

Vybudování a testování C-ITS systému v městě Brně v rámci evropského projektu C-ROADS CZ



Ing. Roman Nekula, MBA

Brněnské komunikace a.s.

správní ředitel

C-ROADS je evropský pilotní projekt, jehož česká část C-ROADS CZ je koordinována Ministerstvem dopravy a má za cíl nasadit novou C-ITS technologii (kooperativní inteligentní dopravní systémy, ve kterých probíhá datová výměna mezi auty navzájem a auty a infrastrukturou) v reálném provozu na silniční sítí České republiky. Článek obsahuje popis realizace a testování C-ITS systému v městě Brně v rámci části C-ROADS DT2. Systém je spolufinancován z Nástroje pro propojení Evropy CEF Transport. Společnost Brněnské komunikace a.s. implementovala kooperativní inteligentní dopravní systém C-ITS. V Evropě tak poprvé dochází k implementaci všech aplikací C-ITS ve velkém městě na světelně řízených křižovatkách. Během roku 2020 v rámci testování projektu ověřila v reálném provozu tuto novou technologii, a to přenos zpráv, které mohou přispět k větší bezpečnosti a plynulosti silničního provozu.

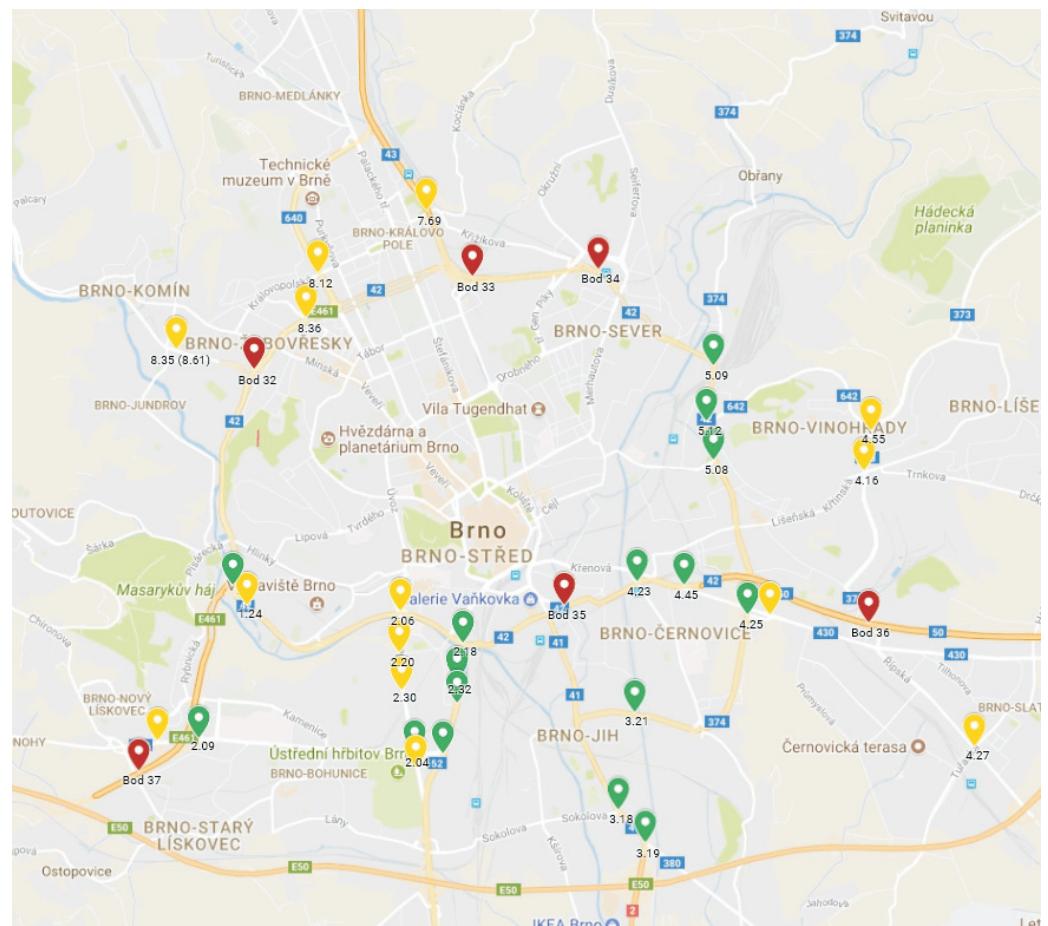
[Klíčová slova: C-ITS, kooperativní inteligentní dopravní systémy, světelně řízené křižovatky, projekt C-ROADS]

The C-ROADS is an European pilot project, the Czech part of which C-ROADS CZ is coordinated by the Ministry of Transport and aims to deploy new C-ITS technology (Cooperative Intelligent Transport Systems). In these systems data car to car and car to infrastructure in real road operation on the Czech Republic road network are exchanged. The article contains a description of the implementation and testing of the C-ITS in the City of Brno within the C-ROADS DT2 project which is cofinanced by the CEF Transport Connecting Europe Facility. The Brněnské komunikace a. s. joint stock company has implemented the cooperative intelligent transport systems C-ITS. Thus, for the first time in Europe, implementation of all C-ITS applications occurs in a large city at signal-controlled junctions. During the year 2020 as a part of the project testing the new technology was tested in real operation, namely the transmission of messages that can contribute to greater road traffic safety and smoothness.

[Keywords: C-ITS, cooperative intelligent transport systems, signal controlled junction, C-ROADS project]

ÚVOD

Realizace projektu C-ROADS Czech Republic a účast Ministerstva dopravy a všech partnerů v mezinárodní Platformě C-ROADS přispěly k tomu, že Česká republika patří mezi evropské státy, které jsou připravené na nástup kooperativních systémů ITS, i když některé oblasti na úrovni EU nejsou ještě uspokojivě dořešeny. Teprve od poloviny roku 2019 bylo možné začít reálně posuzovat náklady a přínosy implementovaných řešení, což je nutné jak z hlediska budoucího směřování rozvoje, tak i ekonomické náročnosti zavádění C-ITS v ČR. Pilotní provoz v roce 2020 řeší mj. nastavení vhodných vztahů a postupů mezi dotčenými subjekty veřejného i soukromého sektoru, aby bylo možné přejít v následujícím roce do ostrého provozu. Cílem není jen nařazení národního řešení, ale rovněž zajištění interoperability systému napříč Evropou [1]. Je potěšitelné, že k výjimečnosti českého pilotního projektu přispělo také řešení





Obr. 2 Instalace jednotky RSU na výložník



Obr. 3 Umístění komunikační jednotky RSU



Obr. 4 Instalace jednotky RSU na sloupu VO



Obr. 5 Umístění jednotek RSU na sloupech VO



Obr. 6 Umístění BO na CTD BKOM



Obr. 7 Vizualizace BO na Barco stěně CTD BKOM

V průběhu měsíců března až dubna 2019 došlo k instalaci venkovních komunikačních jednotek RSU (Road Side Unit) [2] na území města Brna, a to na vybraných 31 lokalitách, převážně na Velkém městském okruhu (VMO) a příjezdových radiálách, které jej spojují s páteřní dálnicí D1, kde Ředitelství silnic a dálnic současně realizovalo svoji část dodávky v rámci projektu. Rozmístění RSU jednotek v Brně je patrné z obr. 1.

Na 25 lokalitách jsou jednotky RSU propojeny s řadiči SSZ, tyto lokality jsou na mapovém podkladu zobrazeny žlutě (technologie Cross Zlín) a zeleně (technologie Siemens).

Zbývajících 6 komunikačních jednotek RSU bylo v rámci systému instalováno na vytípované sloupy veřejného osvětlení a na obr. 1 mají tmavě hnědou barvu (technologie Swarco).

Z řadičů SSZ jsou na RSU předávány stavby signálních skupin jako vstupy pro tvorbu aktuálních SPAT zpráv [2]. Opačným směrem putují požadavky z vozidel IZS nebo MHD na prioritní průjezd křižovatkou viz use case EVA (Emergency Vehicle Approaching) a PTP (Public Transport Preference) [2]. Modernizace stávajících 18 ks SSZ byla přidanou hodnotou instalace komunikačních jednotek RSU a zároveň nutnosti pro zajištění požadované kvality datové komunikace.

Další součástí dodávky bylo zřízení centrálního prvku celého systému C-ITS tzv. Back-Office (BO) [2] v budově společnosti Brněnské komunikace a.s. na Renneské třídě na jejím Centrálním technickém dispečinku (CTD BKOM), který odsud zajišťuje obousměrnou výměnu dat s komunikačními jednotkami RSU. Pro přenos dat kromě stávajících optických a metalických kabelů je využita i mobilní síť LTE.

Třetí částí dodávky byla instalace 11 ks jednotek OBU/RVU[2] do testovacích vozidel společnosti. Jednotky byly umístěny do osobních i do různých typů pracovních vozidel a jednoho vozidla HZS JMK. Komunikace mezi vozidlovou jednotkou a jednotkou na infrastrukturu je základním



Obr. 8 Osobní vozidlo BKOM s OBU jednotkou



Obr. 9 Vozidlo HZS JMK s RVU jednotkou



Obr. 10 Instalace RVU do odtahového vozidla



Obr. 11 Dopravní informace řidiči vozidla na HMI

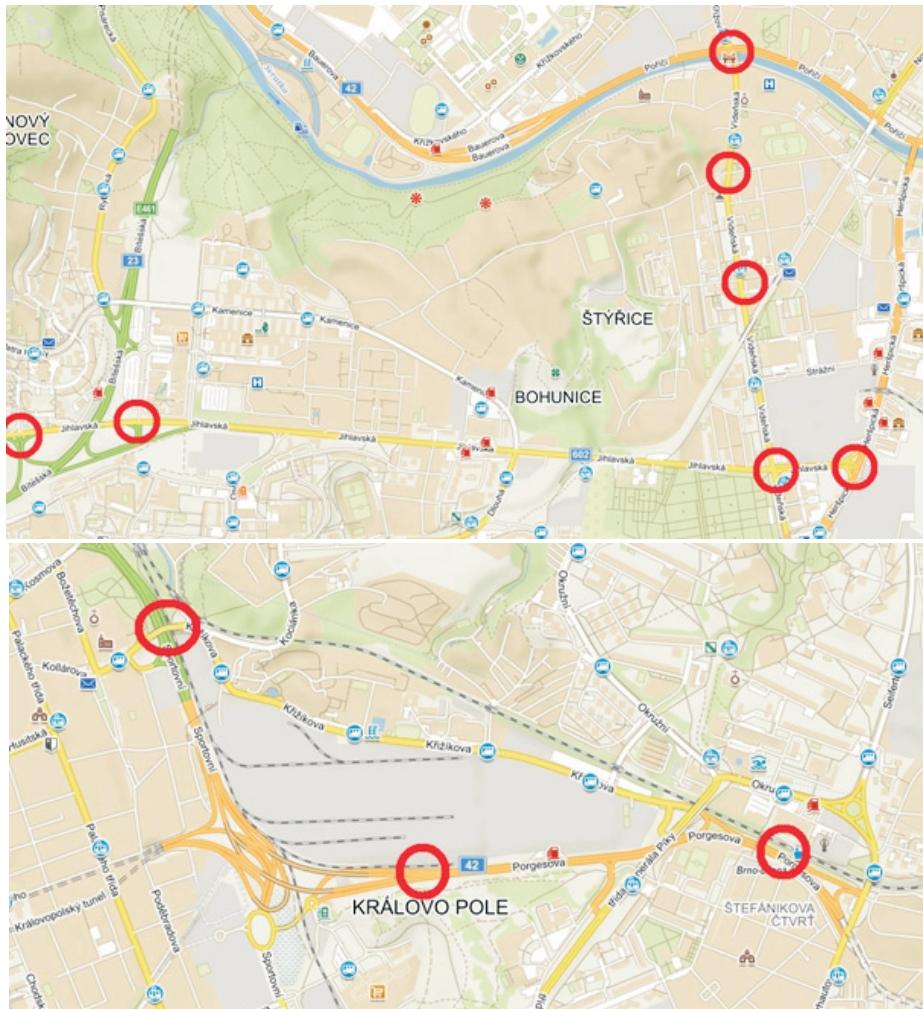
principem C-ITS systému. V rámci tohoto spojení se periodicky oboustranně vyměňují informace o stavu příslušných jednotek pomocí mikrovlnné technologie DSRC. Pro toto spojení je vyhrazeno frekvenční pásmo 5,9 GHz. Výhodou této komunikace je její rychlosť a spolehlivost, přičemž výměna informací může probíhat až desetkrát za vteřinu [3]. Dopravní informace jsou předávány řidičům přímo do vozidel. Tyto informace umožňují přenos o aktuálním stavu signálu na křižovatce nebo varování před vozidlou, která projedou křižovatkou na červenou.

TESTOVÁNÍ C-ITS SYSTÉMU V MĚSTĚ BRNĚ

Na konci dubna 2019 byl zahájen přejímací proces dodávaného díla, který vyvrcholil provedením komplexních testů koncem června 2019 na vybraných lokalitách k ověření souladu funkcionalit dodávaného systému s normativními požadavky projektu C-ROADS na C-ITS. Publikované normy jsou k nalezení na oficiálních evropských stránkách projektu C-ROADS [4] nebo na stránkách české pilotní fáze projektu C-ROADS [5].

Tyto komplexní testy byly provedeny na křižovatkách Jihlavská x Akademická, Jihlavská x Svážná, Jihlavská x Vídeňská, Jihlavská x Heršpická, Vídeňská x Celní, Vídeňská x Vojtova, Poríčí x Vídeňská, parkoviště BKOM, areál na Masné a 2 lokality na ul. Porgesova a na křižovatce Křížíkova x Sportovní.

Testováním byla ověřena funkčnost jednotlivých zařízení na základě tzv. Use Case (UC) [2], což jsou scénáře popisující, jak má systém reagovat na konkrétní událost. Jmenovitě se prověrovala funkcionalita sběru dopravních dat (PVD), upozornění na špatné povětrnostní podmínky (WCW), práci na silnici (RWW), upozornění na nebezpečnou oblast (HLN), preference IZS (EVA) a průjezd křižovatkou na červenou (ISV). Dále byl prověřen přenos a zobrazení zpráv na zobrazovacích jednotkách (HMI) mobilních jednotek OBU a RVU, jako jsou pomalu jedoucí vozidlo (SSV), zobrazení dopravních zpráv ve vozidle (IVI), upozornění na dopravní zácpu (TJA) a upozornění na příliš prudce brzdící vozidla (EEBL). Generování těchto UC systémem C-ITS BKOM není podporováno, ale systém jako takový je musí umět přenášet a



Obr. 12 Vyznačení lokace testovaných křižovatek (zdroj: z mapového podkladu Seznam.cz)



Obr. 13 Začátek Field testů 26. 2. 2020



Obr. 14 Testování UC EVA, preference IZS

zpracovávat. Výsledná úspěšnost provedených testů byla vyšší než 94 %.

Na závěr roku 2019 se podařilo zasmulovnit doplnění funkcionalit C-ITS BKOM o připojení k PKI (Public Key Infrastructure) [2]. PKI je systém jednotných certifikačních procesů vytvářený v rámci projektu C-ROADS, který bude sloužit pro podepisování vytvářených zpráv, čímž by měla být zajištěna vyšší bezpečnost kooperativních systémů jako celku. Za vývoj české části tohoto systému je zodpovědný projektový partner, společnost O2 Czech Republic a.s. V současnosti je již dodávka tohoto rozšíření systému dokončena.

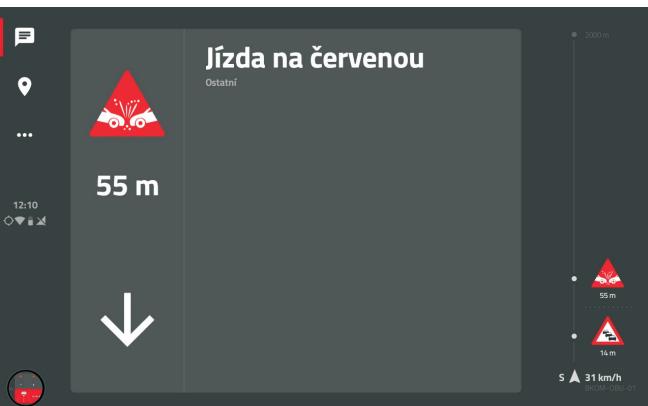
V lednu tohoto roku se rozběhly přípravné práce na celkovém testování C-ITS v České republice jako celku pod názvem „Field testy a evaluace“. Obsahem tohoto testování bylo vyzkoušení základní myšlenky C-ITS, a to spolupráce jednotlivých komponent systémů partnerů projektu v jednotlivých lokalitách. V rámci DT2 se sešlo přibližně 40 účastníků a 17 vozidel různých kategorií (osobní, posypová, odtahová, servisní a zásahové vozidlo HZS) na parkovišti na Akademické ulici k otestování unikátní vlastnosti systému, kterou je varování všech řidičů v oblasti na průjezd vozidla křižovatkou na signál „STŮJ“.

Testovala se nejen funkcionalita systému, ale pomocí připravených dotazníků byly také následně sbírány názory řidičů testovacích vozidel, předem neobeznámených s testovacími scénáři. Tyto dotazníky poslouží dalšímu projektovému partneru, FD ČVUT v Praze k vyhodnocení prospěšnosti systému z uživatelského hlediska. Účastníci se pak přesunuli na parkoviště na ul. Bauerova, kde startovala druhá část testů. Ta spočívala v tom, že skupinu přibližně 5 vozidel na ul. Vídeňská dojelo a předjelo zásahové vozidlo HZS se spuštěnými majáky. Řidiči se v předstihu na HMI zobrazila informace o blížícím se zásahovém vozidlu, ze kterého směru se blíží a jak je od něj daleko. Opět proběhlo vyplnění dotazníků pro FD ČVUT. Po přestávce se s již menším počtem vozidel pokračovalo ve zbylých testech zobrazování zpráv ostatních UC. V současnosti probíhá jeho vyhodnocování, které provádí projektový partner FD ČVUT v Praze.

V průběhu první třetiny tohoto roku dodavatel C-ITS systému navrhl a nasadil rozšíření pro preferenci městské hromadné dopravy (UC PTP – Use Case Public Transport Preference) do všech částí systému, Back-Office (BO) a Road Side Unit (RSU), které se podílejí v reálném provozu na obsluze vozidel společnosti Dopravní podnik města Brna a.s., vybavených palubními jednotkami z projektu Řídicí informační systém pro MHD Brno (RIS II). Na konci dubna předal dodavatel rozšíře-



Obr. 15 Obrazovka při testu průjezdu na červenou

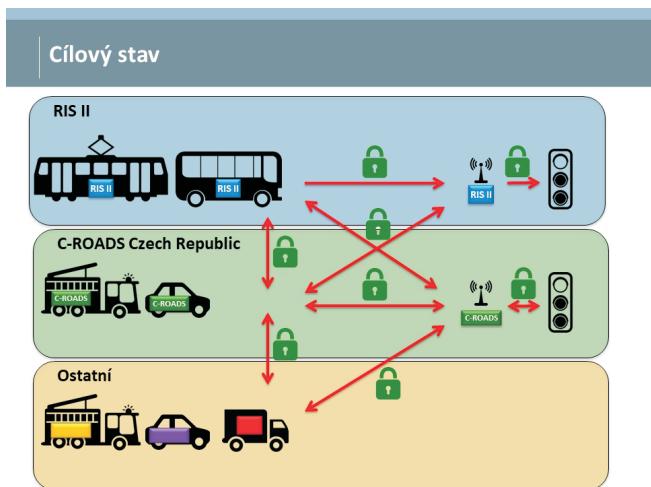


Obr. 16 Varovná informace při testu

ní systému a byl zahájen testovací režim. V květnu 2020 proběhlo předvedení tohoto řešení dopravním inženýrům Brněnských komunikací na vybraných lokalitách, křižovatce Jihlavská x Vídeňská osazenou RSU z projektu C-ROADS CZ, k prvnímu testu. Na všech lokalitách sestával z průjezdu vozidla předem navrženými směry, dle skutečných tras pravidelných linek MHD přes křižovatku a vyslání žádosti o poskytnutí preference. Nejprve mělo vozidlo zapnutou jednotku společnosti INTENS (Commsignia-OB4), při druhém průjezdu stejnou trasou byla aktivována jednotka DPMB (UCU 5.0 společnosti Herman systems s.r.o.). V blízkosti křižovatky byly umístěny logovací jednotky (stejně jako testovací), které měly za úkol zachytit vysílané zprávy z testovacího vozidla a RSU na křižovatce. Dále byly pořízeny logovací zprávy z RSU a rádiče. Po dokončení následovaly obdobné testy na lokalitách Vídeňská x Poříčí, Zábrdovická x Šámalova a Bubeníčkova-výjezd ze smyčky. V těchto lokalitách jsou osazeny různé typy rádičů výrobce CROSS Zlín a RSU výrobce Herman systems s.r.o. Lokalita Vídeňská x Poříčí je vybavena RSU z projektu C-ROADS CZ a rádičem Cross RS4. Již v den testování bylo jasné, že testy budou úspěšné. Vozidlo na všech lokalitách požádalo o preferenci, RSU reagovalo a za splnění všech dopravních podmínek byl vozidlu poskytnut preferenční průjezd. V současnosti probíhá velmi náročné vyhodnocení získaných logů ze všech jednotek, které byly testovány.



Obr. 17 Preference MHD strategický cíl města



Obr. 18 Cílový stav preference MHD a IZS v Brně

nerů INTENS Corporation s.r.o., BKOM, zástupci asociovaného partnera projektu DPMB a jejich dodavatelé systémů.

Účastníci se přesunuli na první lokalitu, křižovatku Jihlavská x Vídeňská osazenou RSU z projektu C-ROADS CZ, k prvnímu testu. Na všech lokalitách sestával z průjezdu vozidla předem navrženými směry, dle skutečných tras pravidelných linek MHD přes křižovatku a vyslání žádosti o poskytnutí preference. Nejprve mělo vozidlo zapnutou jednotku společnosti INTENS (Commsignia-OB4), při druhém průjezdu stejnou trasou byla aktivována jednotka DPMB (UCU 5.0 společnosti Herman systems s.r.o.). V blízkosti křižovatky byly umístěny logovací jednotky (stejně jako testovací), které měly za úkol zachytit vysílané zprávy z testovacího vozidla a RSU na křižovatce. Dále byly pořízeny logovací zprávy z RSU a rádiče. Po dokončení následovaly obdobné testy na lokalitách Vídeňská x Poříčí, Zábrdovická x Šámalova a Bubeníčkova-výjezd ze smyčky. V těchto lokalitách jsou osazeny různé typy rádičů výrobce CROSS Zlín a RSU výrobce Herman systems s.r.o. Lokalita Vídeňská x Poříčí je vybavena RSU z projektu C-ROADS CZ a rádičem Cross RS4. Již v den testování bylo jasné, že testy budou úspěšné. Vozidlo na všech lokalitách požádalo o preferenci, RSU reagovalo a za splnění všech dopravních podmínek byl vozidlu poskytnut preferenční průjezd. V současnosti probíhá velmi náročné vyhodnocení získaných logů ze všech jednotek, které byly testovány.



Obr. 19 Maják a anténa na vozidle DPMB a.s.



Obr. 20 Dispečer řízení provozu DPMB při testech

ZÁVĚR

Na závěr bych rád poděkoval Sdružení pro dopravní telematiku, které se velmi významným způsobem podílelo na řízení projektu společnosti Brněnské komunikace a.s. i sdružení zhotovitelů, které se úspěšně vyrovnávalo se všemi nástrahami projektu. Přestože projekt C-ROADS měl skončit na konci

roku 2020 a stále se testují a ladí jeho různé funkce, lze konstatovat, že C-ITS systém v městě Brně je již nejen vybudován, ale je zároveň ve všech základních parametrech funkční. Společnost Brněnské komunikace a.s. přihlásila tento projekt do národní soutěže Chytrá města pro budoucnost 2019, kde odborná porota udělila městu Brnu a společnosti Brněnské komunikace ocenění v kategorii Idea. Největší potenciál má i do budoucnosti spolupráce s další městskou společností, kterou je Dopravní podnik města Brna a.s. se 720 vozidly osazenými komunikační jednotkou RIS II a s Hasičským záchranným sborem Jihomoravského kraje při preferenci průjezdu jejich vozidel světelně řízenými křižovatkami.

Do dosud příznivého průběhu projektu citelně zasáhlo v březnu tohoto roku vyhlášení nouzového v ČR. Kvůli karanténě došlo k uzavření státních hranic a tím k posunu termínu přeshraničního testování. Dalším důležitým aspektem řešeným ve spolupráci s Ministerstvem dopravy je zajistění pokračování funkčnosti kooperativních systémů po ukončení projektu po roce 2020/2021. Pro město Brno je klíčová systémová podpora C-ITS systémů pro města, a to jak na úrovni infrastruktury, tak i vybavení vozidel, což dosud řešila dvě ministerstva (MD a MMR). Věříme, že prezentace našich zkušeností z výše představeného projektu přispějí ke koordinaci cílů obou ministerstev v rámci podpory dalšího smysluplného rozvoje kooperativních systémů v České republice.



Spolufinancováno Evropskou unií
Nástroj pro propojení Evropy

Zdroje

- [1] Komunikační strategie v posledním roce řešení projektu (2020), Praha: MD ČR, 2020
- [2] C-ROADS DT2, příprava a realizace projektu, R. Nekula, K. Koštál, Sborník mezinárodního semináře XX. Dopravně inženýrské dny, 2019, Brno: ČSS při BKOM, ISBN 978-80-270-5551-7
- [3] Technické specifikace pro: „Zavádění C-ITS systému v městě Brně“, Praha: SDT, 2018
- [4] Platform: C-Roads, Documents: C-Roads, 2016 [online]. Vienna, Austria: AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH. [cit. 19. 3. 2020]. Dostupné z <https://www.c-roads.eu/platform/documents.html>
- [5] C-ROADS | C-ROADS Czech Republic, Technické normy a standardy | C-ROADS, 2019 [online]. [cit. 19. 3. 2020]. Praha: MD ČR. Dostupné z https://c-roads.cz/?page_id=2642

Lektorský komentář

Projekt C-ROADS CZ je úzce spojený s evropskou iniciativou Platforma C-ROADS, jež je výsledkem společné aktivity ministerstev dopravy České republiky, Rakouska a Německa. Struktura a zaměření této mezinárodní platformy, která má sídlo ve Vídni, vznikla 14. prosince 2015 v Praze. Ve všech pilotních oblastech jednotlivých projektů C-ROADS včetně projektu C-ROADS CZ jsou zaváděny systémy C-ITS podle technických specifikací a norem zpracovaných pracovními skupinami zmíněné platformy. Vzniká tak technicky harmonizovaný funkční systém pro využití služeb C-ITS mezi jednotlivými evropskými projekty rodiny C-ROADS, na jehož vytváření se podílí i město Brno.

Na rozdíl od převážné většiny zemí EU zapojených do projektu C-ROADS byla Česká republika první zemí, která se nezaměřila pouze na dálnice. Kromě prostředí MHD a železničních přejezdů bylo do projektu C-ROADS CZ zapojeno jako první město Brno prostřednictvím společnosti Brněnské komunikace, a.s. Později se k projektu připojil jako asociovaný partner také Dopravní podnik města Brna, a.s. V Brně tak vznikla infrastruktura, kterou je možné využít v dalších výzkumných a testovacích pracích. Že je tento směr (využití C-ITS ve městech) správný a žádaný, ukazuje právě zaměření nástupnického mezinárodního projektu C-ROADS 2, jenž se bude přednostně zaměřovat na využití C-ITS ve městech. Město Brno už v současnosti následuje čtyřicítka evropských měst.

Projekt C-ROADS bude v budoucích letech hýbat inteligentní dopravou, o čemž se bude možné přesvědčit v červnu 2021 právě v Brně, kde souběžně s tradičním URBISem poběží mezinárodní akce C-ITS ROAD SHOW, které se zúčastní mimo jiných významných hostů i komisařka EU pro dopravu. Cílem této akce je reálně představit interoperabilitu, umožnit návštěvníkům sledovat reálné fungování C-ITS a představit jak vozidla vybavená jednotkami C-ITS, tak i příslušnou infrastrukturu (např. zařízení C-ITS na silniční síti) včetně technických exkurzí.

Ing. Martin Pichl, Ph.D., Ministerstvo dopravy