



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

Metodika pro měření a vyhodnocení datových parametrů mobilních sítí elektronických komunikací

(Metodický postup)

v.2.1

28. 2. 2017

1 Účel metodiky a obecná ustanovení

1.1 Cíl a použití metodiky

Tato „Metodika pro měření a vyhodnocení datových parametrů mobilních sítí elektronických komunikací“, dále jen „Metodika“, slouží jako metodický postup pro měření a vyhodnocování parametrů mobilních radiokomunikačních sítí elektronických komunikací – a to z hlediska přístupu koncového uživatele k síti Internet. Metodika navazuje především na dokumenty [1], [2], [3], [4], [5] a dále upřesňuje konkrétní postup měření a vyhodnocování naměřených dat. Veličiny, postupy a výpočty uvedené v dokumentech [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] platí, pokud není v této Metodice uvedeno (upřesněno) jinak.

1.2 Definice pojmů

1.2.1 Měřicí zařízení (terminál)

Měřicím zařízením se rozumí mobilní terminál s příslušným měřicím software, který je schopen provádět měření dle této Metodiky a jehož výpočetní a síťový výkon je natolik vysoký, že samotné měřicí zařízení výsledky měření žádným způsobem negativně neovlivňuje. Toto zařízení musí být schopno během měření sledovat a zaznamenávat klíčové a podpůrné měřené parametry definované v kap. 1.2.5 a kap. 1.2.6, exportovat je ve standardizovaném formátu vhodném pro strojové zpracování a následně přenést takto získaná data na měřicí server. Další potřebné náležitosti související s měřením jsou uvedeny v kap. 1.3.5.

1.2.2 Měřicí server

Měřicí server je k Internetové síti připojené zařízení, které slouží jako protistrana pro testy prováděné měřicím zařízením (terminálem), konkrétně u parametrů A: Download, B: Upload a C: Delay, které jsou definované v kap. 1.2.5. Výpočetní výkon, velikost paměti, disková kapacita a rychlost připojení k Internetu měřicího serveru musí být natolik vysoké, aby výsledky měření nebyly žádným způsobem negativně ovlivněny. Na měřicím serveru je připravené úložiště pro veškerá data získaná při měření dle této Metodiky. Dále je k dispozici aplikace schopná provádět statistické či další zpracování těchto dat. Další potřebné náležitosti jsou uvedeny v kap. 1.3.5. Více k připojení měřicího serveru k Internetu je uvedeno viz kap. 1.3.6.

1.2.3 Měřená mobilní síť elektronických komunikací

Měřená mobilní síť elektronických komunikací je ta síť, do které bylo měřicí zařízení během měření přihlášeno či připojeno a jejíž parametry byly dle této Metodiky v daném místě měřeny.

1.2.4 Měřicí interval

Základní jednotkou času při měření dle této Metodiky a zároveň časovým intervalem pro jedno dílčí měření je 1 s. Všechny dále uvedené měřené parametry jsou vyhodnocovány (popř. průměrovány) vždy za jeden měřicí interval a to na konci měřicího intervalu, pokud není uvedeno jinak. V případě, že jedno konkrétní měření trvalo déle než 1 měřicí interval (kontinuální měření) se výsledky měření rozdělí do jednotlivých časových intervalů.

1.2.5 Klíčové měřené parametry

V souladu s [1] a [3], [4], [5] je primárním cílem měření získat dále uvedené parametry pro sledování kvality služby přístupu k síti Internet. Všechny dále uvedené parametry platí pro jedno měřicí

zařízení a jednu přístupovou kartu, pokud je k přístupu do měřené bezdrátové sítě elektronických komunikací (viz kap. 1.2.3) vyžadována.

Parametr A: Data transmission speed – Downstream (Download)

Datová přenosová rychlost ve směru od poskytovatele služby přístupu k síti Internet směrem ke koncovému uživateli, vyjádřená nejčastěji v Mbit/s.

Parametr B: Data transmission speed – Upstream (Upload)

Datová přenosová rychlost ve směru od koncového uživatele směrem k poskytovateli služby přístupu k síti Internet, vyjádřená nejčastěji v Mbit/s.

Parametr C: Delay

Zpoždění přenosu datového paketu od účastníka (jedno měřicí zařízení, jedna přístupová karta) k měřicímu serveru a zpět u služby přístupu k síti Internet, vyjádřené nejčastěji v ms, označované také jako round-trip time (RTT).

Parametr D: Přesná pozice měřicího terminálu

Pozice (zeměpisná šířka a délka) získaná pomocí GPS během měřicího intervalu.

Parametr E: Přesný čas měření

Datum a čas (s přesností minimálně na sekundy) konce měřicího intervalu v sekundách.

Parametr F: Identifikace a typ přístupové technologie + využívané pásmo

Nezbytné je zjištění a zaznamenání údajů jednoznačně identifikujících měřenou mobilní síť elektronických komunikací. Dále pak jaká konkrétní technologie byla pro přenos využita, včetně uvedení její generace či konkrétní varianty, pokud je relevantní. Dále v jakém konkrétním kmitočtovém pásmu přenos probíhal (číslo kanálu, band). V případě změny technologie či pásma v průběhu přenosu bude zaznamenána informace o technologii a pásmu využitém před i po změně.

V souladu s [2] je pro měření parametrů A a B použit TCP protokol, jehož detailní nastavení je uvedeno v kap. 1.3.4. Měřenou veličinou je tedy v obou případech veličina TCP throughput, tj. datová propustnost vrstvy L4 při využití TCP protokolu.

Pro měření parametru C pak ICMP protokol. V případě nemožnosti použít protokol ICMP bude volen náhradní způsob měření dle [2], popř. jiný dostupný způsob.

Parametry A, B, C jsou měřeny vůči měřicímu serveru provozovanému v síti ČTÚ, viz kap. 1.2.2. Pro získání parametru D a E je použit interní GPS modul použitého měřicího terminálu. Parametr F musí poskytovat přímo měřicí terminál.

1.2.6 Podpůrné měřené parametry

Během měření je třeba získávat (viz kap. 2.1) a zaznamenávat další parametry měřené mobilní sítě elektronických komunikací a měřicího zařízení, které slouží především pro následné vyhodnocování výsledků měření a možnost dalšího zpracování (viz. kap. 2.2). Kromě klíčových parametrů (viz. kap. 1.2.5) jsou tedy během měření získávány také:

Parametr G: Identifikace části bezdrátové sítě elektronických komunikací + konkrétní kanál

Identifikátor konkrétní části mobilní sítě elektronických komunikací (např. identifikátor buňky či přístupového bodu), přes kterou přenos probíhal. Dále identifikace konkrétního kanálu či seskupení kanálů (kmitočet, či skupina kmitočtů), které byly pro přenos využity. V případě, že v průběhu přenosu

došlo ke změně obsluhující části mobilní sítě či konkrétního kanálu, budou zaznamenány identifikační údaje před i po změně.

Parametr H: Radiové parametry použitého kanálu

Důležité radiové parametry dané mobilní sítě elektronických komunikací v průběhu měření, získávané vícekrát za měřicí interval a typicky průměrované za daný měřicí interval. Limitní hodnoty jsou pro jednotlivé typy mobilních sítí uvedeny v příslušné příloze.

Parametr I: Identifikace měřicího terminálu

Číslo IMEI či obdobný identifikátor použitého měřicího terminálu sloužící k identifikaci použitého měřicího zařízení.

1.2.7 Měřicí čtverec

V souladu s [3], [4], [5] je za měřicí čtverec považován normalizovaný čtverec 100x100 m s přesně definovanou polohou a orientací. Každý měřicí čtverec je opatřen jednoznačnou identifikační značkou (SquareID). Atributem čtverce je příslušnost k obci a okresu, počet obyvatel v měřicím čtverci a informace, zda je čtverec součástí dálnic nebo železničních koridorů. Měřicí čtverec slouží jako nejmenší uzemní jednotka pro vyhodnocování pokrytí.

1.3 Náležitosti nezbytné při provádění měření

1.3.1 Získání přesné polohy

Před zahájením vlastního měření dle kap. 2.1 je třeba ověřit, že je k dispozici dostatečně přesná GPS poloha.

1.3.2 Přístupová karta

Pokud je pro přístup k dané mobilní síti vyžadována nějaká speciální přístupová karta (např. SIM karta pro radiokomunikační mobilní síť), je třeba pro měření zajistit takovou, aby umožňovala využít veškeré dostupné datové služby bez jakýchkoliv (např. datových) limitů.

1.3.3 Měřicí anténa

Měřicí anténa musí být umístěna během měření tak, aby byly minimalizovány případné negativní vlivy dopravního prostředku (měřicího vozu) na prováděná měření. Parametry této antény, stejně tak jako kabeláže musí být známy a umožňovat přepočítání na normovanou výšku antény a normovaný zisk antény.

1.3.4 Nastavení TCP protokolu

TCP protokol je stěžejním protokolem pro měření parametrů A: download a B: upload. O měření pomocí tohoto protokolu je obecně pojednáno v [2]. V rámci této Metodiky je postup upřesněn pro měření bezdrátových komunikačních sítí.

Nastavení TCP protokolu má na výsledky měření zásadní vliv a je třeba mu věnovat značnou pozornost.

Důležitý je výpočet potřebné velikosti vyrovnávací paměti (BS = buffer size) a velikosti okna přijímače (RWND = Receiver Window) buď na straně měřicího terminálu (pro měření parametru A: download), nebo na straně měřicího serveru (pro měření parametru B: upload), popř. na obou stranách – paralelní měření obou parametrů, popř. střídavé měření obou parametrů.

Jako příklad uveďme, že pro předpokládanou maximální přenosovou rychlost 50 Mbit/s při extrémně vysokém RTT 80 ms je třeba mít nastaven parametr BS a RWND minimálně na 512 kB, aby

samotné nastavení TCP protokolu nelimitovalo měřenou přenosovou rychlost. Tato hodnota platí v případě, že by pro měření bylo využito pouze jedno TCP spojení.

V souladu s [2] lze využít i více (x) paralelně běžících TCP spojení pro jedno měření. Každé dílčí TCP spojení pak bude mít nastaveno menší hodnoty BS a RWND (děleno právě parametrem x). Jako příklad uveďme, že pokud za výše uvedených podmínek je pro jedno TCP spojení vypočítáno BS a RWND jako 512 kB, lze stejné propustnosti dosáhnout za pomoci osmi (8) paralelních TCP spojení s BS a RWND pouze 64 kB. Tato hodnota může být výhodnější, či snáze dostupná. Před využitím této varianty je však třeba ověřit, že je možné otevřít potřebný počet TCP spojení.

V případě, že bude zvolen/vypočítán jiný počet TCP spojení, např. s vyšší hodnotou RWND než je 64 kB, je vždy doporučeno využít minimálně tři (3) TCP spojení.

Protokol TCP při startu nastavuje nízkou aktuální hodnotu RWND, která se rychle (v případě bezchybného přenosu) zvyšuje až k maximální hodnotě. S přihlédnutím k tomuto faktoru je třeba začít měřit přenosovou rychlost až s určitým zpožděním po startu přenosu, zejména při kontinuálním měření rychlosti za jízdy, dle kap. 2.1.1.

1.3.5 Vybavení měřicího serveru a terminálu pro účely měření dle této Metodiky

Měřicí server i terminál musí být z hlediska software a komunikačních protokolů příslušným způsobem vybaveny tak, aby mohly fungovat jako protistrany pro měření parametrů A: download a/nebo B: upload a současně/nebo C: delay. Měřicí server bude schopen v daný okamžik obsloužit více probíhajících měření.

Prvotním předpokladem úspěšného měření je zajistit, že odesílané pakety nebudou v síti během přenosu fragmentovány, zároveň ale musí mít co největší velikost, jak je uvedeno v [2].

Pro účely jednoho měření parametrů A: download nebo B: upload se mezi měřicím terminálem a měřicím serverem předpokládá až ($x+1$) otevřených TCP spojení. Celkem x TCP spojení je určeno pro měřený přenos dat, kde x je stanoveno na základě výpočtu odkazovaného v kap. 1.3.4. Poslední TCP spojení představuje servisní kanál, který umožňuje vzdálené řízení parametrů TCP protokolu na straně serveru ze strany klienta, kanál po kterém jsou přenášeny řídicí informace, informace o změřených hodnotách, případných chybách, popř. další nezbytné stavové informace měřicího serveru, které je nutné nastavit/znát před/v průběhu/po ukončení měření.

Měřicí software na měřicím serveru i terminálu musí být schopen otevřít dostatečný počet portů pro požadovaná TCP spojení. Čísla portů musí být volena tak, aby nedošlo k zablokování některého z otevíraných TCP spojení kdekoli v trase mezi měřicím terminálem a měřicím serverem.

Pro měření parametru A: download je potřebné mít na serveru připravený software, který bude umět kontinuálně generovat náhodné bloky dat potřebné velikosti, které bude možné využít jako přenášená data pro měřená TCP spojení. Alternativně lze pro měření parametru A: download použít i připravenou sadu souborů (bloků dat) velké velikosti. Doporučená velikost těchto souborů je 2 GB. Software měřicího serveru by měl v tomto případě umět náhodně vybírat soubor ke stažení před zahájením stahování.

V obou výše uvedených případech pro měření parametru A: download určuje průběžně přenosovou rychlost měřicí terminál, a to na úrovni jednotlivých měřicích intervalů. Měřicí terminál úspěšně přijatá data průběžně zahazuje a typicky až po ukončení měření odesílá dosažené výsledky na měřicí server.

Pro měření parametru B: upload je třeba, aby software v měřicím terminálu uměl kontinuálně generovat náhodné bloky dat potřebné velikosti, které bude možné využít jako přenášená data pro měřená TCP spojení. Alternativně lze pro měření parametru B: upload použít předpřipravené soubory (bloky dat) dostatečné velikosti, doporučená velikost těchto souborů je 2 GB. Software měřicího terminálu by měl v tomto případě umět náhodně vybírat soubor k odeslání před zahájením uploadu.

V obou výše uvedených případech pro měření parametru B: upload určuje průběžně přenosovou rychlost měřicí server, a to rovněž na úrovni jednotlivých měřicích intervalů. Měřicí server úspěšně přijatá data průběžně zahazuje a typicky až po ukončení měření odesílá dosažené výsledky informačně i na daný měřicí terminál.

Přenos náhodných dat nebo souborů při měření parametru A: download i B: upload musí být možno rozdělit až do x TCP spojení. Přenos musí být možné po libovolném počtu měřicích intervalů přerušit, v případě přenesení celého souboru musí být možné plynule pokračovat přenosem jiného souboru. V případě výpadku či přerušení TCP spojení musí být možné přenos obnovit.

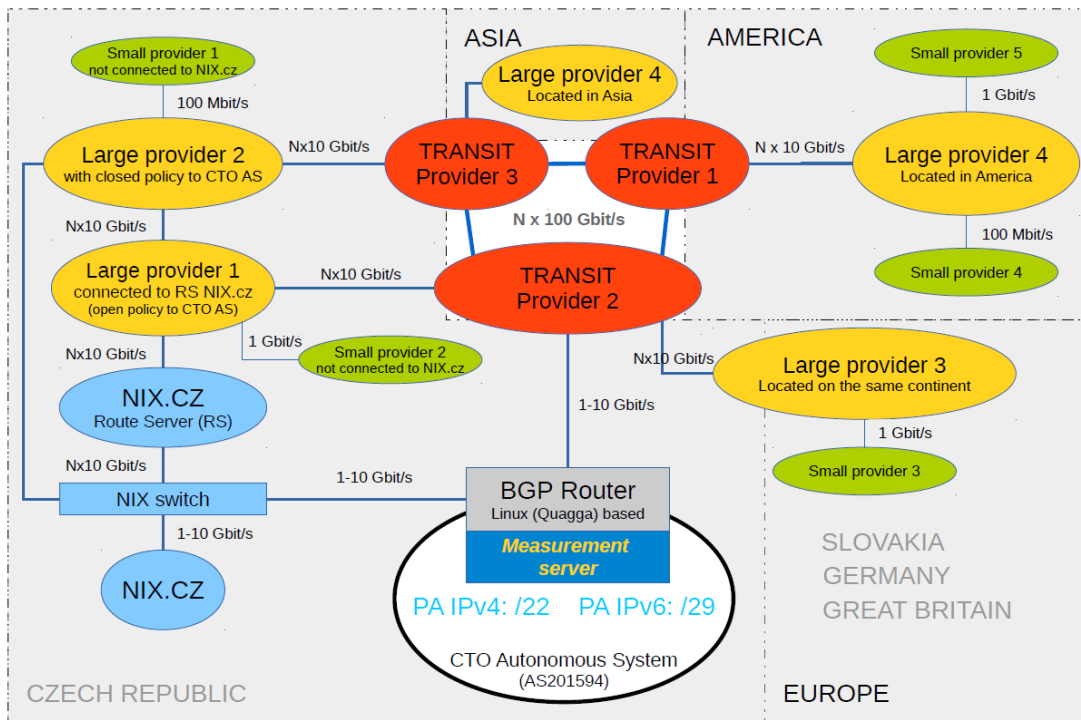
Pro účely měření parametru C: Delay musí být měřicí server i terminál vybaveny příslušnými protokoly, především pak protokolem ICMP. Iniciátorem žádosti o odezvu je vždy měřicí terminál a tento i určuje dosaženou hodnotu tohoto parametru a typicky až po ukončení měření odesílá dosažené výsledky za jednotlivé měřicí intervaly na měřicí server.

Pro snazší použití je požadováno, aby na měřicím serveru existovala možnost (po přihlášení) sledovat aktuální stav serveru, důležité informace o probíhajících či dříve uskutečněných měřeních a dosažených výsledcích. Dále je doporučeno, aby se měřicí terminály vůči serveru před zahájením měření vždy autentizovaly.

Pro účely prvotního či dalšího testování je vhodné, aby na měřicím serveru byla k dispozici možnost měřit parametry i pomocí některého z řešení využívajícího HTTP protokol (webové speedmetry). Dále je pak vhodné, aby bylo možné sledovat i detailní TCP statistiky (záznamy o fungování během přenosu) dle standardu RFC 4898 [6].

1.3.6 Připojení měřicího serveru

Jak bylo uvedeno v kap. 1.2.2, měřicí server musí být dostatečně výkonnostně dimenzován a jeho připojení k Internetu musí být dimenzované tak, aby nelimitovalo měření. Vzhledem k tomu, že měřicí server není možné ani vhodné umístit přímo do každé měřené sítě, je třeba autonomní systém (AS) ČTÚ, ve kterém se server nachází, připojit vhodným a dedikovaným způsobem k ostatním AS, aby byla zajištěna dostatečná kapacita této konektivity. K tomuto účelu bude využit především nejvýznamnější peeringový uzel na území ČR, NIX.cz, do něhož má ČTÚ dedikované připojení rychlostí minimálně 1 Gb/s. V případě, že by měřená mobilní rádiová síť elektronických komunikací neměla připojení do tohoto peeringového uzlu, bude jako záložní využita zakoupená dedikovaná tranzitní linka s rychlostí minimálně 1 Gb/s. Schéma připojení k uzlům NIX.cz a tranzitnímu operátorovi je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1: Schéma připojení měřicího serveru k uzlu NIX.cz a tranzitnímu operátorovi

2 Vlastní metodické postupy

2.1 Postup měření

Tato metodika rozlišuje dva základní způsoby měření, které jsou popsány v následujících kapitolách.

2.1.1 Měření za jízdy

Měření probíhá kontinuálně během jízdy, avšak získané parametry jsou členěny do jednotlivých měřicích intervalů, viz kap. 1.2.4 a do jednotlivých měřicích čtverců, viz kap. 1.2.7.

V souladu s [3] je u vozidla, ve kterém se nachází měřicí terminál, v obci doporučena max. rychlost 40 km/h a na dálnici, popř. rychlostní komunikaci pak 100 km/h. V případě měření železničních koridorů není maximální rychlost vlaku, na kterém probíhá měření touto Metodikou omezena.

Tento způsob měření je určen především pro měření:

- pokrytí obcí,
- pokrytí dálnic, případně dalších komunikací podle požadavků,
- pokrytí železničních koridorů,
- kontrolu plnění podmínek aukcí,
- vytipování problémových míst,
- řešení stížností koncových zákazníků.

2.1.2 Stacionární měření

Na konkrétní zvolené pozici se provede měření po dobu minimálně 600 měřicích intervalů (10 min), typicky s opakováním v různé denní doby (viz kap. 2.1.7), pokud místní podmínky dovolují stacionární měření zejména s ohledem na bezpečnost a pravidla silničního provozu. Alternativně lze využít metodu měření doby přenosu konkrétního souboru dané velikosti. Tento typ měření není určen pro zpracování do jednotlivých měřicích čtverců.

Tento způsob měření je určen především pro měření:

- řešení stížností koncových zákazníků,
- kontrolu plnění podmínek aukcí,
- dlouhodobý monitoring daného místa.

2.1.3 Opakování měření

Měření dle kap. 2.1.1 a kap. 2.1.2 lze dle potřeby opakovat, zejména pak v případech dřívějšího zjištění problémů na dané pozici, v daném měřicím čtverci, na území dané obce, úseku dálnice nebo vybrané komunikace či železničního koridoru. U měření probíhajících ve vyšší rychlosti (dálnice, železniční koridory) se předpokládá měření v obou směrech dané trasy, za účelem získání dostatečného množství sad měřených parametrů.

2.1.4 Výběr měřicích čtverců

Výběr měřicích čtverců (zpravidla trasa jízdy měřicího vozu) musí být v obci takový, aby pokryl co největší možný počet obyvatel dané obce, vzhledem k rozložení do měřicích čtverců. V případě sporů či rozporů je pak třeba vybrat především problematické měřicí čtverce. Vzhledem k možným problémům (částečný nesouhlas mapového podkladu s místní úpravou, zablokované nebo neprůjezdné komunikace, opravy vozovky apod.) nelze vždy změřit měřicí čtverce odpovídající 100% počtu obyvatel dané obce.

2.1.5 Výběr měřených parametrů

Předpokládá se, že pokud je v daném měřicím intervalu měřen parametr A: Download, není současně měřen parametr B: Upload a opačně. Před zahájením daného měření je tedy třeba rozhodnout, zda bude měřen parametr A: Download nebo parametr B: Upload, popř. oba tyto parametry zároveň, např. pomocí dvou současně používaných a identicky nastavených měřicích terminálů. V úvahu připadá i střídavé měření těchto dvou parametrů, zejména v případě měření dle kap. 2.1.2.

Měření parametru C: delay probíhá paralelně s měřením downloadu či uploadu. Pokud lze očekávat, že by současné měření parametru C: Delay ovlivnilo měření parametru A: Download nebo parametru B: Upload, je třeba měřit tento parametr stejně nastaveným dedikovaným terminálem.

2.1.6 Výběr obsluhující části mobilní sítě elektronických komunikací

Měření může být i pouze konkrétní část mobilní sítě. Měřicí terminál musí volitelně umožňovat uzamčení obsluhující části měřené sítě pouze na její konkrétní technologickou variantu, konkrétní kanál, konkrétní přístupovou část sítě či buňku rádiové sítě elektronických komunikací.

2.1.7 Denní doba měření

Měření dle kap. 2.1.1 a kap. 2.1.2 probíhá především v pracovních dnech v době mezi 7. a 22. hodinou, pokud charakter měření nevyžaduje jinak.

2.1.8 Záznamy o měření

Záznamy o výsledcích měření, které bude provádět software v měřicím terminálu, musí být prováděny tak, aby bylo možné jejich další strojové zpracování (ASCII, csv, ...), tabulkové vyhodnocení a mapová vizualizace (viz kap. 2.2.10). Nad rámec parametrů uvedených v kap. 1.2.5 a kap. 1.2.6 bude zaznamenána či z dat o poloze vyjádřena i trasa kudy měřicí vůz během měření projel (v případě měření dle kap. 2.1.1).

2.2 Vyhodnocení měření za jízdy

Výsledky měření za měření dle kap. 2.1.1 (za jízdy) a dle kap. 2.1.2 (stacionární) musí být na měřicím serveru uloženy a zpracovány takovým způsobem, aby bylo možné jejich oddělené vyhodnocení.

Z hlediska vyhodnocování měřicích čtverců měřených za jízdy dle kap. 2.1.1 rozlišujeme několik typů měřicích čtverců, které jsou popsány v následujících kapitolách.

2.2.1 Neměřený měřicí čtverec

Je takový měřicí čtverec, kde dosud neproběhlo žádné měření dle této Metodiky.

2.2.2 Měřený měřicí čtverec

Je takový měřicí čtverec, kde proběhlo měření dle této Metodiky bez ohledu na výsledky měření či získané parametry.

2.2.3 Úspěšně změřený měřicí čtverec

Je takový měřicí čtverec, kde proběhlo souhrnně měření délky alespoň n měřicích intervalů dle této Metodiky a zároveň se podařilo získat dohromady alespoň n sad všech měřených klíčových i podpůrných parametrů definovaných v kap. 1.2.5 a kap. 1.2.6. Tato Metodika stanovuje, že parametr n musí být roven minimálně 3.

2.2.4 Pokrytý měřicí čtverec

Je takový úspěšně změřený měřicí čtverec (dle kap. 2.2.3), kde byly zároveň splněny tři dále uvedené podmínky:

a. průměrná hodnota (vypočítaná ze všech získaných sad) parametru A: Download dle [3] je vyšší nebo rovna 75 % referenční hodnoty tohoto parametru pro daný typ sítě či technologie definované v příslušné příloze, mimo dálnice, rychlostní silnice a železniční koridory, kde platí, že průměrná hodnota musí být minimálně 67,5 % definované referenční hodnoty parametru A: Download.

b. 50 % nebo více změřených hodnot parametru A: download musí být vyšší než v příslušné příloze definovaná referenční hodnota tohoto parametru.

c. vybrané rádiové parametry dané mobilní sítě elektronických komunikací odpovídají minimálně hodnotám uvedeným taktéž v příslušné příloze pro daný typ mobilní sítě.

2.2.5 Nepokrytý měřicí čtverec

- Je takový měřicí čtverec, kde proběhlo úspěšně měření (dle kap. 2.2.3), ale nebyly splněny požadavky na pokrytý měřicí čtverec, viz kap. 2.2.4.

2.2.6 Vyhodnocení opakovaného měření

V případě, že se jedná o opakované měření v minulosti již měřeného měřicího čtverce, výsledky nového měření nahrazují dřívější výsledky, v ojedinělých či odůvodněných případech mohou nové výsledky ty dřívější doplňovat.

2.2.7 Vyhodnocení pokrytí obyvatelstva dané obce

Procento pokrytého obyvatelstva dané obce je stanoveno na základě dat z měřených měřicích čtverců (kap. 2.2.2) na území dané obce. Aby bylo možné vyhodnocovat pokrytí obyvatelstva dané obce, musí být změřeno takové množství měřicích čtverců, aby to odpovídalo alespoň 50 % obyvatelstva dané obce.

Výsledky za jednotlivé obce se analogicky sčítají na úroveň okresů i celé ČR.

2.2.8 Vyhodnocení pokrytí dálnic a rychlostních komunikací

Procento pokryté délky dálnice či rychlostní komunikace je stanoveno na základě dat z měřených měřicích čtverců (kap. 2.2.2) odpovídajících trase dané dálnice či rychlostní komunikace.

Výsledky za jednotlivé dálnice či rychlostní komunikace se taktéž analogicky sčítají na úroveň celé ČR.

2.2.9 Vyhodnocení pokrytí železničních koridorů

Procento pokryté délky železničních koridorů je stanoveno na základě dat z měřených měřicích čtverců (kap. 2.2.2) odpovídajících trase daného železničního koridoru.

Výsledky za jednotlivé koridory se taktéž analogicky sčítají na úroveň celé ČR.

2.2.10 Mapová a tabulková prezentace naměřených dat

Naměřená data bude ČTÚ vhodným způsobem vizualizovat do mapových podkladů především pro účely zveřejnění dosažených výsledků.

Za stěžejní je považována vizualizace pokrytých měřicích čtverců, které budou označeny zeleným zabarvením, nepokrytých měřicích čtverců (červené zabarvení) a neměřených měřicích čtverců (bez zabarvení).

Mapová vizualizace bude rozlišovat jednotlivé operátory popř. poskytovatele připojení. Bude umožňovat volit i jednotlivé technologie a použítá pásma, přes která měření probíhalo. Podle účelu se

vhodně doplní o další potřebné vrstvy či údaje, např. reprezentující predikci pokrytí, či o tabulkovou formu.

Je-li to výhodné pro např. pro detailní analýzu problematických míst je vhodná vizualizace naměřených dat standardní gridovou mapou s vhodně voleným rozlišením rychlostí barevnou stupnicí.

Pro účely prezentace výsledků měření pro laickou veřejnost se předpokládá využití webové aplikace, kde bude hodnota datové rychlosti interpretována barevným rozlišením.

2.3 Vyhodnocení stacionárního měření

Pro vyhodnocení pokrytí při stacionárním měření se používají stejná pravidla, jako je uvedeno v kap. 2.2.4 pro vyhodnocení pokrytí či nepokrytí měřicího čtverce, avšak tyto výsledky se nekombinují s výsledky měření za jízdy a přiřazují se pouze konkrétnímu místu se zjištěnou GPS polohou bez ohledu na existující síť měřících čtverců. U stacionárního měření se očekává opakované měření na stejném místě, např. v různé denní doby. Všechny získané výsledky za opakovaná měření provedená na stejném místě ve stejném období se průměrují a takto získané hodnoty jsou z hlediska rozhodnutí o pokrytí či nepokrytí testovány vůči podmínkám uvedeným v kap. 2.2.4.

2.4 Soulad s dalšími dokumenty

Při vyhodnocování měření může nastat situace, kdy bude zapotřebí naměřená data vyhodnocovat v souvztažnosti s jinými dokumenty. V takovém případě bude nezbytné respektovat relevantní pojmy, např.:

2.4.1 Definice rychlostí přenosu dat

a) Maximální rychlost

Jedná se o maximální rychlost přenosu dat, která je teoreticky dosažitelná na dané mobilní síti v dané lokalitě v reálných provozních podmínkách vzhledem k použité technologii.

Poznámka: Zjednodušeně řečeno, jedná se o rychlost, kterou je možné reálně dosáhnout na daném místě, pokud v mobilní síti bude obsluhován pouze jeden uživatel a budou nastoleny ideální fyzikální podmínky (bez rušení).

b) Minimální rychlost

Minimální rychlost je nejnižší rychlost, jakou se poskytovatel zavazuje koncovému uživateli poskytovat podle smlouvy.

c) Inzerovaná rychlost

Jedná se o rychlost přenosu dat, kterou je poskytovatel schopen reálně a konzistentně ve své síti dosahovat, zejména s ohledem na její konfiguraci a vytížení

Vzhledem ke specifickým vlastnostem mobilních sítí je vhodné, aby provozovatel např. zanesením dosahovaných rychlostí přenosu dat do mapy umožnil uživatelům objektivnější pohled na nabízené služby a posouzení různých nabídek.

2.4.2 Definice odchylek od inzerované rychlosti

Detekovatelná změna odchylky rychlosti - za tuto změnu se považuje pokles skutečně dosahované rychlosti přenosu dat pod 25% hodnoty rychlosti inzerované.

Velká trvajícím odchylka od inzerované rychlosti - za trvajícím odchylku od inzerované rychlosti přenosu dat se považuje stav, kdy dojde k souvislé detekovatelné změně výkonu služby přístupu k internetu po dobu delší než 60 minut.

Velká opakující se odchylka od inzerované rychlosti -- je stav, při kterém dojde alespoň k deseti detekovatelným souvislým změnám výkonu služby přístupu k internetu po dobu delší jak 5 minut v časovém úseku 24 hodin.

2.5 Postup při chybových stavech

V případě, že při měření dojde k problému (např. s určením přesné polohy, nemožnosti navázat datové spojení) či zjevně chybovému stavu, je nutné postupovat přiměřeně. Obsluha měřicího terminálu se pokusí určit příčinu daného problému, pokud je to možné, odstraní ji a popř. provede následně opakované měření. Sady dat získané v chybovém stavu mohou být v tomto případě odstraněny či vyřazeny z výpočtů, zveřejnění i rozhodnutí o pokrytí či nepokrytí daného měřicího čtverce.

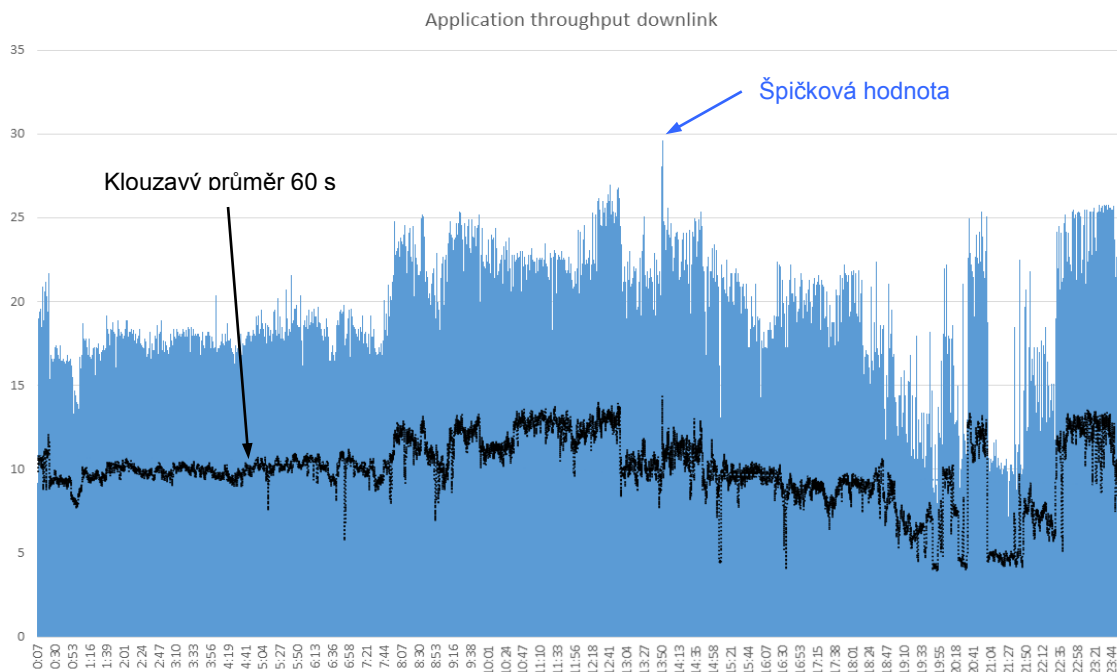
3 Citovaná literatura

- [1] ČTÚ, „Stanovení základních parametrů a měření kvality služby přístupu k síti Internet,“ 2014. [Online]. Available: https://www.ctu.cz/cs/download/datovy_provoz/rizeni_datoveho_provozu_stanoveni_zakladnich_parametru_18_12_2014.pdf.
- [2] ČTÚ, „měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu,“ 2014. [Online]. Available: http://www.ctu.cz/cs/download/datovy_provoz/rizeni_datoveho_provozu_metodika_mereni_17_12_2014_v0_4_5.pdf.
- [3] ČTÚ, „Postup při měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE,“ 2013. [Online]. Available: https://www.ctu.cz/cs/download/aktualni_informace/mereni_rychlosti_prenosu_dat_lte_15_08_2013.pdf.
- [4] ČTÚ, „Příloha 1 k Metodickému postupu měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE,“ [Online]. Available: www.ctu.cz.
- [5] ČTÚ, „Výpočet a měření pro účely kontroly pokrytí území signály mobilních širokopásmových datových sítí,“ 2014. [Online]. Available: https://www.ctu.cz/cs/download/vyberova_rizeni/vyhlaseni_vyberoveho_rizeni_15_08_2013_priloha_3.pdf.
- [6] ČTÚ, „Výběrové řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné sítě elektronických komunikací v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz,“ [Online].
- [7] ETSI ES 202 765-4 V1.1.1, „Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS and network performance metrics and measurement methods; Part 4: Indicators for supervision of Multiplay services“
- [8] ITU-T Recommendation O.211, „Test and measurement equipment to perform tests at the IP layer“

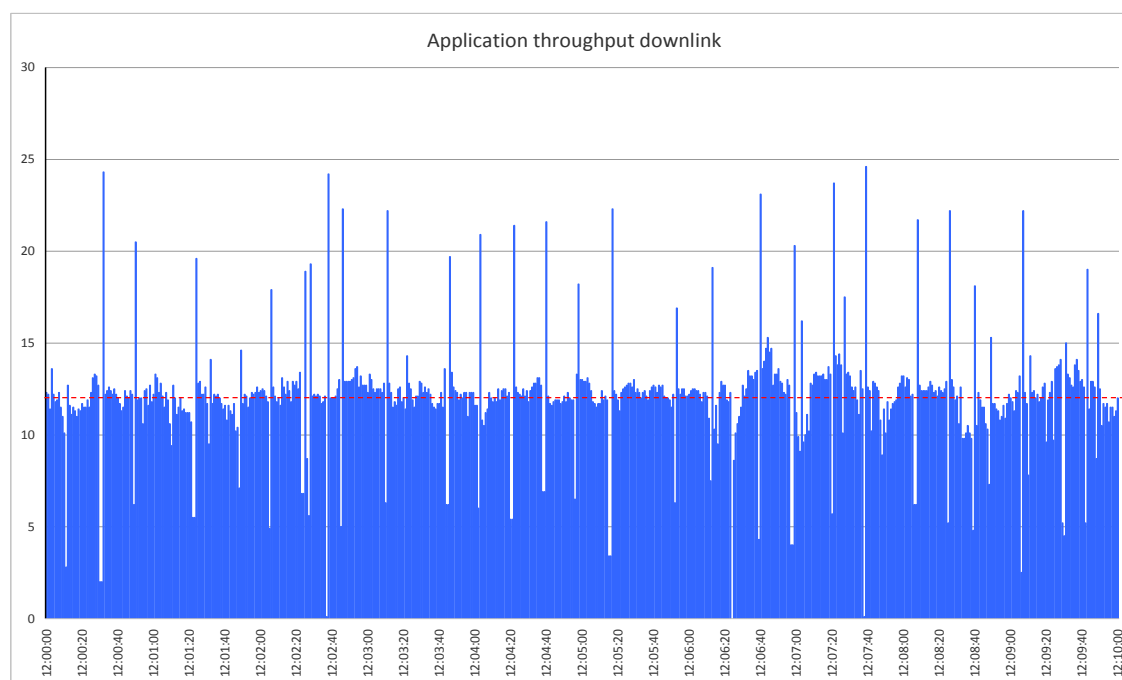
4 Přílohy

4.1 Příklady prezentace měření datových rychlostí

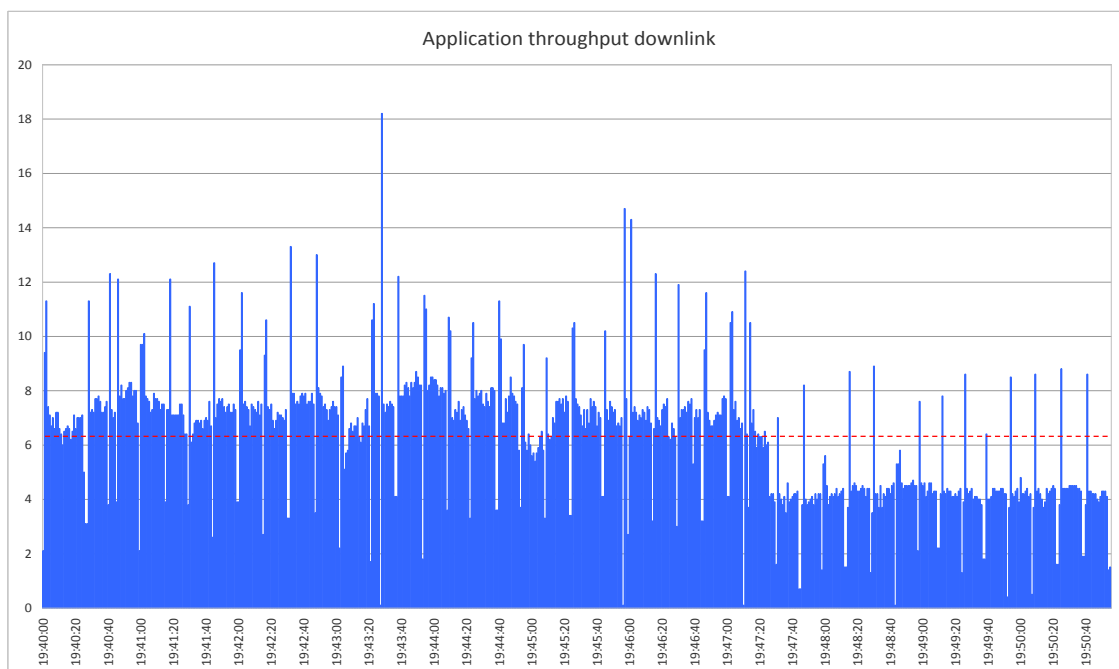
4.1.1 Stacionární měření



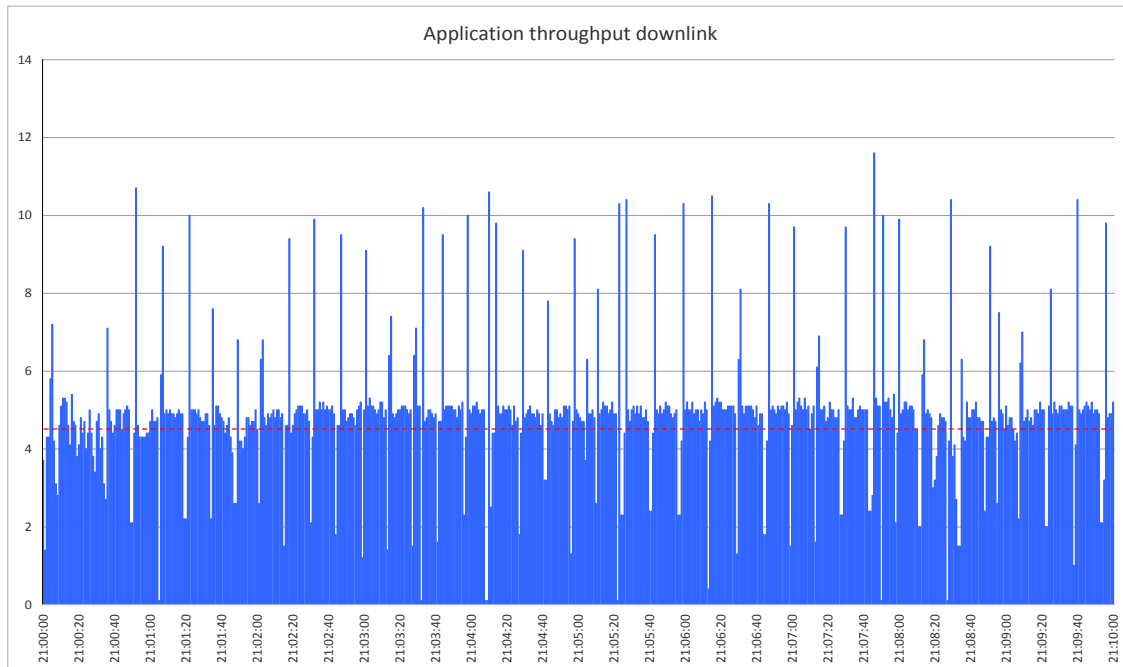
(1) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) v průběhu pracovního dne



(2) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) v době slabého provozu
(V periodě měření 12:00 - 12:10 hod je průměrná rychlost 12,17 Mb/s.)

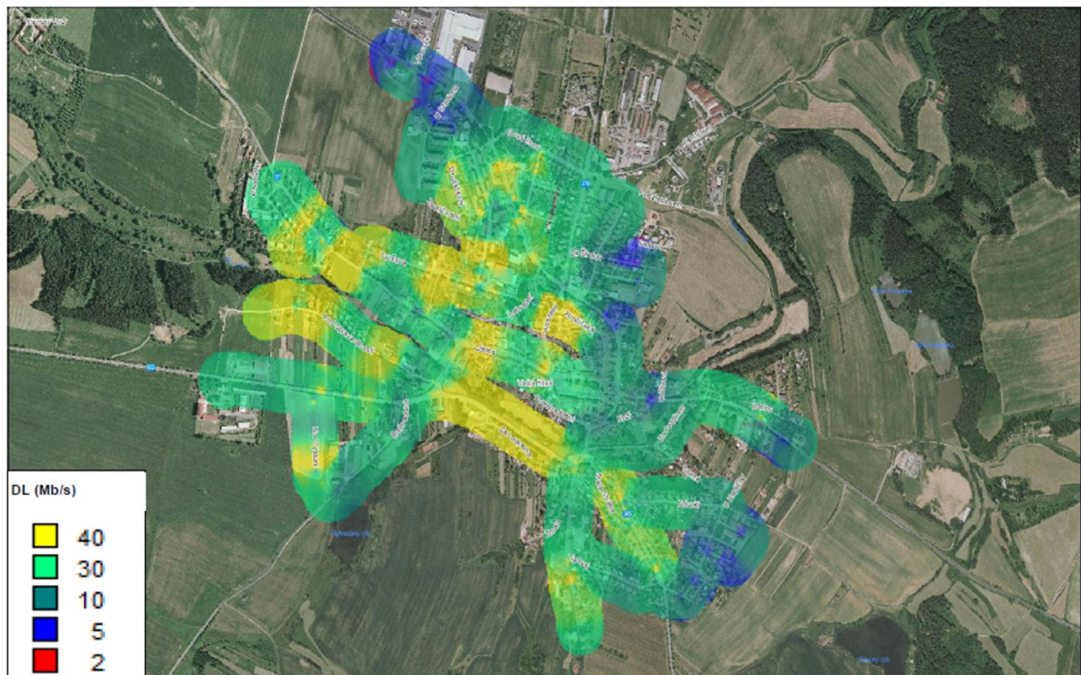


(3) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) v době středního provozu (V periodě měření 19:40 - 19:50 hod je průměrná rychlost 6,27 Mb/s.)

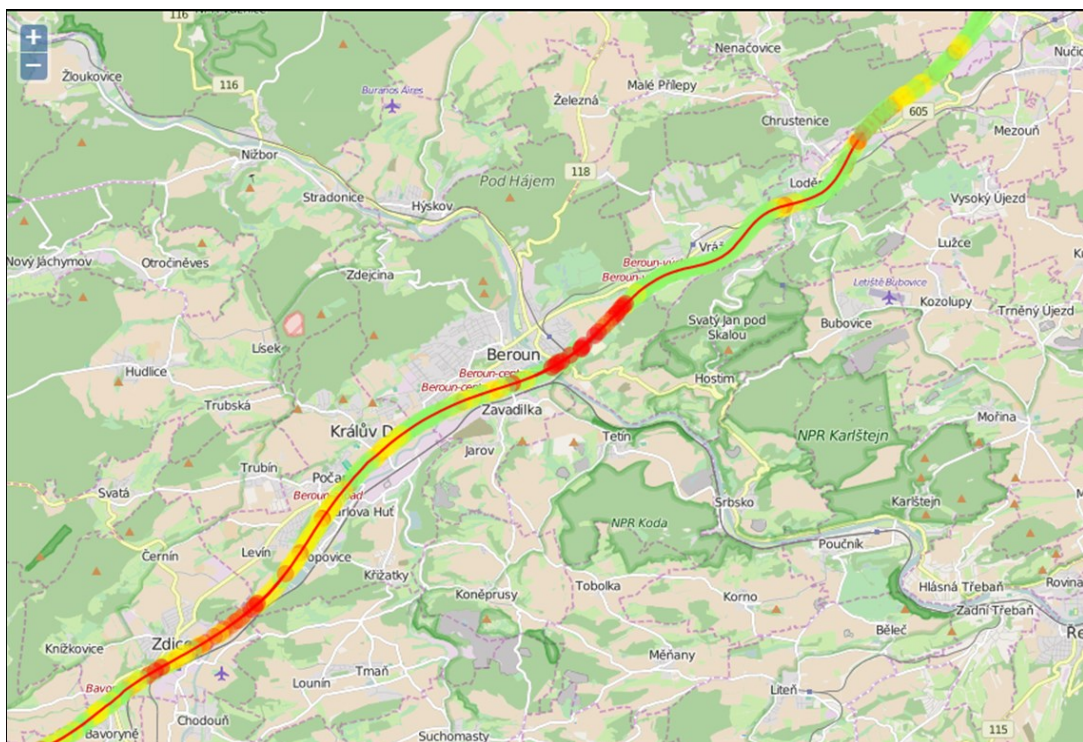


(4) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) v době silného provozu (V periodě měření 21:00 - 21:10 hod je průměrná rychlost 4,86 Mb/s.)

4.1.2 Měření za jízdy - gridové mapy



(5) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) za jízdy – Velká Bíteš



(6) Záznam z měření datové rychlosti (LTE 800MHz – DL) za jízdy – dálnice D5

4.1.3 Měření za jízdy - mapa čtverců



(7) Vyhodnocení měření datové rychlosti měření za jízdy metodou čtverců 100 x 100 m.

4.2 Seznam zkratek a pojmů

- 2G** – Standard druhé generace mobilních sítí, též označováno jako GSM
- 3G** – Standard třetí generace mobilních sítí, též označováno jako UMTS
- 4G** – Standard čtvrté generace mobilních sítí, též označováno jako LTE
- AS** – Autonomní systém, základní jednotka (sít) z hlediska celého Internetu
- Band** – konkrétní pásmo dané generace přístupové části mobilní sítě. Např. Band 20, které představuje 800 MHz pásmo využívané hojně ve 4G mobilních sítích.
- BS** – Buffer Size – velikost vyrovnávací paměti, zpravidla v kB.
- Cell ID** – unikátní číslo identifikující buňku mobilní sítě.
- ICMP** – Internet Control Message Protocol
- IMEI** – **International Mobile Station Equipment Identity** – unikátní identifikátor mobilního zařízení
- L4** – čtvrtá vrstva ISO/OSI modelu, resp. TCP/IP modelu, tj. transportní vrstva
- LTE** – Long-Term Evolution - Standard čtvrté generace mobilních sítí, též označováno jako 4G
- LTE-A** – Long-Term Evolution Advanced – Pokročilý standard čtvrté generace (4G) mobilních sítí
- RSRP** – **Reference Signal Received Power** – Výkon přijmutého referenčního LTE signálu v dBm.
- RTT** – **Round-Trip Time** - Zpoždění přenosu datového paketu od účastníka k měřicímu serveru a zpět u služby přístupu k síti Internet, vyjádřené nejčastěji v ms, označované také jako Delay.
- RWND** – **Receiver Window** – velikost okna stany přijímače, zpravidla v kB.
- SINR** – **Signal to Interference and Noise Ratio** – odstup signálu od interferencí a šumu.
- SNR** – **Signal to Noise Ratio** – odstup signálu od šumu
- SquareID** – Identifikátor měřicího čtverce.
- TCP** – Transmission Control Protocol
- TCP throughput** – propustnost přenosu dat pomocí TCP protokolu, tj. L4 propustnost
- UMTS** – Universal Mobile Telecommunications System - standard třetí generace mobilních sítí, též označováno jako 3G

Příloha P1 - Verze 1.0 (Platnost od 1.1.2017)

Měření pro účely kontroly splnění podmínek výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné sítě elektronických komunikací v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz

P1.1 Měřicí anténa - (doplnění ke kap. 1.3.3)

Zisk měřicí antény a útlumy signálové cesty anténa – měřicí přístroj musí být známy a pro vyhodnocení měření rádiových parametrů musí být naměřená hodnota korigována na hodnotu systémového zisku 0 dB (systémový zisk = zisk antény [dBi] - útlum signálové cesty [dB]). V případě měření datových parametrů je nutno systémový zisk uvést, v případě měření při větší výšce antény než normovaných 1,5 m je vhodné korigovat systémový zisk vložení útlumového článku na vstup měřicího terminálu.

P1.2 Pokrytí měřicí čtverec - (doplnění ke kap. 2.2.4)

Referenční hodnota parametru A: download dle [3] je 2 Mbit/s, resp. 5 Mbit/s (druhá hodnota platí 7 let po aukci). Navíc platí, že v době 7 a více let po aukci musí být tato hodnota dosažena přes síť typu LTE.

Při měření datové propustnosti je vhodné zároveň sledovat (měřit) i rádiové parametry pro možnost posouzení, zda hodnota datových parametrů není primárně ovlivněna úrovní a kvalitou vř signálu. Minimální požadované hodnoty rádiových parametrů u mobilní sítě třetí a čtvrté generace jsou uvedeny v následující tabulce.

systém	kmitočtové pásmo [MHz]	RSRP/RSCP			SINR [dB]	E _c /I _o [dB]
		osídlení [dBm]	dálnice [dBm]	žel. koridory [dBm]		
LTE	800	-109	-118	-114	-5	–
LTE	1800	-107	-118	-113	-5	–
UMTS	2100	-86	-98	-93	–	-12
LTE	2600	-105	-118	-112	-5	–

Poznámka: Limitní hodnoty jsou uvedeny pro výšku antény 1,5 m s výjimkou železničních koridorů, kde je výška antény 4,5 m.

P1.3 Vyhodnocení pokrytí obyvatelstva dané obce – (doplnění ke kap. 2.2.7)

Za splnění podmínek výběrového řízení [6] z hlediska dosažení rychlosti přenosu dat dle [5] se považuje situace, kdy počet obyvatel v měřicích čtvercích, které vyhovují podmínkám specifikovaných v kap. 2.2.4, je minimálně 95 % z celkového počtu obyvatel dohromady za všechny měřené měřicí čtverce na území dané obce.

P1.4 Vyhodnocení pokrytí dálnic a rychlostních komunikací – (doplnění ke kap. 2.2.8)

Za splnění podmínek výběrového řízení [6] z hlediska dosažení rychlosti přenosu dat dle [5] se považuje situace, kdy počet měřicích čtverců, v nichž je dosaženo pokrytí dle kap. 2.2.4, je minimálně 90 % z celkového počtu všech měřených měřicích čtverců na délce dané dálnice či rychlostní komunikace.

P1.5 Vyhodnocení pokrytí železničních koridorů – (doplnění ke kap. 2.2.9)

Za splnění podmínek výběrového řízení [6] z hlediska dosažení rychlosti přenosu dat dle [5] se považuje situace, kdy počet měřicích čtverců, v nichž je dosaženo pokrytí dle kap. 2.2.4, je minimálně 80 % z celkového počtu všech měřených měřicích čtverců na délce daného železničního koridoru.

P1.6 Mapová a tabulková prezentace naměřených dat – (doplnění ke kap. 2.2.10)

P1.6.1 Tabulková prezentace

Vzhledem k tomu, že pro účely kontroly plnění podmínek výběrového řízení na kmitočty v pásmech 800, 1800 a 2600 MHz se předpokládá měření v případě pochybností o pokrytí daného okresu v souladu s požadavky aukce, naměřená data budou prezentována v tabulce spolu s predikcemi pokrytí - pokrytí je predikováno výpočtem hodnoty úrovně signálu (RSRP, RSCP), ne hodnotou kvality (SINR, Ec/Io) nebo datovou rychlostí DL.

Podmínky výběrového řízení předpokládají splnění obou kritérií – hodnot rádiových parametrů i datové rychlosti DL.

Tabulka obsahuje:

- kód a název obce, popř. dálnice nebo rychlostní komunikace, popř. železničního koridoru,
- predikce % pokrytí dle ČTÚ,
- predikce % pokrytí poskytovatelem služeb dané bezdrátové sítě elektronických komunikací,
- naměřené % pokrytí měřicím terminálem,
- procento počtu obyvatel dané obce, kteří byli měřeni – součet počtu obyvatel ve všech měřených měřicích čtvercích.

P1.6.2 Mapová prezentace

Vizualizace naměřených dat (převážně výsledků měření za jízdy) do mapových podkladů bude prováděna pro zveřejnění a prezentaci, zejména v těchto formách:

- vizualizace pokrytých měřicích čtverců (zejména při měření pokrytí obcí)
- vizualizace ve formě gridových map (pro identifikaci problémových míst, kde bude následně provedeno stacionární měření)
- standardní označení měřicích míst při stacionárním měření
- vizualizace v mapových aplikacích ČTÚ pro vnitřní potřebu i pro případnou prezentaci veřejnosti

Mapová vizualizace bude barevně rozlišovat:

- pokryté a nepokryté čtverce
- hodnoty měřených parametrů (datová rychlost, příp. hodnoty rádiových parametrů)
- v případě standardní gridové mapy bude barevně rozlišena hodnota naměřené datové rychlosti
- v dalších mapových vrstvách např. jednotlivé operátory, vzájemná porovnání a další atributy podle požadavků

P1.7 Příklady prezentace výsledků měření

P1.7.1 Tabulková prezentace

Ukázka možného provedení tabulky (části) pro provnání predikcí (operátor, ČTÚ) a naměřených hodnot pro jednoho operátora s výsledkem pokrytí celého okresu.

kód okres	okres	počet obyvatel	výpočet Operátor			výpočet ČTÚ			výsledky Měření ČTÚ - LTE				rozdílly %			
			poкрыtí %	počet obyv.	datum	poкрыtí %	počet obyv.	datum	poкрыtí %	počet obyv.	měř. obyv.	měř. obyv. %	datum	M-O	M-ČTÚ	ČTÚ-O
CZ0713	Prostějov	109665	90,05	98748	13.11.2015	93,83	102901	24.11.2015	86,12	77299	92644	84,48	11.11.2015	-19,56	-23,35	03,79
506761	Alojzov	231	100,00	231	13.11.2015	100,00	231	24.11.2015	100,00	231	197	85,28	19.10.2015	00,00	00,00	00,00
589268	Bedihošť	1041	100,00	1041	13.11.2015	100,00	1041	24.11.2015	88,57	922	989	95,00	20.10.2015	-11,43	-11,43	00,00
589276	Bilovice-Lutočín	505	99,60	503	13.11.2015	94,26	476	24.11.2015	37,65	190	417	82,57	21.10.2015	-61,95	-56,61	-05,34
589284	Biskupice	315	49,84	157	13.11.2015	100,00	315	24.11.2015	78,60	248	285	90,48	20.10.2015	28,76	-21,40	50,16
589292	Bohuslavice	459	03,49	16	13.11.2015	11,11	51	24.11.2015	07,69	35	416	90,63	04.11.2015	04,20	-03,42	07,62
589306	Bousín	143	64,34	92	13.11.2015	90,91	130	24.11.2015	100,00	143	98	68,53	26.10.2015	35,66	09,09	26,57
589331	Březsko	216	93,98	203	13.11.2015	62,04	134	24.11.2015	68,00	147	175	81,02	27.10.2015	-25,98	05,96	-31,94
589314	Brodek u Konice	906	65,34	592	13.11.2015	71,19	645	24.11.2015	08,83	80	691	76,27	27.10.2015	-56,51	-62,36	05,85
589322	Brodek u Prostějova	1543	100,00	1543	13.11.2015	100,00	1543	24.11.2015	100,00	1543	1339	86,78	19.10.2015	00,00	00,00	00,00
589349	Budětsko	416	65,14	271	13.11.2015	74,76	311	24.11.2015	58,81	245	335	80,53	04.11.2015	-06,33	-15,95	09,62
589357	Buková	317	100,00	317	13.11.2015	100,00	317	24.11.2015	100,00	317	256	80,76	27.10.2015	00,00	00,00	00,00
589381	Čechy pod Kosířem	1051	100,00	1051	13.11.2015	97,15	1021	24.11.2015	100,00	1051	839	79,83	04.11.2015	00,00	02,85	-02,85
589365	Čehovice	523	100,00	523	13.11.2015	100,00	523	24.11.2015	100,00	523	483	92,35	20.10.2015	00,00	00,00	00,00
589390	Čelčice	541	100,00	541	13.11.2015	100,00	541	24.11.2015	100,00	541	496	91,68	20.10.2015	00,00	00,00	00,00
589403	Čečehovice na Hané	1260	97,22	1225	13.11.2015	100,00	1260	24.11.2015	78,18	985	921	73,10	04.11.2015	-19,04	-21,82	02,78
589420	Dětkovice	535	100,00	535	13.11.2015	100,00	535	24.11.2015	100,00	535	464	86,73	19.10.2015	00,00	00,00	00,00
589438	Dobrochov	311	100,00	311	13.11.2015	100,00	311	24.11.2015	100,00	311	257	82,64	19.10.2015	00,00	00,00	00,00
589446	Dobromilice	836	100,00	836	13.11.2015	100,00	836	24.11.2015	92,37	772	734	87,80	13.10.2015	-07,63	-07,63	00,00
589454	Doloplazy	552	100,00	552	13.11.2015	100,00	552	24.11.2015	74,52	411	526	95,29	27.10.2015	-25,48	-25,48	00,00
589462	Drahany	545	100,00	545	13.11.2015	99,63	543	24.11.2015	100,00	545	455	83,49	26.10.2015	00,00	00,37	-00,37
589489	Dřevnovice	473	100,00	473	13.11.2015	100,00	473	24.11.2015	100,00	473	384	81,18	13.10.2015	00,00	00,00	00,00
589419	Držovice	1356	100,00	1356	13.11.2015	100,00	1356	24.11.2015	100,00	1356	1191	87,83	21.10.2015	00,00	00,00	00,00
589497	Džbel	257	89,11	229	13.11.2015	89,11	229	24.11.2015	84,98	218	213	82,88	27.10.2015	-04,13	-04,13	00,00
549967	Hačky	105	20,00	21	13.11.2015	100,00	105	24.11.2015	36,47	38	85	80,95	04.11.2015	16,47	-63,53	80,00
589501	Hluchov	359	100,00	359	13.11.2015	100,00	359	24.11.2015	77,20	277	250	69,64	04.11.2015	-22,80	-22,80	00,00
589519	Horní Štěpánov	971	80,64	783	13.11.2015	75,08	729	24.11.2015	89,19	866	712	73,33	27.10.2015	08,55	14,11	-05,56
589527	Hradčany-Kobeřice	462	100,00	462	13.11.2015	100,00	462	24.11.2015	87,10	402	341	73,81	19.10.2015	-12,90	-12,90	00,00
589535	Hrdibořice	222	100,00	222	13.11.2015	100,00	222	24.11.2015	95,67	212	208	93,69	20.10.2015	-04,33	-04,33	00,00
589543	Hrubčice	811	100,00	811	13.11.2015	100,00	811	24.11.2015	97,64	792	677	83,48	20.10.2015	-02,36	-02,36	00,00
543543	Hruška	253	46,25	117	13.11.2015	90,12	228	24.11.2015	62,22	157	225	88,93	13.10.2015	15,97	-27,90	43,87
589560	Hvozď	620	06,77	42	13.11.2015	18,06	112	24.11.2015	00,44	3	455	73,39	27.10.2015	-06,33	-17,62	11,29
589578	Ivaň	498	100,00	498	13.11.2015	100,00	498	24.11.2015	100,00	498	452	90,76	20.10.2015	00,00	00,00	00,00
589586	Jesenec	299	100,00	299	13.11.2015	100,00	299	24.11.2015	100,00	299	264	88,29	27.10.2015	00,00	00,00	00,00
589594	Kladky	364	18,13	66	13.11.2015	10,71	39	24.11.2015	04,60	17	261	71,70	27.10.2015	-13,53	-06,11	-07,42
589608	Klenovice na Hané	842	100,00	842	13.11.2015	100,00	842	24.11.2015	100,00	842	786	93,35	21.10.2015	00,00	00,00	00,00
589616	Klopotovice	275	77,09	212	13.11.2015	94,18	259	24.11.2015	79,42	218	243	88,36	20.10.2015	02,33	-14,76	17,09
589624	Konice	2884	97,99	2826	13.11.2015	98,20	2832	24.11.2015	97,64	2816	2584	89,60	04.11.2015	-00,35	-00,56	00,21
589632	Kostelec na Hané	2895	100,00	2895	13.11.2015	100,00	2895	24.11.2015	74,12	2146	2527	87,29	21.10.2015	-25,88	-25,88	00,00
589641	Koválovice-Osíčany	306	100,00	306	13.11.2015	100,00	306	24.11.2015	100,00	306	266	86,93	13.10.2015	00,00	00,00	00,00
589659	Kralice na Hané	1485	89,23	1325	13.11.2015	99,39	1476	24.11.2015	88,17	1309	1260	84,85	20.10.2015	-01,06	-11,22	10,16
589667	Krumsín	607	79,08	480	13.11.2015	99,67	605	24.11.2015	95,85	582	579	95,39	10.11.2015	16,77	-03,82	20,59
589675	Laškov	572	01,40	8	13.11.2015	01,40	8	24.11.2015	06,00	34	517	90,38	04.11.2015	04,60	04,60	00,00
589683	Lešany	401	59,60	239	13.11.2015	100,00	401	24.11.2015	26,44	106	348	86,78	21.10.2015	-33,16	-73,56	40,40
589691	Lipová	742	84,23	625	13.11.2015	87,20	647	24.11.2015	93,51	694	601	81,00	27.10.2015	09,28	06,31	02,97
589705	Ludmírov	575	03,83	22	13.11.2015	05,57	32	24.11.2015	01,37	8	438	76,17	27.10.2015	-02,46	-04,20	01,74
589713	Malé Hradisko	390	92,56	361	13.11.2015	89,23	348	24.11.2015	55,39	216	343	87,95	26.10.2015	-37,17	-33,84	-03,33
589721	Mořice	499	100,00	499	13.11.2015	100,00	499	24.11.2015	64,92	324	459	91,98	13.10.2015	-35,08	-35,08	00,00
589730	Mostkovice	1530	100,00	1530	13.11.2015	100,00	1530	24.11.2015	100,00	1530	1327	86,73	11.11.2015	00,00	00,00	00,00
589748	Myslejovice	675	99,70	673	13.11.2015	96,15	649	24.11.2015	100,00	675	573	84,89	19.10.2015	00,30	03,85	-03,55
589756	Němčice nad Hanou	2051	28,82	591	13.11.2015	99,66	2044	24.11.2015	29,56	606	1509	73,57	13.10.2015	00,74	-70,10	70,84
589764	Nezamyslice	1442	95,77	1381	13.11.2015	100,00	1442	24.11.2015	97,27	1403	1284	89,04	13.10.2015	01,50	-02,73	04,23
589772	Niva	336	100,00	336	13.11.2015	100,00	336	24.11.2015	60,47	203	258	76,79	26.10.2015	-39,53	-39,53	00,00
589799	Obědkovice	275	100,00	275	13.11.2015	100,00	275	24.11.2015	100,00	275	196	71,27	21.10.2015	00,00	00,00	00,00
589811	Ochoz	191	02,62	5	13.11.2015	46,07	88	24.11.2015	00,00	0	148	77,49	27.10.2015	-02,62	-46,07	43,45
589802	Ohrozim	489	100,00	489	13.11.2015	100,00	489	24.11.2015	92,75	454	483	98,77	26.10.2015	-07,25	-07,25	00,00
589829	Olšany u Prostějova	1615	98,95	1598	13.11.2015	99,32	1604	24.11.2015	69,13	1116	1555	96,28	20.10.2015	-29,82	-30,19	00,37
589837	Ondratice	339	98,82	335	13.11.2015	100,00	339	24.11.2015	100,00	339	234	69,03	19.10.2015	01,18	00,00	01,18
589845	Otaslavice	1313	100,00	1313	13.11.2015	100,00	1313	24.11.2015	94,50	1241	1201	91,47	19.10.2015	-05,50	-05,50	00,00
589853	Otinoves	298	100,00	298												

P1.7.2 Mapové vizualizace

Gridová mapa: Klasické zobrazení umožní komplexní pohled na rozložení datové rychlosti v měřené lokalitě, zjištění problémových oblastí pro případná stacionární měření (je vhodné současně měřit i rádiové parametry).



Mapa čtverců: Vyhodnocení pokrytí v jednotlivých čtvercích 100 x 100m (podrobnosti viz body [2.2.4](#) a [P1.2](#))

