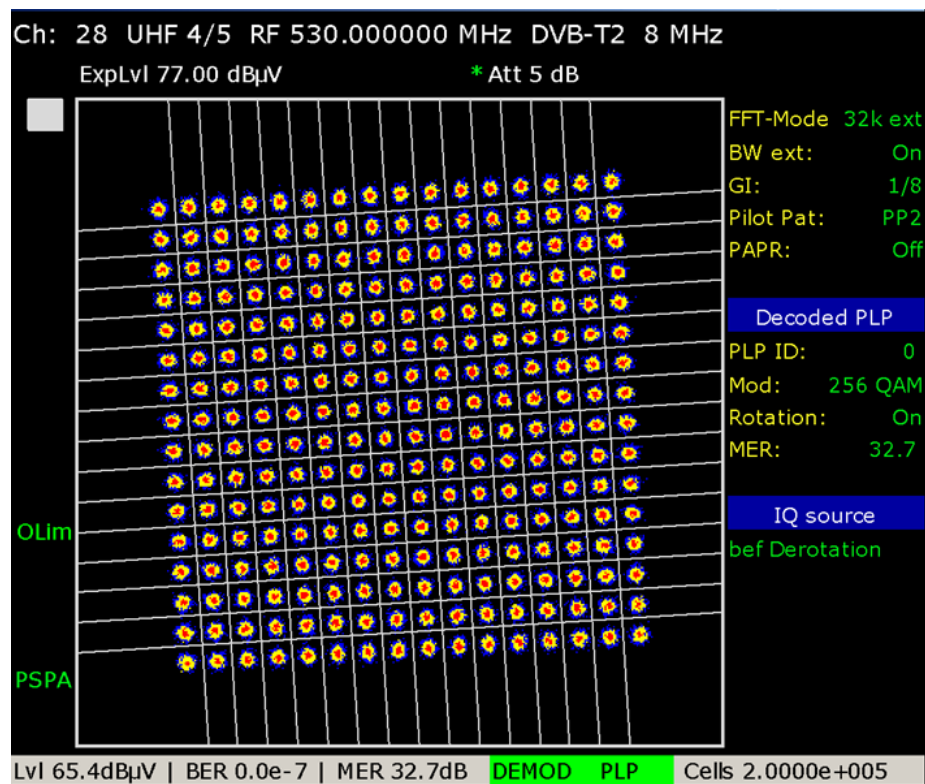


# Rušení příjmu signálů DVB-T2 provozem sítí LTE (očekávané problémy)



---

Tomáš Vik

Odbor kontroly a ochrany spotřebitele

Oddělení technické podpory Brno

## Rušení signálů DVB-T/T2 signály sítí LTE

- a) Rušení signálem mimo přijímaný kanál („rušivé ovlivňování“)
- b) Rušení signálem v pásmu přijímaného kanálu

### **Ad a) Přebuzení aktivních prvků v přijímacím řetězci.**

Přebuzení způsobuje:

- *snížení odstupů  $C/N(I)$* 
  - tvorbou intermodulačních produktů
    - „vnitřní“ im produkty
    - im produkty mezi signály ve spektru
- *blokování*
  - snížení zisku
  - křížová modulace (parazitní AM)

# Měření linearity ŠPZ Terra 010

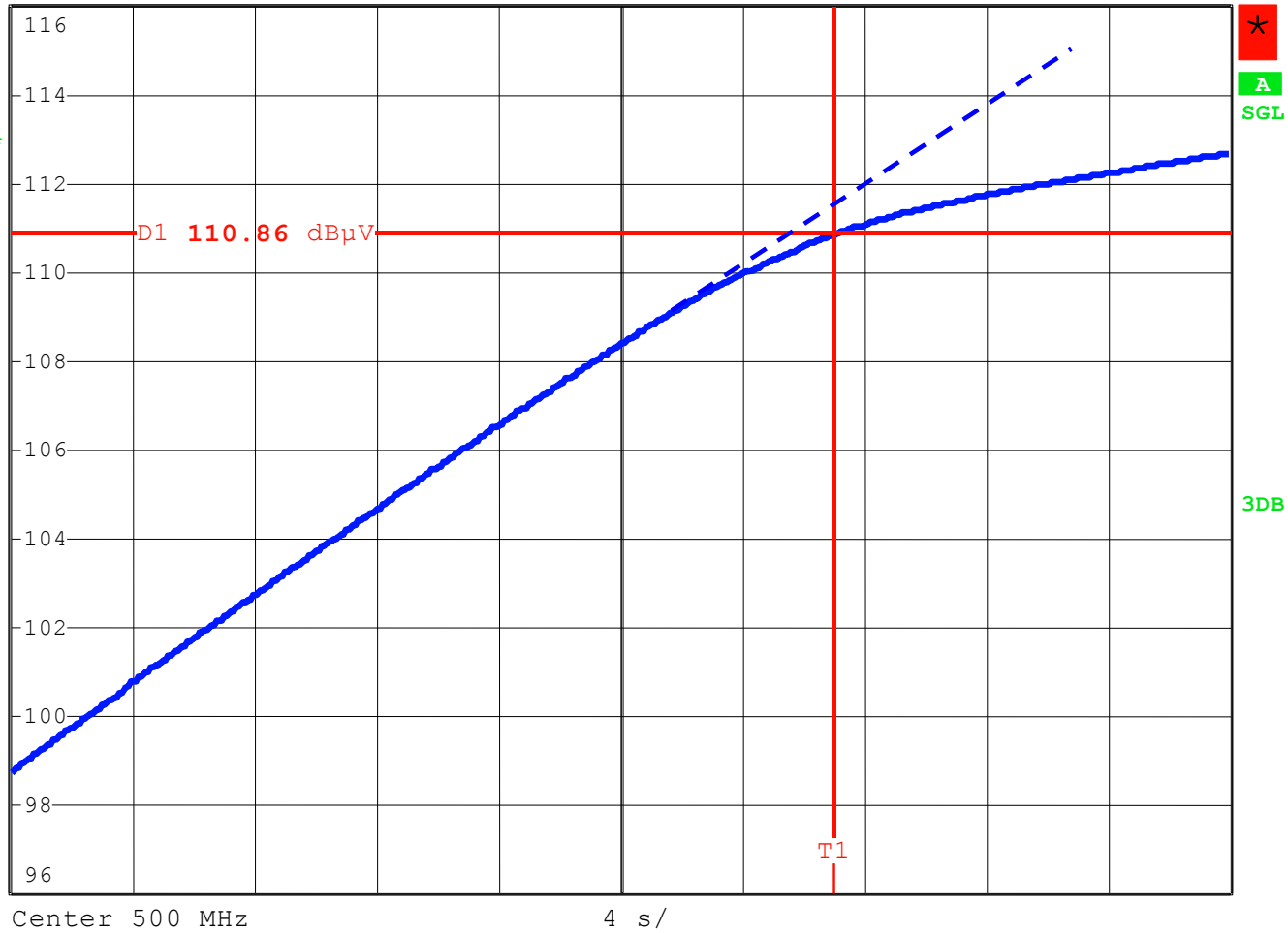


RBW 30 kHz  
VBW 300 kHz  
SWT 40 s

Ref 116 dB $\mu$ V

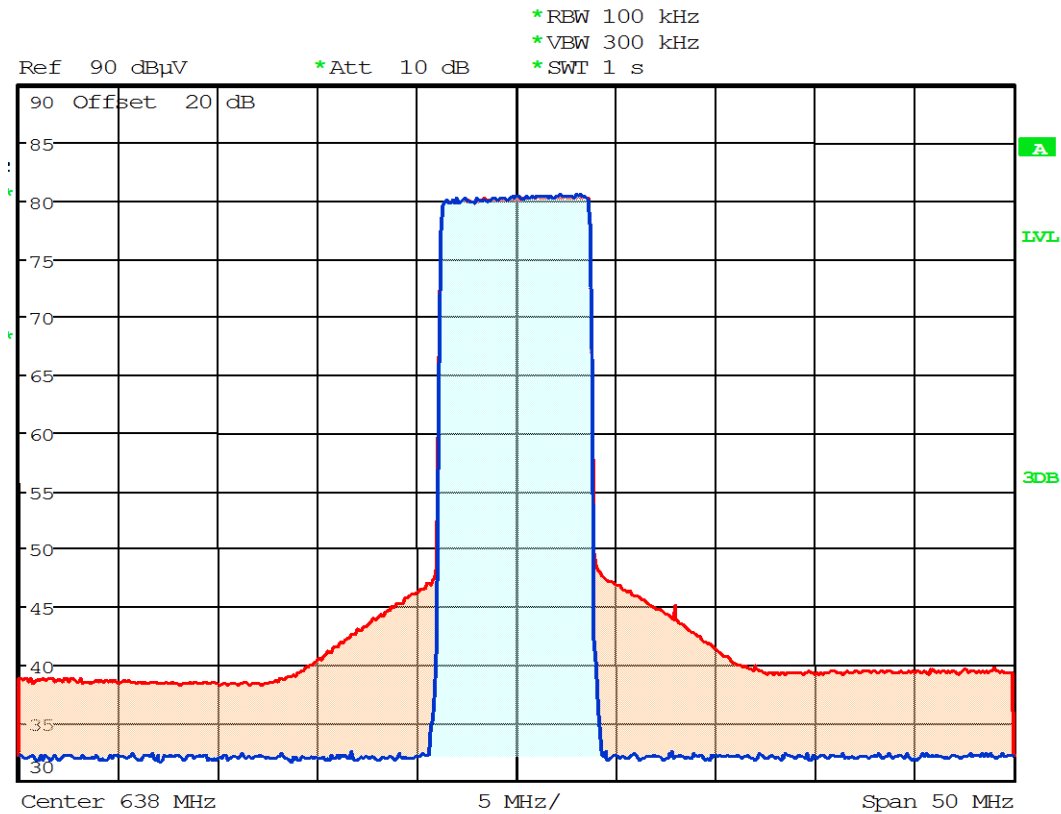
Att 40 dB

1 RM \*  
VIEW



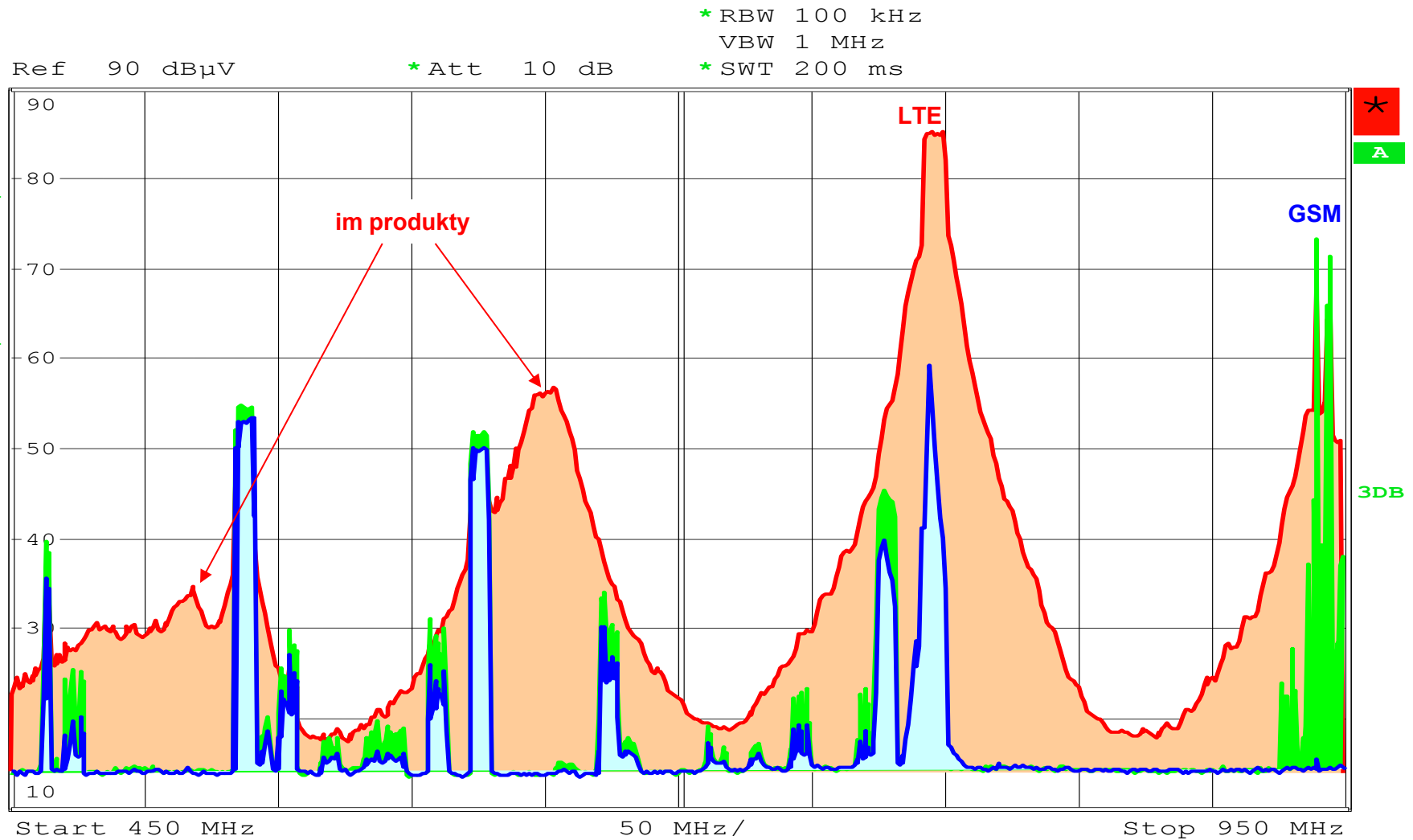
$G = 15$  dB;  $F = 0,7$  dB;  $U_{\max.} = 98$  dB $\mu$ V;  $IP_{1dB} = 110,9$  dB $\mu$ V

# Vytvoření „vnitřních“ intermodulačních produktů



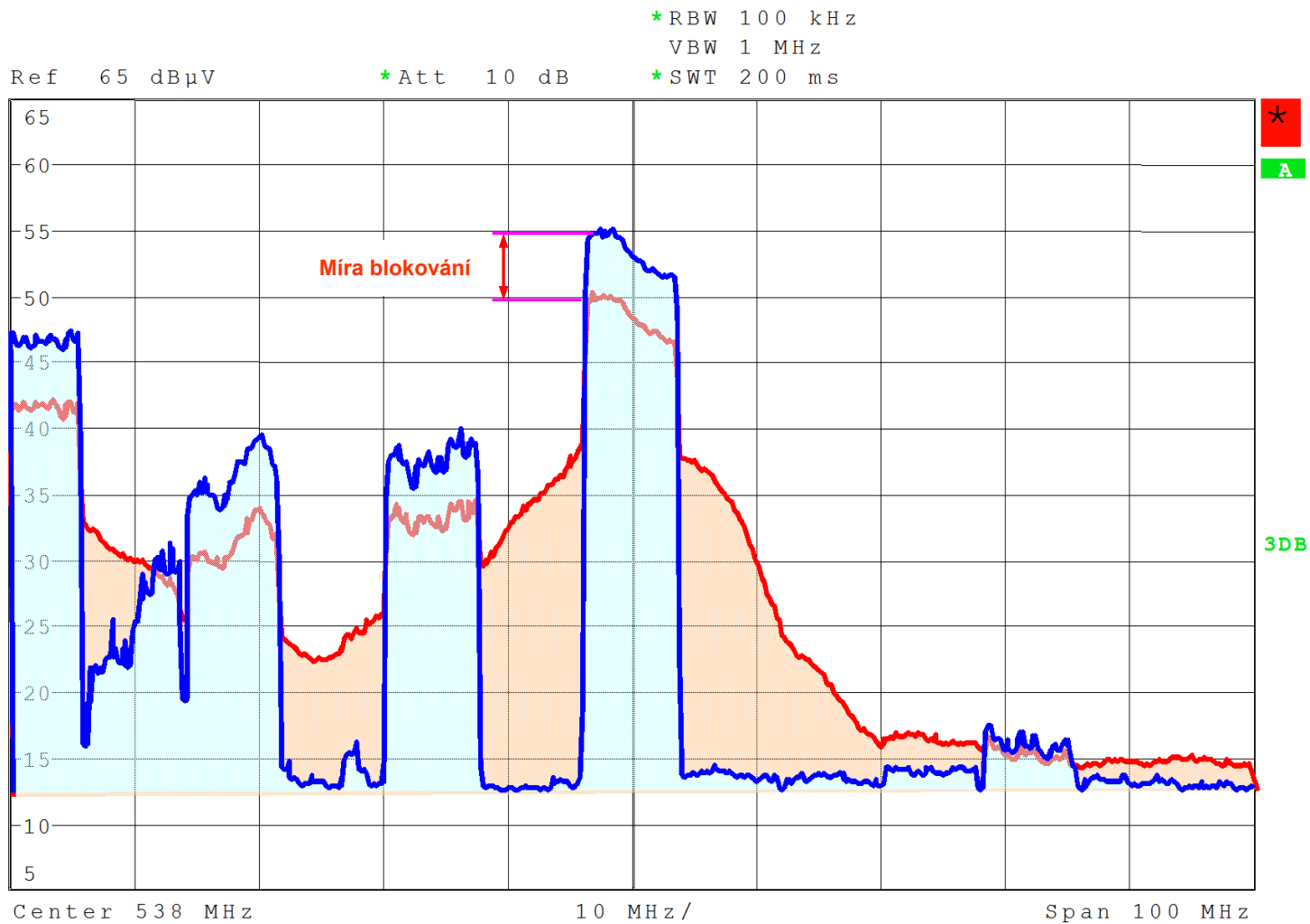
Rekombinace im produktů mezi nosnými signály OFDM

# Vytvoření intermodulačních produktů signálů LTE a GSM



Tvorba im produktů mezi signály GSM 900 a LTE 800

# Vytvoření intermodulačních produktů a blokování



k23 - 29 - LTE bez filtru / LTE s filtrem

## Rušení signálů DVB-T/T2 signály sítí LTE:

### Ad b) Vyzařováním nežádoucích emisí BTS LTE do pásma DVB-T/T2

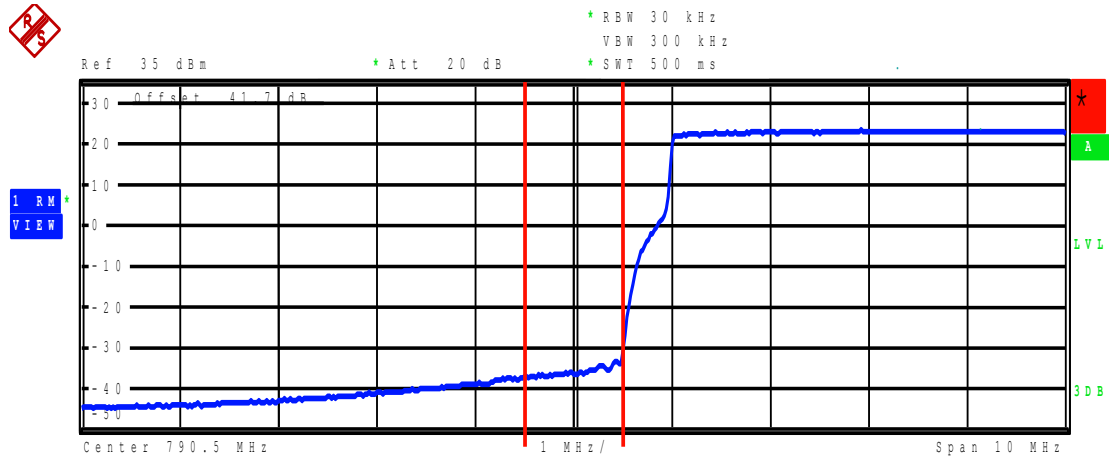
- požadavky na maximální hodnotu e.i.r.p. v pásmu kanálu DVB-T/T2 (8 MHz):

e.i.r.p. max =	0 dBm@8MHz	pásmo	800 MHz
	-23 dBm@8MHz		700 MHz

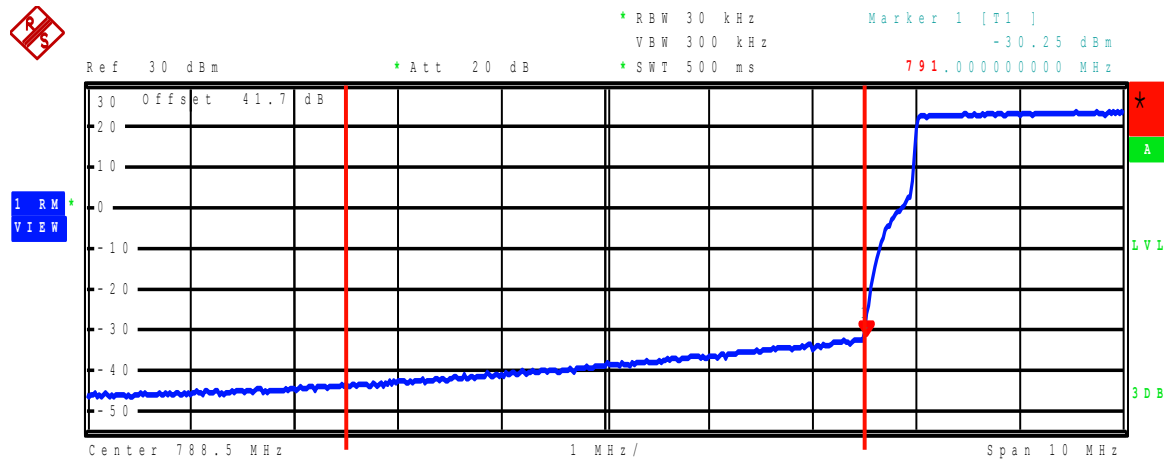
Praktické problémy vznikají pouze u k60, lze řešit filtrem (zádrž pro pásmo k60)

-

# Nežádoucí vyzařování BTS LTE 800 MHz – měření BEM



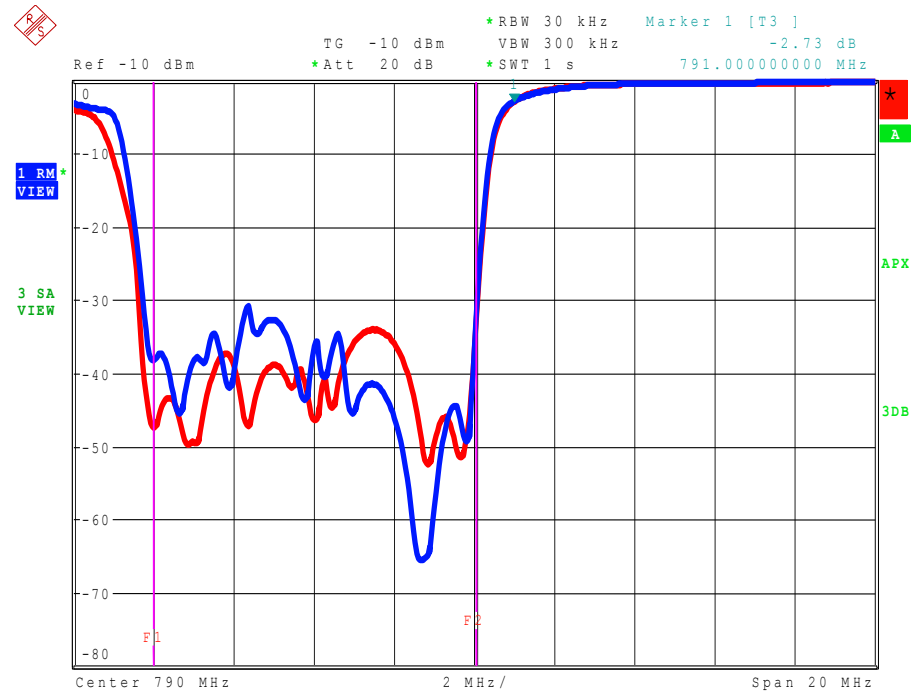
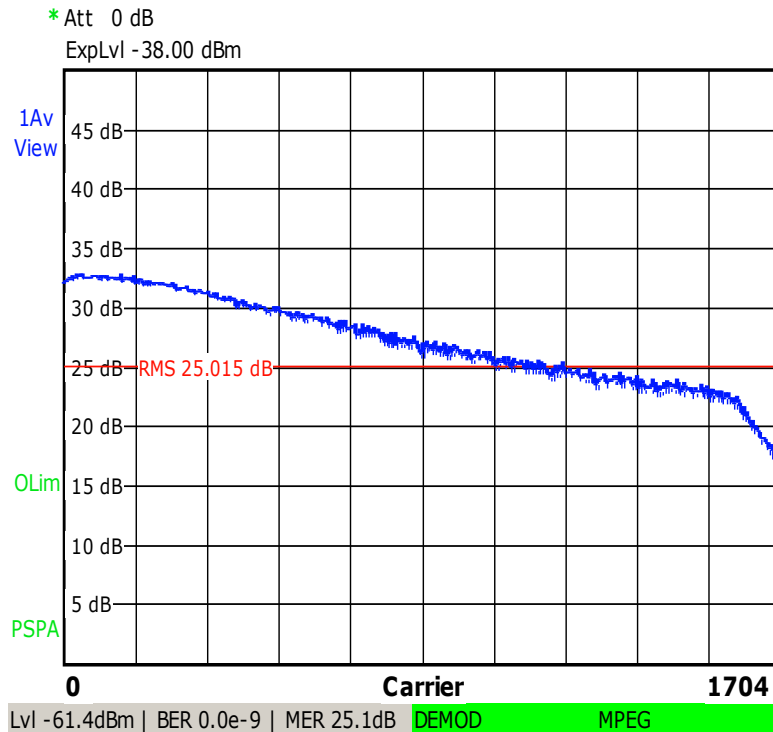
Výkon signálů v ochranném intervalu 790-791 MHz (-20,6 dBm)



Výkon signálů v pásmu -5,0 až 0,0 MHz od spodní hrany bloku (-15,3 dBm)



Ch: --- RF 786.000000 MHz DVB-T/H 8 MHz



Průběh MER vs nosné OFDM v k60  
Rušení emisemi BTS LTE

Útlumová charakteristika filtru  
na výstupu Tx BTS LTE

## Rozdíl mezi systémy DVB-T a DVB-T2 z hlediska rušení signály LTE

Z hlediska rozdílu v EMC systémů DVB-T a T2 vs. LTE nás zajímá:

- Požadavky na odstup C/N, C/N+I)
- Citlivost TV přijímačů (STB)
- Ochranné poměry a práh přebuzení u TV přijímačů (STB)
- Minimální intenzita elmag. pole pro deklarované pokrytí

# Požadavky na odstup C/N a minimální citlivost přijímačů DVB-T2

konstelace	kódový poměr	Gaussovský kanál C/N [dB] pro 32k, PP2	Gaussovský kanál C/N [dB] pro 32k, PP4
QPSK	1/2	3,5	3,1
	3/5	4,7	4,3
	2/3	5,6	5,2
	3/4	6,6	6,2
	4/5	7,2	6,8
	5/6	7,7	7,3
16-QAM	1/2	8,7	8,3
	3/5	10,1	9,7
	2/3	11,4	11,0
	3/4	12,5	12,1
	4/5	13,3	12,9
	5/6	13,8	13,4
64-QAM	1/2	13,0	12,6
	3/5	14,8	14,4
	2/3	16,2	15,7
	3/4	17,7	17,3
	4/5	18,7	18,3
	5/6	19,4	18,9
256-QAM	1/2	17,0	16,5
	3/5	19,4	18,9
	2/3	20,8	20,4
	3/4	22,9	22,4
	4/5	24,3	23,8
	5/6	25,1	24,6

konstelace	kódový poměr	Gaussovský kanál min. citlivost [dBm] pro 32k, PP2	Gaussovský kanál min. citlivost [dBm] pro 32k, PP4
QPSK	1/2	-95,5	-96,0
	3/5	-94,3	-94,8
	2/3	-93,4	-93,9
	3/4	-92,4	-92,9
	4/5	-91,8	-92,3
	5/6	-91,3	-91,8
16-QAM	1/2	-90,3	-90,8
	3/5	-88,9	-89,4
	2/3	-87,6	-88,0
	3/4	-86,5	-86,9
	4/5	-85,7	-86,1
	5/6	-85,2	-85,6
64-QAM	1/2	-86,0	-86,4
	3/5	-84,2	-84,6
	2/3	-82,9	-83,3
	3/4	-81,3	-81,8
	4/5	-80,3	-80,7
	5/6	-79,7	-80,1
256-QAM	1/2	-82,0	-82,5
	3/5	-79,7	-80,1
	2/3	-78,2	-78,6
	3/4	-76,2	-76,6
	4/5	-74,7	-75,2
	5/6	-73,9	-74,4

odstup C/N [dB]

Pro DVB-T

19,1 dB

minimální citlivost [dBm]

-77 dBm  $\Rightarrow$  32 dBuV@75 $\Omega$

## Požadavky na hodnotu C/N

system	C/N [dB]	konstelace	kódový poměr
DVB-T <sup>1)</sup>	19,1	64 QAM	2/3
DVB-T2 <sup>2)</sup>	16,2	64 QAM	2/3
DVB-T2 <sup>3)</sup>	20,8	256 QAM	2/3

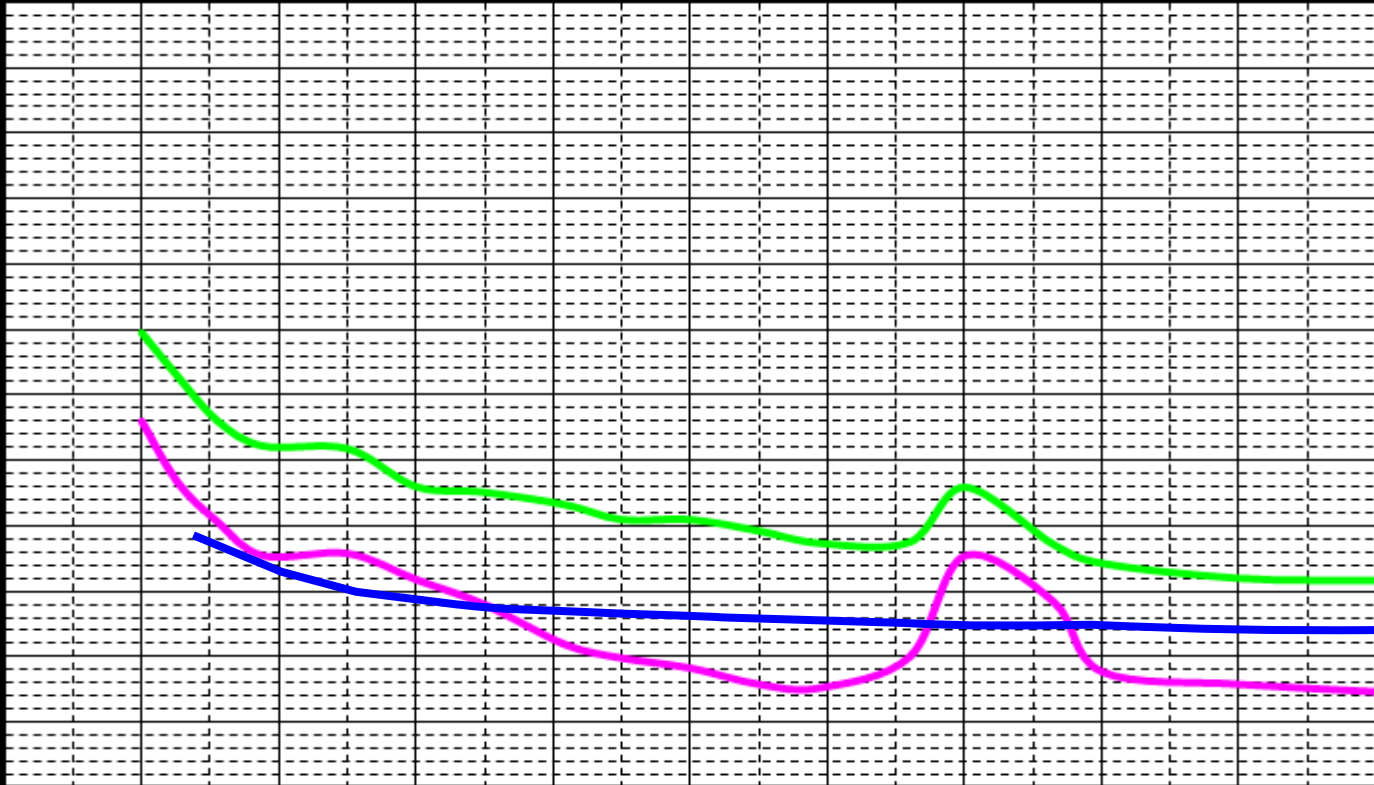
## Požadavky na citlivost TV přijímačů

system	P <sub>min.</sub> [dBm]	konstelace	kódový poměr
DVB-T <sup>1)</sup>	-77,0	64 QAM	2/3
DVB-T2 <sup>2)</sup>	-82,9	64 QAM	2/3
DVB-T2 <sup>3)</sup>	-78,6	256 QAM	2/3

1) Varianta C2 - 8k, 64QAM, 2/3

2) Varianta pro porovnání s DVB-T (nepoužívá se)

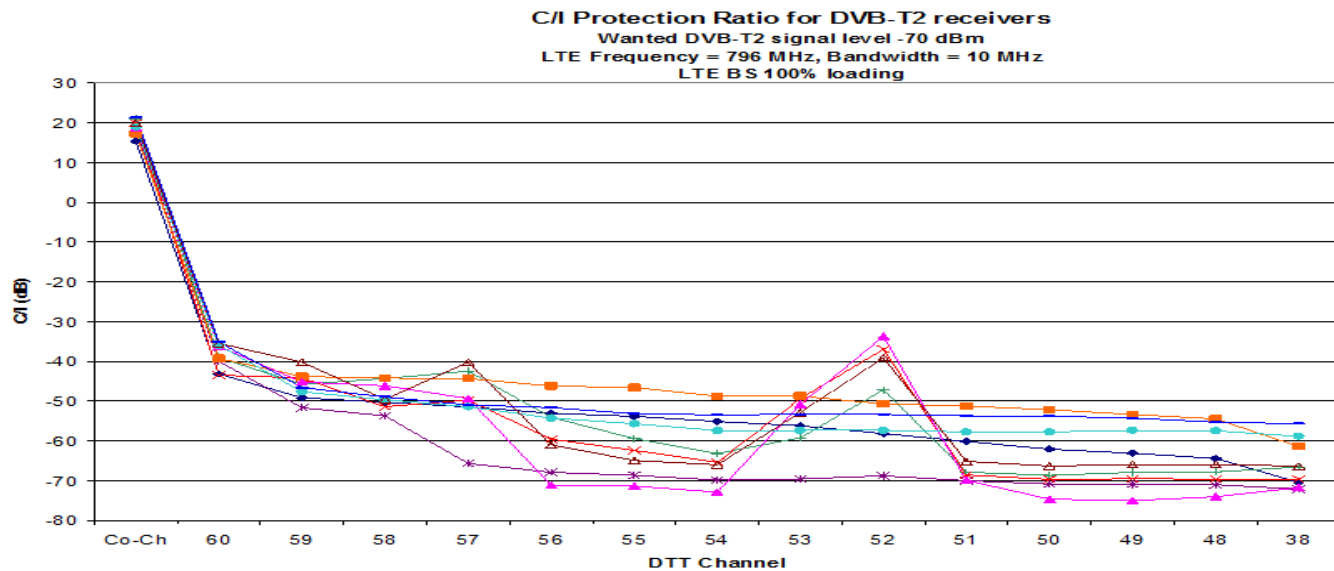
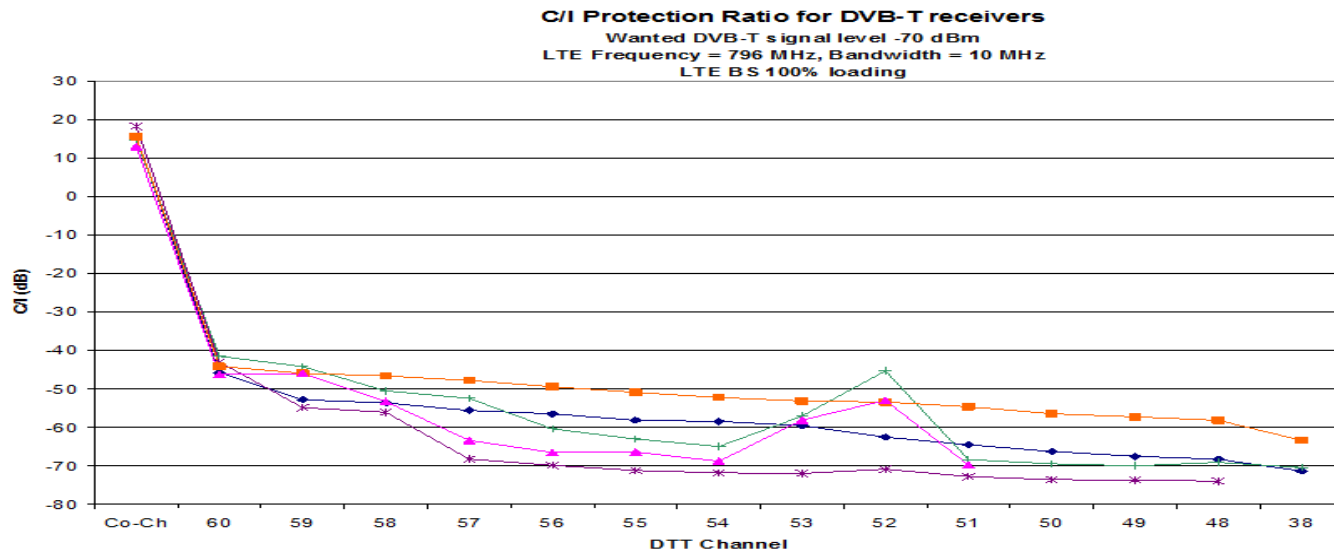
2) Varianta 32k, 256QAM, 2/3, PP4



DVB-T – 40 / 60 dBuV

DVB-T2 - 40-60 dBuV

# Výsledky testů přijímačů DVB-T/T2 (DVB vs LTE) (Rec. ITU-R BT.2033-1)



Požadavky na OP (32k ext., 256QAM. 3/4, PP4, GI=1/16) – proti signálům DVB-T2

Pásmo	šířka kanálu [MHz]	max. poměr I/C [dB]		
		sousední kanály	ostatní kanály	zrcadlové kanály
III. pásmo	7	28	38	---
IV. pásmo	8	28	38	28
V. pásmo	8	28	38	28

Požadavky na OP (32k ext., 256QAM. 3/4, PP4, GI=1/16) – proti signálům LTE

Pásmo	DVB-T2 kanál	šířka kanálu [MHz]	maximální poměr I/C		
			10 MHz downlink (791-801 MHz)	10 MHz downlink (801-811; 811-821 MHz)	10 MHz uplink (832-842; 842-852; 852-862 MHz)
III. pásmo	K5-K12	7	40	40	40
IV. pásmo	K21-K34	8	40	40	40
V. pásmo	K35-K59	8	40	40	40
V. pásmo	K60	8	30	40	40

## Výsledky testů odolnosti přijímačů DVB-T2 (Rec. ITU-R BT.2033-1)

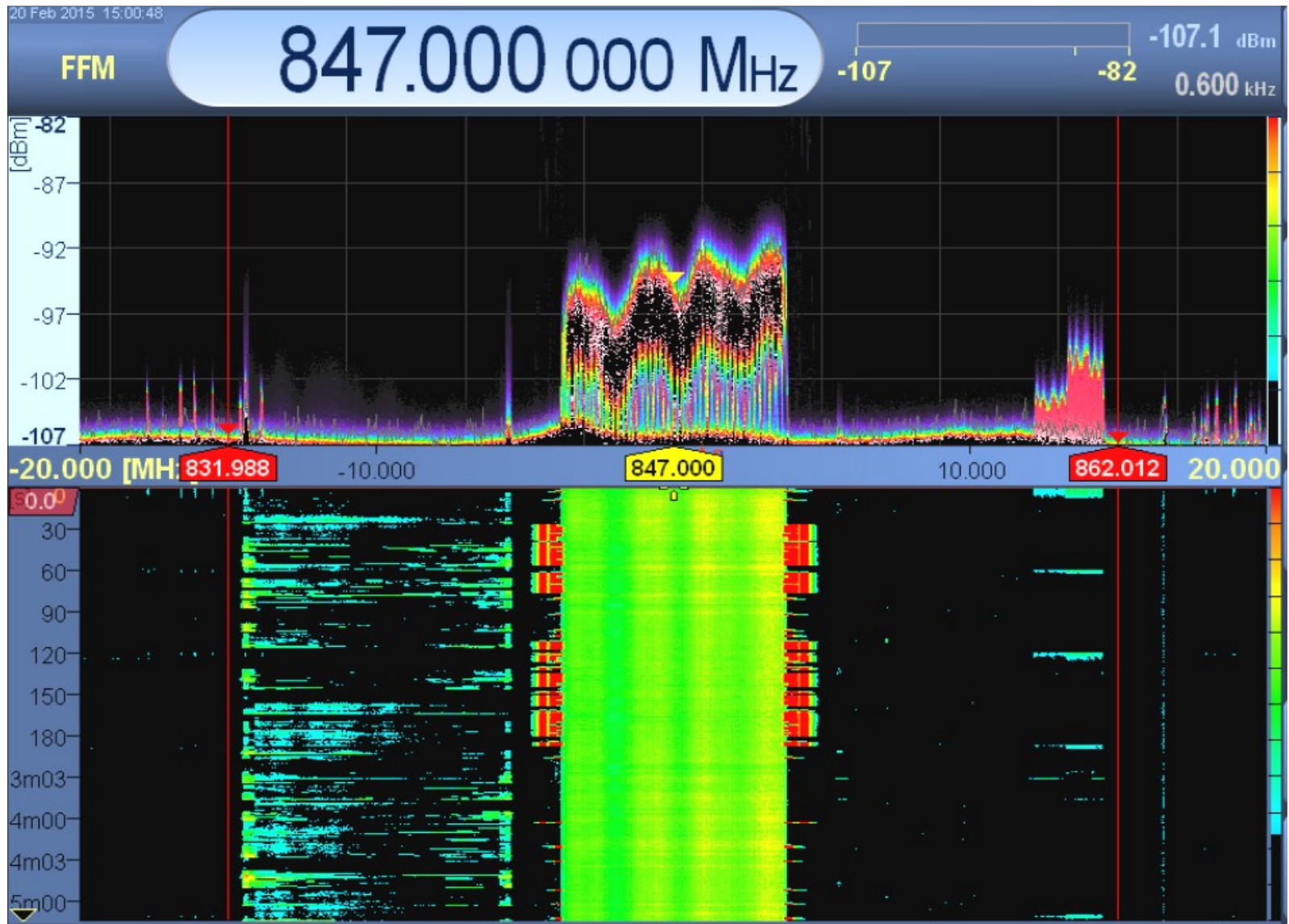
**Recommended sharing study values of PR and  $O_{th}$  for a DVB-T2 signal (defined in Table 1) in a clear channel, interfered with by an LTE BS or UE signal in adjacent channels for 3 can and 11 silicon tuners combined**

Channel offset N (8 MHz channels)	Centre frequency offset (MHz)	LTE BS		LTE UE	
		PR (dB)	$O_{th}$ (dBm)	Corrected PR (dB)	$O_{th}$ (dBm)
Co-channel (AWGN)	0	19	–	19	–
Co-channel (LTE)	0	19	–	19	–
1	10	–25	–16	–6	–30
2	18	–33	–12	–13	–11
3	26	–36	–11	–28	–10
4	34	–40	–13	–37	–20
5	42	–43	–11	–38	–10
6	50	–46	–11	–40	–9
7	58	–47	–11	–42	–9
8	66	–46	–11	–43	–10
9	74	–46	–10	–44	–10

Hodnoty OP (PR) a prahu přebuzení ( $O_{th}$ ) při rušení signálem BS a UE LTE



# Spektrum UL pásma LTE 800 MHz

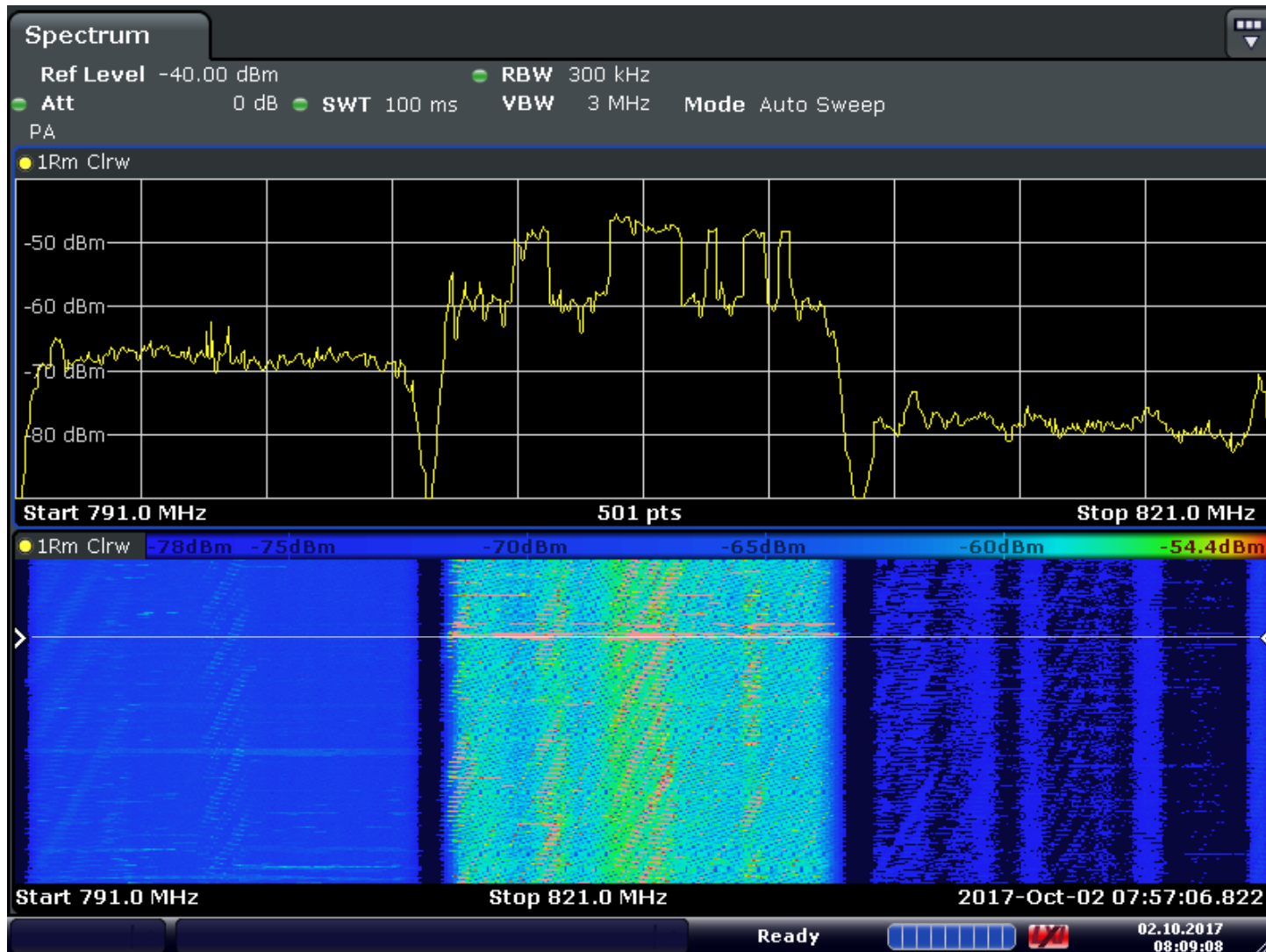


T-Mobile

O2

Vodafone

# Spektrum eNODE B 800 MHz



T-Mobile

O2

Vodafone

# Výsledky testů odolnosti přijímačů DVB-T2 (Rec. ITU-R BT.2033-1)

Measured overload thresholds (dBm) for a DVB-T2 signal (defined in Table 1) interfered with by an LTE BS signal in adjacent channels for silicon tuners

Channel offset N (8 MHz channels)	Centre frequency offset (MHz)	Number of receivers tested	0% BS traffic loading $O_{th}$ (dBm)		50% BS traffic loading $O_{th}$ (dBm)		100% BS traffic loading $O_{th}$ (dBm)	
			Percentile		Percentile		Percentile	
			10 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	10 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	10 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>
1	10	11	-18	-6	-15	-6	-13	-8
2	18	11	-14	1	-12	-2	-13	-3
3	26	11	-12	3	-13	0	-12	-1
4	34	11	-11	5	-12	2	-12	0
5	42	11	-10	6	-12	3	-12	2
6	50	11	-10	4	-12	2	-12	2
7	58	11	-10	4	-11	2	-12	1
8	66	11	-10	4	-12	2	-12	1
9	74	11	-10	5	-12	3	-12	1

Hodnoty prahu přebuzení ( $O_{th}$ ) pro různé datové zatížení BTS LTE

## Porovnání parametrů sítí DVB-T / DVB-T2

	<b>DVB-T</b>	<b>DVB-T2</b>
Bandwidth:	8 MHz	8 MHz
FFT size:	2k	32k
Carrier mode:	N/A	extended
Scattered pilot pattern:	N/A	PP7
Guard interval:	1/32 (7 $\mu$ s)	1/128 (28 $\mu$ s)
Modulation:	64-QAM	256-QAM
Code rate:	2/3	2/3
<i>C/N</i> (Rice):	20.1 dB	19.7 dB
<b>Resulting data rate:</b>	<b>24.1 Mbit/s</b>	<b>40.2 Mbit/s</b>

Calculation of minimum field strength DVB-T2 8 MHz system at 650 MHz

DVB-T2 in Band IV/V			Fixed	Portable outdoor/urban	Portable indoor/urban
Frequency	Freq	MHz	650	650	650
Minimum C/N required by system	C/N	dB	20.0	17.9	18.3
System variant (example)			256-QAM FEC 2/3, 32k, PP7 Extended	64-QAM FEC 2/3, 32k, PP4 Extended	64-QAM FEC 2/3, 16k, PP1 Extended
Bit rate (indicative values)		Mbit/s	35-40	26-29	23-28
Receiver noise figure	F	dB	6	6	6
Equivalent noise band width	B	MHz	7.77	7.77	7.77
Receiver noise input power	Pn	dBW	-128.0	-128.3	-127.9
Min. receiver signal input power	Ps min	dBW	-109.1	-111.2	-110.8
Min. equivalent receiver input voltage, 75 ohm	Umin	dB $\mu$ V	29.7	27.6	28.0
Feeder loss	Lf	dB	4	0	0
Antenna gain relative to half dipole	Gd	dB	11	0	0
Effective antenna aperture	Aa	dBm <sup>2</sup>	-4.6	-15.6	-15.6
Min power flux density at receiving location	$\Phi_{min}$	dB(W)/m <sup>2</sup>	-100.5	-95.6	-94.2
Min equivalent field strength at receiving location	Emin	dB $\mu$ V/m	45.3	50.2	50.6
Allowance for man-made noise	Pmnn	dB	0	1	1
Penetration loss (building or vehicle)	Lb, Lh	dB	0	0	11
Standard deviation of the penetration loss		dB	0	0	6
Diversity gain	Div	dB	0	0	0
<b>Location probability</b>		%	70	70	70
Distribution factor			0.5244	0.5244	0.5244
Standard deviation			5.5	5.5	8.1
Location correction factor	Cl	dB	2.8842	2.8842	4.24764
Minimum median power flux density at reception height <sup>1</sup> ; 50% time and 50% locations	$\Phi_{med}$	dB(W)/m <sup>2</sup>	-97.6	-91.7	-79.0
Minimum median equivalent field strength at reception height <sup>1</sup> ; 50% time and 50% locations	Emed	dB $\mu$ V/m	48.2	54.1	66.8
<b>Location probability</b>		%	95	95	95
Distribution factor			1.6449	1.6449	1.6449
Standard deviation			5.5	5.5	8.1
Location correction factor	Cl	dB	9.04695	9.04695	13.32369
Minimum median power flux density at reception height <sup>1</sup> ; 50% time and 50% locations	$\Phi_{med}$	dB(W)/m <sup>2</sup>	-91.5	-85.6	-72.3
Minimum median equivalent field strength reception height <sup>1</sup> ; 50% time and 50% locations	Emed	dB $\mu$ V/m	54.3	60.2	75.9

<sup>1</sup> 10 m for fixed reception and 1.5 m for the other reception modes





**Table 8: MFCN BS Baseline requirements for DTT spectrum**

Frequency range	Maximum mean e.i.r.p.	Measurement bandwidth
For DTT frequencies below 694 MHz where broadcasting is protected	-23 dBm per cell <sup>(1)</sup>	8 MHz

<sup>(2)</sup> In a multi sector site “cell” refers to one of the sectors.

e.i.r.p. v pásmu kanálu DVB-T(2)

**Table 4: MFCN BS transition requirements in the range 733-788 MHz**

Frequency range	Maximum mean e.i.r.p.	Measurement bandwidth
-10 to -5 MHz from lower block edge	18 dBm per antenna	5 MHz
-5 to 0 MHz from lower block edge	22 dBm per antenna	5 MHz
0 to +5 MHz from upper block edge	22 dBm per antenna	5 MHz
+5 to +10 MHz from upper block edge	18 dBm per antenna	5 MHz

BEM - e.i.r.p. v pásmu 733 -788 MHz

# Výkony rušivých emisí Tx BTS (LTE) - ECC/DEC/(15)01 / CEPT Report 53

**Table 3: MFCN BS baseline requirements**

Frequency range	Bandwidth of protected block	Maximum mean e.i.r.p.	Measurement bandwidth
Uplink frequencies in the range 698-743 MHz <sup>(2)</sup>	≥ 5 MHz	-50 dBm per cell <sup>(1)</sup>	5 MHz
	3 MHz	-52 dBm per cell <sup>(1)</sup>	3 MHz <sup>(2)</sup>
	≤ 3 MHz	-64 dBm per cell <sup>(1)</sup>	200 kHz <sup>(2)</sup>
Uplink frequencies in the range 832-862 MHz	≥ 5 MHz	-49 dBm per cell <sup>(1)</sup>	5 MHz
Downlink frequencies in the range 738-791 MHz	≥ 5 MHz	16 dBm per antenna	5 MHz
	3 MHz	14 dBm per antenna	3 MHz
	< 3 MHz	2 dBm per antenna	200 kHz
Downlink frequencies in the range 791-821 MHz	≥ 5 MHz	16 dBm per antenna	5 MHz

<sup>(1)</sup> In a multi sector site “cell” refers to one of the sectors.

<sup>(2)</sup> Administrations may select a measurement bandwidth of 3 MHz or 200 kHz for protection of block size 3 MHz depending on national options implemented.

**Table 15: BS In-block power limit**

Frequency range	Maximum mean e.i.r.p.	Measurement bandwidth
Block assigned to the operator	Not mandatory. In case an upper bound is desired by an administration, a value of <b>64 dBm/5 MHz</b> per antenna may be applied	5 MHz

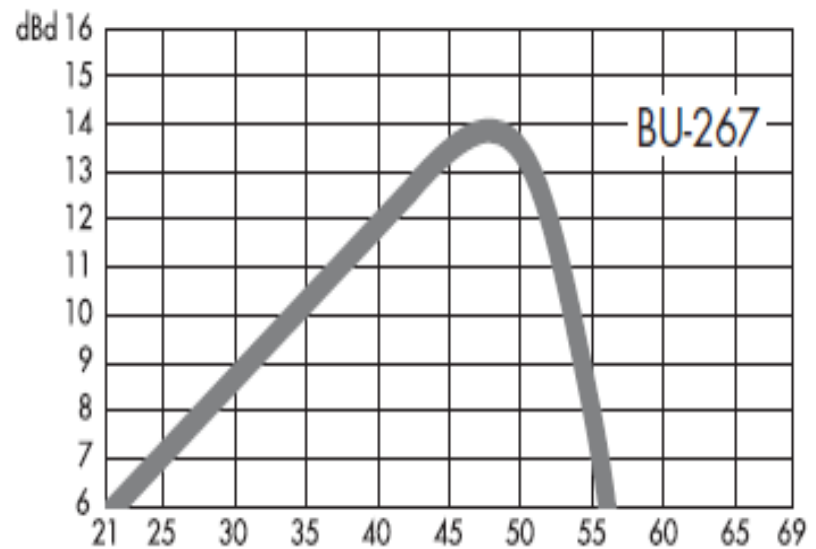


# Reakce výrobců na DD2

## Podrobné údaje o zboží

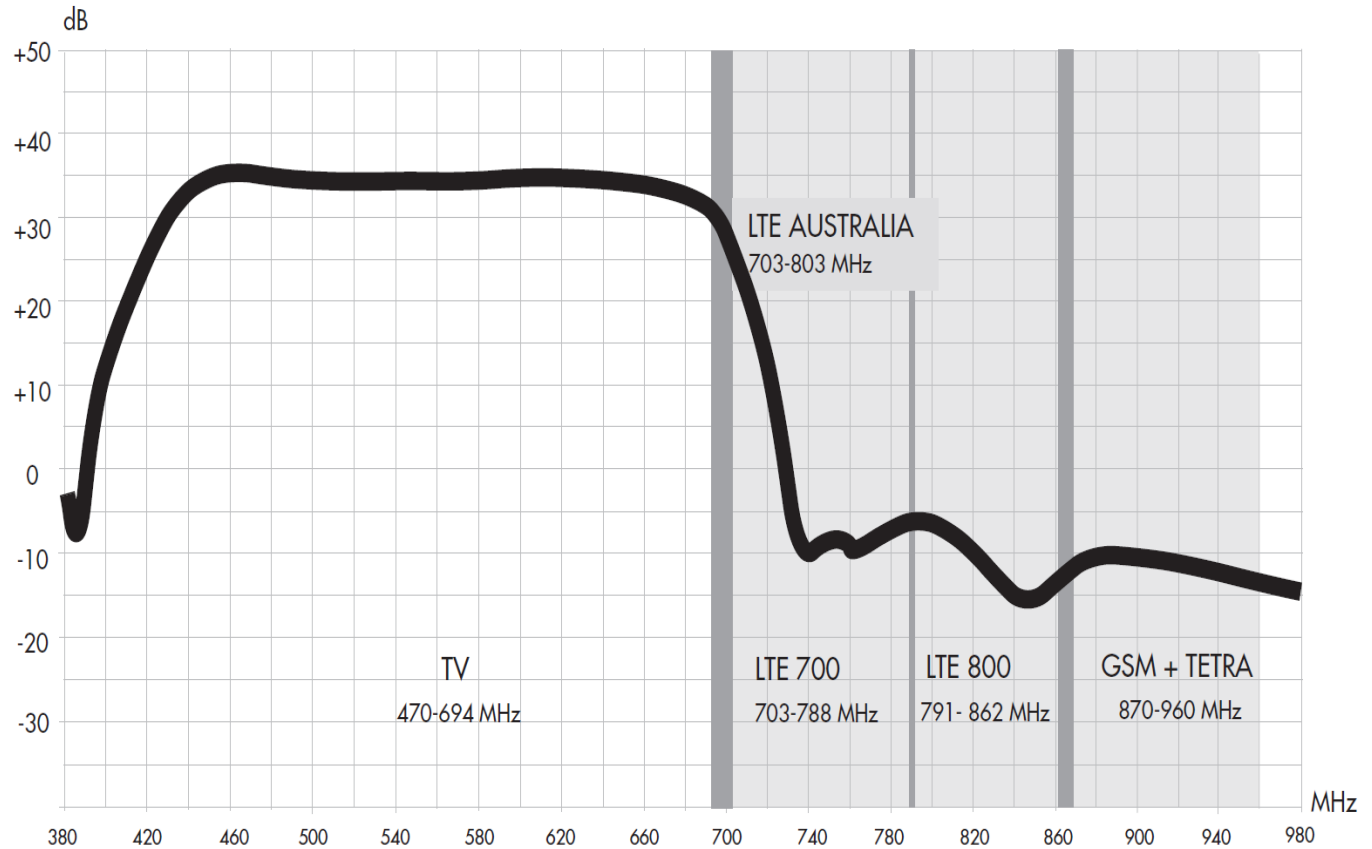


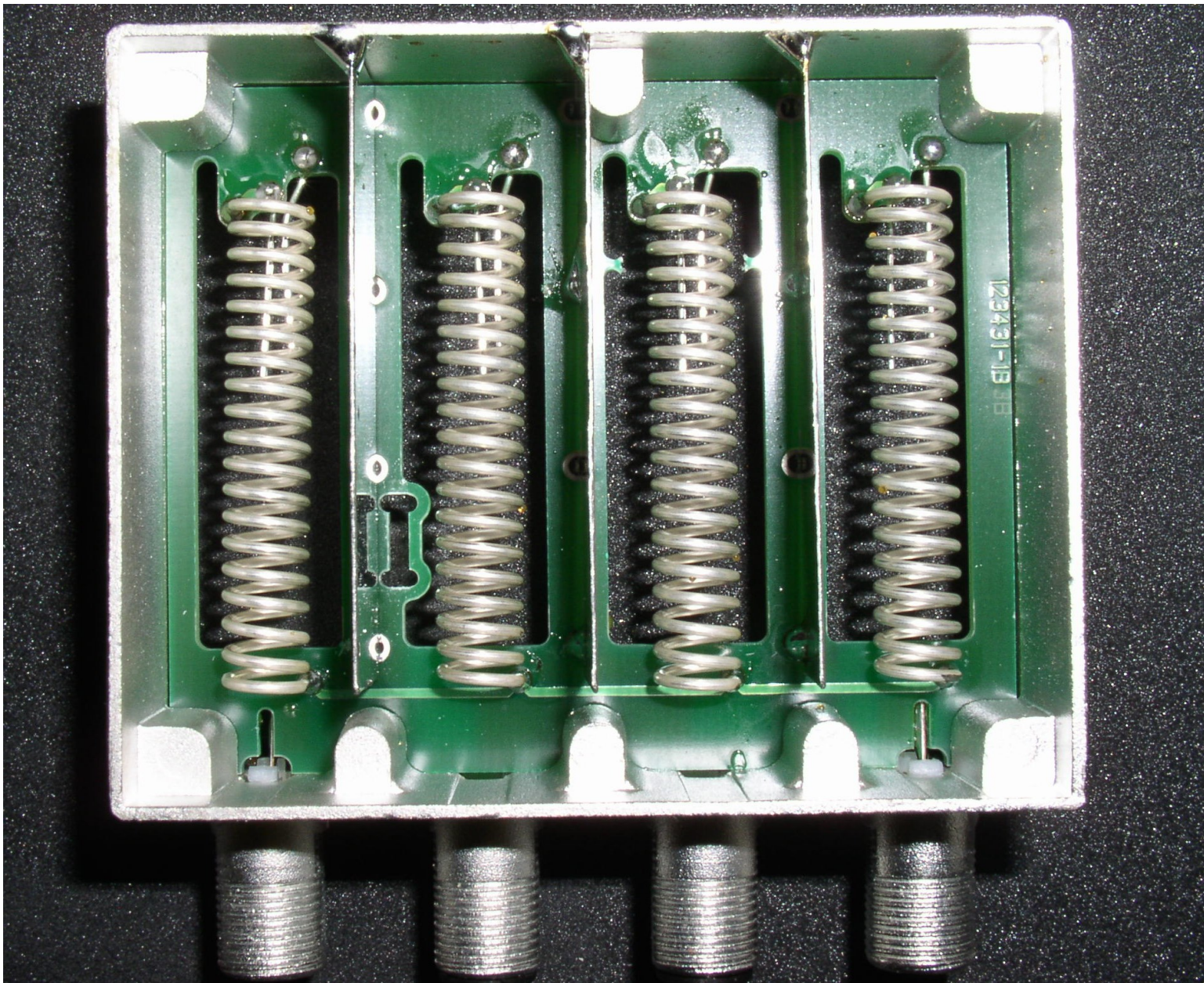
**BU-267\_ anténa UHF, kanál 21-48, G=13 dB, LTE700**



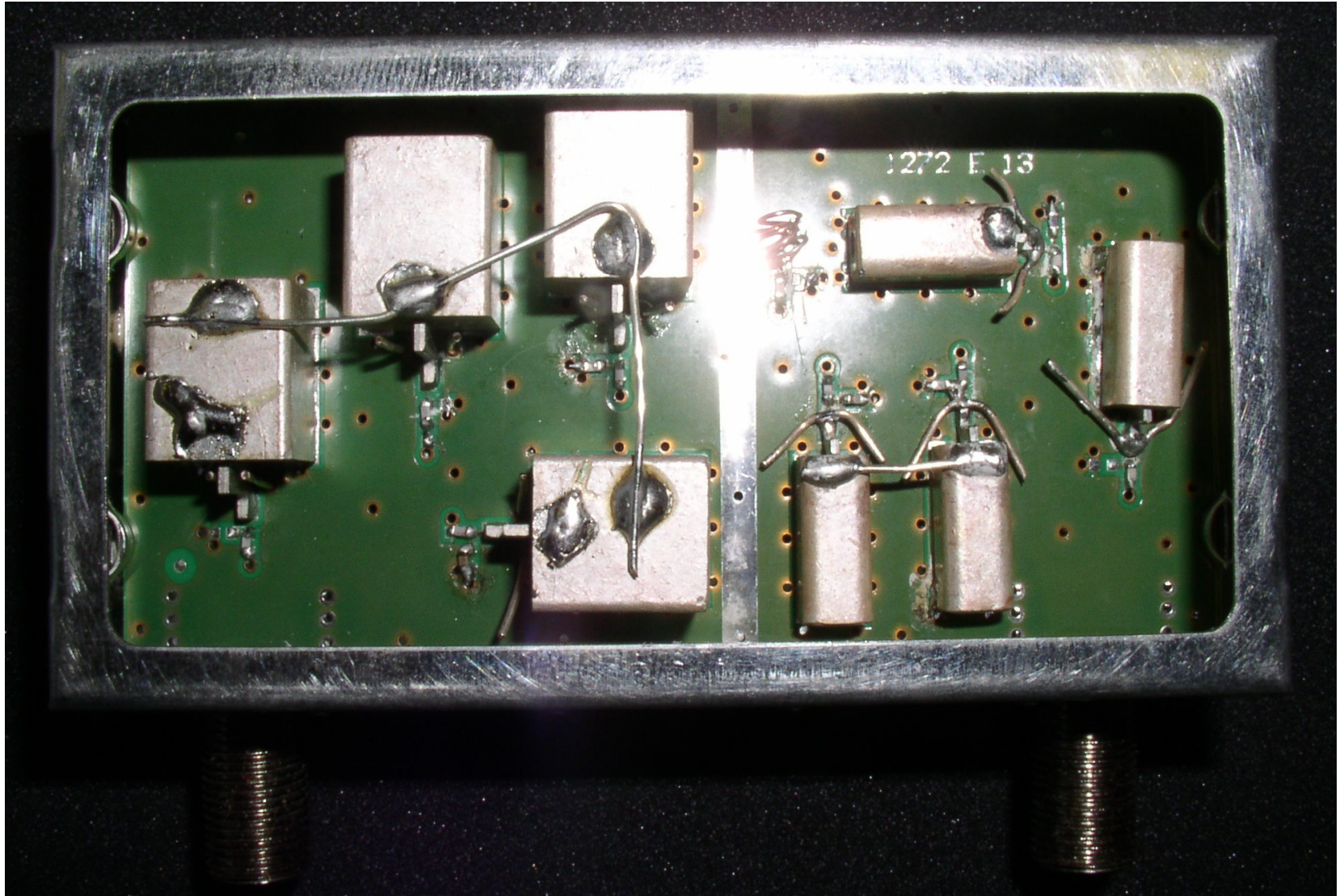
# Reakce výrobců na DD2

## AM-487\_ zesilovač 4 vstupy, FM-BIII/ DAB · UHF - UHF, LTE700









# Programovatelné zesilovače





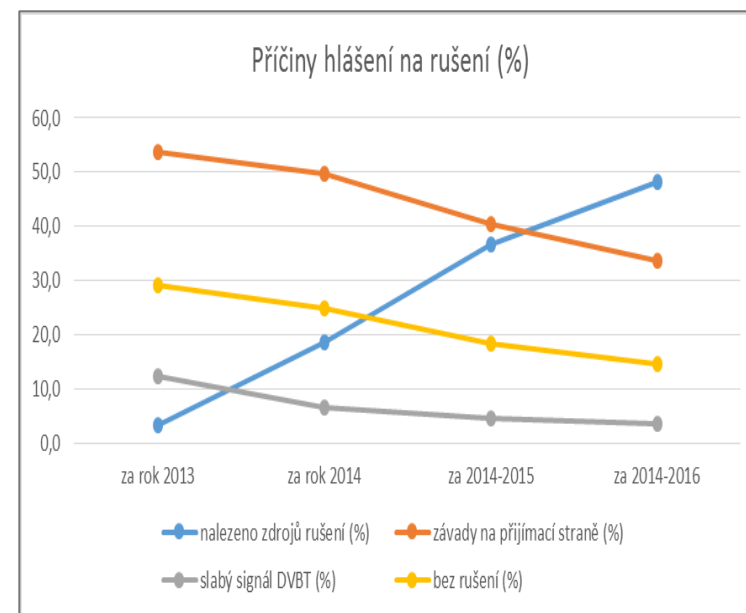
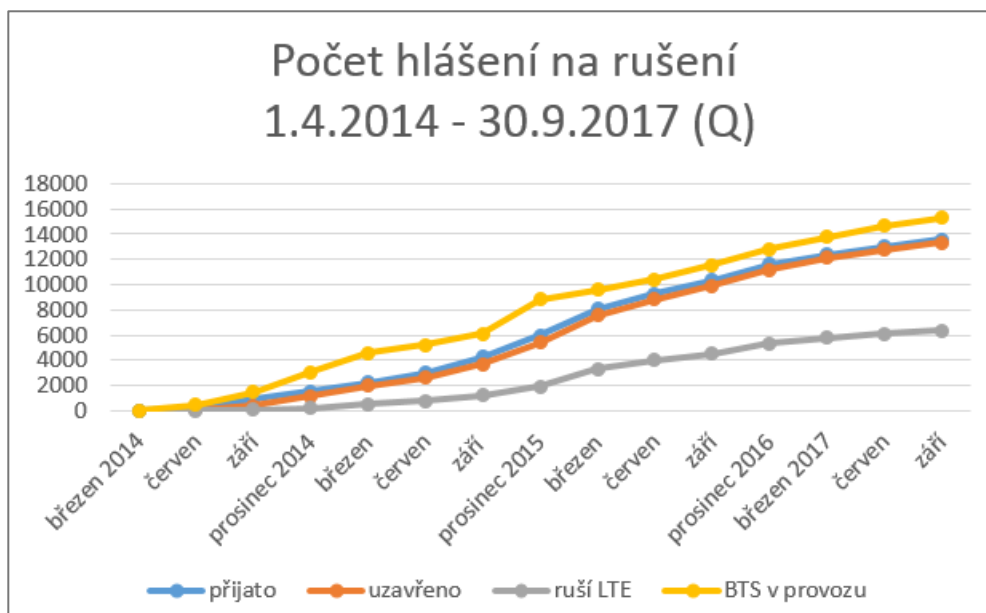
# Situace s rušením DVB-T/T2

## Statistika rušení příjmu signálů DVB-T

rok	přijato stížností	počet rušících BTS LTE	počet rušících BTS LTE [%]	počet BTS LTE v provozu
2014 <sup>1)</sup>	1548	195	12,6	3078
2015	4426	1746	39,5	8823
2016	5631	3405	60,4	12851
2017 <sup>2)</sup>	1971	988	50,1	15694
<b>celkem<sup>2)</sup></b>	<b>13576</b>	<b>6334</b>	<b>46,6</b>	<b>15694</b>

1) od dubna 2014, kdy byly spuštěny první BTS LTE 800 MHz

2) do 30.9.2017



# Děkuji za pozornost.

Tomáš Vik

ČTÚ – odbor kontroly a ochrany spotřebitele

*Oddělení technické podpory Brno*

Jurkovičova 1

638 00 Brno

tlf.: 548 523 932

773 620 787

[vikt@ctu.cz](mailto:vikt@ctu.cz)

