



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 šetření rušení rádiového příjmu
provozem vysílacích rádiových zařízení
širokopásmových mobilních
radiokomunikačních sítí**

(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 ÚVOD

Český telekomunikační úřad (dále jen „Úřad“) připravil a zveřejňuje 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 tento metodický dokument upravující postup při šetření stížnosti na rušení rádiového příjmu provozem vysílacích rádiových stanic nově budovaných rádiových sítí PPS pro širokopásmový přenos dat.

Vzhledem k provozním kmitočtovým pásmům sítí (800, 1800 a 2600 MHz) lze předpokládat největší problémy s rušením příjmu TV signálů v V. televizním pásmu (tj. do kmitočtu 790 MHz) provozem základnových stanic (BS) mobilních sítí v pásmu 791-862 MHz. Rušení signály VRZ, využívajících vyšší kmitočtová pásma nelze sice zcela vyloučit, budou ale jistě podstatně méně časté a mechanismus rušení bude stejný.

Ze zkušeností s obdobnými problémy (zejména rušení TV příjmu signály BTS systémů CDMA a GSM) lze předpokládat, že naprostá většina případů rušení bude způsobena velkou úrovní signálů VRZ mobilních sítí na vstupu přijímacího zařízení (rušení vlivem nedodržení parametrů VRZ z hlediska EMC je v dnešní době zcela výjimečné, prakticky pouze vlivem poruchy). Proto bude popisován postup při šetření rušení v případech rušení silným signálem vysílacích rádiových zařízení, způsobující na přijímací straně rušení televizních nebo rozhlasových signálů vlivem:

- Nízkého odstupu C/I – v tomto případě není dodržen požadovaný ochranný poměr mezi užitečným a rušícím signálem.
- Blokování přijímačů – vlivem velké úrovně rušícího signálu dojde ke snížení citlivosti přijímače a vytvoření křížové modulace.
- Intermodulačních produktů, vznikajících vlivem velké úrovně rušícího signálu. Podle kmitočtové pozice rušícího (nebo rušících) signálů (bloky A1.1 až A3.1) a užitečných signálů (DVB-T) může být těmito intermodulačními produkty rušen libovolný kanál DVB-T.

V praxi lze předpokládat kumulovaný výskyt všech výše uvedených druhů rušení signálů DVB-T.

2 OBECNÉ PRINCIPY

- a) Limitní hodnoty ochranných poměrů (PR), prahu přebuzení (Oth) a dalších veličin dále uvedené v grafické formě jsou platné pro síť:
 - užitečný signál DVB-T ve variantě C2 nebo C3,
 - rušící signál LTE.
- b) V případě použití jiných systémů budou parametry stanoveny podle jejich specifikací.
- c) Podání stížnosti na rušení rádiového příjmu signálem LTE prošetřuje Úřad, zejména jeho regionální pobočky, a rozhoduje o dalším postupu v souladu se Zákonem. Provozovatel rušícího zařízení může nezávisle řešit odstranění rušení v součinnosti s podavatelem nebo orgány samosprávy obcí. V případě později instalovaného vysílače DVB-T hradí náklady na ochranná opatření jeho provozovatel.
- d) Úřad bude informovat o plánu výstavby rádiových vysílacích zařízení mobilních sítí s předstihem na svých internetových stránkách.

3 POSTUP PŘI ŠETŘENÍ RUŠENÍ INDIVIDUÁLNÍHO ROZHLASOVÉHO A TELEVIZNÍHO PŘÍJMU

3.1 Obecné postupy šetření

- a) Subjektivním hodnocením na přijímacím zařízení podavatele stížnosti (podle vyhlášky 163/2008 Sb.) se zjistí, zda k rušení dochází. Pokud se rušení neprojeví, pro případné pozdější šetření se provede měření pouze podle bodu b).
- b) Na přijímacím zařízení se provede měření úrovně užitečného signálu (TV signál) a rušícího signálu (LTE).
- c) Úroveň užitečného signálu se posuzuje podle normy ČSN EN 60728-1, v jednoduchých rozvodech lze připustit minimální úroveň signálu DVB-T na vstupu přijímače 40 dB μ V, což je dostatečná rezerva vzhledem k citlivosti přijímačů, vycházející z požadované citlivosti DVB-T přijímačů (-77,4 dBm = 31,4 dB μ V@75 Ω pro variantu C2 a -75,8 dBm = 33,0 dB μ V@75 Ω pro variantu C3 podle normy ČSN EN 62216).
- d) V případě signálu LTE se měří celkový výkon v celém bloku LTE (nebo ve více blocích) při maximálním zatížení BS (maximální zatížení BS provede provozovatel na vyžádání Úřadu).
- e) V případě potřeby se provede měření intenzity elmag. pole obou signálů (měřicí anténa s horizontální polarizací), pokud možno v prostoru poblíž přijímací antény rušeného zařízení.
- f) Při podezření na rušení nedodržením technických parametrů (EIRP, BEM) BS LTE (eNodeB) se provede orientační měření v měřicím voze a podle jeho výsledků případně další měření přímo na výstupu VRZ.
- g) Minimální hodnota intenzity elmag. pole užitečného signálu (R, DVB-T) je definována vyhláškami č. 163/2008 Sb, (TV) a č. 22/2010 Sb. (FM, T-DAB).
- h) Provede se posouzení přijímacího zařízení:
 - vhodnost zvoleného řešení televizního a rozhlasového příjmu (použití antén, zesilovačů a pasivních prvků v rozvodu TV a R signálů),
 - posouzení úrovně užitečného i rušícího signálu v jednotlivých bodech systému,
 - vhodnost použití zvolených prvků (zejména zesilovačů a jejich zisku), prohlášení o shodě u aktivních prvků.

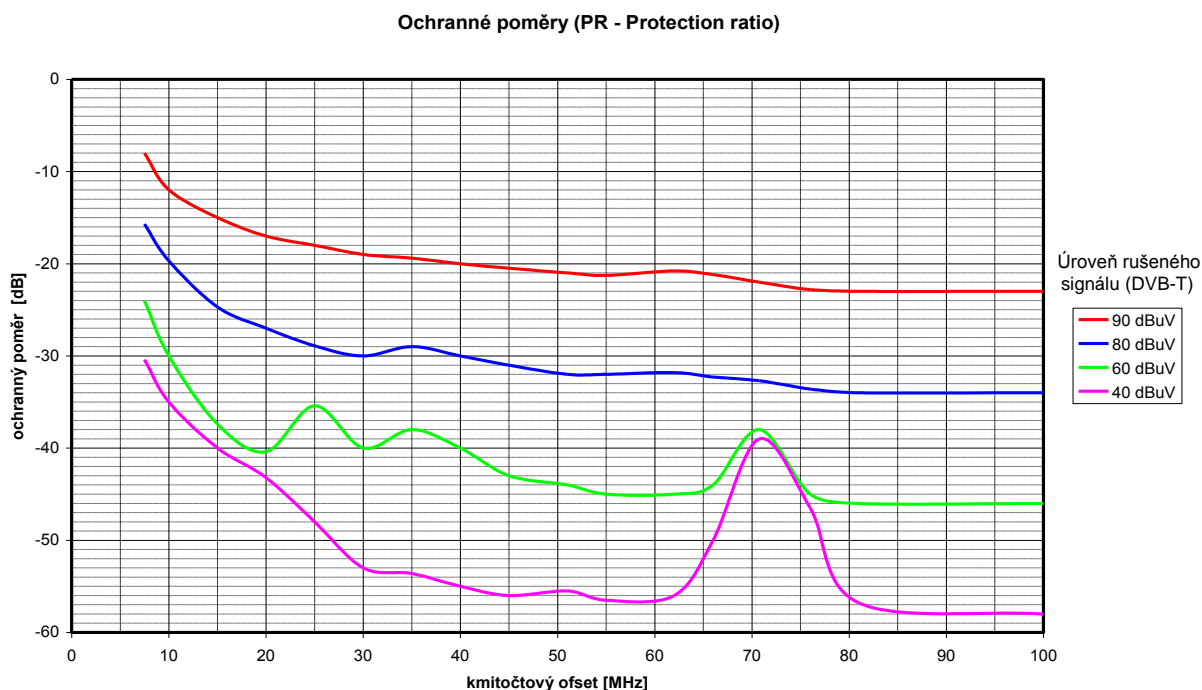
3.2 Úřad odmítne stížnost

- a) V případě zjištění závad přijímacího zařízení nebo jeho nevhodného řešení.
- b) V případě nižší intenzity elmag. pole užitečného signálu, než je hodnota potřebná pro kvalitní příjem (podle citovaných vyhlášek a Závěrů RRC06).
- c) Pokud dojde k rušení signálem LTE a na vstupu přijímače je dodržena požadovaná hodnota ochranného poměru (PR) podle grafu 1.
- d) Pokud dojde k rušení a vstupní úroveň rušících signálů LTE nepřekračuje hodnotu prahu přebuzení (Oth) podle grafu 2.
- e) V případě použití aktivní přijímací antény uvnitř budovy.
- f) Při naměřené intenzitě elmag. pole rušícího LTE signálu v místě rušeného příjmu ≤ 125 dB μ V/m, pokud rušící signál do přijímače proniká mimo anténní vstup, tj. přímo do přijímače nebo dalších aktivních prvků.

V případě, že Úřad stížnost odmítne, hradí ochranná opatření provozovatel rušeného zařízení.

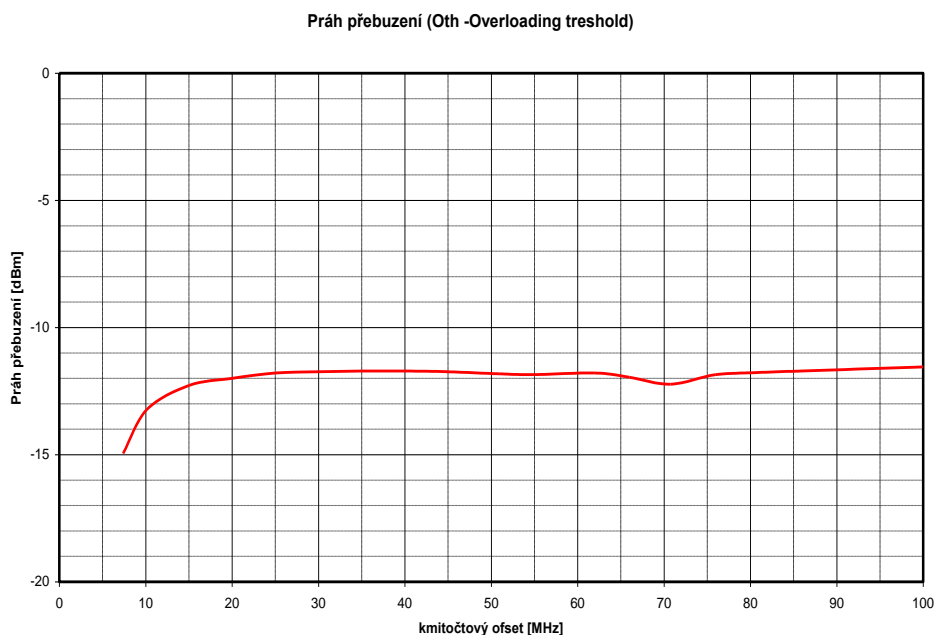
3.3 Ochranná opatření hradí provozovatel rušícího zařízení, pokud

- Je zjištěno nedodržení podmínek individuálního oprávnění k využití kmitočtu (IO).
- Nejsou dodrženy ostatní technické parametry zařízení.
- Pokud Úřad vyhodnotí stížnost jako oprávněnou (viz bod 3.2)



(1) Graf závislosti ochr. poměru na kmit. ofsetu (rozdílu středu kanálů DVB-T a bloku LTE)

Hodnoty uvedené v grafu platí pro variantu C2, pro variantu C3 je třeba hodnotu PR korigovat o 2 dB, tj. $PR_{C3} = PR_{C2} + 2\text{dB}$



(2) Graf závislosti prahu přebuzení na kmit. ofsetu (rozdílu středu kanálů DVB-T a bloku LTE)

Poznámky:

- v případě rušícího signálu LTE se jedná o celkový výkon signálu(ů) na vstupu přijímače DVB-T při maximálním zatížení BS LTE,
- v grafu 1 je zohledněno nežádoucí vyzařování BS LTE v doméně mimopásmového vysílání,
- přebuzení aktivních prvků přijímacího zařízení je způsobeno celkovým výkonem rušícího vf signálu, rozdíl pro varianty C2 a C3 je nejednoznačný a není uvažován,
- hodnoty uvedené v grafech vychází z dokumentů ITU-R, ECC a zahraničních pramenů s uvedenými výsledky měření omezeného souboru TV přijímačů. Předpokládáme jejich modifikaci podle nových informací (z relevantních dokumentů, výsledků experimentu EMC LTE vs DVB-T).

Posouzení EMC přijímacího zařízení je nutno rozlišit podle jeho konfigurace.

3.3.1 Pasivní rozvod R, TV signálů

Provozovatel rušícího zařízení hradí náklady na ochranná opatření u rozvodu přijímaných signálů bez aktivních prvků:

- a) Pokud vlivem rušícího signálu není dodržena hodnota ochranných poměrů (PR) podle grafu 1.
- b) Pokud je rušícím signálem překročena hodnota prahu přebuzení podle grafu 2.
- c) Pokud je v místě rušeného příjmu (u TV přijímače) naměřena intenzita elmag. pole rušícího signálu $E \geq 125 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ a rušící signál proniká do přijímacího zařízení mimo anténní vstup (ČSN EN 55020).
- d) Pokud Úřad vyhodnotí stížnost jako oprávněnou

3.3.2 Rozvod R a TV signálů s aktivními prvky

V případě, že jsou do přijímací cesty zařazeny aktivní prvky (zesilovače), pro posouzení, zda ochranná opatření bude hradit provozovatel rušícího zařízení se postupuje následujícím způsobem:

A) zesilovač má vstupní konektor, běžně dosažitelný pro měření

V tomto případě se provede měření úrovně užitečného i rušícího signálu - bod 3.1, a) a c). Naměřené hodnoty se porovnají s hodnotami, uvedenými výrobcem (max. výstupní úroveň, zisk v pásmu UHF). V případě, že rušící signál způsobí přebuzení zesilovače, nebo (je-li zesilovač v lineárním režimu) způsobí pokles ochranného poměru na vstupu přijímače pod limitní hodnotu, uvedenou na grafu 1, ochranná opatření (filtr na vstupu zesilovače, útlum na vstupu přijímače) hradí ochranná opatření provozovatel sítě LTE.

B) zesilovač je umístěn přímo u antény (bez přístupného vstupního portu)

V tomto případě je při hodnocení stavu nutno vycházet z hodnot intenzit elmag. polí obou signálů (DVB-T i LTE), měřených co nejbližší k přijímací anténě a z deklarovaných parametrů anténního předzesilovače (pokud jsou známé).

Protože lze očekávat časté použití předzesilovačů s neznámými parametry, je třeba pro základní posouzení vycházet z průměrných hodnot parametrů předzesilovačů:

| | | | |
|----------------------|---|----------------|--|
| zisk antény | : | 12 dB | |
| zisk zesilovače | : | 15 dB | (dostačuje pro pokrytí útlumu běžného rozvodu s obvyklými pasivními prvky) |
| max. výstupní úroveň | : | 105 dB μ V | pro práh přebuzení (IP_{1dB}) \approx Oth |
| max. vstupní úroveň | : | 90 dB μ V | |

Z uvedených hodnot zisku antény a max. vstupní úrovně lze stanovit odpovídající intenzitu elmag. pole rušícího signálu:

$E_{\text{rušící}}$: 105 dB μ V/m (pro kmitočty 800 MHz)

V případě vzniku rušení je nutno preferovat použití externího zesilovače (mimo anténní krabici), s předřazeným filtrem, potlačujícím rušící signál.

Ochranná opatření hradí provozovatel rušícího zařízení:

- a) Pokud je rušícím signálem překročena povolená hodnota maximální výstupní úrovně zesilovače (daná výrobcem).
- b) Na výstupu zesilovače není dodržena hodnota ochranného poměru podle grafu 1.
- c) Pokud je intenzita elmag. pole rušícího signálu, měřená anténou s horizontální polarizací v prostoru přijímací antény vyšší než 105 dB μ V/m.
- d) Pokud Úřad vyhodnotí stížnost jako oprávněnou.

3.4 Hodnocení časové posloupnosti při výskytu rušení

Při posuzování rušení vzhledem k časové posloupnosti při zahájení provozu rušeného a rušícího zařízení bude postupováno podle § 100 ZEK, tzn. např. v případě později instalovaného vysílače DVB-T hradí náklady na ochranná opatření jeho provozovatel.

4 POSTUP PŘI ŠETŘENÍ RUŠENÍ SYSTÉMŮ STA A TKR

4.1 Rušení pronikáním přes anténu

Rušení provozu sítí elektronických komunikací po vedení (systémy STA a TKR) se řeší obdobným způsobem jako rušení individuálního příjmu s přihlédnutím ke specifickým vlastnostem těchto systémů, u nichž lze předpokládat profesionální instalaci:

- a) Je možno měřit v různých bodech systému pro posouzení místa vzniku rušení.
- b) V systémech STA a TKR je třeba při šetření pečlivě posoudit nutnost použití anténních předzesilovačů a redukovat jejich zisk na nezbytné minimum. V naprosté většině případů lze rušení odstranit zařazením selektivních prvků před první aktivní prvek systému.

Ochranná opatření hradí provozovatel rušícího zařízení, pokud dojde rušícím signálem k překročení maximálně povolené hodnoty výstupní úrovně předzesilovače a dalších aktivních prvků v rozvodu dané specifikací použitých prvků, nebo nebude na účastnických zásuvkách vlivem rušícího signálu dosaženo požadované hodnoty ochranného poměru podle grafu 1.

4.2 Rušení pronikáním rušícího signálu do systému rozvodu

V případě posouzení rušení pronikáním signálů VRZ mobilních sítí do systému rozvodu lze aplikovat normu ČSN EN 50083-8, kde je stanovena vnější odolnost systému (EMC pro sítě) na hodnotu $E = 106$ dB μ V/m v kmitočtovém pásmu 0,15 – 3000 MHz.

- a) Pokud dojde k rušení pronikáním signálu LTE do rozvodu a k přímému rušení rozváděných signálů se stejným kmitočtem, potřebná ochranná opatření provede

provozovatel rozvodu – kmitočty 690-862 MHz jsou prioritně určeny pro radiokomunikační služby.

- b) Vzhledem k velkému počtu účastníků, přebírajících signál z jedné HS TKR pro eliminaci případných problémů s rušením signálem LTE pro provozovatele TKR Úřad zajistí informaci o předpokládaném zahájení provozu a umístění BS LTE (přes webové stránky Úřadu).
- c) Pokud to budou považovat za účelné, provozovatelé mobilních sítí si mohou na webových stránkách Rady pro rozhlasové a televizní vysílání (www.rrtv.cz – seznam provozovatelů vysílání prostřednictvím kabelových systémů) zjistit provozovatele TKR a vyžádat si informace o umístění hlavních stanic TKR.

5 RUŠENÍ DALŠÍCH SLUŽEB

- a) V případě rušení provozu dalších služeb elektronických komunikací bude při šetření postupováno standardním způsobem podle Zákona.
- b) Vzhledem k ochraně zaměřovačů v systému ASMKS Úřadu nesmí intenzita elmag. pole signálu LTE na stanovištích monitorovacích stanic, uvedených v bodu 7 tohoto dokumentu překročit hodnotu 105 dB μ V/m v prostoru antén stanice. Seznam stanic je v bodu 7 (tabulka).

6 POUŽITÉ ZKRATKY

| | |
|-------------------|---|
| EIRP | ekvivalentní izotropicky vyzářený výkon |
| EMC | elektromagnetická kompatibilita |
| ECC | Výbor pro elektronické komunikace (orgán Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)) |
| BEM | limitní maska nežádoucího vyzařování mimo přidělený kmitočtový blok v doméně mimopásmového vysílání |
| BS | základnová stanice, v systému LTE označovaná jako eNode B |
| C/I | odstup rušícího signálu (LTE) od signálu užitečného (DVB-T) |
| DVB-T | digitální zemské televizní vysílání – v ČR je v současnosti využívána varianta C2 (počet nosných OFDM 8k, modulace 64 QAM, kódový poměr 2/3) a varianta C3 (počet nosných OFDM 8k, modulace 64 QAM, kódový poměr 3/4) |
| ITU-R | mezinárodní telekomunikační unie – radiokomunikační sektor |
| IP _{1dB} | výkon signálu, způsobující kompresi tohoto signálu o 1 dB – používaná hodnota pro stanovení přechodu aktivního prvku do nelineárního stavu - orientačně odpovídá velikosti prahu přebuzení (Oth) |
| LTE | mobilní buňková síť navazující na řadu GSM \Rightarrow EDGE \Rightarrow UMTS, zajišťující vyšší datové rychlosti |
| Oth | práh přebuzení – max. výkon (většinou vztažený na vstup aktivního prvku), který nevyvolá projevy nelinearity (blokování, tvorba intermodulačních produktů, křížovou modulaci) |
| PR | ochranný poměr – nejmenší rozdíl mezi výkonem (úrovní) užitečného a rušícího signálu (dB), který ještě nezpůsobí pozorovatelné rušení; $PR = P_{užit.} - P_{ruš.}$ |
| RRC06 | Regionální radiokomunikační konference 2006 Ženeva |
| STA | společná televizní anténa, HS – hlavní stanice |
| TKR | televizní kabelový rozvod |
| VRZ | vysílací rádiové zařízení |

7 SEZNAM MONITOROVACÍCH STANIC PRO OCHRANU PODLE BODU 5 B)

| typ | název | lokalita | souřadnice | |
|------|------------------|--------------------|---------------|---------------|
| | | | LAT | LON |
| SNMS | České Budějovice | Lišov | 49 N 01 09,91 | 14 E 34 57,88 |
| SNMS | Pízeň | Doubravka | 49 N 44 42,54 | 13 E 26 06,81 |
| SNMS | Karlovy Vary | Horní Slavkov | 50 N 08 15,12 | 12 E 43 45,11 |
| SNMS | Ústí nad Labem | Osek | 50 N 38 48,31 | 13 E 38 30,80 |
| SNMS | Liberec | Rudolfov | 50 N 47 20,30 | 15 E 06 21,50 |
| SNMS | Hradec Králové | Poběžovice u Holic | 50 N 06 07,10 | 15 E 59 46,00 |
| SNMS | Jihlava | Větrný Jeníkov | 49 N 27 46,00 | 15 E 30 26,90 |
| SNMS | Brno | Diváky | 48 N 58 17,50 | 16 E 46 29,40 |
| SNMS | Ostrava | Prašivá | 49 N 38 06,41 | 18 E 29 58,14 |
| SNZS | Praha - město | Praha - Lysolaje | 50 N 07 36,06 | 14 E 23 05,09 |
| SOMS | Karlovice | Karlovice | 49 N 23 02,00 | 17 E 30 58,00 |
| SOMS | Tehov | Tehov | 49 N 58 16,00 | 14 E 42 15,00 |
| SOMS | Brno - město | Brno - Lesná | 49 N 13 57,38 | 16 E 57 02,03 |

SNMS - stacionární neobsluhovaná monitorovací stanice

SNZS - stacionární neobsluhovaná zaměřovací stanice

SOMS - stacionární obsluhovaná monitorovací stanice

Čj.: ČTÚ-121 784/2012-620/II.vyř.
Odbor státní kontroly elektronických komunikací