



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 5

k Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv
k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací
v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400–3600 MHz

Výpočty a měření pro účely kontroly pokrytí území a obyvatel

1 ÚVOD

Účelem tohoto dokumentu je stanovení metodického postupu kontroly plnění podmínek stanovených na základě tohoto Výběrového řízení. Všechny údaje předložené Držitelem přidělu mohou být ze strany Úřadu kdykoliv nezávisle ověřeny, a to včetně ověření vlastním měřením.

1.1 Pokrytí obyvatel

- Pro posouzení pokrytí jsou prioritní výsledky výpočtů na základě technických parametrů základnových stanic dodaných provozovatelem sítě ve formátu specifikovaném v kapitole 7.4 Vyhlášení. Požadované minimální hodnoty intenzity elektromagnetického pole vycházejí z hodnot limitní úrovně referenčního signálu pro jednotlivá kmitočtová pásma, které jsou specifikovány v kapitole 2.2.2 této metodiky.
- Výpočet pokrytí bude prováděn s použitím modelu šíření signálu ITU-R P.1812-4¹, model terénu bude s krokem 1×1 vteřina s morfologickými daty ve stejném nebo vyšším rozlišení s kategorizací (lesy, nízká zástavba, střední zástavba, vysoká zástavba) a s upřesněnou výškou dle satelitního snímkování.
- Pokrytí obyvatel bude vyhodnocováno v adresních bodech, které odpovídají č.p. Počty obyvatel v jednotlivých adresních bodech budou stanoveny z dat poskytnutých Českým statistickým úřadem (ČSÚ) ze sčítání lidu v roce 2021. V případě potřeby výpočtu pokrytí před datem dostupnosti těchto dat (například pro potvrzení vlastního pokrytí pro uplatnění závazku národního roamingu), budou použity nejnovější dostupná data.
- V případě rozporu, tedy pokud bude vypočtená úroveň pokrytí obyvatel každého okresu o více než 2 % nižší, než je požadovaná hodnota, bude provedeno měření nezbytně nutných parametrů pro možnost objektivního posouzení pokrytí. Měřené parametry a jejich limity jsou pro jednotlivá kmitočtová pásma uvedeny v této metodice a byly stanoveny podle platných norem ETSI a specifikací 3GPP.
- V případě identifikace nepokrytého adresního bodu (stížnost uživatele apod.) bude provedeno měření postupem podle bodu 2.2. Pokud bude zjištěn rozdíl mezi výsledkem měření a výpočtem Úřadu bude pro posouzení plnění podmínek pokrytí vždy zohledněn výsledek měření. Vyjmutí adresních bodů je možné revidovat, pokud operátor prokáže úpravu nastavení své sítě a opětovným měřením Úřadem prokazujícím dokrytí vyjmutých adresních bodů.

1.2 Pokrytí liniových staveb

- Pro posouzení pokrytí jsou prioritní výsledky výpočtů na základě technických parametrů základnových stanic dodaných provozovatelem sítě ve formátu specifikovaném v kapitole 7.4 Vyhlášení. Požadované minimální hodnoty intenzity elektromagnetického pole vycházejí z hodnot limitní úrovně referenčního signálu pro jednotlivá kmitočtová pásma, které jsou specifikovány v kapitole 2.2.2 této metodiky.
- Výpočet pokrytí bude prováděn za použití modelu šíření signálu ITU-R P.1812-4, model terénu bude s krokem 1×1 vteřina s morfologickými daty ve stejném nebo vyšším rozlišení s kategorizací (lesy, nízká zástavba, střední zástavba, vysoká zástavba) a s upřesněnou výškou dle satelitního snímkování.
- Pokrytí liniových staveb bude vyhodnocováno na lomených čarách reprezentujících liniové stavby, které budou poskytnuty správci dat (Ředitelství silnic a dálnic ČR, resp. Správa železniční dopravní cesty, státní organizace) v rastru 25 metrů s dělením v ose liniové stavby, přičemž jednotlivé jízdní směry, resp. koleje jsou vyhodnocovány samostatně, pokud jsou data takto k dispozici.
- V případě rozporu, tedy pokud bude vypočtená úroveň pokrytí silničních, resp. železničních koridorů o více než 2 % nižší, než je požadovaná hodnota, bude provedeno měření nezbytně nutných parametrů pro možnost objektivního posouzení pokrytí

¹ Aplikovatelnost modelu šíření ITU 1812 ver. 4 pro kmitočty v pásmu 3440-3800 MHz byla prověřena Úřadem na základě porovnání zkušebních měření a výpočtů.

daných úseků. Měřené parametry a jejich limity jsou pro jednotlivá kmitočtová pásma popsány v této metodice a byly stanoveny podle platných norem ETSI a specifikací 3GPP.

- V případě identifikace nepokryté části silničního nebo železničního koridoru (stížnost uživatele apod.) bude provedeno měření postupem podle bodu 2.2. Pokud bude zjištěn rozdíl mezi výsledkem měření a výpočtem Úřadu bude pro posouzení plnění podmínek pokrytí vždy zohledněn výsledek měření. Vyjmutí části silničního nebo železničního koridoru je možné revidovat, pokud operátor prokáže úpravu nastavení své sítě a opětovným měřením Úřadem prokazujícím dokrytí vyjmutých částí koridorů.

1.3 Pokrytí území

- Pokrytí území bude vyhodnocováno primárně dle výsledků výpočtů na základě technických parametrů základnových stanic dodaných provozovatelem sítě ve formátu specifikovaném v kapitole 7.4 Vyhlášení. Požadované minimální hodnoty intenzity elektromagnetického pole vycházejí z hodnot limitní úrovně referenčního signálu pro jednotlivá kmitočtová pásma, které jsou specifikovány v kapitole 2.2.2 této metodiky.
- Výpočet pokrytí bude prováděn za použití modelu šíření signálu ITU-R P.1812-4, model terénu bude s krokem 1×1 vteřina s morfologickými daty ve stejném nebo vyšším rozlišení s kategorizací (lesy, nízká zástavba, střední zástavba, vysoká zástavba) a s upřesněnou výškou dle satelitního snímkování.
- Pokrytí území bude vyhodnocováno v dlaždicích o rozměru 50×50 metrů.
- V případě identifikace nepokrytého území (stížnost uživatele apod.) bude provedeno měření v terénu postupem podle bodu 2.2 a vyhodnoceno v dlaždicích o rozměru 50×50 metrů. Pokud bude zjištěn rozdíl mezi výsledkem měření a výpočtem Úřadu bude pro posouzení plnění podmínek pokrytí vždy zohledněn výsledek měření. Vyjmutí části území je možné revidovat, pokud operátor prokáže úpravu nastavení své sítě a opětovným měřením Úřadem prokazujícím dokrytí vyjmutých území.

2 KONTROLA PLNĚNÍ ROZVOJOVÝCH KRITÉRIÍ

2.1 Výpočet pokrytí

Úřad bude provádět v pravidelném měsíčním, případně čtvrtletním, intervalu výpočet pokrytí ve všech sledovaných kategoriích na základě technických parametrů základnových stanic dodaných provozovateli sítě. Vypočtené údaje pokrytí zveřejní na webu².

Úřad dále na žádost držitele přídelu provede kontrolu plnění rozvojových kritérií pro požadovanou obec, okres nebo pro jednotlivé kategorie liniových staveb na základě technických parametrů základnových stanic dodaných provozovateli sítě. Úřad žadateli písemně potvrdí, zda byla k datu provedení kontroly požadovaná úroveň dle Vyhlášení splněna.

Lhůty a požadované úrovně pokrytí jsou uvedeny v kapitole 7.5 Vyhlášení.

2.2 Měření pokrytí

2.2.1 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 přepočet úrovně (výkonu, intenzity elektromagnetického pole) na referenční výšku antény 1,5 m:

² <https://digi.ctu.cz/>

$P_{1,5m} = P_{3m} - k_v$, 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
3440–3800 MHz	9

- c) Preferuje se diverzitní 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
3440–3800 MHz	18

2.2.2 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

minimální hodnota: -122 dBm daná fyzikálními vlastnostmi UE

margin: 4 dB pro reálné prostředí

Limitní hodnota pro neobydlená území je tedy **-118 dBm** (outdoor). Limitní hodnoty pro obydlená území (s korekcí na útlum budov) jsou uvedeny následující tabulce. Např. pro příjem v pásmu 700 MHz a pro 75 % pravděpodobnost příjmu je tato hodnota **-109 dBm**. Tyto limitní hodnoty se vždy týkají pouze mobilního příjmu. Pro příjem v pevném místě tyto hodnoty nebudou uplatňovány.

b) Odstup signál / šum + interference – SINR

limitní hodnota: –5 dB

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

Limitní úrovně referenčního signálu a odstup signál / šum + interference 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
3440–3800 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).

c) Parametry poskytovaných datových služeb

V rámci rozvojových kritérií přidělu v pásmu 700 MHz byly nastaveny kvalitativní parametry u rozvojových kritérií podle kapitoly Vyhlášení 7.5.1 písmen b) a c), kde je pro služby využívající standardu 5G stanovena maximální hodnota latence (RTT) měřená mezi koncovým terminálem a peeringovým centrem na 25 ms.

Standard 5G bude ověřován na základě Držitelem přidělu předloženého prohlášení dodavatele technologie o kompatibilitě implementované technologie s požadavky stanovenými v rámci rozvojových kritérií, tzn. se standardy 3GPP/ETSI specifikací ETSI TS 123 501 (3GPP TS 23.501) a ETSI TS 138 401 (3GPP TS 38.401) nebo aktuálnějšími.

2.2.3 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 – analyzátor mobilních sítí (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.

c) Měřicí terminál

- Měřicí terminál podporující standard 5G pro kontrolu datových parametrů.

2.2.4 Postup při měření

Obecné zásady při měření:

- a) Měření parametrů RSRP a SINR 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).
- 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) 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.
- e) V případě měření pokrytí území musí být provedena v každém měřeném čtverci alespoň 3 měření na různých místech a pro splnění pokrytí musí být výsledný průměr ze všech měření v měřeném čtverci vyšší, než jsou příslušné limitní hodnoty uvedené v kapitole 2.2.2.
- f) 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“ v aktuálním znění³.

³ Aktuální verze je dostupná na stránce <https://www.ctu.cz/mereni-rychlosti-prenosu-dat>