

A man in the foreground is holding a white HTC smartphone, taking a photo of a woman in the background. The woman is smiling and looking towards the camera. They are outdoors, possibly at a social gathering or picnic, with other people and greenery visible in the background. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

ÚVOD DO PROBLEMATIKY POKRYTÍ VLAKŮ OSOBNÍ DOPRAVY SIGNÁLEM MOBILNÍCH OPERÁTORŮ

Karel Mikuláščík



LIFE IS FOR SHARING.

ÚVOD

- Vzrůstající důležitost osobní železniční dopravy
- Nové/modernizované soupravy, ucelené vlakové jednotky
- Masový nárůst využití datových služeb ve společnosti
- Využití možnosti pracovat ve vlaku
- **V řadě vlaků není na části trasy možné telefonovat/využívat datové služby**
- Nedostupnost signálu ve vlacích není možné paušalizovat
- Problémy s nedostupností signálu ve vlacích nejsou jen záležitostí mobilních operátorů
- Finančně opodstatněné řešení dostupnosti služeb mobilní komunikace v kooperaci mobilních operátorů, provozovatelů železniční dopravy a Správy železniční a dopravní cesty



POKRYTÍ MOBILNÍCH SÍTÍ VE VLACÍCH – OMEZUJÍCÍ FAKTORY

- Obecně horší pokrytí okolí tratí – infrastruktura na ně primárně necílí jako je tomu u silnic
- Vedení železničních tratí v hlubokých terénních zářezech, lesích, tunelech
- Železniční osobní vagon = faradayova klec + okna s termálními (pokovenými) skly/skly s foliemi
- Možné rušení od technologických zařízení – měniče, komunikační sběrnice, pomocné pohony
- V ucelených elektrických jednotkách – distribuované pohonné jednotky po celém vlaku
- Rozmanitý vozový park dopravců = co typ vozu/podtyp rekonstrukce – to jiné útlumy
- Vagóny zahraničních dopravců
- Slabý signál = špatné využití radiové kapacity základnové stanice



PÁTEŘNÍ SÍŤ ŽELEZNICE V ČESKÉ REPUBLICE

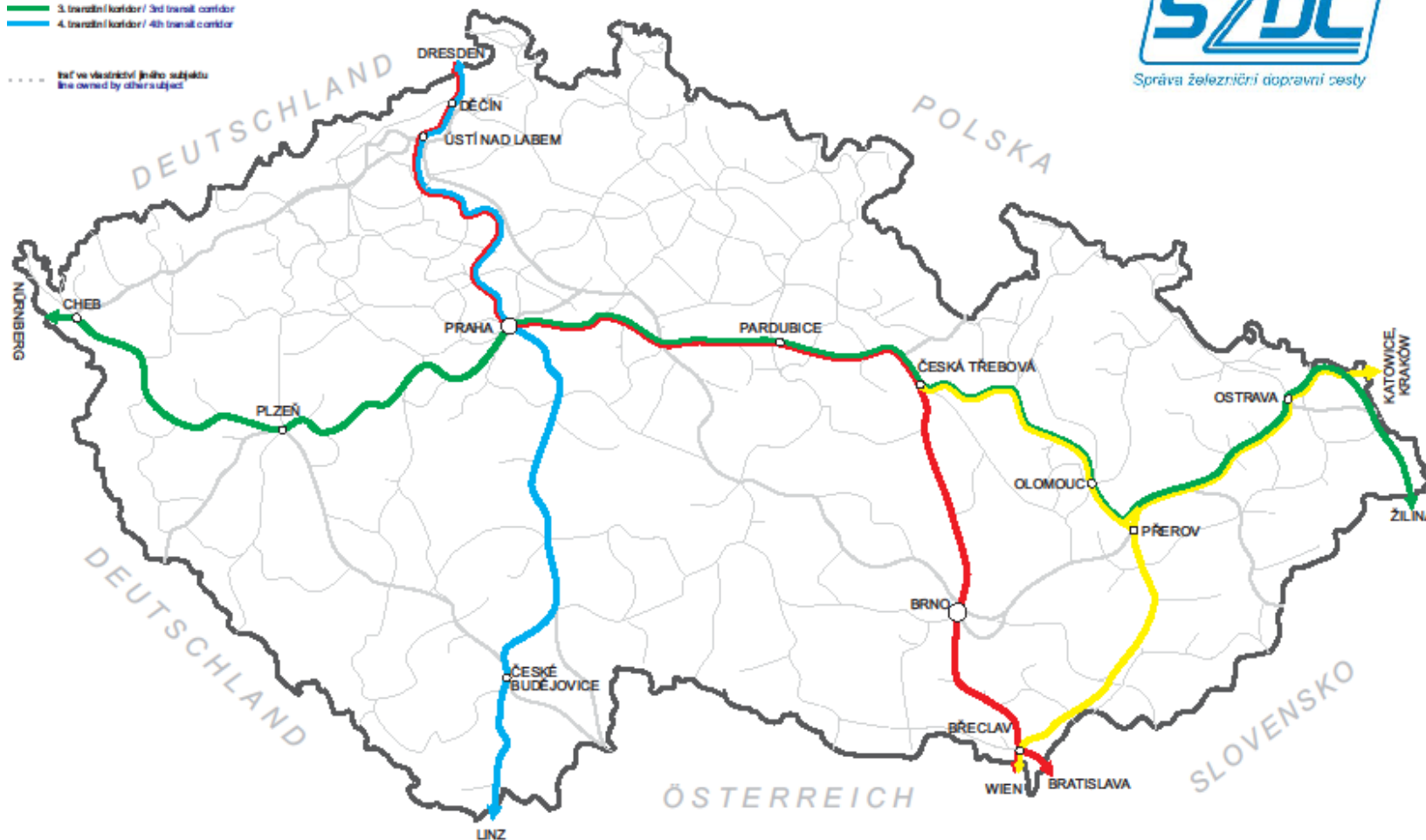
Tranzitní koridory / Railway transit corridors

- 1. tranzitní koridor / 1st transit corridor
- 2. tranzitní koridor / 2nd transit corridor
- 3. tranzitní koridor / 3rd transit corridor
- 4. tranzitní koridor / 4th transit corridor

..... trať ve vlastnictví jiného subjektu
line owned by other subject



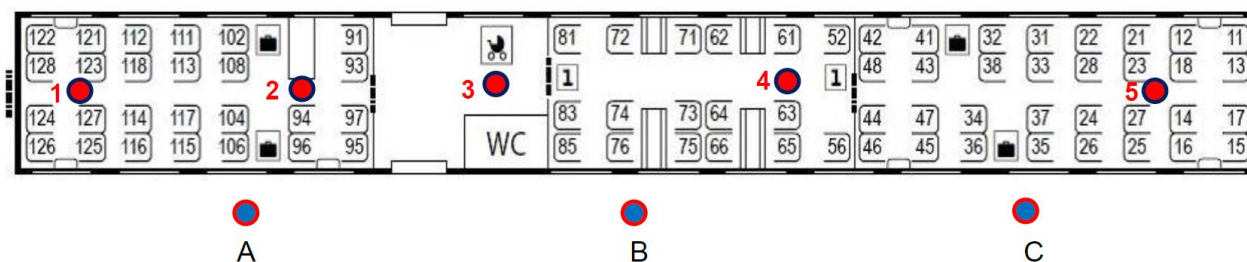
Správa železniční dopravní cesty



© Eg. Pavel Fichtel, P.Č.D.

MĚŘENÍ MOBILNÍCH SÍTÍ VE VLACÍCH I.

- Referenční měření úrovně signálu na tratích vně vlaku – antény na střeše vlaku
 - ☐ Získání informace o signálu pro dopočítání úrovně uvnitř různých vlaků
 - ☐ Je k dispozici dostatečná úroveň signálu pro případné použití systémů pro dokrytí vlaků?
- Měření útlumu šíření signálu do různých typů osobních železničních vozů
 - ☐ Srovnání různých typů vozů – minimální/maximální/střední hodnoty útlumu
 - ☐ Možnost dopočítat úrovně signálu v různých vozech na různých místech na trati



VÝSLEDKY MĚŘENÍ ÚTLUMU SIGNÁLU DO VOZŮ: ČTÚ

- Zpráva o výsledcích měření útlumu stěn železničních vozů pro signály mobilních sítí – ČTÚ, březen 2016
- Měření vybraných železničních vozů/elektrických jednotek

Typ měřeného vozu/Střední hodnota útlumu [dB] v pásmu systémů	LTE 800	GSM + LTE 900	LTE 1800
vůz řady 662 soupravy InterPanter	20	20	12
vůz řady 642 soupravy RegioPanter	25	20	15
vůz typu ABpee347	15	20	20
vůz typu Bdtee276	12	10	12
vůz Bmpz891 soupravy Railjet	25	25	20
vůz 071 soupravy City Elephant	12	15	17
vůz Bmz241 (oddílový vůz)	45	42	35
vůz Bmpz73 soupravy SC Pendolino	22	25	22
vůz Bdmpee233	30	25	30

⇒ rozdíly útlumů mezi jednotlivými typy vozů až cca **30 decibelů!!!**

PŘÍKLAD: ZASTOUPENÍ TYPŮ OSOBNÍCH VAGÓNŮ ČD

označení	počet	označení	počet	označení	počet	označení	počet
B249	247	Bee273	34	Bmz241	15	A149	43
Bdmtee281	126	Bdtn757	33	Bmz225	14	Aee145	12
Bdmtee275	83	Btn753	32	Bmz232	13	Ampz143	11
Bdt280	78	Bfhpvee295	31	Bmz229	12	Apee139	10
B256	74	Bee272	29	B251	12	Aee140	10
Bdt279	72	Btx763	29	Bdtee286	12	Ampz146	9
Bbdgmee236	64	Bmpz891	28	Bdmteeo296	12	Aee142	5
Bdtn756	64	Bmz234	27	Bftn791	11	Amz138	4
Bdpee231	62	Bmz245	26	Bdmpz227	9	WLAB822	15
Bd264	47	Bdtee276	26	Bhmpz228	9	WLABmz826	12
Bdmpee233	40	Bdtax785	21	Bmto292	9	WLABmee823	9
Bee238	40	Bmz226	20	Bfbrdtn794	8	WRmee816	18
Bt283	39	Bmz235	20	Bee243	7	WRmz815	10
Bt278	37	Bdt262	19	Bdtee287	7	BDs450	86
Btax780	37	Bmx765	18	Btee289	7	BDtax782	69
Bpee237	34	Bdmteeo294	16	Bdtx766	7	BDs449	54

V tabulce cca 2100 vozů - 1., 2. třídy, jídelní, lůžkové

Nezmiňuje vozy elektrických a ucelených jednotek a vozy speciální



LIFE IS FOR SHARING.



PŘÍKLAD: TYPY OSOBNÍCH VAGONŮ PRAHA - PARDUBICE



LIFE IS FOR SHARING.

+ RegioJet – minimálně 7 typů



MĚŘENÍ MOBILNÍCH SÍTÍ VE VLACÍCH II.

- **Měření úrovně signálu – LTE (RSSI, RSRP, RSRQ, SINR)**

Scannerová měření, Idle měření

⇒ Kde plánovat nové BTS, provést případné změny na BTS

- **Testy hlasových a datových služeb**

Sestavování hovorů, přenosy dat podle typizovaných scénářů

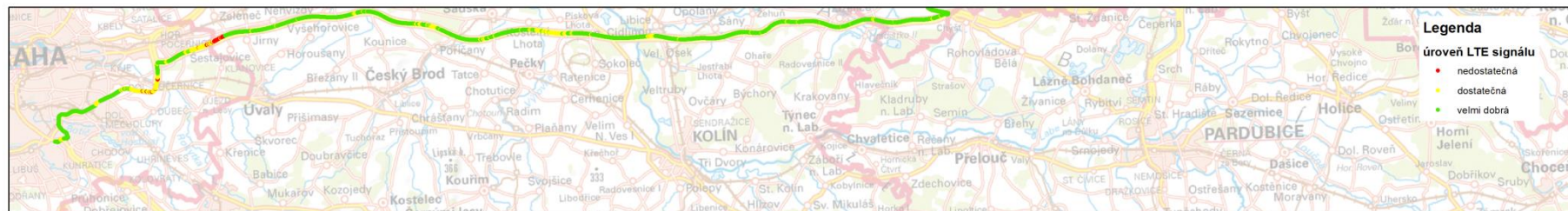
⇒ Optimalizace relací a parametrů v síti

- Výsledky velmi závisí na typu vagonu
- Výsledky silně závisí na umístění a směřování terminálu
- Výsledky blízké subjektivnímu vnímání cestujícími

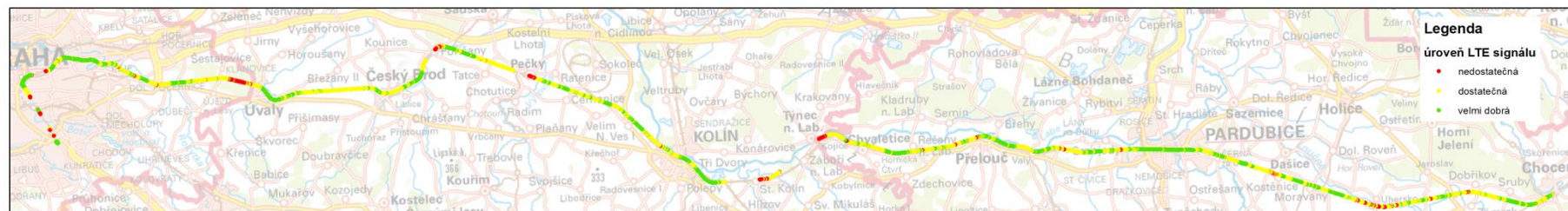


POROVNÁNÍ ÚROVNÍ SIGNÁLU – VLAK VS. AUTOMOBIL

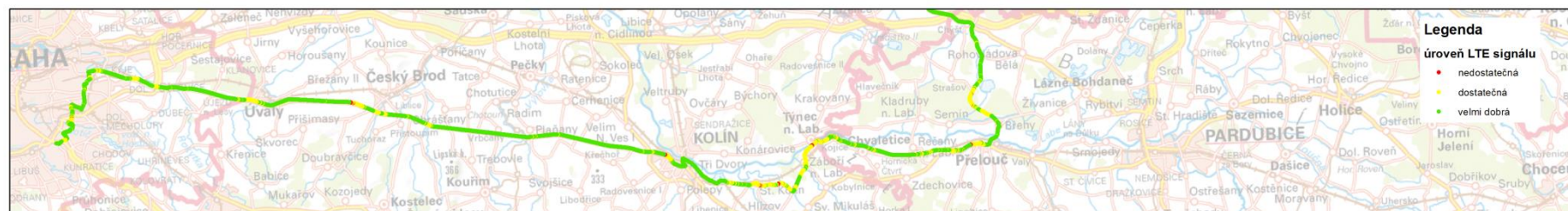
Automobil – D11, telefon v držáku na předním skle



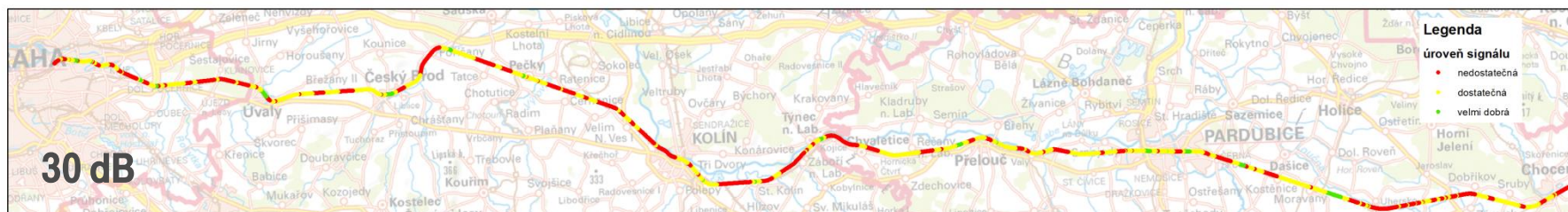
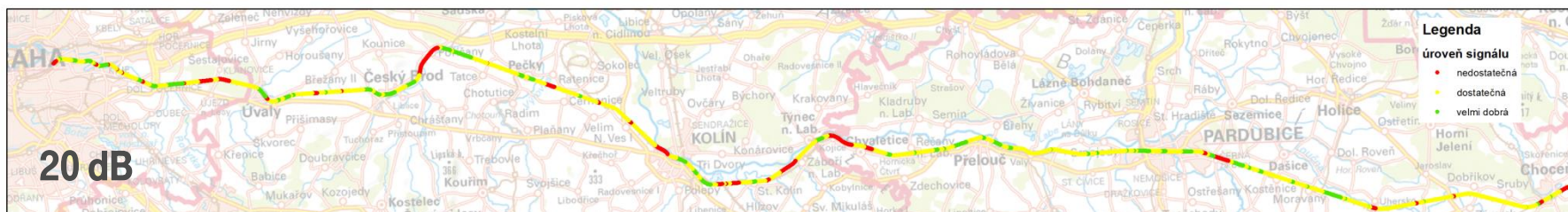
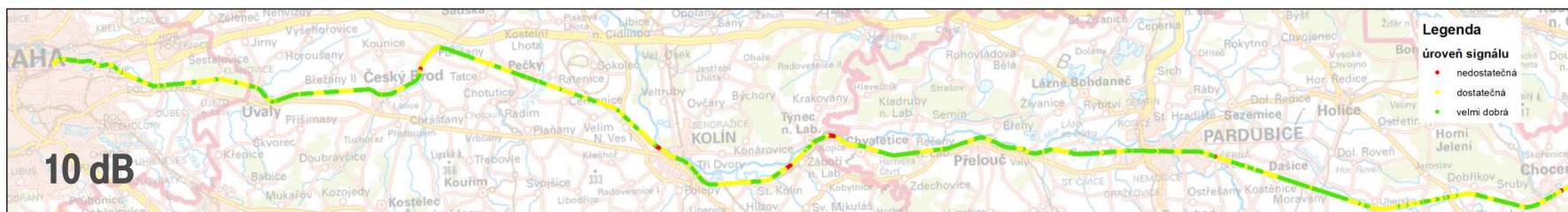
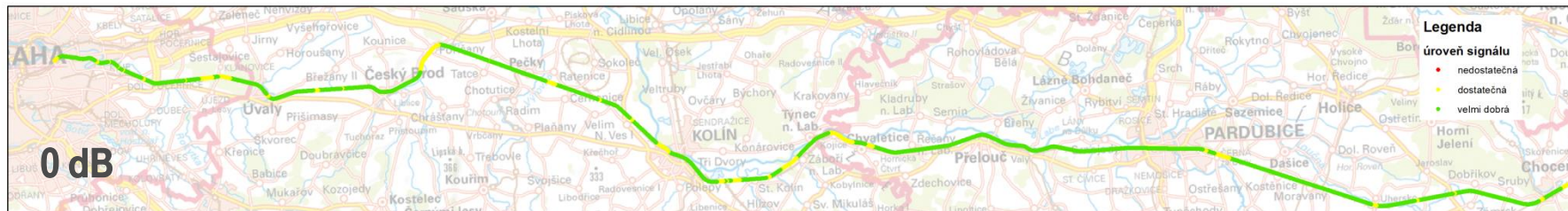
Vlak InterPanter 1. koridor, telefon na stolečku pod oknem



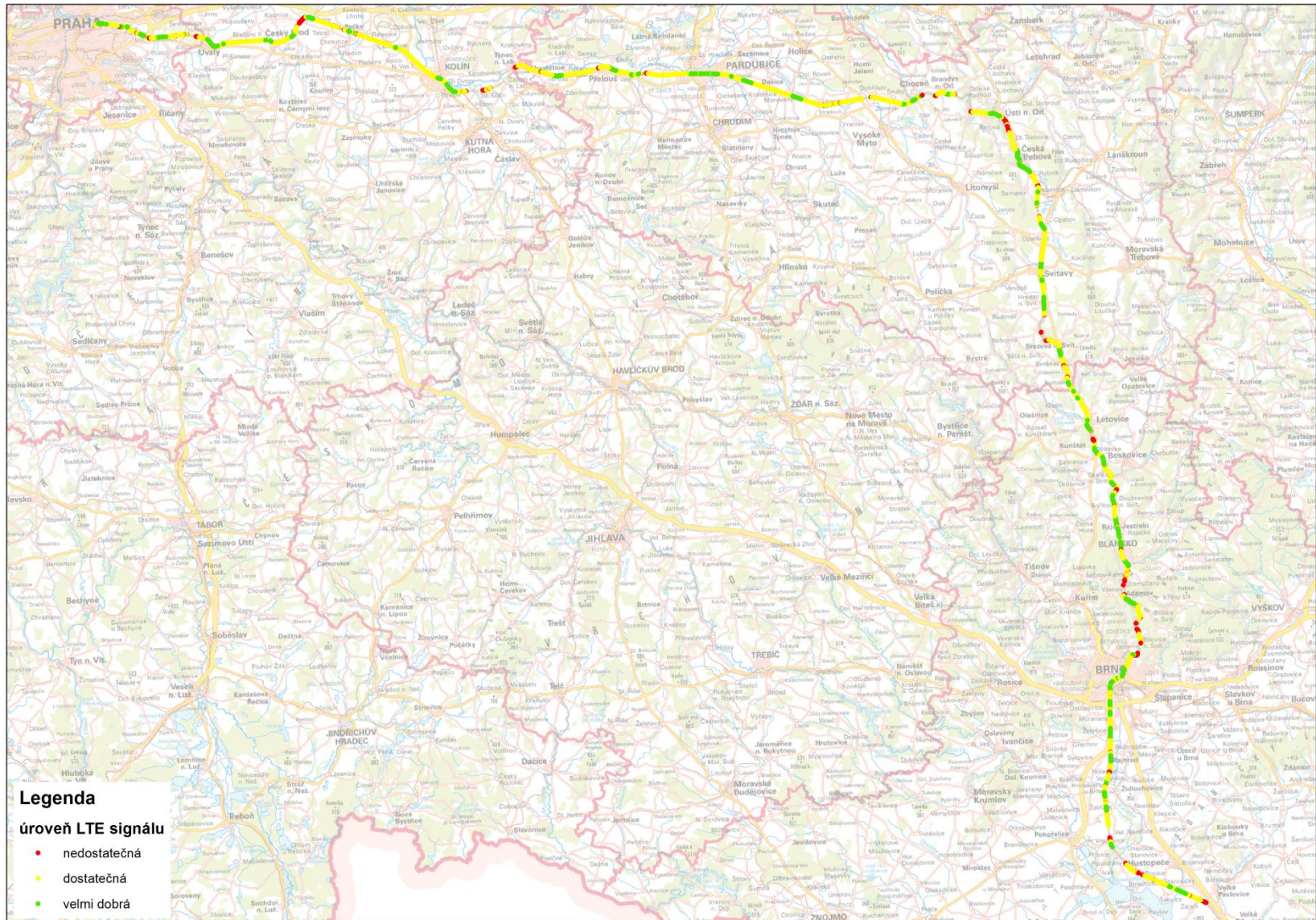
Automobil – podél trati nebo I/12, telefon v držáku na předním skle



POROVNÁNÍ ÚROVNÍ SIGNÁLU VE VLAKU PRO RŮZNÉ HODNOTY ÚTLUMU



MĚŘENÍ ÚROVNĚ SIGNÁLU LTE V RAILJETU – NA STOLKU



ROZDÍL ÚROVNÍ SIGNÁLU VE VAGONU S/BEZ FOLIE

- Vlák Praha – Děčín s „humanizovanými“ vagóny řady B, stejné typové označení
 - Rozdíl průměrných úrovní cca 10 – 15 dB
 - ČD 51 54 20 – 41 571 – 0 B249 – vyšší útlum
 - ČD 51 54 20 – 41 512 – 4 B249 – nižší útlum
- ⇒ Velmi odlišná zákaznická zkušenost



DOKUMENTACE CESTY DO PARDUBIC



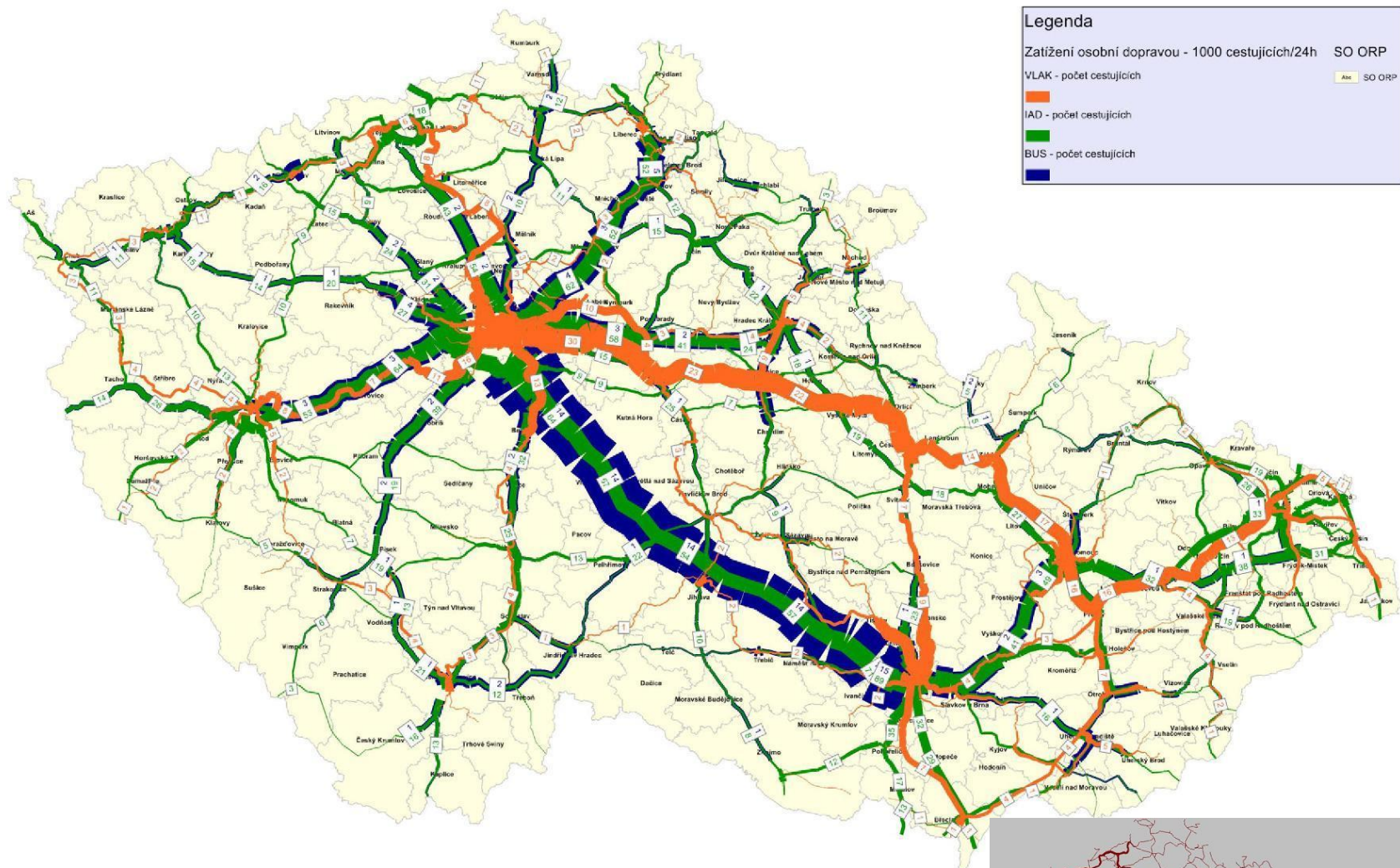
ŘEŠENÍ NEDOSTATEČNÉHO POKRYTÍ VLAKŮ

- Dokrytí míst s nedostatečným signálem i vně vlaku (desítky míst)
- Dokrytí tunelů a terénních zářezů (desítky míst)
- Masivní liniové dokrytí vybraných tratí (stovky – tisíce míst)
- Vlakové opakovače signálu
- Využití VoWi-Fi
- Kompromisní skla – pro budoucí rekonstrukce/novostavby
- Osvěta jak telefonovat ☺, tj. kde sedět, jak držet terminál, mít např. sluchátka

Ekonomika řešení

- Frekventované trati – pevná řešení na železniční infrastruktuře – podpora pohyblivých řešení
- Pohyblivá řešení – tam, kde je opodstatnění útlumu
- Soupravy vs. vozy

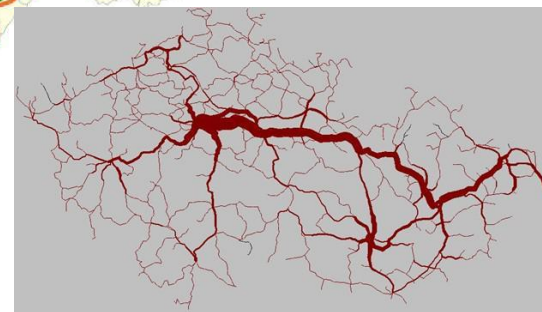
PŘEPRAVNÍ PROUDY OSOBNÍ DOPRAVY - ZATÍŽENÍ



Osobní doprava rok 2020

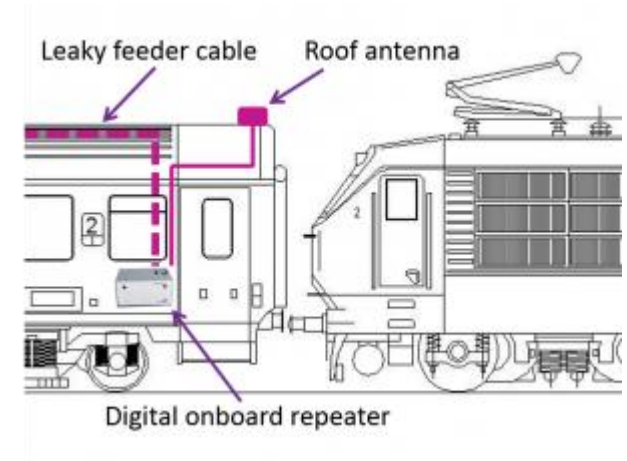


LIFE IS FOR SHARING.



VLAKOVÉ OPAKOVACHE SIGNÁLU

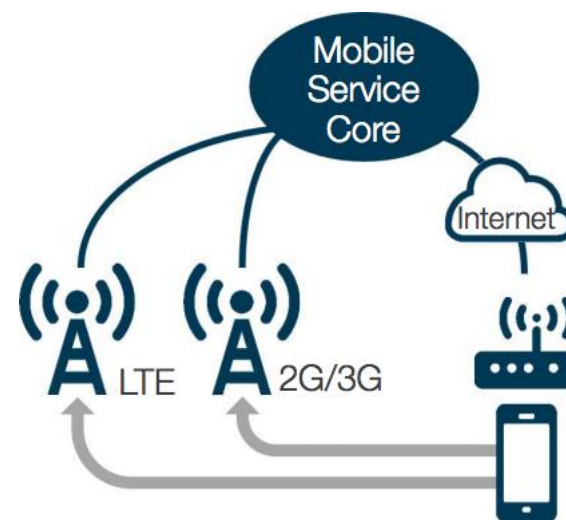
- Modul(y) pro každé pásmo (800/900/1800/2100/2600 MHz), omezení „Near – Far“ efektu
- Dynamická regulace zisku (velké kolísání úrovně signálu, různé úrovně od jednotlivých operátorů)
- Dostatečný signál vně vlaku
- Linkovací anténa na střeše vagonu
- Vnitřní pokrytí anténami/vyzařovacím kabelem



- Nákladné řešení – standardní souprava = 1x repeater /1 vagon, el. jednotky 1 x repeater/2 - 3 vozy
(cena cca 0,5 MKč)
- Údržba, dohled, vypínání/rekonfigurace na státních hranicích
- Riziko rušení mobilních sítí, PIM – pasivní intermodulace na zařízeních s mnoha kanály/systémy.
- Provozování jakéhokoliv opakovace signálu mobilních operátorů podléhá jejich schválení!!!

WI-FI SÍŤ, HOVORY PROSTŘEDNICTVÍM WI-FI VOLÁNÍ

- Univerzální řešení, relativně levné, již dostupné v různé kvalitě (rychlost/stabilita)
- Podmínkou je dostupnost dostatečného signálu mobilních operátorů vně vlaku
- Možnost kombinování konektivity více mobilních operátorů
- Zatím málo terminálů podporující služby Vo-WiFi, většinou přístroje vyšší třídy
- Řešení je možné rozšířit o Femtocely mobilních operátorů



ZÁVĚR

- U velké části vozového parku dopravců nemáme přesnou informaci o útlumech šíření signálu do železničních vozů
- Řešení vnitřního pokrytí – kombinace stacionárních a mobilních prvků
- Se vzrůstajícím počtem realizací se jedná o velmi nákladná řešení
- Univerzální řešení s Wi-Fi a voláním Wi-Fi, zřejmě nejefektivnější cesta
- Doporučení pro výrobu/modernizaci – kompromisní skla do oken
- Návyky cestujících s mobilním telefonem 😊

ODKAZY

<http://www.zelpage.cz/>

<http://www.atlasvozu.cz/>

<https://www.ctu.cz/mereni-pokryti-zeleznice>

<http://www.gsmweb.cz>

<https://www.svetandroida.cz/>

<https://dotekomanie.cz/2014/08/netmonster-predstavujeme/>



Děkuji za pozornost!



LIFE IS FOR SHARING.

