

JACEK MALASEK

dr inż. Instytut Badawczy Dróg i Mostów ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa, tel. +48 22 390 02 02, e-mail: jmalasek@ibdim.edu.pl

C-ITS – skoordynowany transport w inteligentnym mieście¹

Streszczenie: Warunkiem realizacja idei smart city (inteligentnego/cyfrowego miasta) jest wspieranie innowacyjności, w szczególności w dziedzinie ICT (ang. *Information and Communication Technology*), czyli elektronicznego gromadzenia, transmisji i przetwarzania danych. Rozwój współpracujących, inteligentnych systemów transportowych – C-ITS (ang. *Cooperative Intelligent Transport Systems*) jest z kolei konieczny w dążeniu do osiągnięcia eko-mobilności zautomatyzowanej. Cztery czynniki niezbędne dla rozwoju inteligentnego transportu w *smart city* to: inteligentne społeczeństwo, inteligentna mobilność, inteligentna droga i inteligentny pojazd. Inteligentnej ekomobilności sprzyja realizacja Planów Zrównoważonej Mobilności (SUMP), gospodarka współdzielenia oraz wdrażanie idei Mobilność jako Usługa (MaaS) i aplikacji ułatwiających optymalizację planowania podróży miejskich (SEP). Współpracujące, inteligentne systemy transportowe – C-ITS – są narzędziem koordynacji inteligentnej drogi z inteligentnym pojazdem, stanowiąc platformę kontaktującą różne pojazdy z infrastrukturą drogową i pomiędzy sobą, co znacznie zwiększa bezpieczeństwo i efektywność decyzji podejmowanych w Centrum Zarządzania Ruchem. Zagadnienie inteligentnej drogi w *smart city*, oprócz C-ITS, obejmuje również aspekty środowiskowe, związane z poszanowaniem energii i redukcją emisji transportowych. Automatyzacja dobrze zabezpieczonych przed cyberatakami przewozów pasażerskich i towarowych, stwarza szansę na dalsze zwiększanie bezpieczeństwa ruchu i przepustowości ulic oraz na poprawę warunków środowiskowych w miastach.

Słowa kluczowe: *smart city*, ekomobilność, inteligentna droga i pojazd

Inteligentne społeczeństwo

Warunkiem realizacja idei Smart City (inteligentnego/cyfrowego miasta) jest wspieranie innowacyjności, w szczególności w dziedzinie ICT (ang. *Information and Communication Technology*), czyli elektronicznego gromadzenia, transmisji i przetwarzania danych. Rozwój współpracujących, inteligentnych systemów transportowych – C-ITS (ang. *Cooperative Intelligent Transport Systems*) jest z kolei niezbędny w dążeniu do osiągnięcia eko-mobilności zautomatyzowanej. Chcąc, by nasze miasta stały się nowoczesne, bardziej przyjazne mieszkańcom i środowisku naturalnemu, na rozwój tych właśnie dziedzin nauki i wdrożeń powinniśmy obecnie kłaść największy nacisk.

Według danych opublikowanych ostatnio w „JRC Prospective Insights in ICT R&D” (PREDICT 2017) i w „Europe’s Digital Progress Report”, uważany za strategiczny dla rozwoju gospodarczego sektor technologii informacyjnej ICT w krajach Unii Europejskiej, o wartości 546,2 mld euro, zatrudniał w roku 2014 już 5,7 miliona osób [1]. Poza EU28, analizą objęto jeszcze Norwegię, Szwajcarię

i Rosję oraz Australię, Brazylię, Chiny, Indie, Japonię, Kanadę, Koreę Płd., Tajwan i USA. Pod względem wartości dodanej (definiowanej jako wartość według cen czynników produkcji i podawanej jako wartość dodana brutto minus saldo podatków i dotacji) liderem sektora ICT są Stany Zjednoczone, wyprzedzające Chiny, kraje Unii Europejskiej, Japonię i Koreę Płd. Udział sektora ICT w gospodarce w UE wynosi nadal zaledwie 3,9%, podczas gdy na Tajwanie 15,9%, w Japonii 5,4%, 5,3% w USA i po 4,7% w Chinach i Indiach.

W 2014 roku w skali globalnej sektor ICT był beneficjentem aż blisko 25% ogółu wydatków na badania i rozwój – tylko 16% w krajach UE. Pod względem efektywności wydatków firm na B+R (wskaźnik wydatków do wartości dodanej) przoduje Korea Płd. (21,1%), wyprzedzając USA (12,3%), Japonię (11,0%), UE (5,3%) i Chiny (5,2%). W nakładach na B+R w roku 2014 przewodziły Stany Zjednoczone (84 mld euro) przed Chinami (33 mld euro), UE (29 mld euro), Koreą Płd. (23 mld euro) i Japonią (21 mld euro). Łączne wydatki wymienionych obszarów geograficznych stanowią 89% wydatków wszystkich 40 analizowanych krajów. Podczas, gdy we wszystkich analizowanych krajach zatrudnienie w sektorze ICT w latach 1995–2014 wzrastało (w UE o 40%), w Rosji uległo obniżeniu. Z przytoczonych tu danych wynika, że jeśli Europa nie obudzi się z letargu i nie stanie się bardziej konkurencyjna, wkrótce w tej strategicznej dziedzinie bliżej nam będzie do Rosji niż do „azjatyckich tygrysów”.

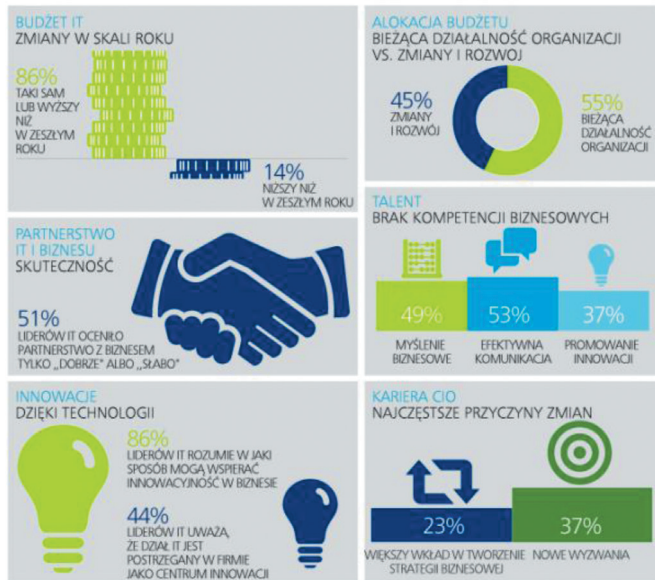
W Polsce w 2014 roku w sektorze ICT działało 2146 większych (10 osób lub więcej) firm zatrudniających 196,4 tysiąca osób – o 10,7% więcej niż w roku 2011 [2]. Poważnym problemem stają się braki kadrowe. Według raportu firmy Deloitte [3] prawie 75% polskich respondentów doświadczyło problemów przy rekrutacji odpowiednio wykwalifikowanego i doświadczonego personelu IT. Powodem małej innowacyjności polskiego sektora ICT jest – poza brakami kompetencji to – że na rozwój biznesu i nowych produktów przeznaczane jest tylko około 30% budżetu firm. Na rysunku 1 przedstawiono wpływ poszczególnych czynników decydujących o rozwoju informatyzacji gospodarki w warunkach polskich.

Według raportu GUS [2] przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją ICT cechowały się niższą rentownością w porównaniu z przedsiębiorstwami produkcyjnymi ogółem, co obniża ich konkurencyjność. W 2014 roku nakłady na B+R sektora ICT wyniosły 1526,5 mln zł (z czego zaledwie 104,9 mln zł na produkcję – reszta na usługi) i wzrosły

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2017.

The Deloitte Survey 2013

Co wpływa obecnie na rolę IT w biznesie?



Deloitte

www.deloitte.com/pl/CIO

Rys. 1. Czynniki rozwoju informatyzacji polskiej gospodarki

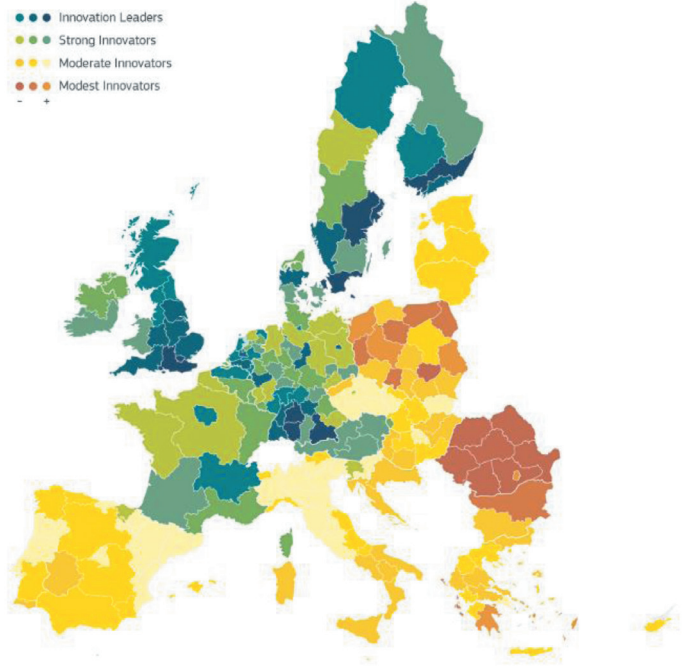
w porównaniu z 2011 rokiem aż o 553 mln zł. Udział nakładów na B+R w sektorze ICT wyniósł zaledwie 3,1% nakładów na B+R w sektorze produkcji ogółem. Pomimo relatywnie niskich nakładów, wartość eksportu polskich wyrobów ICT wzrosła pomiędzy rokiem 2011 a 2014 o 24,2%. Pod względem udziału wartości dodanej sektora ICT w PKB Polska (3,2%) pozostaje daleko w tyle za Maltą (8,6%), Węgrami (5,9%), Słowacją (4,8%) czy Czechami (4,4%).

Nie lepiej wyglądamy niestety również w najnowszym rankingu innowacyjności UE w 2017 roku [4], zajmując 25 miejsce. Szwecja pozostaje europejskim liderem innowacyjności, a innowacyjność najszybciej rozwija się na Litwie, na Malcie, w Holandii, w Austrii i w Wielkiej Brytanii. Na zamieszczonej poniżej mapie w Polsce przeważa kolor brązowy oznaczający regiony o niskiej innowacyjności (gorzej tylko w Rumunii i Bułgarii), podczas gdy kolor granatowy oznacza regiony najbardziej innowacyjne (rys. 2).

W światowym rankingu innowacyjności Unia Europejska dogania Kanadę i USA, ale pozostaje w tyle za Koreą Płd. i Japonią, a krajem odnotowującym najszybsze postępy są Chiny.

Inteligentna mobilność

Obecnie ważnym narzędziem organizacji transportu w miastach są Plany Zrównoważonej Mobilności (SUMP), dostosowywane do wymogów technologicznych inteligentnego miasta, m.in. poprzez ich powiązanie z planami poszanowania energii i korzystania w transporcie w coraz większym stopniu ze źródeł energii odnawialnej – SEAPs (*Sustainable Energy Action Plans*). Głównym efektem wdrażania SUMP staje się przeznaczanie coraz większej części powierzchni komunikacyjnej zajmowanej dotychczas przez samochody



Rys. 2. Innowacyjność regionów europejskich

na potrzeby pieszych, rowerzystów, transportu zbiorowego i rekreacji [5].

Dostępne już technologie pozwalają (według zasad ekonomii współdzielenia dóbr materialnych) na niespotykany dotychczas rozwój *Shared Mobility* – minibusów na żądanie, stanowiących nowy środek transportu zbiorowego. Obok tradycyjnego *carpoolingu* i *car-sharingu*, ten nowy system transportu w największym stopniu przyczynia się do redukcji miejskich potoków ruchu, emisji i niezbędnej powierzchni komunikacyjnej, przeciwdziałając jednocześnie wykluczeniu społecznemu osób nie mogących z różnych względów korzystać z transportu indywidualnego. Wyniki symulacji przeprowadzonej w Lizbonie (podobnie jak w Auckland, Dublinie i w Helsinkach) wykazały, że eliminacja samochodów prywatnych doprowadziłaby do redukcji emisji CO₂ o 62% i powierzchni parkingowej aż o 95% [6].

Ideę MaaS (*Mobility as a Service*), czyli model usługi transportowej pozwalającej na ograniczenie ruchu pojazdów indywidualnych i emisji spalin, rozwija utworzona w 2015 roku i kierowana przez Sampa Hietanena firma MaaS Finland, której udało się w pozyskać od inwestorów prywatnych i Fińskiej Agencji Finansowania Technologii i Innowacji (Tekes) fundusz założycielski w wysokości 2,2 mln euro. MaaS zamierza oferować swoim klientom plany podróży poprzez aplikację mobilną, działającą na zasadzie jednego biletu obejmującego wszystkie środki transportu. Alternatywą dla posiadania samochodu ma być opłata (pobierana z dedykowanego konta uczestnika programu) w wysokości 100 euro/miesiąc, umożliwiającą korzystanie bez ograniczeń z transportu miejskiego oraz z określonej liczby przejazdów taksówką lub samochodem miejskim. ITS Finland szacuje, że MaaS Finland, która osiągnąć ma podobny sukces komercyjny jak kiedyś Nokia, już w 2020 roku stworzy w Finlandii

20 000 nowych miejsc pracy w inteligentnych usługach transportowych.

Uczestnikami programu MaaS mogą być osoby indywidualne, rodziny, lub firmy wspierające proekologiczne zachowania swoich pracowników. Poza promocją ekomobilności MaaS umożliwi również firmom logistycznym dokonywanie optymalnego wyboru środka transportu i trasy przewozu towarów. Celem utworzonego w 2016 roku MaaS Alliance (który poza fińskim ministerstwem transportu tworzą m.in. ERTICO ITS Europe, Siemens i Xerox) jest opracowanie dla europejskich firm transportowych modelu biznesowego, umożliwiającego objęcie systemem MaaS całego kontynentu europejskiego. W kwietniu br. podczas zorganizowanego przez ITS UK w Londynie pierwszego forum MaaS, określono wartość rynku światowego tej nowej usługi na 2 biliony funtów [7].

Gwałtowny w ostatnich latach rozwój mobilności współdzielonej (czego dobrym przykładem w Polsce jest rower miejski), wsparty ostatnio ideą MaaS, oznacza zmianę paradygmatu korzystania z pojazdów (rys. 3 i 4). Do wzrostu liczby osób rezygnujących z posiadania samochodu w najwyższym stopniu przyczyniają się następujące czynniki:

- szybka urbanizacja,
- generacja Y – młodzi ludzie epoki cyfryzacji,
- popularność idei gospodarki współdzielenia (sharing economy),
- kurczące się zasoby surowców naturalnych,
- wzrost odpowiedzialności społecznej,
- zatłoczenie ulic,
- rozwój łączności bezprzewodowej,
- wzrost gęstości zaludnienia,
- troska o jakość środowiska naturalnego.



Rys. 3. Schemat zmiany paradygmatu: od posiadania do korzystania z pojazdu

Efekty działań omówionych powyżej mogą ulec wzmocnieniu dzięki uruchomieniu w mieście opracowanego przez mnie projektu aplikacji na smartfon SEP (*Smart Ecotravel Planner*), jako narzędzia zachęcania do zachowań proekologicznych podczas realizacji podróży oraz do zwiększania bezpiecznej mobilności seniorów z zaburzeniami orientacji przestrzennej i osób niepełnosprawnych ruchowo [8]. SEP różni od obecnie stosowanych planerów podróży pięć cech podstawowych:

- SEP będzie działał w oparciu o ściśle spersonalizowany portal internetowy,

- SEP koncentrować się będzie na ekologicznym aspekcie wyboru środka transportu,
- uczestnicy programu będą nagradzani za proekologiczne zachowania komunikacyjne,
- SEP przeciwdziała wykluczeniu społecznemu samotnych osób w podeszłym wieku,
- SEP jest z założenia, przy uwzględnieniu kosztów zewnętrznych transportu, inwestycją samofinansującą się.

SEP ma być rzetelnym doradcą w sprawie optymalnego wyboru środka transportu i trasy podróży miejskiej (z uwzględnieniem generowanych kosztów społecznych/zewnętrznych), działającym w oparciu o:

- informacje o aktualnych warunkach ruchu na drogach i trasach komunikacji publicznej,
- informacje o wypadkach drogowych i utrudnieniach ruchu spowodowanych prowadzeniem robót drogowych,
- informacje o utrudnieniach w funkcjonowaniu transportu zbiorowego, spowodowanych strajkiem, awarią sieci trakcyjnej itp.,
- informacje z miejskich stacji monitoringu ekologicznego odnośnie stanu zanieczyszczeń i poziomu hałasu ulicznego,
- informacje o stałych i aktualnych ograniczeniach i preferencjach osoby korzystającej z usług SEPu.

W celu dokładnego dopasowania oferowanych opcji podróży do potrzeb konkretnego użytkownika, jego konto osobiste na portalu internetowym SEP zawierać będzie następujące informacje:

- adres zamieszkania i miejsca pracy/nauki,
- godziny pracy/nauki,
- informacje o innych okresowych podróżach obowiązkowych (zawożenie dzieci do szkoły, udział w zajęciach np. sportowych itp.),
- posiadanie biletu okresowego komunikacji miejskiej,
- zwyczaj korzystania z roweru własnego lub roweru miejskiego,
- akceptowany dystans podróży pieszej lub rowerowej w zależności od warunków pogodowych,
- typ i rocznik posiadanego samochodu (do kalkulacji emisji),
- preferowany parking typu P+R,
- ewentualne członkostwo załogi *carpoolu*, lub korzystanie z *carsharingu*,
- akceptowany limit czasu podróży,
- akceptowany koszt podróży (dla usług typu taxi lub *call-a-ride*),
- informacje o ograniczeniach wynikających z wieku lub różnego rodzaju niepełnosprawności.

W przypadku osób z zaburzeniami orientacji przestrzennej SEP wskaże optymalny (najszybszy i bezpieczny – z ominięciem miejsc o dużej liczbie wypadków z udziałem pieszych) sposób osiągnięcia najczęściej odwiedzanych celów podróży: zakład opieki zdrowotnej, apteka, sklep, kościół, domy znajomych itp. – opcjonalnie z nawigacją głosową.



Rys. 4. Logo mobilności współdzielonej

W przypadku uporczywego zbaczenia z wyznaczonej trasy aplikacja wskaże drogę do domu, by po upływie określonego czasu powiadomić o miejscu przebywania zagubionego jego opiekuna społecznego.

W przypadku osób z niepełnosprawnością ruchową SEP dokona wyboru trasy bez barier (np. schodów, ustali czas przyjazdu na dany przystanek niskopodłogowego środka transportu zbiorowego itp.), wskaże lokalizację windy lub najbliższej ławki dla odpoczynku.

Przed każdą podróżą uczestnik programu otrzymuje informację o optymalnym sposobie dotarcia do celu na smartfonie, a w przypadku korzystania z samochodu również na ekranie nawigacji satelitarnej. Trasa przejazdu samochodem zostanie wytyczona z uwzględnieniem aktualnych warunków ruchu i parametrów emisji odnotowywanych przez stacje monitoringu zanieczyszczenia środowiska. W przypadku wyboru podróży środkami transportu zbiorowego otrzymamy sugerowaną trasę dojścia do najbliższego przystanku i z przystanku końcowego, numer linii z godziną odjazdu, miejsce ewentualnej przesiadki i sposób kontynuacji podróży. W przypadku podróży pieszej lub rowerowej jej optymalna trasa zostanie wytyczona na mapie, a spodziewany czas dotarcia do celu podany zostanie w oparciu o zapamiętane średnie prędkości jazdy lub marszu.

Uczestnictwo w programie stanowić będzie forum rywalizacji internautów o osiągnięcie najlepszych wyników w przeciwdziałaniu zanieczyszczaniu środowiska miejskiego. Każda podróż będzie przeliczana na punkty wynikające z porównania jej „śladu węglowego” z podróżą odbytą na tej samej trasie typowym dla danego miasta samochodem osobowym. Osoby osiągające najlepsze wyniki będą promowane w mediach lokalnych i nagradzane przez miasto możliwością udziału w różnych atrakcyjnych wydarzeniach, biletami na organizowane przez miasto koncerty, lub dostępem do tzw. dóbr rzadkich (np. miejsce dla dziecka w preferowanym przedszkolu).

Korzystanie z samochodu elektrycznego (rys. 5) będzie w kalkulacji efektu środowiskowego traktowane jak podróż środkami transportu zbiorowego, czyli nieco gorzej niż rowerem lub pieszo, a znacznie lepiej niż pojazdem spalinywym. Wyższą ocenę uzyska osoba korzystająca z samochodu wyposażonego w ograniczniki *ecodrivingu* (ekologicznego stylu jazdy) lub z zainstalowanym np. systemem *Traffic Light Assistant* – optymalizującym prędkość i zużycie pali-



Rys. 5. Idea ekomobilności

wa w zależności od aktualnej fazy programu na zbliżającym się skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną.

W staraniach o pełen sukces SEP-u musi być zaangażowanych w każdym mieście szereg współpracujących ze sobą partnerów, z których każdy ma do spełnienia inną rolę:

- korzystający z internetowego portalu SEP – muszą informować portal o zamiarze podróży i starać się zachować przyjęte w programie normy społecznego współżycia,
- duzi pracodawcy – powinni wspierać telepracę, zmniejszać pojemność parkingów samochodowych, partycypować w kosztach pracowniczych biletów okresowych komunikacji miejskiej i zapewnić odpowiednią infrastrukturę rowerową (zadaszone parkingi, prysznic itp.),
- zarząd transportu miejskiego – musi stale poprawiać jakość świadczonych usług i dostosowywać podaż do rosnącego popytu oraz przekazywać miejskiemu centrum kontroli ruchu wszystkie dane operacyjne (m.in. dotyczące lokalizacji pojazdów na trasie),
- miejskie centrum kontroli ruchu – musi informować w czasie rzeczywistym o utrudnieniach w ruchu, wolnych miejscach parkingowych i o prędkości ruchu na poszczególnych odcinkach podstawowego układu sieci drogowej,
- miejski wydział ochrony środowiska – musi przekazywać bieżące dane z miejskich stacji monitoringu środowiskowego,
- operator SEP-u – zaleca sposób dokonania podróży w oparciu o dane gromadzone i przetwarzane przez centrum zarządzania ruchem,
- dedykowany NGOs i opiekunowie społeczni seniorów i osób z zaburzeniami orientacji przestrzennej – popularyzują SEP i pomagają w założeniu konta na portalu internetowym,
- media – powinny promować proekologiczne zachowania komunikacyjne, wykorzystując do tego celebrytów i doświadczenia przewodzących w rankingu internetowym uczestników programu,
- urząd miasta – ma realizować ciągle uaktualnianą politykę rozwoju zrównoważonego transportu miejskiego i kalkulować zyski/oszczędności budżetowe wynikające ze zmian zachodzących w zachowaniach komunikacyjnych mieszkańców.

Samofinansowanie SEPU (po uprzednim ew. zaciągnięciu kredytu na jego rozwój) polegać ma na realizacji następującego modelu biznesowego. Wydział finansowy urzędu miasta kalkuluje zyski wynikające z mniejszego ruchu samochodowego, porównując je z kosztami spłaty rat zaciągniętego kredytu. W rubryce zysków mieścić się będą zarówno oszczędności inwestycyjne/remontowe, jak i korzyści równie istotne, choć mniej wymierne:

- nowe miejsca pracy w sektorze high-tech,
- oszczędności na czasie podróży, co podwyższa standard życia w mieście i przyciąga inwestorów,
- aktywizacja społeczna seniorów i osób niepełnosprawnych,
- zdrowsze środowisko miejskie, co wpływa na niższe koszty leczenia,
- mniejsza liczba wypadków i zdarzeń drogowych,
- bardzo w Europie ceniony i promujący miasto *Green City Image* (wizerunek zielonego miasta).

Oszczędności uzyskane przez miasto w wyniku wdrażania programu SEP powinny być przeznaczane wyłącznie na:

- dalszy rozwój środków transportu przyjaznych środowisku, a więc przede wszystkim szynowego transportu zbiorowego, infrastruktury rowerowej i parkingów typu P+R,
- zwolnienia podatkowe dla uczestniczących w programie dużych pracodawców,
- różnego rodzaju nagrody dla uczestników programu wyróżniających się sukcesami w zmianie swoich zachowań komunikacyjnych na bardziej przyjazne środowisku.

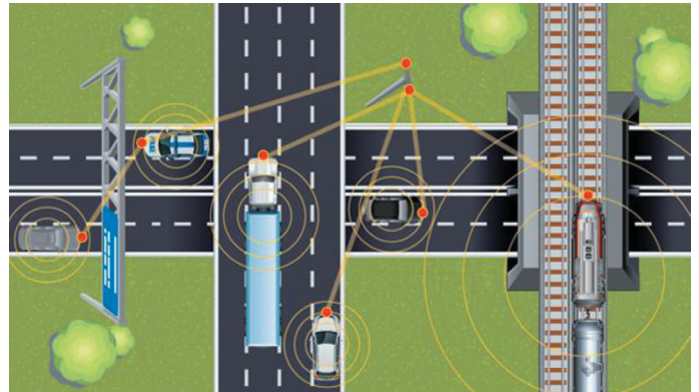
Dwie podstawowe zasady współzawodnictwa uczestników programu SEP są następujące:

- koszty środowiskowe każdej podróży zarejestrowanej w programie SEP są porównywane z emisją generowaną na tej samej trasie przez typowy dla danego miasta samochód osobowy,
- koszty społeczne/zewnętrzne każdej podróży, zawierające koszty emisji spalin i hałasu oraz koszty wynikające z przyczynienia się do wydłużenia czasu podróży innych uczestników ruchu i zwiększenia ryzyka zaistnienia wypadku drogowego, są wyliczane kwotowo i zamieniane na punkty dodatnie lub ujemne.

Każde miasto zainteresowane wdrożeniem usługi SEP powinno przeprowadzić analizę kosztów i korzyści, mając świadomość, że możliwe jest etapowanie aktywacji poszczególnych funkcji systemu. i przesunięcie wdrożenia finalnego nawet na odległą przyszłość – zbieżną z horyzontem czasowym pierwszych kompleksowych systemów autonomicznych wsparcia transportu drogowego, czyli po roku 2025. Należy ponadto pamiętać, że osiągnięcie pełnego sukcesu będzie musiało być poprzedzone profesjonalnie opracowaną kampanią medialną i szerokimi konsultacjami społecznymi, mającymi na celu wyjaśnienie wszystkich pojawiających się wątpliwości.

Inteligentna droga

Współpracujące, inteligentne systemy transportowe – C-ITS są narzędziem koordynacji inteligentnej drogi z inteligentnym pojazdem, stanowiąc platformę kontaktującą wszelkiego rodzaju pojazdy z infrastrukturą drogową i pomiedzy sobą, co znacznie zwiększa efektywność decyzji podejmowanych w Centrum Zarządzania Ruchem. C-ITS poza upłynnieniem ruchu przyczynia się także do poprawy bezpieczeństwa ruchu wszystkich użytkowników dróg i pełnej integracji pojazdów autonomicznych z całym systemem transportu lądowego (rys. 6 i 7).



Rys. 6. Funkcjonowanie współpracujących, inteligentnych systemów transportowych C-ITS

Kamieniem milowym na drodze wiodącej do automatycznej mobilności jest ogłoszona przez Komisję Europejską w listopadzie 2016 roku strategia wdrażania C-ITS. Z kolei w czerwcu 2017 roku opracowana została Polityka Certyfikacji i Wdrożeń C-ITS [9]. Oba dokumenty są kluczowe dla prac GEAR 2030 – powołanej przez Komisję Europejską w ub.r. Grupy Roboczej (kierowanej przez Komisarz E. Bieńkowską) ds. adaptacji przemysłu motoryzacyjnego do automatyzacji ruchu pojazdów [10].

Zagadnienie inteligentnej drogi w *smart city* poza współpracującymi, inteligentnymi systemami transportowymi – C-ITS obejmuje również aspekty środowiskowe, związane z poszanowaniem energii i redukcją emisji transportowych. Droga solarna pokryta ogniwami fotowoltaicznymi [12] generuje prąd, który może być wykorzystany do częściowego zasilania drogowej sieci trakcyjnej.



Rys. 7. Schemat wdrażania C-ITS – od wizji, poprzez strategię i legislację, do wdrożeń
Źródło: [11]



Fot. 1. Pionierska technologia "Wattway" francuskiej firmy Colas

Pierwszy na świecie dwukilometrowy odcinek testowy „drogi elektrycznej” dla TIRów został uruchomiony w Gavle (Szwecja) już w styczniu 2016 roku [13].



Fot. 2. „Droga elektryczna” – efekt współpracy szwedzko-niemieckiej

Innym wariantem „drogi elektrycznej” jest umieszczenie pod nawierzchnią jezdni kabli elektrycznych umożliwiających ładowanie e-pojazdów podczas jazdy. Zastosowana na odcinku testowym w Satory Versailles (Francja) technologia WEVC (*wireless electric vehicle charging*) umożliwia ładowanie pojazdów prądem 20KW podczas jazdy z prędkością do 100 km/h [14].



Fot. 3 i 4. „Droga elektryczna” umożliwiająca dynamiczne ładowanie e-pojazdów

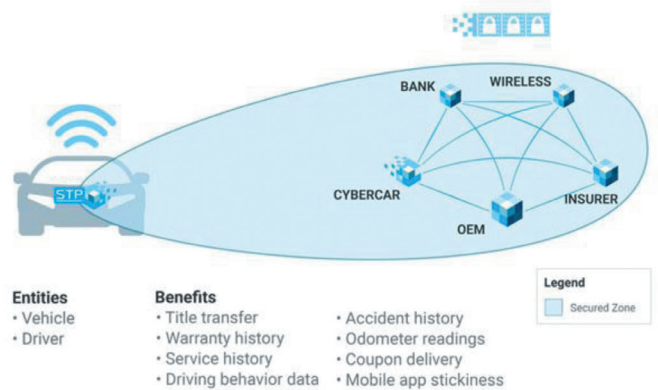
Ulice w *smart city* powinny być wyposażone w inteligentne oświetlenie LED, oszczędzające ponad połowę zużywanej obecnie energii dzięki automatycznemu dostosowywaniu jasności do warunków atmosferycznych i potoków ruchu. Nocą latarnie przyciemniają się w przypadku braku poruszających się pojazdów lub pieszych. Latarnie uliczne wyposażane są obecnie również w funkcje dodatkowe, służąc m.in. jako stacje ładowania pojazdów elektrycznych i stacje pomiarowe jakości powietrza [15].



Fot. 5. Inteligentna latarnia z funkcją ładowania e-pojazdów

Inteligentny pojazd

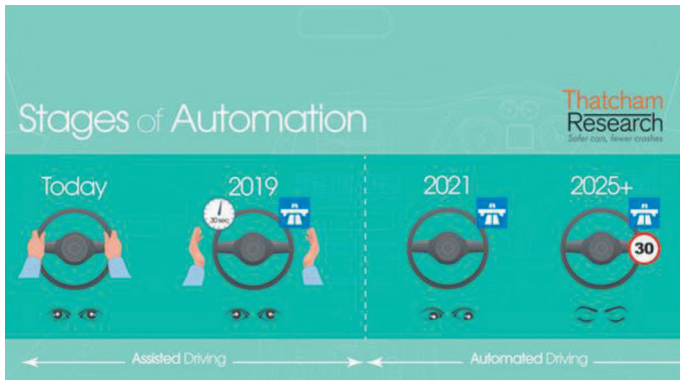
Po inteligentnej drodze już wkrótce poruszać się będą inteligentne pojazdy autonomiczne, o czy pisałem już nieco szerzej w TMiR w listopadzie 2016 roku [16]. Najnowszym osiągnięciem w tym zakresie jest wykorzystanie przez CyberCar w pojazdach autonomicznych technologii *block-chain* (łańcuch bloków, czyli technologia odporna na cyberataki), w celu zapewnienia super bezpiecznego (odpornego na hakowanie) gromadzenia i przekazu danych [17] (rys. 8).



Rys. 8. CyberCar – strefa bezpieczeństwa danych

Opublikowany ostatnio w Wielkiej Brytanii dokument „Regulating Automated Driving” przedstawia najbardziej aktualny harmonogram wdrażania automatyzacji ruchu pojazdów, wyodrębniając dwie fazy: poruszania się pojazdem z udziałem i bez udziału kierowcy (rys. 9).

Już za dwa lata zakłada się możliwość bezpiecznego podróżowania autostradami pojazdem automatycznym bez konieczności trzymania kierownicy (jednak pod nadzorem kierowcy), ale tylko z prędkością 30 km/h – co wy-



Rys. 9. Fazy automatyzacji ruchu pojazdów
Źródło: [17].

daje się być mało praktyczne. Druga faza automatyzacji zakłada już w roku 2021 możliwość jazdy autostradą „bez trzymanki” z dozwoloną prędkością, a po roku 2025 nawet z możliwością zaśnięcia – o co byłoby nietrudno przy prędkości dopuszczalnej 30 km/h. Ta duża ostrożność (w porównaniu z obietnicami koncernów motoryzacyjnych), praktycznie uniemożliwiająca szybką komercjalizację pojazdów autonomicznych, wynika prawdopodobnie z faktu, że autorami dokumentu są brytyjskie firmy ubezpieczeniowe.

Ponieważ szybka automatyzacja ruchu drogowego na zatłoczonych ulicach wydaje się być, z powodu podsztych tradycjonalizmem obaw o bezpieczeństwo, problematyczna, poszukuje się dla pojazdów autonomicznych środowiska mniej konfliktogennego. Znany wizjoner Elon Musk proponuje budowę w wielkich miastach sieci tuneli dostępnych nie tylko dla pojazdów autonomicznych, ale i tradycyjnych (ma tu oczywiście na myśli swoją elektryczną Teslę), poruszających się na autonomicznych platformach (rys. 10). W przypadku dłuższych podróży międzyczynnicowych, aby poruszać się z prędkością 200 km/h, pojazd z poziomu jezdni byłby transportowany do tunelu szybem windowym [18].

Równie rewolucyjnym pomysłem jest opanowanie przez latające pojazdy autonomiczne, ciągle jeszcze niezatłoczonej, niskiej przestrzeni powietrznej. To zdumiewające, ale już ponad 40 firm (m.in. Airbus i Uber) pracuje nad komercyjną wersją autonomicznych pojazdów elektrycznych pionowego startu, dronopodobnych. Ekspozowany na targach CES 2016 w Las Vegas chiński model Ehang 184 latający na pułapie 500 m, oferowany był w przedpłatach



Rys. 10. Miejski tunel dla pojazdów autonomicznych



Fot. 6. Chiński latający pojazd autonomiczny Ehang 184

w wysokości około 300 000 dolarów. Również komercyjna wersja amerykańskiego Flyer'a ma być dostępna już pod koniec bieżącego roku. Zakłada się, że do korzystania z tych pojazdów nie będzie wymagana licencja pilota [19].

Należy się spodziewać, że te nowatorskie idee (w przypadku ich realizacji) wpiszą się w nowy paradygmat transportu współdzielonego *smart city*, ułatwiając ekomobilność w zatłoczonych pojazdami obszarach o najgęstszym zaludnieniu.

Literatura

1. *Latest figures on ICT sector worldwide and its R&D investment*, JRC-Newsletter, 29.05.2017.
2. *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2011–2015*, GUS, 2015.....
3. Johansson H-C., *Nakłady na ICT już nie spadają*, www.komputerwfirmie.org, 6.02.2014.
4. *Innowacje w UE – European Innovation Scoreboard 2017*, Krajowy Punkt Kontaktowy, 21.06.2017.
5. *Intelligent Planning for Sustainable Mobility*, Eltis portal, 28.04.2017.
6. *Transition to Shared Mobility – How large cities can deliver inclusive transport services*, OECD/ITF 2017.
7. *ITS UK first forum on Mobility as a Service*, ERTICO-ITS Europe, 2.05.2017.
8. Malasek J., *Smart Travel Planner for urban sustainability*, „Cybernetics and Information Technology”, No 5/2015.
9. *Certificate Policy for Deployment and Operation of C-ITS*, European Commission, June 2017.
10. *GEAR 2030*, www.etrma.org/activities/gear-2030.
11. *Cooperative, connected and automated mobility (C-ITS)*, EC Mobility & Transport, 11.08.2017.
12. *Colas to trial its innovative 'Wattway' solar road system in the UK*, Traffic Technology Today, 21.07.16.
13. *Scania welcomes new Sweden-Germany partnership on mobility and 'electric roads'*, TTT, 2.02.17.
14. Frost A., *Qualcomm-Renault-Vedecom partnership demonstrates EV charging at highway speeds*, TTT, 19.05.2017.
15. Frost A., *Infineon and Eluminocity develop intelligent streetlight for Smart Cities*, TTT, 8.03.2017.
16. Malasek J., *Aktualności ze świata – Automatyzacja transportu w miastach*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2016, nr 11.
17. Frost A., *UK insurers want a clear distinction between 'assisted' and 'automated' driving systems*, TTT, 11.08.17.
18. Frost A., *Aurecon engineer comments on Musk's "ambitious and innovative" vision of underground roads*, TTT, 11.05.2017.
19. *Will we ever see the flying car?*, ERTICO-ITS Europe, 31.05.2017.