



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 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz

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

Text po opravě zřejmých nesprávností ze dne 23. září 2013

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 800, 1800 a 2600 MHz.

- a) Pro posouzení pokrytí obyvatel signálem LTE se vychází z materiálu MPO „Návrh rozvojových kritérií pro přiděly rádiových kmitočtů v pásmu 790–862 MHz“. Pokrytím se rozumí provozování veřejné sítě elektronických komunikací s využitím kmitočtových přidělů získaných v připravovaném výběrovém řízení v pásmech 800 MHz, 1800 MHz 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 dostupnosti této služby alespoň pro 95 % populace příslušného okresu při 75 % pravděpodobnosti vnitřního příjmu (indoor pokrytí) bez využití externí antény a při 85 % pravděpodobnosti vnitřního příjmu s využitím externí antény. Do pokrytí se po přechodnou dobu 5 let od právní moci přidělu rovněž započítává počet obyvatel okresu pokrytých sítěmi UMTS.
- b) Prioritní pro posouzení pokrytí okresu signály mobilní sítě jsou výsledky predikčních výpočtů dodaných Úřadu provozovatelem sítě ve formě vhodné strukturovaných dat.
- c) Vyhodnocení pokrytí bude prováděno na mapě ČR s definovanou čtvercovou sítí 100 × 100 m (souřadnice ve formátu UTM).
- d) Výpočet (na parametry dle bodu 4) bude proveden z technických parametrů sítě dodaných držitelem přidělu za použití statistického modelu šíření signálu (ITU 1546-2CA) a porovnán s predikčními výpočty dodanými provozovatelem sítě (použitý model terénu v SW pro výpočet má rozlišení 2 × 2 vteřiny).
- e) V případě rozporu, tedy pokud bude výsledek výpočtu dosaženého pokrytí provedeného Úřadem 90 % počtu obyvatel okresu a méně, se předpokládá přepočítání dle difrakčního modelu (ITU 1812), který lépe postihuje vliv morfologie pro vyšší kmitočty ve venkovských oblastech, a 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 a UMTS, 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) 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 100x100 m, které koridor protíná) a pro dálnice a rychlostní komunikace (dostupnost v 90 % Úřadem definovaných čtverců 100 × 100 m, které komunikace protíná).
- h) Splnění podmínek pokrytí reprezentující minimálně 95 % populace příslušného okresu dokládá operátor mapami pokrytí z počítačových predikcí, ve kterých je doloženo splnění podmínek pokrytí obyvatel, železničních koridorů, dálnic a rychlostních komunikací.

2 VYHODNOCENÍ DAT

- a) Predikované mapy pokrytí budou vždy předkládány při kontrole plnění podmínek účelného využívání kmitočtů dle kapitoly 5.3 Vyhlášení.
- b) Souhrnná data budou Úřadu předkládána s počáteční periodou 1 měsíc (podle vývoje situace s pokrytím bude četnost později případně upravena).
- c) Úřad poskytne na vyžádání držiteli přidělu vektorovou mapu ČR s čtvercovou sítí 100 × 100 m dle bodu 1 c) s atributy okres, obec, počet obyvatel, umístění

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

- železničních koridorů, dálnic, místních komunikací a dále podrobnou metodiku práce s mapou a podpůrné programy pro vyhodnocování.
- 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. Mapa (vrstva) pokrytí bude předložena jednak zvlášť pro každé kmitočtové pásmo a dále jako celkové pokrytí okresu, železničních koridorů, dálnic a rychlostních komunikací.
 - Pokud bude držitelem přidělu uplatněno započítání stanic pracujících v systému UMTS do pokrytí, musí být ve stejném formátu poskytnuta i data, kterými lze ověřit pokrytí pro základnové stanice pracující v systému UMTS.
 - V případě, že data dle bodu 2 e) nebudou poskytnuta, nebudou pro účely kontroly pokrytí Úřadem stanice pracující v systému UMTS započítány.

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

- Měření parametrů signálu LTE a UMTS se provádí za jízdy s všesměrovou anténou umístěnou ve výšce 1,5 m nebo 3 m.
- 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 přepočet úrovně (výkonu, intenzity elmag. pole) na referenční výšku antény 1,5 m:

$$P_{1,5m} = P_{3m} - k_v, \quad \text{kde} \quad \begin{array}{ll} k_v = 4 \text{ dB} & \text{pro pásmo } 800 \text{ MHz,} \\ 5 \text{ dB} & 1800 \text{ MHz,} \\ 5 \text{ dB} & 2100 \text{ MHz,} \\ 6 \text{ dB} & 2600 \text{ MHz.} \end{array}$$

- Preferuje se diverzitní měření s 2 anténami (MIMO).
- Při měření úrovně se naměřená hodnota koriguje tak, aby odpovídala zisku antény $G_i = 0$ dB a útlum napáječe 0 dB.
- V případě potřeby se tato korigovaná hodnota přepočítá na intenzitu elektromagnetického pole (měření v případě sporů se zahraničními administracemi v příhraničních oblastech).
- 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.
- Zvolené koeficienty reprezentující útlum signálu LTE a UMTS průchodem přes zeď budovy jsou:

$$k = \begin{array}{ll} 9 \text{ dB} & \text{pro pásmo } 800 \text{ MHz,} \\ 11 \text{ dB} & 1800 \text{ MHz,} \\ 12 \text{ dB} & 2100 \text{ MHz,} \\ 13 \text{ dB} & 2600 \text{ MHz.} \end{array}$$

3.2 Měřené parametry

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

3.2.1 Systém LTE

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
800 MHz	-109 dBm
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 podle využitých kmitočtových pásem. Uvedená limitní hodnota platí pro stejné podmínky jako výkon referenčního signálu RSRP.

3.2.2 Systém UMTS (2100MHz)

a) Výkon referenčního signálu – RSCP (CPICH)

Limitní hodnoty -98 dBm (outdoor)
-86 dBm indoor

b) Odstup E_c / I_o

Limitní hodnota -12 dB

Tabulka limitních hodnot pro kontrolní měření pokrytí

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 měřených parametrů jsou uvedeny pro výšku antény UE 1,5 m, mimo železniční koridory, kde je předpokládána výška antény 4,5 m (střecha vagonu).

3.3 Požadavky na měřicí zařízení

a) Měřicí anténa

- Pro měření za jízdy se použije antén s všesměrovým vyzařovacím diagramem, vertikální polarizací a definovaným ziskem (pro možnost korekce naměřené hodnoty pro definovaný systémový zisk $G_{\text{ant}} - b_{\text{nap}} = 0$ 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, RSCP, SINR a E_c/I_0 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 Úřadu¹.

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 zjištění plošného rozložení dosahovaných datových rychlostí a při kontrole dodržení podmínek výběrového řízení pro pokrytí dálnic a rychlostních komunikací.
- 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:

¹ http://www.ctu.cz/cs/download/aktualni_informace/mereni_rychlosti_prenosu_dat_lte_15_08_2013.pdf

- 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 páteřní 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, RSCP, SINR a E_b/I_0 v obydleném území, na dálnicích a rychlostních komunikacích se budou provádět standardním způsobem měřením za jízdy, stejně jako při měření signálů jiných mobilních sítí (GSM, CDMA).
- Při měření pro účely pokrytí 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.
- Měření pokrytí tranzitních železničních koridorů bude prostředky Úřadu prováděno v blízkosti tratí (souběžné komunikace, nádraží nebo přejezdy), a to v případě stížností.
- Při měření pro účely pokrytí dálnic a rychlostních komunikací se provede měření za jízdy po celé délce kontrolované komunikace.
- V případě, že naměřené pokrytí dle bodů 5 b) až d) bude diametrálně 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