



**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

Praha 15. srpna 2013

**Postup při měření  
rychlosti přenosu dat  
v mobilních sítích dle standardu LTE**  
(Metodický postup)

Zveřejněno v souvislosti s vyhlášením výběrového řízení za účelem  
udělení práv k využívání rádiových kmitočtů  
k zajištění veřejné komunikační sítě  
v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz

## § 1

### Účel dokumentu

Tento dokument dále upřesňuje postup měření rychlosti přenosu dat specifikovaný v bodu 4 dokumentu Úřadu: Příloha 3 k Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz [1].

## § 2

### Vymezení pojmů

Pro účely této metodiky se rozumí

- a) měřicím čtvercem  $K_{x,y}$  normalizovaný čtverec  $100 \times 100$  m s přesně definovanou GPS polohou a orientací dle Úřadem vypracovaného pokrytí území ČR. Indexy  $x, y$  udávající relativní polohu vůči osám  $x, y$ , které nemají propojení s mapami ČR. Každý měřicí čtverec je opatřen jednoznačným identifikátorem označeným ID, který je složen z čísla řádku a sloupce výchozí čtvercové sítě. Atributem každého měřicího čtverce je jeho příslušnost k obci a okresu, počet obyvatel v měřicím čtverci a informace, zda je součástí dálnic, rychlostních komunikací nebo železničních koridorů,
- b) měřicím vzorkem pořadí  $k$  je spojitý časový interval délky 1 sekundy, během něhož se měří objem přenesených testovacích dat  $w(k)$  v bajtech, kde  $k$  je celé kladné číslo udávající pořadí měřicího vzorku v čase,
- c) měřicím vzorkem rychlosti přenosu dat  $v_d(K_{x,y}, k)$  rychlost přenosu dat příslušející k měřicímu čtverci  $K_{x,y}$ , kde  $k$  je celé kladné číslo udávající pořadí měřicího vzorku v čase. Hodnota rychlosti přenosu dat v bitech za sekundu se získá z objemu dat  $w(k)$  v bajtech přenesených v  $k$ -tém sekundovém intervalu takto:  $v_d(K_{x,y}, k) = 8 \cdot w(k)$ ,
- d) průměrnou rychlostí přenosu dat  $\overline{v_d(K_{x,y})}$  rychlost přenosu dat získaná ze všech  $N$  měřicích vzorků rychlosti přenosu dat  $v_d(K_{x,y}, k)$  v daném měřicím čtverci  $K_{x,y}$  takto:

$$\overline{v_d(K_{x,y})} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N v_d(K_{x,y}, k),$$

- e) požadovanou minimální hodnotou rychlosti přenosu dat  $v_{d\min}$  hodnota rychlost 2 Mbit/s (2 000 000 bit/s) pro sestupný směr do 7 let od nabytí právní moci získání přidělu. Poté se minimální hodnota rychlosti přenosu dat zvýší na 5 Mbit/s (5 000 000 bit/s) pro sestupný směr. Tato rychlost se vztahuje na jedno mobilní zařízení a jednu SIM,
- f) relativní četností úspěšného pokrytí  $R(K_{x,y})$  bezrozměrné číslo od 0 do 1 (nebo v procentech 0 až 100 %) udávající stupeň úspěšnosti pokrytí daného stacionárního místa nebo měřicího čtverce  $K_{x,y}$  pro stanovenou mez  $v_{d\min}$  vypočítané takto:

$$R(K_{x,y}) = \frac{N_{OK}(K_{x,y})}{N(K_{x,y})}, \text{ kde } N_{OK} \text{ je počet měřicích vzorků } k \text{ v daném měřicím čtverci } K_{x,y}, \text{ pro}$$

kteří je splněna podmínka  $v_d(K_{x,y}, k) \geq v_{d\min}$  a  $N$  je celkový počet měřicích vzorků rychlosti přenosu dat v daném měřicím čtverci  $K_{x,y}$ .

Tento parametr je stanoven tak, že musí platit  $R(K_{x,y}) \geq 0,5$ ,

- g) dobou měření  $T_m$  spojitý časový interval v sekundách, v jehož průběhu jsou přenášena testovací data a je měřena rychlost přenosu dat,

Postup při měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE

- h) odstupem mezi měřeními  $T_p$  spojitý časový interval v sekundách, v jehož průběhu nejsou přenášena žádná testovací data a není měřena rychlost přenosu dat,
- i) měřicí periodou  $T = T_m + T_p$  časový interval v sekundách skládající se ze dvou na sebe bezprostředně v čase navazujících intervalů doby měření a odstupu měření,
- j) sérií měření posloupnost konečného počtu  $M$  po sobě jdoucích měřicích period  $T$ , kde  $M$  je celé kladné číslo,
- k) počtem opakování série měření v počtu  $L$ , kde  $L$  je celé nezáporné číslo.

### § 3

#### Výchozí podmínky měření rychlosti přenosu dat

(1) Pro měření rychlosti přenosu dat se použije měřicí terminál nebo ekvivalentní zařízení (modem a počítač) se softwarem umožňujícím zaznamenat časový průběh rychlosti přenosu dat po intervalech 1 s a následné statistické výpočty nad změřenými daty za těchto podmínek:

- a) Měření bude prováděno měřicím zařízením prostřednictvím sítě kontrolovaného operátora oproti serveru s garantovanou konektivitou do Internetu alespoň 1 Gbit/s a výpočetním výkonem takovým, aby nebylo měření negativně ovlivněno.
- b) Měření se provádí v pracovních dnech v době mezi 7. a 19. hodinou, pokud charakter měření nevyžaduje jinou dobu měření.
- c) K měření se použijí SIM karty s aktivovanou službou mobilního přístupu k Internetu pro veřejnost (osobní) s nejvyšším dostupným datovým limitem, případně bez limitu.
- d) Měření probíhá na vrstvě IP (Internet Protocol) pomocí protokolu TCP (Transmission Control Protocol) ve směru sestupném od serveru do měřicího terminálu.
- e) Alternativně k měření LTE bude po přechodnou dobu 5 let prováděno v souladu s [1] měření UMTS tak, že budou použity dva měřicí terminály (modemy), kdy jeden bude nastaven do režimu LTE, a druhý do režimu UMTS. V případě, že v odpovídajícím měřicím vzorku nebudou přenášena data technologií LTE, nebo přenesený objem dat bude nižší než objem dat přenesený souběžně provozovanou technologií UMTS, použije se pro daný měřicí vzorek naměřená rychlost přenosu dat na technologii UMTS. Tímto postupem je omezen negativní dopad případných výpadků při přechodu měřicího terminálu z oblasti pokryté LTE do oblasti UMTS a naopak.
- f) Aktuální pozice měřicího terminálu bude monitorována pomocí GPS přijímače s chybou určení polohy  $\pm 5$  m s pravděpodobností chyby určení polohy maximálně 5 %.
- g) Měřicí anténa musí být umístěná tak, aby byly minimalizovány negativní vlivy dopravního prostředku (měřicího vozu) na prováděná měření.

(2) Všechna měření probíhají při současném otevření tří TCP spojení za těchto podmínek:

- a) Způsob měření a vyhodnocování naměřených výsledků je upřesněn dokumentem IETF RFC 6349 [2], pokud není uvedeno jinak.
- b) TCP toky jsou generovány nepřetržitě po celou dobu měření.
- c) Vzhledem k předpokládané rychlosti přenosu dat a hodnotě zpoždění při přenosu datového toku bude hodnota velikosti přijímacího okna u TCP protokolu nastavena na hodnotu minimálně 64 kB pro každou otevřenou relaci.

- d) Velikost paketů musí být nastavena tak, aby nedocházelo k jejich fragmentaci v celé testované síti.

#### § 4

### Měření rychlosti přenosu dat

(1) Měření rychlosti přenosu dat se provádí v jednom bodě bez pohybu měřicího terminálu (stacionární měření), nebo za jízdy. Výpočet pokrytí a rychlosti přenosu dat je podrobně uveden v § 5.

(2) Stacionární měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích bude prováděno [1]:

- a) Při namátkovém měření pro kontrolu dodržení podmínek stanovených ve výběrovém řízení se provede měření během čtyř po sobě následujících hodin vždy minimálně čtyřikrát v každé hodině s odstupem měření minimálně 10 min. (viz § 5, odst. (1))
- b) V případě šetření stížností na rušení provozu sítě nebo na nedodržení smluvně garantované rychlosti přenosu dat mezi klientem a provozovatelem služby se měření provede po dobu 1 hodiny. (viz § 5, odst. (2)).

(3) Dosažení požadované rychlosti přenosu dat je splněno při stacionárním měření (měření v jednom bodě bez pohybu měřicího terminálu) v případě, že:

- a) Rychlost přenosu dat dosáhne požadované hodnoty (2 Mbit/s resp. 5 Mbit/s) nejméně v 50 % měřicích vzorků.
- b) Průměrná rychlost přenosu dat ze všech měření dosáhne nejméně 75 % požadované hodnoty (1,5 Mbit/s resp. 3,75 Mbit/s).
- c) Pokud nebudou uvedené podmínky rychlosti přenosu dat splněny, bude pro ověření provedeno jedno opakované měření.

(4) Kontinuální měření pokrytí obydleného území měřením za jízdy se provede pro účely kontroly pokrytí obydleného území [1] při rychlosti jízdy 40 km/hod. (pokud to nedovolují podmínky v době měření, použije se rychlost nižší) po hlavních komunikacích měřené obce. Dosažení požadované rychlosti přenosu dat je splněno za těchto podmínek:

- a) Rychlost přenosu dat dosáhne v daném měřicím čtverci požadované hodnoty (2 Mbit/s resp. 5 Mbit/s) minimálně v 50 % měřicích vzorků.
- b) Průměrná rychlost přenosu dat v daném měřicím čtverci dosáhne nejméně 75 % požadované hodnoty (1,5 Mbit/s resp. 3,75 Mbit/s).
- c) V těch měřicích čtvercích, ve kterých nebudou uvedené podmínky rychlosti přenosu dat splněny, bude pro ověření provedeno jedno opakované měření.
- d) Hlavními komunikacemi se přitom rozumí silnice a místní komunikace protínající obce a dále návsí a náměstí. Bude vybrán nejmenší možný počet měřicích čtverců podél hlavních komunikací tak, aby tyto vybrané měřicí čtverce zahrnovaly alespoň 50 % populace měřené obce.
- e) Podmínka pokrytí obce bude splněna, pokud měřicí čtverce, které splňují kritéria dle bodů a) a b) zahrnou alespoň 95 % populace měřicích čtverců dané obce vybraných dle bodu d).

(5) Pro účely pokrytí dálnic a rychlostních komunikací [1] se provede kontinuální měření za

Postup při měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE

jízdy rychlostí maximálně 90 km/hod. (pokud to nedovolují podmínky v době měření, použije se rychlost nižší), po celé délce kontrolované komunikace. Dostupnost datové komunikace musí být zajištěna minimálně v 90 % délky měřené komunikace. Dosažení požadované rychlosti přenosu dat je splněno za těchto podmínek:

- a) Měření se provede dvakrát po sobě, tj. průjezdem jedním a druhým směrem měřeného úseku dálnice nebo rychlostní komunikace. Měřicí vzorky z obou měření se berou jako jeden celek.
- b) Rychlost přenosu dat dosáhne požadované hodnoty (2 Mbit/s resp. 5 Mbit/s) minimálně v 45 % všech měřicích vzorků.
- c) Průměrná rychlost přenosu dat ze všech měřicích vzorků dosáhne nejméně 67,5 % požadované hodnoty (tedy 1,35 Mbit/s resp. 3,375 Mbit/s).

(6) Měření pokrytí tranzitních železničních koridorů bude prostředky Úřadu prováděno v blízkosti tratí (souběžné komunikace, nádraží nebo přejezdy), a to v případě stížností. V případě měření v jednom bodě se použije postup pro stacionární měření podle bodu (3). V případě měření podél souběžných komunikací se použije kontinuální měření za jízdy podle bodu (4).

## § 5

### Výpočet pokrytí a rychlosti přenosu dat

(1) Stacionární měření pokrytí dle § 4 bodu 2a) se provede sérií měřicích period  $T$  v počtu  $M = 16$  s intervalem měření  $T_m = 300$  s a intervalem prodlevy  $T_p = 600$  s.

(2) Stacionární měření pokrytí dle § 4 bodu 2b) se provede sérií měřicích period  $T$  v počtu  $M = 4$  s intervalem měření  $T_m = 300$  s a intervalem prodlevy  $T_p = 600$  s.

(3) Pro stacionární měření se stanoví měřicí čtverec  $K_{x,y}$ , jemuž odpovídá poloha GPS zjištěná při měření.

(4) Pro stacionární měření se počet měřicích vzorků  $N$  spočítá takto:  $N = M \cdot T_m \cdot (1+L)$ , kde  $L$  je počet opakování.

(5) Pro měření za jízdy interval měření  $T_m$  a interval prodlevy  $T_p$  nejsou stanoveny. Měření probíhá kontinuálně a jeho délka je dána testovanou oblastí, tj. počtem a skladbou měřicích čtverců  $K_{x,y}$ , v nichž je prováděno ověřování pokrytí, nebo délkou měřené dálnice či rychlostní komunikace.

(6) Pro měření za jízdy se pro každý měřicí vzorek stanoví měřicí čtverec  $K_{x,y}$ , jemuž odpovídá poloha GPS zjištěná při měření.

(7) Pro měření za jízdy se počet měřicích vzorků  $N(K_{x,y})$  rychlosti přenosu dat v daném měřicím čtverci  $K_{x,y}$  stanoví na základě bodu (6) sečtením všech měřicích vzorků patřících do daného měřicího čtverce.

(8) Dosažení požadované rychlosti přenosu dat v daném měřicím čtverci  $K_{x,y}$ , nebo stacionárním bodě, který je součástí daného měřicího čtverce  $K_{x,y}$ , je splněno za současného splnění obou těchto podmínek:

- a) Rychlost přenosu dat  $v_d(K_{x,y}, k)$  dosáhne hodnoty  $v_{d\min}$  alespoň v 50 % všech měřicích vzorků v daném měřicím čtverci  $K_{x,y}$ . Relativní četnost úspěšnosti pokrytí tedy musí být  $R(K_{x,y}) = \frac{N_{OK}(K_{x,y})}{N(K_{x,y})} \geq 0,5$  kde  $N_{OK}(K_{x,y})$  je počet měřicích vzorků  $k$ , pro které je splněna

Postup při měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE

podmínka  $v_d(K_{x,y}, k) \geq v_{dmin}$  a  $N(K_{x,y})$  je celkový počet měřících vzorků rychlostí přenosu dat v daném měřícím čtverci  $K_{x,y}$ .

b) Průměrná rychlost přenosu dat  $\overline{v_d(K_{x,y})}$  ze všech  $N(K_{x,y})$  měřících vzorků v daném měřícím čtverci  $K_{x,y}$  musí dosáhnout nejméně 75 %  $v_{dmin}$ , tedy musí platit

$$\overline{v_d(K_{x,y})} = \frac{1}{N(K_{x,y})} \sum_{k=1}^{N(K_{x,y})} v_d(K_{x,y}, k) \geq 0,75 \cdot v_{dmin}.$$

(9) V případě opakování měření v počtu  $L$  se výpočet provádí takto:

a) Relativní četnost pokrytí se spočítá na základě sumarizace počtu měřících vzorků základního měření s indexem 0 a opakovaných měření v daném měřícím čtverci  $K_{x,y}$ .

V bodě (8) se tedy použije hodnota  $N_{ok}(K_{x,y}) = \sum_{i=0}^L N_{ok}(K_{x,y})_i$  a  $N(K_{x,y}) = \sum_{i=0}^L N(K_{x,y})_i$ .

b) Výsledná průměrná rychlost přenosu dat  $\overline{v_d(K_{x,y})}$  ze základního měření s indexem 0 a opakovaných měření v daném měřícím čtverci  $K_{x,y}$  se spočítá takto:

$$\overline{v_d(K_{x,y})} = \frac{1}{(1+L)} \sum_{i=0}^L \overline{v_d(K_{x,y})}_i \geq 0,75 \cdot v_{dmin}.$$

(10) Počet opakování  $L$  nabývá těchto hodnot:

a) Pro měření bez opakování je  $L = 0$ .

b) Pro měření s opakováním dle § 4 bodu 3c) a 4c) je  $L = 1$ .

c) Pro měření podél dálnic a rychlostních komunikací průjezdem 1x jedním a 1x druhým směrem dle § 4 bodu 5) je  $L = 1$ .

(11) Splnění podmínek výběrového řízení z hlediska dosažení rychlosti přenosu dat podle bodu 5 dokumentu [1] je dosaženo v případě, že počet obyvatel v měřících čtvrcích, vyhovujících podmínkám bodu (8) tohoto metodického postupu je minimálně 95 % z celkového počtu obyvatel vybraného souboru měřících čtvrců dle § 4 bod 4) tohoto metodického postupu.

(12) Splnění podmínek výběrového řízení pro měření podél dálnic a rychlostních komunikací je dosaženo v případě, že datový přenos je dostupný minimálně v 90 % celkové délky měřené dálnice či rychlostní komunikace. Rychlost přenosu dat přitom dosáhne požadované hodnoty (2 Mbit/s resp. 5 Mbit/s) minimálně v 45 % všech měřících vzorků. Průměrná rychlost přenosu dat ze všech měřících vzorků dosáhne nejméně 67,5 % požadované hodnoty (tedy 1,35 Mbit/s resp. 3,375 Mbit/s) v souladu s § 4 bod 5) tohoto metodického postupu.

## Literatura a zdroje:

[1] ČTÚ: Příloha 3 k Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz, které bylo zveřejněno dne 15. srpna 2013.

[2] IETF: rfc6349 Framework for TCP Throughput Testing

Čj.: ČTÚ-72 664/2013-620/II. vyř.

Odbor státní kontroly elektronických komunikací