



**9. ročník střeoevropského veletrhu autobusů,  
hromadné dopravy, garážové a servisní techniky**

**CZECHBUS 26 - 28. 11. 2019**

# **Komunikace ve linkové veřejné dopravě a komunikace V2X**

**Ing. Ivo Herman, CSc.**

Příspěvek se zabývá vazbami vozidlového systému ve veřejné dopravě na okolní systémy - dispečink, odbavení, vozovny, zastávky, vozidla, cestující a technologie na dopravní cestě a popisem jednotlivých typ komunikací a technologií a rozšiřuje přednášku v roce 2018.

# Co říci závěrem...?

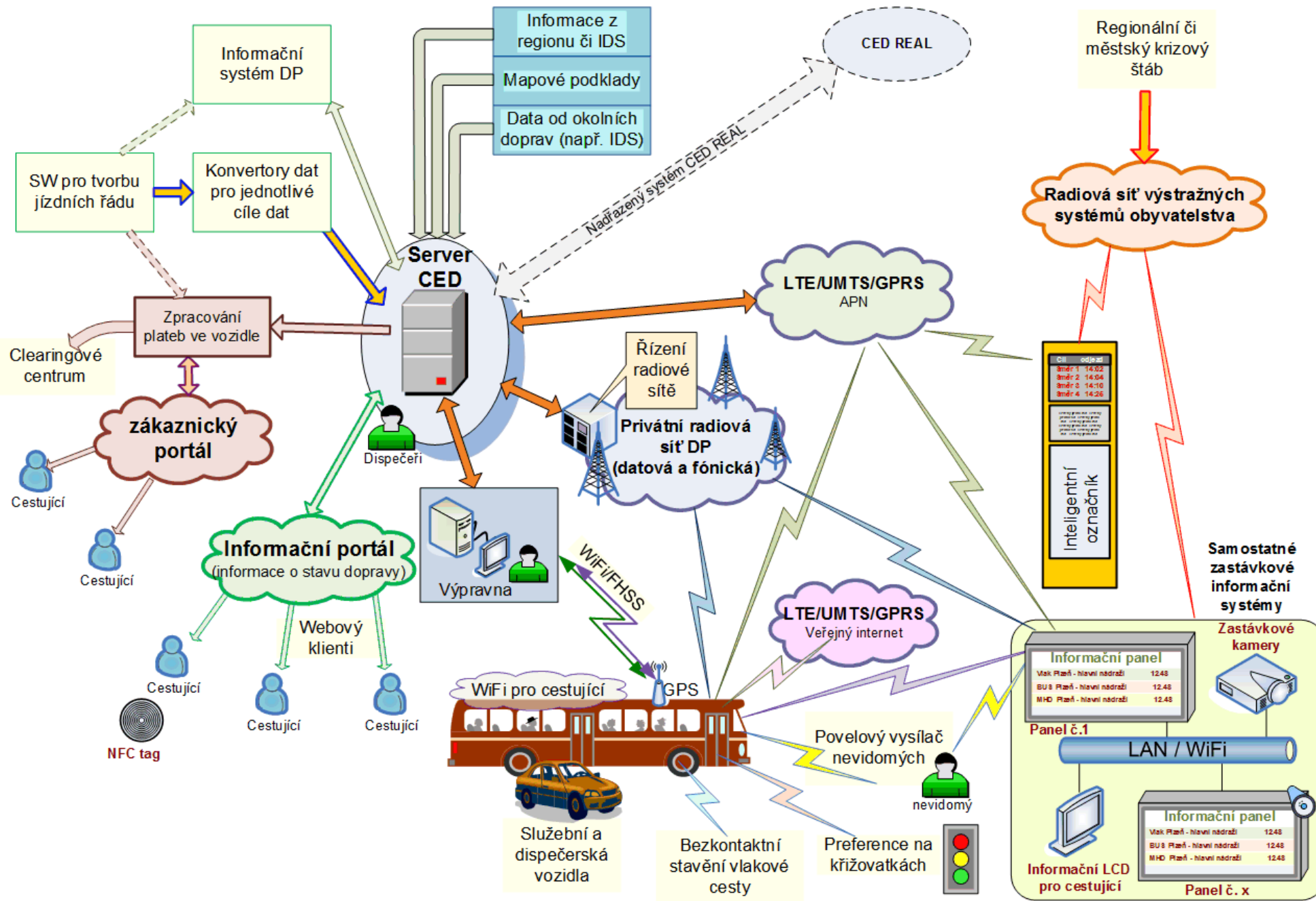
## Co lze očekávat v příštím roce ve vozidlech:

- 1 Gbit/s datové rozvody ve vozidlech
- 1 Gbit/s wifi ve vozidlech pro komunikaci s vozovny
- využití rychlého mobilního připojení pro stahování on-line dat
- integraci ITS (inteligentních dopravních systémů) – např. V2X
- častější komunikaci s infrastrukturou a mezi vozidly navzájem

**Takto končila má přednáška na  
CZECHBUSu 2017**

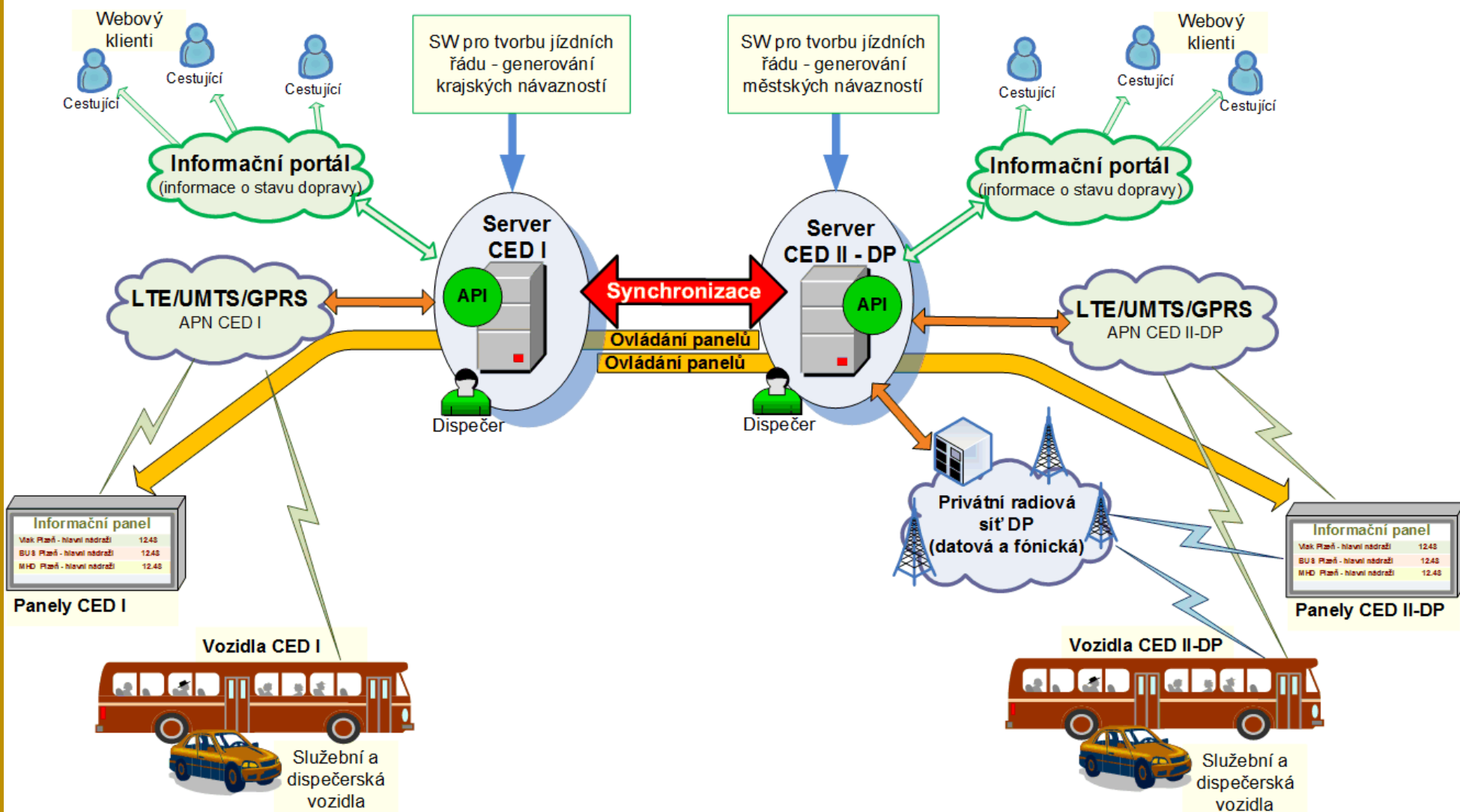
# Složení samostatného komunikačního systému

Celkové řešení systému MHD

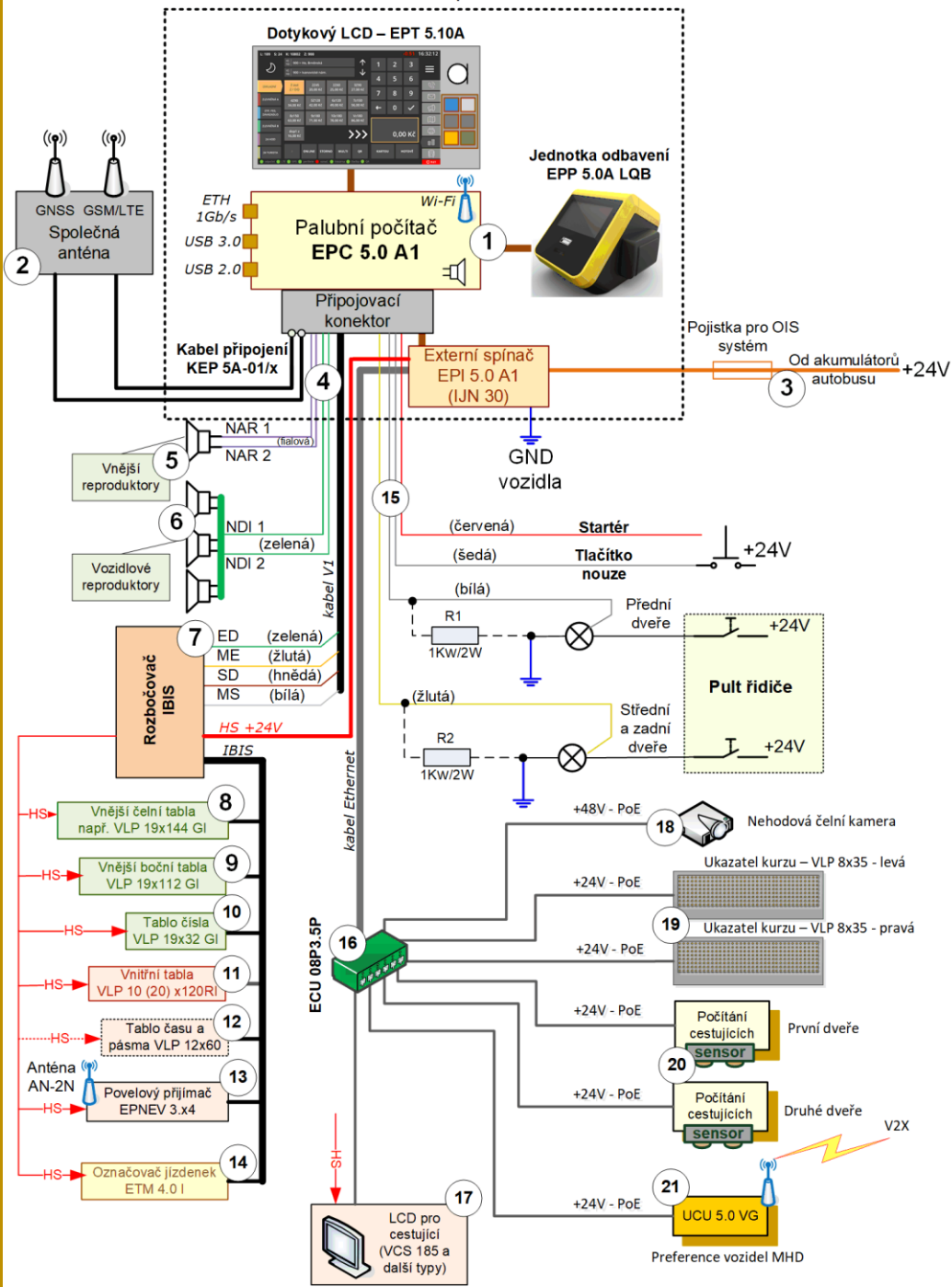


# Složení krajského komunikačního systému

Propojení dispečinků kraje a města (společné propojení a synchronizace dat, návazností a ovládání zastávkových panelů)



Celkové řešení regionálního systému



## Nový počítač pro VLD

- Založen na PC - 4 jádro
- Rychlost náběhu – 40 sekund
- SDD - min. 32 GB, 2 GB RAM , USB 3
- Dotykový LCD 10,1“
- LTE (100 Mbit/s) a WIFI (460 Mbit/s)
- 1 Gbit/s ethernet
- QR čtečka + kamera
- Bankovní čtečka –certifikace 2020
- Rychlá tiskárna, zákaznický displej
- Další výbava vozidla:
  - APC
  - Kurzovky
  - Preference
  - LCD
  - Tabla
  - nevidomý

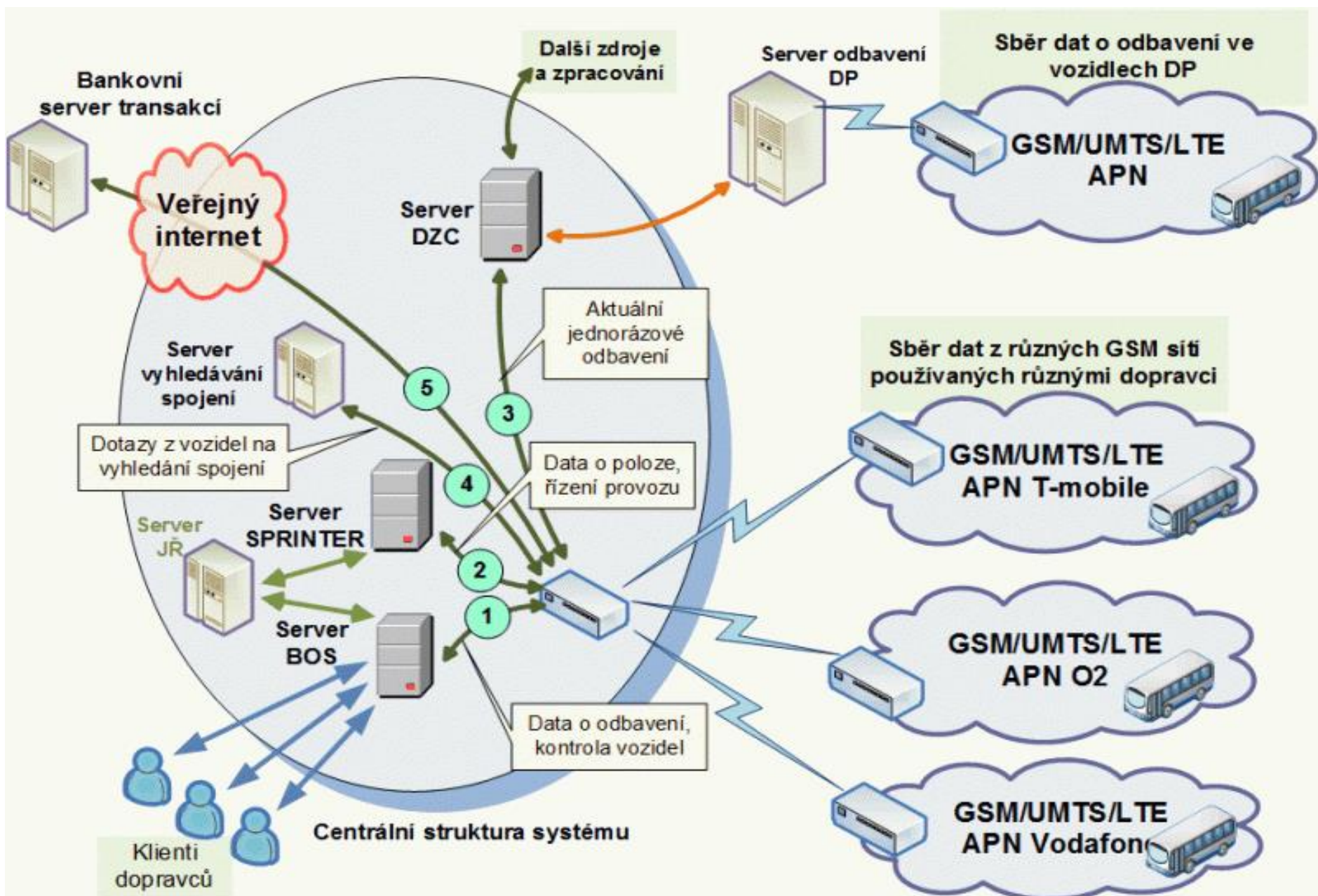
# Počítač EPIS 5.0A pro VLD

Celkové řešení systému VLD



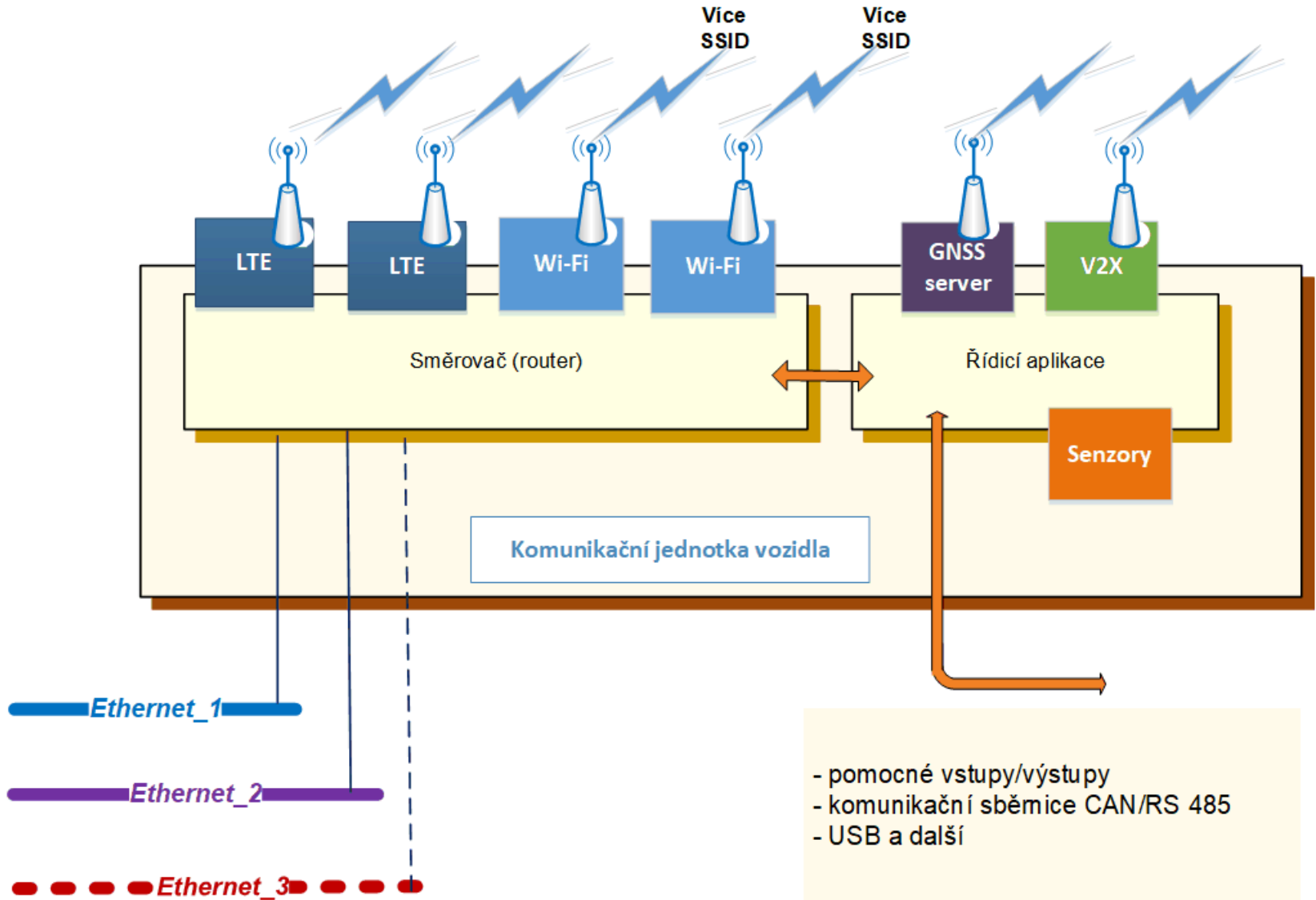
# Komunikace ve vozidle VLD

Obecné komunikační vazby



# Řešení komunikací vozidla

Jedno zařízení pro data  
Bezpečné oddělení sítí  
Vzdálená správa dat  
Víceuživatelský systém  
Podpora GPS a V2X

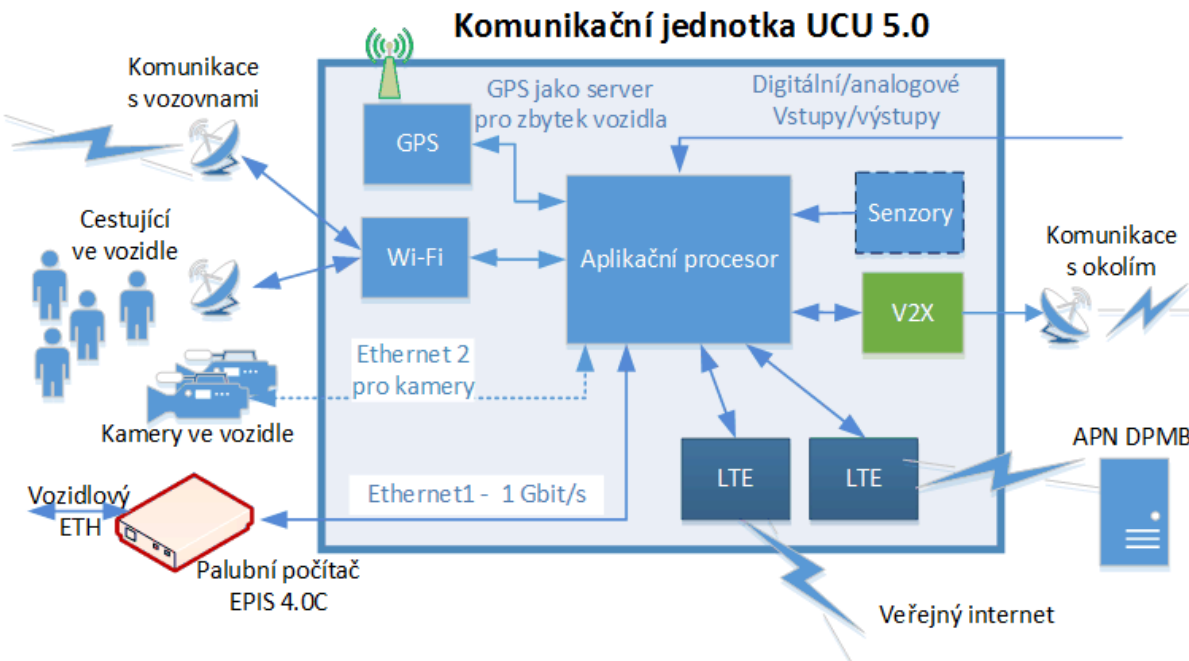




# Komunikační jednotky UCU

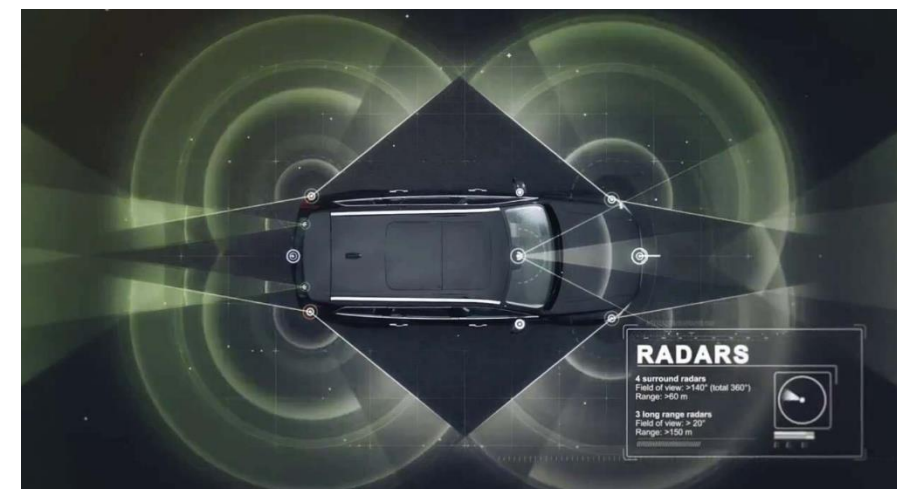
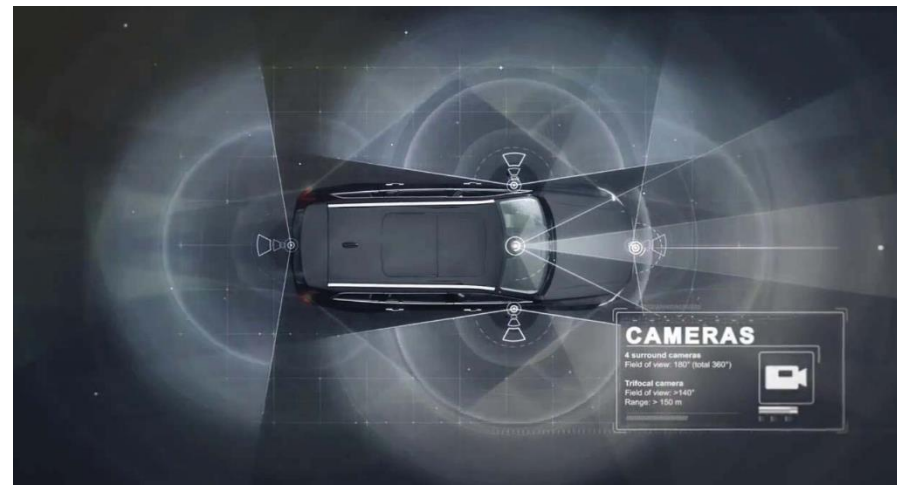
Jednotka - typ UCU 5.0 2L2WV, která v sobě integruje:

- a. GNSS modul (zatím poskytuje GPS, Glonass pozice a je připraven pro příjem Galileo),
- b. 2x LTE/UMTS/GSM modul,
- c. WiFi modul IEEE 802.11 a/c, který zajistí nahrávání ve vozovkách a zajistí WiFi pro cestující
- d. V2X modul, který zajistí komunikaci na křižovatky dle standardu V2X (C2X)
- e. Senzorické obvody (gyroskop a akcelerometr) vhodné pro budoucí použití, např. snímání otřesů či zrychlení vozidel. Taktéž jsou vhodné pro případné rozšíření budoucích funkcí V2X.
- f. 1x ETH rozhraní 1 Gbit/s (pro rychlou komunikaci s PP) a 1x ETH rozhraní 100 Mbit/s (pro připojení do vozidlové počítačové sítě přední tramvaje u sprážených tramvajů)



# Jeden z důvodů proč vznikla

Rychlý přenos decentralizované informace o stavu a požadavcích vozidla do/z okolí



# Standard V2X pro (veřejnou) dopravu

## Přínosy nové technologie pro bezpečnost a efektivitu veřejné dopravy

- Okamžitá informace o vozidlech v okolí
- Varování řidičů před mimořádnými situacemi – např. náledí, prudké brzdění
- Elektronická dopravní značka – např. dočasná omezení rychlosti v dané lokalitě
- Textová informace do vozidla
- Zobrazení signálního plánu řadiče ve voze
- Preference vozidel na křižovatce (např. veřejná doprava, hasiči)
- ...

## Co je V2X (C2X)?

- „Vehicle-to-Everything“ nebo „Car-to-everything“
- Rychlá a pravidelná komunikace mezi vozy navzájem a mezi vozy a dopravní infrastrukturou (řadiče SSZ, RSU, inteligentní zastávky)
- Navrženo pro jakákoliv vozidla, včetně veřejné dopravy

**Jedno rádio, jedna technologie**

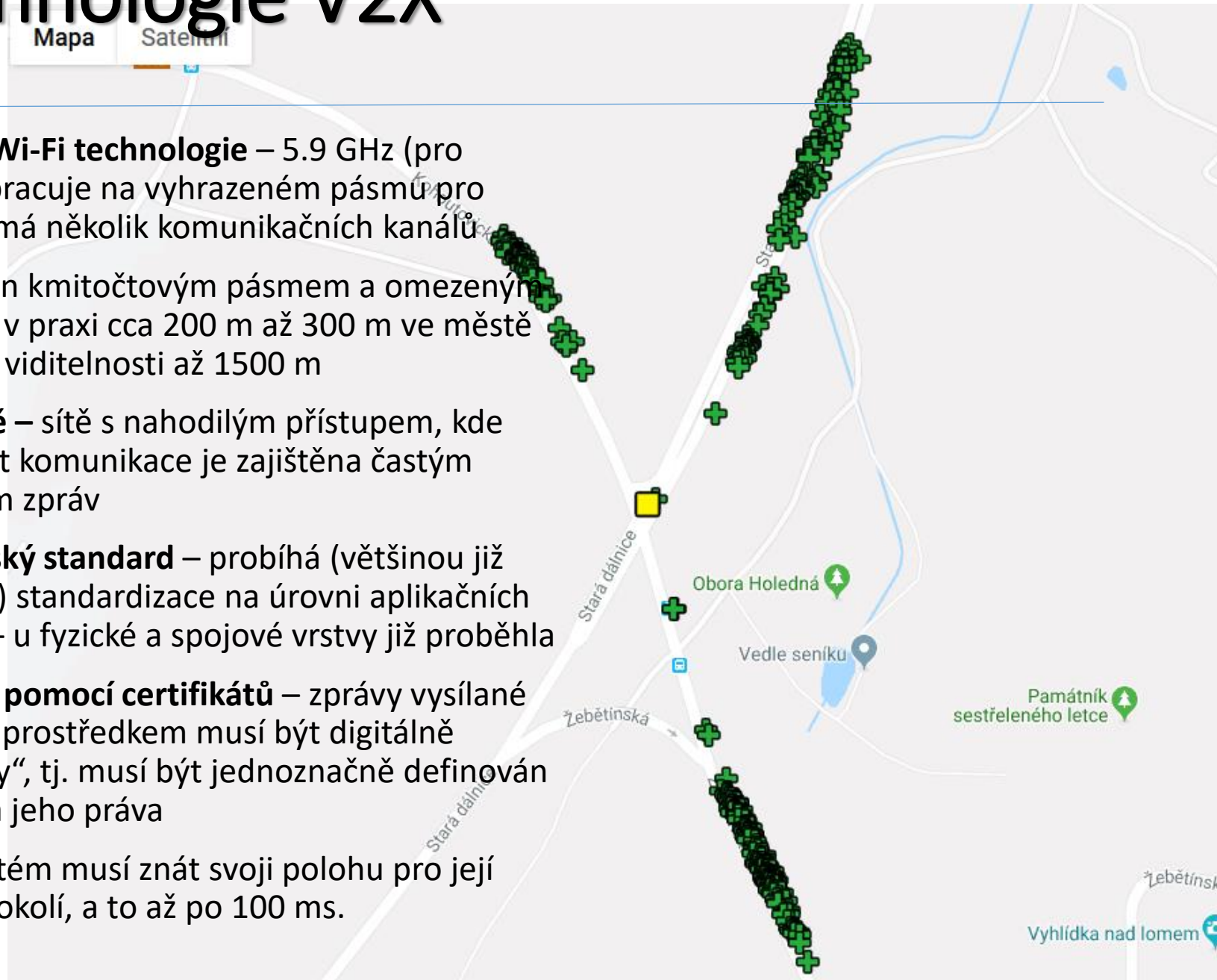


# Technologie V2X

Mapa

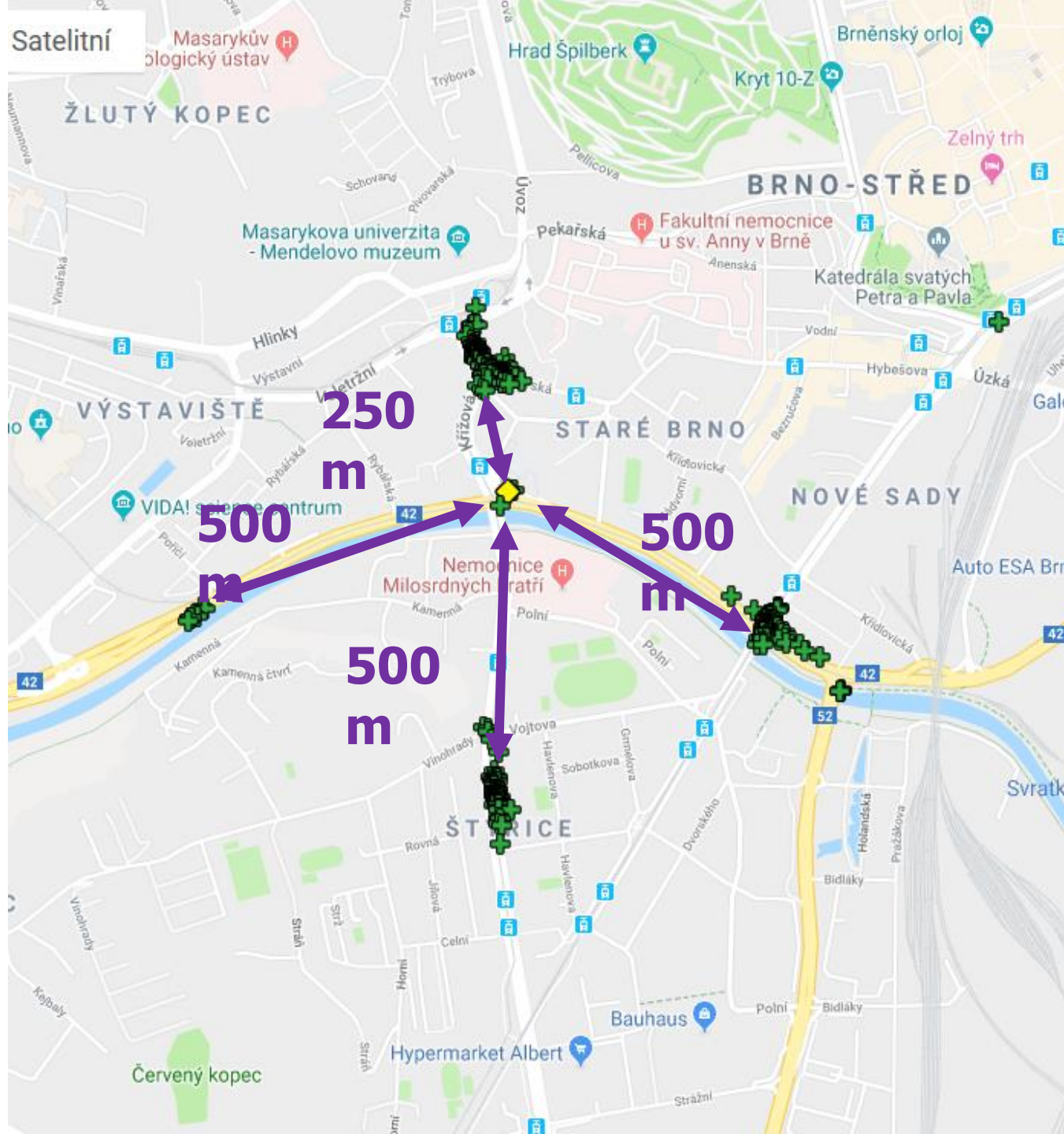
Satelitní

- **Upravená Wi-Fi technologie** – 5.9 GHz (pro Evropu) – pracuje na vyhrazeném pásmu pro dopravu – má několik komunikačních kanálů
- **Dosah** – dán kmitočtovým pásmem a omezeným výkonem – v praxi cca 200 m až 300 m ve městě a při přímé viditelnosti až 1500 m
- **Ad-Hoc sítě** – sítě s nahodilým přístupem, kde spolehlivost komunikace je zajištěna častým opakováním zpráv
- **Celoevropský standard** – probíhá (většinou již dokončena) standardizace na úrovni aplikačních protokolů – u fyzické a spojové vrstvy již proběhla
- **Autorizace pomocí certifikátů** – zprávy vysílané dopravním prostředkem musí být digitálně „podepsány“, tj. musí být jednoznačně definován odesílatel a jeho práva
- **GNSS** – systém musí znát svoji polohu pro její sdělení do okolí, a to až po 100 ms.



# Dosah ve městě

Data ze skutečného provozu v projektu C-ROADS v Brně

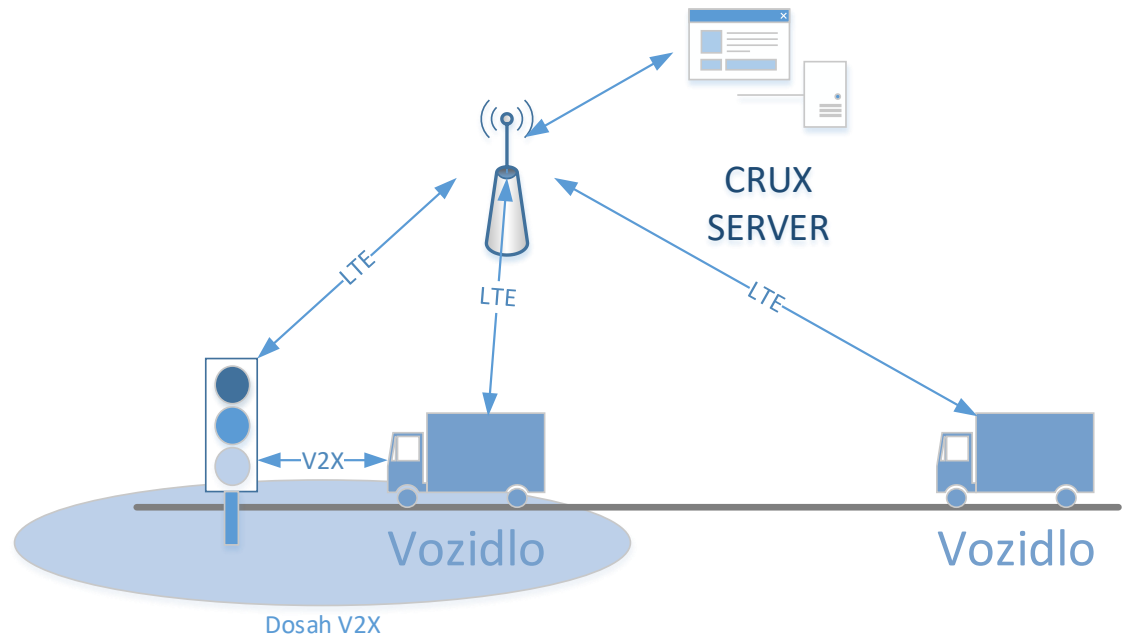
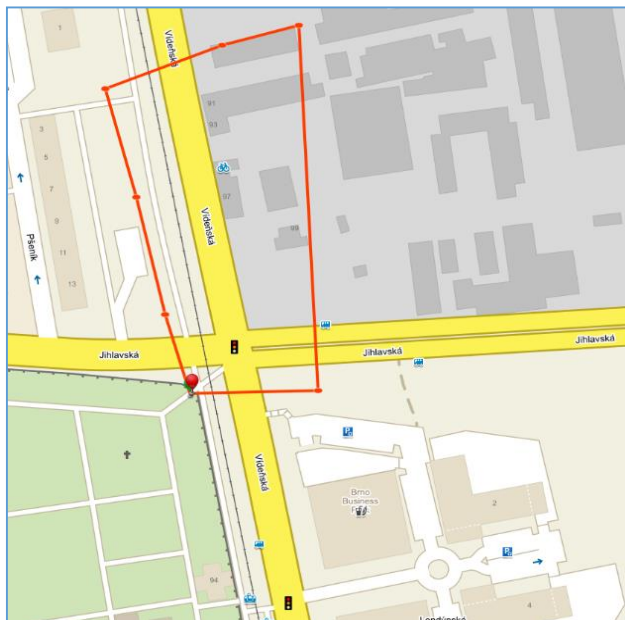


# Nová komunikace s řadičem SZZ – V2X

Komunikace se řadičem SZZ je řešena na třech úrovních:

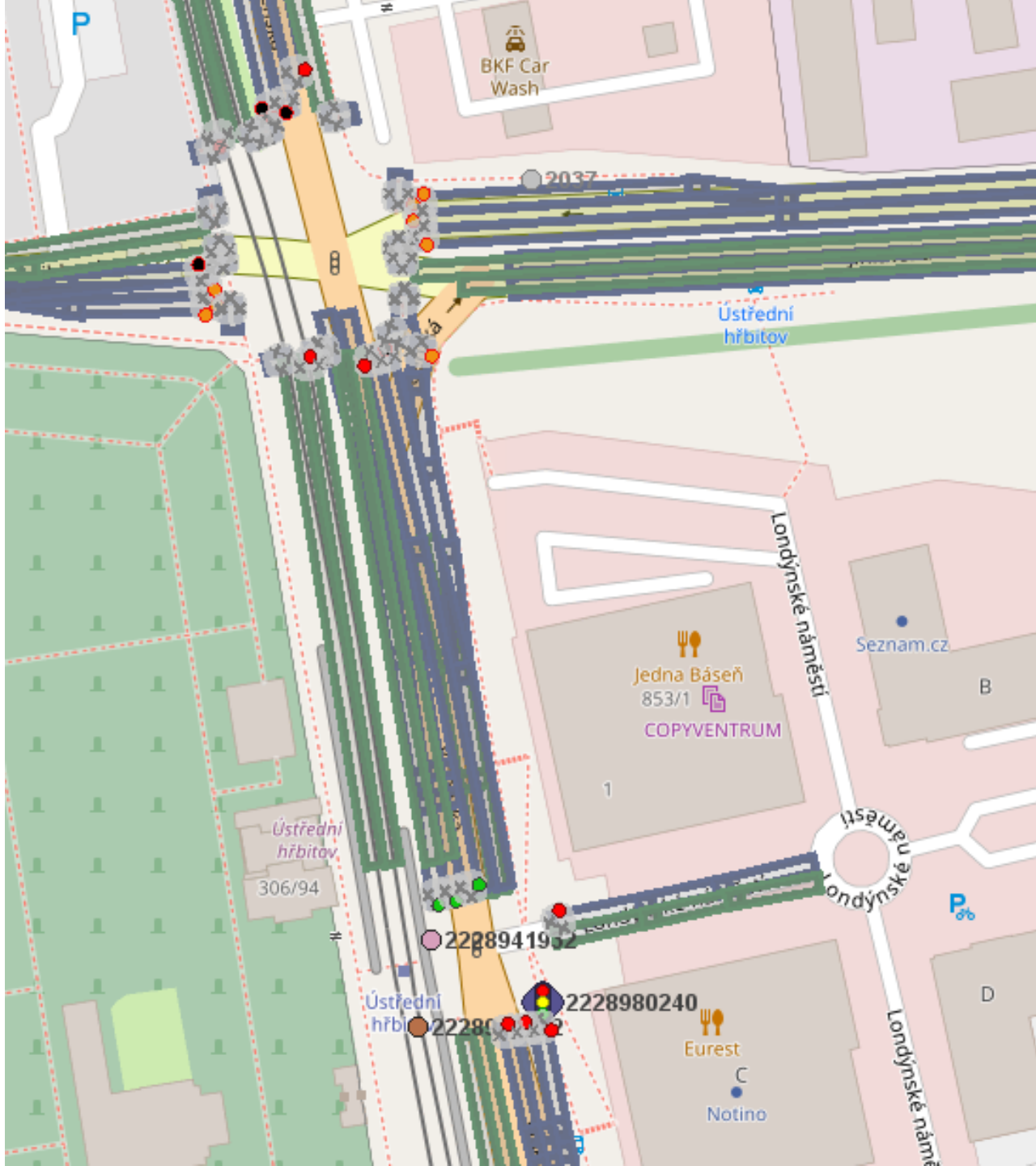
- ❑ na úrovni vozidla – nutno definovat body komunikace s řadičem křižovatky,
- ❑ na úrovni přípravy dat, kdy je nutno v grafickém prostředí připravit jednotlivé kontrolní body (přihlášky, odhlášky a staničení),
- ❑ na úrovni křižovatky – úprava jejího chování dle potřeby vozidel – *není součástí tohoto projektu.*

Společným průsečíkem je komunikační protokol mezi vozidlem a řadičem. Při použití V2X komunikace je komunikace s křižovatkou podpořena komunikací LTE. Polygony jsou připravovány v SW CRUX.



# Princip preference veřejné dopravy

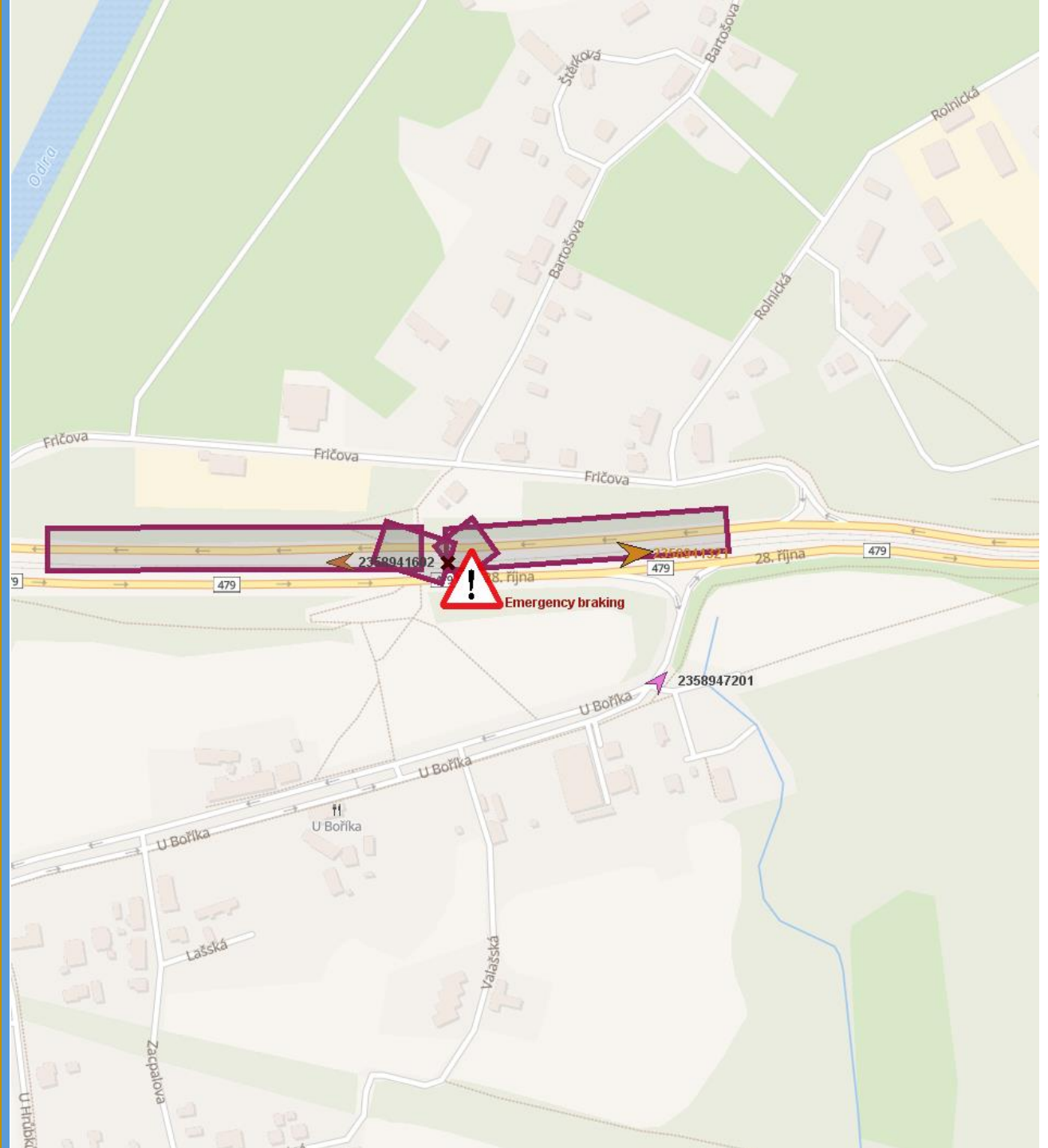
Ukázka toho, co vidí vozidlo na křižovatce vybavené V2X technologií.



# Varování řidičů

- Mezi vozy veřejné dopravy navzájem:

- Prudké brzdění
- Hrozící vzájemná srážka
- Kluzká vozovka





# Ukázka priority MHD v DPMB

## Incoming ITS messages overview

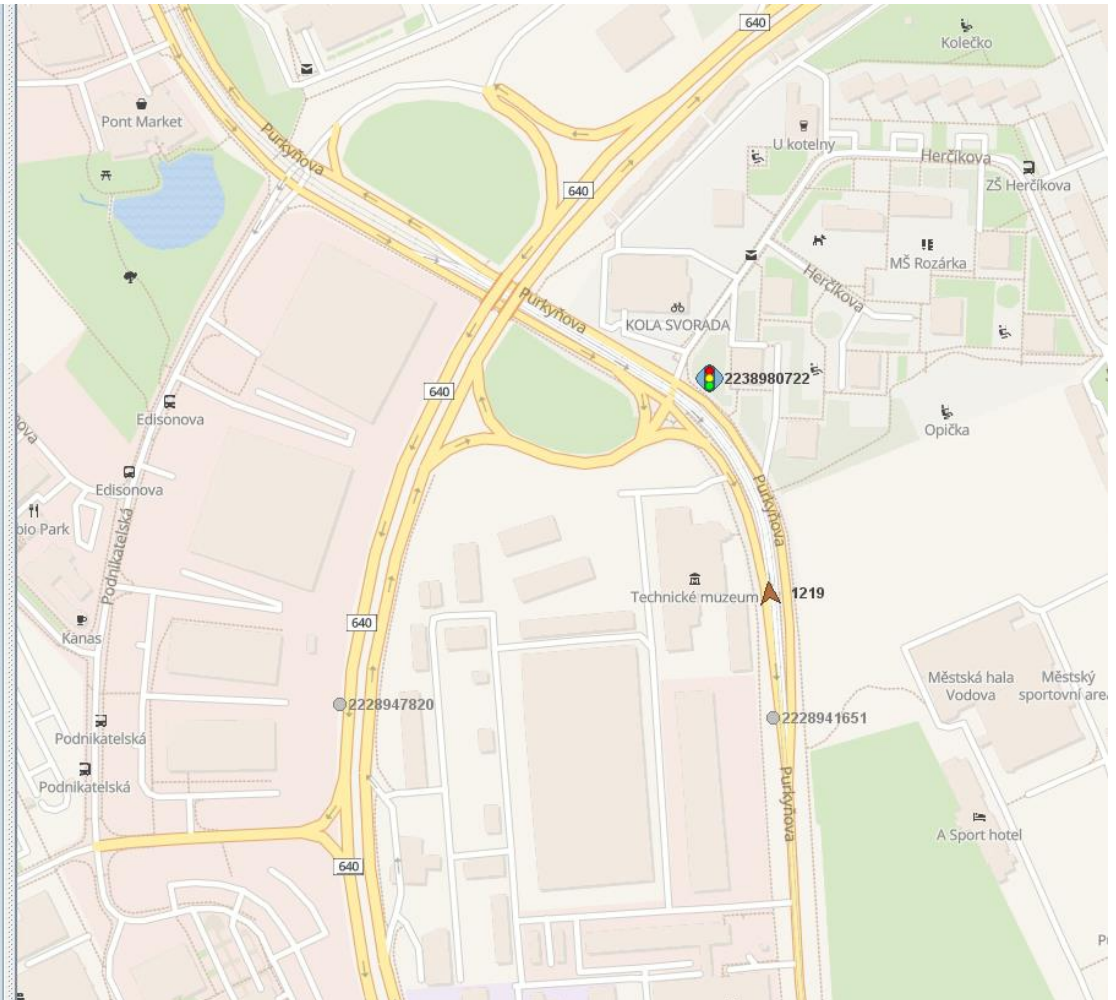
Link I...	Type	Station ID	Structure	Secured	Ver. msg	Ver. cert	UTC
UDP...	CAM	1219	B,HF(veh),LF(veh),S...		Unsecured	notSpecified	15:17:10.849
UDP...	CAM	2228941624	B,HF(veh),LF(veh),S...		Unsecured	notSpecified	15:17:10.763
UDP...	CAM	2228941732	B,HF(veh),LF(veh),S...		Unsecured	notSpecified	15:17:10.385
UDP...	CAM	1219	B,HF(veh)		Unsecured	notSpecified	15:17:10.259
UDP...	CAM	2228941624	B,HF(veh)		Unsecured	notSpecified	15:17:10.049
UDP...	CAM	2228941624	B,HF(veh)		Unsecured	notSpecified	15:17:09.943

## Outgoing ITS messages overview

Link I...	Type	Station ID	Structure	Secured	Ver. msg	Ver. cert	UTC
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:10.543
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:09.543
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:08.543
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:07.543
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:06.544
UDP...	CAM	2238980722	B,HF(rsu)		Unsecured	notSpecified	15:17:05.543

## Vehicles and RSUs list

Station ID	Type	Role	Distance	Last update
1219	Tram	publicTransport	141.97	0s ago
2228941620	Tram	publicTransport	573.69	14s ago
2228941624	Tram	publicTransport	517.57	0s ago
2228941651	Tram	publicTransport	221.23	1m 11s ago
2228941732	Tram	publicTransport	496.96	0s ago
2228942029	Bus	publicTransport	497.67	40s ago
2228947820	Bus	publicTransport	314.15	1m 20s ago



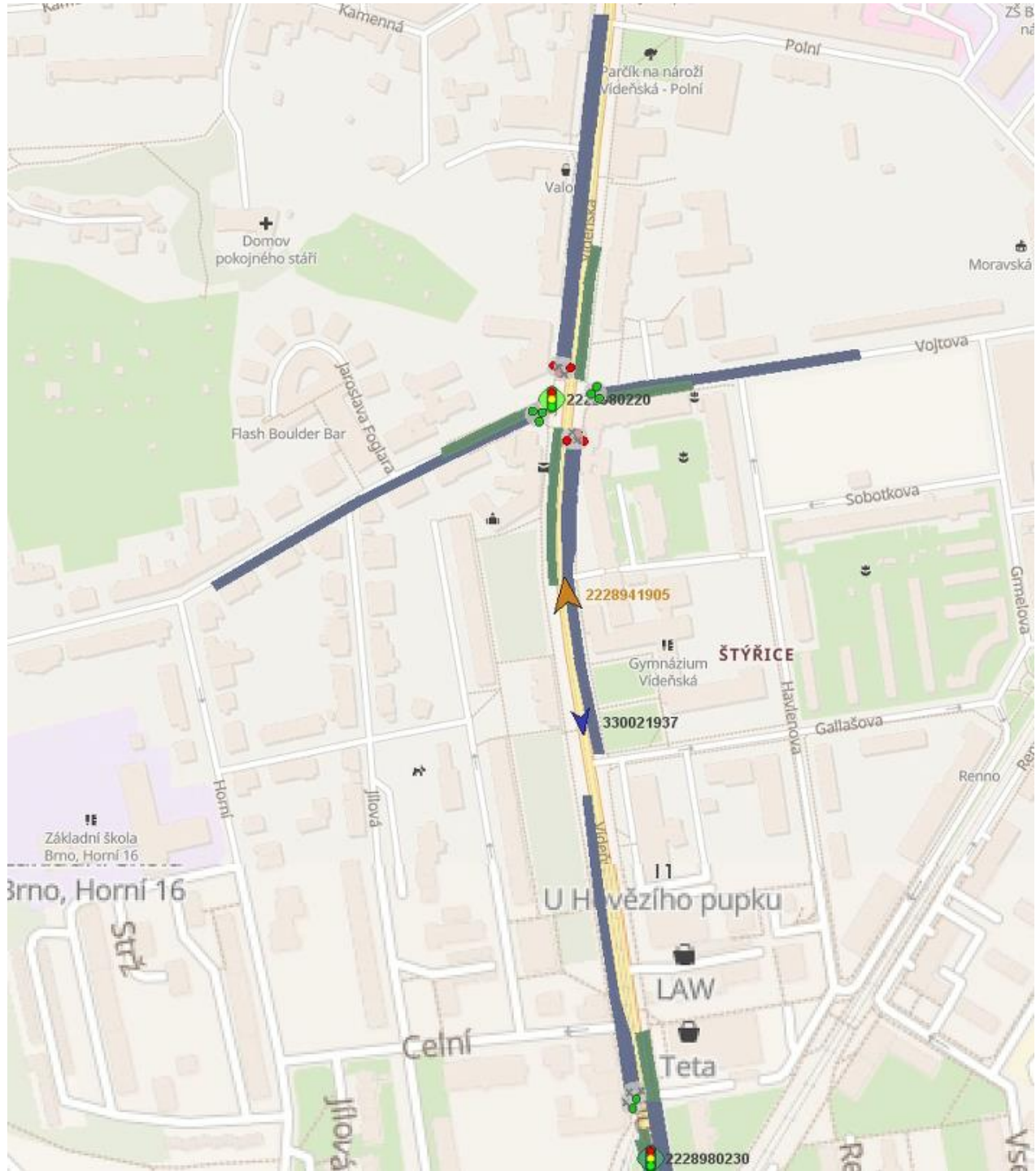
## Co vidí vozidlo MHD

Obousměrná komunikace –  
vůz žádá, řadič odpoví a  
informuje o stavu

Odzkoušeno v reálu:

- v Brně – ostrý provoz, zatím na jedné křižovatce
- v Ostravě - krátkodobý test, včetně „staničení“ a zobrazení na PP
- vždy plně nahrazuje předchozí radiovou komunikaci bez změny řadiče

Podpora na straně řadičů –  
Cross, Siemens, ...



Nový typ preference včetně staničení.

The screenshot shows a GIS application interface. On the left, there are several data tables. The top table has a header 'Link layer timestamp' and contains five rows of timestamps. Below it is another table with a header 'Link layer timestamp' and five rows of 'sec OFF' entries. At the bottom left, a table with columns 'Distance fro...' and 'RelevanceTraffic...' shows two rows of data. The main part of the interface is a map of Třebovice, showing streets like 'Marmáskáva', 'Heyrovského', and 'Náměstí Družby'. A red triangle on the map indicates a 'Stationary public transport' location. On the right side, a vertical list of data entries is visible, including '2X DENM 2358941256' and '2X CAM 2358941256'.





**Vozidlo (OBU)**

# Typy jednotek

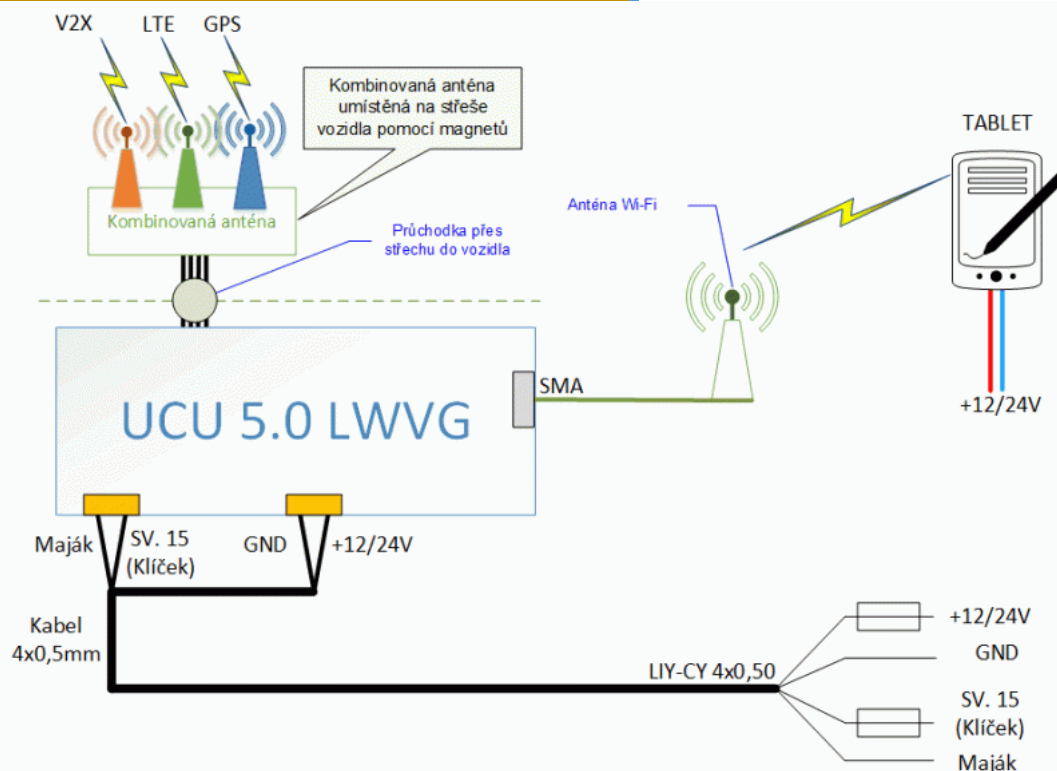
**Stacionární jednotka (RSU)**



# Elektronická dopravní značka

Možnost definovat  
oblasti s platností dané  
značky nebo textu

Platí pouze pro určené  
typy vozidel (tramvaj)



## Omezení rychlosti



## Textová informace



# Celkem nasazeno



kolem 1500 vozidel s V2X (autobusy, tramvaje,  
trolejbusy, osobní vozy, nákladní vozy, přívěsy)  
+ dnes 2 hasičská auta



kolem 30 kusů - RSU dálnice či vozovny  
více jak 90 kusů – RSU křižovatky



**Děkuji za pozornost**

**Ing. Ivo Herman, CSc.**

[www.herman.cz](http://www.herman.cz)

[iherman@herman.cz](mailto:iherman@herman.cz)

**Herman**  
elektronika

**Herman**  
systems



**Nečekáme, jsme vždy napřed**

**Navštivte na stánku –  
hala 3 – stánek B12**