

## Kodeks Dobrych Praktyk (cz. IV)

### Komunikacja pojazd-pojazd i pojazd-infrastruktura jako kolejny etap rozwoju systemów ITS

Szanowni Państwo,

niniejszy dokument został opracowany przez Komitet ds. Architektury i Standaryzacji Inteligentnych Systemów Transportowych (KASI), działający przy Stowarzyszeniu ITS POLSKA. Przewodniczącym Komitetu jest dr inż. Tomasz Kamiński – kierownik Centrum Telematyki Transportu Instytutu Transportu Samochodowego.

Opracowanie stanowi czwarty z serii dokumentów poświęconych efektywnemu wdrażaniu Inteligentnych Systemów Transportowych w Polsce. Kodeks został opracowany przez wiodące instytucje naukowo-badawcze oraz liderów rynku ITS, wdrażających systemy ITS w naszym kraju, działających w ramach Komitetu ds. Architektury i Standaryzacji ITS. Opisana w kodeksie komunikacja V2V i V2I umożliwi kolejny etap rozwoju systemów ITS, w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego (np. poprzez skrócenie reakcji systemów pokładowych pojazdu na nagłe zdarzenia drogowe, dzięki informacjom uzyskanym z innych pojazdów), efektywności ruchu (np. jazda w konwoju, przy zachowaniu niewielkich odstępów między pojazdami i prowadzeniu konwoju przez jednego kierowcę), a także zapewnienie mobilności społeczeństwa (wykorzystanie tego typu komunikacji dla potrzeb pojazdów autonomicznych). Wymiana danych z infrastrukturą drogową umożliwi lepszą współpracę centrum zarządzania ruchem bezpośrednio z pojazdami. Tworzone ad-hoc sieci umożliwią wymianę dużych ilości danych w krótkim czasie, co przyczyni się niewątpliwie również do powstawania nowych rodzajów usług dla kierowców i pasażerów.

Zapraszamy do lektury niniejszego Kodeksu Dobrych Praktyk, ale również do zapoznania się z poprzednimi Kodeksami, które można pobrać bezpłatnie ze strony internetowej [www.itspolska.pl](http://www.itspolska.pl), po wybraniu zakładki „KASI”.

### I. Wstęp

Wymiana informacji między pojazdami, a także między pojazdami a infrastrukturą drogową stanowi podstawę inteligentnego transportu, określanego skrótem C-ITS (ang. Cooperative Intelligent Transportation Systems – kooperatywne/współpracujące inteligentne systemy transportowe). Podstawę tej koncepcji stanowią technologie komunikacji pojazd-pojazd (V2V) i pojazd-infrastruktura (V2I). Rozwój C-ITS jest bezpośrednio związany z troską o aktywne bezpieczeństwo i efektywność ruchu drogowego. Systemy C-ITS dają kierowcom lepszą informację o obecności innych pojazdów, rozpowszechniają ostrzeżenia o zagrożeniach drogowych oraz dostarczają informacji, w czasie rzeczywistym, o warunkach ruchu. Dają też możliwość zarządzania prędkością i natężeniem ruchu. Systemy C-ITS zapewniają łączność między pojazdami będącymi w pobliżu oraz infrastrukturą drogową poprzez wymianę danych.

W Europie pierwsze programy badawcze stanowiące podstawę koncepcji C-ITS sięgają lat 80-tych. Należy do nich europejski projekt PROMETHEUS (1987-1994), który wyznaczył początek koncepcji „spółdzielczej” jazdy, wykorzystując komunikację między pojazdami w paśmie 57 GHz. Od 2000 roku w Europie zainicjowano ponad 40 różnych projektów związanych z C-ITS, począwszy od studiów wykonalności, FleetNet i NoW, aż do projektów, które znacznie przyczyniły się do obecnego stanu technologii i standaryzacji C-ITS, na przykład: SAFESPOT, GeoNet, SEVECOM, CoVeL i COMESafety. Ponadto wykonane zostały testy w warunkach rzeczywistych (projekty DRIVE V2X, SIM-TD, SCORE@F, itp.), co dało możliwość oceny potencjału pozytywnego wpływu C-ITS na bezpieczeństwo i efektywność

ruchu. Zostały także zainicjowane kolejne projekty w celu zbadania współpracy zautomatyzowanej – autonomicznej jazdy, np. projekt AutoNet2030.

W celu osiągnięcia interoperacyjności, tj. współdziałania urządzeń radiokomunikacji stosowanych przez różnych producentów dla pojazdów i producentów urządzeń wchodzących w skład infrastruktury przydrożnej, niezbędna jest standaryzacja systemów C-ITS. O ile zostały określone standardy w zakresie samej technologii komunikacji, to występują problemy z interpretacją treści nadawanych komunikatów, co będzie wymagało intensywnych prac w celu ujednoczenia w obszarze całej Unii Europejskiej.

W celu zharmonizowania prac, w 2016 roku powstała platforma C-ROADS [30] jako wspólna inicjatywa europejskich państw członkowskich i operatorów dróg w zakresie testowania i wdrażania usług C-ITS w świetle transgranicznej harmonizacji i interoperacyjności. Celem Platformy C-ROADS jest łączenie wszystkich wdrożeń C-ITS, rozwijanie, udostępnianie i publikowanie wspólnej architektury, specyfikacji technicznych, planowanie intensywnych testów krzyżowych w celu weryfikacji interoperacyjności oraz opracowanie testów systemowych na podstawie wspólnego protokołu komunikacyjnego. Testy koncentrują się na rozwiązaniach hybrydowych, które są połączeniem standardu ETSI ITS-G5 (używanego w C-ITS) i standardów wykorzystywanych w sieciach telefonii komórkowej. Platforma C-ROADS jest centrum informacji o nowościach i wydarzeniach dotyczących technicznego i strategicznego rozwoju europejskiego C-ITS. W 2016 roku należały do niej następujące państwa: Austria, Belgia/Flandria, Republika Czeska, Francja, Niemcy, Słowenia, Holandia, Wielka Brytania, a w roku 2017 przystąpiły do niej: Belgia/Walonia, Dania, Finlandia, Węgry, Włochy, Norwegia, Portugalia, Hiszpania i Szwecja. Członkami stowarzyszonymi są: Irlandia, Szwajcaria, Australia i Nowa Zelandia.

W lutym 2017 roku opublikowano dokument *ETSI EN 302 571 V2.1.1 (2017-02) Inteligentne systemy transportowe (ITS); Sprzęt radiokomunikacyjny działający w zakresie częstotliwości od 5 855 MHz do 5 925 MHz. Zharmonizowana norma obejmująca zasadnicze wymagania zgodnie z art. 3 ust. 2 dyrektywy 2014/53/UE*. Dokument precyzuje wymienione w tytule zagadnienia, grupując je w punktach, prawa własności intelektualnej: 1) Zakres, 2) Referencje, 3) Definicje, symbole i skróty, 4) Wymagania techniczne specyfikacji, 5) Pomiary pod kątem zgodności z wymaganiami technicznymi.

Omawiany dokument określa dane techniczne, charakterystyki i metody pomiaru dla nadajników i odbiorników radiowych pracujących w dedykowanym dla potrzeb ITS zakresie częstotliwości od 5855 MHz do 5925 MHz, z segmentacją podaną w tabeli 1. W polskim prawie odzwierciedlone to zostało w Zarządzeniu nr 56 Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej z dnia 15 października 2009 r. zmieniające zarządzenie w sprawie planu zagospodarowania częstotliwości dla zakresu 5875-5925 MHz.

**Tabela 1.** Segmentacja pasma częstotliwości ITS 5 GHz

Zakres częstotliwości	Zastosowanie	Regulacja
5 855 MHz do 5 875 MHz	Aplikacje ITS niezwiązane z bezpieczeństwem	Zalecenie ECC (08) 01
5 875 MHz do 5 905 MHz	Bezpieczeństwo drogowe ITS	Decyzja Komisji 2008/671/WE, Decyzja ECC (08) 01
5 905 MHz do 5 925 MHz	Przyszłe aplikacje ITS	Decyzja ECC (08) 01

Wymienione poniżej dokumenty są niezbędne do zastosowania dokumentu ETSI EN 302 571 V2.1.1 (2017-02).

1. *ETSI TS 102 792 (V1.2.1) (06-2015): "Inteligentne systemy transportowe (ITS); Techniki łagodzenia skutków uniknięcia zakłóceń między europejską dedykowaną komunikacją krótkiego*

zasięgu CEN Comité Européen de Normalization (Europejski Komitet Normalizacyjny) (CEN DSRC) i inteligentne systemy transportowe (ITS) działające na częstotliwości 5 GHz zasięgi".

2. ETSI EN 302 637-2 (V1.3.2) (11-2014): "Inteligentne systemy transportowe (ITS): Komunikacja; Podstawowy zestaw aplikacji; Część 2: Specyfikacja podstawowej wiedzy o wykonywaniu przeglądów.
3. CISPR 16 (części 1-1 (2015), 1-4 (2010) i 1-5 (2014)): "Specyfikacje dotyczące zakłóceń radiowych, aparatura pomiarowa i metody pomiaru odporności na zakłócenia; Część 1: Zakłócenia radiowe i pomiar odporności na zakłócenia; aparatura pomiarowa".
4. CEN EN 12253: 2004: "Transport drogowy i telematyka ruchu drogowego – Dedykowana łączność krótkiego zasięgu - warstwa fizyczna wykorzystująca mikrofałe przy częstotliwości 5,9 GHz".
5. ETSI ES 200 674-1 (V2.4.1) (05-2013): "Inteligentne systemy transportowe (ITS): transport drogowy i telematyka ruchu drogowego (RTTT); Dedykowana łączność krótkiego zasięgu (DSRC); Część 1: techniczna. Charakterystyki i metody badań dla urządzeń do transmisji danych o wysokiej przepływności (HDR) w paśmie przemysłowym, naukowym i medycznym 5,9GHz (ISM)".

## II. Technologie V2V i V2I

Technologia V2X łączy w sobie szereg elementów, w tym komunikację między pojazdami a infrastrukturą drogową (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) oraz komunikację między pojazdami (Vehicle-to-Vehicle, V2V). Razem tworzą one podstawę dla C-ITS.

Technologia V2X umożliwia wymianę danych między pojazdami a ich otoczeniem za pomocą łączności bezprzewodowej. Informacje i ostrzeżenia są wysyłane i odbierane w czasie rzeczywistym, co ułatwia podejmowanie decyzji użytkownikom dróg oraz pracownikom centrów zarządzania ruchem.

Skrót V2X pochodzi od angielskiego terminu „vehicle to everything” (pojazd do innych obiektów). Technologia V2X została opracowana specjalnie dla zapewnienia komunikacji między pojazdami, a także pojazdami a infrastrukturą drogową. Jest to rozwiązanie kluczowe dla koncepcji „pojazdów połączonych”, której celem jest zwiększenie bezpieczeństwa ruchu drogowego, poprawa komfortu jazdy oraz ograniczenie wpływu transportu drogowego na środowisko. V2X to kolejny krok w rozwoju innowacyjnych technologii w sektorze transportu drogowego. Podczas gdy pojazdy autonomiczne wkraczają na rynek, V2X stanowi niezbędne wsparcie dla technologii opierającej się na czujnikach instalowanych w pojazdach. W celu uzyskania pełnej informacji o otoczeniu oraz zapewnienia najwyższego poziomu bezpieczeństwa dla pasażerów i innych użytkowników dróg, dane z samochodu uzupełniane są innymi informacjami z systemu V2X.

Pod względem teleinformatycznym V2X jest ustandaryzowaną technologią dwukierunkowej dedykowanej łączności krótkiego zasięgu (ang. Dedicated Short Range Communication – DSRC). Jest ona w pewnym stopniu podobna do Wi-Fi, ale pracuje na 6-ciu kanałach wokół częstotliwości 5,9 GHz, zgodnie z protokołem IEEE 802.11p. Ponieważ ma ona cechy wydajnej sieci typu ad-hoc, nie jest zależna od żadnej istniejącej już infrastruktury. Ponadto, technologia ta opiera się na nadawaniu komunikatów, a nie na komunikacji typu punkt-punkt. Pozwala to na funkcjonowanie, w ramach sieci V2X, nieograniczonej liczby użytkowników bez utraty jakości połączenia. Normy dla tej technologii zdefiniowane są w ramach ETSI ITS-G5 dla Europy i IEEE WAVE® dla Stanów Zjednoczonych.

### III. Przykłady rozwiązań i zastosowań

W ramach europejskiego standardu komunikacyjnego ITS-G5 możemy zidentyfikować trzy podstawowe typy wiadomości/komunikatów ze względu zawartą w nich treść.

Pierwszy typ to wiadomości CAM (ang. Cooperative Awareness Message) zwane też BSM (ang. Basic Safety Message). Wiadomości CAM/BSM zawierają takie informacje jak prędkość, kierunek jazdy, czy dokładne położenie pojazdu, ale nie zawierają danych pozwalających zidentyfikować pojazd. Kolejny typ to wiadomości DENM (ang. Decentralized Environmental Notification Message). Zawierają informacje o konkretnych zdarzeniach (hamowaniu awaryjnym, wypadku, ostrzeżeniu pogodowym, itp.). Jako osobny typ wyróżnia się wiadomości SPAT (ang. Signal Phase and Timing). Ich podstawowa treść to zestaw informacji na temat aktualnego stanu sygnałów dla danej sygnalizacji świetlnej, czasu ich trwania oraz następującej po nich fazy.

Odpowiednia interpretacja pojedynczych wiadomości/komunikatów, czy ich kombinacji jest podstawą zastosowania komunikacji V2X w zakresie wyodrębnionych, zdefiniowanych przypadków użycia (zastosowań), czy też usług, które zostały przetestowane i wdrożone w licznych projektach w Unii Europejskiej, takich jak:

- Cooperative ITS Corridor (<http://c-its-korridor.de/> – część niemiecka, <http://eco-at.info/> – część austriacka, <https://itscorridor.mett.nl/default.aspx> – część holenderska),
- Compass4D (<http://www.compass4d.eu/>),
- SCOOP@F (<http://www.scoop.developpement-durable.gouv.fr/en/>),
- InterCor (<http://intercor-project.eu/>),
- C-Roads (<https://www.c-roads.eu/platform.html>).

W ramach inicjatywy Komisji Europejskiej „C-ITS Platform”, uzgodniono listę usług C-ITS, które powinny być wdrożone w pierwszej kolejności. Zestawiono ją pod nazwą „Day 1”. Składają się na nią:

- informacja o hamowaniu awaryjnym (ang. Emergency Brake Light) – kierowcy informowani są o nagłym hamowaniu pojazdu/pojazdów jadących przed nimi (nie tylko bezpośrednio poprzedzających). Dzięki temu kierowcy nie muszą polegać tylko na sygnałach świetlnych z pojazdu, ale mogą zareagować zanim w ich polu widzenia pojawi się pojazd wykonujący manewr hamowania awaryjnego,
- informacja o pojeździe uprzywilejowanym (ang. Emergency Vehicle Approach) – kierowcy informowani są za pomocą komunikatu wyświetlanego w ich pojeździe o zbliżającym się pojeździe uprzywilejowanym. Ponadto, wyświetlana jest informacja o jego położeniu i kierunku jazdy, co umożliwi odpowiednią reakcję. Pojazd uprzywilejowany może wysłać do sygnalizacji świetlnej, funkcjonującej w ramach sieci V2X, komendę powodującą zmianę fazy sygnału w celu umożliwienia bezpiecznej i niezakłóconej jazdy,
- powolny lub unieruchomiony pojazd (ang. Slow or Stationary Vehicle) – powolny lub unieruchomiony pojazd może sygnalizować swoją obecność innym pojazdom. Poprawia to płynność ruchu, zachęcając kierowców innych pojazdów do podjęcia alternatywnej trasy lub zachowania szczególnej ostrożności,
- ostrzeżenie o zatorze (ang. Traffic Jam Ahead Warning) – wysyłanie informacji o zatorze na drodze, na której porusza się dany pojazd,
- ostrzeżenie o niebezpiecznej lokalizacji (ang. Hazardous Location Notification),

- ostrzeżenie o robotach na drodze (ang. Road Works Warning) – kierowcy zbliżający się do robót drogowych są informowani o związanych z nimi utrudnieniach, wyłączeniach pasów lub ograniczeniach prędkości. Głównym zadaniem tego rozwiązania jest wcześniejsze przygotowanie kierowcy do potencjalnych utrudnień i zagrożeń na drodze,
- informacja o warunkach pogodowych (ang. Weather Conditions),
- sygnalizacja wewnątrz pojazdu (ang. In-vehicle Signage) – wyświetlanie pełnej sygnalizacji w pojazdach,
- ograniczenia prędkości w pojeździe (ang. In-vehicle Speed Limits) – wyświetlanie w pojazdach informacji tylko o ograniczeniach prędkości, w szczególności, zmieniających się w zależności od sytuacji na drodze (szczególny przypadek to „Shockwave Damping” opisany poniżej),
- dane dotyczące pojazdów (ang. Probe Vehicle Data) – technologia V2X umożliwia gromadzenie szczegółowych danych dotyczących pojazdu bez konieczności instalowania drogich, stacjonarnych czujników ruchu. Pojazdy mijające urządzenia drogowe V2X przesyłają pakiety danych, które są odbierane i przesyłane do podłączonego do sieci V2X centrum zarządzania ruchem. Wiadomości CAM/BSM zawierają takie informacje jak prędkość, kierunek jazdy, czy dokładne położenie pojazdu, ale nie zawierają danych pozwalających zidentyfikować pojazd. Gromadzone informacje mają duże znaczenie ze względu na ich jakość i ilość. Dlatego też technologia V2X daje znacznie większe możliwości niż dostępne dziś stacjonarne czujniki ruchu. Centra zarządzania ruchem gromadzą te dane, co pozwala uzyskać znacznie lepszy obraz sytuacji na drogach. Z punktu widzenia centrum zarządzania ruchem, pojazdy wyposażone w moduły V2X są swego rodzaju ruchomymi czujnikami ruchu, dostarczającymi dane w trakcie ciągłego przemieszczania się w ramach sieci,
- ograniczenie skutków zatorów (ang. Shockwave Dumping) – dotyczy szczególnego przypadku sterowania prędkością w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się fali wywołanej nagłym zatoryem w ruchu,
- optymalna prędkość przejazdu/czas do zielonego (ang. Green Light Optimal Speed Advisory/Time to Green, GLOSA/TTG) – kierowcy informowani są o optymalnej prędkości jazdy w celu przejechania na zielonym świetle na kolejnym skrzyżowaniu, czy też o czasie do zmiany sygnału,
- informacja o przejeździe na czerwonym świetle/bezpieczeństwo skrzyżowania (ang. Signal Violation/Intersection Safety) – kierowcy otrzymują ostrzeżenie w przypadku, gdy oni sami lub inni uczestnicy ruchu wjadą na skrzyżowanie na czerwonym świetle,
- żądanie priorytetu dla upoważnionych pojazdów (ang. Traffic Signal Priority Request by designated vehicles) – wysłanie żądania zielonego światła przez pojazdy uprzywilejowane lub wywołanie priorytetu przez pojazdy transportu publicznego, dzięki komunikacji z sygnalizacjami wyposażonymi w urządzenia do komunikacji V2X.

Większość opisanych przypadków może znaleźć zastosowanie zarówno w systemach zarządzania ruchem w miastach jak i na obszarach pozamiejskich, szczególnie na drogach szybkiego ruchu. Za typowe przypadki zastosowania technologii V2X w mieście należy uznać żądanie przejazdu przez pojazdy uprzywilejowane, wywołanie priorytetu przez pojazdy transportu zbiorowego, czy też zalecenie dotyczące optymalnej prędkości. Natomiast zastosowania zdecydowanie częściej występujące na zamiejskich, wielopasowych drogach szybkiego ruchu, to ostrzeżenie o robotach drogowych, zatłoczeniu, czy też informacje o awaryjnym hamowaniu, a także ograniczanie skutków zatorów.

#### IV. Możliwość integracji z istniejącymi systemami ITS

Pełne zaimplementowanie technologii V2X zaowocuje stworzeniem zupełnie nowej generacji miejskich systemów ITS. Równoczesny wzrost liczby pojazdów autonomicznych umożliwi optymalizację ruchu na znacznie wyższym poziomie niż w obecnych systemach ITS, ponieważ system będzie posiadać informacje o położeniu i planowanych trasach dużej części uczestników ruchu. Zanim jednak technologia dojdzie do takiego poziomu, należy liczyć się ze stosunkowo długim okresem przejściowym, w którym liczba pojazdów wyposażonych w możliwość transmisji V2X będzie stopniowo wzrastać. Dla wykorzystania powstających w ten sposób możliwości optymalizacji sterowania celowe jest zaimplementowanie w nowobudowanych systemach ITS funkcjonalności dołączenia urządzeń transmisyjnych oraz zapewnienie odpowiednich rezerw w transmisji i przetwarzaniu danych.

Zanim nastąpią pierwsze wdrożenia samorządy miast chciałyby uzyskać odpowiedzi na pytania:

- jak C-ITS może pomóc w zaspokojeniu potrzeb miasta ?
- w czym C-ITS polepszy działanie posiadanego ITS ?
- jakie będą koszty instalacji, obsługi i utrzymania ?
- w jakim stopniu uda się wykorzystać istniejące wyposażenie ?

W ramach Platformy C-ITS powstała miejska grupa robocza, której zadaniem była próba odpowiedzi przynajmniej na część z powyższych pytań. Jednym z pierwszych kluczowych wniosków grupy było wykazanie, że dla odniesienia sukcesu, C-ITS musi jasno wykazać, co może zaoferować na bazie istniejących systemów i usług ITS. Wiele funkcji oferowanych przez usługi C-ITS jest już obecnie dostępnych (co prawda w zubożonej z reguły formie i realizowanych różnymi metodami), jak chociażby pokazywany na wyświetlaczach czas oczekiwania na sygnał zielony. Władze lokalne muszą być przekonane, że warto aktualizować swoje istniejące systemy ITS oraz że istnieje możliwość migracji do nowych systemów.

W ramach miejskiej grupy roboczej Platformy C-ITS dokonano analizy przydatności usług C-ITS uznanych za najbardziej odpowiednie dla władz lokalnych, przeprowadzono też analizę porównawczą funkcji oferowanych przez usługi C-ITS z istniejącymi systemami i aplikacjami ITS. Zestawienie to umożliwiło lepsze zrozumienie różnic i luk, które mogą wymagać rozwiązania.

W trakcie prac podkreślono różnice techniczne między różnymi metodami pod względem przekazywania informacji podróżującym oraz między różnymi podmiotami. Podkreślono również potrzebę posiadania wspólnie uzgodnionych definicji usług C-ITS, które podkreślają równoważne narzędzia ITS, które już istnieją i mogą być wykorzystywane. W powiązaniu z zadaniem dotyczącym potrzeb badawczych, w pracach podkreślono potrzebę wykazania, konkretnymi liczbami będącymi wynikiem pomiarów, jak duże korzyści wynikają z wykonywania funkcji za pośrednictwem C-ITS, w porównaniu z innymi dotychczas stosowanymi metodami.

Kolejnym kluczowym wnioskiem było stwierdzenie, że dla osiągnięcia sukcesu C-ITS w miastach musi on być zgodny z lokalną polityką transportową, rozwiązywać problemy, przed którymi stoją obecnie władze lokalne, a także każdorazowo powinien być dostosowany do unikalnego miejskiego kontekstu. Cele polityki miejskiej w coraz większym stopniu koncentrują się na zmianie transportu na transport publiczny, pieszy, rowerowy i na zintegrowane programy mobilności, dla uzyskania wzrostu poziomu bezpieczeństwa, jakości powietrza, warunków życia i dobrobytu. Każde miasto jest inne i nie ma jednego wzorca pasującego do wszystkich przypadków, ale istnieją pewne wspólne bariery i elementy je pozwalające je pokonać. Wprowadzenie C-ITS nie powinno prowadzić do zwiększenia ruchu w miastach, ale powinno raczej ułatwić dalszą poprawę w zakresie zmiany transportu i zintegrowanych

multimodalnych systemów transportowych. W rezultacie grupa robocza zidentyfikowała podzbiór odpowiednich usług z listy Day 1 i Day 1,5 najlepiej odpowiadających na potrzeby ogólnego kontekstu zrównoważonej mobilności miejskiej i transportu multimodalnego. Lista ta nie jest "oficjalną miejską listą usług C-ITS". Może się ona różnić w zależności od specyfiki miasta, pokazuje jednak obecnie występujące tendencje.

**Tabela 2.** Zbiór usług C-ITS najlepiej odpowiadających na potrzeby ogólnego kontekstu zrównoważonej mobilności miejskiej i transportu multimodalnego

Poziom	Usługi C-ITS	Ocena
Dzień 1	Priorytet dla pojazdów transportu zbiorowego	14
Dzień 1	Optymalna prędkość przejazdu/czas do zielonego	12
Dzień 1.5	Informacje o ruchu i inteligentne wyznaczanie trasy	10
Dzień 1.5	Informacje o parkowaniu i dalszej jeździe (P+R)	9
Dzień 1	Ostrzeżenie o robotach drogowych	6
Dzień 1	Ograniczenia prędkości w pojeździe	6
Dzień 1	Dane dotyczące pojazdów (Probe Vehicle Data)	6
Dzień 1.5	Zabezpieczenie szczególnie narażonych użytkowników dróg (piesi, rowerzyści itp.)	6
Poniżej progu znalazły się (ocena w kolejności od 5 do 0):		
Wjazd na czerwonym / bezpieczeństwo skrzyżowań; Informacja parkingowa i zarządzanie parkingami; Warunki pogodowe; Ostrzeżenie o korkach; Inne ostrzeżenia o niebezpieczeństwie; Informacja o stacjach paliw i punktach ładowania; Sygnalizacja świetlna w pojeździe; Informacja o parkingach poza ulicą; Nawigacja połączona/współpracująca z miasta i do miasta; Powolne lub zatrzymane pojazdy; Ostrzeżenie o nagłym hamowaniu; Pojazd uprzywilejowany; redukcja zaburzeń ruchu.		

Kolejnym dokonaniem grupy roboczej było zdefiniowanie dodatkowego zestawu usług, szczególnie istotnych dla sieci miejskiej, a nie występujących na liście C-ITS. Zestawione są one w tabeli poniżej.

**Tabela 3.** Usługi szczególnie istotne dla sieci miejskiej, nie występujące na liście C-ITS

Nowe dodatkowe usługi specyficzne dla miast	
Zarządzanie obszarami dostępu (buspasy, strefy miast, tunele/mosty, strefy załadunku/rozładunku towarów)	V2I
Zbliżanie się pojazdu transportu publicznego	V2V
Rozszerzona funkcjonalność pierwotnej listy usług Day 1/1,5	
Zarządzanie prędkością (np. w pobliżu określonych stref priorytetowych przez władze lokalne) – podzbiór sygnałów świetlnych w pojeździe	V2I
Zarządzanie parkowaniem na ulicy i poza nią – podzbiór informacji parkingowej na ulicy i poza nią	V2I
Tymczasowe określenie priorytetów świetlnych dla wyznaczonych pojazdów – podzbiór ruchu priorytetyzacja świetlna wyznaczonych pojazdów	V2I
Zbiorowe postrzeganie wrażliwych użytkowników dróg (VRU) – podzbiór drogi VRU – ochrona użytkownika	V2V
Collaborative Traffic Management – podzbiór połączonej, współpracującej nawigacji do miasta i poza nim	V2I
Dodatkowe grupy użytkowników istniejących usług C-ITS Day 1/1.5	
GŁOSA dla rowerzystów	V2I

Te dodatkowe usługi nie znalazły się w klasyfikacji "Day 1/1,5". Ponieważ C-ITS wciąż się rozwija, można się spodziewać, że zostaną opracowane kolejne usługi miejskie, lepiej odpowiadające specyficznym potrzebom miast. W szczególności tematy takie, jak transport publiczny, ochrona szczególnie narażonych użytkowników dróg, czy zarządzanie emisjami mają duży potencjał rozwoju.

Celem części wyżej wymienionych usług jest informowanie, doradzanie i, w stosownych przypadkach, wzmacnianie lokalnych przepisów ruchu drogowego. Egzekwowanie lokalnych przepisów ruchu drogowego za pośrednictwem C-ITS nie zostało uwzględnione w opisie już opracowanych usług, jednak dyskusje w ramach grupy roboczej podkreśliły zainteresowanie niektórych lokalnych władz wykorzystaniem C-ITS do egzekwowania przepisów ruchu drogowego. Władze lokalne już teraz dokonują znacznych inwestycji w systemy ITS, w celu realizacji podobnych funkcji (jak automatyczna detekcja wykroczeń). Dlatego coraz częściej szukają innych sposobów podniesienia poziomu bezpieczeństwa niż stosowane tradycyjnie. Ze względu na komplikacje związane z prywatnością danych, odpowiedzialnością, budowaniem konsensusu ze wszystkimi uczestnikami oraz potencjalnymi skutkami ubocznymi, możliwości egzekwowania przepisów nie zostały one uwzględnione w opisie żadnej usługi C-ITS. Należy jednak podkreślić, że potencjalne zastosowanie C-ITS dla egzekwowania przepisów nie jest problemem dotyczącym tylko obszarów miejskich, ale może mieć zastosowanie do wszystkich części sieci drogowej.

## V. Podsumowanie

Rozwój systemów ITS wykorzystuje postęp w takich dziedzinach jak radiokomunikacja i techniki informacyjne. W ślad za kolejnymi etapami postępu w tych dziedzinach powstają nowe koncepcje systemów w inteligentnym transporcie. Perspektywy rozwoju C-ITS obejmują:

- rozwój w zakresie gromadzenia informacji o warunkach ruchu na drogach,
- rozwój metod pomiarowych warunków drogowych z zastosowaniem sieci sensorowych,
- zbieranie informacji, ich ewaluacja w centrach obliczeniowych i opracowywanie informacji zwrotnych dla centrów zarządzania ruchem i bezpośrednio do kierowców,
- modelowanie ruchu na podstawie informacji zbieranych w czasie rzeczywistym, ale również w perspektywie czasu (predykcja, czyli przewidywanie dla kolejnych okresów czasu),
- analiza danych w zakresie bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego oraz infrastruktury,
- analiza podziału zadań między wyspecjalizowanymi sieciami lokalnymi niższego poziomu takimi jak ITS-G5, WIMAX itp. a systemem obsługującym komunikację 5G.

W Unii Europejskiej trwają intensywne prace nad wdrożeniem systemów C-ITS. Jak wcześniej wspomniano są one koordynowane przez platformę C-ROADS w celu wdrożenia jednolitej sieci C-ITS, realizującej współpracę transgraniczną między uczestnikami państwami platformy. Współpraca w ramach platformy C-ROADS będzie realizować Europejską strategię C-ITS ujętą w dokumencie COM(2016) 766. Pilotażowy projekt systemu C-ITS oparty będzie na wykorzystaniu istniejących sieci komórkowych oraz ETSI ITS-G5.

Rozwój C-ITS w Polsce powinien przyczynić się do zmniejszenia wysokiego wskaźnika osób zabitych i rannych w wypadkach drogowych, a także do realizacji Wizji Zero. Zgodnie z tą ideą pomimo tego, że na drogach będzie dochodziło do kolizji i wypadków, wyeliminowane zostaną wypadki śmiertelne. Idea ta wymaga wspierania wszystkimi możliwymi sposobami, w szczególności przez zastosowanie nowoczesnych, coraz bardziej dostępnych rozwiązań telekomunikacyjnych, takich jak C-ITS.