



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 měření pro účely kontroly pokrytí území a obyvatel

1 ÚVOD

Účelem tohoto dokumentu je stanovení metodického postupu kontroly plnění podmínek pro využívání rádiových kmitočtů stanovených držitelům přidělů rádiových kmitočtů.

Pro možnost objektivního posouzení pokrytí je využíváno výhradně měření. Měřené parametry a jejich limity pro jednotlivá kmitočtová pásma jsou uvedeny dále v této metodice a byly stanoveny podle platných norem ETSI a specifikací 3GPP.

Měření pokrytí

1.1 Podmínky měření

- a) Měření parametrů signálu mobilních sítí se provádí za jízdy s všesměrovou anténou umístěnou ve výšce 1,5 m nebo 3 m.
- 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 elektromagnetického pole) na referenční výšku antény 1,5 m:

$P_{1,5m} = P_{3m} - k_v$, kde koeficient k_v je pro jednotlivá kmitočtová pásma stanoven v následující tabulce.

kmitočtové pásmo	k_v [dB]
700 MHz	4
800 MHz	4
900 MHz	4
1800 MHz	5
2100 MHz	5
2600 MHz	6
3400-3800 MHz	9

- c) Preferuje se diverzní 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 jsou použity koeficienty pro jednotlivá kmitočtová pásma (vzhledem k nutnosti použít jednoho koeficientu je tento předpoklad vždy zatížen výraznou chybou).
- g) Hodnoty koeficientu k reprezentujícího útlum signálu průchodem přes zeď budovy jsou pro jednotlivá kmitočtová pásma stanoveny v následující tabulce.

kmitočtové pásmo	k [dB]
700 MHz	9
800 MHz	9
900 MHz	9
1800 MHz	11
2100 MHz	12
2600 MHz	13
3400-3800 MHz	18

1.2 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 budou měřeny parametry signálu (kmitočtu) s limitními hodnotami zajišťujícími funkčnost rádiové sítě:

a) Výkon referenčního signálu – RSRP (pro sítě 4G, 5G)

minimální hodnota: -122 dBm daná fyzikálními vlastnostmi UE

margin: 4 dB pro reálné prostředí

Limitní hodnota pro neobydlená území je tedy **-118 dBm** (outdoor) pro sítě 4G, 5G a **-99 dBm** pro síť 2G. Limitní hodnoty pro obydlená území (s korekcí na útlum budov) jsou uvedeny následující tabulce. Např. pro příjem v pásmu 900 MHz a pro 75% pravděpodobnost příjmu je tato hodnota **-109 dBm** pro sítě 4G, 5G a **-90 dBm** pro síť 2G. Tyto limitní hodnoty se vždy týkají pouze mobilního příjmu. Pro příjem v pevném místě tyto hodnoty nebudou uplatňovány.

b) Odstup signál / šum + interference – SINR (pro sítě 4G, 5G)

limitní hodnota: -5 dB

Uvedená limitní hodnota platí za stejných podmínek jako jsou stanoveny pro výkon referenčního signálu.

Limitní úrovně referenčního signálu a odstupů signál / šum + interference sítí 4G, 5G pro kontrolní měření pokrytí jsou uvedeny v následující tabulce.

Kmitočtové pásmo	RSRP pro neobydlená území [dBm]	RSRP pro obydlená území [dBm]	RSRP pro silniční koridory [dBm]	RSRP pro železniční koridory [dBm]	SINR [dB]
700 MHz	-118	-109	-118	-114	-5
800 MHz	-118	-109	-118	-114	-5
900 MHz	-118	-109	-118	-114	-5
1800 MHz	-118	-107	-118	-113	-5
2100 MHz	-118	-106	-118	-113	-5
2600 MHz	-118	-105	-118	-112	-5
3400-3800 MHz	-118	-100	-118	-109	-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).

Limitní úrovně signálu sítě 2G pro kontrolní měření pokrytí jsou uvedeny v následující tabulce.

Kmitočtové pásmo	Rx pro neobydlená území [dBm]	Rx pro obydlená území [dBm]	Rx pro silniční koridory [dBm]	Rx pro železniční koridory [dBm]
900 MHz	-99	-90	-99	-95
1800 MHz	-99	-88	-99	-94

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).

1.3 Požadavky na měřicí zařízení

a) Měřicí anténa

- Pro měření za jízdy se použije anténa s všesměrovým vyzářovacím 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 – analyzátor mobilních sítí (scanner) musí umožnit měření parametrů RSRP (4G/5G), Rx (2G) a SINR (4G/5G) 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.

1.4 Postup při měření

Obecné zásady při měření:

- a) Měření parametrů mobilních sítí v obydleném území, na dálnicích a rychlostních komunikacích je prováděno kontinuálně během jízdy měřicího vozu po předem zvolené trase, přičemž měřené parametry jsou členěny do jednotlivých měřících intervalů délky 1 sekunda.
- b) Při měření pro účely pokrytí obydleného území se vždy provede detailní měření na všech dostupných komunikacích.
- c) Při měření pro účely pokrytí dálnic, rychlostních komunikací a železničních koridorů se provede měření za jízdy po celé délce kontrolované komunikace.
- d) Při měření mobilních sítí je doporučena maximální rychlost měřicího vozu 40 km/h v případě měření v obci a 90 km/h při měření na dálnici, popř. na rychlostní komunikaci. U měření probíhajících ve vyšší rychlosti (dálnice, železniční koridory) se předpokládá měření v obou směrech dané liniové stavby za účelem získání dostatečného množství měřených bodů případně opakované měření v požadovaném směru.
- e) V případě měření železničních koridorů není maximální rychlost vlaku, na kterém probíhá měření touto metodikou, omezena.
- f) Záznamy o výsledcích měření musí být prováděny tak, aby bylo možné jejich další strojové zpracování, vyhodnocení a mapová vizualizace.
- g) Měření datových parametrů v obydleném území, na silničních a železničních koridorech se bude provádět podle metodického postupu „*Metodika pro měření a vyhodnocení datových parametrů mobilních sítí elektronických komunikací*“¹.
- h) Pro posouzení dodržení plánovacích parametrů v příhraničních oblastech je v souladu s platnými doporučeními v rámci dohody HCM nebo dalšími mezinárodními dohodami o využívání kmitočtů v příhraničních oblastech nutno provádět měření intenzity elektromagnetického pole.

¹ Aktuální verze je dostupná na stránce <https://ctu.gov.cz/mereni-rychlosti-prenosu-dat>.

1.5 Vyhodnocení měření

Vyhodnocení měření za jízdy se provádí zvlášť pro pokrytí obyvatel, pokrytí dálnic a pokrytí železničních koridorů. Naměřená data se vizualizují do mapových podkladů ve formě barevně odlišných měřených čtverců o velikosti 50 × 50 metrů pro účely ověření pokrytí obyvatel, úseků o délce 250 metrů pro účely ověření pokrytí železničních a silničních koridorů a bodů pro jednotlivá měření, za účelem zveřejňování dosažených výsledků měření. Mapové vizualizace rozlišují jednotlivé operátory (poskytovatele připojení).

Z hlediska vyhodnocení měřených čtverců/úseků měřených za jízdy rozlišujeme následující typy:

- **Neměřený čtverec/úsek** – čtverec/úsek, kde dosud neproběhlo žádné měření dle této metodiky.
- **Měřený čtverec/úsek** – čtverec/úsek, u kterého proběhlo měření do 50 metrů od jeho středu dle této metodiky bez ohledu na výsledek měření nebo získané parametry.
- **Úspěšně změřený čtverec/úsek** – čtverec/úsek, u kterého proběhlo měření do 50 metrů od jeho středu dle této metodiky o nejméně n intervalech, kde parametr $n \geq 2$.
- **Pokrytý změřený čtverec/úsek** – je takový úspěšně změřený čtverec/úsek, kde jsou zároveň splněny limitní podmínky dané např. rozvojovými kritérii aukcí.
- **Nepokrytý změřený čtverec/úsek** – čtverec/úsek, kde proběhlo úspěšné měření, ale nebyly splněny požadavky na Pokrytý měřený čtverec.

Při opakovaném měření dříve již měřeného čtverce/úseku jsou výsledky původního měření nahrazeny výsledky z měření nového z důvodu aktuálnosti prezentovaných dat. Vyhodnocení pokrytí obyvatelstva dané obce je stanoveno na základě dat z měřených čtverců (50 x 50 metrů) na území dané obce nebo na základě dat z měřených adresních bodů s přihlédnutím ke všem relevantním rozvojovým kritériím příslušných kmitočtových přidělů. Za pokrytý adresní bod se považuje takový bod, který je uvnitř pokrytého změřeného čtverce. Pro vyhodnocení pokrytí dálnic, rychlostních komunikací a železničních koridorů (tzv. liniových staveb) se využívá rozdělení tras komunikací na krátké úseky (250 metrů), ve kterých jsou měřené parametry průměrovány.