

# COEXISTENCE BETWEEN DVB-T AND LTE SERVICES IN A SHARED FREQUENCY BAND AND THEIR MEASUREMENT

**Denis Plaisner**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xplais00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ladislav Polák

E-mail: polakl@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This work deals with exploring, measuring and evaluation of possible coexistence scenarios between Digital Video Broadcasting-Terrestrial (DVB-T) and Long-Term Evolution (LTE) mobile services, which can occur in a shared radio frequency (RF) bands. There are considered two different coexistence scenarios: partial overlapping and full overlapping RF spectrum. For the measuring, monitoring and evaluation of these scenarios, an appropriate laboratory workplace is proposed and realized. Experimental results show that the performance of DVB-T system is differently influenced by the interfering LTE services in considered coexistence scenario.

**Keywords:** DVB-T, LTE uplink, coexistence of wireless systems, RF measurement, BER, MER

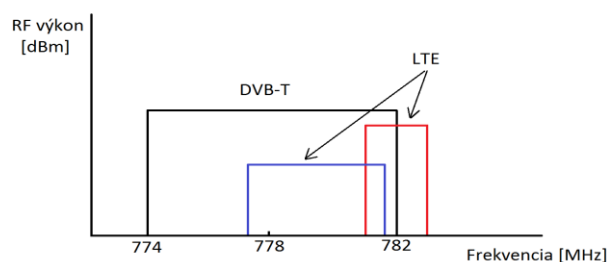
## 1. ÚVOD

V posledných rokoch nastáva problém, že pribúda množstvo užívateľských zariadení a je použitých veľa bezdrôtových technológií, ktoré sa môžu nachádzať v rovnakom rádiový frekvenčnom (RF) pásme. V dôsledku tohto môže dôjsť k interakcii a vzájomným interferenciám signálov. V súčasnosti, monitorovanie, meranie a analýza koexistenčných scenárov medzi rôznymi bezdrôtovými systémami je veľmi aktuálnou tematikou. Najnovšie sa pozornosť obrátila na skúmanie možných koexistenčných scenárov medzi systémom digitálnej terestriálnej televízie (DVB-T) a mobilným systémom LTE. Aj napriek dobre naplánovaným vysielacím scenárom sa môžu vyskytnúť situácie, keď služby DVB-T a LTE budú na spoločnom frekvenčnom pásme alebo aspoň na časti tohto pásma koexistovať.

V tomto príspevku je prezentované univerzálne laboratórne meracie pracovisko pre monitorovanie a meranie rôznych koexistenčných scenárov medzi systémami DVB-T a LTE, provozované v spoločnom RF. Výsledky z pilotného merania ukazujú rôznou odolnosť systému DVB-T proti interferenciám v rôznych koexistenčných scenároch.

## 2. KOEXISTENCIA ŠTANDARDOV DVB-T A LTE

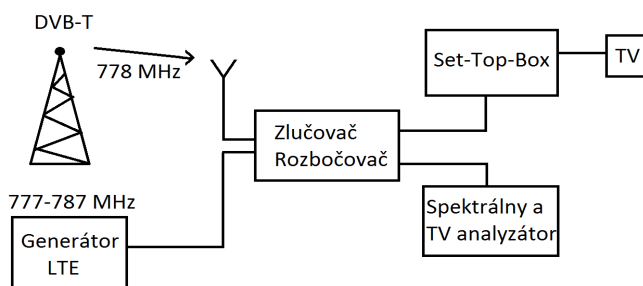
Základný princíp a druhy koexistencií sa dajú vysvetliť ako vzájomné ovplyvňovanie medzi štandardmi DVB-T a LTE. Keďže sa ich pridelené frekvenčné pásma môžu prekrývať rôznym spôsobom, koexistencia medzi nimi sa dá rozdeliť na dva základné typy. Prvý typ je scenár tzv. celkového prekrytia (full overlapping). Jedná sa o prípad, kde celé vyhradené frekvenčné pásmo pre vysielanie služieb LTE leží vo frekvenčnom pásme, ktoré je vyhradené pre DVB-T. Druhý typ scenáru, ktorý môže nastať, je čiastočné prekrytie (partial overlapping). Tento scenár nastáva, keď RF spektrá LTE a DVB-T sa prekrývajú len v určitej časti. Veľkosť prekrytia môže byť rôzna a môže dôjsť k prekrytiu ako v dolnej tak aj v hornej časti uvažovaného frekvenčného pásma. Pre lepšiu vizuálnu predstavu, stručne popísané koexistenčné scenáre medzi DVB-T a LTE RF signálmi sú zobrazené na Obrázku 1.



**Obrázek 1:** Spektrum koexistencie pre celkové (modrá) a čiastočné prekrytie (červená)

### 3. MERACIE PRACOVISKO PRE MERANIE KOEXISTENCIE MEDZI DVB-T A LTE

Pri meraní, prezentovanom v tejto práci, je zachytený reálny TV signál z terénu, ktorý je rušený generovaným LTE uplink signálom. Meracie pracovisko sa skladá z dvoch častí. Prvá časť slúži na zachytávanie respektíve generáciu vysielaných RF signálov a druhá časť pozostáva z prístrojov na ich analyzovanie. Na Obrázku 2 je znázornená bloková schéma navrhnutého meracieho pracoviska.

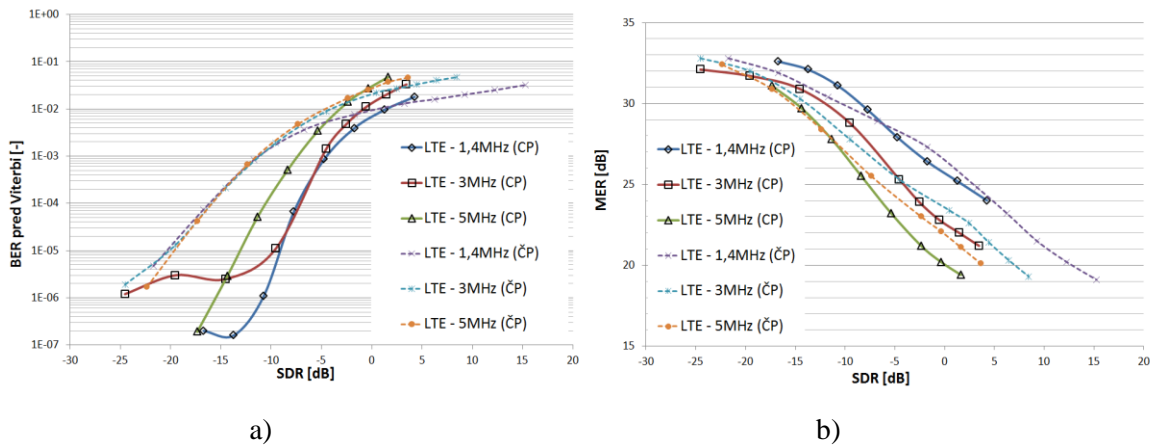


**Obrázek 2:** Bloková schéma meracieho pracoviska pre meranie koexistencie medzi DVB-T a LTE

Pri meraní bude pozorovaná hlavne degradácia kvality prijímaného TV signálu. Po preštudovaní frekvenčných pásiem signálov, bol zvolený kanál 59. Vysielacie pásmo tohto kanálu je od 774 MHz do 782 MHz (nosný kmitočet je 778 MHz). Rušiaci LTE signál je generovaný v kanále 13 (Uplink) v režime FDD (Frequency-Division Duplexing) vo frekvenčnom pásme od 777 MHz do 787 MHz. Tento signál však nebude použitý ako jeden 10 MHz kanál. Veľkosť kanálu je nastavená postupne na 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz a bude pozorovaná bitová chybovosť Bit Error Ratio (BER) pred Viterbiho dekódovaním a parameter Modulation Error Ratio (MER) DVB-T signálu. Stredná frekvencia LTE signálu sa mení v závislosti na type koexistencie. Pri celkovom prekrytí je stredná frekvencia 779 MHz a pri čiastočnom 782 MHz. Ako posledný sa bude konštantne meniť výkon LTE signálu, na ktorom taktiež závisí miera rušenia DVB-T signálu. Ostatné parametre pre DVB-T vysielanie: šírka pásma sa rovná 8 MHz, vysielací mód je 8K, ochranný interval 1/8, kódový pomer má hodnotu 3/4 a je použitá modulácia 64QAM. Parametre pre LTE uplink: kódový pomer 1/3 (Turbo), šírka pásma sa bude meniť medzi 1,4 , 3 a 5 MHz, k tomu zodpovedajúca veľkosť IFFT bude 128 , 512 a 1024, ochranný interval je 4,7  $\mu$ s. Bude použitá QPSK modulácia.

### 4. VYHODNOTENIE EXPERIMENTU

Na vyhodnotenie vplyvu rušenia LTE signálu na signál DVB-T sú použité dva parametre. Jeden parameter je už spomínaný MER a udáva informáciu o úrovni šumu a interferenciách v prijímanom signáli. Druhým parametrom je BER, ktorý sa merá pred a po Viterbiho dekódovaní. Hodnoty BER pred opravou udávajú "surové" chyby, ktoré vznikajú v priebehu vysielania medzi vysielateľom a prijímačom. Meranie BER po Viterbiho dekódovaní sa používa pre posúdenie toho, či ešte kvalita príjmu TV signálu spĺňa požiadavky na tzv. Quasi-Error Free (QEF) príjem. Táto požiadavka je splnená, keď je bitová chybovosť po Viterbiho dekódovaní menšia alebo rovná  $2.0 \times 10^{-4}$ . BER bol pozorovaný na závislosti na parametre Spectral Density Ratio (SDR). SDR je definovaný ako pomer výkonov medzi LTE a DVB-T vzťahnutý na jednotku šírky pásma. Je vyjadrený ako:



**Obrázek 3:** Závislosť BER pred Viterbiho dekódovaním a MER na parametri SDR pri celkovom (CP) a čiastočnom (ČP) prekrytí RF signálov DVB-T a LTE

$$\text{SDR} = P_{\text{LTE}} - 10\log B_{\text{LTE}} - (P_{\text{TV}} - 10\log B_{\text{TV}}), \quad (1)$$

kde  $P_{\text{LTE}}$  je výkon signálu LTE,  $B_{\text{LTE}}$  vyjadruje šírku použitého pásma LTE kanálu,  $P_{\text{TV}}$  je výkon DVB-T signálu a  $B_{\text{TV}}$  je šírka pásma televízneho kanálu.

Na Obrázku 3a) je znázornená hodnota BER závislá na SDR parametre pre čiastočné aj celkové prekrytie. Z grafu je vidieť, že na chybovosť BER má veľký vplyv úroveň rušiaceho signálu. Pri čiastočnom prekrytí medzi hodnotami -20 až -6 dB je vidieť, že šírka pásma rušiaceho LTE signálu nemá na BER vplyv. Mierne vyššie rozdiely sú však vidieť nad 0 dB. Toto však neplatí pri celkovom prekrytí signálov. Tu je možné vidieť, že šírka pásma rušiaceho uplink signálu LTE má vplyv na hodnoty BER, konkrétne širokopásmové rušenie má na BER väčší vplyv ako úzkopásmové. Obrázok 3b) zobrazuje závislosť hodnoty MER na SDR parametre, kde vyššie hodnoty MER znamenajú menšie rušenie TV signálu. Pre už spomínaný QEF príjem pri celkovom prekrytí hraničné hodnoty SDR parametru sú maximálne 1,1 dB, 1,2 dB a -0,6 dB pre šírku kanálu LTE signálu 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz. Pre čiastočné prekrytie maximálna hodnota SDR parametru je 4,7 dB, 2,2 dB a -0,36 dB pre šírku kanálu LTE signálu 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz.

## 5. ZÁVER

V tejto práci je prezentované meracie pracovisko pre meranie koexistencie medzi systémami DVB-T a LTE. Správna funkčnosť meracieho pracoviska je overená meraním. Je dokázané, že reálny vysielačný signál môže byť ovplyvnený LTE signálom. Na rušenie TV signálu má vplyv úroveň, šírka pásma LTE signálu a typ koexistenčného scenáru (celkový a čiastočný).

## POĎAKOVANIE

Článok vznikol z podpory projektu MŠMT LF14033 a z interného grantového projektu VUT v Brne FEKT-S-14-2177.

## REFERENCIE

- [1] Coexistence Digital TV and LTE (1MA176\_e3), Rohde & Schwarz, 2012, 34 pages.
- [2] L. Polak, O. Kaller, L. Klozar, J. Sebesta and T. Kratochvil, "Mobile Communication Networks and Digital Television Broadcasting Systems in the Same Frequency Bands – Advanced Co-Existence Scenarios," *Radioengineering*, vol. 23, no. 1, pp. 375-386, April 2014.
- [3] L. Polak, O. Kaller, L. Klozar, J. Sebesta and T. Kratochvil, "Exploring and Measuring Possible Co-Existences between DVB-T2-Lite and LTE Systems in Ideal and Portable Fading Channels," *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 32-44, February 2015.