

Elżbieta Karaś[✉], Przemysław Misiurski¹,
Katarzyna Łukaniszyn-Domaszewska², Joanna Rut³, Julia Giera⁴
Politechnika Opolska

Rozwiązania w zakresie transportu drogowego w przestrzeni miejskiej w kontekście rewolucji przemysłowej 4.0

Road transport solutions in urban space in the context of the industrial revolution 4.0

Synopsis. Obecna gospodarka rozwija się i zmienia w bardzo szybkim tempie. Przechodzi zmiany, które w dużym stopniu są wynikiem szybkiego rozwoju technologii cyfrowych. Globalizacja i rozwój technologii przyczyniają się do rozwoju innowacyjności, a także konkurencyjności, które rozrastają się na szeroką skalę. Transport w dzisiejszych czasach ma bardzo duże znaczenie dla rozwoju gospodarki. Przemysł 4.0 to pojęcie „zbiornicze”, które obejmuje zaawansowane systemy automatyki, wymianę danych i technologie systemów produkcyjnych. Koncepcja Przemysłu 4.0 nie odnosi się jedynie do jednej technologii i jednorazowego rozwoju, ale do grupy technologii, które wpływają na ciąg rozwoju przedsiębiorstw i ich dynamikę. Obecnie kształtuje się wiele segmentów, które ulepszane są za pomocą nowoczesnych systemów i nowych technologii. Transport nie jest tutaj żadnym wyjątkiem ponieważ podlega ciągłym zmianom, a postępująca cyfryzacja staje się nieodłącznym elementem w transporcie. Nowoczesne technologie Przemysłu 4.0 w transporcie, umożliwiają usprawnienie wiele aspektów, tj. organizacja pracy, oszczędność czasu oraz obniżenie kosztów. Usprawniania procesów w transporcie sprowadza się do ich unowocześniania i polepszenia. Każda zastosowana technologia jest dużym wsparciem dla transportu. Celem opracowania jest określenie rozwiązań w zakresie transportu drogowego, uwzględniając przestrzeń miejską i wykorzystując nowoczesne technologie Przemysłu 4.0.

Słowa kluczowe: transport drogowy, przedsiębiorstwo, koncepcje, zarządzanie, przestrzeń miejska, Przemysł 4.0, telematyka, Smart City, ITS

¹✉ Elżbieta Karaś – Politechnika Opolska; Wydział Ekonomii i Zarządzania; e-mail: p.misiurski@po.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-7052-8535>

² Katarzyna Łukaniszyn-Domaszewska – Politechnika Opolska; Wydział Ekonomii i Zarządzania; e-mail: k.lukaniszyn-domaszewska@po.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-2165-5095>

³ Joanna Rut – Politechnika Opolska; Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki; e-mail: j.rut@po.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9014-8874>

⁴ Julia Giera – Politechnika Opolska; Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki; e-mail: j.giera@po.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-7297-458X>

Abstract. The current economy is developing and changing at a very fast pace. It is undergoing changes, which are largely the result of the rapid development of digital technologies. Globalisation and the development of technology contribute to the development of innovation and competitiveness, which are growing on a large scale. Nowadays, transport is very important for the development of the economy. Industry 4.0 is an umbrella term that includes advanced automation systems, data exchange and production systems technologies. The concept of Industry 4.0 does not refer only to one technology and one-off development, but to a group of technologies that affect the development of enterprises and their dynamics. Currently, many segments are being developed, which are being improved with modern systems and new technologies. Transport is no exception here because it is subject to constant changes, and progressive digitisation is becoming an inseparable element in transport. Modern Industry 4.0 technologies in transport enable the improvement of many aspects (i.e. work organisation, time-saving and cost reduction). Streamlining processes in transport comes down to their modernisation and improvement. Each technology used is a great support for transport. The aim of the study is to define solutions in the field of road transport, taking into account urban space and using modern Industry 4.0 technologies.

Key words: road transport, enterprise, concepts, management, urban space, Industry 4.0, telematics, Smart City, ITS,

Kody JEL: L91, O18, R49

Wstęp

W koniunkturze rozwoju gospodarczego świata nastąpiła kolejna rewolucja w zakresie implementowania radykalnych zmian technologicznych, określana w literaturze przedmiotu jako koncepcja Przemysłu 4.0. W historii przemysł ewoluował bardzo dynamicznie, a jego rozwój przeszedł wiele gruntownych zmian. Wszystkie zmiany odnosiły się do fundamentalnych, przełomowych rozwiązań w historii gospodarczej świata [Prisecaru 2016]. Obecna fala tych zmian oznacza głównie integrację inteligentnych maszyn i systemów sterowanych cyfrowo. Rewolucja przemysłowa 4.0 odnosi się do organizacji inteligentnych sieci maszyn, systemów automatycznych i procesów, zasobów wiedzy, kapitału ludzkiego, które są wykorzystywane w taki sposób, aby systemy gospodarcze i organizacyjne były wydajniejsze i dostosowane do nowych rozwiązań technologicznych i komunikacyjnych, do postępującej cyfryzacji [Min Xu i in. 2018, Müller i in. 2018]. W literaturze przedmiotu najczęściej są wymieniane takie rozwiązania jak:

- Big Data; chmura obliczeniowa,
- Internet Rzeczy (IoT),
- integracja systemów i tworzenie sieci,
- roboty autonomiczne i nowe standardy wytwarzania,
- rzeczywistość rozszerzona,
- wytwarzanie addytywne i pełna konfiguracja zadań,
- symulacje i inteligentne komponenty wyposażone w systemy przetwarzania danych.

Te zmiany zachodzą w sposób bardzo dynamiczny, oznaczają unifikację świata rzeczywistego ze światem wirtualnym i wpływają na pojawienie się inteligentnych technologii związanych z mobilnością w całej przestrzeni społeczno-gospodarczej [Oreg i in. 2018, Wee i in. 2018]. Badacze twierdzą, że rewolucja 4.0 ukształtuje przyszłość całego świata nie tylko w obszarze przemysłowym, ale i w obszarze społecznym, w tym również w zakresie rozwoju infrastruktury miejskiej poprzez wykorzystanie współczesnych technologii informacyjnych i komunikacji cyfrowej [Prisecaru 2016]. Co więcej, ludzie w przestrzeni miejskiej będą w coraz większym stopniu korzystać z tych rozwiązań w sposób realny i wirtualny. Powszechne staną się dla nich nowe systemy oparte na sztucznej inteligencji oraz zaawansowanej technologii w wielu aspektach życia społecznego i gospodarczego. Pod pojęciem technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT, ang. Information And Communication Technologies, nazywanych zamiennie technologiami informacyjno-telekomunikacyjnymi, teleinformatycznymi lub technikami informacyjnymi) kryje się zespół technologii przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej. Węższym pojęciem są natomiast technologie informatyczne (IT), które odnoszą się do technologii związanych z komputerami i oprogramowaniem, niezwiązanych jednak z technologiami komunikacyjnymi i dotyczącymi sieci. Rozwój tych technologii sprawia, że oba pojęcia stają się coraz bardziej spójne, będąc przy tym motorem rozwoju cywilizacyjnego, społecznego i gospodarczego.

Metodyka badań

Celem opracowania było określenie rozwiązań w zakresie transportu drogowego, przy uwzględnieniu przestrzeni miejskiej i innowacji wynikających z technologii Przemysłu 4.0. W kontekście rewolucji przemysłowej 4.0 obecnie wyznaczone są w przestrzeni miejskiej nowe standardy rozwiązań odnoszące się do technologii informacyjnych i komunikacyjnych, przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej. Na potrzeby analizy ogólnych koncepcji autorzy wykorzystali metodę desk research opartą na przeglądzie informacji publicznie dostępnych. Stwierdzono, że badania będą opierać się głównie na analizie dostępnych opracowań i materiałów umożliwiających przegląd i uporządkowanie informacji o nowoczesnych Inteligentnych Systemach Transportowych (IST). Autorzy przestudowali krajowe i zagraniczne publikacje naukowe, magazyny branżowe dotyczące gospodarek transportowych oraz materiały opublikowane na stronach internetowych, które dotyczyły praktycznego wykorzystania takich systemów. Rezultatem niniejszego opracowania było zilustrowanie założeń wynikających z cyfryzacji i koncepcji budowania smart city na podstawie udokumentowanej literatury (analiza źródeł wtórnych), a nie na aktualnych warunkach (badania pierwotne). Dlatego w niniejszym opracowaniu wskazano aktualne trendy występujące w IST i przyjęto pewne założenia metodologiczne. Przede wszystkim zdecydowano, że w drugim etapie analiza będzie oparta na przeglądzie i badaniu typu case study rozumianym jako pewien układ zdarzeń i wniosków odzwierciedlonych w dostępnych informacjach. Wynikiem tego etapu było zebranie informacji

w zakresie stosowanych zintegrowanych rozwiązań w polskich miastach: Warszawie, Krakowie, Wrocławiu i Tychach. Na podstawie tak zebranych danych, określono wytyczne stosowania IST w polskiej przestrzeni miejskiej i gospodarce transportowej.

Smart city – system innowacji w erze Przemysłu 4.0

Pojęcie smart city czyli inteligentnego miasta pojawiło się na początku XXI wieku i dotyczy rozwoju społecznego miast i lokalnej gospodarki. To idea nastawiona jest na to, by ośrodki miejskie były zarządzane w sposób ekologiczny, nowoczesny, oszczędny i efektywny [Wach-Kloskowskai in. 2018], by tworzyły się nowe społeczności, które korzystają z rewolucji przemysłowej 4.0. Narzędzia tej rewolucji będą implikować szanse dla rozwoju miast w kierunku globalnej cyfryzacji i wirtualizacji [Min Xu i in. 2018], są to:

- aktywniejsza rola sztucznej inteligencji (AI),
- integracja techniki i nauki (fuzja),
- poprawa jakości życia (robotyka),
- integracja życia społeczno-socjalnego w wirtualnej przestrzeni Internetu.

W rezultacie nowe rozwiązania będą wpływać na znaczne podniesienie funkcjonalności i modernizacji miast. Idea inteligentnego miasta będzie miała na celu przede wszystkim poprawę działań w ośmiu kategoriach, są to: obywatele, urząd, energia, budynki, transport, infrastruktura, łączność oraz zdrowie. Przesłanki, które staną się kluczowymi czynnikami dla przyszłej urbanizacji miast – będą dotyczyć takich elementów jak [Giffinger i in. 2007, Wach-Kloskowska i in. 2018]:

- inteligentna gospodarka (smart economy) – konkurencyjność, tj. gospodarka wysoce wydajna i zaawansowana technologicznie, rozwijająca nowe produkty i usługi oraz nowe modele biznesowe, sprzyjająca nawiązywaniu lokalnych i globalnych powiązań oraz międzynarodowej wymianie dóbr, usług i wiedzy [Czupich i in. 2016];
- inteligentna mobilność (smart mobility) – transport i ICT, czyli inteligentne sieci transportowe; zintegrowane systemy transportowe i logistyczne wykorzystujące głównie czystą energię;
- inteligentne środowisko (smart environment) zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, czyli dążenie do zwiększenia stopnia wykorzystania odnawialnych źródeł energii; steruje się sieciami elektroenergetycznymi, wodociągowymi, oświetleniem ulic, dokonuje się bieżącego pomiaru, kontroli i monitoringu zanieczyszczeń, dokonuje się renowacji budynków w celu zmniejszenia ich energochłonności [Czupich i in. 2016];
- inteligentni ludzie (smart people) – wysokiej jakości kapitał społeczny i ludzki;
- inteligentne warunki życia (smart living) – wysoka jakość życia, która oznacza bezpieczne i zdrowe życie w mieście mającym bogatą ofertę kulturalną i mieszkaniową, zapewniająca szeroki dostęp do infrastruktury ICT umożliwiającej kreowanie stylu życia, zachowania i konsumpcji;
- inteligentne sprawowanie władzy (smart governance) – takie, w którym istotną rolę odgrywa partycypacja społeczna w podejmowaniu decyzji, transparentność działania, jakość i dostępność usług publicznych.

Miasto może być zatem definiowane jako smart, gdy dysponuje kapitałem ludzkim i społecznym, tradycyjną oraz nowoczesną infrastrukturą komunikacyjną. Jego rozwój jest zgodny z teorią zrównoważonego rozwoju, spełnia wymagania w dziedzinie racjonalnego zarządzania energią, wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, wprowadza inteligentne rozwiązania w zakresie zagospodarowania przestrzeni miejskiej, a stosowany system sprawowania władzy zapewnią lepszą jakość życia. W Polsce koncepcja smart city dopiero jest w fazie początkowej, a jej wdrażane elementy są ukierunkowane na ekologiczne wykorzystywanie i pozyskiwanie zasobów energii odnawialnej oraz w zakresie transportu miejskiego. W tych obszarach dostrzegalne są zamiany inwestycyjne, które służą ogólnemu rozwojowi miast i podnoszeniu jakości życia mieszkańców. Ogromne znaczenie ma przy tym redukcja emisji spalin, zapewnienie alternatywnych źródeł napędu oraz inteligentne budowanie infrastruktury drogowej i telekomunikacyjnej z wykorzystaniem ITC. Przewiduje się, że w dalszej perspektywie funkcjonowanie takich miast nie będzie przebiegać bez zakłóceń, problemem może być brak kontroli nad technologią oraz jej wielokierunkową ekspansją, zdominowanie rozwiązań urbanistycznych czy transportowych przez sztuczną inteligencję [Rudewicz 2019, Wach-Kloskowska i in. 2018].

Przykładem takich rozwiązań stosowanych w polskich miastach są IST oraz coraz bardziej rozpowszechniona telematyka transportu.

Inteligentne Systemy Transportowe (ITS)

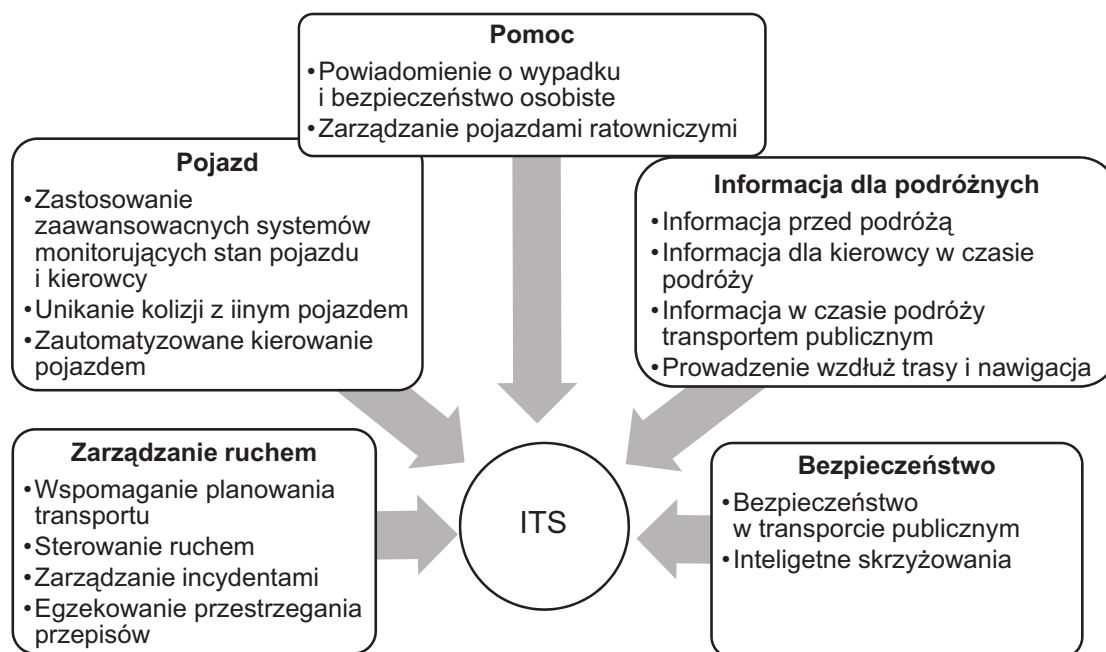
Inteligentne Systemy Transportowe można interpretować jako zbiór różnorodnych narzędzi opierających się na telekomunikacji ITC i elektronice pojazdowej oraz systemie bieżącego monitorowania i przekazywania informacji o przepływie transportowym w przestrzeni miejskiej, umożliwiających optymalne wykorzystanie dróg i podnoszące bezpieczeństwo i efektywność transportu drogowego. W takich systemach funkcjonowanie transportu jest wspierane inteligentnymi zintegrowanymi rozwiązaniami pomiarowymi (czujniki, sensory), telekomunikacyjnymi, informatycznymi, a także automatycznego sterowania.

Pojęcie Inteligentne Systemy Transportowe użyto po raz pierwszy i powszechnie zaakceptowano na I Światowym Kongresie w Paryżu, w 1994 roku [Barwiński i Kotas 2015]. Zgodnie z tą definicją Inteligentne Systemy Transportowe to: „zaawansowane aplikacje, które – choć same w sobie są tylko nośnikami informacji – mają na celu świadczenie innowacyjnych usług związanych z różnymi rodzajami transportu i zarządzaniem ruchem oraz pozwalają na lepsze informowanie różnych użytkowników oraz zapewniają bezpieczniejsze, bardziej skoordynowane i <inteligentniejsze> korzystanie z sieci transportowych” [Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej, 2010]. Obszary zastosowań ITS przedstawiono na rysunku 1.

W ramach ITS łączą się: telekomunikacja, elektronika oraz technologie informatyczne z inżynierią transportu, mając na sprawne planowanie, projektowanie, obsługę, utrzymywanie i zarządzanie systemami transportowymi. Cele, jakim służyć mają ITS poprzez zastosowanie zaawansowanych technologii informatycznych i komunikacyjnych w transporcie drogowym i interfejsów z innymi rodzajami transportu, mają znacząco przyczynić się do [Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej 2010]:

- poprawy oddziaływania transportu na środowisko,

- poprawy efektywności energetycznej transportu,
- zwiększenia bezpieczeństwa i ochrony transportu,
- zwiększenia poziomu bezpieczeństwa publicznego,
- poprawy mobilności pasażerów i towarów przy jednoczesnym,
- zapewnieniu funkcjonowania rynku wewnętrznego.



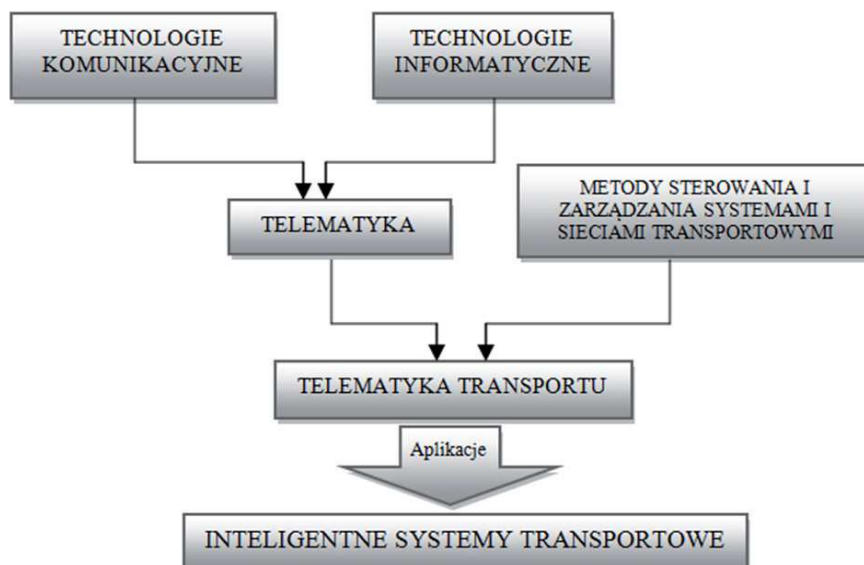
Rysunek 1. Obszary zastosowań ITS

Figure 1. ITS application areas

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Proper i Allen, 2000, Wałek 2016].

„Systemy te mogą usprawniać ruch drogowy, dozować wjazd i wyjazd pojazdów do centrum miasta. System może również wpływać na zmniejszenie maksymalnych prędkości pojazdów i redukować liczbę niezbędnych zatrzymań, w szczególności na odcinkach dróg, na których często dochodzi do incydentów drogowych. Do najważniejszych efektów zastosowania ITS należą: ogólna poprawa efektywności funkcjonowania systemu transportowego (w szczególności skrócenie czasu przejazdu, redukcja liczby zatrzymań i incydentów drogowych), zwiększenie poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz redukcja emisji szkodliwych składników spalin, pyłów i hałasu” [Kamiński 2020]. Rozwiązania tego typu są zintegrowane z fizycznymi systemami transportowymi nazywane telematyką transportu. Elementy składowe ITS przedstawiono na rysunku 2.

Pierwszym miastem, które zdecydowało o wdrożeniu systemu ITS była Warszawa. Od 2003 roku system zarządza tunelem pod Wisłostradą, w kolejnych latach miasto zdecydowało o dołączeniu do systemu ITS zaprojektowanego przez firmę Siemens kolejnych elementów związanych między innymi z budową Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem. Pierwszym miastem, które zdecydowało się od początku zintegrować transport prywatny, jak również transport miejski, był Kraków przy uwzględnieniu priorytetu ruchu tramwajowego. Obecnie największy projekt dotyczy miasta Tychy. W ramach jego realizacji mają zostać wdrożone rozwiązania takie jak priorytet dla autobusów



Rysunek 2. Elementy Inteligentnych Systemów Transportowych

Figure 2. Elements of Intelligent Transportation Systems

Źródło: [Barwiński i Kotas 2015].

i trolejbusów, zielone światło, gdy na ulicach nie ma ruchu, czytelne informacje dla kierowców i pasażerów, ważenie ciężarówek czy pomiar prędkości aut. Ruch autobusów i trolejbusów będzie na bieżąco śledzony na e-mapach, by w przypadku opóźnienia system mógł zareagować jak najszybciej i wprowadzić priorytet przejazdu dla tych pojazdów na wybranych skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Najważniejszym elementem całego systemu ma być Centrum Sterowania Ruchem (CSR). Pozwoli ono chociażby na zbieranie oraz sprawne udostępnianie informacji instytucjom takim jak pogotowie, straż pożarna, policja czy straż miejska [Simens 2019a, b, Copco 2001].

Inteligentne Systemy Transportowe są kompleksem różnych, programów projektów, którymi trzeba na bieżąco zarządzać, aby stworzyć rozwiązania pozwalające nazwać miasto przyjaznym dla transportu. Miasto, które dzięki technologii ogranicza koszty, a nawet zarabia poprzez wprowadzenie stref płatnych, redukcję kosztów, napraw sieci komunikacyjnych, komunikacji miejskiej oraz wzrost jej zainteresowania dzięki skróceniu czasów przejazdów. Do założeń ITS należą: :

- zoptymalizowane funkcje zarządzania miastem; miejscami parkingowymi, ruchem drogowym, komunikacją zbiorową, reagowaniem na nieoczekiwane zdarzenia,
- bieżące analizowanie danych dotyczących natężenia ruchy drogowego, emisji hałasu oraz substancji szkodliwych,
- automatyka pomiarów prędkości, kontrolowania masy pojazdów, egzekwowania przestrzegania prawa,
- zbierania, gromadzenia oraz analizy danych pozwalając odpowiednio wcześniej i skutecznie reagować,
- udostępnianie informacji podróżnym.

Korzyści płynące z zastosowania systemów ITS coraz częściej zachęcają polskie miasta do podjęcia realizacji inwestycji, których głównym założeniem jest poprawa płynności poruszania się po miastach. Coraz powszechniej wdrażane systemy zarządzania

transportem zbiorowym wykorzystują wiele elementów ITS, które umożliwiają instytucjom zarządzającym przewozami pasażerskimi w miastach przede wszystkim poprawę bezpieczeństwa i efektywności działania. Poprawa warunków bezpieczeństwa pojazdów i pasażerów przejawia się między innymi w monitorowaniu wnętrza. Systemy ITS wspomagają również kwestie utrzymania pojazdu (m.in. poprzez automatyczną diagnostykę uszkodzeń). W ramach ITS wykorzystuje się też systemy automatycznej lokalizacji pojazdu (AVL⁵) oraz komputerowo wspomagane wysyłanie pojazdów na trasę (CAD⁶), które poprawiają punktualność pojazdów oraz pozwalają na automatyczne korygowanie rozkładów jazdy. Automatyczne pobieranie opłat (m.in. biletomaty) oraz systemy informowania pasażerów (aplikacje, urządzenia planujące podróż, informacje na przystankach, informacje głosowe) poprawiają efektywność funkcjonowania transportu zbiorowego [Oskarbskii i in. 2006].

Warto zauważyć, że ITS nie są wolne również od wad. Przede wszystkim nawet stopniowo wdrażane systemy generują ogromne koszty, co często nie wiąże się bezpośrednio ze wzrostem dochodów z użytkowania komunikacji publicznej. Ponadto miejska infrastruktura w większości przypadków nie jest dostosowana do wdrażanego systemu, co nierzadko rodzi chaos na drogach, długotrwałe remonty, bądź awarie systemu [MAL 2018, Kruk 2019].

Inteligentne Systemy Transportowe ITS są systemami stanowiącymi szeroki zbiór technologii oraz technik wykorzystywanych w transporcie w celu ochrony życia uczestników ruchu drogowego, zwiększenia efektywności transportu oraz ochrony środowiska [ITS Polska]. W tym celu konieczne jest zintegrowanie tych systemów z telematyką transportową [Mijalska-Szewczak i Stoma 2012].

Telematyka – sprawne zarządzanie transportem

Telematyka jest dziedziną łączącą termin telekomunikacji, informatyki oraz informacji. Aby telematyka mogła przynosić usprawnienia konieczne jest precyzyjne zgranie wszystkich zmiennych mających wpływ na zarządzanie transportem. Dane i informacje, badające zmienne dotyczące przepływu w ruchu drogowym pochodzą z wielu kierunków, do których zaliczają się [Andrzej 2019]:

- Internet,
- sieci komórkowe,
- systemy łączności radiowej,
- bazy danych geograficznych,
- bazy danych drogowych,
- systemy GPS,
- systemy meteorologiczne,
- systemy monitorujące ruch drogowy,
- radary,
- kamery uliczne,

⁵ AVL (ang. *Automatic Vehicle Location*).

⁶ CAD (ang. *Computer-Aided Dispatch*).

- czujniki i detektory stworzone do obsługi poszczególnych danych montowane w pojazdach, na elementach infrastruktury punktowej oraz elementach infrastruktury liniowej.

Ogromna liczba danych gromadzonych z najróżniejszych źródeł zwiększa się w sposób wykładniczy. Pojawiają się innowacyjne rozwiązania, takie jak big data, które zbierane dane wykorzystują w celu optymalizacji i pozyskania dodatkowych informacji. Informacje zdobyte dzięki kooperacji wszystkich narzędzi stanowią podstawę bardziej dokładnej analizy zdarzeń, efektywnej komunikacji, ograniczenia kosztów paliwa, eksploatacyjnych oraz administracyjnych, a także wprowadzania usprawnień w różnych sektorach [Fedoruk 2017].

Jedną z popularniejszych form jest telematyka transportu. Głównym celem telematyki transportu jest sprawne zarządzanie flotą pojazdów, infrastrukturą punktową oraz infrastrukturą liniową. Może analizować także zachowania kierowców, określając ich styl jazdy, wskazując mocne i słabe strony oraz rekomendując zmianę, wraz z wytycznymi niezbędnymi do poprawy sposobu prowadzenia pojazdów. Dane mogą być wykorzystywane przez:

- przedsiębiorstwa transportowe – gromadząc dane na temat kierowców oraz przyczyn zdarzeń nieoczekiwanych lub często występujących mających niekorzystny wpływ dla organizacji,
- przedsiębiorstwa logistyczne – umożliwiając jednoczesne zarządzanie dużą liczbą obiektów, integrując je za sobą, jednocześnie wplatając innych uczestników procesów będących użytkownikami systemów telematycznych,
- zarządców parkingów – na bieżąco informując kierowców o liczbie dostępnych miejsc, pomagając w znalezieniu miejsc oraz obsługując płatności online,
- towarzystwa ubezpieczeniowe – celem poznania zachowania swoich klientów jako jedną z podstaw określenia wysokości kwot polis ubezpieczeniowych,
- kierowców – na bieżąco informując o stanie pojazdu, sytuacji na drodze, możliwych ograniczeniach udzielając przydatnych wskazówek.

Otrzymane dane mają także służyć do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, odciążając kierowców, którzy mogą skupić się na drodze. Dodatkowo poddani kontroli czują presję, konieczność odpowiedzialnych zachowań wiedząc, że takie mogą przynieść im korzyści lub straty [Newseria 2018].

Telematyka jest przykładem wykorzystującym najbardziej innowacyjny model zintegrowany z założeniami koncepcji smart city. Złożoność interakcji zachodzących w systemach telematycznych stanowi podstawę, na której mogą opierać się współczesne organizacje. Ciągły rozwój, również zaliczany do czwartej generacji narzędzi stosowanych w obecnej rewolucji przemysłowej sprawia, że systemy telematyczne nie są zamkniętymi programami, stworzonymi raz, stale realizując cele w ten sam wcześniej określony sposób, lecz są otwarte na nowe doświadczenia, inteligentne rozwiązania dostosowują się do zmieniającego się świata, często ostrzegając przed możliwymi, niepożądanymi zdarzeniami. Potrzeba ciągłej innowacyjności stanowi dla programistów wyzwanie oraz szansę do budowy jeszcze bardziej zaawansowanych programów oraz bardziej wydajnej realizacji procesów. Minusem rozwiązań opartych na technologii IT jest zawierzenie funkcjonowania procesów niemal wyłącznie technologii, a także ciągła kontrola użytkowników.

Istotne korzyści wynikające z zastosowania technologii cyfryzacji i idei Przemysłu 4.0 w przestrzeni miejskiej i gospodarce transportowej

Analizując stosowane rozwiązania w przestrzeni miejskiej i gospodarce transportowej wynikające z cyfryzacji i koncepcji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach (tylko po kilku latach ich stosowania w Polsce), można wskazać kilka kluczowych korzyści, takich jak: dynamiczny rozwój miast, zwiększenie przepustowości dróg miejskich, lepsza obsługa podróżnych, poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego (poprzez np. uniemożliwienie ruchu kolizyjnego), zwiększenie efektywności przepływu ruchu drogowego, kontrola wpływu ruchu na środowisko naturalne, większa kontrola stanu technicznego dróg, mniejsze koszty wykorzystania taboru drogowego i wiele innych. Wykorzystanie zatem Inteligentnych Systemów Transportowych w każdym aspekcie niesie za sobą pozytywne skutki dla wszystkich uczestników sieci transportu. Powinny one być w sposób ciągły doskonalone i uzupełniane o nowe rozwiązania technologii cyfrowej i komunikacyjnej zgodnie z koncepcją smart city.

Podsumowanie i wnioski

Postęp naukowo-techniczny, który przyjął koncepcję rewolucji 4.0 oraz rozwój w sferze informatyki wywarł ogromny wpływ na kształtowanie współczesnej rzeczywistości gospodarczej w różnych jej gałęziach, w tym również w zakresie transportu. Tempo zachodzących zmian, jak również dążenie do zdobycia przewagi konkurencyjnej na rynku usług transportowych wymusza stosowanie coraz bardziej zaawansowanych technologii informatycznych i telekomunikacyjnych.

Rozwój technologii informatycznych wpływa także na rozwój systemów transportowych i sposób ich wykorzystania w przestrzeni miejskiej według koncepcji smart city. Jednym z elementów tej koncepcji są IST, które w ostatnim dziesięcioleciu znacząco się rozwinęły i są wdrażane w wielu miastach i regionach w Polsce i na świecie.

Ich zastosowanie w transporcie miejskim wiąże się również z nowymi wyzwaniami, jakie przed cywilizacją wielkich miast stawia trzecie dziesięciolecie XXI wieku, a mianowicie z walką ze zmianami środowiskowymi, gdyż przyczyniają się również do redukcji emisji spalin, zmniejszenia kongestii, wzrostu poziomu bezpieczeństwa oraz wzrostu korzyści ekonomicznych regionów. Można zatem stwierdzić, że przyszły transport ściśle związana jest z wdrażaniem i rozbudową IST, a ich rozwój wymaga dalszych badań oraz stosowania coraz to nowocześniejszych ulepszeń i rozwiązań.

Bibliografia

- Andrzej, 2019: Telematyka transportu – czym jest i jakie są jej możliwości? Blog Transportowy, [źródło elektroniczne] <https://blogtransportowy.pl/telematyka-transportu-czym-jest-i-jakie-sa-jej-mozliwosci/> [dostęp: 25.11.2022].
- Barwiński S., Kotas P., 2015: Inteligentne Systemy Transportowe w wybranych miastach Polski, *Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 10, 26–29.

- Becker B.E., Huselid M.A., Beatty R.W. 2009: *The Differentiated Workforce: Transforming Talent Into Strategic Impact*, Harvard Business Press, Boston, MA.
- Collings D.G., Isichei M. 2018: The shifting boundaries of global staffing: integrating global talent management, alternative forms of international assignments and non-employees into the discussion, *International Journal of Human Resource Management*, 29(1), 165–187.
- Collings D.G., Mellahi K., Cascio W.F., 2019: Global talent management and performance in multinational enterprises: a multilevel perspective, *Journal of Management*, 45, 2, 540–566.
- Copco, 2021: ITS Tychy, [źródło elektroniczne] <https://copco.pl/its-tychy> [dostęp: 27.11.2022].
- De Boeck G., Meyers M.C., Dries N., 2018: Employee reactions to talent management: assumptions versus evidence, *Journal of Organizational Behavior*, 39(2), 199–213.
- Evans P., Pucik V., Björkman I. 2011: *The global challenge: international human resource management*, wyd. 2, McGraw-Hill Irwin, New York.
- Fedoruk A., 2017: Jak wyprzedzić konkurencję i obniżyć koszty paliwa o 20 proc., *Business Insider*, [źródło elektroniczne] <https://businessinsider.com.pl/najnowsze?fromscroll=1> [dostęp: 25.11.2022].
- Gallardo-Gallardo E., Dries N., González-Cruz T.F., 2013: What is the meaning of ‘talent’ in the world of work?, *Human Resource Management Review*, 23, 290–300.
- Gallardo-Gallardo E., Nijs S., Dries N., Gallo P., 2015: Towards an understanding of talent management as a phenomenon-driven field using bibliometric and content analysis, *Human Resource Management Review*, 25, 3, 264–279.
- Huselid M.A., Beatty R.W., Becker B.E., 2005: “A Players” or “A Positions”? The Strategic Logic of Workforce Management, *Harvard Business Review*, [źródło elektroniczne] <https://hbr.org/2005/12/a-players-or-a-positions-the-strategic-logic-of-workforcemanagement> [dostęp: 22.11.2022].
- ITS Polska, [źródło elektroniczne] <http://www.itspolska.pl/?page=11> [dostęp: 25.11.2022].
- Kamiński T., 2020: Kooperacyjne Inteligentne Systemy Transportowe (C-ITS) jako rozwiązania podnoszące bezpieczeństwo i efektywność transportu drogowego, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 6, 10–18. [źródło elektroniczne] <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-8d61de27-16c9-438b-80cd-e0ce8ba78cc9> [dostęp: 18.11.2022].
- Kruk M., 2019: Nie będzie sekundników dla aut. We Wrocławiu się nie da, a w Szczecinie można..., *Wrocław Nasze Miasto*, <https://wroclaw.naszemiasto.pl/nie-bedzie-sekundnikow-dla-aut-we-wroclawiu-sie-nie-da-a-w/ar/c1-7308287> [dostęp: 27.10.2022].
- MAL, 2018: ITS, czyli „I teraz stoisz”. To głupie światła tworzą korki, *Wrocław Nasze Miasto* [źródło elektroniczne] <https://wroclaw.naszemiasto.pl/its-czyli-i-teraz-stoisz-to-glupie-swiatla-tworza-korki/ar/c4-4835641> [dostęp: 27.10.2022].
- Manyika, J., Chui M., Miremadi M., Bughin J., George K., Willmott P., Dewhurst M., 2017: *Harnessing Automation for A Future That Works: automation, employment, and productivity. Report by McKinsey Global* [źródło elektroniczne] <http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works> [dostęp: 25.11.2022].
- Mijalska-Szewczak I., Stoma M., 2012: *Systemy telematyczne zarządzania flotą pojazdów w przedsiębiorstwie transportowo-spedycyjnym w badaniach własnych*, [w:] R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Wydawnictwo Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole.
- Miller D., 2016: *Natural Language: The User Interface for the Fourth Industrial Revolution*, Opus Research Report, [źródło elektroniczne] <https://opusresearch.net/wordpress/2016/11/04/>

- opus-research-report-natural-language-the-user-interface-for-the-fourth-industrial-revolution/ [dostęp: 22.11.2022].
- Müller J.M., Kiel D., Voigt K.I. 2018: What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability, *Sustainability*, 10(1), 247–271.
- Newseria, 2018: Systemy telematyczne coraz częściej wykorzystywane w branży ubezpieczeniowej, [źródło elektroniczne] <http://www.twojeinnowacje.pl/systemy-telematyczne-coraz-czesciej-wykorzystywane-w-branzy-ubezpieczeniowej> [dostęp: 25.11.2022].
- Oreg S., Bartunek J., Gayoung L., Boram D., 2018: An affect-based model of recipients' responses to organizational change events, *Academy of Management Review*, 43, 1, 65–86.
- Oskarbski J., Jamroz K., Litwin M., 2006: Inteligentne systemy transportu – zaawansowane systemy zarządzania ruchem, *Materiały konferencyjne z I Polskiego Kongresu Drogowego, Lepsze drogi – lepsze życie*, Warszawa, 4–10.
- Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej, 2010: Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady unii europejskiej 2010/40/UE z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu, [źródło elektroniczne] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0040>, 07.07.2010 [dostęp: 16.11.2022].
- Prisecaru P., 2016: Challenges of the Fourth Industrial Revolution. *Knowledge Horizons. Economics*, 8(1), 57–62, [źródło elektroniczne] <https://search-proquestcom.ezproxy.libraries.udmercy.edu:2443/docview/1793552558?accountid=28018> [dostęp: 22.11.2022].
- Proper K., Allen T., 2001: *Intelligent Transportation System Benefits. 2000 Update*, U.S., Department of Transportation, Washington D.C.
- Rudewicz J., 2019: Przemysł i technologie wobec wdrożenia wizji miasta inteligentnego (smart city), *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 33(4), 195–212.
- Sanchez D.G., Parra N.G, Ozden C., Rijkers B., 2020: Which Jobs Are Most Vulnerable to COVID-19? What an Analysis of the European Union Reveals, *Research & Policy Briefs From the World Bank Malaysia Hub*, [źródło elektroniczne] <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33737/Which-Jobs-Are-Most-Vulnerable-to-COVID-19-What-an-Analysis-of-the-European-Union-Reveals.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [dostęp: 17.11.2022].
- Schwab K., 2015: *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*, [źródło elektroniczne] <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> [dostęp: 22.11.2022].
- Siemens, 2019a: Siemens Mobility zbuduje system ITS dla Tychów, [źródło elektroniczne] <https://new.siemens.com/pl/pl/o-firmie/aktualnosci/siemens-mobility-zbuduje-system-its-dla-tychow.html> [dostęp: 25.11.2022].
- Siemens, 2019b: Smart City – Inteligentne Miasto Warszawa – jak będzie wyglądać transport w stolicy w przyszłości? [źródło elektroniczne] <https://new.siemens.com/pl/pl/o-firmie/aktualnosci/inteligentne-miasto-warszawa.html> [dostęp: 25.11.2022].
- Van den Broek J., Boselie P., Paauwe J., 2018: Cooperative innovation through a talent management pool: a qualitative study on cooperation in healthcar, *European Journal of Management*, 36(1), 135–144.

- Wach-Kloskowska J., Rześny-Cieplinska J., 2018: Inteligentny i zrównoważony rozwój transportu jako element realizacji założeń koncepcji Smart City – przykłady polskie i europejskie, *Studia Miejskie*, 30, 99–108.
- Wee E.X.M., Taylor M.S., 2018: Attention to change: a multilevel theory on the process of emergent continuous organizational change, *Journal of Applied Psychology*, 103, 1, 1–13.
- Wolf M., 2015: Same as It Ever Was: Why the Techno-optimists Are Wrong. In *The Fourth Industrial Revolution*, Foreign Affairs, [źródło elektroniczne] <https://www.foreignaffairs.com/articles/same-it-ever-was> [dostęp 24.11.2022].
- Xu M., David J.M., Kim S.H., 2018: The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges, *International Journal of Financial Research*, 9, 2, 90–95, [źródło elektroniczne] https://cdn.lgseta.co.za/resources/research_and_reports/4IR%20Resources/The%204IR_Opportunities_and%20Challenges_Min%20Xu,%20Jeanne%20M%20David%20and%20Suk%20Hi%20Kim_2018.pdf [dostęp: 19.11.2022].