportowe a polityka zrównoważonej mobilności miejskiej*, Komunikacja Publiczna 2(67), s. 18-22.
50. Molnar E., Alexopoulos C. (2008), *ITS in urban transport: the challenges for the UNECE Transport Division*, Eurotransport 5, pp. 26-29.
51. Molpeceres Arnáiz, S. (2017), *Smart City vs. Wise City. En torno a la ciudad y las nuevas tecnologías el caso de Barcelona (Smart City vs. Wise City. Around the city and newtechnologies the case of Barcelona)*, Cultura, Lenguaje y Representación 17, pp. 129-155.

52. Mundada M, Mukkamala R.R. (2020), *Smart Cities for Sustainability – An Analytical Perspective*, 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), pp. 770-775.
53. Nam T., Pardo T. A. (2014), *The changing face of a city government: A case study of Philly311*, Government Information Quarterly 31 (Suppl.1), pp. 1-9.
54. Nazarko J., Radziszewski R., Dębowska K., Ejdyś J., Gudanowska A., Halicka K., Kilon J., Kononiuk A., Kowalski K. J., Król J. B., Nazarko Ł., Sarnowski M., Vitulienė T. (2015), *Foresight Study of Road Pavement Technologies*, Procedia Engineering 122, pp. 129-136.
55. Neverauskiene L.O., Novikova M., Kazlauskiene E. (2021), *Factors, determining the development of intelligent transport systems*, Business, Management and Economics Engineering 19(2), pp. 229-243.
56. Njord J., Peters J., Freitas M., Warner B., Allred C., Bertini R., Bryant R., Callan R., Knopp M., Knowlton L., Lopez C., Warne T. (2006), *Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan*, Raport FHWA-PL-06-001, <https://international.fhwa.dot.gov/ipsafety/ipsafety.pdf> [28.08.2022].
57. Nuzzolo A., Comi A. (2016), *Advanced public transport and intelligent transport systems: New modelling challenges*, Transportmetrica A: Transport Science 12(8), pp. 674-699.
58. Oskarbski J., Jamroz K., Litwin M. (2006), *Intelligence transportation system - advanced management traffic systems*, Proceedings of 1st Polish Road Congress "Better roads - better life", Warszawa, Poland.
59. Pawłowska B. (2018), *Intelligent transport a key component of implementation the sustainable development concept in smart cities*, Transport Economics and Logistics 79, pp. 7-21.
60. Peng G.C.A., Nunes M.B., Zheng L. (2017), *Impacts of low citizen awareness and usage in smart city services: The case of London's smart parking system*, Information Systems and eBusiness Management 15(4), pp. 845-876.
61. Reyes-Rubiano L., Serrano-Hernandez A., Montoya-Torres J.R., Faulin J. (2021), *The Sustainability Dimensions in Intelligent Urban Transportation: A Paradigm for Smart Cities*, Sustainability 13, 10653.
62. Rodrigue J. P. (2016), *The Role of Transport and Communication Infrastructure in Realising Development Outcomes*, in: Grugel J., Hammett D. (Eds.), *The Palgrave Handbook of International Development*, London: Palgrave Macmillan, pp. 595-614
63. Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. (2016), *The Geography of Transport Systems*, Routledge, London.

64. Rudskoy A., Ilin I., Prokhorov A. (2021), *Digital Twins in the Intelligent Transport Systems*, Transportation Research Procedia 54, pp. 927-935.
65. Samarakkody A.L., Kulatunga U., Bandara H.M.N.D. (2019), *What differentiates a smart city? A comparison with a basic city*, in: Sandanayake Y.G., Gunatilake S., Waidyasekara A. (Eds.), Proceedings of the 8th World Construction Symposium, Colombo, Sri Lanka, 8-10 November 2019, pp. 618-627.
66. Shaheen S., Finson R. (2013), *Intelligent Transportation Systems*, UC Berkeley: Transportation Sustainability Research Center, <https://escholarship.org/uc/item/3hh2t4f9> [28.08.2022].
67. Shinde D.K., Waghmare A.P. (2019), *Intelligent Transport Systems (ITS)*, International Research Journal of Engineering and Technology 6(7), pp. 365-371.
68. Siderska J., Jadaa K.S. (2018), *Cloud manufacturing: a service-oriented manufacturing paradigm. A review paper*, Engineering Management in Production and Services 10(1), pp. 22-31.
69. Sikora-Fernandez D. (2017), *Smart cities w Polsce to nadal utopia*, <http://urb-news.pl/smart-cities-polsce-nadal-utopia/> [25.08.2022].
70. Sikora-Fernandez D. (2019), *Szanse i zagrożenia wdrażania koncepcji smart city w Polsce*, w: Danielewicz J., Sikora-Fernandez D. (red.), *Zarządzanie rozwojem współczesnych miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
71. Singh B., Gupta A. (2015), *Recent trends in intelligent transportation systems: a review*, Journal of Transport Literature 9(2), pp. 30-34.
72. Smith N., Marquez L., Gannon J. (2005), *Realising the potential environmental benefits of Intelligent Transport Systems*, Conference Material 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, 3434, <http://hdl.handle.net/102.100.100/178700?index=1> [25.08.2022].
73. Stawiarska E., Sobczak P. (2018), *The Impact of Intelligent Transportation System Implementations on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions*, Sustainability 10(5), 1318.
74. Szpilko D. (2020), *Foresight as a Tool for the Planning and Implementation of Visions for Smart City Development*, Energies 13(7), pp. 1-24.
75. Szpilko D., Ejdyś J. (2022), *European Green Deal – research directions. Systematic literature review*, Ekonomia i Środowisko 2(80).
76. Szpilko D., Szydło J., Winkowska J. (2020), *Social Participation of City Inhabitants Versus Their Future Orientation. Evidence From Poland*, WSEAS Transaction on Business and Economics 17, pp. 692-702.
77. Tomaszewska E. J., Florea A. (2018), *Urban smart mobility in the scientific literature – bibliometric analysis*, Engineering Management in Production and Services 10(2), pp. 41-56.

78. Tomaszewska E.J. (2015), *Inteligentny system transportowy w mieście na przykładzie Białegostoku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu 41, s. 317-329.
79. Tzvetkova S. (2018), *The Benefits of Integrating Intelligent Transport System in the Management of Sofia's Transport Network*, Proceedings of the Asia-Pacific Conference on Intelligent Medical & International Conference on Transportation and Traffic Engineering on - APCIM & ICTTE, pp. 143-148.
80. Wang, K. Y., Wu C.M. (2015), *Building an Intelligent government, intelligent city, and intelligent citizenry through ICTs: Smart city innovations in New Taipei City, Taiwan*, Public Administration and Information Technology 11, pp. 259-278.
81. Winkowska J., Szpilko D., Pejić S. (2019), *Smart city concept in the light of the literature review*, Engineering Management in Production and Services 11(2), pp. 70-86.
82. Yigitcanlar T., Kamruzzaman Md., Buys L., Ioppolo G., Sabatini-Marques J., Moreira da Costa, E., Yun J.H.J. (2018), *Understanding 'smart cities': Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework*, Cities 81, pp. 145-160.
83. Zear A., Singh P.K., Singh Y. (2016), *Intelligent transport system: A progressive review*, Indian Journal of Science and Technology 9 (32), pp. 1-8.
84. Zhao L., Jia Y. (2021), *Intelligent transportation system for sustainable environment in smart cities*, The International Journal of Electrical Engineering & Education 0(0).
85. Ziółkowski R., Dziejma Z., Cylko D. (2016), *Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego*, Magazyn Autostrady 6, s. 24-27.

Benefits of implementing an intelligent transport system in the city

Abstract

Intelligent transport systems (ITS) can be considered in the category of opportunities for sustainable development of intelligent cities. The purpose of this article is to identify the main research areas and trends analysed in the international literature in the field of ITS, as well as distinguish the category of benefits related to ITS implementation in the city based on author's own research. The bibliometric analysis as well as the results of qualitative research in the form of individual in-depth interviews (IDI) were carried out to achieve the purpose. The analysis covered publications on ITS published in Scopus and Web of Science databases from 2010 to 2022. The results of the analysis are presented

in the form of a map of research areas most common in the context of ITS, as well as in their coexistence in the analyzed set of articles. Original five clusters were created using the VOSviewer software. The author's research allowed to systematize the knowledge related to ITS implementation and classifying them according to three key categories: ecological, organizational and social.

Key words

intelligent transport system (ITS), smart mobility, urban transport