



Č e s k ý t e l e k o m u n i k a č n í ú ř a d

se sídlem Sokolovská 219, Praha 9

poštovní přihrádka 02, 225 02 Praha 025

Čj. ČTÚ- 49419/2021-622LES

Praha 8.listopadu 2021

Z P R Á V A

**o výsledcích měření pokrytí tranzitních železničních
koridorů ČR signály mobilních sítí**

1. Úvod

Český telekomunikační úřad (dále také „Úřad“) provedl v průběhu měsíce července 2021 kontrolní měření pokrytí tranzitních železničních koridorů ČR signály mobilních radiokomunikačních sítí (GSM a LTE). Měření byla provedena zaměstnanci Odboru kontroly (Oddělení technické podpory Brno) ve spolupráci se společností Správa železnic.

1.1 Cíle kontrolního měření:

- zjistit stávající pokrytí železničních koridorů signálem mobilních radiokomunikačních sítí (GSM a LTE) všech operátorů v návaznosti na požadavky uvedené v „Příloze 3 k vyhlášení výběrového řízení za účelem k udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné telekomunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz“ a tyto informace poskytnout široké veřejnosti.
- kontrola splnění rozvojových kritérií, ke kterým se vítězové výběrového řízení na udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění vysokorychlostní veřejné komunikační sítě LTE v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz zavázali. Tímto závazkem je do 5 let (2019) pokryt 50 % z celkového rozsahu železničních tranzitních koridorů, resp. do 7 let (2021) pokryt 100 % železničních tranzitních koridorů ČR, přičemž dle výše uvedené Přílohy 3 se pokrytím rozumí dostupnost služby v 80 % Úřadem definovaných čtverců 100x100 m, které koridor protíná.

1.2 Objekt kontrolního měření:

Objektem kontrolního měření byla celá síť tranzitních železničních koridorů na území ČR (mapa měřené železniční sítě je přiložena v kapitole 3.1):

1. tranzitní koridor: Děčín – Praha Holešovice – Pardubice – Brno – Břeclav
2. tranzitní koridor: Petrovice u Karviné – Ostrava Hl. n. – Přerov – Břeclav
3. tranzitní koridor: Cheb – Plzeň – Praha – Přerov – Ostrava – Mosty u Jablunkova
4. tranzitní koridor: Děčín – Praha – České Budějovice – Horní Dvořiště

Specifikem pro dostupnost signálů mobilních radiokomunikačních sítí na železničních koridorech není jenom vlastní pokrytí železničního koridoru signálem mobilních sítí (podle podmínek výběrového řízení jsou definovány parametry signálu na střeše vozu, v tomto dokumentu uváděno jako pokrytí „outdoor“), ale významnou roli v dostupnosti signálu pro účastníka-cestujícího mají vlastnosti železničního vozu resp. jeho útlumu, kterým zeslabuje signál uvnitř vozu (v tomto dokumentu uváděno jako pokrytí „indoor“). Z tohoto důvodu bylo už při prvním měření v roce 2016 nedílnou součástí i ověření útlumu nejčastěji používaných typů železničních vozů. Detailní výsledky měření útlumu železničních vozů jsou uvedeny [zde](#).

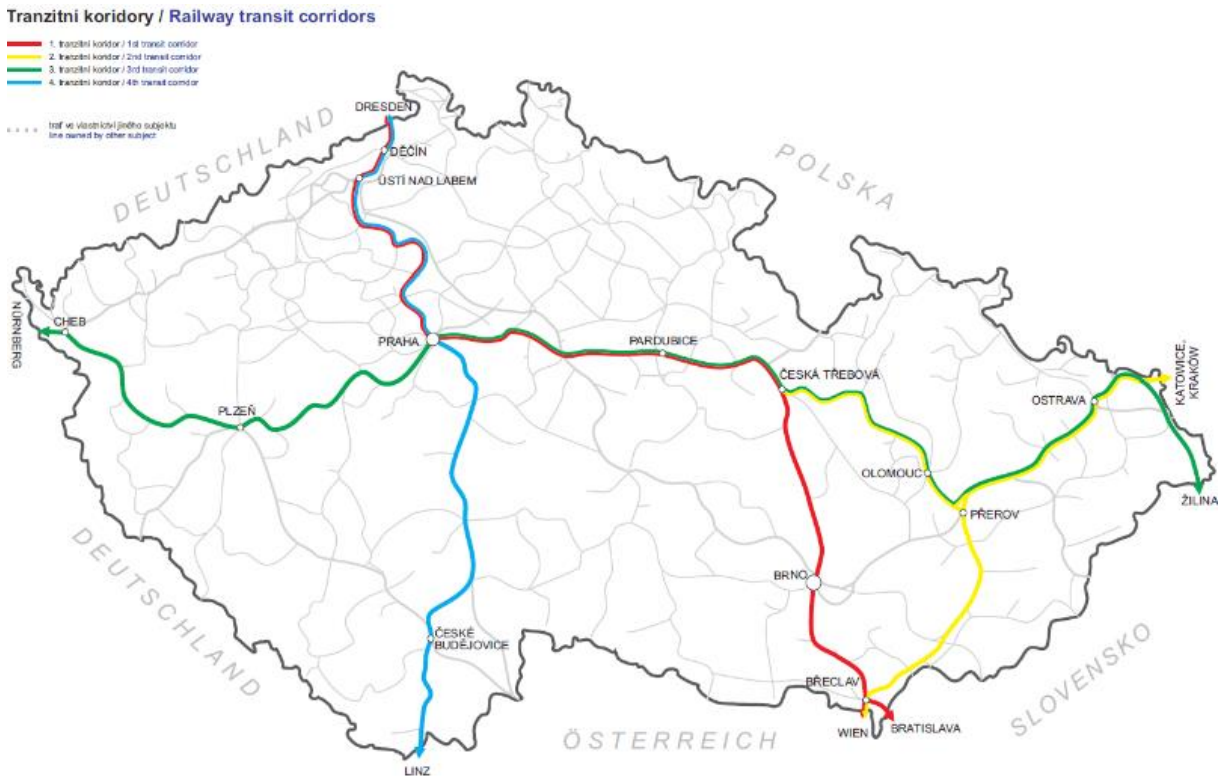
2. Měření pokrytí železničních koridorů

2.1 Organizace měření

Pro objektivní posouzení pokrytí železničních koridorů ČR byla provedena následující měření:

- měření pokrytí signály mobilních sítí za jízdy po železničním koridoru se záznamem naměřených hodnot rádiových parametrů všech dostupných GSM kanálů v pásmu 900 MHz a 1800 MHz.
- měření pokrytí signály mobilních sítí za jízdy po železničním koridoru se záznamem naměřených hodnot rádiových parametrů všech dostupných LTE pásem (800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz).
- měření pokrytí signály mobilních sítí za jízdy po železničním koridoru se záznamem naměřených hodnot datových parametrů dostupných LTE pásem (800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz).

Pro ověření reálného pokrytí železničních koridorů (obr. 1) mobilními radiokomunikačními sítěmi byla zvolena varianta měření v celé délce koridoru, kdy bylo měření prováděno v obou směrech jízdy.



Obr. 1: Měřená síť tranzitních koridorů ČR

2.2 Průběh měření

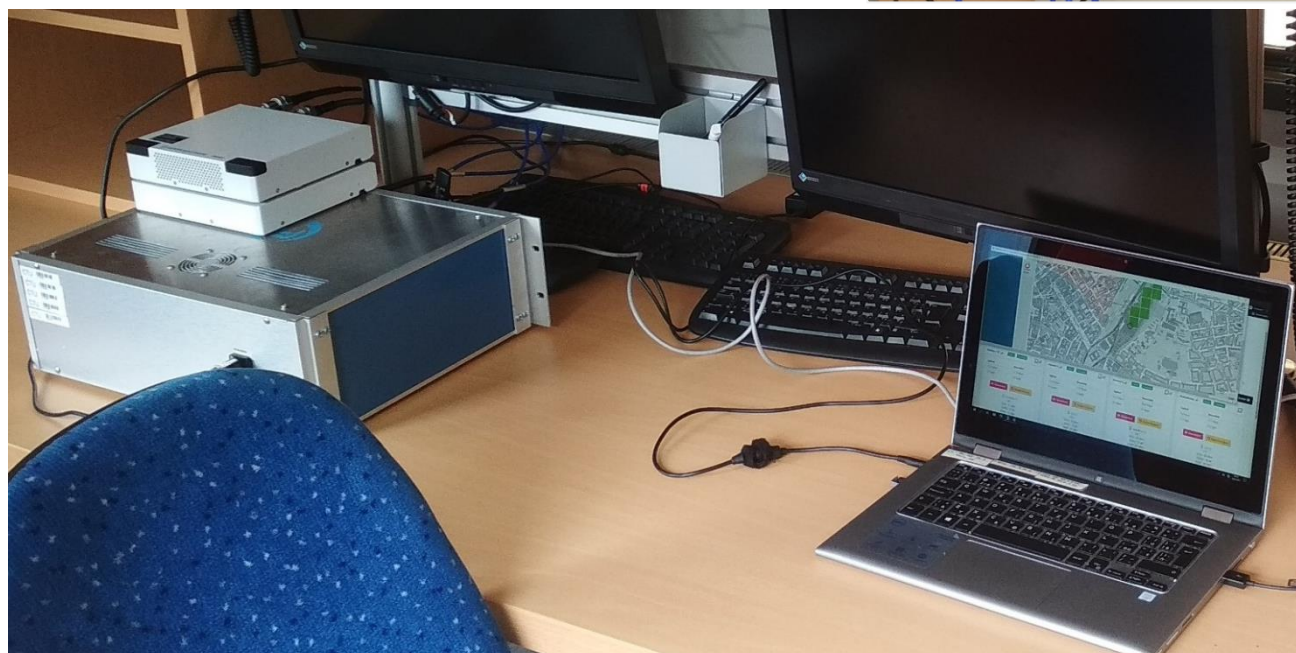
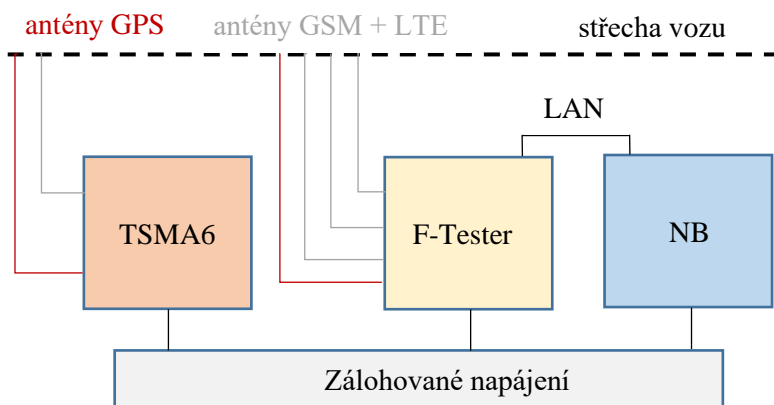
Pro vlastní realizaci měření pokrytí železničních koridorů bylo zvoleno následující řešení:

- Měřicí souprava byla instalována v pronajatém železničním motorovém měřicím voze ERTMS, který má na střeše 17 antén pro měření úrovní rádiových signálů.
- Jako měřicí antény byly využity antény pro pásma GSM a LTE (Kathrein Train Antenna 790 – 2700 MHz, 87010007), nainstalované na střeše měřicího vozu ERTMS ve výšce 4,5 metru, jinak využívané pro příjem těchto signálů v rámci komunikačního systému pro pokrytí vnitřního prostoru vozu. Technické parametry antén a jejich umístění je na následujícím obrázku č. 2.



Obr. 2: Motorový měřicí vůz ERTMS s použitými anténami

- Vlastní měřicí soupravu, umístěnou v měřicím voze ERTMS tvořil analyzátor mobilních sítí R&S TSMA6 se softwarem NESTOR 21.0, F-Tester 4drive-box pro měření datových parametrů, notebook pro vzdálené ovládání měřicích souprav a zálohované napájení viz obr. 3.



Obr. 3: Zapojením měřicích přístrojů (dole), propojení antén na střechu vozu (nahore vpravo), blokové schéma zapojení měřicí soustavy (nahore vlevo)

- V případě sítě GSM byla brána jako stěžejní hodnota PSCH (úroveň signálu) a současně C/I (odstup signál/šum). Pro posouzení pokrytí daného úseku koridoru signálem GSM byly při zpracování brány v úvahu vždy kanály s nejvyšší naměřenou hodnotou.
- V případě sítě LTE byl brán při zpracování v úvahu parametr RSRP (úroveň signálu) a současně parametr SINR (odstup signál/šum + interference).
- Četnost měření byla zvolena s periodou 1 vteřina, tzn. při maximální rychlosti měřicí soupravy 120 km/hod byly měřicí body od sebe vzdáleny cca 33 m, při průjezdu v obou směrech jízdy pak došlo k jejich vzájemnému proložení.

2.3 Vyhodnocení naměřených dat

Naměřená data byla zpracována standardním způsobem v tabulkové formě a pro informaci jsou v obrazové příloze uvedeny příklady statické vizualizace výsledků měření. Tabulka č. 1 udává procento pokrytí železničních koridorů ve formě jednotlivých úseků rozdělených po 250 metrech. Do každého takového úseku spadá větší počet bodů, z nichž je počítán průměr a dle výsledných hodnot (rádiových i datových limitů) je úsek považován za pokrytý nebo nepokrytý.

Tab. 1 Souhrnné výsledky pokrytí úseků železničních koridorů ČR signály systémů GSM a LTE (vně a uvnitř vozu)

	T-Mobile LTE		O2 LTE		Vodafone LTE		T-Mobile GSM		O2 GSM		Vodafone GSM	
	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor
Koridor	% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí	
1	94,23	81,07	93,71	82,25	97,94	86,78	100,00	96,67	100,00	97,22	100,00	97,28
2	88,48	75,80	90,21	80,91	96,72	81,20	100,00	98,11	100,00	98,03	100,00	96,77
3	90,33	74,98	92,36	79,08	96,29	79,12	100,00	96,25	100,00	95,85	100,00	95,46
4	97,13	80,72	95,42	82,01	98,43	86,20	100,00	98,63	100,00	98,97	100,00	98,15

Komentář k tabulce:

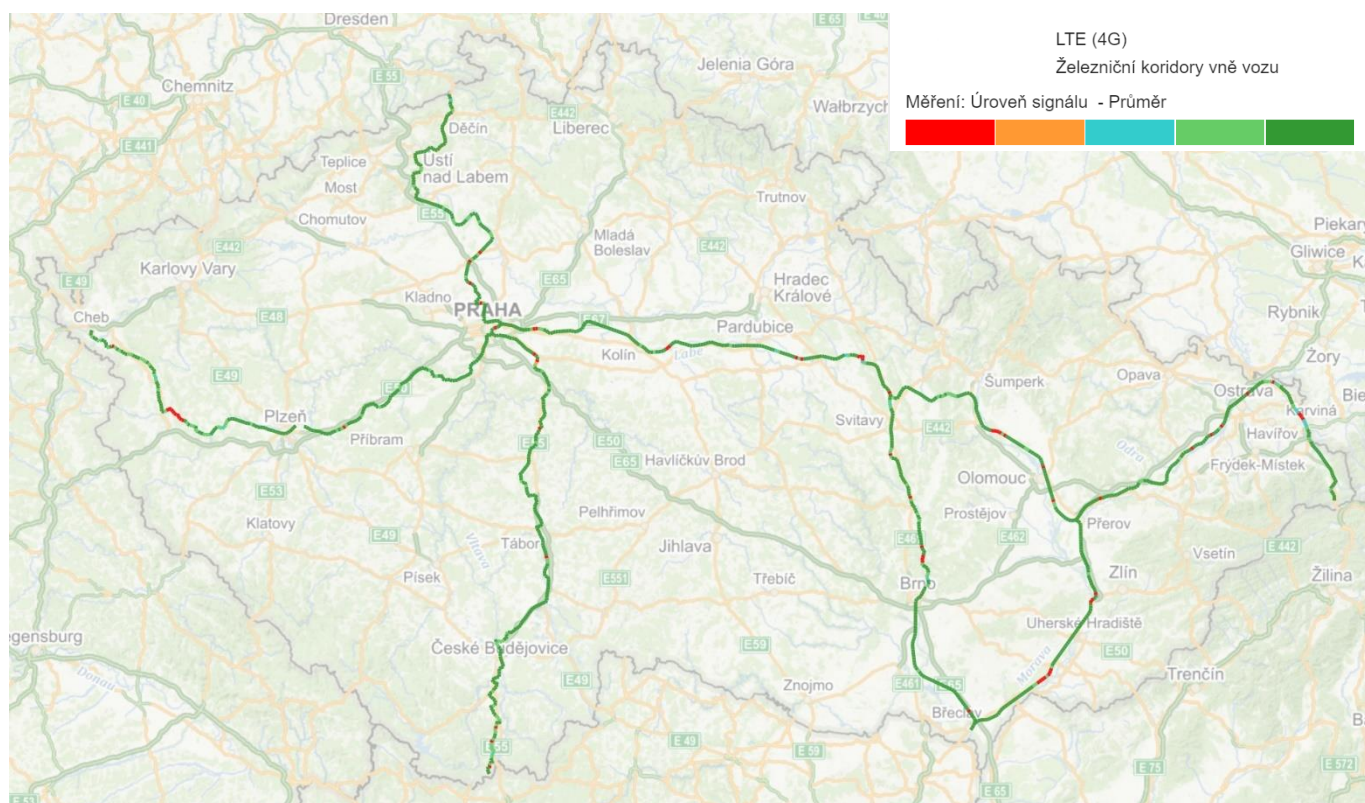
- **parametr pokrytí Outdoor (LTE):**
Limitní hodnota RSRP (výkon referenčního signálu) v pásmu 800 MHz pro pokrytí železničních koridorů dle Přílohy 3 aukce kmitočtů z roku 2013 je pro tento případ stanovena na -114 dBm, v pásmu 1800 MHz na -113 dBm a v pásmu 2600 MHz na -112 dBm (výška antény 4,5 m). Pro výpočet procentuálního pokrytí byl brán v úvahu i parametr SINR, jehož velikost má určující vztah ke skutečnému pokrytí (limitní hodnota pro všechny pásma je -5 dB). Dále byl zahrnut i datový parametr – rychlost stahování (Download) jehož limitní hodnota byla v době měření dle podmínek aukce 5 Mbit/s.
- **parametr pokrytí Indoor (LTE)**
Pro stanovení pokrytí uvnitř železničních vozů byl u naměřené hodnoty RSRP započítán útlum 25 dB (střední útlum železničního vozu 21 dB a dále korigováno pro výšku terminálu 1,5 m (4 dB)). Jako limitní hodnoty pro pokrytí uvnitř železničních vozů byly opět použity hodnoty pro pokrytí železničních koridorů dle Přílohy 3 aukce kmitočtů z roku 2013. V případě pokrytí interiéru železničního vozu přistupují mimo vlastní útlum vozu další degradující podmínky, často rapidně snižující možnost využití mobilní sítě. Skutečná dostupnost mobilních služeb je velmi závislá na typu vozu. Rovněž je nezanedbatelné postavení železničního vozu vůči směru na základnovou stanici mobilní sítě (BTS, NodeB, eNodeB), kdy průchodem přes několik překážek (stěn a vnitřních konstrukcí železničních vozů) může dojít k podstatnému zvýšení útlumu signálu a jeho kolísání při jízdě vlaku.
- **parametr pokrytí Outdoor (GSM):**
Limitní hodnoty úrovně signálu (PSCH) v pásmu 900 a 1800 MHz pro pokrytí koridorů jsou pro tento případ stanovena na -98 dBm resp. -96 dBm (outdoor 4,5 m). Tato mezní hodnota signálu GSM je převzata z Doporučení (3GPP, ITU, CEPT) a metodického postupu, vypracovaného ČMI – Testcom.
- **parametr pokrytí Indoor (GSM)**
Pro stanovení pokrytí uvnitř železničních vozů platí totéž jako pro parametr Indoor (LTE).

3. Závěr

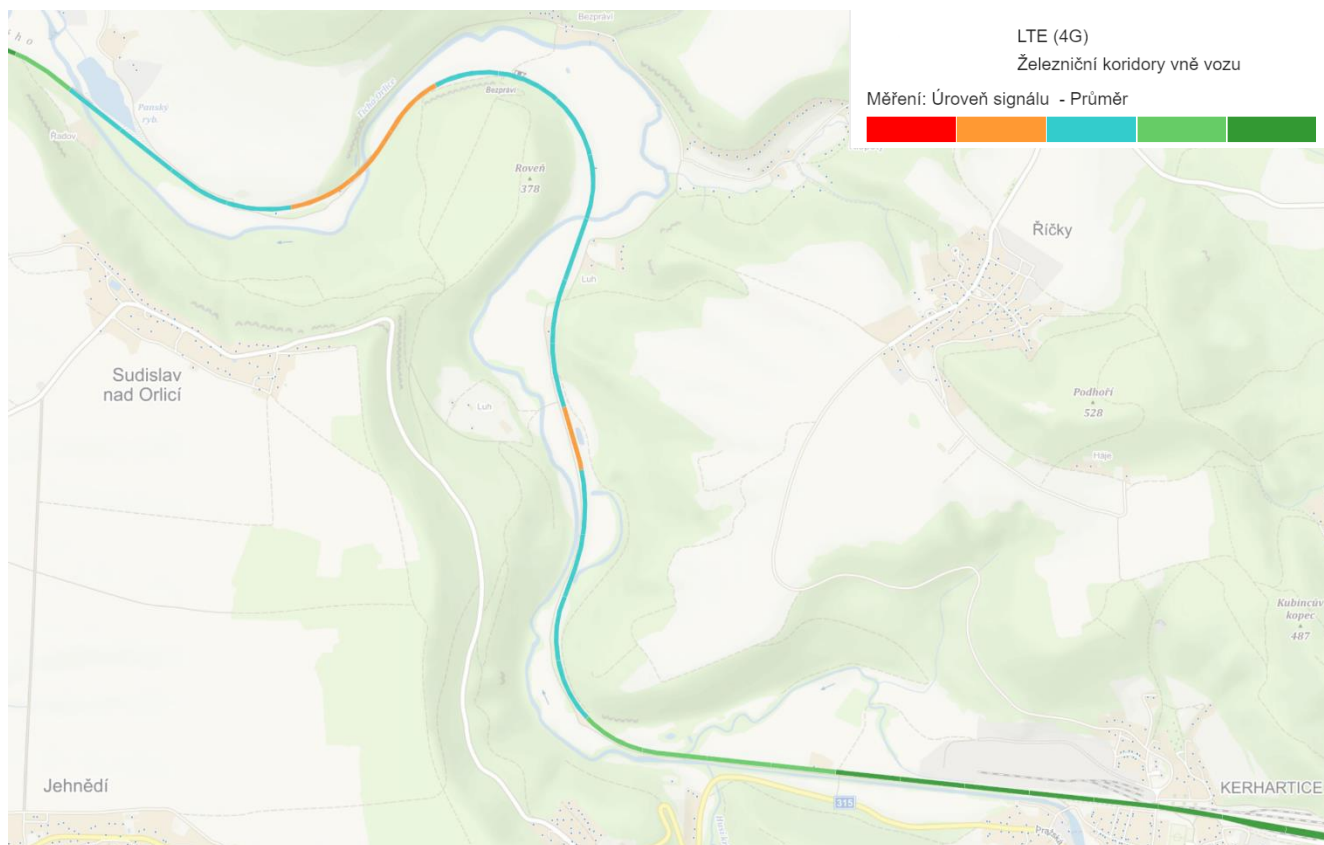
V souhrnné tabulce naměřených hodnot je uveden výsledek pokrytí signálem LTE na tranzitních železničních koridorech I. až IV jednotlivých mobilních operátorů. Pokrytým úsekem železničních koridorů se rozumí provozování veřejné sítě elektronických komunikací s využitím vlastních přidělení rádiových kmitočtů v pásmech 800 MHz, 1800 MHz nebo 2600 MHz, která je schopna poskytovat službu vysokorychlostního přístupu k internetu požadovanou rychlostí 5 Mbit/s. Mimo pokrytí obydlených území (obyvatelé s trvalým bydlištěm) je požadována dostupnost uvedené služby pro tranzitní železniční koridory I-IV (dostupnost v 80 % Úřadem definovaných čtverců o velikost 100x100 metrů). Pro přesnější vyhodnocení bylo přistoupeno k použití liniových úseků o délce 250 metrů, na které byly koridory pro účely výpočtu pokrytí rozděleny. Z naměřených výsledků pokrytí je zřejmé, že všichni tři mobilní operátoři v době měření splňují podmínky rozvojových kritérií pro pokrytí železničních koridorů.

Pro prezentaci a vizualizaci výsledků byly naměřené veličiny zpracovány v aplikaci, která je veřejná a dostupná na stránkách: <http://qos.ctu.cz/>. Detailním rozbořením naměřených výsledků lze identifikovat úseky obsahující nepokryté body. V případě rychlých střídání těchto úseků dochází k tomu, že účastnický terminál (mobilní telefon) nemá dostatek času k přihlášení do sítě, takže subjektivní posouzení pokrytí uvnitř železničních vozů může být nižší než stanovené měřením. Přístup ke službám mobilních sítí uvnitř železničních vozů bude bez dalších technických řešení značně omezen. Nejvhodnějším řešením je jednoznačně instalace tzv. opakačů v železničních vozech.

Vzhledem k online dostupnosti změřených dat obsahuje tato zpráva pro ilustraci pouze několik následujících obrázků vystihujících předchozí text zprávy.



Obr. 4: Výsledek měření pokrytí železničních koridorů v ČR (červenec 2021)



Obr. 5: Přiblížení úseku železničního koridoru 1 a 3, v blízkosti obce Sudislav nad Orlicí. Zřetelně viditelné úseky 250 m, zmiňované v textu.



Obr. 6: Přiblížení úseku železničního koridoru 1 a 3, v blízkosti obce Sudislav nad Orlicí. Zřetelně viditelné úseky 250 m i měřené body a jejich proložení díky měření v obou směrech, zmiňované v textu.