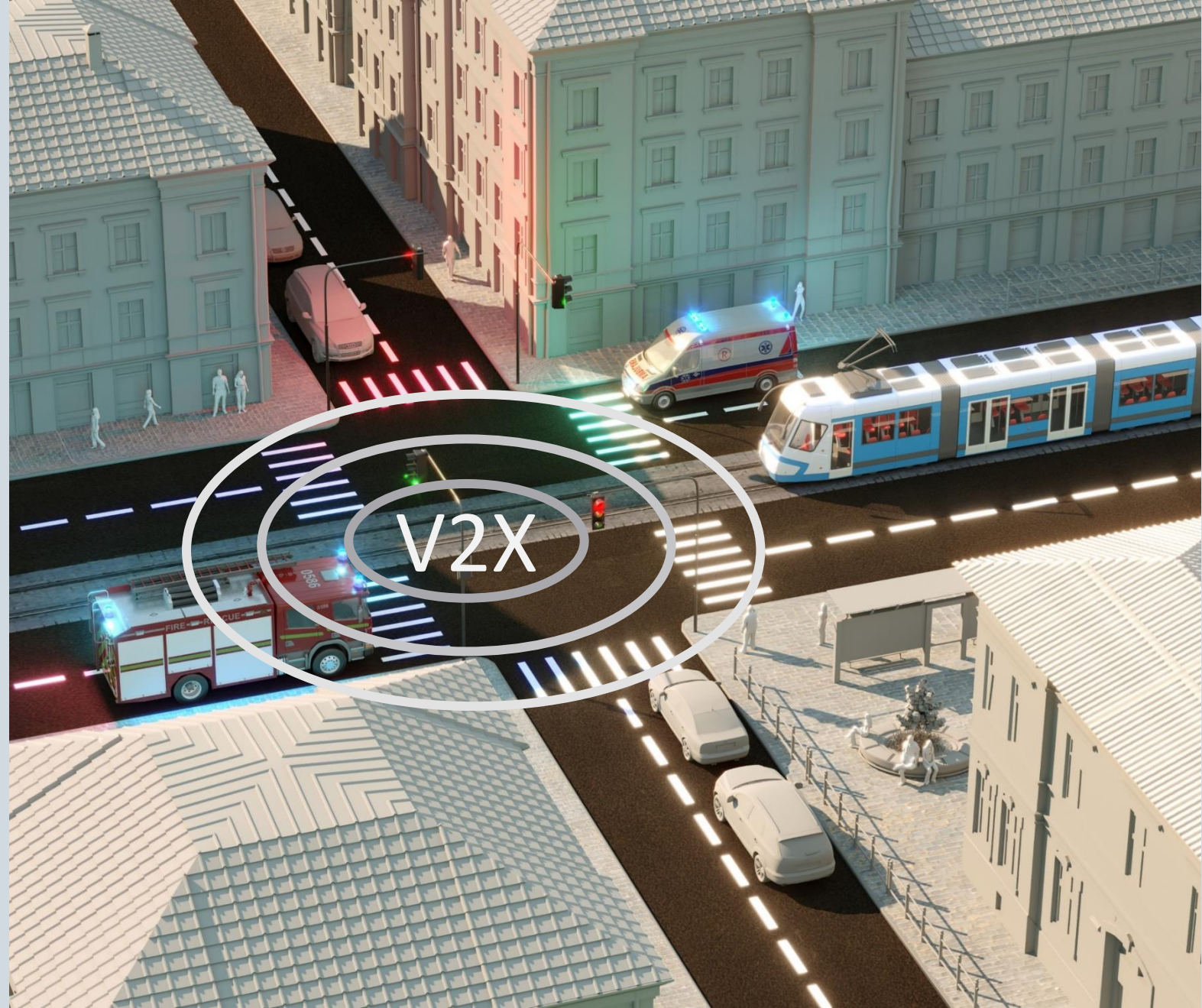


Komunikace V2X ve vztahu k veřejné dopravě



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:

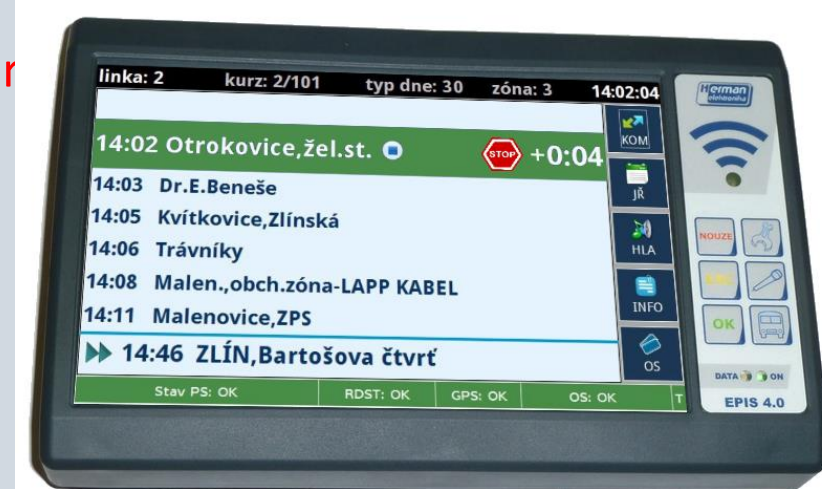
- nižší náklady na provoz
- méně vozidel pro danou dopravní obslužnost linek
- vyšší atraktivita veřejné dopravy -> vyšší příjmy z jízdného

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

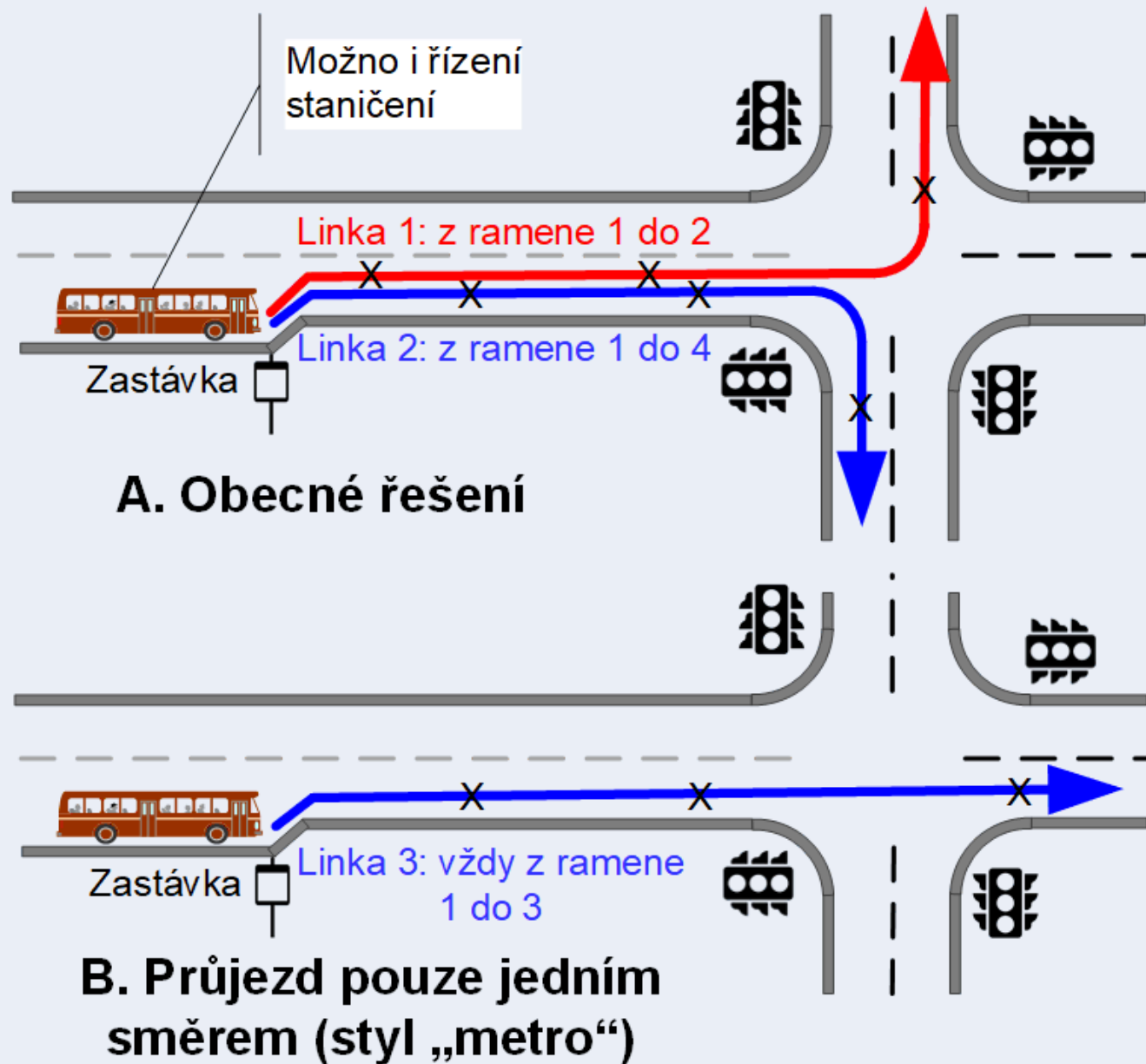
Typická reakce:

- **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

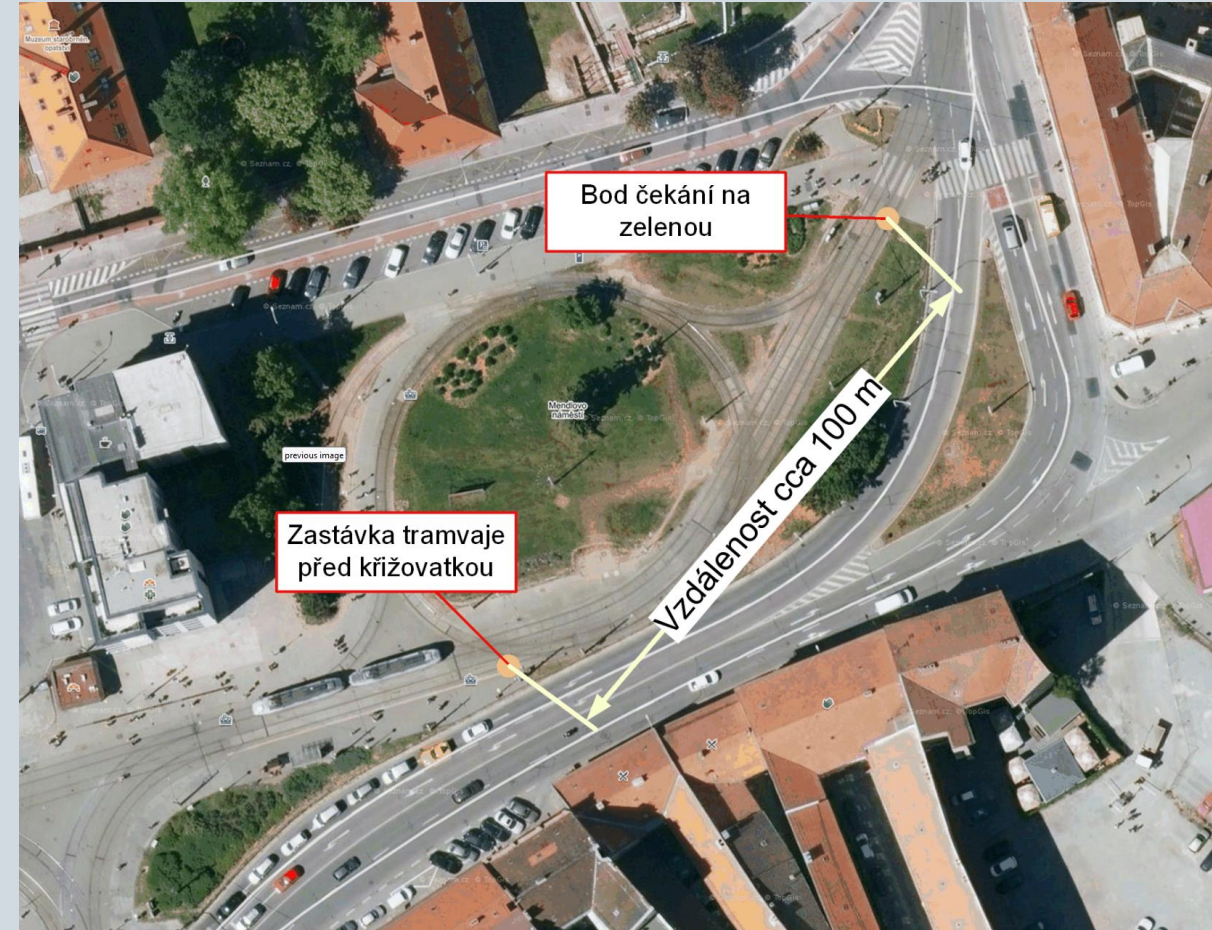
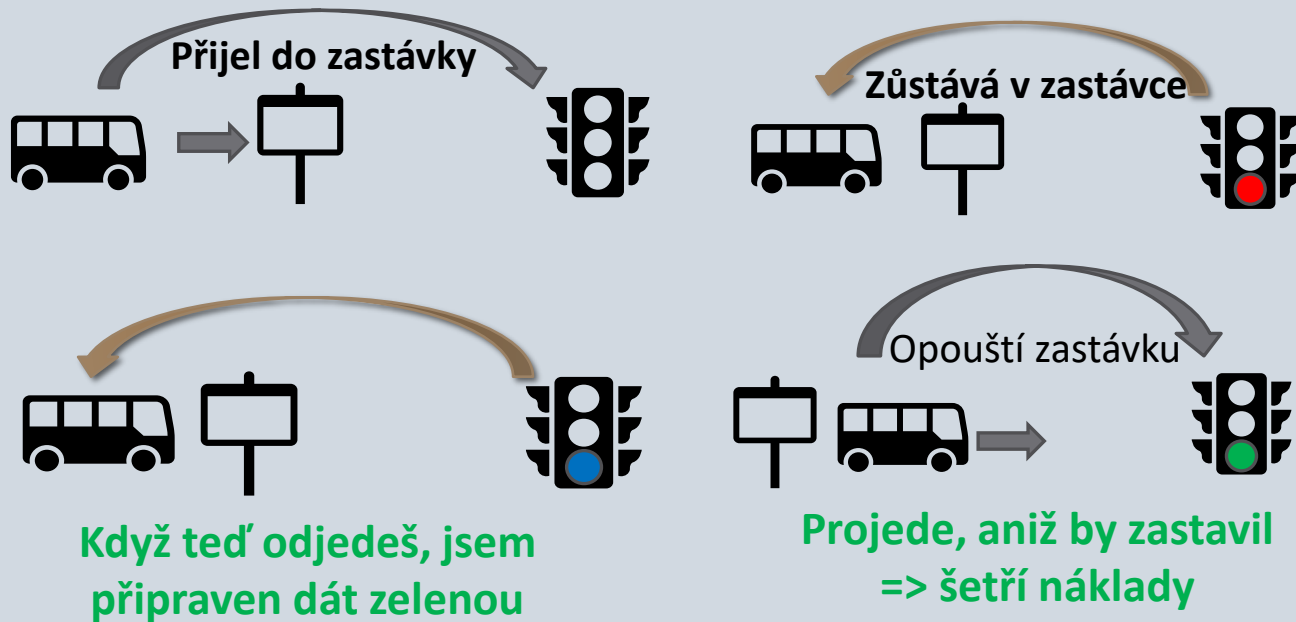
To vždy pomocí různých sekvencí bodů pro řadič křižovatky (přihláška, korekce, odhláška, ...)



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 ?

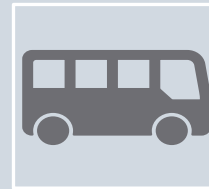
- Zajistí kompletní řešení pro nejrůznější situace a potřeby dopravy nejen ve městech
- Vyšší bezpečnost a efektivita dopravy (zejména pro IZS)
- Jeden z kroků k autonomní mobilitě

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

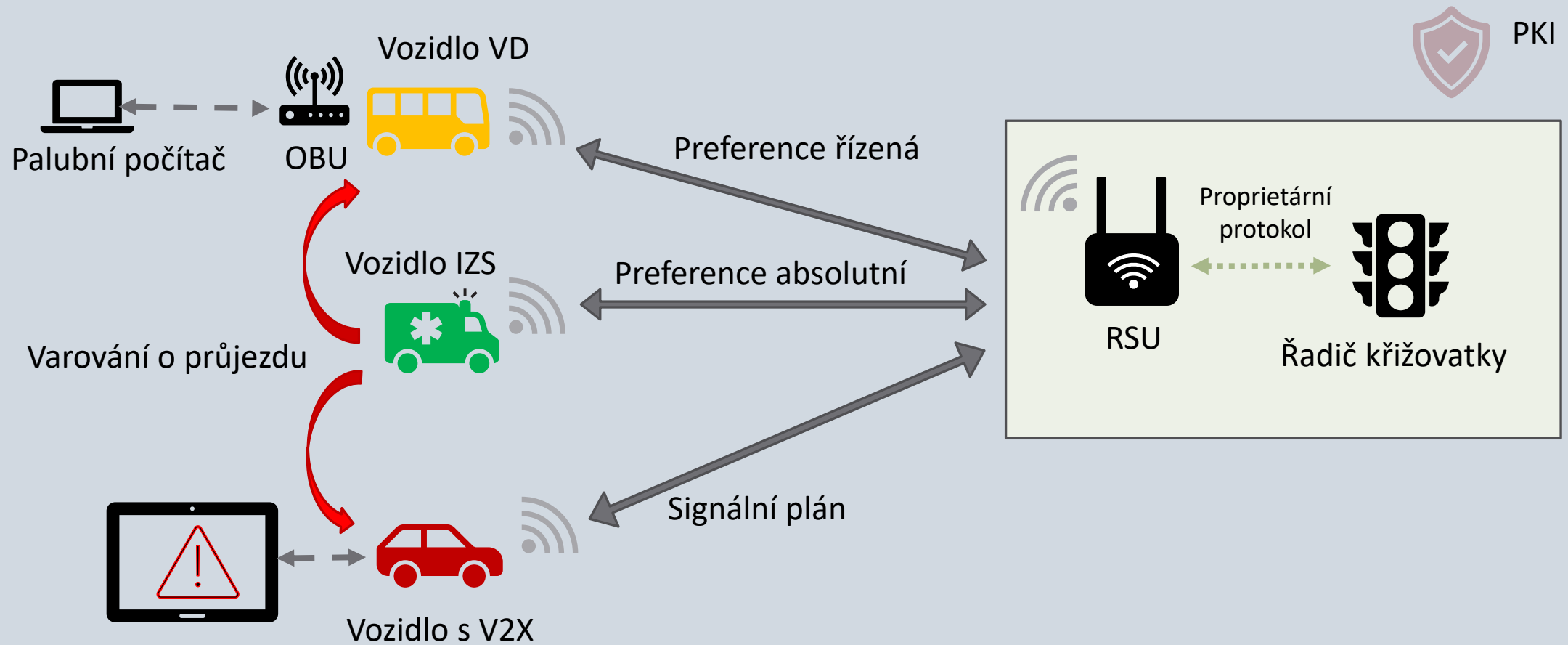
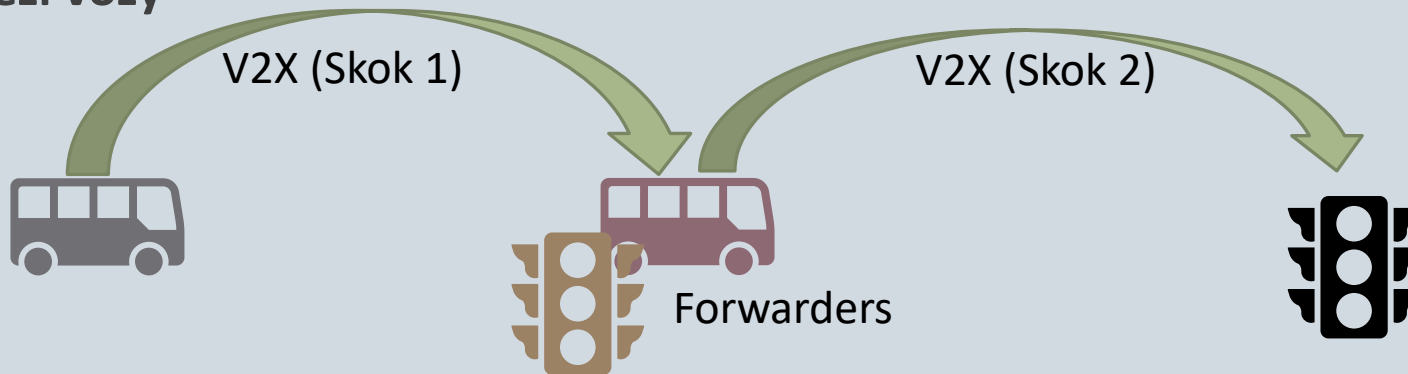


Schéma komunikace na dlouhou vzdálenost

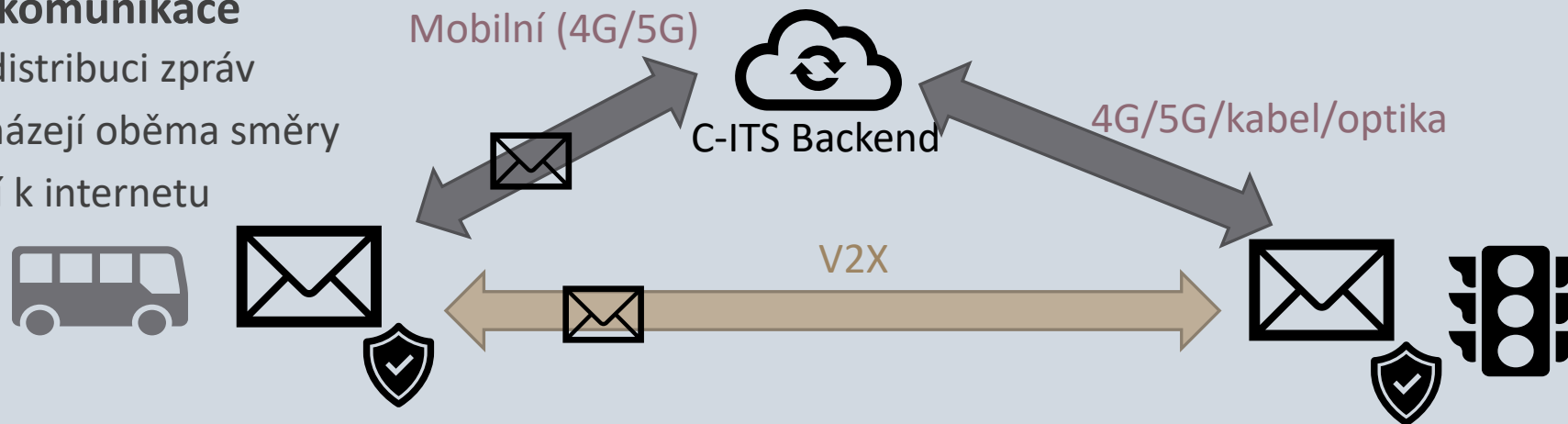
1) Použití „přeposílání“ zpráv mezi vozy

- 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;

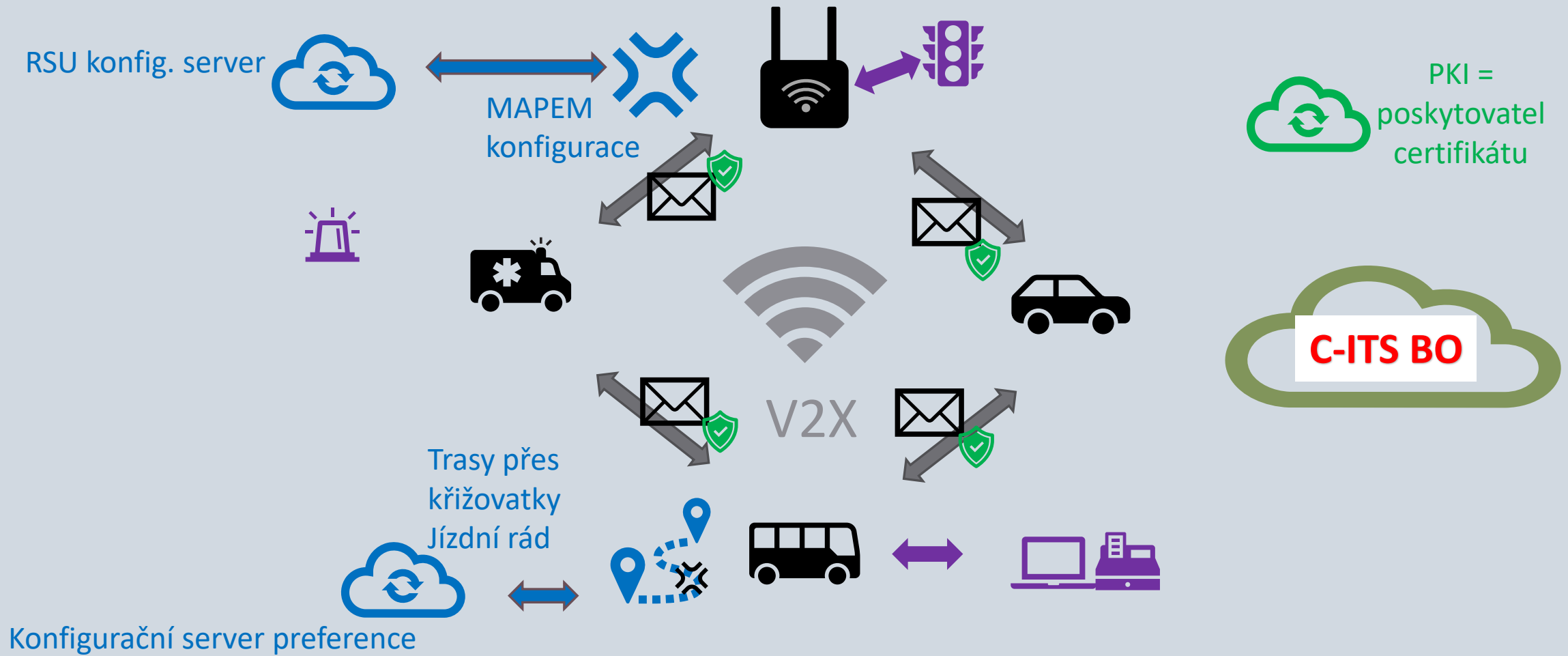
SPaT (Signal Phase and Time) pro přenos informací ohledně signálních plánů světelného signalizačního zařízení;

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

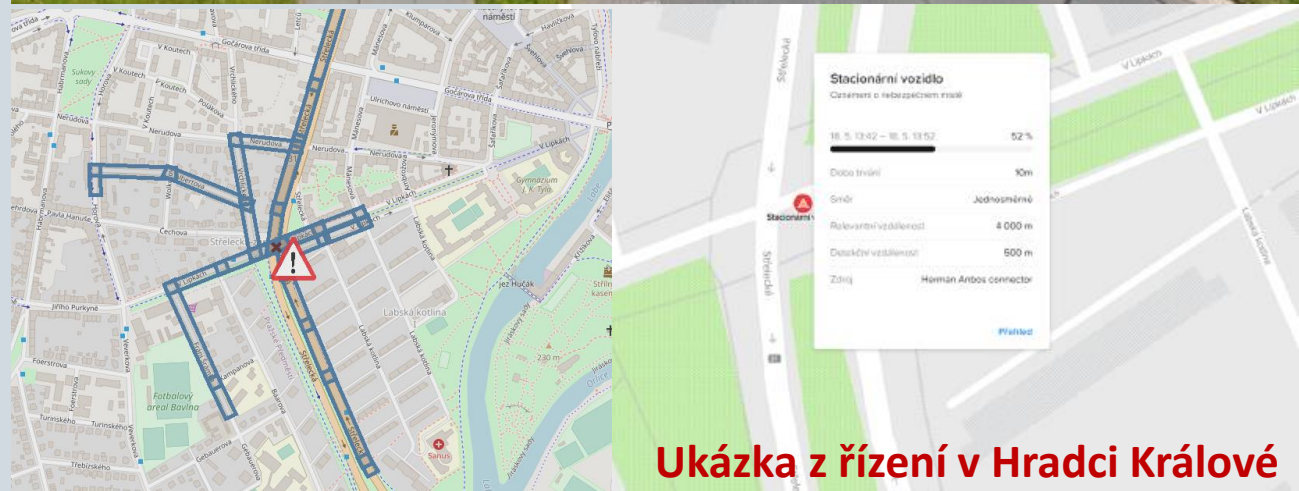
SRM (Signal Request Message) pro požadavek na preferenci z vozu;

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:

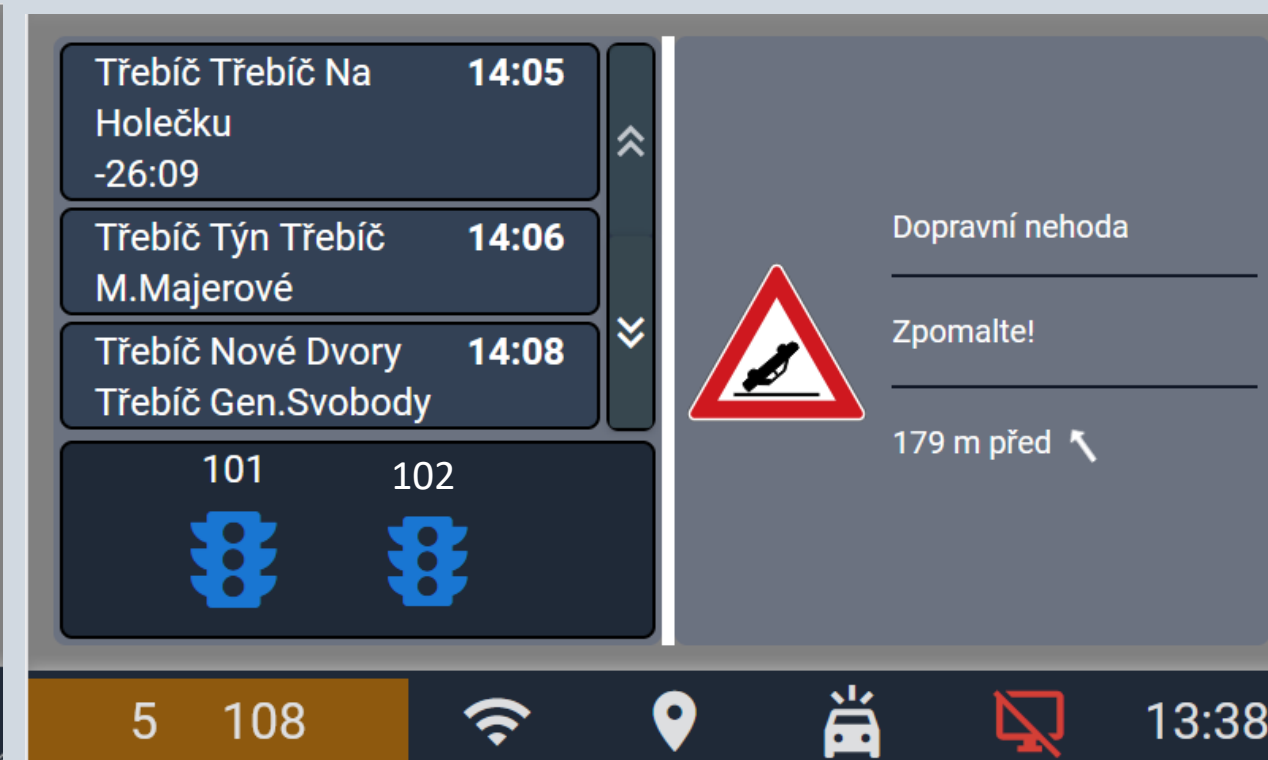
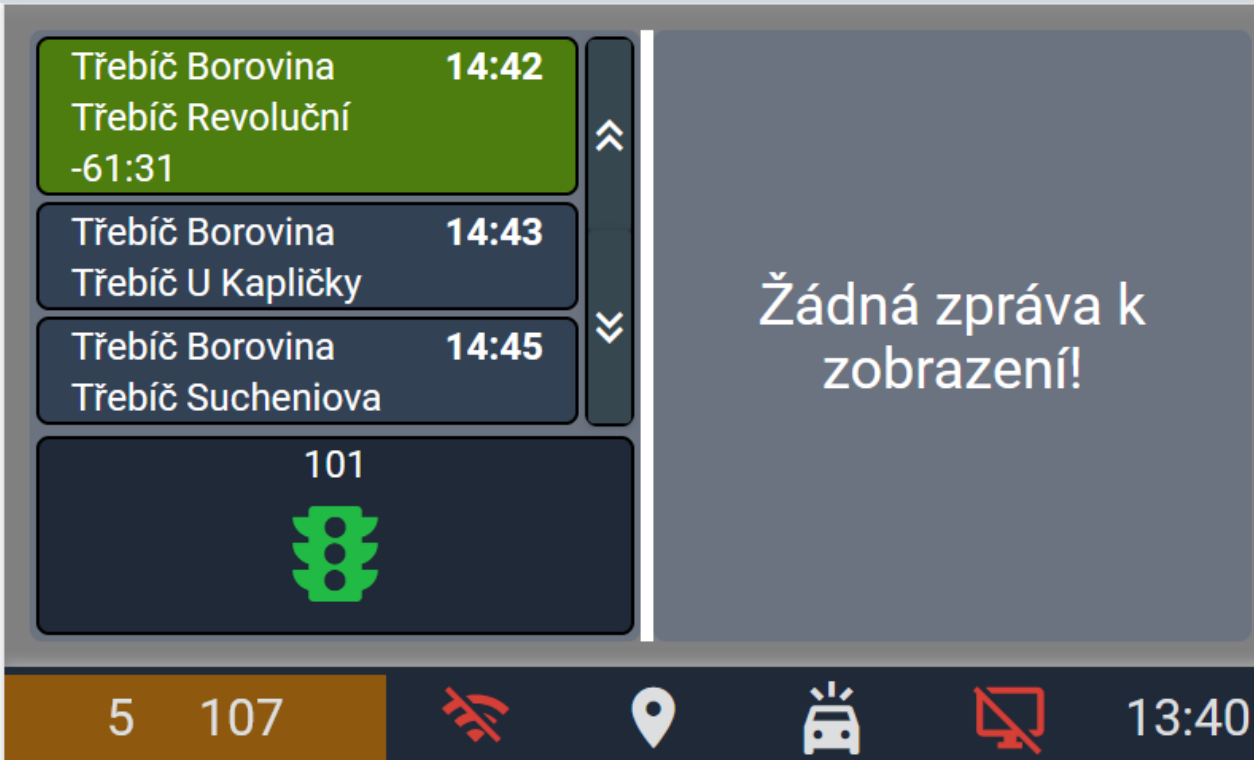
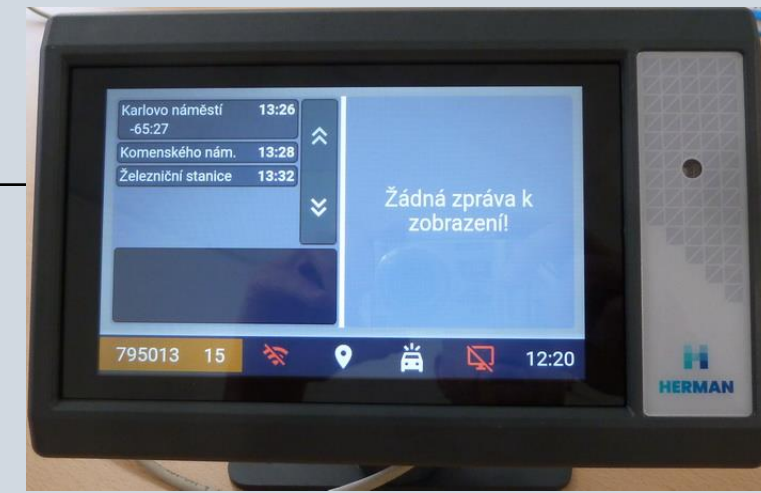
- Číslo linky
 - Číslo spoje
 - Zpoždění vozů
 - Seznam zastávek
 - **Geografická trasa**
- +
- **Obdržený MAPEM**



Možnost A - ostrovní řešení V2X

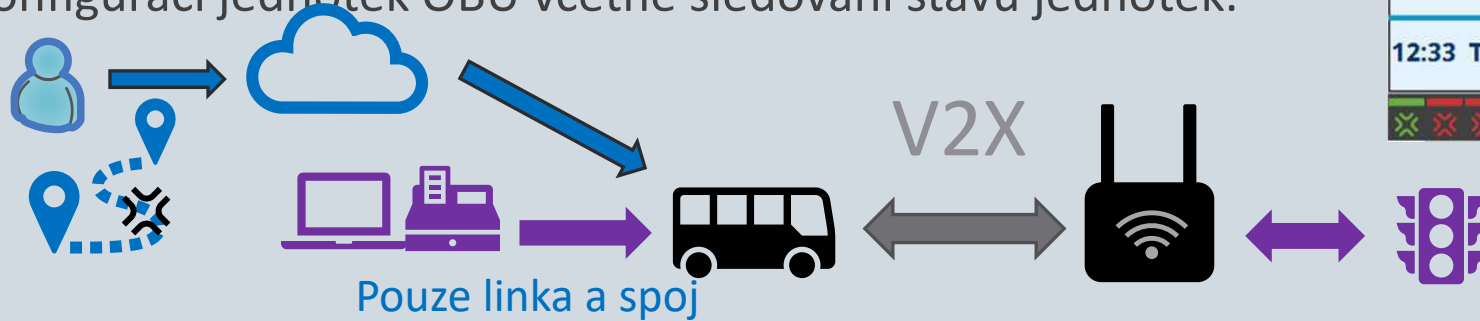
Možnost A – ostrovní řešení - nutná data ohledně jízdních řádů či vypravenosti jsou zpracovávána v dohledovém SW a nahrávána do vozidel přes GSM komunikaci (příp. ve vozovně přes WiFi). Jednotka OBU si vypočítává i zpoždění. SW zajišťuje i konfiguraci jednotek OBU včetně sledování stavu jednotek.

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.



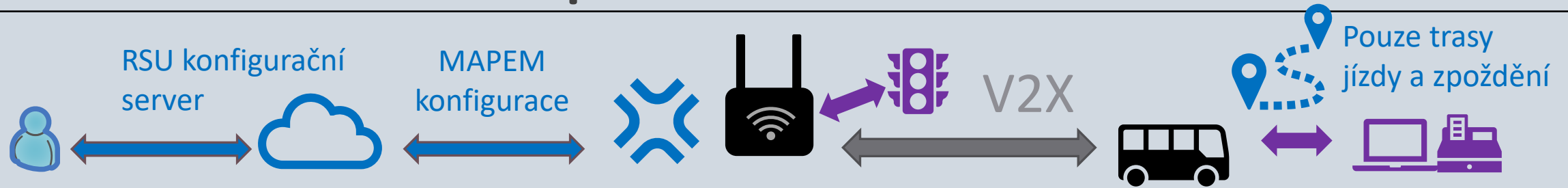
L:12 S:1234 K:01202 Z:100 +21,6°C 12:13:09

Čas	RDST	Typ hovoru
07:20	244	Skupinový hovor
06:00	14	Skupinový hovor
22:45	448	Osobní hovor

12:09 Úzká
12:12 Hl.nádraží
12:13 N.sady
12:15 Šilingrovo n
12:18 Česká
12:19 Grohova
12:21 Konečného n.
12:33 TechnolPark

ZOBRAZIT

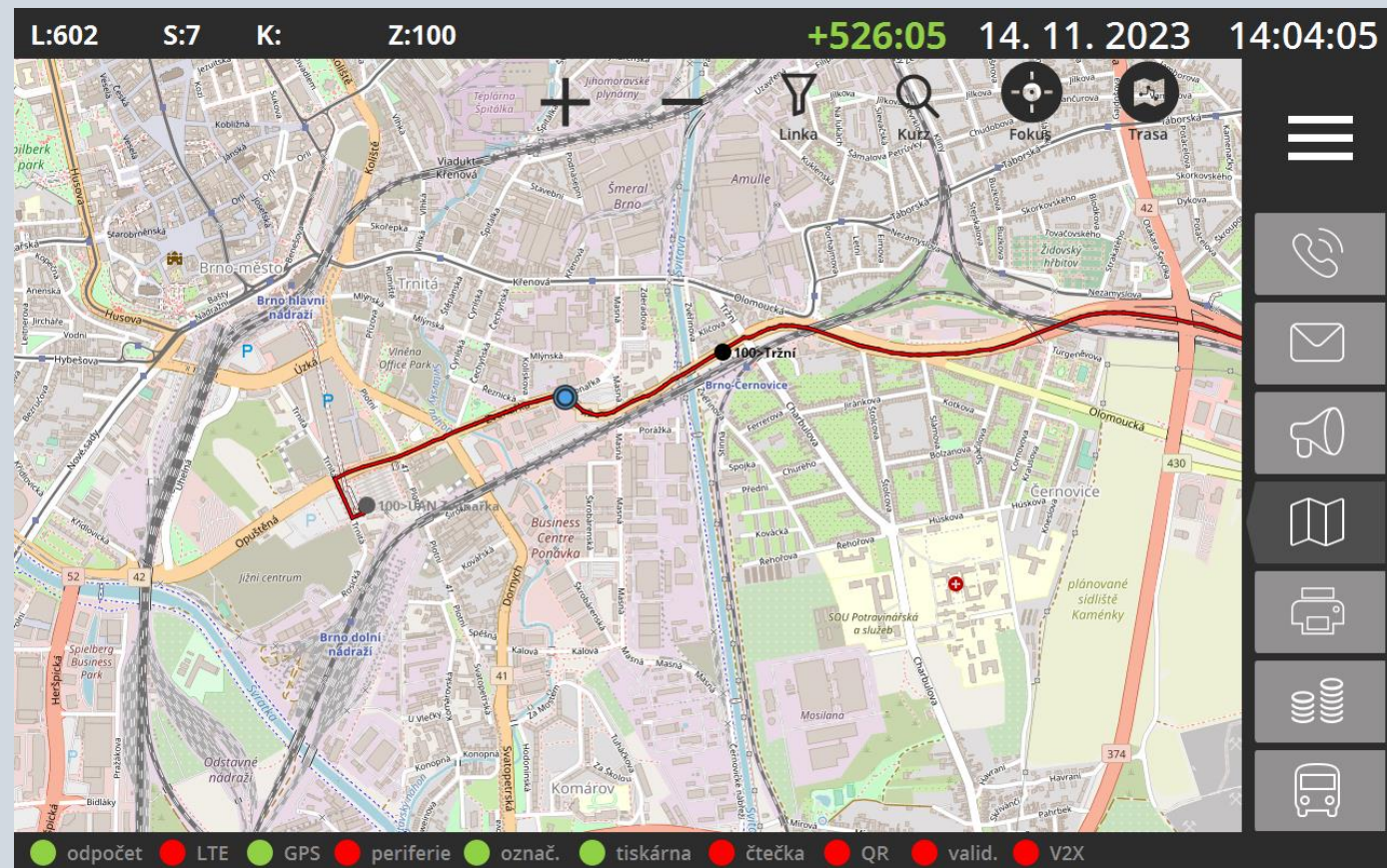
Možnost D – dopravní řešení odborníkům



Možnost D – dynamická preference:

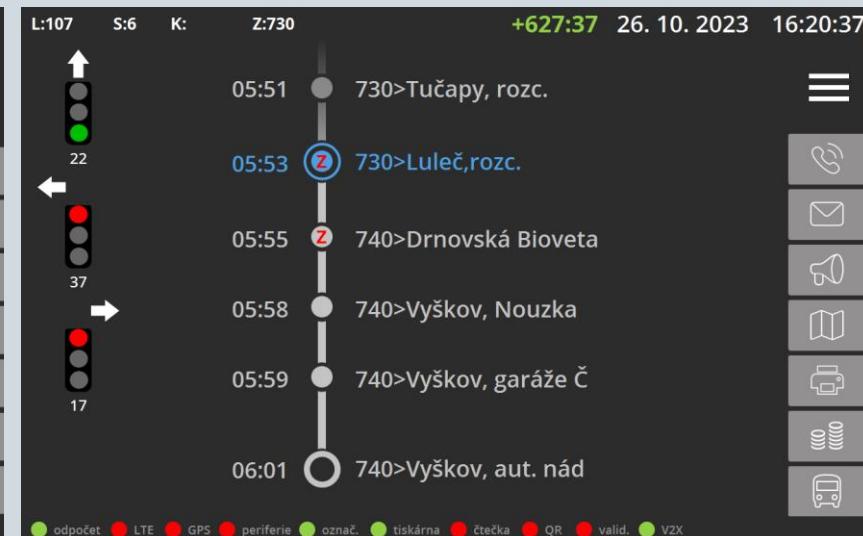
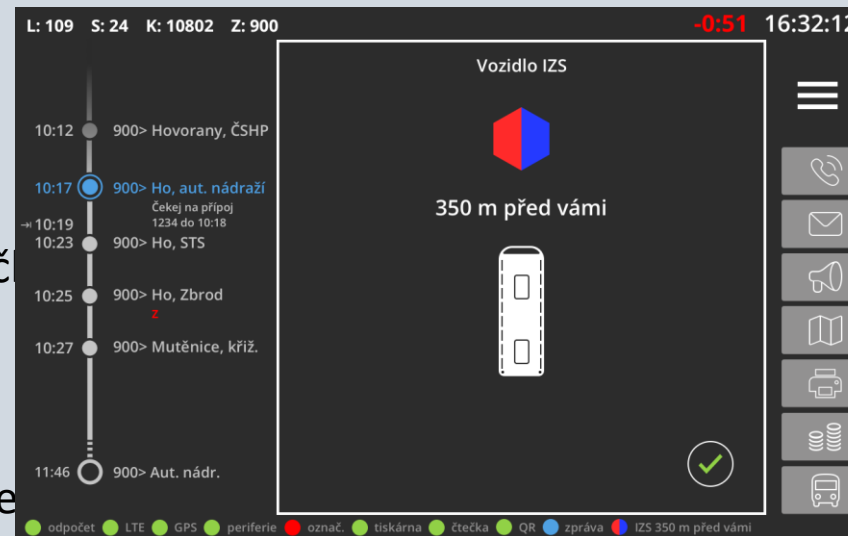
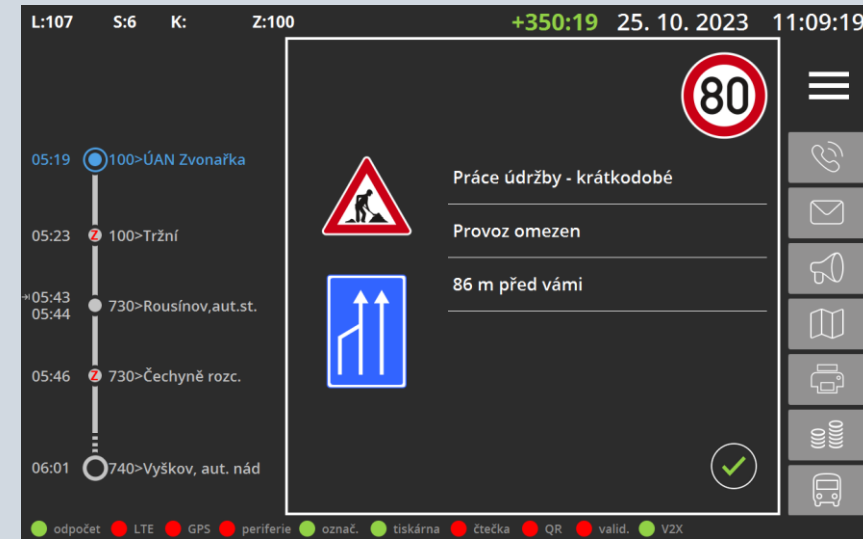
Na straně veřejné dopravy není třeba nic konat. Musí se zde pouze zajistit, aby palubní počítač byl schopen předat do jednotky OBU základní údaje o trase včetně geografické polohu jízdy, tj. sadu poloh GPS v dostatečné hustotě tak, aby jednotka OBU byla schopna určit vypočítat průjezdy křižovatkami.

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
- HLV-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

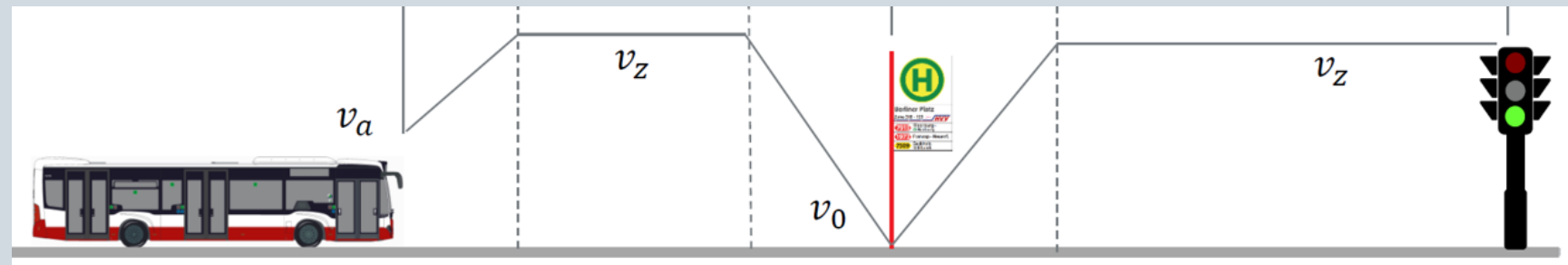
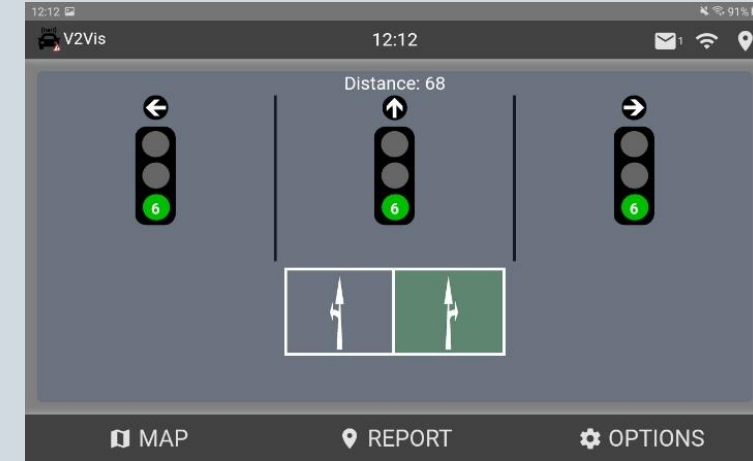
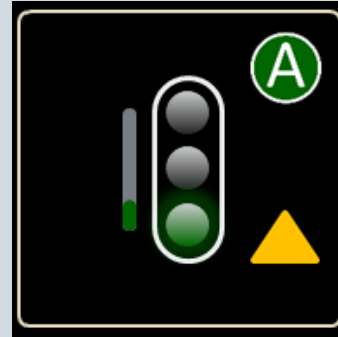
Rozdíl mezi SPAT a řízením staničení:

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:

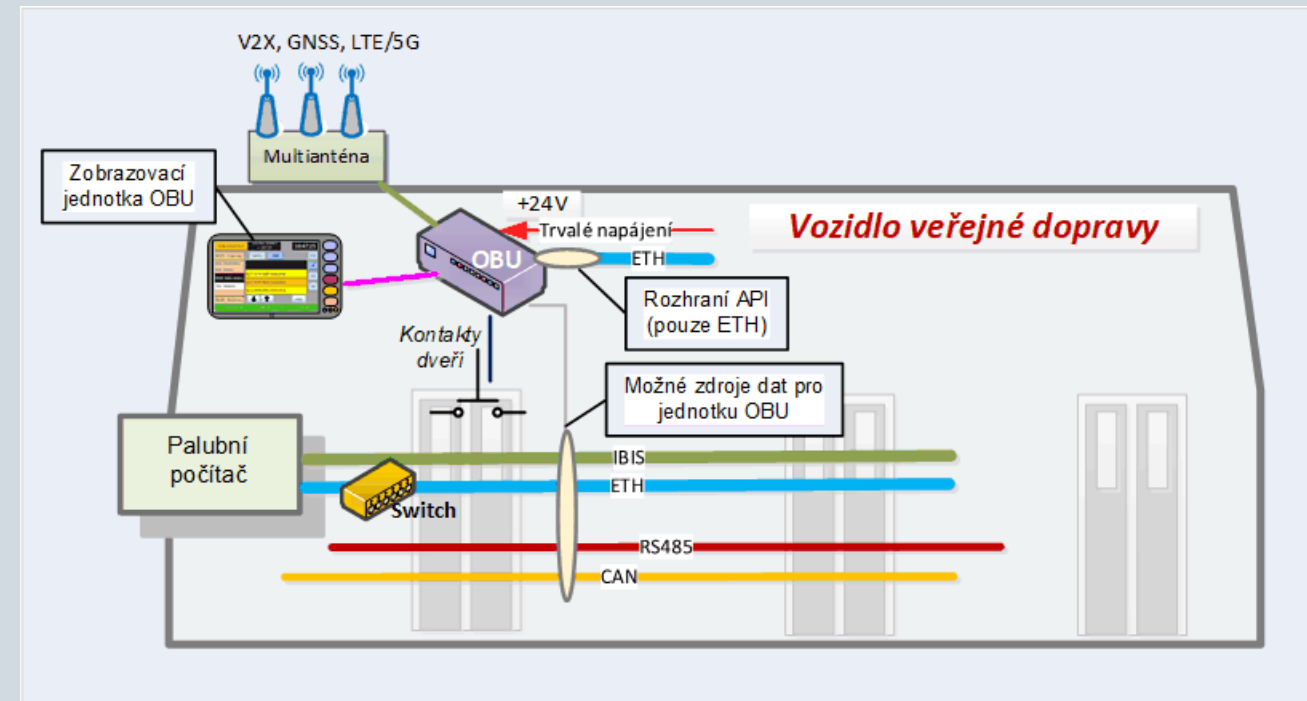
- Zafixování chování řadiče křižovatky
- Odpočet času do opuštění zastávky
- Koordinované opuštění zastávky



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. Jednobitové 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:

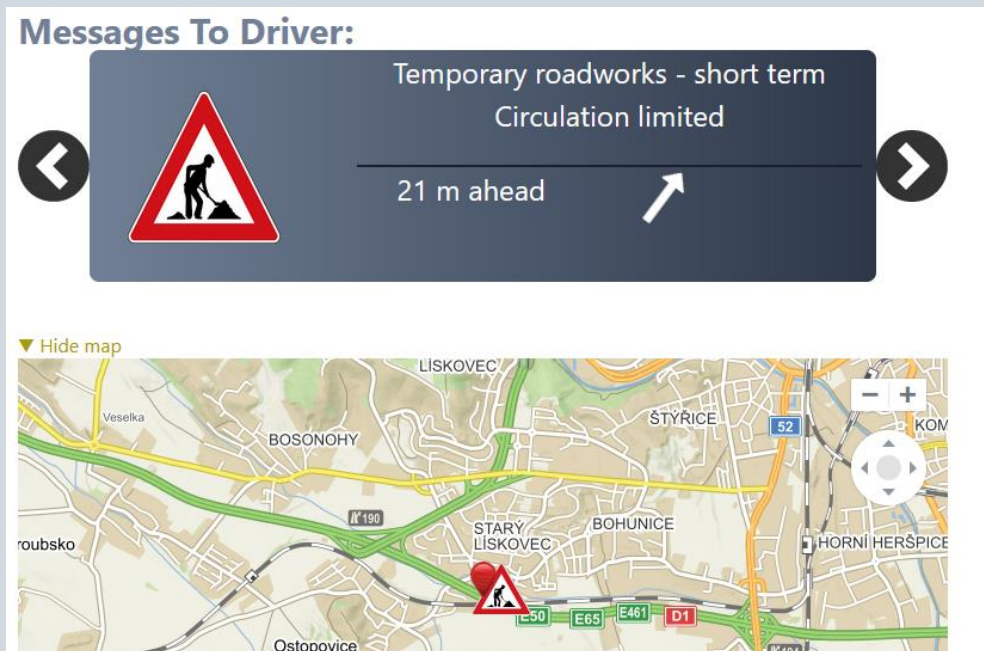
- Bez rozvoje a centrálních systémů
- Dodání jednotek se standardní komunikací V2X napřímo (prioritní systém ZZS a HZS)
- Nastavení se provede přímo v jednotkách
- Žádné zabezpečení komunikace

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 jízdnicích 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



RSUs

STATIONID	TYPE	LAST RECEIVED	DISTANCE	LAT	LON
2228980102	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























STARÉ BRNO

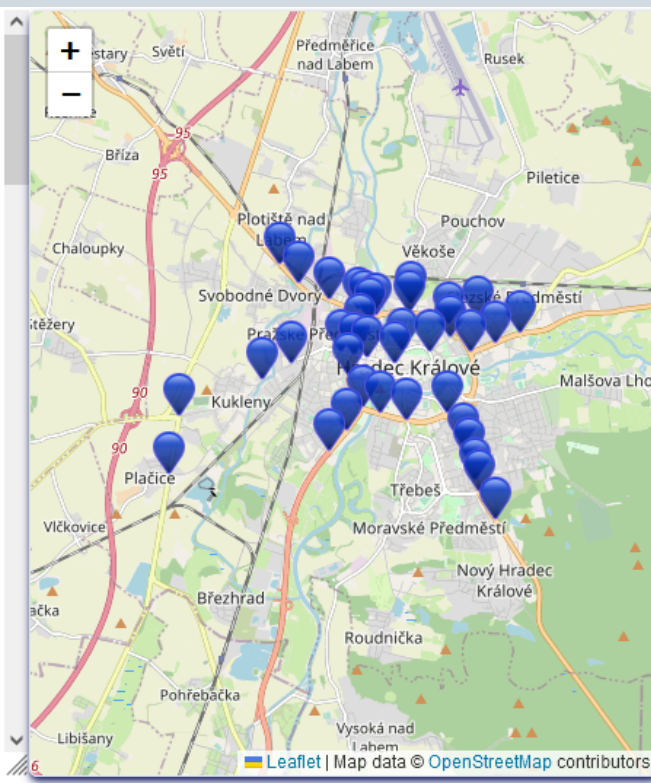
Keep the map centered

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:

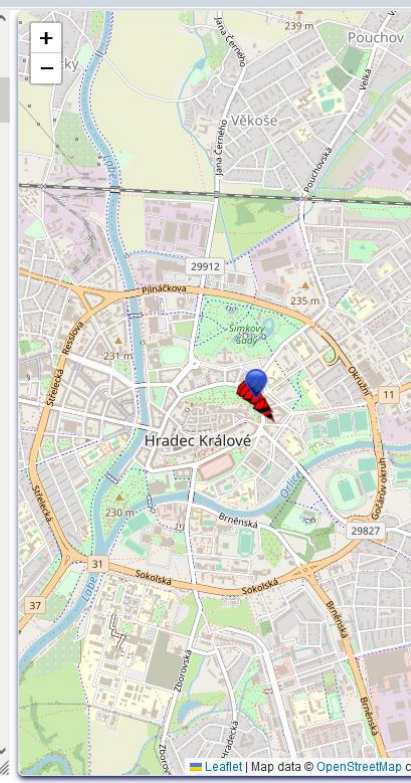
Body – umístění RSU na křižovatkách

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 Resslera	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	
1H->2H					
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	



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



HERMAN

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!!!