



**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

## Příloha 3

k Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv  
k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě  
v pásmech 1800 MHz a 2600 MHz

### **Výpočet a měření pro účely kontroly pokrytí území signály mobilních širokopásmových datových sítí**

## 1 ÚVOD

Účelem tohoto dokumentu je stanovit metodický postup a základní podmínky výpočtu pokrytí a kontrolního měření pro posouzení dodržení podmínek stanovených držitelům oprávnění k využívání kmitočtů v pásmech 1800 a 2600 MHz.

- a) Pokrytím se rozumí provozování veřejné sítě elektronických komunikací s využitím kmitočtových přidělů získaných ve výběrovém řízení v pásmech 1800 a 2600 MHz, která je schopná poskytovat službu vysokorychlostního přístupu k internetu rychlostí nejméně 2 Mbit/s (download) do 7 let od nabytí právní moci přidělu a 5 Mbit/s (download) v následujícím období, a to při 75 % pravděpodobnosti vnitřního příjmu (indoor pokrytí) bez využití externí antény a při 85 % pravděpodobnosti vnitřního příjmu s využitím externí antény.
- b) Prioritní pro posouzení pokrytí signály mobilní sítě jsou výsledky predikčních výpočtů dodaných Úřadu provozovatelem sítě ve formě vhodně strukturovaných dat.
- c) Vyhodnocení pokrytí bude prováděno na mapě ČR s definovanou čtvercovou sítí 100 × 100 m (souřadnice ve formátu UTM).
- d) Kontrolu dodaných predikčních výpočtů provede Úřad výpočty z technických parametrů sítě dodaných držitelem přidělu. Pro výpočty bude použit difrakční model šíření signálu (ITU-R 1812 ver. 3), který postihuje vliv morfologie pro vyšší kmitočty ve venkovských oblastech (použitý model terénu v SW pro výpočet má rozlišení 2 × 2 vteřiny).
- e) V případě rozporu predikčních výpočtů provozovatele sítě s výpočty Úřadu se předpokládá následné měření nezbytně nutných parametrů pro možnost objektivního posouzení pokrytí území a počtu obyvatel signály mobilních datových sítí.
- f) Měřené parametry a jejich limity se vztahují k systémům LTE provozovaným podle současných norem ETSI a specifikací 3GPP. V případě použití jiného systému (např. LTE-A) budou měřeny a posuzovány ekvivalentní parametry podle jeho specifikace.
- g) Splnění podmínek pokrytí dokládá provozovatel sítě mapami pokrytí z počítačových predikcí, ve kterých je doloženo splnění podmínek pokrytí obyvatel.

## 2 VYHODNOCENÍ DAT

- a) Predikované mapy pokrytí budou vždy předkládány při kontrole plnění podmínek účelného využívání kmitočtů dle kapitoly 7.3 Vyhlášení.
- b) Souhrnná data budou Úřadu předkládána s počáteční periodou 1 měsíc, která může být později případně upravena.
- c) Úřad poskytne na vyžádání držiteli přidělu vektorovou mapu ČR se čtvercovou sítí 100 × 100 m dle bodu 1 c) s atributy okres, obec, počet obyvatel a dále podrobnou metodiku práce s mapou a podpůrné programy pro vyhodnocování.
- d) Provozovatel doplní mapu vlastní vrstvou s identifikací pokrytí (pokryto/nepokryto) každého čtverce 100 × 100 m. Při transformaci z podrobnějšího členění (např. 20 × 20 m) bude použit aritmetický průměr.

## 3 MĚŘENÍ POKRYTÍ

Jedním ze sledovaných parametrů při kontrole dodržování podmínek kmitočtového přidělu je stanovení pokrytí signálem mobilního vysokorychlostního přístupu k datovým službám.

### 3.1 Podmínky měření

- a) Měření parametrů signálu LTE se provádí za jízdy s všesměrovou anténou umístěnou ve výšce 1,5 m nebo 3 m.

Výpočet a měření pro účely kontroly pokrytí území signály mobilních širokopásmových datových sítí

- b) Výpočet pokrytí se provádí pro výšku antény terminálu 1,5 m, pokud je nutno měřit s výškou antény 3 m, použije se korekce  $k_v$  pro přepočítání úrovně (výkonu, intenzity elmag. pole) na referenční výšku antény 1,5 m:

$$P_{1,5m} = P_{3m} - k_v, \quad \text{kde} \quad k_v = \begin{matrix} 5 \text{ dB} & 1800 \text{ MHz,} \\ 6 \text{ dB} & 2600 \text{ MHz.} \end{matrix}$$

- c) Preferuje se diverzifikační měření s 2 anténami (MIMO).  
d) Při měření úrovně se naměřená hodnota koriguje tak, aby odpovídala zisku antény  $G_i = 0$  dB a útlum napáječe 0 dB.  
e) V případě potřeby se tato korigovaná hodnota přepočítá na intenzitu elektromagnetického pole (měření v případě sporů se zahraničními administracemi v příhraničních oblastech).  
f) Měření se provádí výhradně mimo budovy, pro předpoklad pokrytí uvnitř budov (vzhledem k nutnosti použít jednoho koeficientu je tento předpoklad vždy zatížen výraznou chybou) jsou použity koeficienty pro jednotlivá kmitočtová pásma.  
g) Zvolené koeficienty reprezentující útlum signálu LTE průchodem přes zeď budovy jsou:

$$k = \begin{matrix} 11 \text{ dB} & 1800 \text{ MHz,} \\ 13 \text{ dB} & 2600 \text{ MHz.} \end{matrix}$$

### 3.2 Měřené parametry

Vzhledem k inteligenci prvků rádiových sítí, zejména BS (dynamické změny výkonu, formování vyzařovacích svazků antén podle požadavku UE apod.) pro objektivní posouzení pokrytí území signálem LTE budou měřeny parametry signálu (kmitočet) s limitními hodnotami zajišťujícími funkčnost rádiové sítě:

- a) Výkon referenčního signálu – RSRP

minimální hodnota:	-122 dBm	– daná fyzikálními vlastnostmi UE
margin:	4 dB	– pro reálné prostředí
limitní hodnota:	-118 dBm	(outdoor)

limitní hodnoty indoor (s korekcí na útlum budov), příjem bez externí antény pro 75% pravděpodobnost příjmu:

kmit. pásmo	RSRP
1800 MHz	-107 dBm
2600 MHz	-105 dBm

Při použití externí antény lze předpokládat zajištění pokrytí s 85% pravděpodobností (zisk antény je minimálně 2,5 dBi, je vhodně vybrané umístění), outdoor příjem je automaticky zajištěn.

- b) Odstup signál / šum + interference – SINR

limitní hodnota: -5 dB

SINR, měřen na referenčních kanálech, má jednoznačný vztah k dosažitelné datové rychlosti. Vlivem stejného útlumu užitečného i rušícího signálu není nutno hodnotu korigovat v závislosti na kmitočtovém pásmu. Uvedená limitní hodnota platí pro stejné podmínky jako výkon referenčního signálu RSRP.

system	kmitočtové pásmo [MHz]	RSRP [dBm]	SINR [dB]
LTE	1800	-107	-5
LTE	2600	-105	-5

*Poznámka:* Limitní hodnoty měřených parametrů jsou uvedeny pro výšku antény UE 1,5 m.

### 3.3 Požadavky na měřicí zařízení

- a) Měřicí anténa
  - Pro měření za jízdy se použije anténa s všesměrovým vyzařovacím diagramem, vertikální polarizací a definovaným ziskem (pro možnost korekce naměřené hodnoty pro definovaný systémový zisk  $G_{ant} - b_{nap} = 0$  dB).
  - Koaxiální kabel mezi anténou a vstupem přijímače (je-li použit) musí mít v pásmu provozních kmitočtů definovaný útlum (pro možnost korekce naměřené hodnoty).
- b) Měřicí přijímač
  - Měřicí přijímač (scanner) musí umožnit měření parametrů RSRP a SINR na referenčních signálech podle příslušných specifikací ETSI a 3GPP.
  - Pro měření lze rovněž použít UE s odpovídajícími parametry nebo libovolného ekvivalentního zařízení splňujícího požadavky na objektivní měření uvedených parametrů.

## 4 MĚŘENÍ DATOVÉ RYCHLOSTI

Rychlost přenosu dat v mobilních sítích dle bodu 1 a) bude měřena oproti serveru s měřícími daty, který bude umístěn na místě s garantovanou konektivitou alespoň 1 Gbit/s v těchto případech:

- a) Při šetření stížností na rušení provozu sítě nebo na nedodržení smluvně garantované rychlosti mezi klientem a provozovatelem služby.
- b) Při namátkovém měření pro kontrolu dodržení podmínek stanovených ve výběrovém řízení.

Metodický postup měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE je zveřejněn na webových stránkách Úřadu<sup>1</sup>.

Měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích bude prováděno takto:

### 4.1 Stacionární měření

- V případě namátkového měření podle bodu 4 b) – měření čtyři po sobě následující hodiny, vždy minimálně čtyřikrát v každé hodině a s minimálním časovým odstupem jednotlivých měření 10 minut.
- V případě měření podle bodu 4 a) – měření po dobu 1 hodiny.

### 4.2 Měření za jízdy

- Měření za jízdy se využije podle požadavků Úřadu pro orientační zjištění plošného rozložení dosahovaných datových rychlostí a při kontrole dodržení podmínek výběrového řízení pro pokrytí dálnic.

<sup>1</sup> [http://www.ctu.cz/cs/download/aktualni\\_informace/mereni\\_rychlosti\\_prenosu\\_dat\\_lte\\_15\\_08\\_2013.pdf](http://www.ctu.cz/cs/download/aktualni_informace/mereni_rychlosti_prenosu_dat_lte_15_08_2013.pdf)

- Analýzou výsledků zjištěných mobilním měřením lze určit místa, kde bude provedeno stacionární měření podle bodu 4.1.

Dosažení požadované rychlosti je splněno v případě, že:

- Přenosová rychlost dosáhne požadované hodnoty (2 Mbit/s resp. 5 Mbit/s) alespoň v 50 % měření v dané sérii měření a místě.
- Průměrná rychlost ze všech měření v dané sérii měření a místě dosáhne nejméně 75 % požadované hodnoty (1,5 Mbit/s resp. 3,75 Mbit/s).

Pro měření datové rychlosti se použije měřicí terminál nebo ekvivalentní zařízení se softwarem, umožňujícím sledovat časový průběh přenosové rychlosti a provádět analytické a statistické výpočty nad zjištěnými daty.

Měření bude prováděno z výše uvedeného mobilního zařízení prostřednictvím sítě operátora proti serveru s garantovanou konektivitou do páteří sítě.

Pokud nebudou výše uvedené podmínky rychlosti splněny, bude pro ověření provedeno jedno opakované měření.

## 5 POSTUP PŘI MĚŘENÍ

Obecné zásady při měření:

- Měření parametrů RSRP a SINR v obydleném území se budou provádět standardním způsobem měřením za jízdy, stejně jako při měření signálů jiných mobilních sítí (GSM, CDMA).
- Při měření obydleného území se nejdříve provede měření za jízdy po hlavních komunikacích měřené lokality a výsledky se porovnají s mapami pokrytí, předloženými provozovatelem sítě. V případě, že naměřené hodnoty budou v zásadním rozporu s hodnotami predikovanými, provede se v obcích detailní měření na všech dostupných komunikacích.
- V případě, že naměřené pokrytí bude významně odlišné od predikovaného, vyvolá se jednání mezi Úřadem a provozovatelem sítě, kde se dohodne další postup s cílem zjištění příčin rozdílných výsledků.
- Pro posouzení dodržení plánovacích parametrů v příhraničních oblastech je v souladu s platnými doporučeními nebo dvou/třístrannými dohodami v rámci dohody HCM nutno provádět měření intenzity elektromagnetického pole.
- Při vyhodnocování budou naměřená data porovnána s predikovanými hodnotami pokrytí dodanými v mapové formě provozovateli sítí dle bodu 2 d).

## 6 POUŽITÉ ZKRATKY

BS	<i>Base Station</i> – základnová stanice, v systému LTE označovaná eNodeB
UE	<i>User Equipment</i> – uživatelské zařízení, terminál