



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 21. března 2014

**Postup při šetření rušení rádiového příjmu
provozem vysílacích rádiových zařízení
širokopásmových mobilních
radiokomunikačních sítí
(Metodický postup)**

Upraveno
podle výsledků experimentu pro ověření dopadu provozu
sítí LTE 800 MHz na příjem signálů DVB-T

Zveřejněno v souvislosti
s přípravou 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

1. Úvod

Český telekomunikační úřad (dále jen „Úřad“) připravil a zveřejnil v souvislosti s přípravou 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 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 791-821 MHz, případně provozem účastnických terminálů (ÚT) v pásmu 832-862 MHz. Rušení signálů 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, C3, C5 nebo C7,
 - 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 o elektronických komunikacích. 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 R a TV 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 bez aktivních prvků lze připustit minimální úroveň signálu DVB-T na vstupu přijímače 40 dB μ V, což je dostatečná rezerva vzhledem k citlivosti přijímačů, vycházející z jejich požadované citlivosti:
- 77,4 dBm = 31,6 dB μ V@75 Ω pro variantu C2
 -75,8 dBm = 33,2 dB μ V@75 Ω pro variantu C3
 -74,3 dBm = 34,7 dB μ V@75 Ω pro variantu C5
 -72,9 dBm = 36,1 dB μ V@75 Ω pro variantu C7
- d) V případě signálu LTE se měří celkový výkon v celém bloku LTE (nebo ve více blocích) při zatížení BS min. 80% (požadované 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. Pokud nelze zajistit objektivní měření int. elmag. pole (nelze měřit v místě, ekvivalentním umístění přijímací antény rušeného systému), provede se výpočet int. pole rušícího signálu metodou šíření ve volném prostoru podle EIRP a vzdálenosti rušeného systému od BTS LTE.
- 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 rozhlasových vysílačů FM a T-DAB je definována ve vyhlášce č. 22/2011 Sb. Minimální úroveň signálu DVB-T je definována v následující tabulce.

Tabulka 1. Minimální intenzita elmag. pole signálu DVB-T

TV kanál	E _{min.} [dB μ V/m]	TV kanál	E _{min.} [dB μ V/m]
-		-	
21 - 22	46	39 - 47	49
23 - 30	47	48 - 58	50
31 - 38	48	59 - 60	51

Uvedené hodnoty platí pro variantu C2, pro jiné systémové varianty DVB-T je třeba připočítat korekci k = 1,5 dB (C3), 3,0 dB (C5) a 4,5 dB (C7)

- h) Provede se posouzení přijímacího zařízení:
- posouzení vhodnosti zvoleného řešení televizního a rozhlasového příjmu (použití antén, zesilovačů a pasivních prvků v rozvodu TV a R signálů),

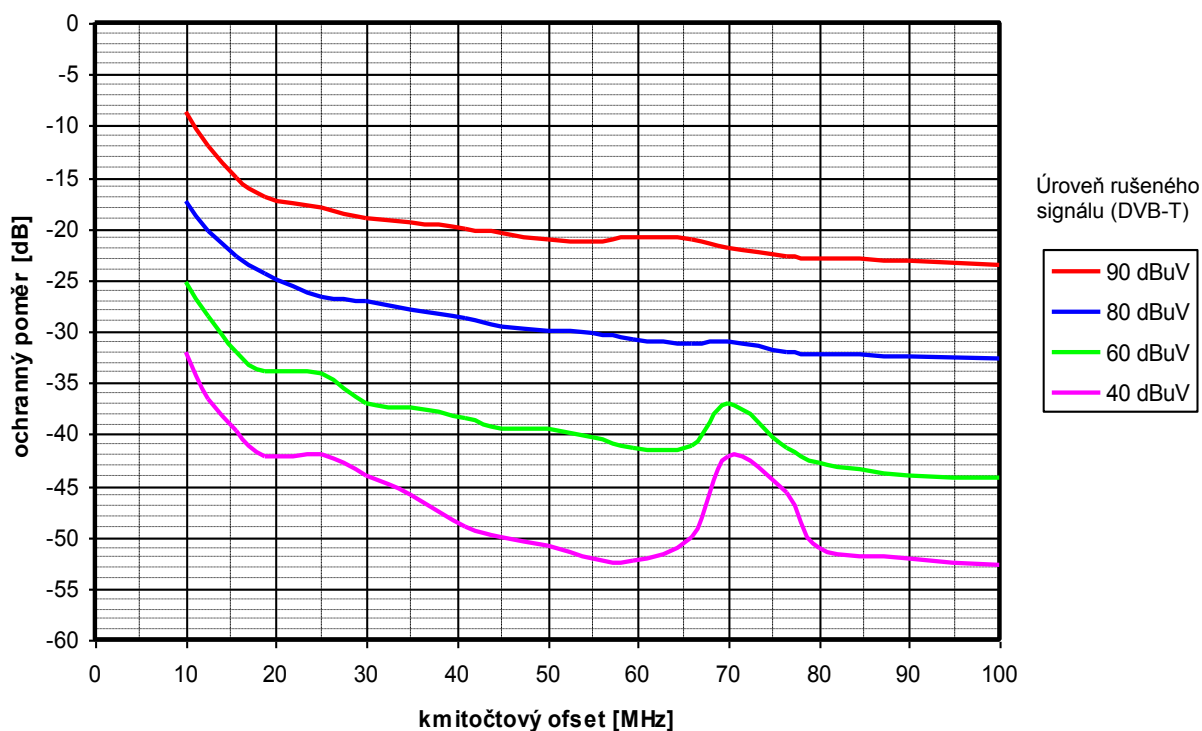
- podle potřeby a konfigurace systému se posoudí úroveň užitečného i rušícího signálu v jednotlivých bodech rušeného přijímacího systému,
- posouzení vhodnosti použití zvolených prvků (zejména zesilovačů a jejich zisku), prohlášení o shodě u aktivních prvků.

3.2 Úřad odmítne stížnost

- V případě zjištění závad přijímacího zařízení nebo jeho nevhodného řešení.
- V případě nižší intenzity elmag. pole užitečného signálu, než je hodnota potřebná pro kvalitní příjem (podle tabulky 1 v bodu 3.1 g).
- Pokud dojde k rušení signálem LTE a na vstupu přijímače je dodržena požadovaná hodnota ochranného poměru (PR) podle grafu 1.
- Pokud dojde k rušení a vstupní úroveň rušících signálů LTE nepřekračuje hodnotu prahu přebuzení (Oth) podle grafu 2.
- V případě použití aktivní přijímací antény uvnitř budovy.
- Při naměřené intenzitě elmag. pole rušícího LTE signálu v místě rušeného příjmu $\leq 125 \text{ dB}\mu\text{V/m}$, 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.

Ochranné poměry (PR - Protection ratio)

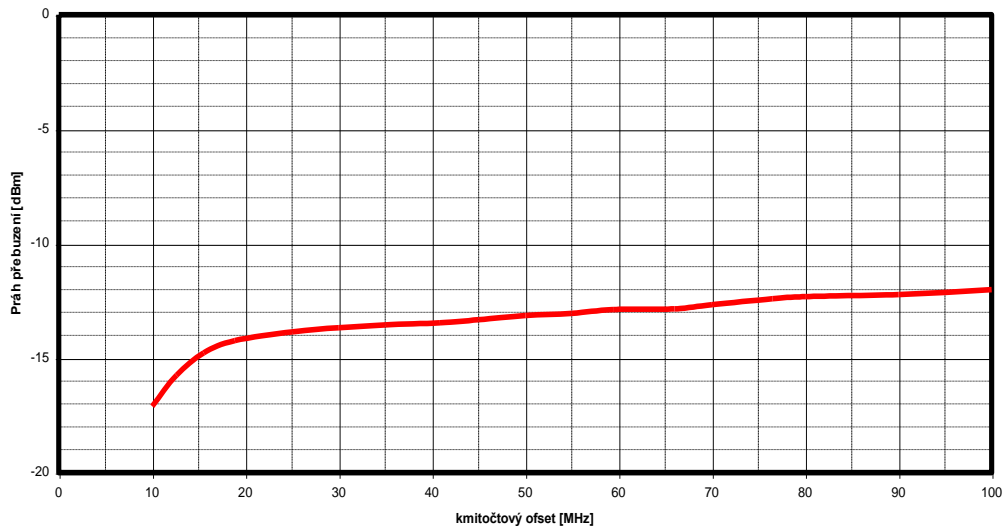


(1) Graf závislosti ochranného poměru na kmitočtovém ofsetu (rozdílu středu DVB-T kanálů a bloku 10 MHz signálu BTS LTE)

Hodnoty uvedené v grafu platí pro systémovou variantu C2, model šíření Rice (pevný příjem), pro další varianty DVB-T je třeba hodnotu PR korigovat:

- Varianta C3 : $PR_{C3} = PR_{C2} + 1,5 \text{ dB}$
- C5 : $PR_{C5} = PR_{C2} + 3,0 \text{ dB}$
- C7 : $PR_{C7} = PR_{C2} + 4,5 \text{ dB}$

Práh přebuzení (Oth -Overloading threshold)



(2) Graf závislosti prahu přebuzení na kmitočtovém offsetu (rozdílu středu DVB-T kanálů a bloku 10 MHz signálu LTE)

Poznámky:

- v případě rušícího signálu LTE se jedná o celkový výkon signálu(ů) na vstupu přijímače DVB-T při datovém zatížení BS LTE minimálně na 80%,
- 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 - C7 je nejednoznačný a není v grafu 2 uvažován,
- hodnoty uvedené v grafech vychází z dokumentů ITU-R, ECC a zahraničních pramenů s uvedenými výsledky měření omezeného souboru TV přijímačů.

3.3 Ochranná opatření hradí provozovatel rušícího zařízení

- Pokud Úřad vyhodnotí stížnost jako oprávněnou., tj. nejsou zjištěny závady přijímacího zařízení a rušení způsobuje provoz VRZ v síti LTE..
- V případě zkráceného postupu, tj. pokud bude v platnosti dohoda mezi ČTÚ a jednotlivými operátory, že v přesně definované oblasti (dané limitní hodnotou intenzity elektromagnetického pole signálu LTE, predikovanou podle skutečného EIRP BS LTE 800 MHz) bude ochranná opatření hradit provozovatel rušícího zařízení bez předchozího šetření Úřadu.

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:

- Pokud vlivem rušícího signálu není dodržena hodnota ochranných poměrů (PR) podle grafu 1.
- Pokud je rušícím signálem překročena hodnota prahu přebuzení podle grafu 2.
- Pokud je v místě rušeného příjmu (u TV přijímače) naměřena intenzita elektromagnetického 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).
- 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 úrovní užitečného i rušícího signálu - bod 3.1 písm. b) a c). Naměřené hodnoty se porovnají s hodnotami, uvedenými výrobcem (maximální 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, hradí ochranná opatření (filtr na vstupu zesilovače, útlum na vstupu přijímače) 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 elektromagnetických 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)
kanál DVB-T	:	≤ k59/k60	nejvyšší přijímaný kanál v daném místě
max. výstupní úroveň	:	108/100 dBμV	pro práh přebuzení (IP_{1dB})
max. vstupní úroveň	:	93/ 85 dBμV	

Z uvedených hodnot zisku antény a maximální vstupní úrovně lze stanovit odpovídající intenzitu elektromagnetického pole rušícího signálu, kdy je nutno rozlišit nejvyšší přijímané kanály DVB-T:

$E_{rušící}$: 105/ 97 dBμV/m

Uvedené hodnoty jsou pouze informativní - 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:

- Pokud je rušícím signálem překročena povolená hodnota maximální výstupní úrovně zesilovače (daná výrobcem).
- Na výstupu zesilovače není dodržena hodnota ochranného poměru podle grafu 1.
- Pokud je intenzita elektromagnetického pole rušícího signálu, měřená anténou s horizontální polarizací v prostoru přijímací antény vyšší než 105 dBμV/m v oblasti příjmu kanálů DVB-T k21-k59 a 97 dBμV/m v oblasti příjmu kanálu k60.
- Pokud Úřad vyhodnotí stížnost jako oprávněnou.

3.3.3 Rušení TV příjmu provozem účastnických terminálů systému LTE.

V případě rušení příjmu signálu DVB-T provozem účastnických terminálů systému LTE bude postupováno podle §100 ZEK. Lze předpokládat, že ve většině případů bude

provozovatel rušícího ÚT i rušeného přijímacího zařízení totožný a dostačujícím ochranným opatřením bude separace vzdáleností.

3.3.4 *Rušení TV příjmu signálů ze zahraničí*

- a) V případě rušení příjmu zahraničních signálů DVB-T se postupuje stejně, jako v případě rušení vnitrostátních signálů.
- b) Pokud zahraniční signál splňuje požadavky na kvalitu (intenzita elektromagnetického pole, kvalita signálů) podle výše definovaných kritérií a dochází k rušení signálem LTE, ochranná opatření hradí provozovatel sítě LTE.

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, tj 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 hlavní stanice)

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 $E = 106 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ 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 791-862 MHz jsou prioritně určeny pro radiokomunikační služby.
- b) 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 o elektronických komunikacích.
- b) Vzhledem k ochraně zaměřovačů v systému ASMKS Úřadu nesmí intenzita el-mag. pole signálu LTE na stanovištích monitorovacích stanic, uvedených v bodu 6 tohoto dokumentu překročit hodnotu 105 dB μ V/m v prostoru antén stanice. Seznam stanic je v bodu 6 (tabulka).

6. Seznam monitorovacích stanic pro ochranu podle bodu 5b)

typ	název	lokality	souřadnice	
			LAT	LON
SNMS	České Budějovice	Lišov	49 N 01 09,91	14 E 34 57,88
SNMS	Plzeň	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

7. 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 vyzářování 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), případně C5 (počet nosných OFDM 8k, modulace 64 QAM, kódový poměr 5/6), nebo C7 (počet nosných OFDM 8k, modulace 64 QAM, kódový poměr 7/8)
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
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, zde na vstup TV přijímače), 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
ÚT	účastnický terminál
VRZ	vysílací rádiové zařízení

Čj.: ČTÚ-121 784/2012-620 III. vyř.
Odbor kontroly a ochrany spotřebitele