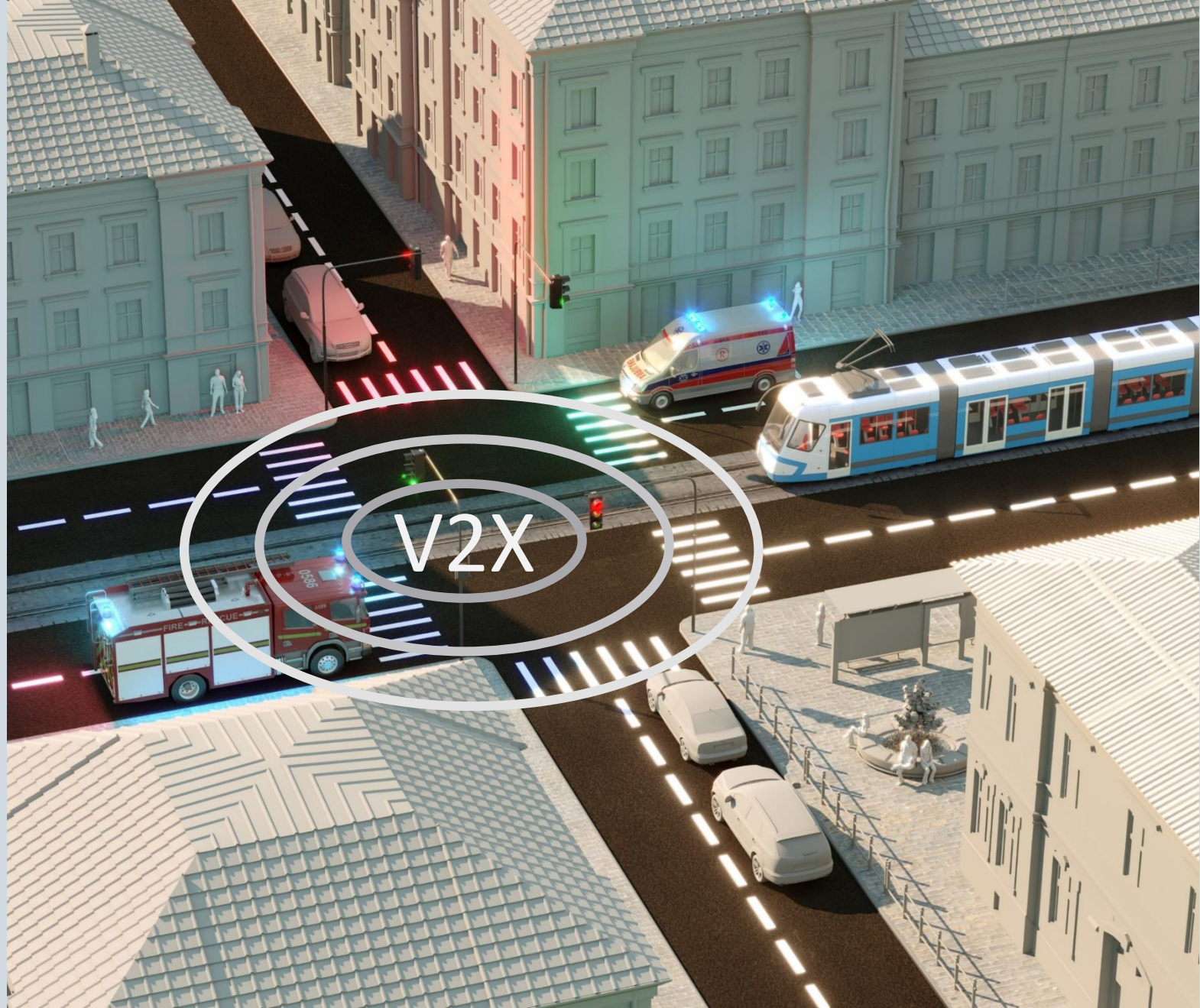


Komunikace V2X ve vztahu k veřejné dopravě



Úvodem

Proč preference VD

Historie preference v ČR

Technologie V2X

Způsoby použití V2X

Význam C-ITS Back office

Způsoby preference V2X

Případy užití

Typy jednotek V2X

SW BO C-ITS

Závěrečné shrnutí



Proč preference veřejné dopravy

Cíl preference - rychlejší, plynulejší a úspornější průjezd vozu veřejné dopravy křižovatkou. Z toho plyne:

Kratší jízdní doba:

- nižší náklady na provoz
- méně vozidel pro danou dopravní obslužnost linek
- vyšší atraktivita veřejné dopravy -> vyšší příjmy z jízdného

Úspora paliva/energie, snížení opotřebení vozidel

- řízený odjezd ze zastávky na křižovátku – úspora energie a opotřebení
- obecně méně rozjezdů na křižovatkách – méně emisí
- Plynulejší průjezd díky „zveřejnění“ signálního plánu křižovátky

Vyšší komfort cestujících

- koordinovaný odjezd ze zastávky -> delší čas na přestup
- méně rozjezdů a brzdění – méně otřesů ve vozidle



Jak ji provést?

Realizace preference = změna řízení křižovatky na základě pokynu z vozidla

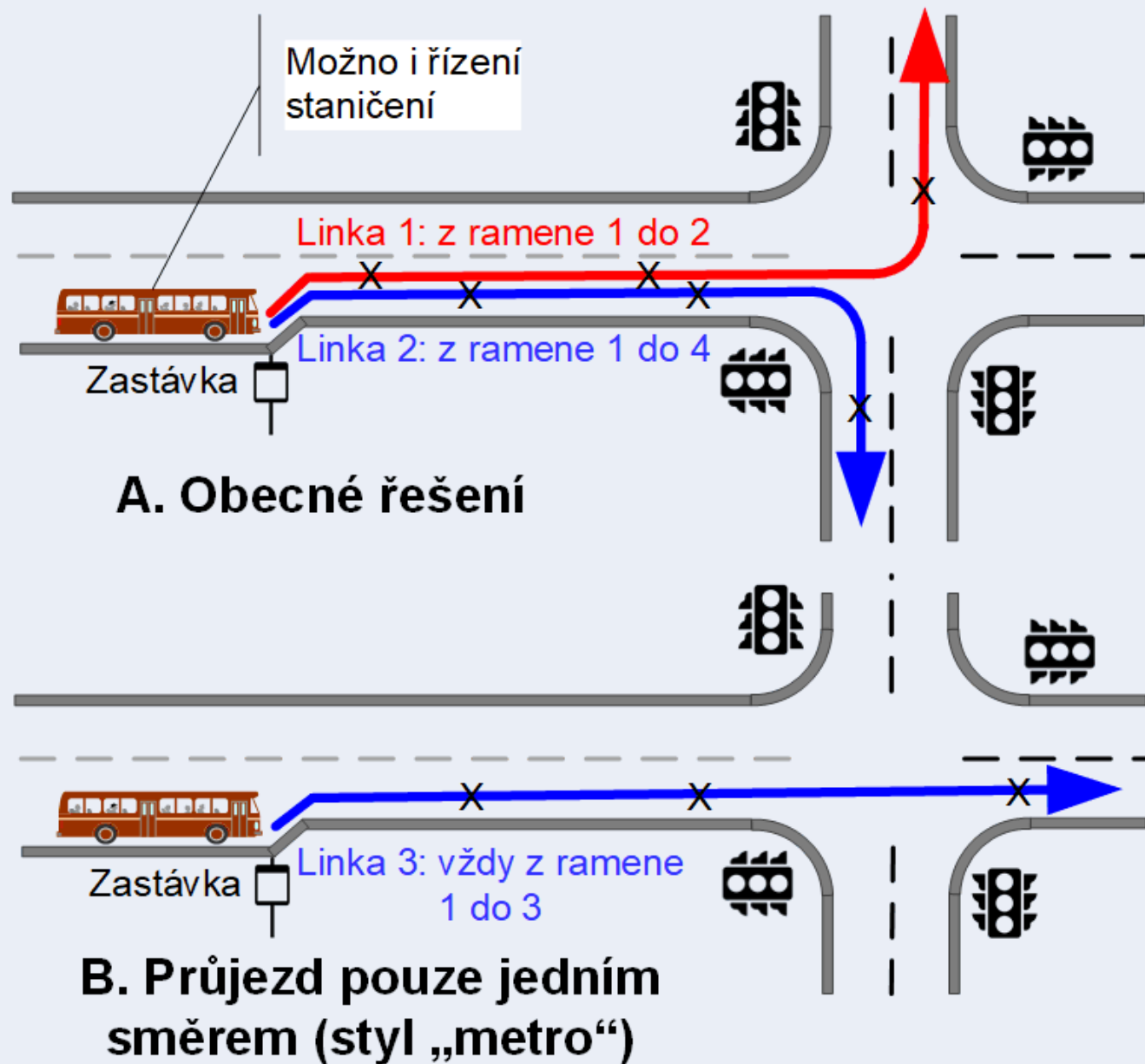
Typická reakce:

- **MHD** – prodloužení zelené, zkrácení červené, vložení nového cyklu zelené – pokud to jde a vždy s ohledem na ostatní
- **IZS** – okamžité nastavení zelené do směru příjezdu – vždy (absolutně)

Dnešní způsob realizace:

- **Pomocí sekvence bodů** – definice vjezdového a výjezdového ramena
- **Jedním směrem** – vjezdové a výjezdové rameno je vždy stejné

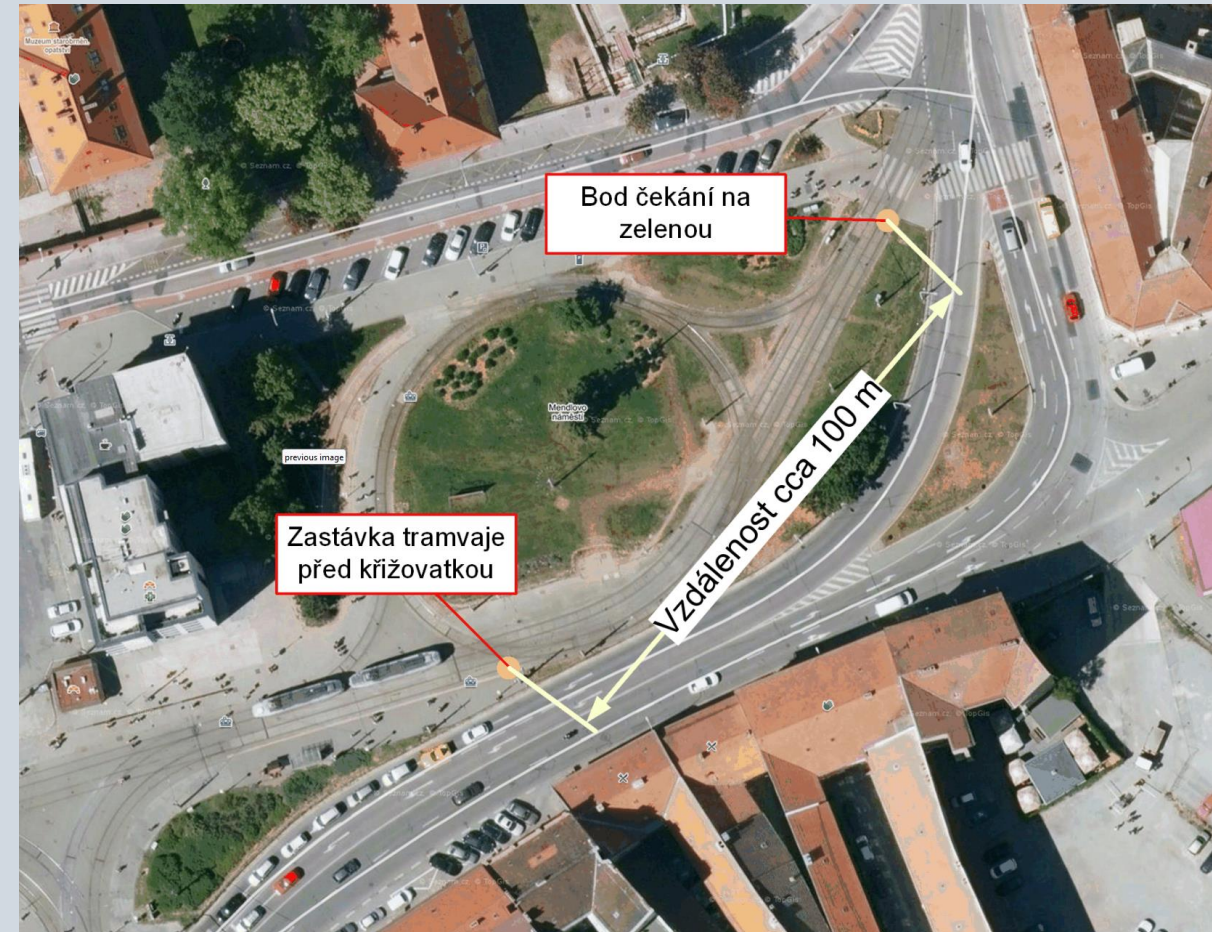
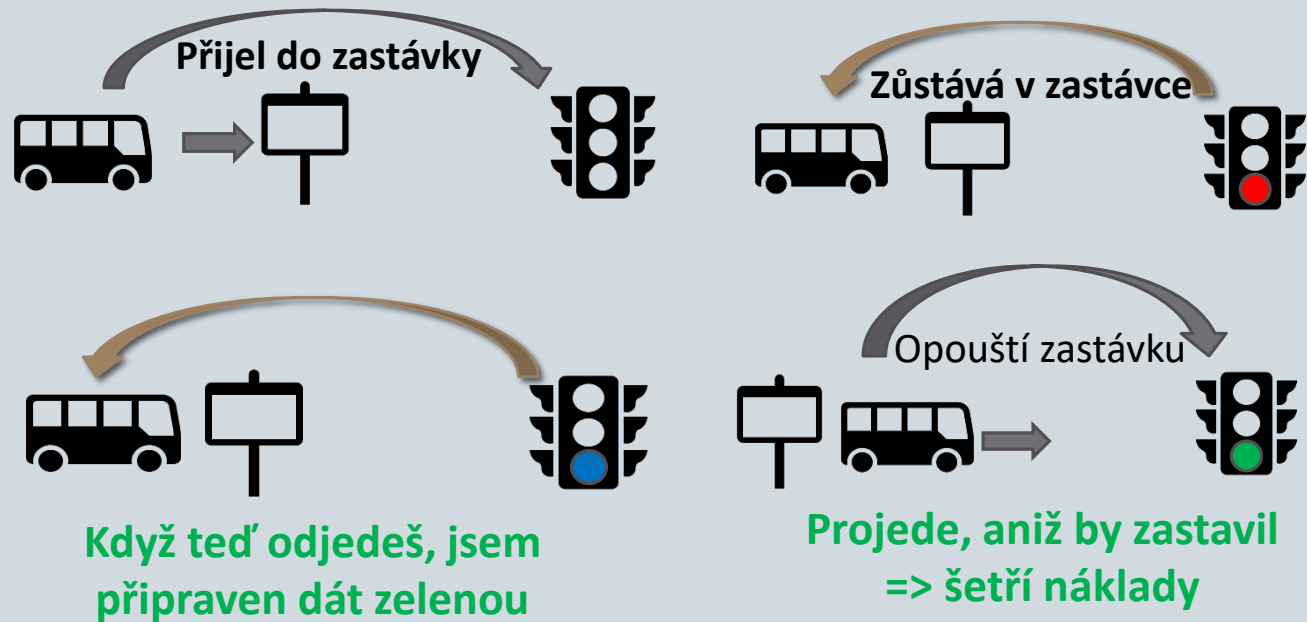
To vždy pomocí různých sekvencí bodů pro řadič křižovatky (přihláška, korekce, odhláška, ...)



Aktivní spolupráce po příjezdu do zastávky

Jedná se o řízené staničení.

- Řízený odjezd tramvaje z jediné křižovatky je schopen uspořít i 150 000 Kč/rok (r. 2020) - Brno – křižovatka Mendlovo nám x Pekařská.
- Obecně méně rozjezdů na křižovatkách – např. rozjezd autobusu = 5 Kč (r. 2020)



Historie preference veřejné dopravy v ČR

- 2001 – 2003 – „RIS I“ – DPMB a.s. – jednoduchý protokol současně komunikující pouze s jednou křižovatkou.
- 2011 – „Dynamický dispečink PMDP a.s.“ – jednoduchý a jednosměrný protokol z jednotné radiostanice na řadič křižovatky – dosažené zrychlení 2-3 minuty na lince.
- 2012 – „Preference a plošná koordinace MHD ve Zlíně a Odbavovací, řídicí a informační systém MHD“ – zrychlení veřejné dopravy až o 8 minut jedním směrem a 4 minuty opačným směrem.
- 2014 – Jihlava, 2015 – Ostrava
- Rok 2016 – firma Herman - zahájili jsme vývoj řešení HW i SW preference veřejné dopravy (i IZS) na **základě komunikace V2X - Evropský standard**
- Rok 2018 – RIS II – DPMB a.s. – Největší instalace preference V2X v Evropě (instalovaných 759 jednotek s V2X na vozidlech MHD a 81 RSU na křižovatkách) a testováno v rámci projektu CROADS na BKOM.
- Rok 2021 – DPO a.s. – testováno a zprovozněno řízení staničení pomocí V2X
- Rok 2022 – Hradec Králové – komplexní řešení pomocí V2X ve městě včetně dohledu

Proprietární radiové protokoly

(v ČR pomocí radiostanic TAIT či systémem TETRA)

Jednotný evropský standard C-ITS systémů

(Standard V2X)

Výhody V2X – evropský standard

Základní vlastnosti jsou:

- Aktuální informace o vozidlech v okolí (dosah 300 m, 800 m na přímou viditelnost, technologie WiFi)
- Varování řidiče - náledí, jiná vozidla prudce brzdí, blíží se vozidlo IZS
- Oznámení pro řidiče (lokálně omezená rychlost, stav vozovky ...)
- Informace pro cestující – (např. čas dojezdu...)
- Komunikace se signálním plánem křižovatky - (např. doporučení rychlosti, řízené staničení ...)
- Preference pro vozy veřejné dopravy nebo IZS
- Sledování provozu a cílené varování
- Zajištění soukromí, autentičnosti a integrity zpráv



Jedno „rádio“ (IEEE 802.11p)
Jedna technologie
Zabezpečená komunikace



Základní způsoby použití V2X

Proč ji použít ?

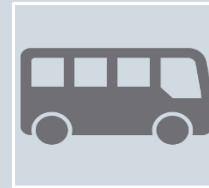
- Zajistí kompletní řešení pro nejrůznější situace a potřeby dopravy nejen ve městech
- Vyšší bezpečnost a efektivita dopravy (zejména pro IZS)
- Jeden z kroků k autonomní mobilitě

Jak toho dosáhne?

- Komunikací mezi vozidly navzájem a mezi vozidly a dopravní infrastrukturou
- „Vehicle-to-Everything“ (V2X) nebo „Car-to-car“ (Car2X, C2X, C2C)
- C-ITS systémy – Kooperativní inteligentní dopravní systémy



Varování a
informování řidiče



Preferenci
veřejné dopravy



Preferenci
zásahových vozidel



Základní schéma přímé komunikace V2X

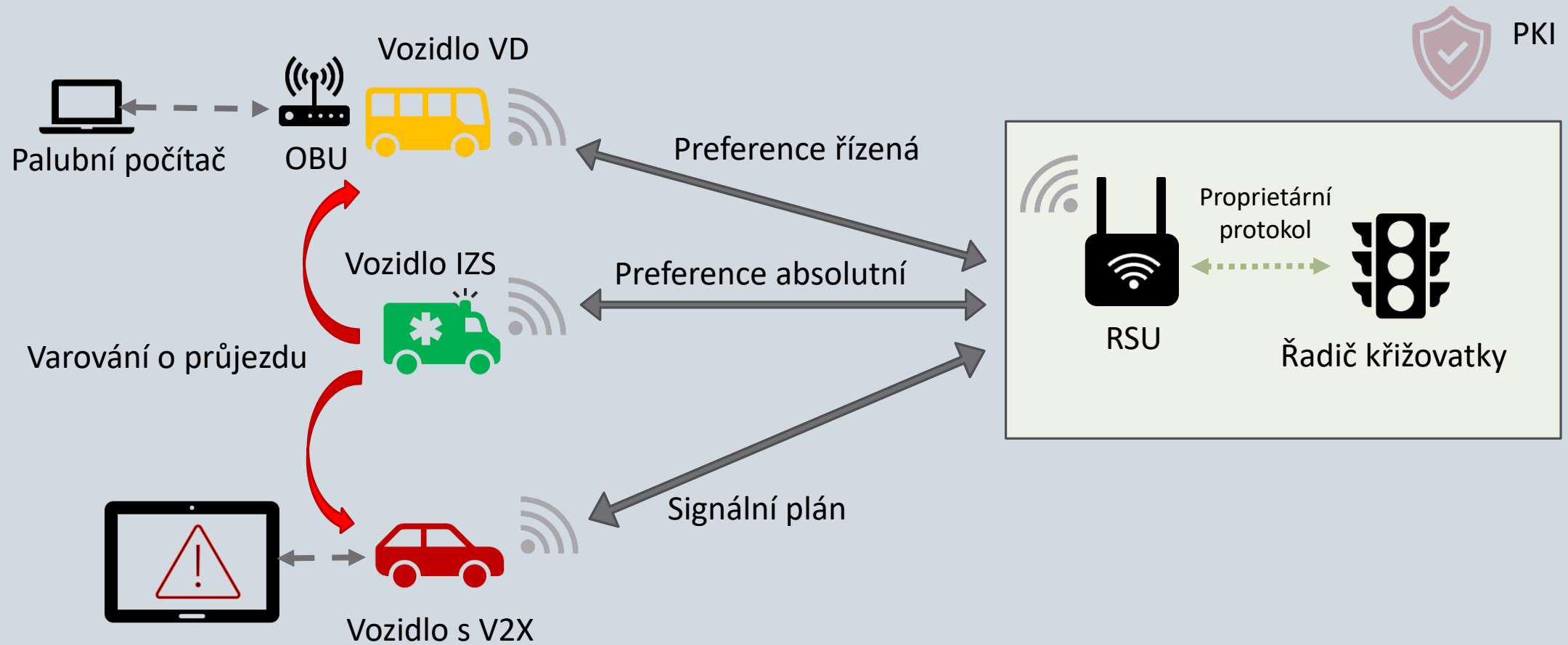
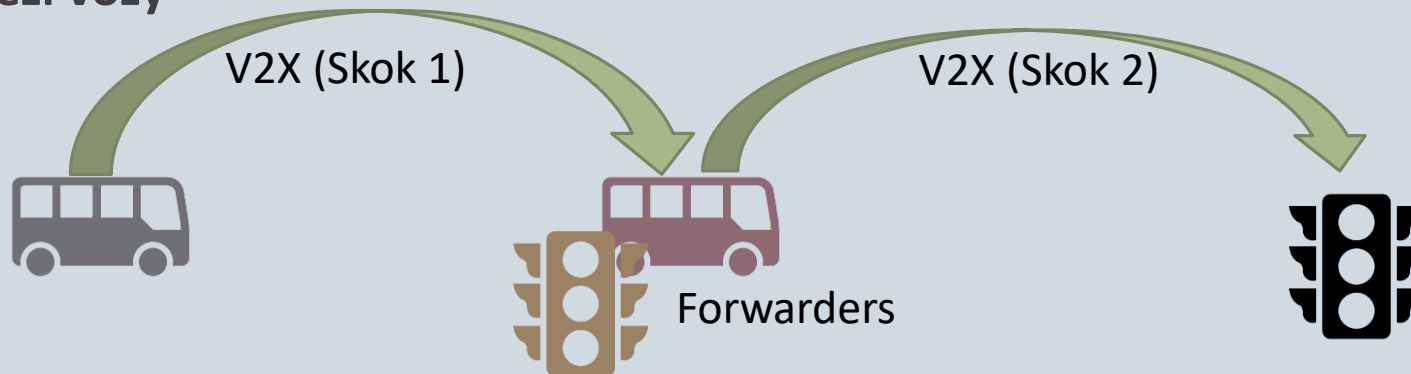


Schéma komunikace na dlouhou vzdálenost

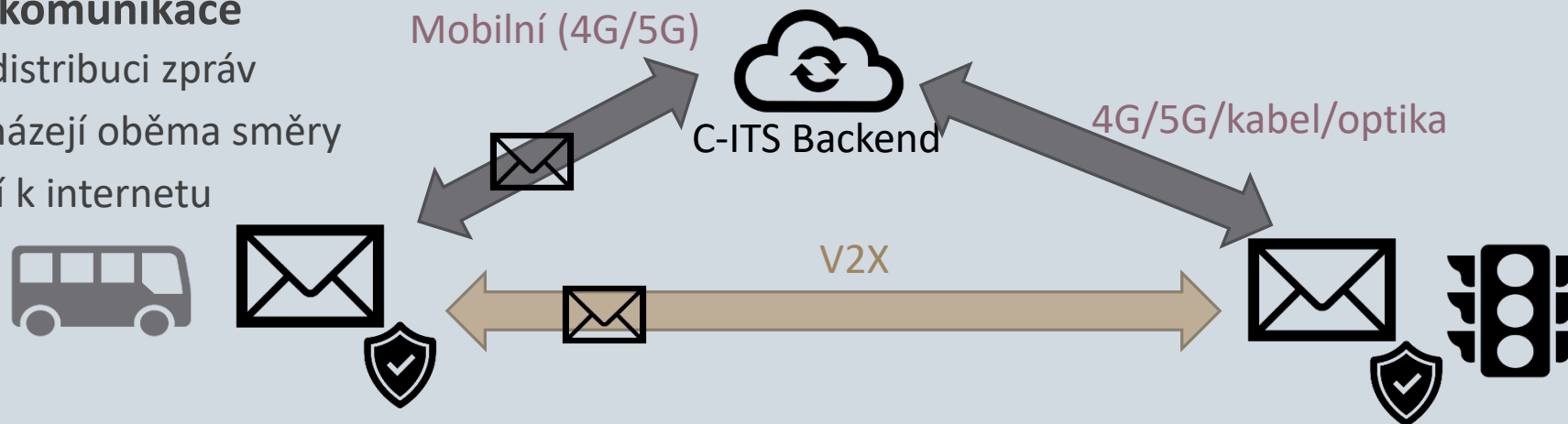
1) Použití „přeposílání“ zpráv mezi vozy

- Zcela decentralizované
- Potřeba RSU nebo „vozidla mezi“
- V rámci V2X zcela nativní



2) Použití hybridní komunikace

- Server umožňuje distribuci zpráv
- Stejné právy procházejí oběma směry
- Vyžaduje připojení k internetu



3) Hybridní komunikace v jedné IP síti – poté tyto informace může obsahovat jednotka OBU nebo palubní počítač a využije se při zadávání bodů pro komunikaci

Typy zpráv V2X

CAM (Cooperative Awareness Message) pro přenos základních stavových informací o vozidle (poloha, rychlost, směr) + 20 bajtů informací o veřejné dopravě (použití v ČR a Holandsku);

DENM (Decentralized Environmental Notification Message) pro přenos informací o vzniklých událostech (výjezd ze zastávky, křížení s běžnou dopravou, dopravní nehoda, kolona, práce na silnici apod.);

IVI (In-Vehicle Information) pro přenos informací ohledně dopravního značení a symbolů přímo do vozidel;

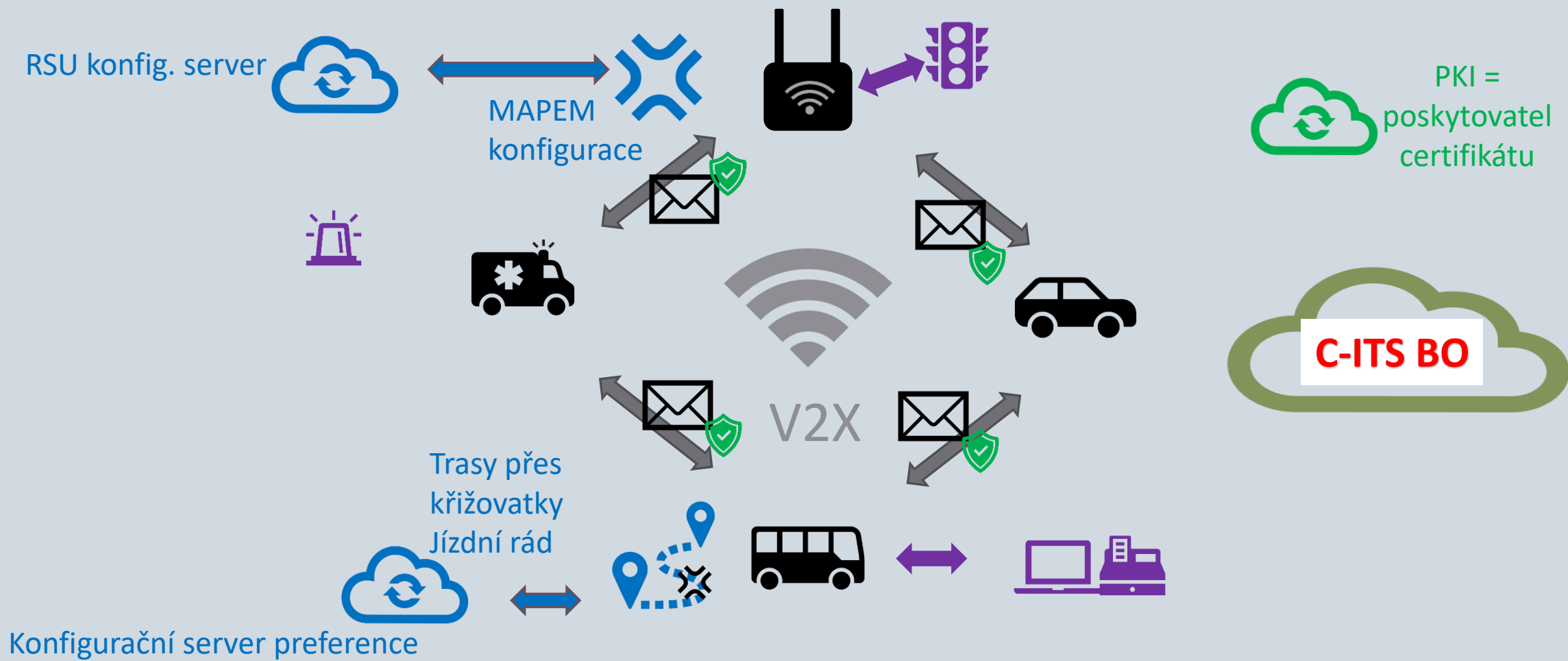
SPaT (Signal Phase and Time) pro přenos informací ohledně signálních plánů světelného signalizačního zařízení;

MAP (Map Data) pro přenos informací o topologii a geometrii lokalit (zejména křižovatkové úseky);

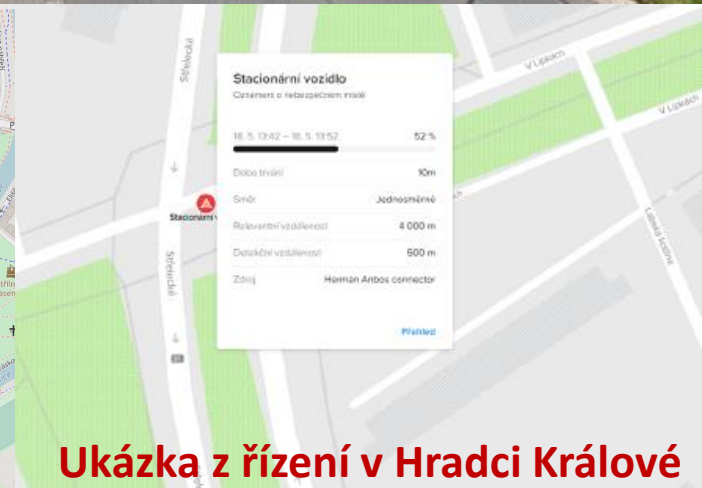
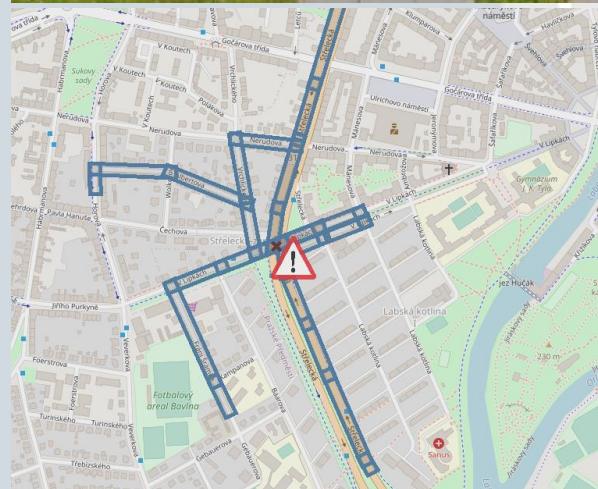
SRM (Signal Request Message) pro požadavek na preferenci z vozu;

SSM (Signal Status Message) pro odpověď od řadiče/RSU.

Konfigurace a C-ITS Back-office



Automatické varování – funkce BO C-ITS



Ukázka z řízení v Hradci Králové

Potřeba dat z palubního počítače

Možnost A:

- palubní počítač není schopen či ochoten poskytnout jakákoliv data



Nutno zadávat linku a spoj ručně řidičem



Možnost B:

- Číslo linky
- Číslo spoje



Interní jízdní řád
(externě)

Přihlašovací body

IBIS, RS 485



Možnost C:

- Číslo linky
- Číslo spoje
- Zpoždění vozů
- Seznam zastávek



Přihlašovací body

IBIS-IP, proprietární
protokoly na ETH



Možnost D:

- Číslo linky
- Číslo spoje
- Zpoždění vozů
- Seznam zastávek
- **Geografická trasa**



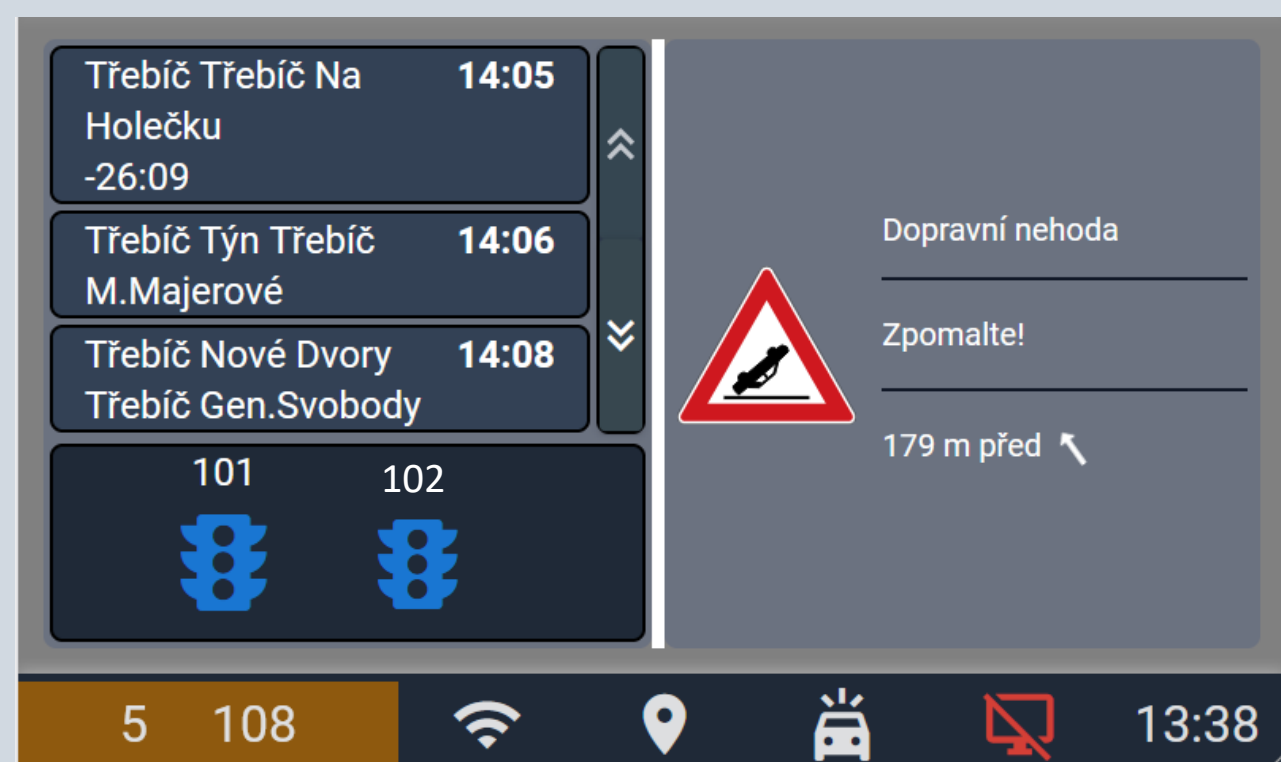
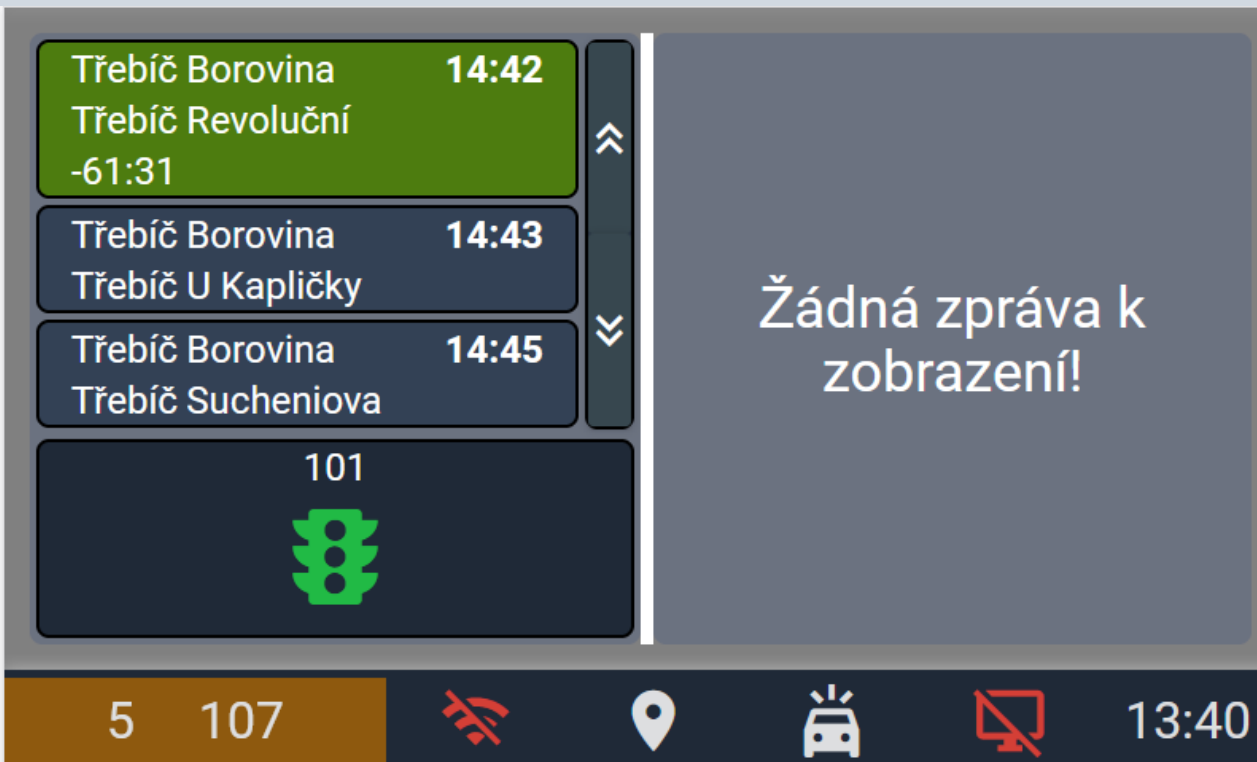
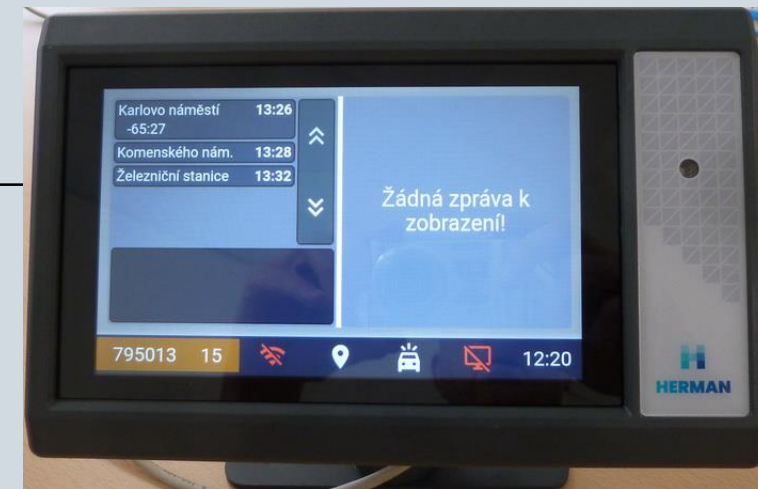
• **Obdržený MAPEM**



Možnost A - ostrovní řešení V2X

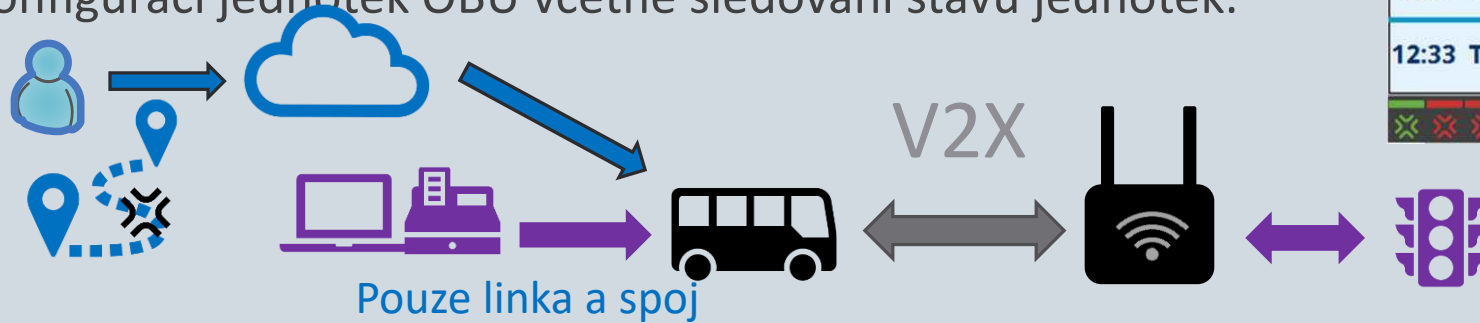
Možnost A – ostrovní řešení - nutná data ohledně jízdních řádů či vypravenosti jsou zpracovávána v dohledovém SW a nahrávána do vozidel přes GSM komunikaci (příp. ve vozovně přes WiFi). Jednotka OBU si vypočítává i zpoždění. SW zajišťuje i konfiguraci jednotek OBU včetně sledování stavu jednotek.

Jednotka obsahuje externí terminál řidiče HMI (Human machine interface)



Možnost B, C

- **Možnost B** – nutno mít k dispozici jízdní řády či vypravenosti a tyto jsou zpracovávány v dohledovém SW a nahrávány do vozidel přes GSM komunikaci (příp. ve vozovně přes WiFi). Jednotka OBU si vypočítává i zpoždění. SW zajišťuje i konfiguraci jednotek OBU včetně sledování stavu jednotek.

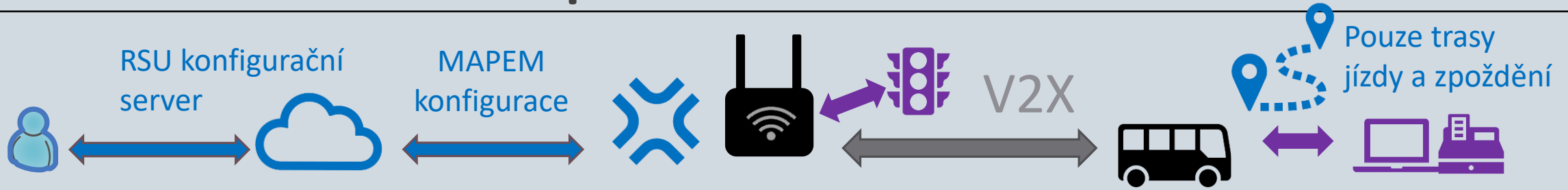


- **Možnost C** – komunikace přes ethernet a částečně využívající rozhraní API jednotky OBU. Palubní počítač se může chovat jako externí terminál řidiče HMI (Human machine interface) a zobrazovat dění v OBU.



L:12	S:1234	K:01202	Z:100	+21,6°C	12:13:09
12:09	Úzká	Čas	RDST	Typ hovoru	
12:12	Hl.nádraží	07:20	244	Skupinový hovor	
12:13	N.sady	06:00	14	Skupinový hovor	
12:15	Šilingrovo n	22:45	448	Osobní hovor	
12:18	Česká				
12:19	Grohova				
12:21	Konečného n.				
12:33	TechnolPark				
					ZOBRAZIT

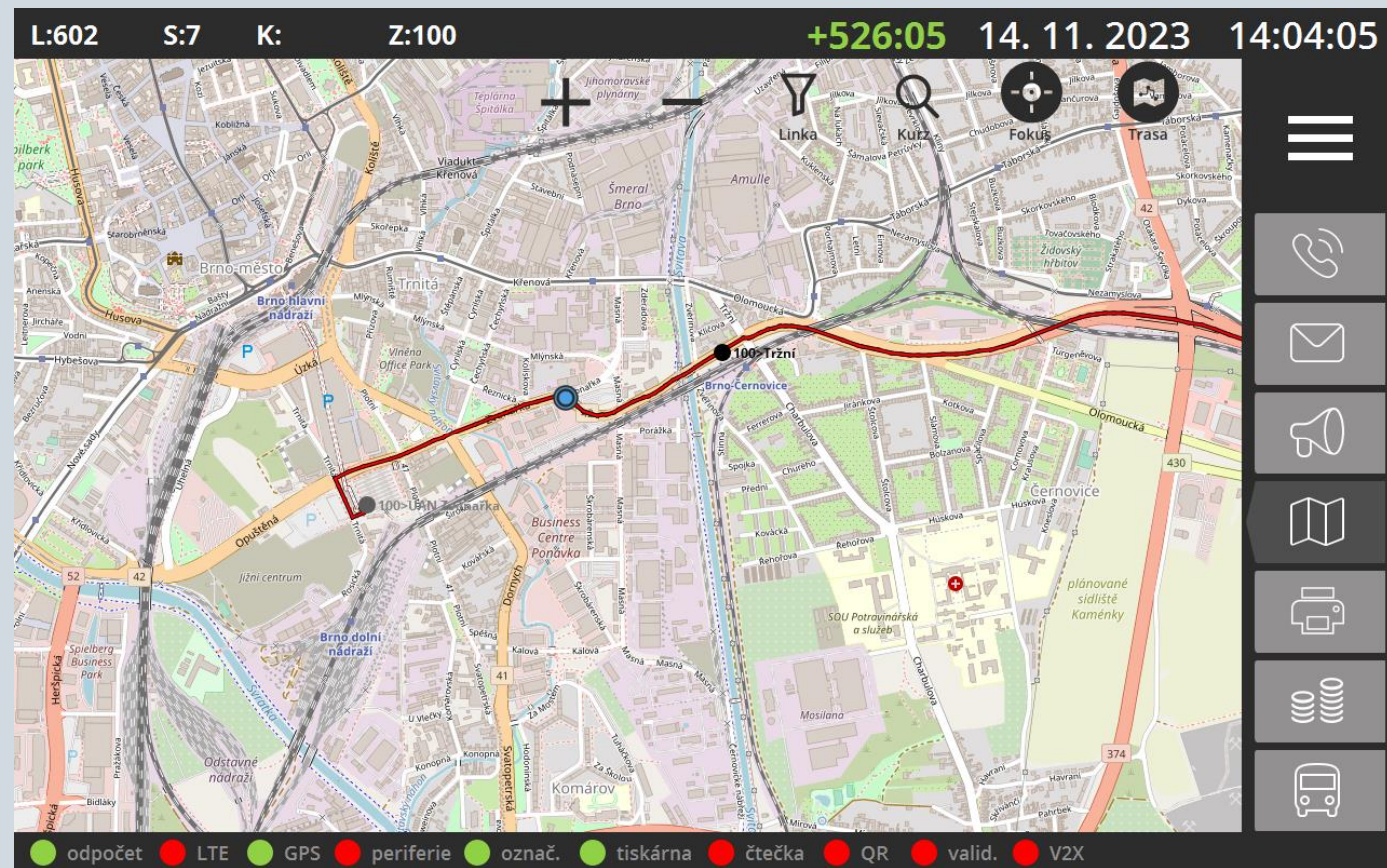
Možnost D – dopravní řešení odborníkům



Možnost D – dynamická preference:

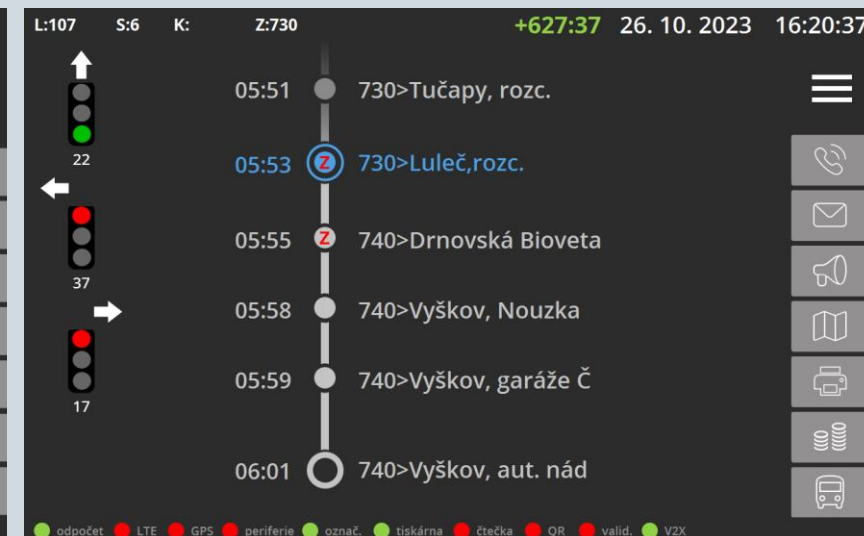
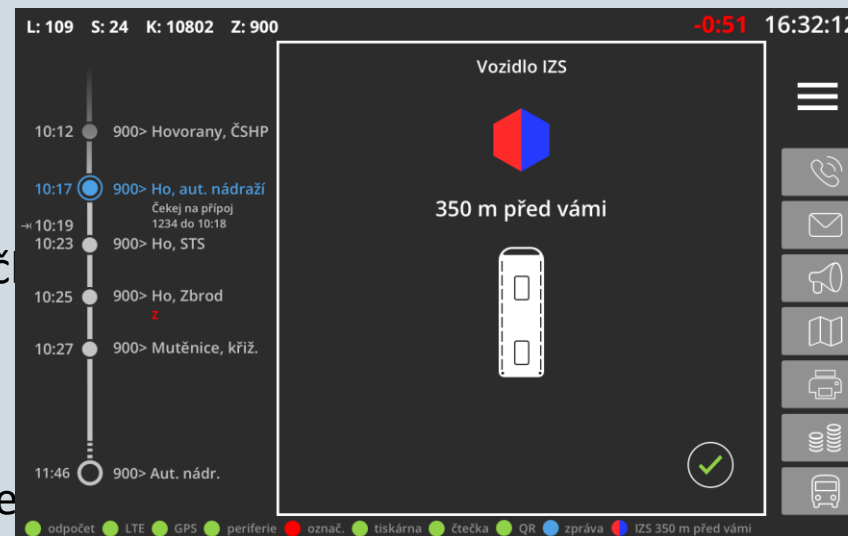
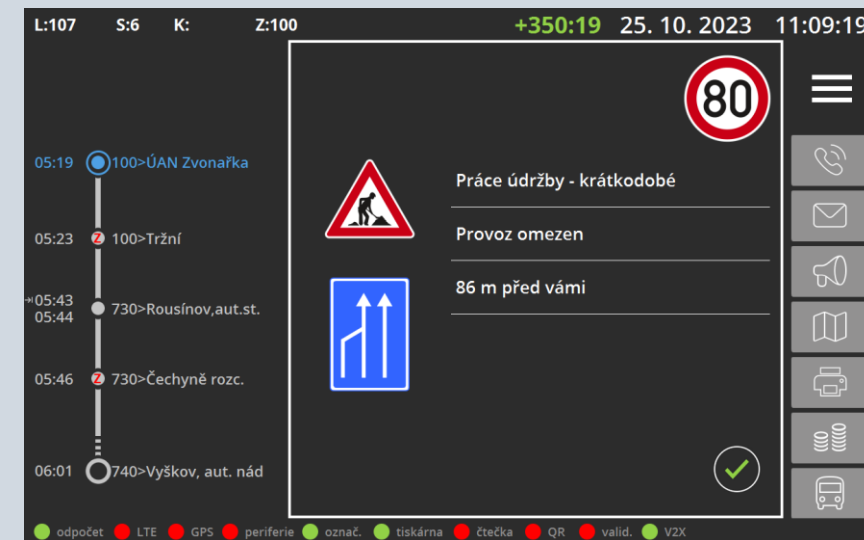
Na straně veřejné dopravy není třeba nic konat. Musí se zde pouze zajistit, aby palubní počítač byl schopen předat do jednotky OBU základní údaje o trase včetně geografické polohu jízdy, tj. sadu poloh GPS v dostatečné hustotě tak, aby jednotka OBU byla schopna určit vypočítat průjezdy křižovatkami.

Preference se řeší pomocí zpráv MAP a zadáním se provádí vzdáleně v RSU nebo v řadiči. Tím se docílí jednotného řešení pro městskou dopravu a linkovou dopravu.



Typy varování a upozornění

- HLN-SV – stojící vozidlo
- HLN-TJA – dopravní kolona
- HLN-AZ – dopravní nehoda
- HLN-WCW – špatné počasí
- HLN-TSR – kluzká vozovka
- HLN-APR – člověk či zvíře na vozovce
- HLN-OR – překážka na silnici
- HLN-UBR – zablokovaná cesta
- HLN-RLX – křížení s železnicí
- HLN-EPVA – průjezd zásahového vozidla
- HLN-EPVI – vyprošťovací práce
- RWW-LC – uzavřený pruh silnice
- RWW-RC – uzavřená silnice
- IVS-TS – elektronická dopravní značka
- IVS-FT – volný text
- HLN-PTVC – nebezpečné křížení s vozidlem MHD
- HLN-PTVS – vozidlo MHD v zastávce
- RWW-RM – mobilní práce na silnici
- RWW-WM – zimní údržba



Vysílání signálního plánu – zpráva SPAT

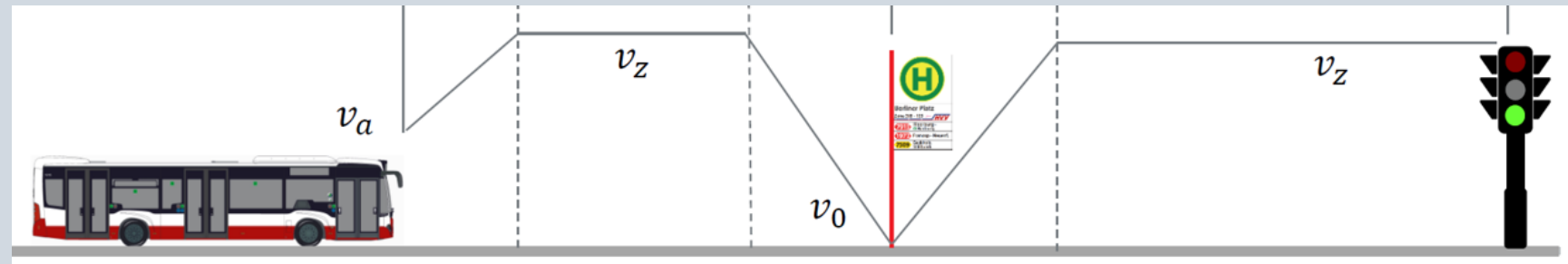
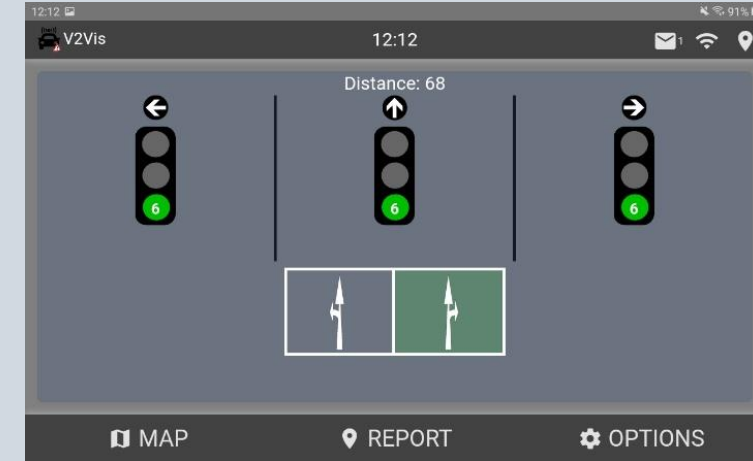
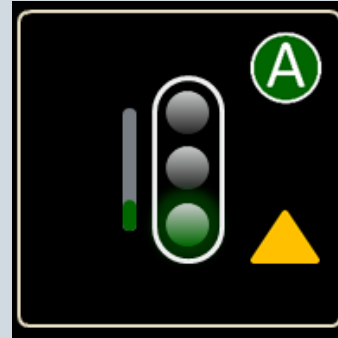
Rozdíl mezi SPAT a řízením staničení:

SPAT (Signal Phase and Time) :

- Zpráva SPAT posílá informace o stavu (červená/zelená) a doby trvání signalizace. Vozidlo si dle své polohy dopočítá rychlost.
- Co se stane, pokud se objeví vozidlo s preferencí? Změní se signální plán.

Řízené staničení:

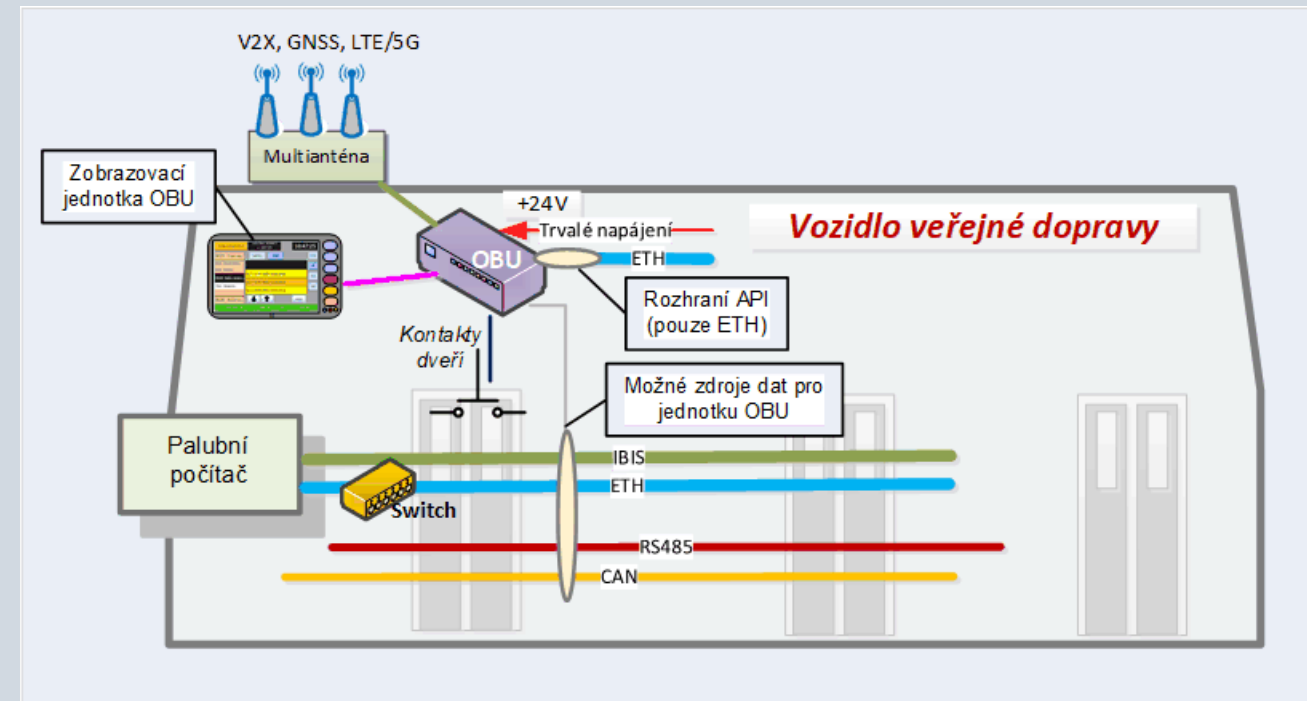
- Zafixování chování řadiče křižovatky
- Odpočet času do opuštění zastávky
- Koordinované opuštění zastávky



Zapojení vozidla veřejné dopravy

Složení systému:

1. Jednotka OBU (možná s GSM komunikací)
2. Samostatná zobrazovací jednotka OBU, pokud není integrace s palubním počítačem
3. Sestava komunikačních antén (střecha vozidla uprostřed vpředu)
4. Palubní počítač s odbavením veřejné dopravy
5. Vozidlové sběrnice (Ethernet, IBIS, RS 485, CAN – pro CAN včetně oddělovače)
6. Jednabitové vstupy – START vozidla, dveře, ...
7. Trvalé napájení



Typy jednotek V2X

RSU (road side unit) – jednotka pro křižovatky či pro další místa infrastruktury (výhybky, přechody, vjezdové a výjezdové panely z vozoven, zastávkové panely, ...)

Jednotka OBU na střechu vozidla – obsahuje všechny integrované antény (2V2X, GNSS + případně LTE/5G, WiFi) a „jednoduchý přívod“ z vozidla (ETH, klíček, CAN,)

Vestavná vozidlová jednotka – umísťuje se uvnitř vozidla, např. v boxu elektroniky. Potřeba externích antén(2xV2X, GNSS, LTE). Jednoduchá instalace a připojení více vodiči a rozhraními ve vozidle.

Poznámka:

Výhodné: připojení na místě ve vozidle přes webový interface a řešení případné konfigurace.



Řešení pro město/region - rozvoj



Bez rozvoje:

- Bez rozvoje a centrálních systémů
- Dodání jednotek se standardní komunikací V2X napřímo (prioritní systém ZZS a HZS)
- Nastavení se provede přímo v jednotkách
- Žádné zabezpečení komunikace

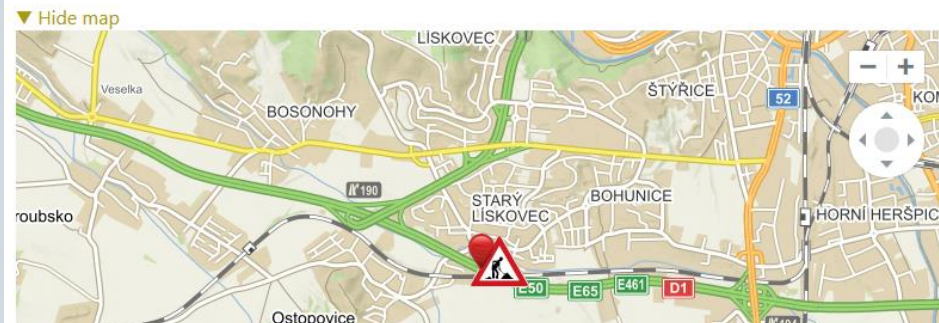
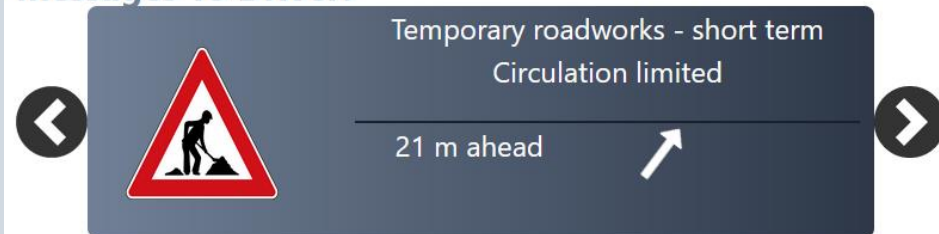
Další možný rozvoj:

- Hybridní komunikace – zvýšení dosahu
- Dohledový, aktualizací a konfigurační systém jednotek, generování statistik a přístup k nim
- Modul veřejné dopravy – nastavování preferencí pro vozidla VD včetně správy jízdních řádů + statistiky
- C-ITS část - ovládání vysílání varovných zpráv ve městě či regionu, zpracování zpráv z vozů, Napojení na další systémy C-ITS (NDIC, Integrovaná platforma)
- PKI – napojení na servery PKI a výběr poskytovatele
- Integrace jednotek třetích stran – konfigurace jednotek a řešení hybridní komunikace

C-ITS Back office / dohledový server

- Webové (cloudové) řešení
- Stav jednotek, sledování a její historie (logy)
- Nastavení jednotky (parametry, PKI, MAPEM, ...)
- Nastavení preferenčních bodů
- Update jednotky (Aktualizace SW, konfigurace, mapy)
- Schopnost sbírat a distribuovat informace o výjezdech z / do jednotlivých OBU
- C-ITS Back Office

Messages To Driver:

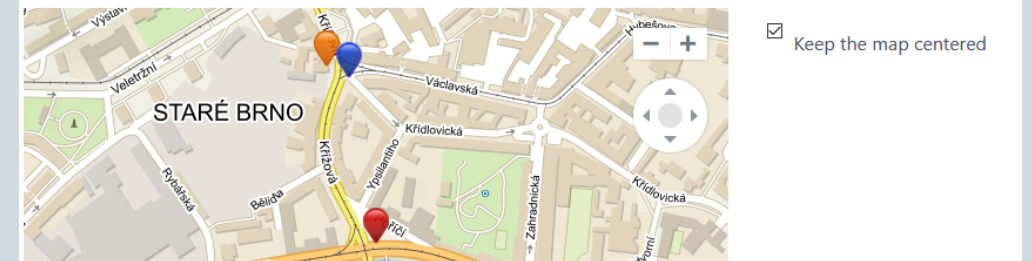


RSUs

STATIONID	TYPE	LAST RECEIVED	DISTANCE	LAT	LON
2238980102	RSU	2021-02-09T10:39:18	245.43175	49.189003	16.594217
2228980220	RSU	2021-02-09T10:39:18	476.31412	49.182617	16.594683

OBUs

STATIONID	TYPE	ROLE	LAST RECEIVED	DISTANCE	LAT	LON
2228941752	Tram	publicTransport	2021-02-09T10:39:18	336	49.18387	16.595001
2228941936	Tram	publicTransport	2021-02-09T10:39:08	222	49.188858	16.594624
2228931735	Tram	publicTransport	2021-02-09T10:38:52	597	49.18454	16.602478

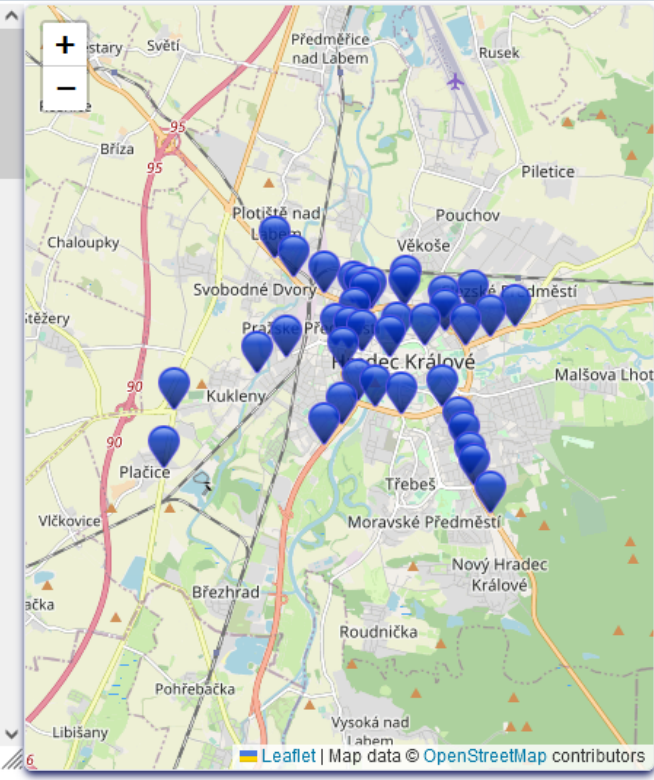


Konfigurace na serveru pomocí preferenčních bodů

Použije se tam, kde není možno tyto body dostávat z palubních počítačů a jsou ze serveru přímo nahrávány do jednotek OBU. Nastavují se:

Body – umístění RSU na křižovatkách

INTERSECTION ID	NAME	POINTS COUNT	ADD INTERSECTION
9	K09	25	 
12	K12	10	 
13	K13	11	 
2	K02	11	 
3	K03	16	 
4	K04	11	 
17	K17 - Střelecká x V Lipkách	9	 
19	K19 - Sokolská x Hradecká	12	 
11	K11 - M.D.Rettigové x Resslerova	6	 
14	K14 - Pilnáčkova x Akademia Bedrny	15	 
15	K15 - Okružní x	10	 



Pravidla chování pro jednotlivé směry

NAME	INTERSECTION	TRACTION	INGRESS BRANCH	EGRESS BRANCH	
K03	3 K03		1	3	
K03	3 K03	Bus	2	1	
K03	3 K03		2	3	
K03	3 K03		3	1	
K03	3 K03		3	2	
K03	3 K03		5	1	
K03	3 K03		5	2	
K04	4 K04		1	2	
K04	4 K04		1	3	
K04	4 K04		2	1	
K04	4 K04		2	3	
K04	4 K04		3	1	

A map of Hradec Králové, Czech Republic, showing various intersections marked with blue pins. The map includes labels for surrounding areas like Světí, Předměstí nad Labem, Rusek, Piletice, Pouchov, Věkoše, Svobodné Dvory, Pražské Předměstí, Kukleny, Plačice, Vlčkovice, Březhrad, Roudnička, Vysoká nad Labem, and Libišany. The map is powered by Leaflet and OpenStreetMap.

Projekt v Hradci oceněn



- Evropské ocenění
- Projekt ve společnosti měst jako Hamburg, Bordeaux, Paříž atd.
- Komplexní projekt v ITS, který jako svou nedílnou součást zahrnoval i C-ITS

Závěrem:

Ucelené řešení pro VD a IZS

Vozy + infrastruktura

Ověřené v ostrém provozu na celé flotile vozů

Evropsky standardizované a otestované

Zabezpečená komunikace

V2X-PRIORITY
by Herman elektronika

Kontakt:

Ing. Ivo Herman, CSc.

iherman@herman.cz

www.herman.cz

www.v2x-priority.com

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST!!!