

Český telekomunikační úřad
Odbor státní kontroly elektronických komunikací
Oddělení technické podpory Brno
Jurkovičova 1, 638 00 Brno

Z P R Á V A

č. 103/2012

o výsledcích měření nežádoucího vyzařování
vysílacího rádiového zařízení Ubiquiti Power Bridge M10 EU

červen 2012

Měřeno : 13.6.2012
Měřil : Skupa, Vik
Měř. přístroje : analyzátor spektra R&S FSP 40 v.č. 100022
mikrovlnná souprava R&S AC008ZZ v.č. 100177
ozařovač – anténa R&S HL050 v.č. 100205
Zpracoval : Vik

Vzhledem k velmi rozšířené diskuzi o možnosti použití radiového spoje P-P Ubiquiti Power Bridge M10 EU, využívajícího systému s časovým duplexem TDD v rámci všeobecného oprávnění č. VO-R/14/12.2006-28 (dále jen VOR14) jsme provedli měření nežádoucího vyzařování tohoto vysílacího rádiového zařízení (VRZ).

Doposud jsou v pásmu VOR14, t.j. 10,3-10,6 GHz využívána zařízení FDD (i když to není předepsáno), a použité kmitočtové pásmo není děleno na duplexní úseky. Všeobecné oprávnění jako technologicky neutrální předpis nemá důvod diskriminovat zařízení TDD, pokud splňuje všechny technické požadavky stanovené normami, uvedenými ve VOR14.

Pro objektivní posouzení nejvíce zpochybňovaného parametru, což je úroveň nežádoucího vyzařování a s tím spjaté problémy se vzájemným rušením rádiových spojů v pásmu VOR14 jsme provedli základní měření nežádoucího vyzařování.

Výkon složek nežádoucího vyzařování byl měřen :

- v doméně mimopásmového vysílání (Out of Band domain - OoB) - dále jen doména OoB
- v doméně nepodstatného vyzařování (spurious emission - SE) - dále jen doména SE

Organizace měření :

- vzhledem k tomu, že nebyl k dispozici přechod z vlnovodu (výst PBM10) na koaxiální kabel, bylo měření provedeno při vysílání měřeného VRZ do standardní parabolické antény, dodávané k zařízení (Ø65 cm, G = 34dB_i)
- na přijímací straně byla použita měřicí souprava R&S AC008 s ozařovačem HL050 (0,85-26,5 GHz)
- měření se uskutečnilo v předváděcí místnosti spol. i4wifi a.s., Průmyslová 11, Praha, kde byl vytvořen spoj P-P ze dvou zařízení PBM10 (u protistrany měřeného VRZ nebyla použita anténa, signál byl vyzařován pouze ústím vlnovodu pro omezení možnosti přebuzení přijímače měřeného zařízení a eliminace odrazů)
- při měření byla spojem přenášena data a trvale byla aktivována modulace 64QAM (max. datová rychlost)
- vzdálenost mezi vysílací anténou PBM10 a měřicí anténou byla 4m

Měřené zařízení :

typ	:	Power Bridge M10 EU	
výrobce	:	Ubiquiti Networks, Inc, USA	
kmitočtové pásmo	:	10,3 -10,6 GHz	
výrobní číslo	:	002722D4A976	
měřené kanály	:	10 322; 10 406; 10 574 MHz	pro CS = 28 MHz
		10 308 MHz	pro CS = 14 MHz
modulace	:	OFDM, 64QAM	
výkon vysílače	:	3 dBm	
polarizace	:	lineární, ± 45° (2x2 MIMO)	

Zjištěné skutečnosti a vyhodnocení :

A. Doména OoB

- naměřené hodnoty v doméně OoB jsou uvedeny pro jednotlivé měřené kmitočty (kanály) na přiložených záznamech 1 - 4
- naměřené hodnoty byly porovnávány s limitní spektrální maskou podle normy ČSN ETSI EN 302 217-2-2 V1.3.1 (Listopad 2009)
- vzhledem k použité modulaci 64 QAM byla vytvořena spektrální maska pro třídu spektrální účinnosti 5B – podle přílohy B, bodu B.3.2 citované normy (tabulka B.4) pro CS = 28 MHz (kanály 1, 4 a 10) a pro CS =14 MHz (kanál 0)

Poznámka : - spektrální limitní maska je vytvořena podle normy ČSN ETSI EN 302 217-2-2 V1.3.1 (2009-04), uváděné ve všech dokumentech. V současné době je paralelně platná verze V1.4.1 (2011-02), v které jsou stejné limitní hodnoty použitých spektrálních masek.

B. Doména SE

- úroveň nežádoucích emisí byla měřena a posuzována v souladu s normou ČSN ETSI EN 302 217-2-2 a doporučením CEPT/ERC/REC 74-01E (2011)
- vzhledem k tomu, že emise byly měřeny systémem anténa ⇒ anténa bylo nutno uvažovat omezení kmitočtového rozsahu antény měřeného VRZ (přijímací anténa s kmit. pásmem 0,85 – 26,5 GHz měření nelimituje). Byl proto zvolen kmitočtový úsek 8 - 12 GHz
- Doporučení REC74-01E uvádí hodnotu výkonu nežádoucích emisí v doméně nepodstatného vyzařování (SE) $P \leq -50$ dBm, měřeno na výstupu vysílače
- vzhledem ke způsobu měření je třeba limitní hodnotu, ekvivalentní výkonu -50 dBm na výstupu Tx přepočítat (hodnoty z obr. 5) :

Na vstupu analyzátoru spektra :

výkon signálu Tx ($P_{\text{ref.}}$) : -13,5 dBm@1MHz
celkový výkon Tx ($P_{14\text{MHz}}$) : -2,0 dBm@14MHz

Stanovení limitní hodnoty pro ekvivalent výkonu -50 dBm ($P_{-50\text{dB}_{\text{ekv.}}}$)

výkon Tx (P_{Tx}) : 3,0 dBm (na výstupu vysílače)
 $P_{-50\text{dB}_{\text{ekv.}}}$: -55,0 dBm (na vstupu analyzátoru spektra)

C. Vyhodnocení

Po analýze zjištěných skutečností lze konstatovat :

- při měření spektra signálů VRZ v doméně OoB bylo zjištěno :
 - v případě kanálového odstupu (zabrané šířky pásma) 28 MHz na všech 3 měřených kanálech je dodržena limitní spektrální maska. Minimální překročení masky v případě kanálu 10 (10 574 MHz) lze tolerovat
 - při měření na kanálu 1 (10 322, obr. 1) byl zjištěn úzkopásmový rušivý produkt na kmitočtu 10 474 MHz, těsně splňující požadavky emisní masky
 - v případě měření na kanálu 0 (s šířkou pásma 14 MHz, obr. 4) je částečně překročena spektrální maska (pro třídu 5B, tj. modulaci 64 QAM)
- při měření spektra signálů VRZ v doméně SE bylo zjištěno :
 - jak již bylo dříve uvedeno, měření bylo prováděno pro zúžené kmitočtové pásmo 8 - 12 GHz, ve kterém je limitní hodnota -50 dBm spolehlivě s rezervou dodržena (obr. 5)

Porovnání s měřením VÚS Banská Bystrica

Po porovnání našeho měření vysílacího rádiového zařízení PBM10 EU s měřením akreditovanou laboratoří VÚS Banská Bystrica (č. protokolu 006/608/2012-1/LRB(R))_Eng bylo zjištěno :

- pro měření v doméně OoB ve VÚS byla aplikována spektrální maska pro třídu spektrální účinnosti 4L (16QAM) - není uvedeno, při jaké modulaci bylo měření prováděno
- pomineme-li rozdílné masky, naměřený tvar spektra je prakticky totožný (včetně úzkopásmové složky)
- při všech měřeních (na kanálech 0, 1, 4 a 10) měřené zařízení splňovalo požadavky spektrální masky, v případě kanálu 0 (zabraná šířka pásma 14 MHz je spektrum na hranici limitní masky)

Závěr.

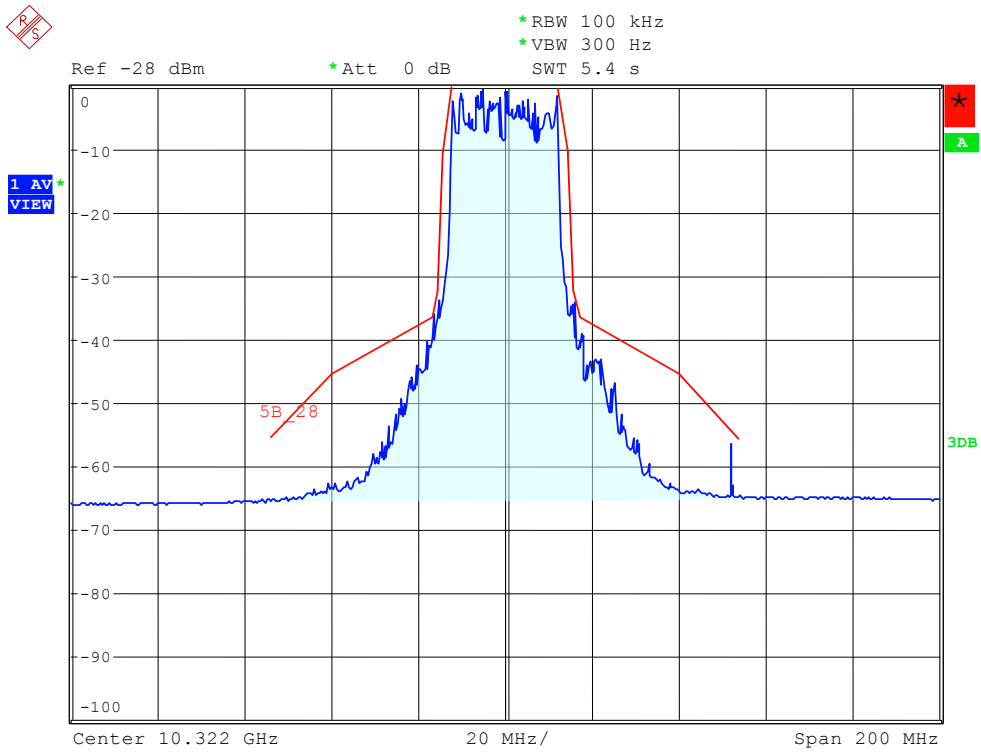
Při měření nežádoucího vyzařování VRZ Ubiquiti Power Bridge M10 EU bylo zjištěno :

1. Měřené zařízení v doméně mimopásmového vysílání (OoB) při provozu se zabranou šířkou pásma 28 MHz splňuje požadavky spektrální limitní masky podle technické normy ČSN ETSI EN 302 217-2-2 V.1.3.1
2. Při provozu se zabranou šířkou pásma 14 MHz (na kanálu 0) je limitní spektrální maska mírně překročena
3. V doméně nepodstatného vyzařování (SE) při měření v pásmu 8 - 12 GHz je požadovaná hodnota -50 dBm splněna s rezervou
4. Z naměřených dat je možno usoudit, že není důvod nevyužívat zařízení PBM10 v souladu s VOR14 (diskutabilní je problém mírného překročení masky při CS=14 MHz)
5. Použitá polarizační diverzita způsobí „obsazení“ kanálu v obou polarizacích. Vzhledem k pootočení polarizační roviny o $\pm 45^\circ$ proti klasické polarizaci V/H v prostoru bez odrazů lze předpokládat polarizační separaci cca 15 dB
6. Všeobecné oprávnění VOR14 by mělo být doplněno o zákaz používání dynamického přidělování kmitočtů (DFS), které by ve stávajících sítích mohlo působit podstatné problémy (stejně jako skenování zařízení po výpadku spojení)
7. Uvedená měření samozřejmě nenahrazují měření akreditovanou laboratoří, nicméně dává odpověď na nepodložené spekulace o čistotě spektra vysílače PBM10 EU a jeho „nebezpečnosti“
8. Tvar a charakter naměřeného spektra je prakticky stejný jako při měření VÚS B. Bystrica, rozdíl je v určení třídy spektrální účinnosti a tím tvaru limitní spektrální masky

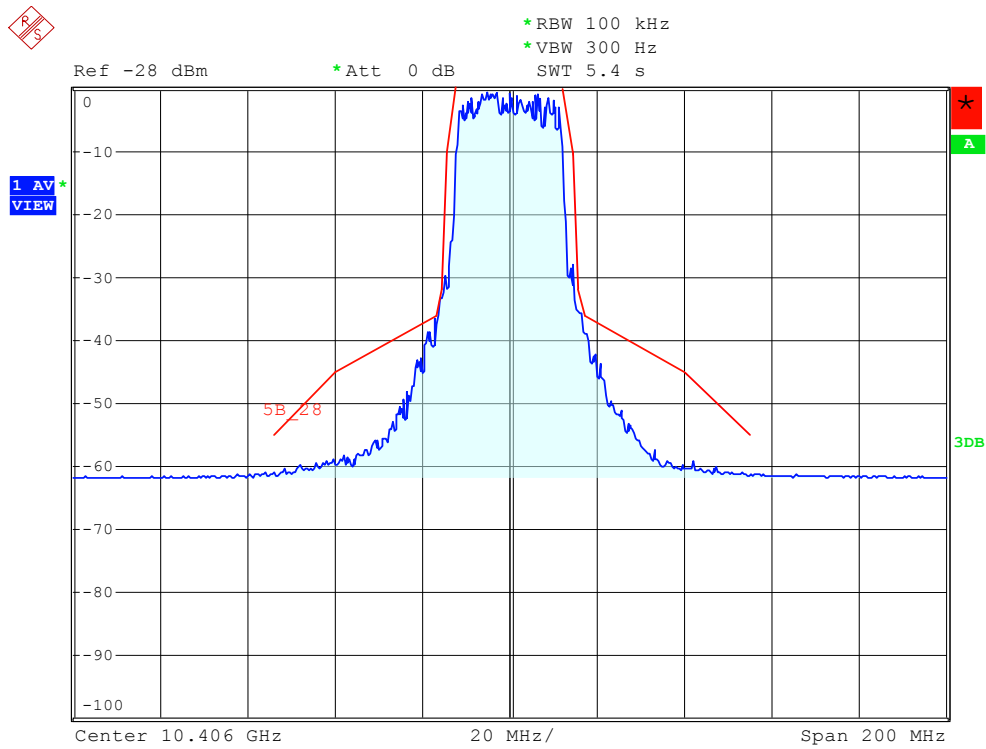
V Brně 19.6.2012

Co.: ČTÚ - 620, 613
I4wifi - email

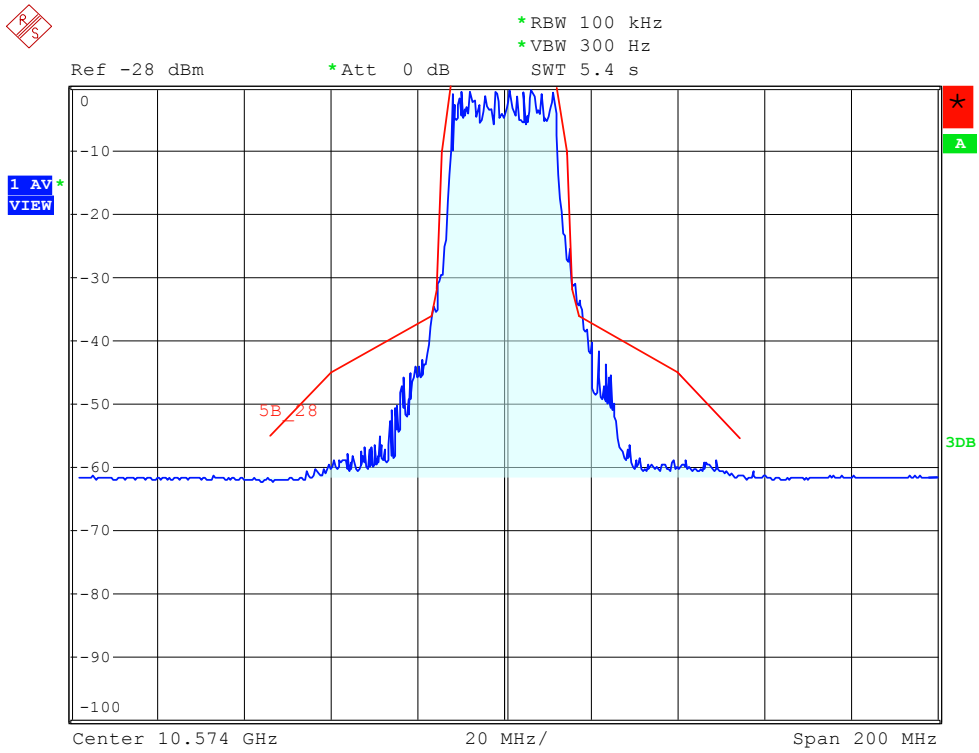
Tomáš Vik
vedoucí OTP Brno



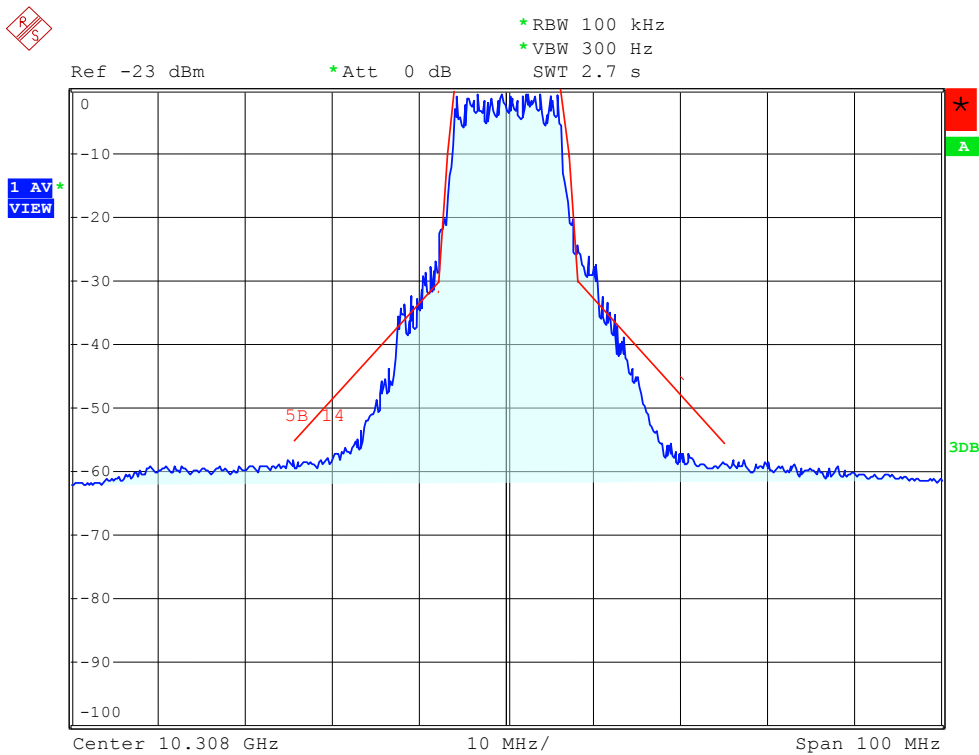
(1) Spektrum a limitní maska - kanál 1, zabraná šířka pásma 28 MHz



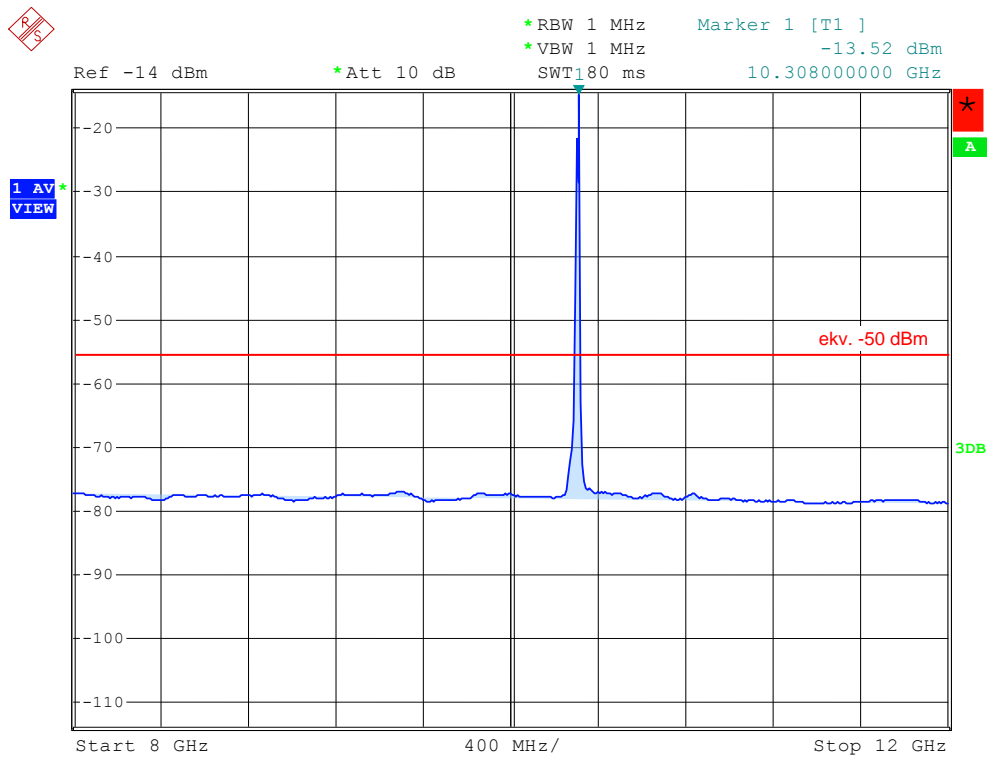
(2) Spektrum a limitní maska - kanál 4, zabraná šířka pásma 28 MHz



(3) Spektrum a limitní maska - kanál 10, zabraná šířka pásma 28 MHz



(4) Spektrum a limitní maska - kanál 0, zabraná šířka pásma 14 MHz



(5) Spektrum v pásmu 8 - 12 GHz a limitní linka ekvivalentní výkonu -50 dBm na výstupu vysílače