Český telekomunikační úřad
se sídlem Sokolovská 219, Praha 9
poštovní přihrádka 02, 225 02 Praha 025

Čj. ČTÚ-xx xxx/2016-620 Praha 31.března.2016

Zpráva

o výsledcích měření útlumu stěn železničních vozů pro signály mobilních sítí

1. Úvod

Český telekomunikační úřad po dohodě s Českými dráhami provedl v průběhu února a března 2016 měření útlumu signálů mobilních radiokomunikačních sítí, způsobovaný stěnami a vnitřní konstrukcí u několika typů železničních vozů.

Výsledky měření by měly zajistit relevantní informace o propustnosti konstrukce železničních vozů pro signály mobilních sítí.

2. Organizace měření

2.1 Místo měření

Měření útlumu železničních vozů bylo prováděno v železničním depu Brno - Maloměřice, a na odstavných nádražích Brno-Horní Heršpice a Praha. Vozy byly pro měření vždy přistaveny na vhodné stanoviště pro zajištění volného terénu mezi měřicím vozem a měřeným vagonem.

2.2 Princip měření

Pro možnost zjištění kmitočtově selektivních změn v útlumu signálů průchodem přes stěny vozu a vlivem jeho vnitřní zástavby byla zvolena metoda spojitého měření v kmitočtovém pásmu 770-970 MHz a 1,7-1,9 GHz, což pokrývá pásma GSM 900 a 1800 MHz (2G) i pásma LTE 800, 900 a 1800 MHz (4G).

Měřený železniční vůz byl ozařován signálem z generátoru Anritsu MG3710A, kontinuálně přelaďovaného v uvedených kmitočtových pásmech.

Jako vysílací anténa byla využita logaritmicko-periodická anténa R&S HL040 (0,4-3 GHz), vertikálně polarizovaná. Zisk antény spolu s výkonem generátoru zajistil vyzářený výkon (EIRP) $\approx$ 33 dBm (2W), což umožnilo ve většině případů překrýt signály provozovaných mobilních sítí.

Pro přijímací anténu byl zvolen typ Delock 88451 - všesměrová anténa pro pásma 791-960, 1710-2170 a 2570-2620 MHz s vertikální polarizací, umístěná na stativu ve výšce cca 1,2 m. Vzhledem k tomu, že se jedná o porovnávací měření, není nutný požadavek na přesnou kalibraci antény

Úroveň signálu na výstupu přijímací antény byla měřena analyzátorem spektra R&S FSP40 (10Hz-40GHz) v režimu „max. hold“, tedy se zapamatováním maximální hodnoty. Vhodným nastavením rychlosti přelaďování generátoru a rychlosti přeběhu analyzátoru spektra byl získán průběh úrovně přijímaného signálu v závislosti na kmitočtu u sledovaných kmitočtových úsecích.

3. Popis měření

Pro měření byla zvolena metoda kontinuálního měření v kmitočtových segmentech.

- všechny měřené vozy byly velkoprostorové, mimo vůz č.7 (Bmz241), který byl oddílový (kupé)
- měřený vůz byl signálem generátoru ozařován ze vzdálenosti cca 50m, pokud to konkrétní situace dovolovala
- na 3 místech byla pro zjištění referenční hodnoty měřena úroveň signálu generátoru v prostoru před vagonem (body A - C)
- uvnitř vozu bylo měření prováděno ve většině případů na 5 vhodně rozložených místech (body 1 - 5)
- pro omezení velmi hlubokých lokálních minim v naměřených průbězích (vlivem nehomogenity úrovně signálu, způsobené jeho odrazy) bylo v případech vozů 2 až 9 měřeno vždy 2x - při druhém měření byla přijímací anténa posunuta o cca 30 cm. Hluboká a ostrá minima (viz vůz č.1) znesnadňují vyhodnocení střední hodnoty útlumu.

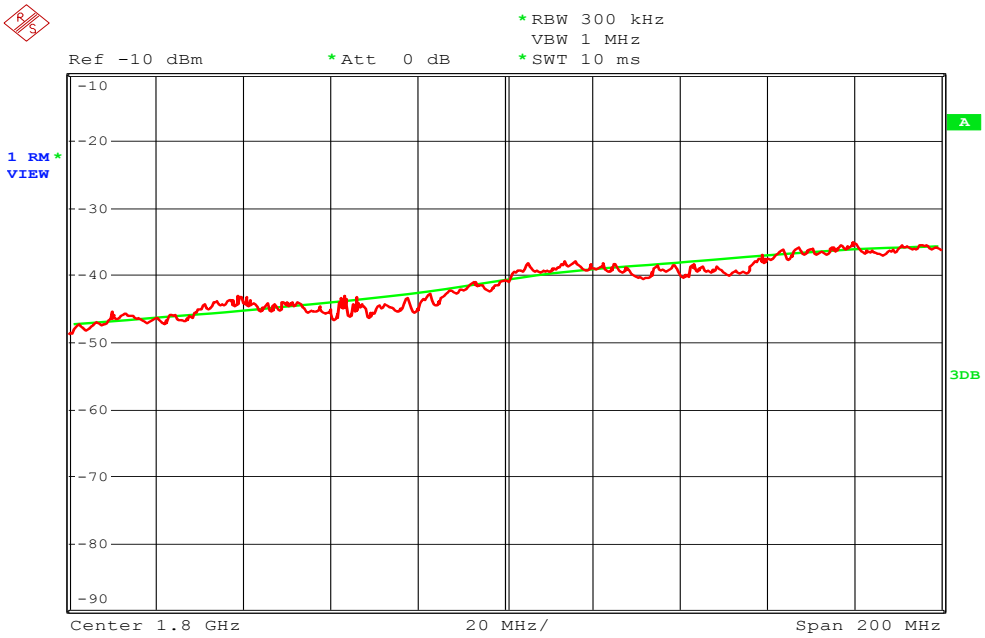
4. Vyhodnocování naměřených dat

Vyhodnocení naměřených hodnot úrovní signálů bylo provedeno následujícím způsobem:

- do jednoho obrázku byly umístěny záznamy referenčního průběhu (A, B nebo C) a prostorově odpovídající hodnoty, naměřené uvnitř vozu, tedy:

A - 1+2	B - 2+3+4	C - 4+5	v případě měření 5 bodů
A - 1	B - 2	C - 3	v případě měření pouze 3 bodů

- křivka průběhu úrovně referenčního signálu (tedy výsledky měření v prostoru před vozem) byla pro snazší odečítání útlumů aproximována - viz následující příklad:



(1) Ukázka aproximace - hodnota naměřená / prezentovaná

- z vybraných průběhů byla odečtena (vždy z měření pro celý vagon) minimální a maximální hodnota útlumu pro jednotlivá kmitočtová pásma a byl orientačně stanovena střední hodnota útlumu,

- pro lepší vizualizaci a přehlednost záznamů při stanovení průměrného útlumu byly ze záznamů odstraněny signály BTS systémů GSM-R a GSM 900 + 1800 MHz.

5. Výsledky měření

Detailní výsledky jednotlivých měření ve formě záznamů, definovaných v bodu 4 jsou v přiložené obrazové příloze, střední hodnoty zjištěných útlumů pak v tabulce 1 na následující stránce.

Jak je z jednotlivých záznamů zřejmé, je střední hodnoty útlumů možno stanovit pouze orientačně. Naměřené a uvedené střední hodnoty útlumu reprezentují spíše optimální stav, protože nemohou brát v úvahu zejména tyto faktory:

- zvětšení útlumu signálů vlivem orientace vozu vůči základnové stanici mobilní sítě, kdy signály mohou procházet přes více překážek v konstrukci vagonu, v extrémním případě dojde k zastínění sousedním vagonem,
- vliv obsazení vozu cestujícími a jejich pohyb v prostorách vozu,
- vliv pohybu vlaku - zde lze počítat s příznivějším vlivem vzhledem k „vyplnění“ hlubokých minim, způsobených vícecestným šířením signálu (Riceho kanál).

Tabulka 1. Střední hodnoty útlumů pro jednotlivé měřené vozy

č.	Typ měřeného vozu	Střední hodnota útlumu [dB] v pásmu systémů		
		LTE 800	GSM + LTE 900	GSM + LTE 1800
1	vůz řady 662 soupravy InterPanter	20	20	12
2	vůz řady 642 soupravy RegioPanter	25	20	15
3	vůz typu ABpee347	15	20	20
4	vůz typu Bdtee276	12	10	12
5	vůz Bmpz891 soupravy Railjet	25	25	20
6	vůz 071 soupravy City Elephant	12	15	17
7	vůz Bmz241 (oddílový vůz)	45	42	35
8	vůz Bmpz73 soupravy SC Pendolino	22	25	22
9	vůz Bdmpee233	30	25	30

6. Závěr.

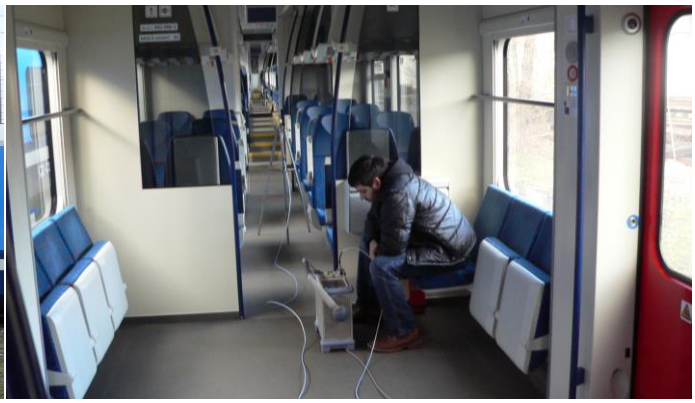
Po analýze naměřených skutečností lze konstatovat:

1. Použitá metod se ukázala jako jednoduchá a dostatečně objektivní
2. Výsledky měření potvrdily předpoklad, že v případě moderních (zmodernizovaných) vozů je vlivem konstrukce a materiálů (zejména provedení oken) útlum vf signálů poměrně značný - u velkoprostorových vozů většinou v mezích 20-25 dB
3. U vozu č. 7 s oddíly byl útlum podstatně vyšší (35-45 dB) vlivem vnitřního členění, což bude zřejmě činit i částečně problém s vnitřním pokrytím pomocí wifi signálu, případně GSM opakovače / pikobuňky
4. Vůz starší koncepce (City Elephant) má útlum podstatně nižší, zvláště v pásmu 800 MHz
5. Z výsledků měření vyplývá, že i při dodržení předepsaných limitních hodnot úrovní signálů mobilních sítí (podle relevantních předpisů) pokrytí uvnitř železničních vozů zajištěno nebude (útlum 20 dB reprezentuje 100 x nižší výkon signálu)
6. Pokrytí vnitřních prostor vagonů je tedy nutno řešit odpovídajícími technickými prostředky - sítěmi RLAN, opakovači GSM …)

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

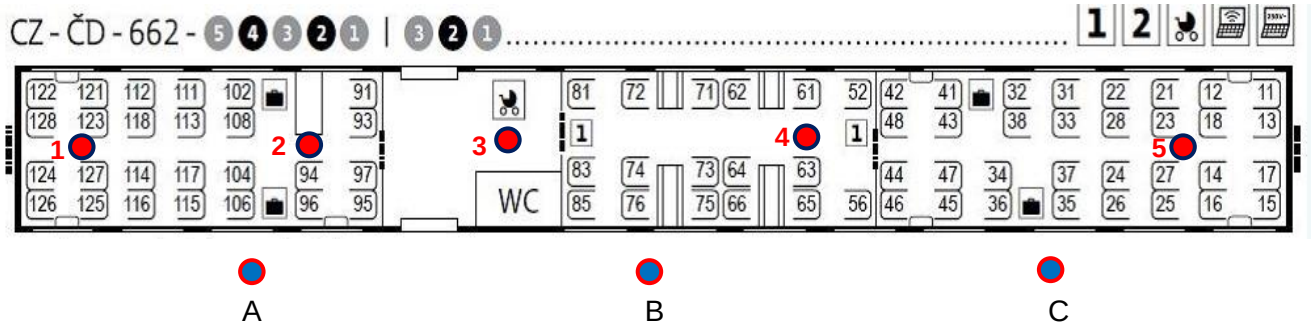
1. ČD - Vůz řady 662 soupravy InterPanter

Měřeno : 19.1.2016
Místo měření : Brno - Maloměřice



Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:



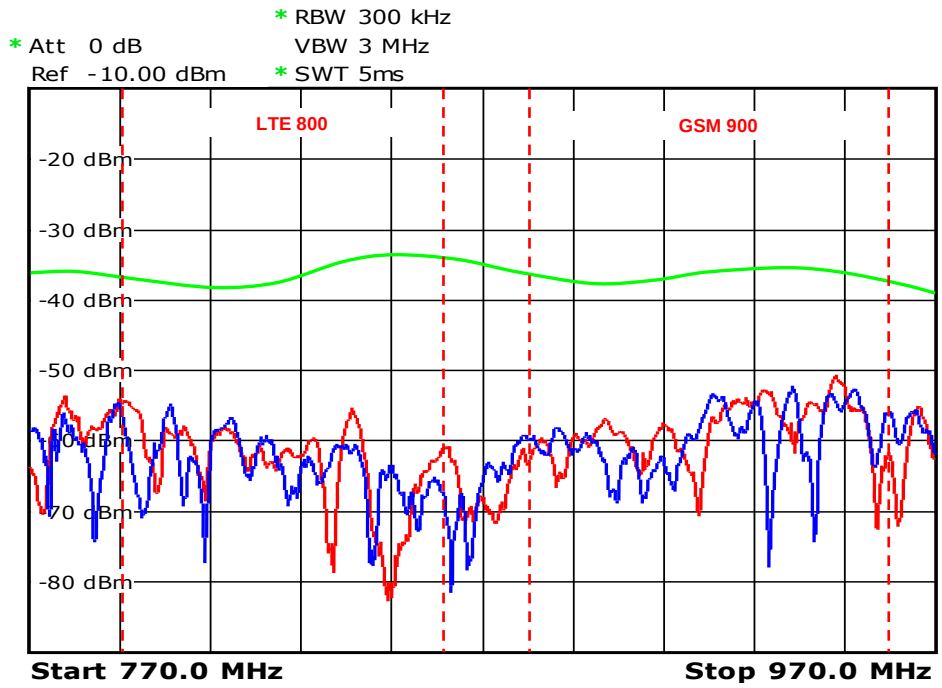
Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	15	> 40	≈ 20
GSM 900	13	> 40	≈ 20
GSM+LTE 1800	8	> 40	≈ 12

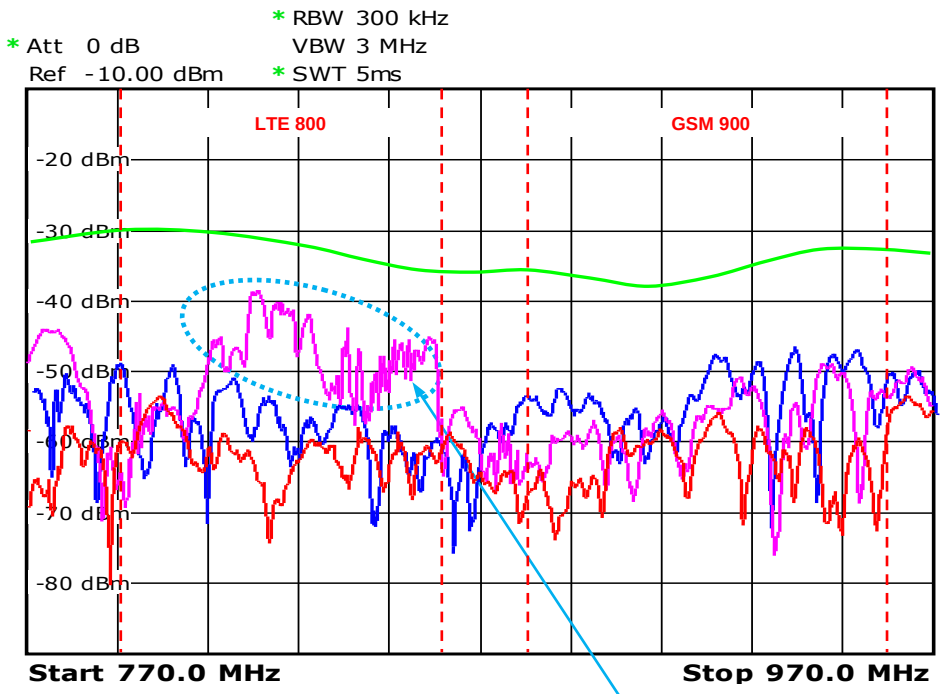
Legenda:

$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



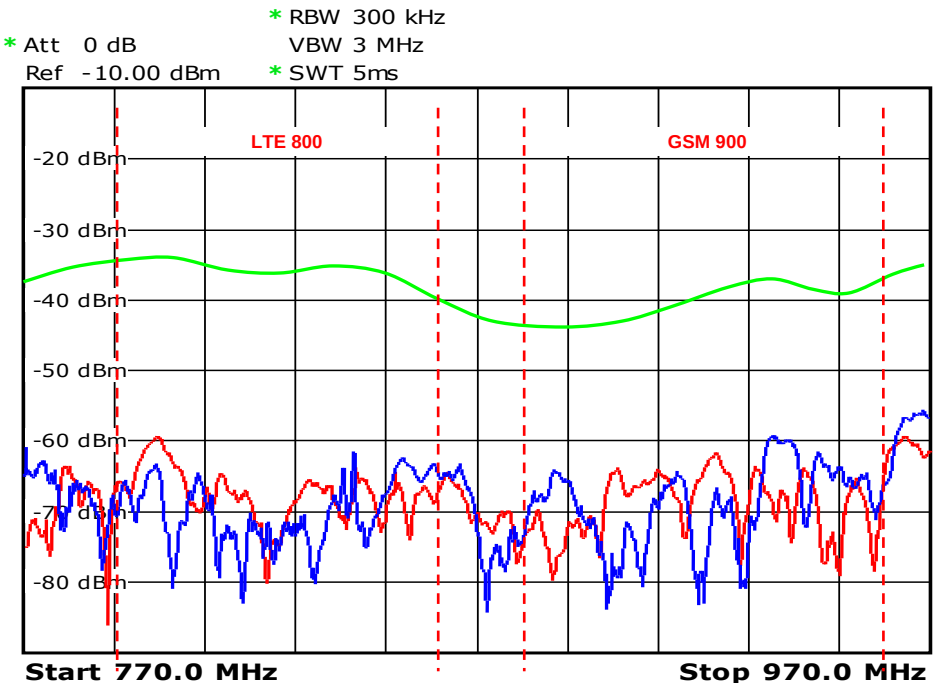
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



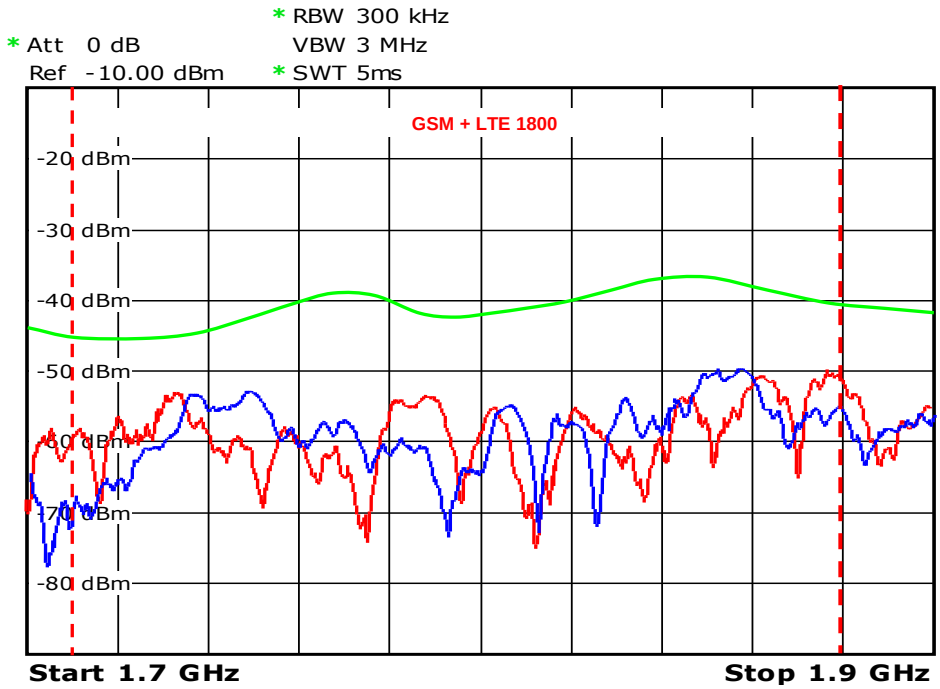
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“ signál eNodeB
- úroveň signálu v bodu „2“ (pravděpodobně průnik přes vstupní dveře)
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



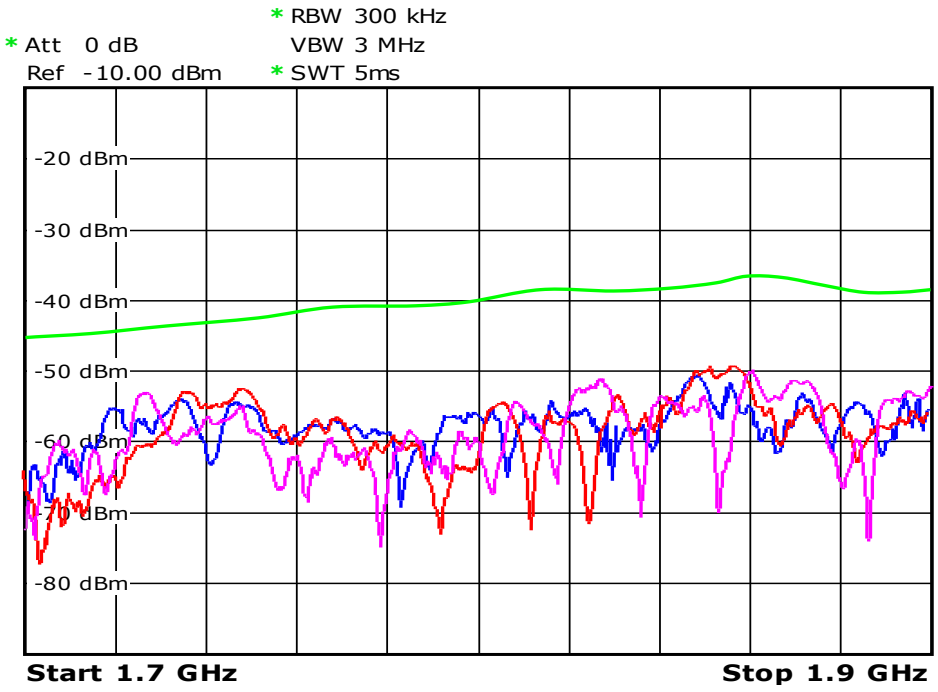
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



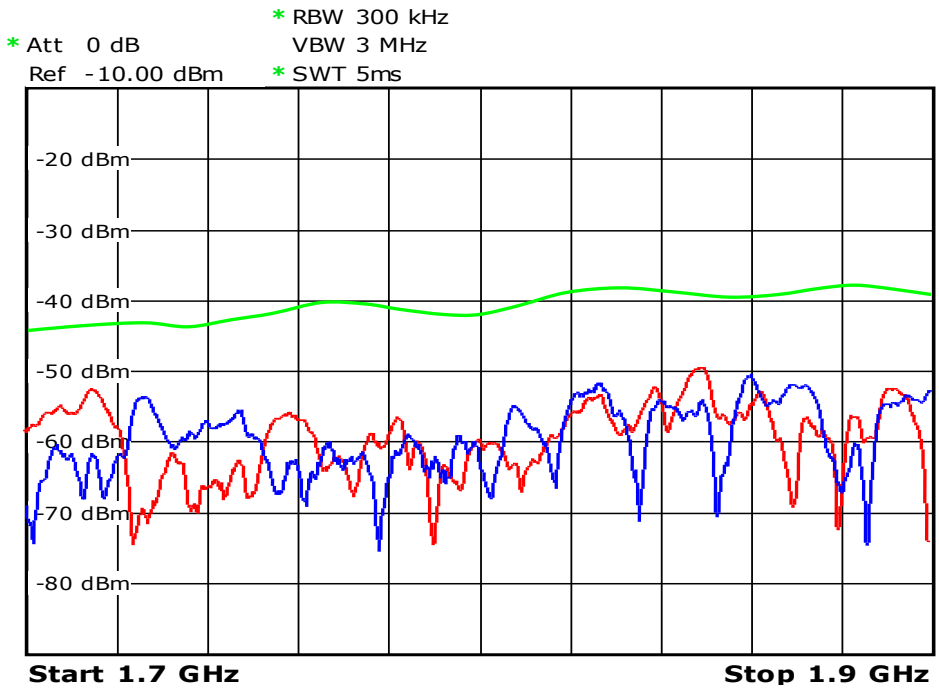
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

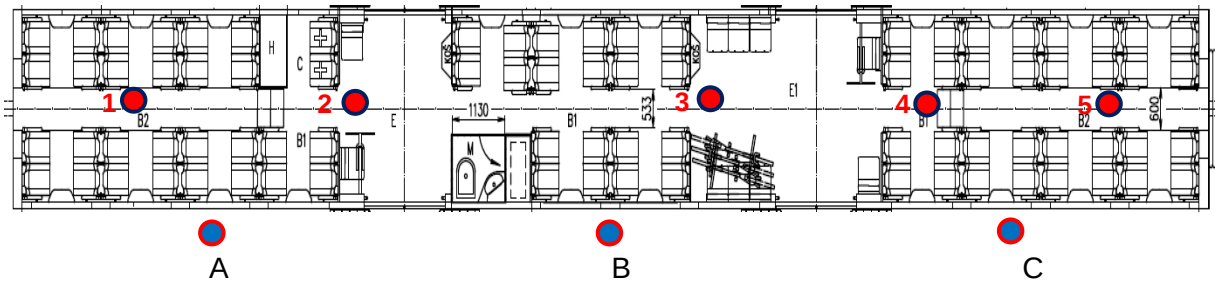
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“

2. ČD - Vůz 642 ze soupravy RegioPanter

Měřeno : 11.2.2016
Místo měření : Brno - Maloměřice

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:



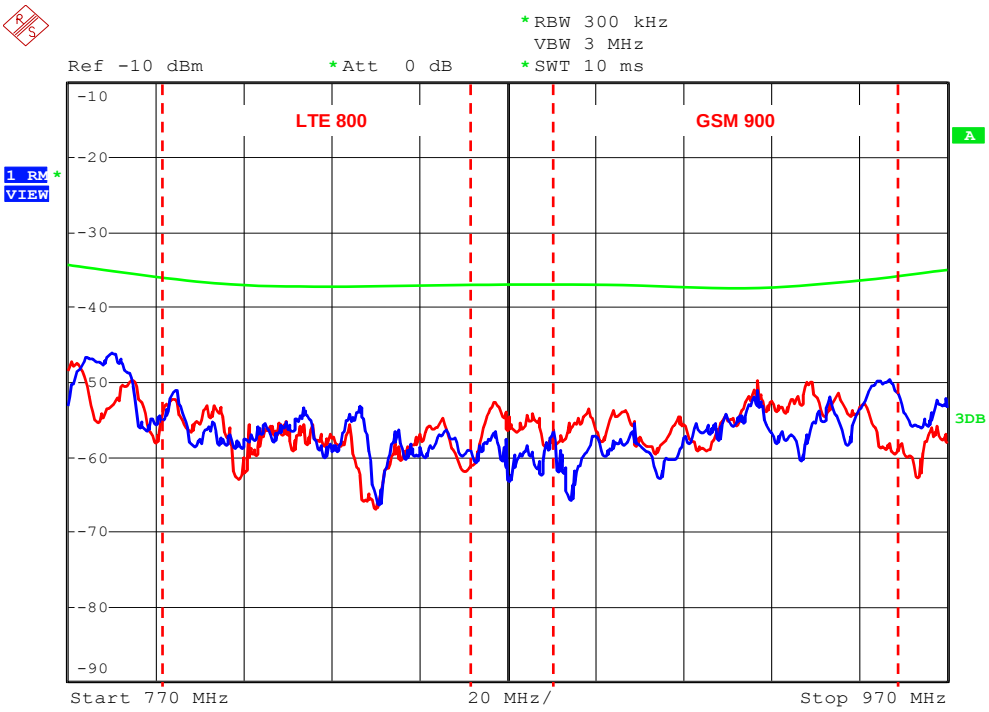
Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	15	> 35	≈ 25
GSM 900	13	> 30	≈ 20
GSM+LTE 1800	13	> 30	≈ 15

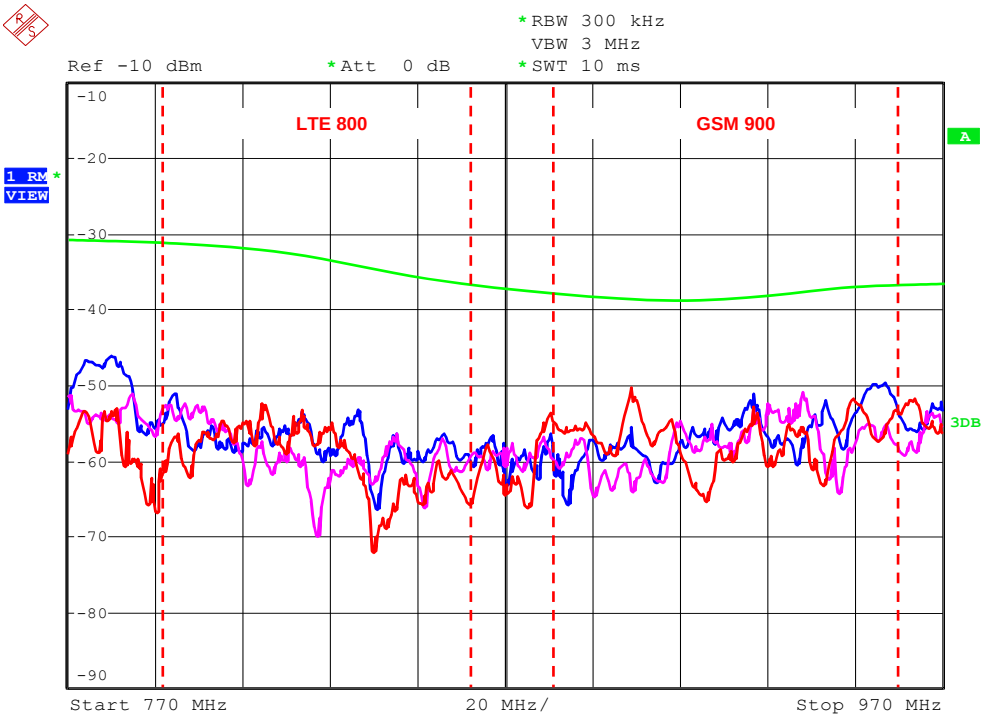
Legenda:

$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



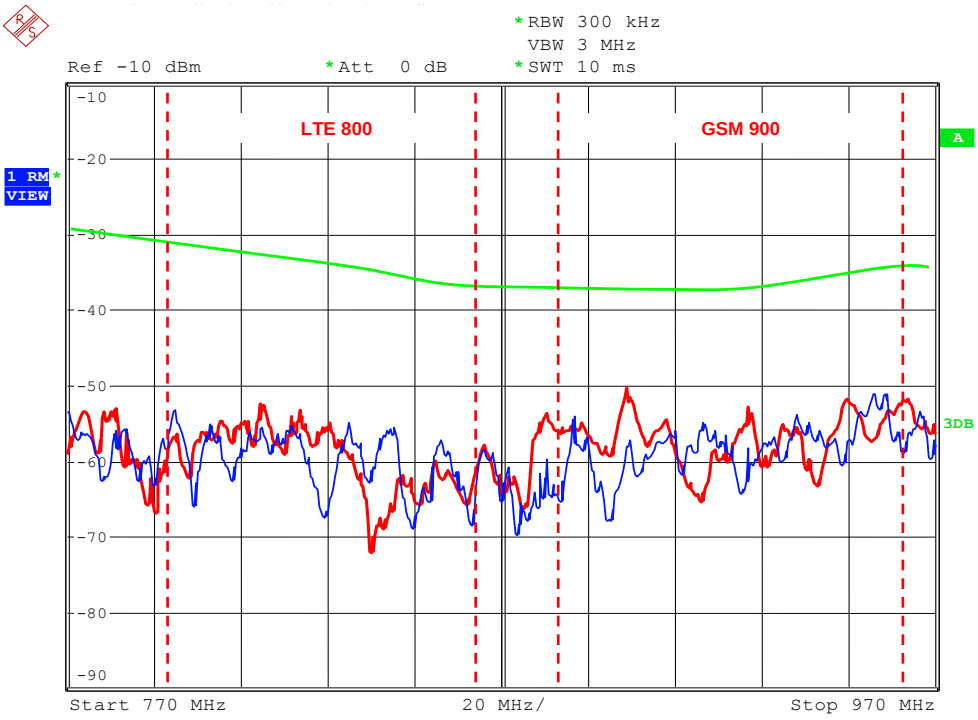
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



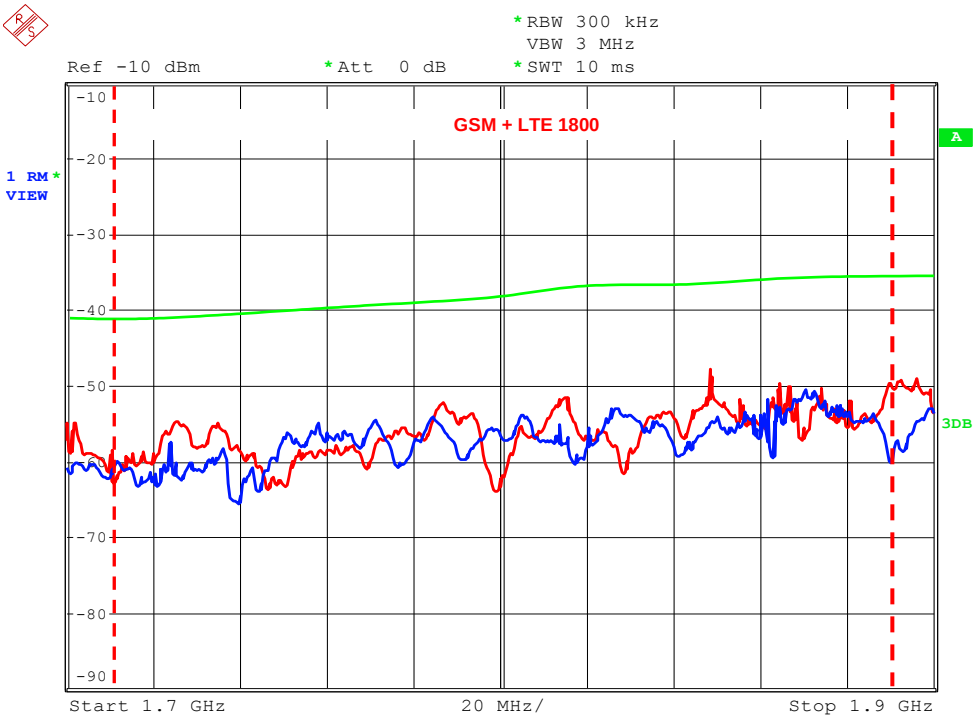
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“ (
- úroveň signálu v bodu „3“



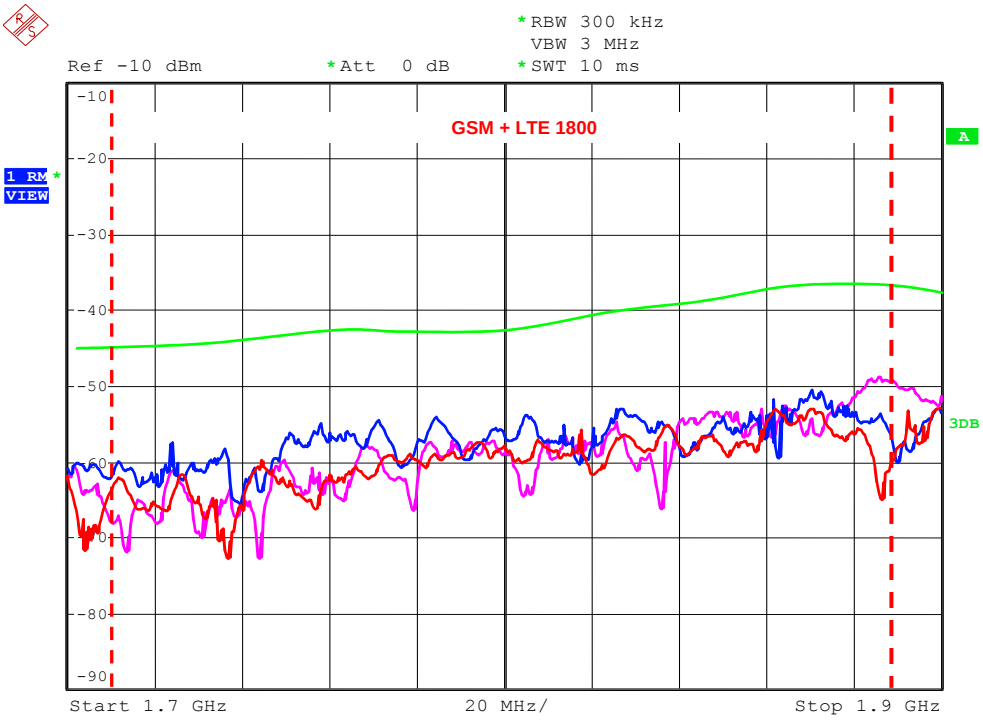
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



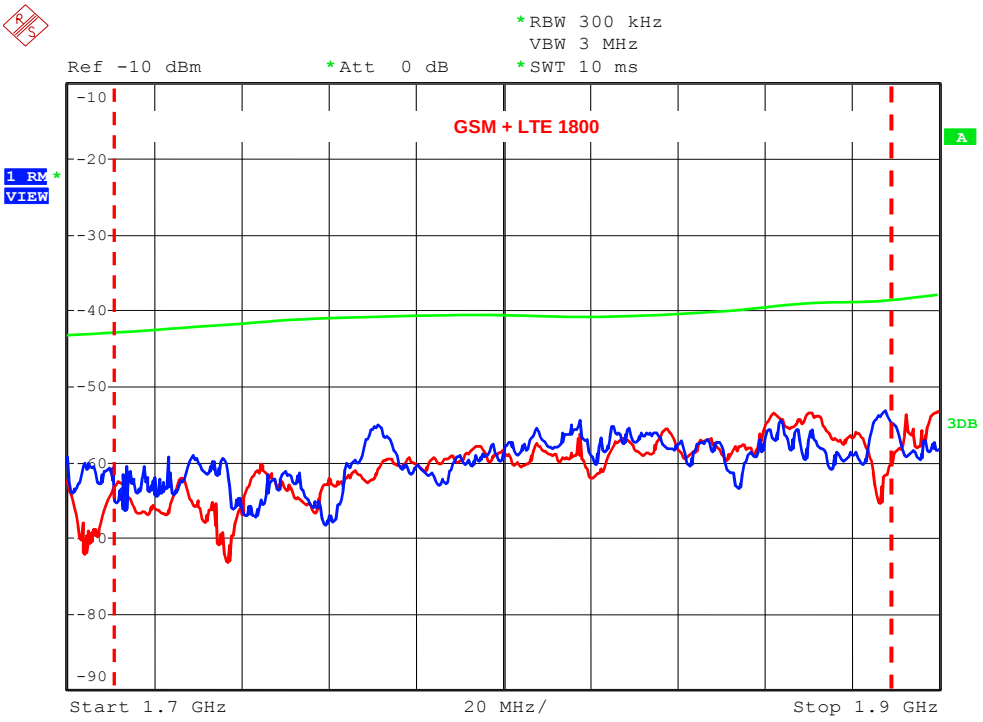
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

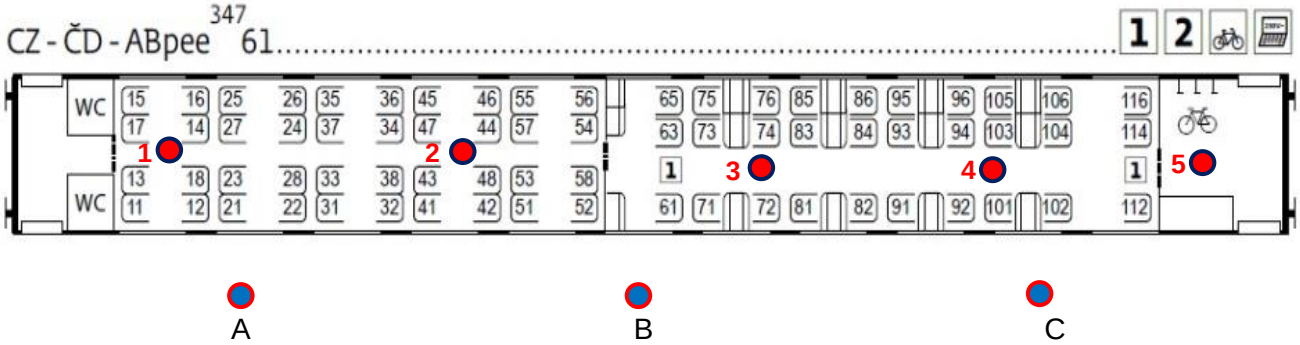
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“

3. ČD - Vůz typu ABpee347

Měřeno : 4.2.2016
Místo měření : Brno - Maloměřice

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:

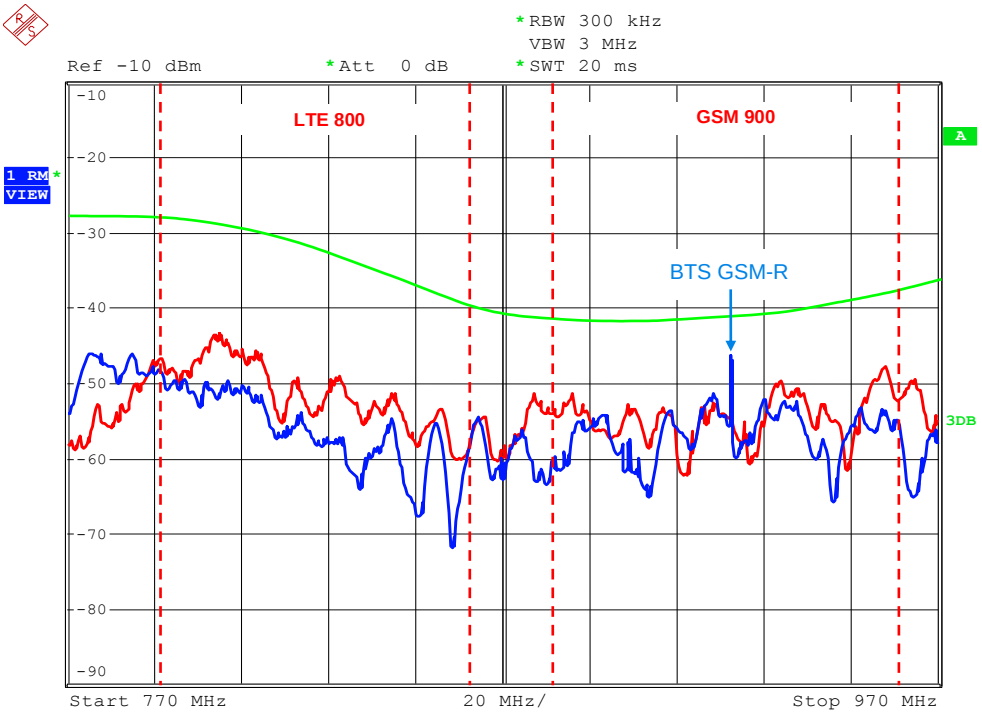


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

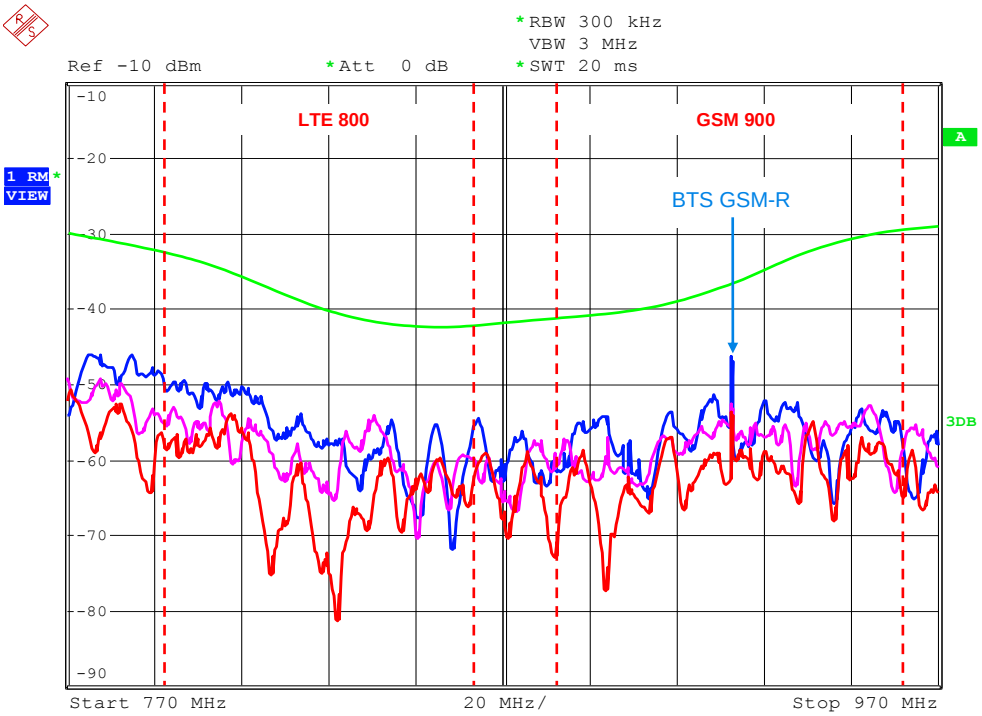
kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	12	> 40	≈ 15
GSM 900	10	> 35	≈ 20
GSM+LTE 1800	12	> 40	≈ 20

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



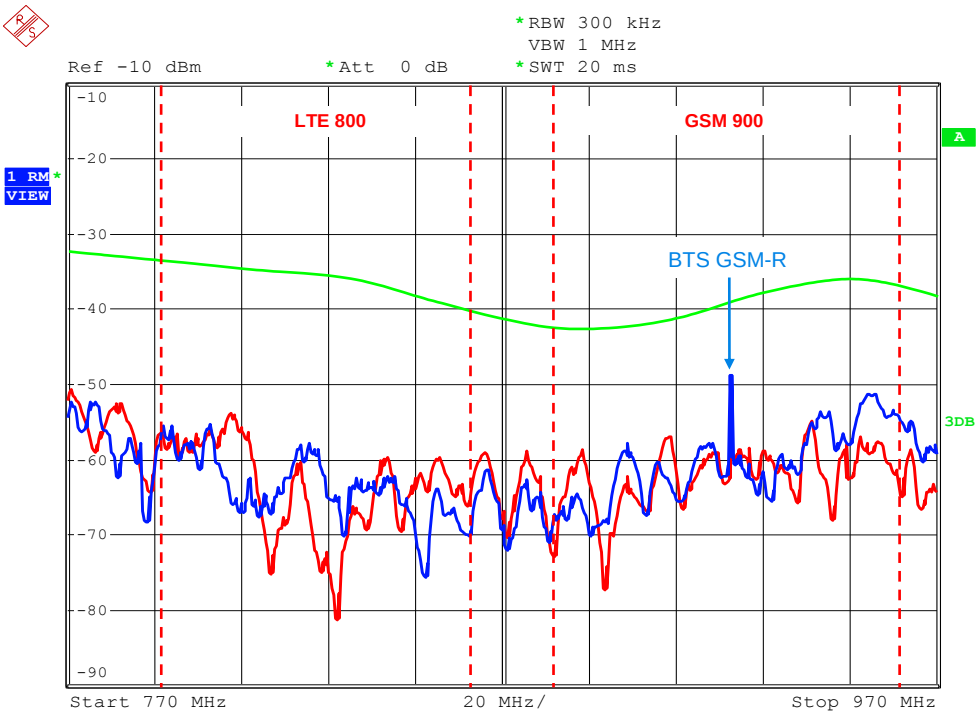
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



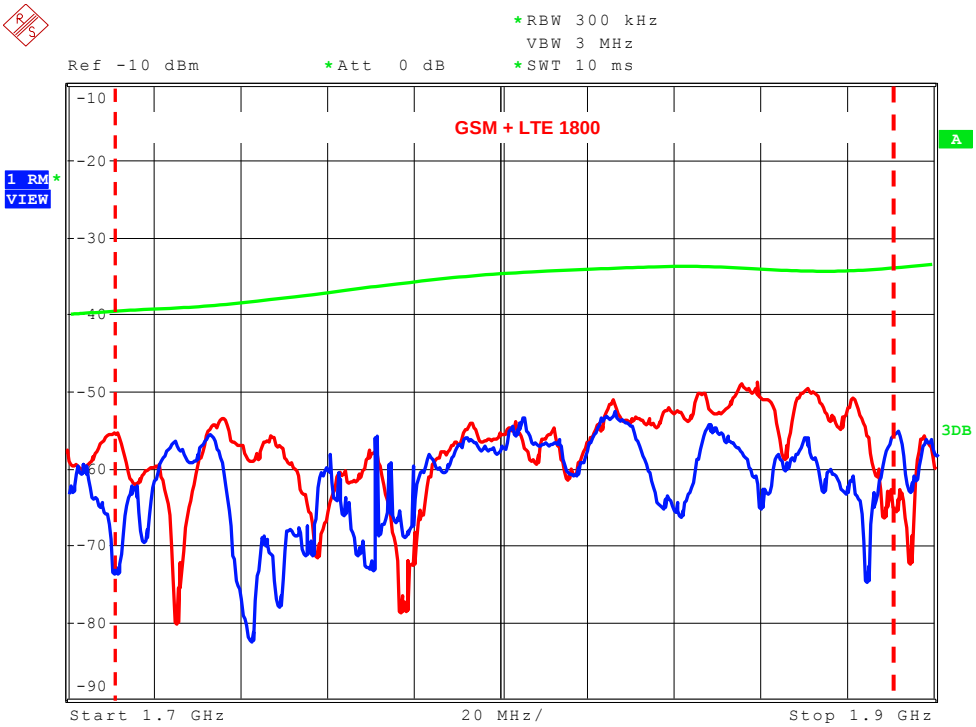
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“ (
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



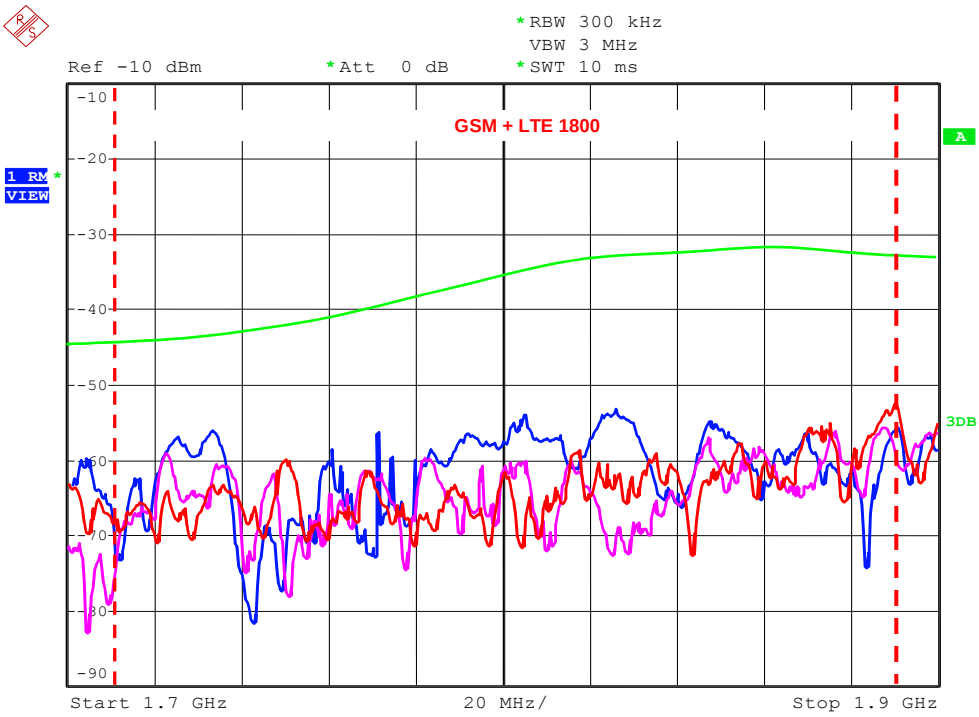
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



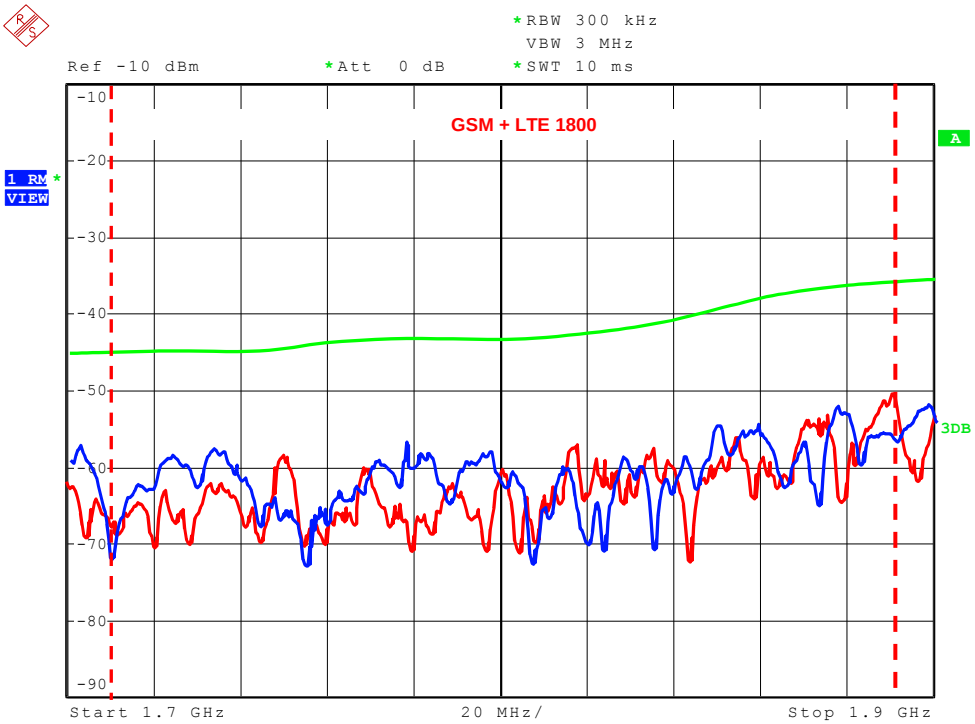
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

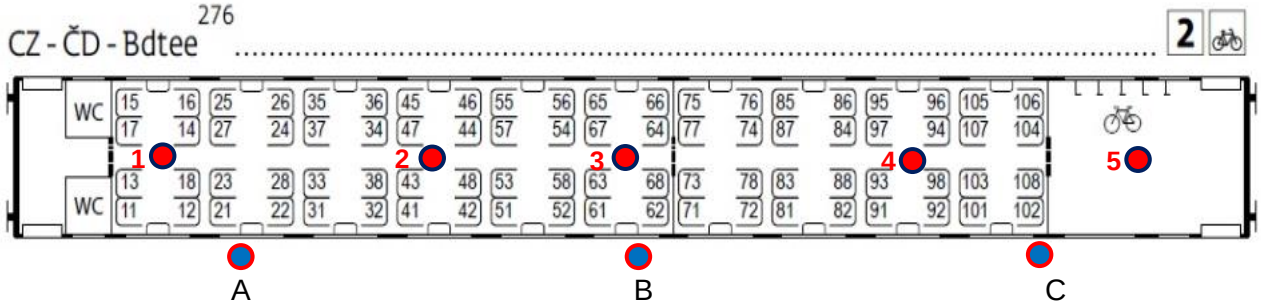
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“

4. ČD - Vůz Bdtee276

Měřeno : 19.1.2016
Místo měření : Brno - Horní Heršpice

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:

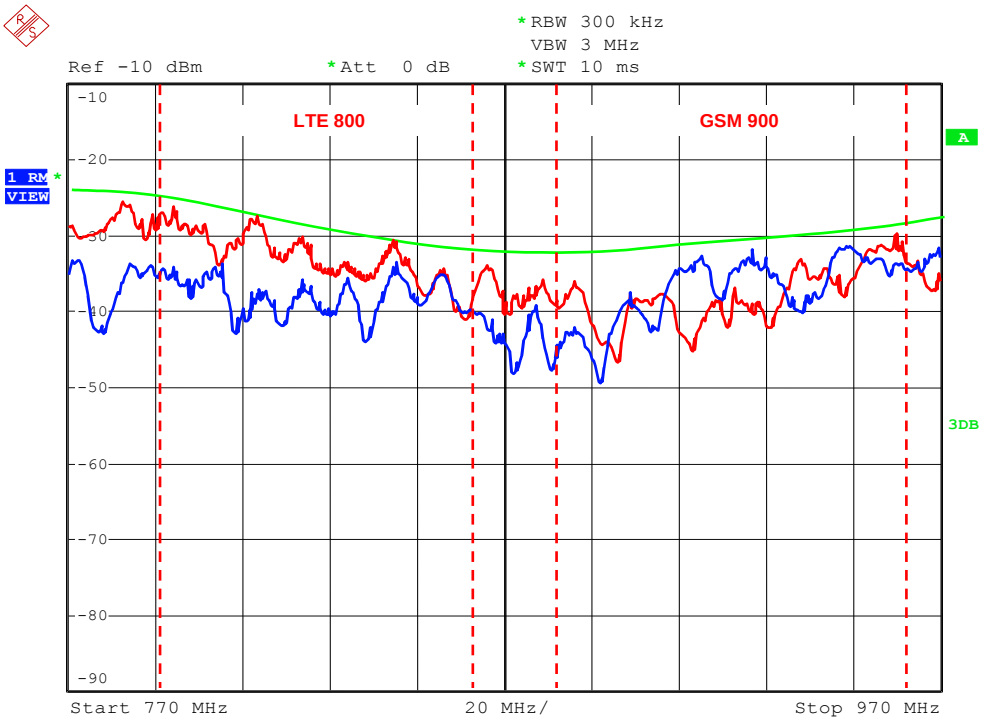


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

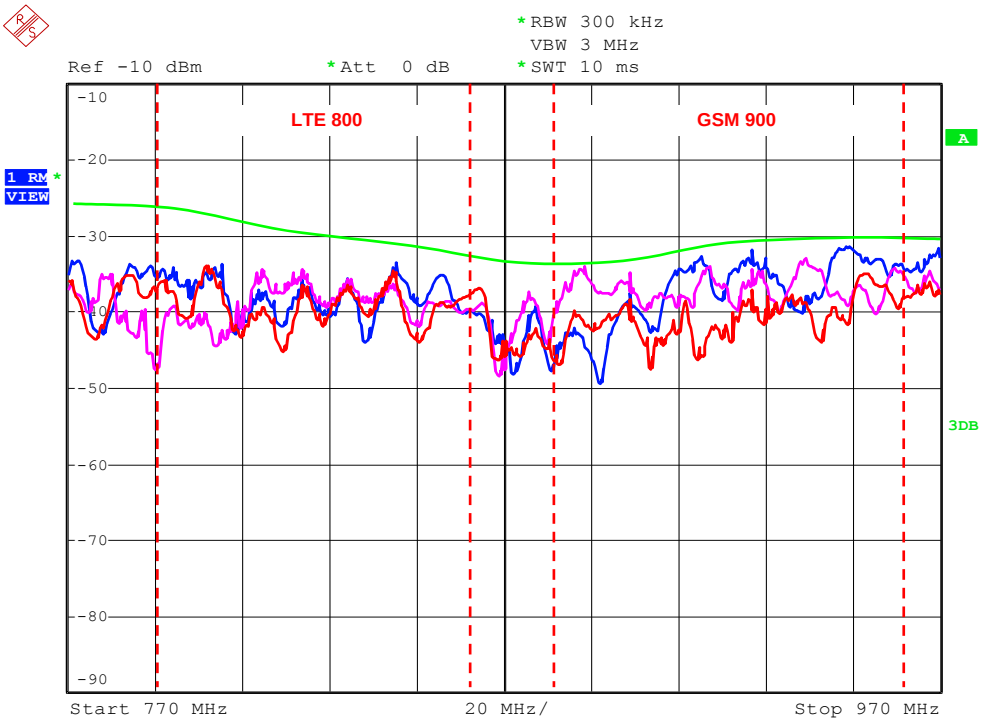
kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	1	20	≈ 12
GSM 900	2	25	≈ 10
GSM+LTE 1800	4	24	≈ 12

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



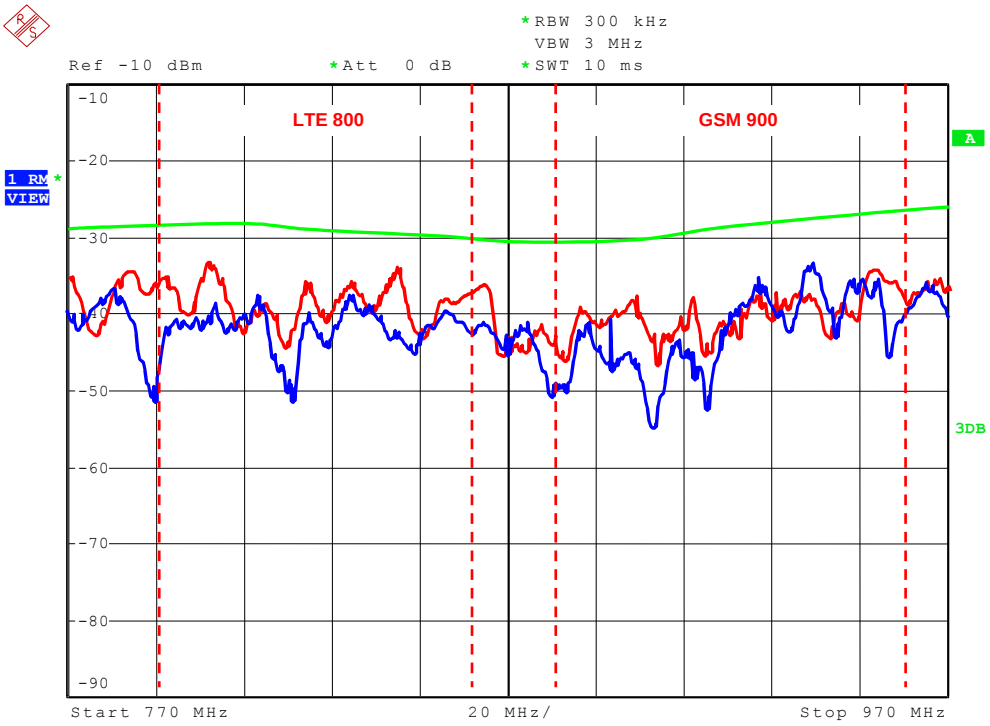
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



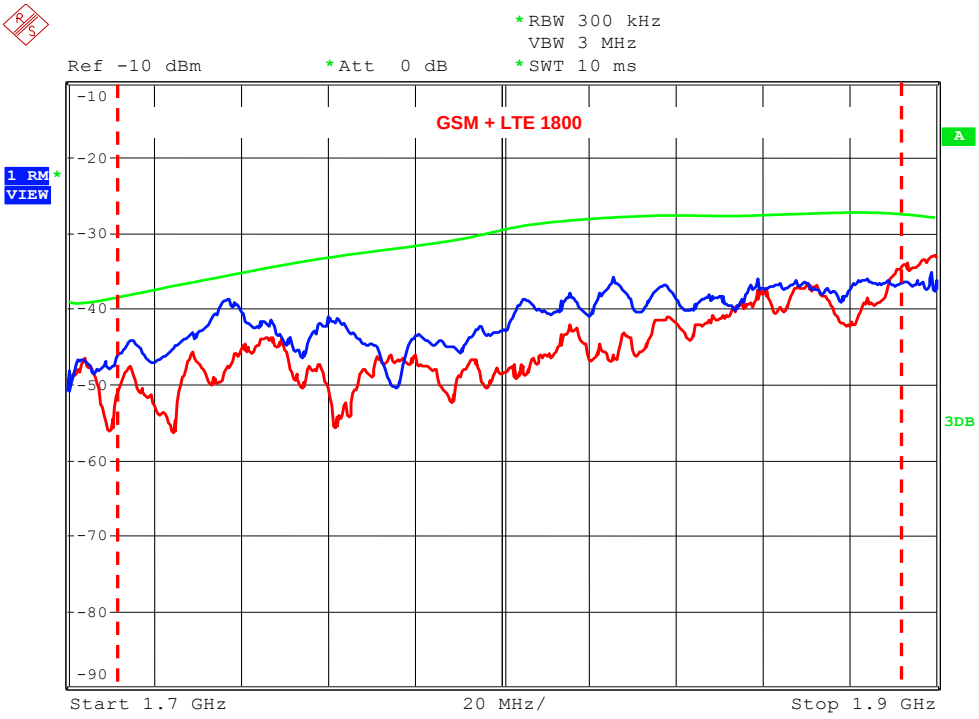
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



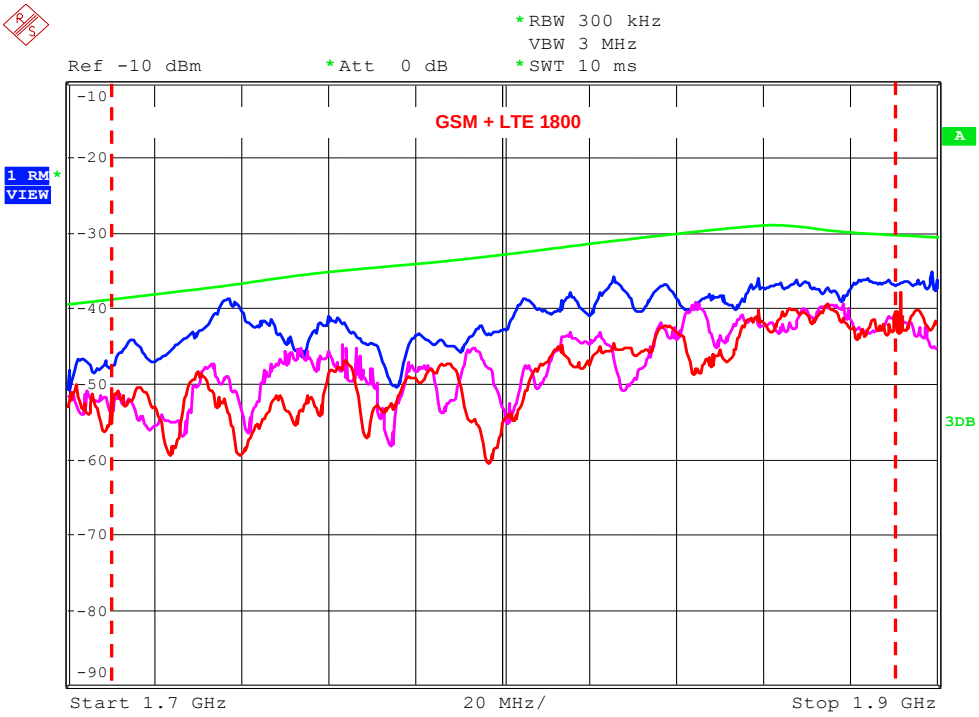
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



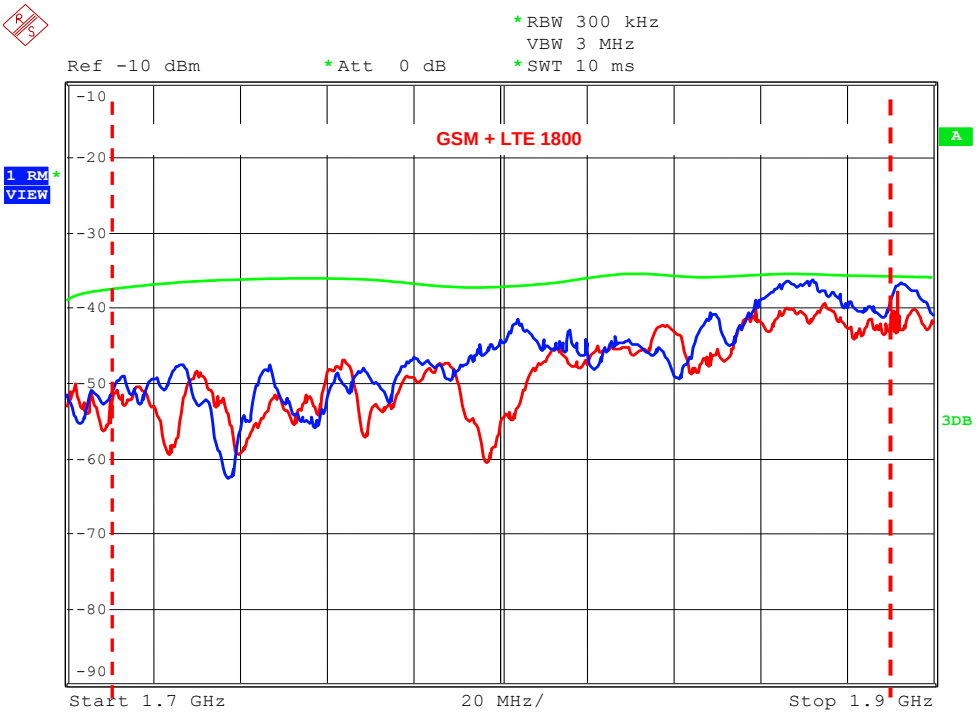
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

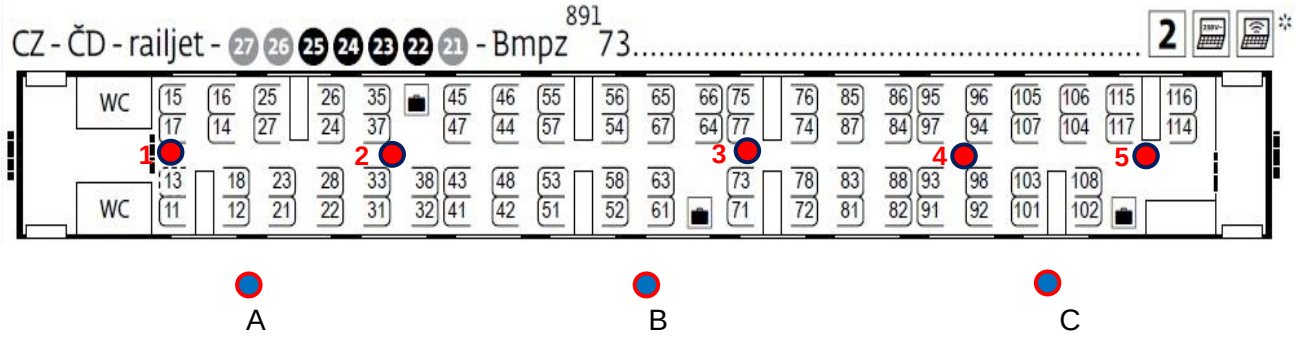
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“

5. ČD - Vůz Bmpz 891 ze soupravy Railjet

Měřeno : 25.2.2016
Místo měření : Praha

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:



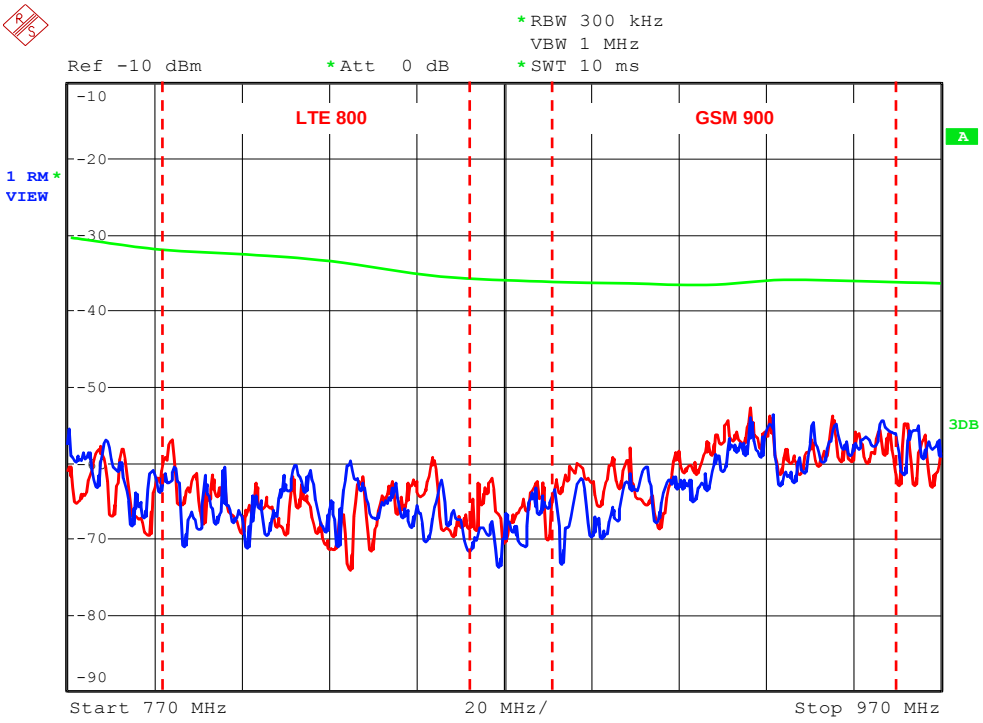
Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	20	> 40	≈ 25
GSM 900	15	> 35	≈ 25
GSM+LTE 1800	14	> 30	≈ 20

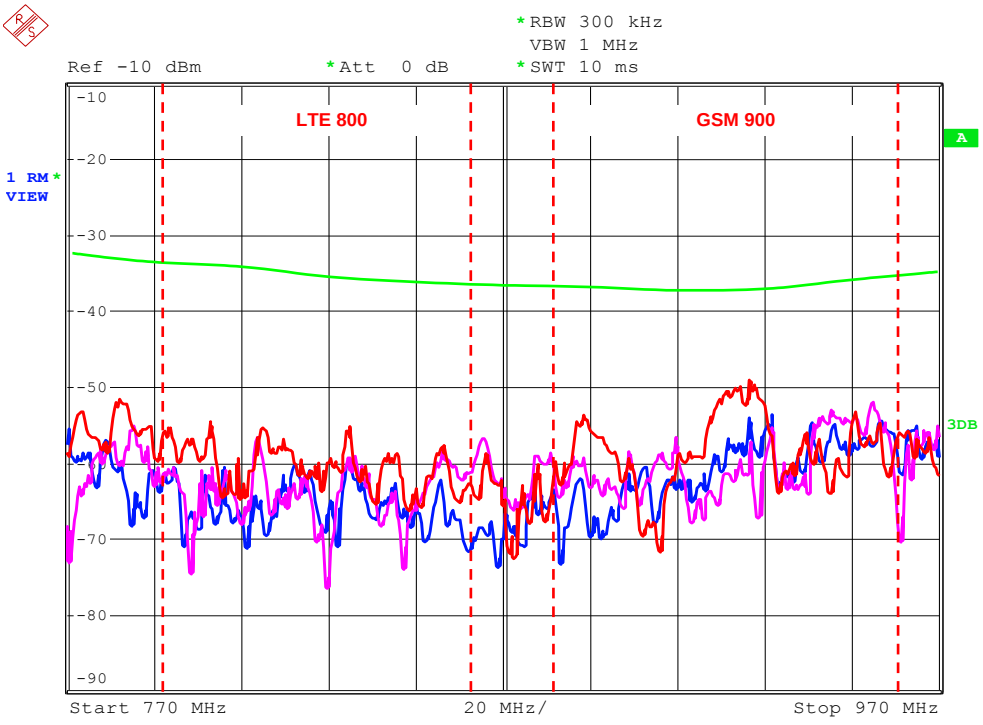
Legenda:

$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



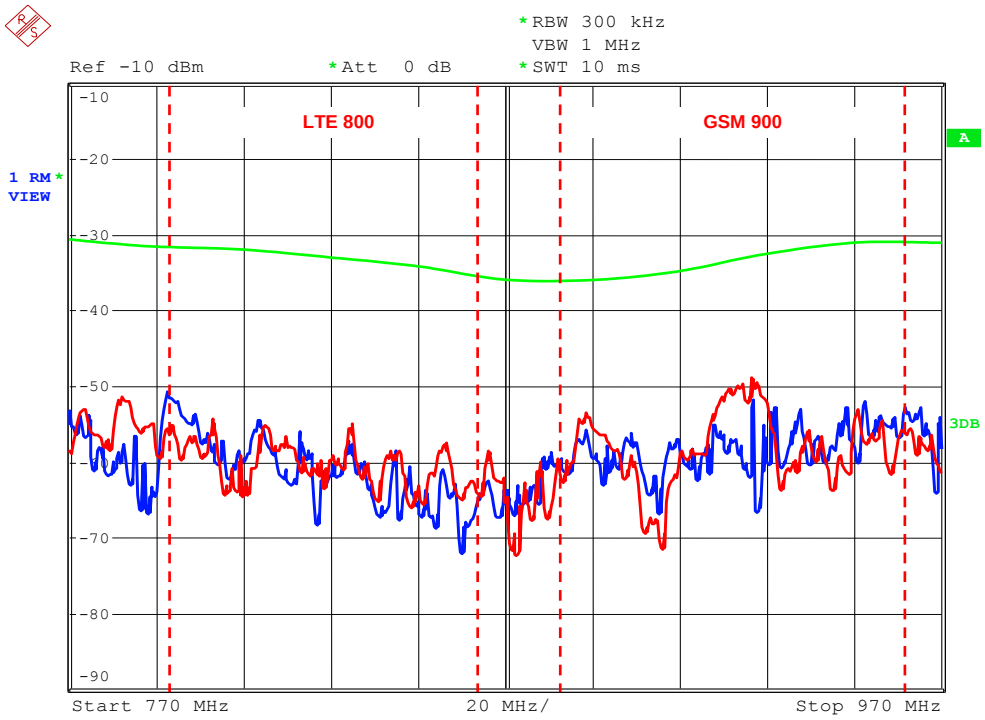
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“
-



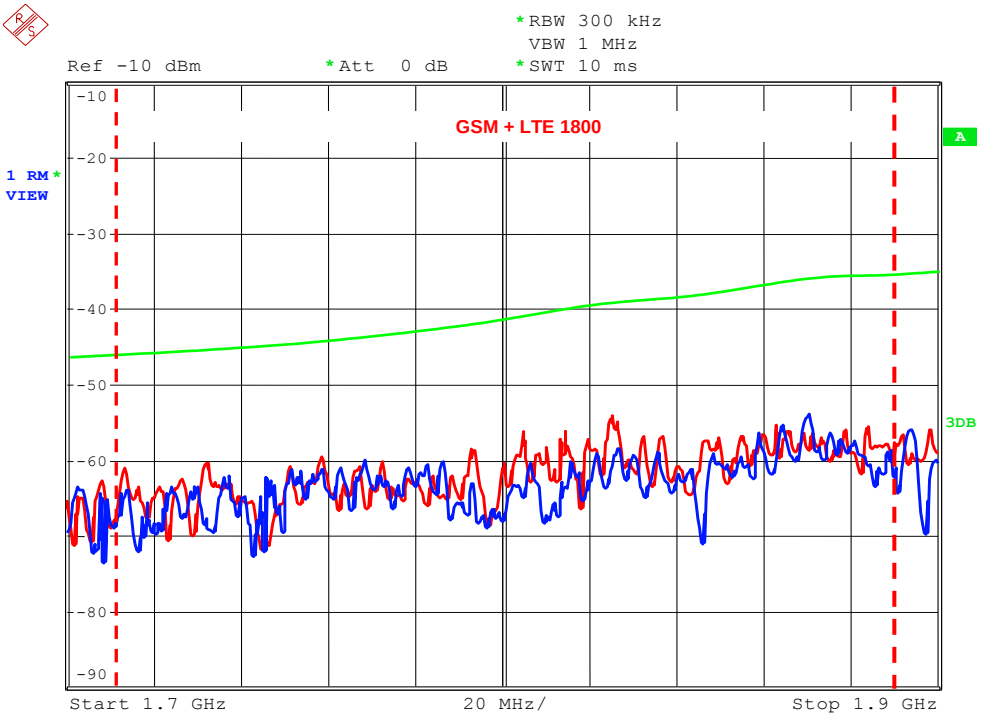
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“ (
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



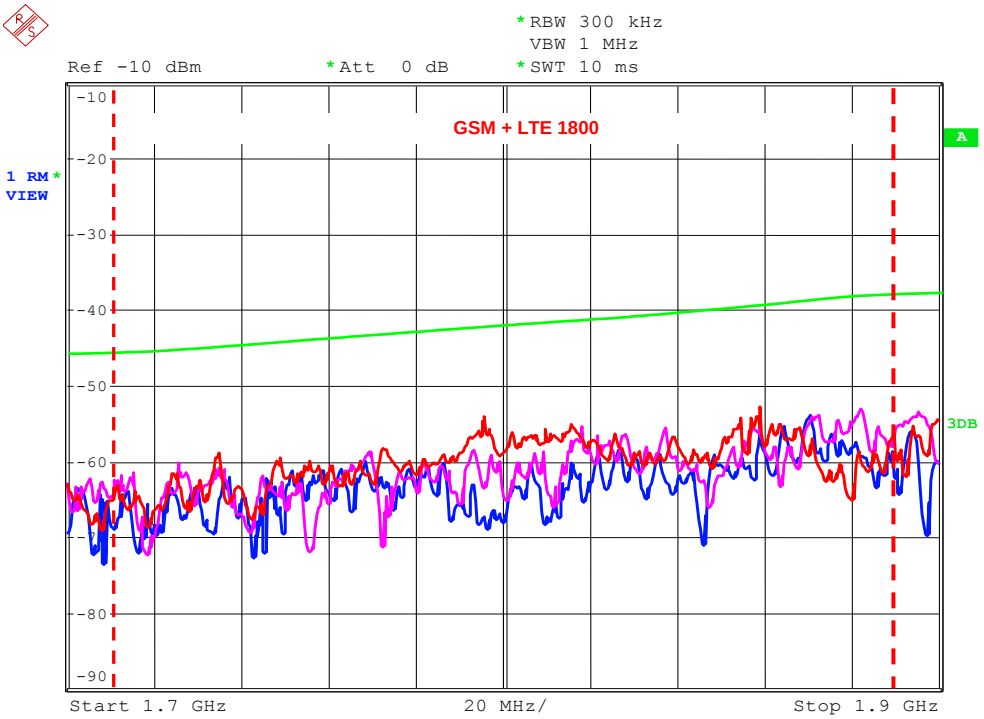
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



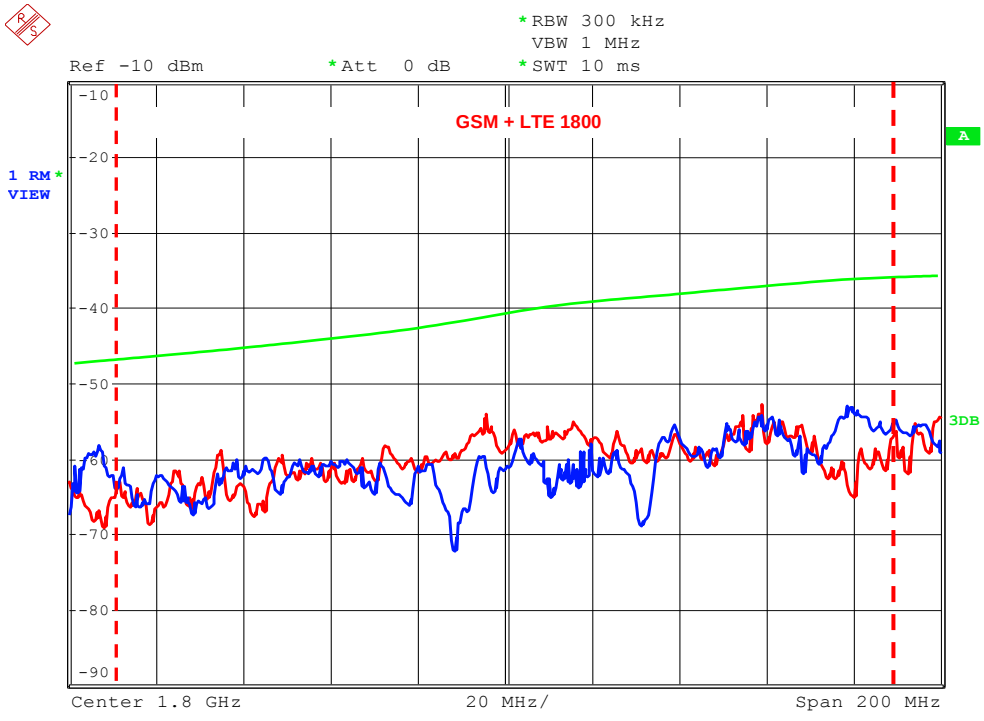
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

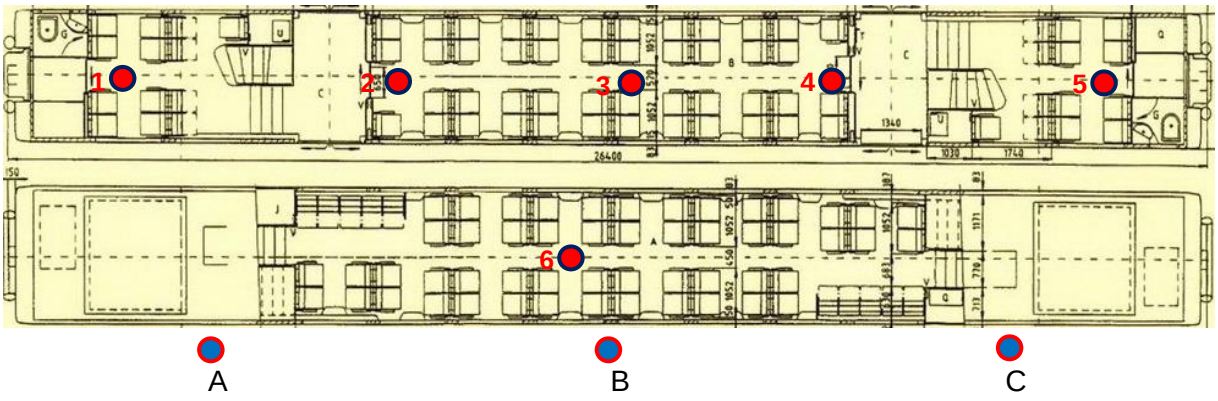
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“

6. ČD - Vůz 071 soupravy City Elephant

Měřeno : 25.2.2016
Místo měření : Praha

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:

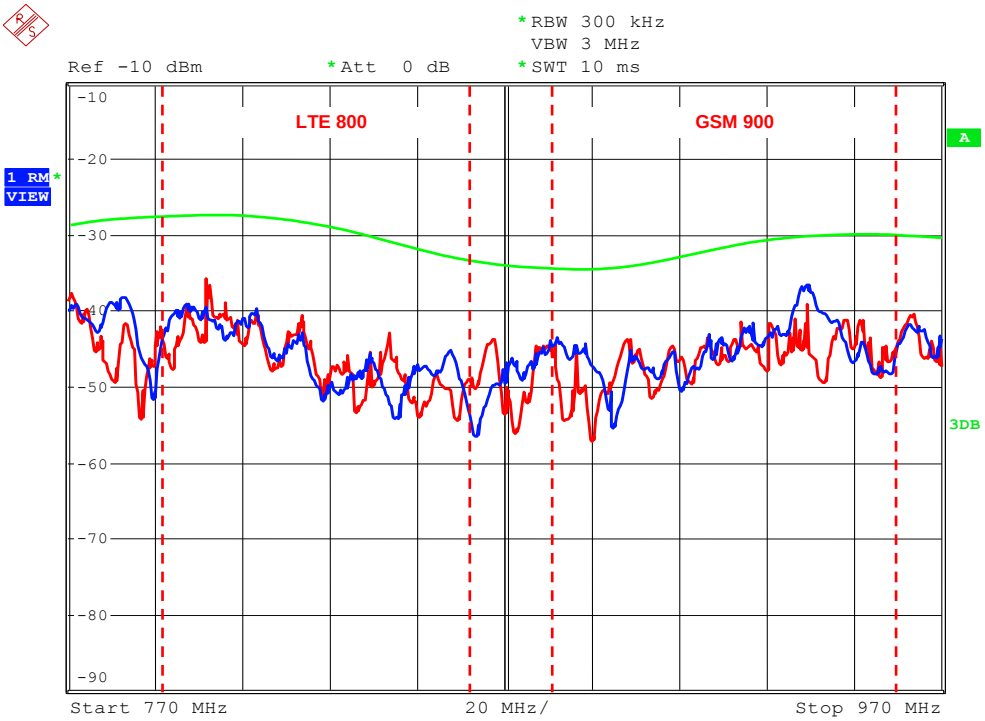


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

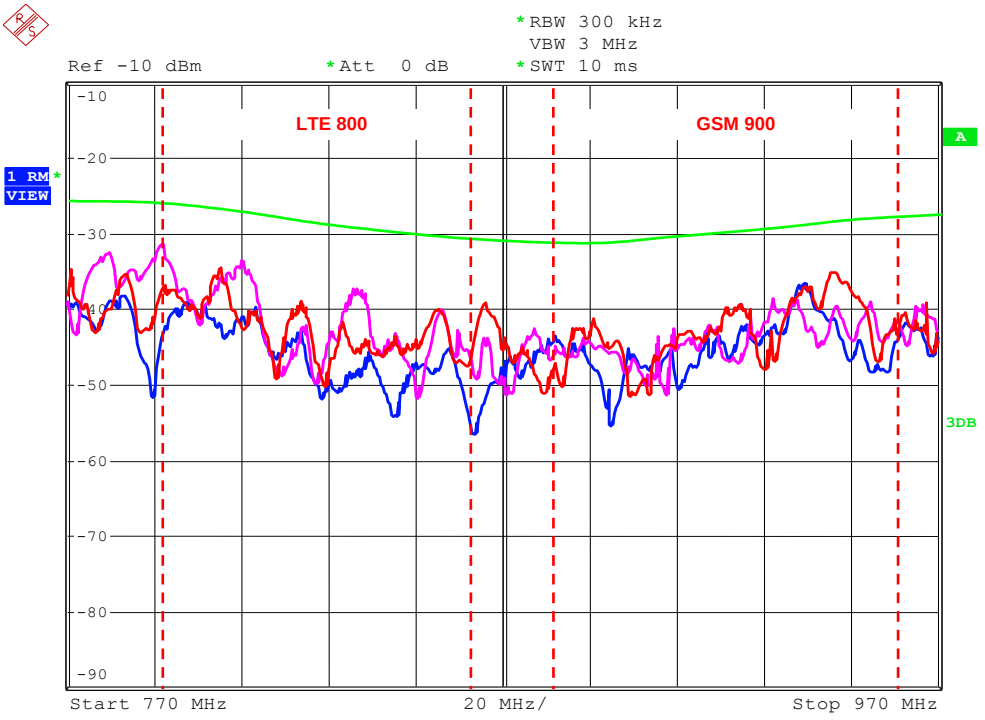
kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	7	> 25	≈ 12
GSM 900	6	> 20	≈ 15
GSM+LTE 1800	5	> 25	≈ 17

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



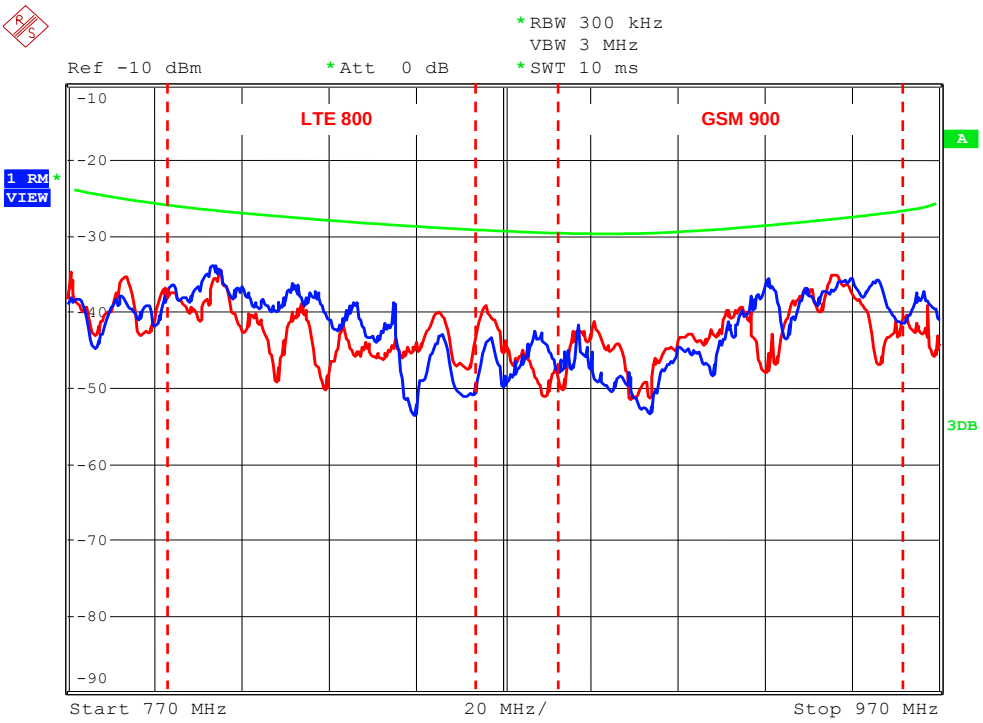
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



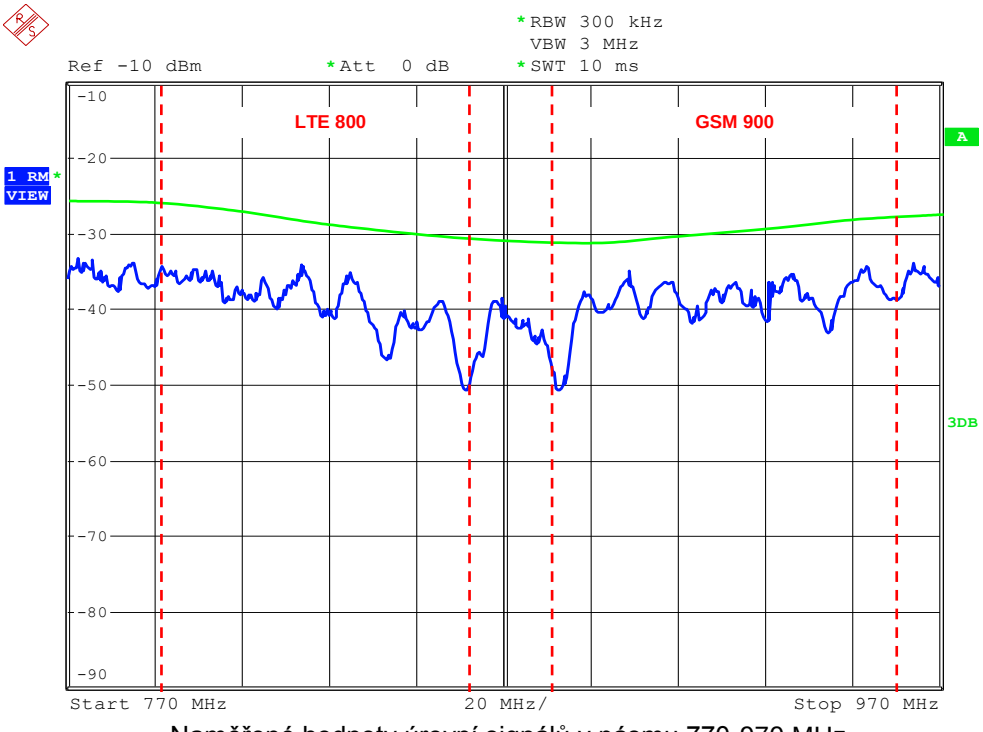
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“ (
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



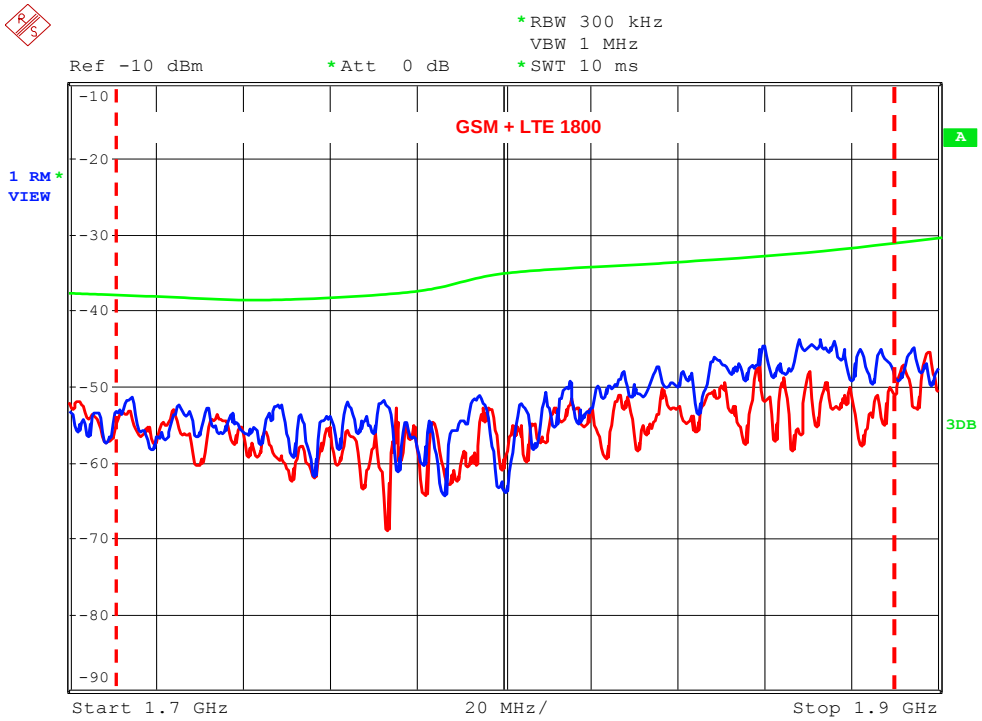
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



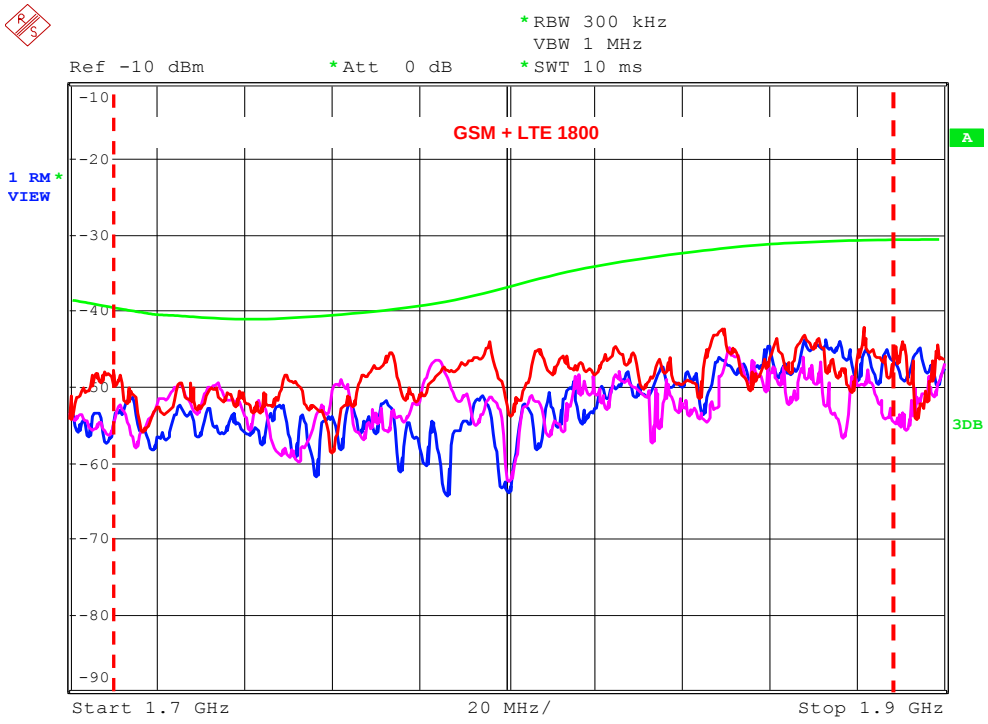
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „6“



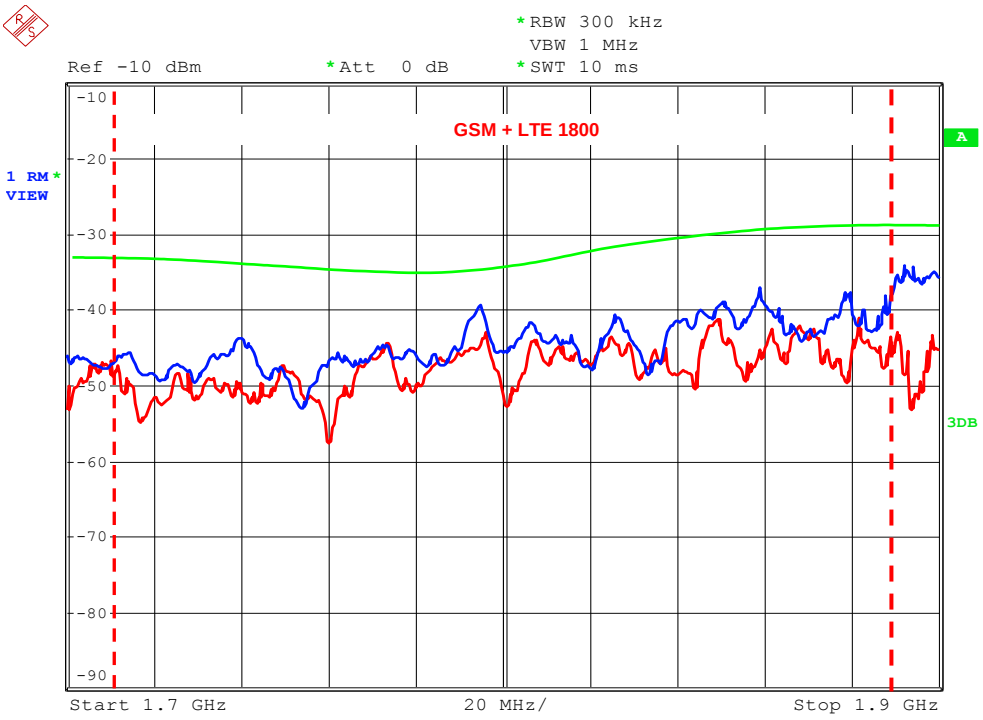
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“
- úroveň signálu v bodu „2“



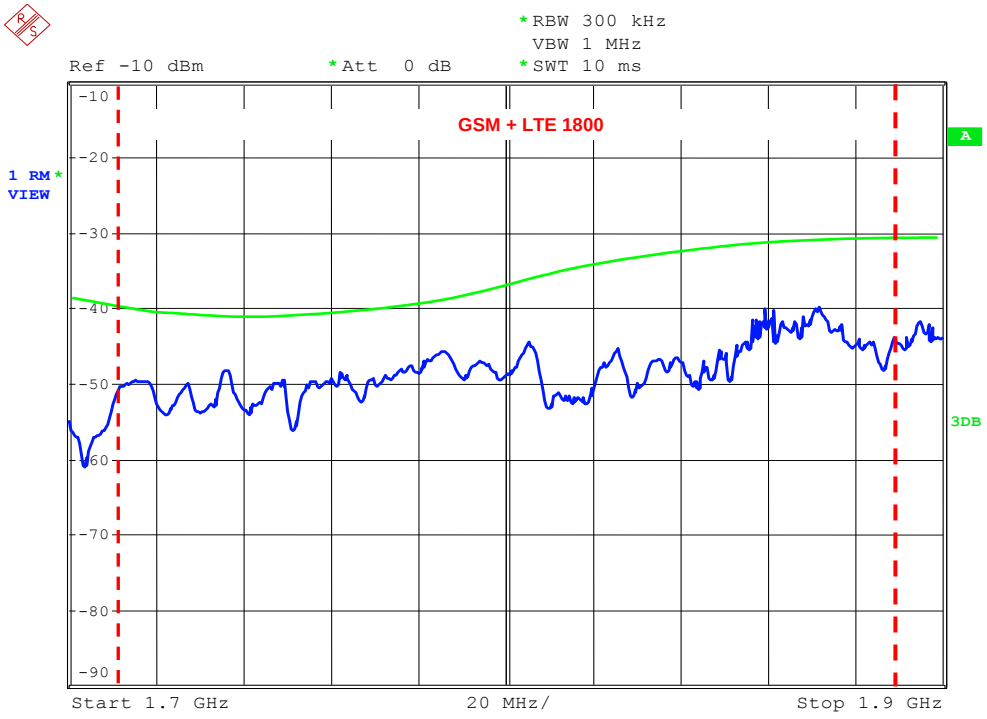
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“
- úroveň signálu v bodu „3“
- úroveň signálu v bodu „4“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „4“
- úroveň signálu v bodu „5“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

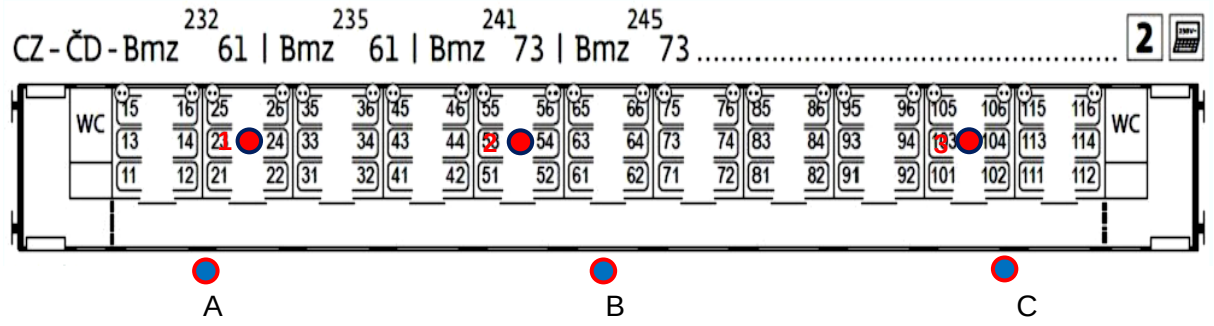
- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „6“

7. ČD - Vůz Bmz 241 (oddílový vůz)

Měřeno : 25.2.2016
Místo měření : Praha

Fotografie měřeného vozu

Mapka měřicích bodů:

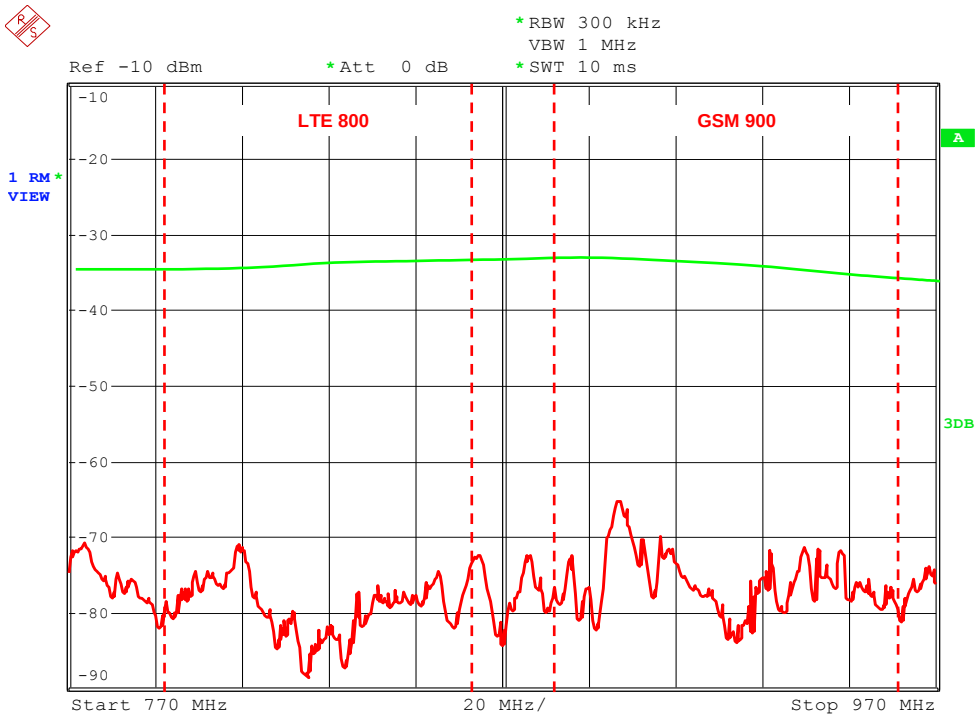


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

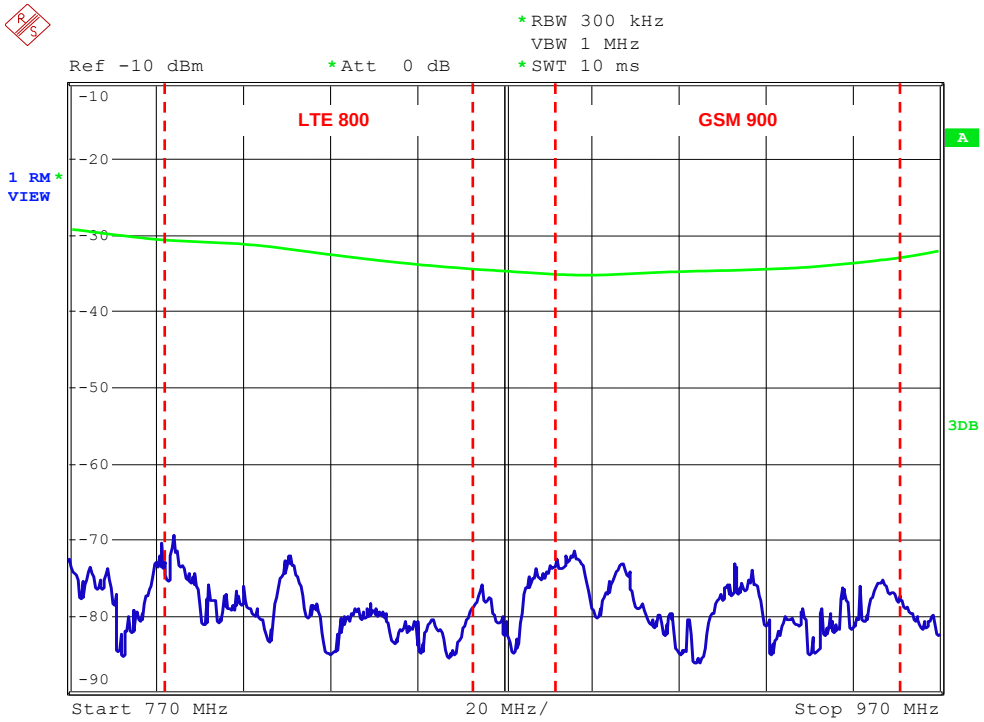
kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	38	> 55	≈ 45
GSM 900	28	> 55	≈ 42
GSM+LTE 1800	25	> 50	≈ 35

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



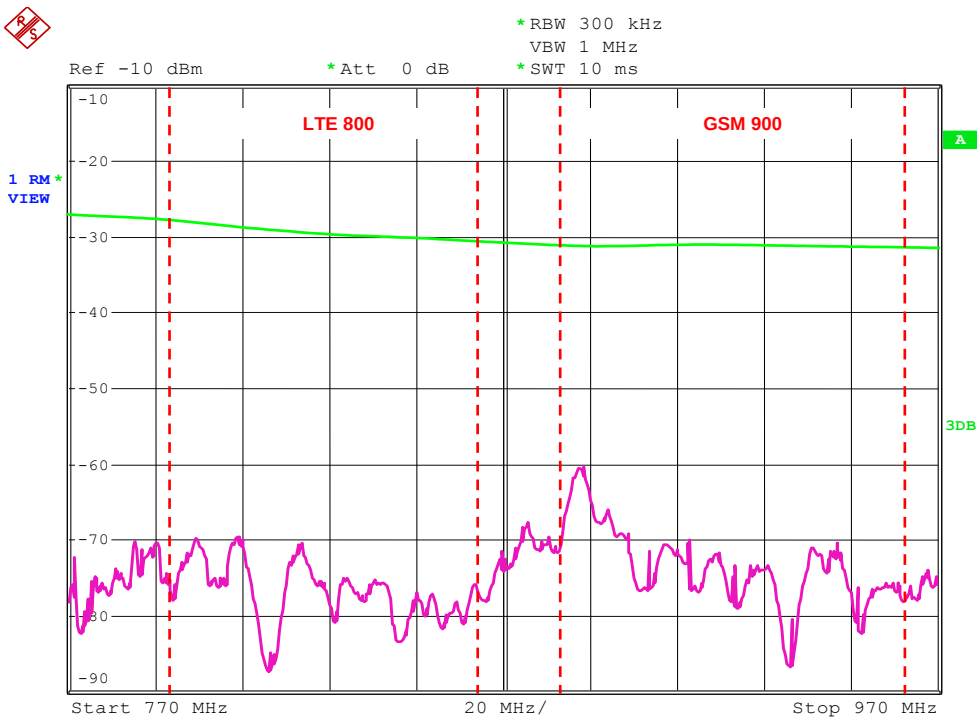
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“



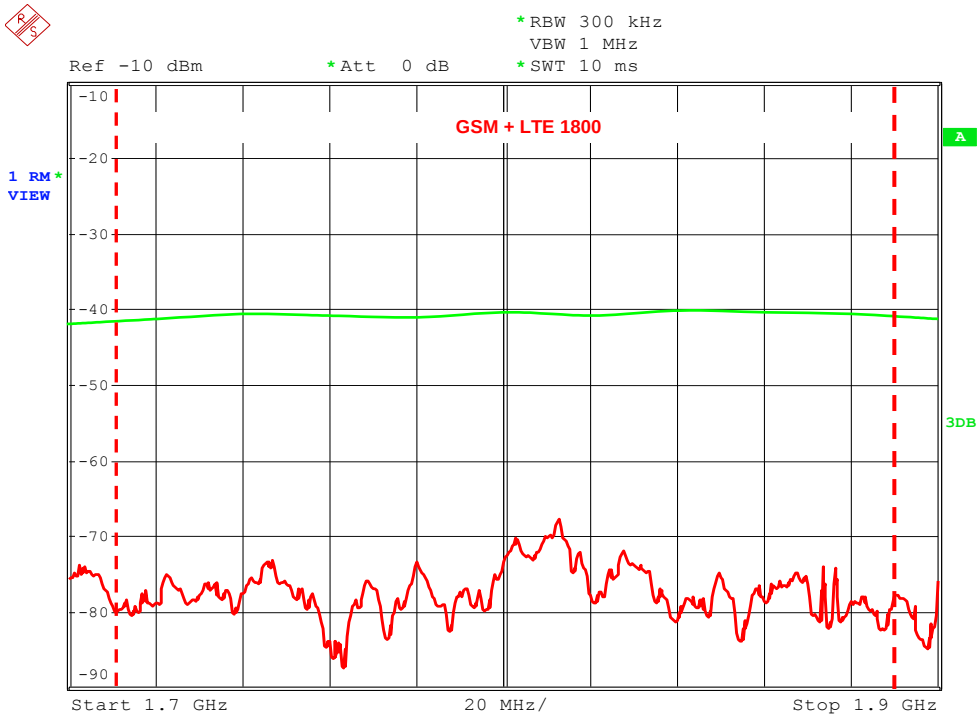
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



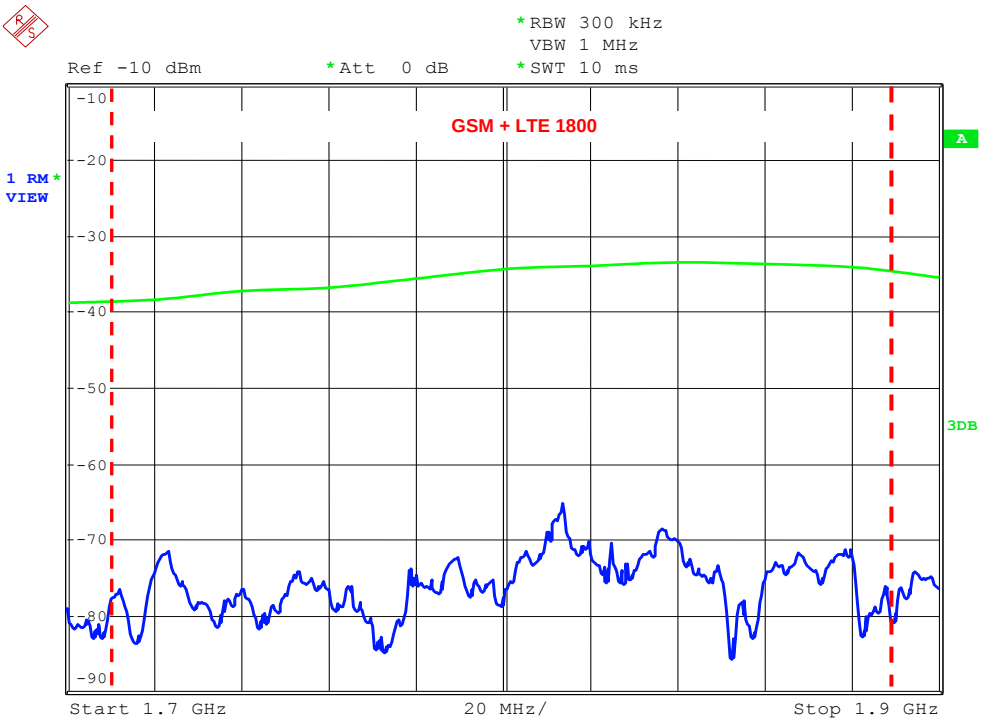
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“



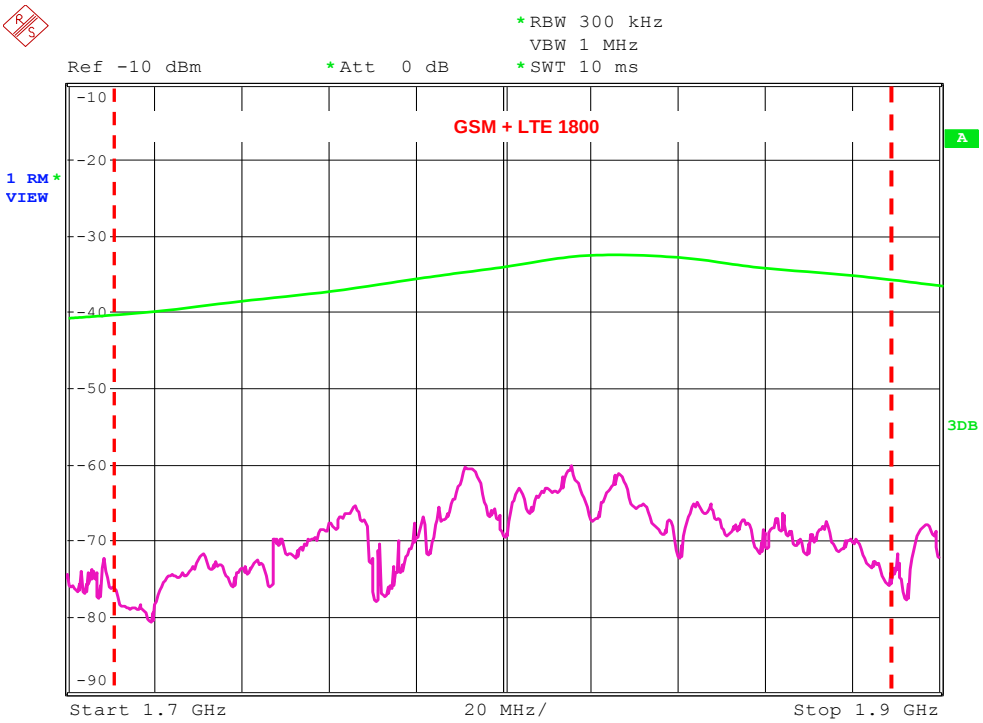
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

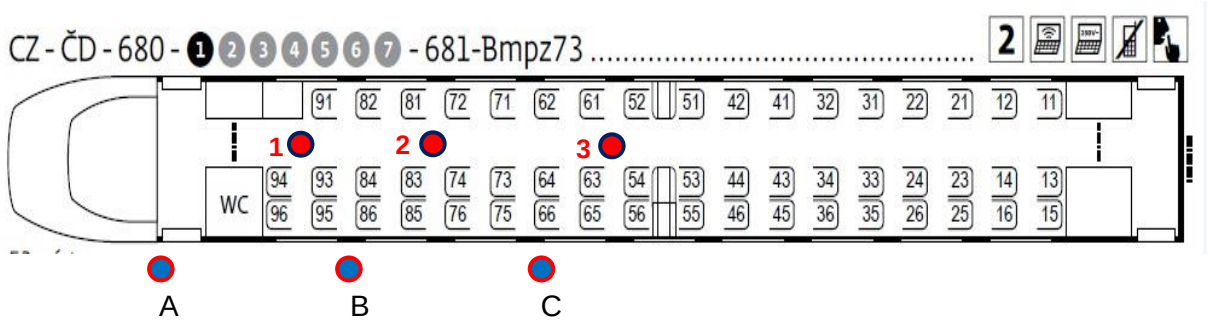
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“

8. ČD - vůz Bmpz73 soupravy SC Pendolino

Měřeno : 3.3.2016
Místo měření : Praha

Fotografie z průběhu měření

Mapka měřicích bodů:

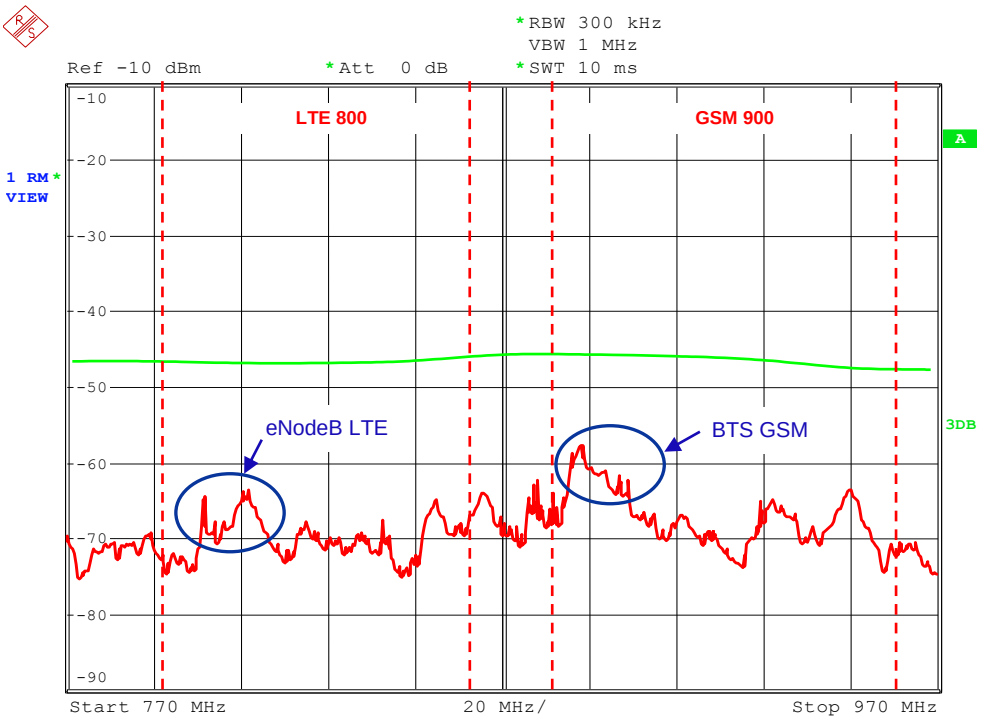


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	18	> 30	≈ 22
GSM 900	18	> 30	≈ 25
GSM+LTE 1800	18	> 35	≈ 22

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu

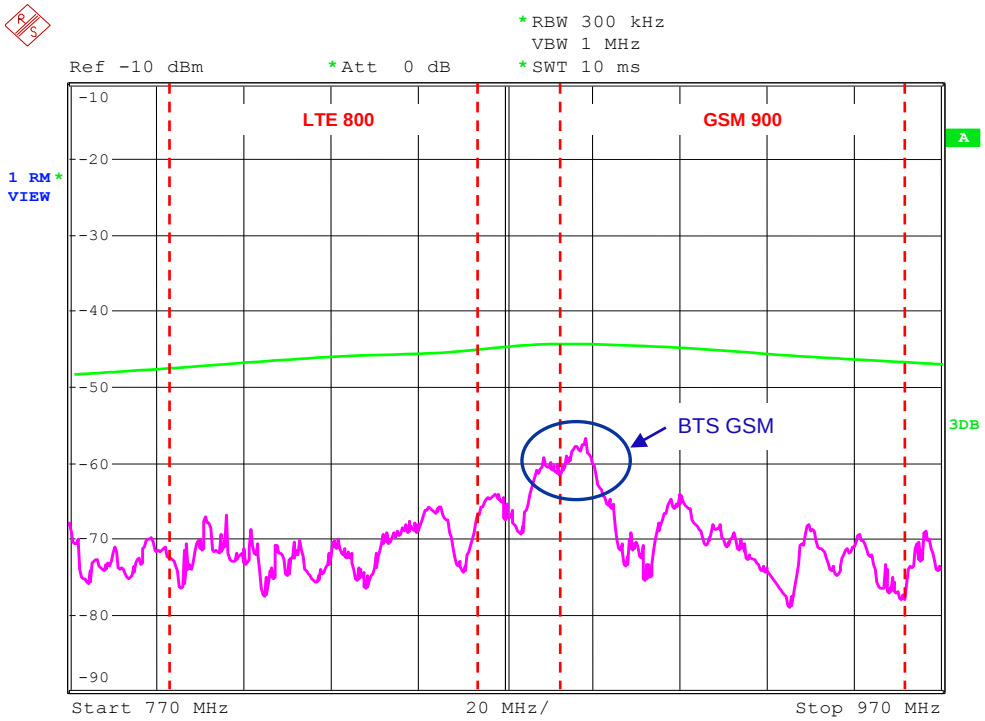


Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“

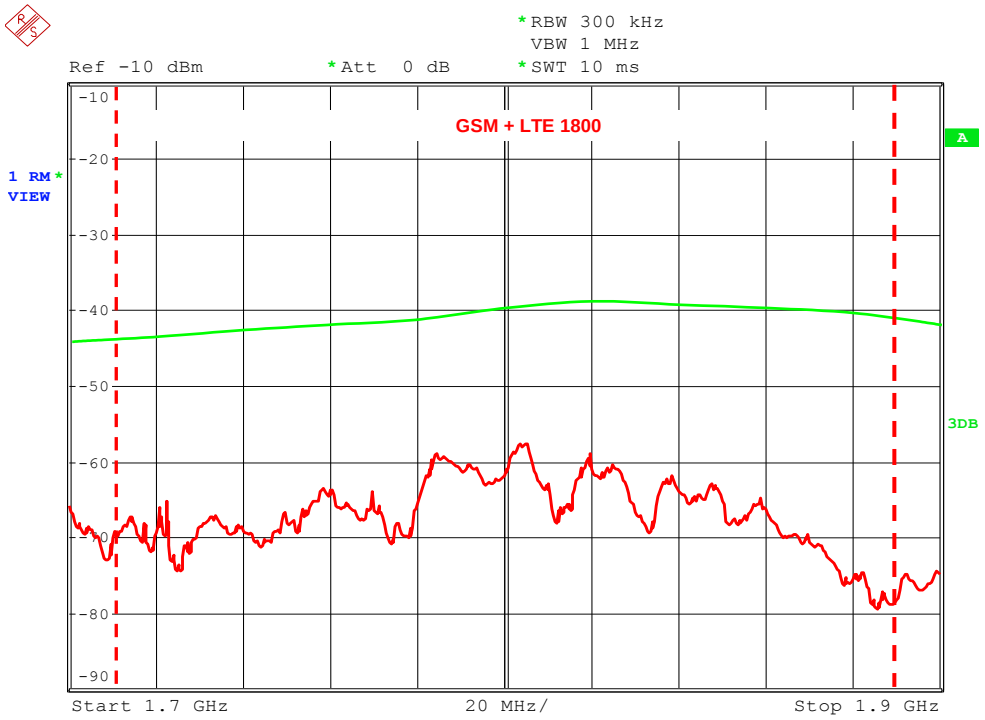
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“

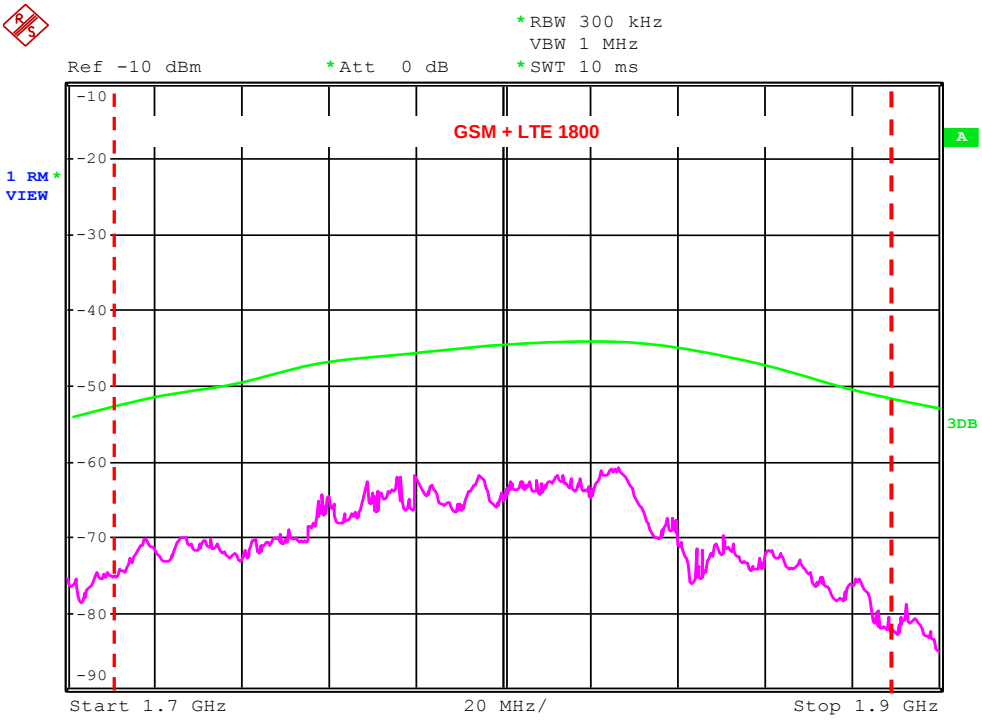


Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“

Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

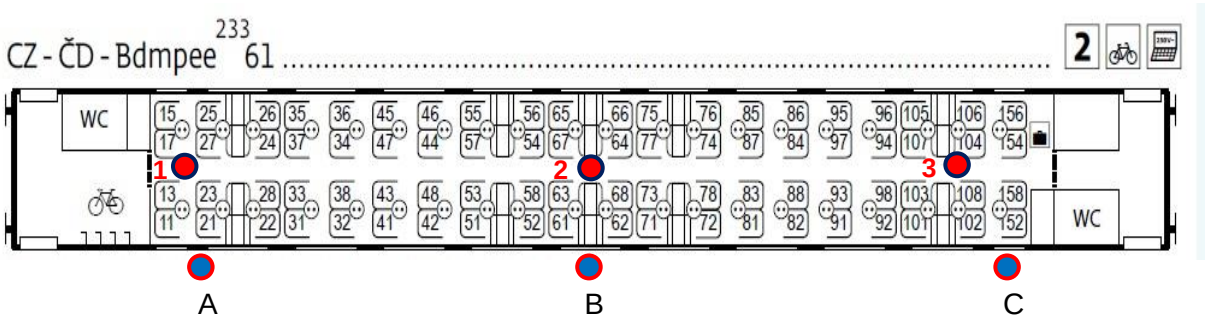
- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“

9. ČD - vůz Bdmpee233

Měřeno : 25.2.2016
Místo měření : Praha

Fotografie měřeného vozu

Mapka měřicích bodů:

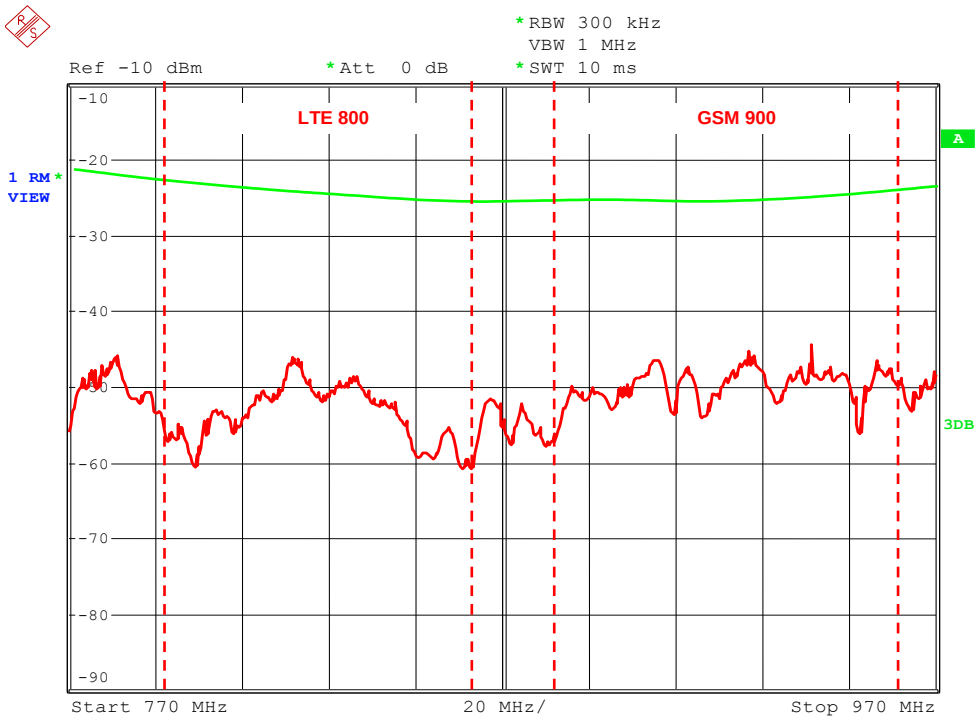


Směr ozařování vagonu signálem z generátoru

Výsledky měření:

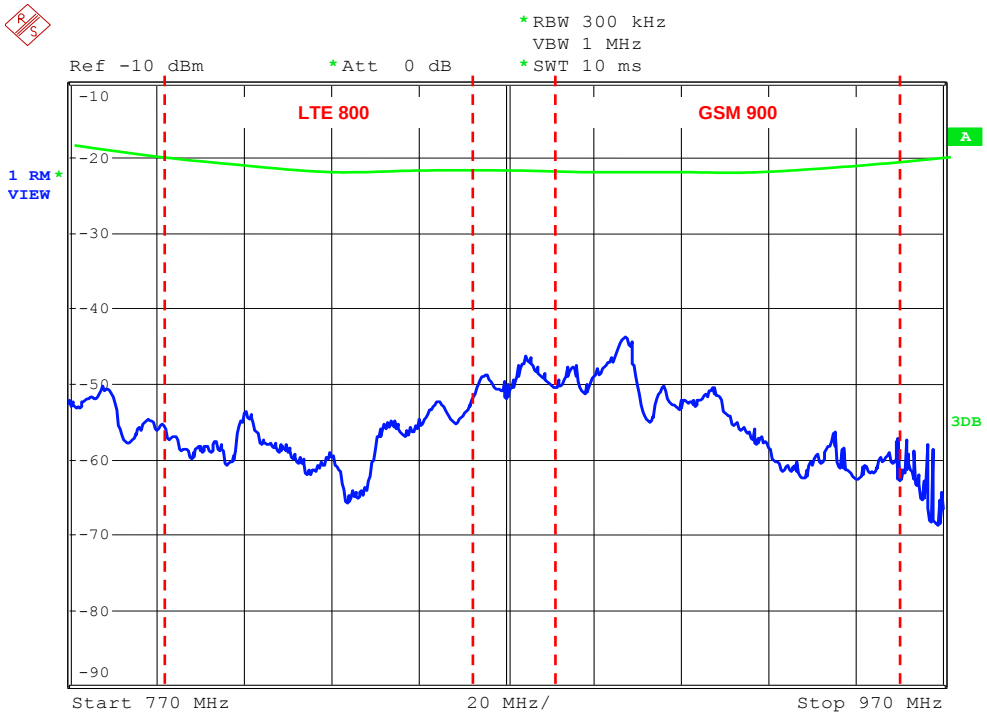
kmitočtové pásmo	$b_{min.}$ [dB]	$b_{max.}$ [dB]	$b_{avg.}$ [dB]
LTE 800	22	> 40	≈ 30
GSM 900	16	> 40	≈ 25
GSM+LTE 1800	21	> 40	≈ 30

Legenda:
$b_{min.}$ minimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{max.}$ manimální útlum signálů v daném kmitočtovém pásmu
$b_{avg.}$ střední hodnota útlumu signálů v daném kmitočtovém pásmu



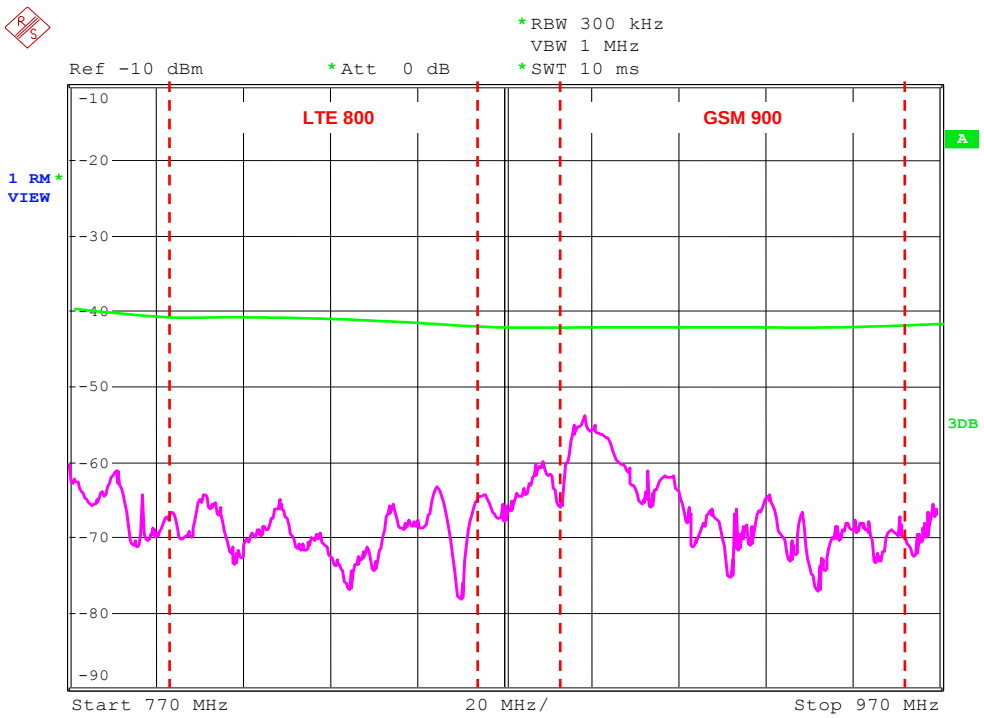
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“



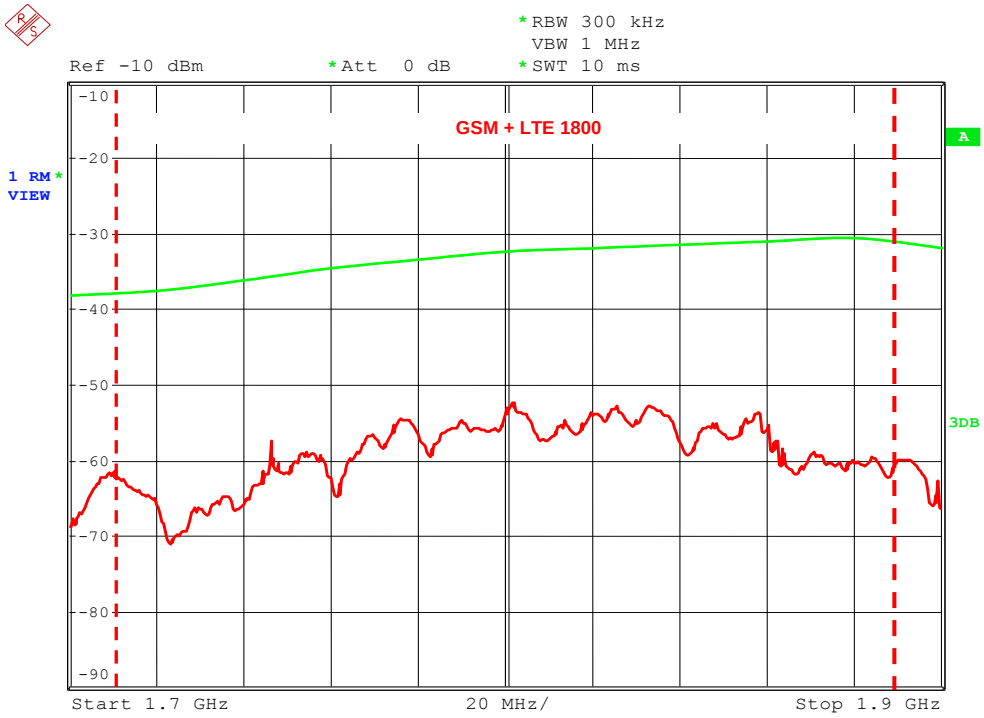
Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“

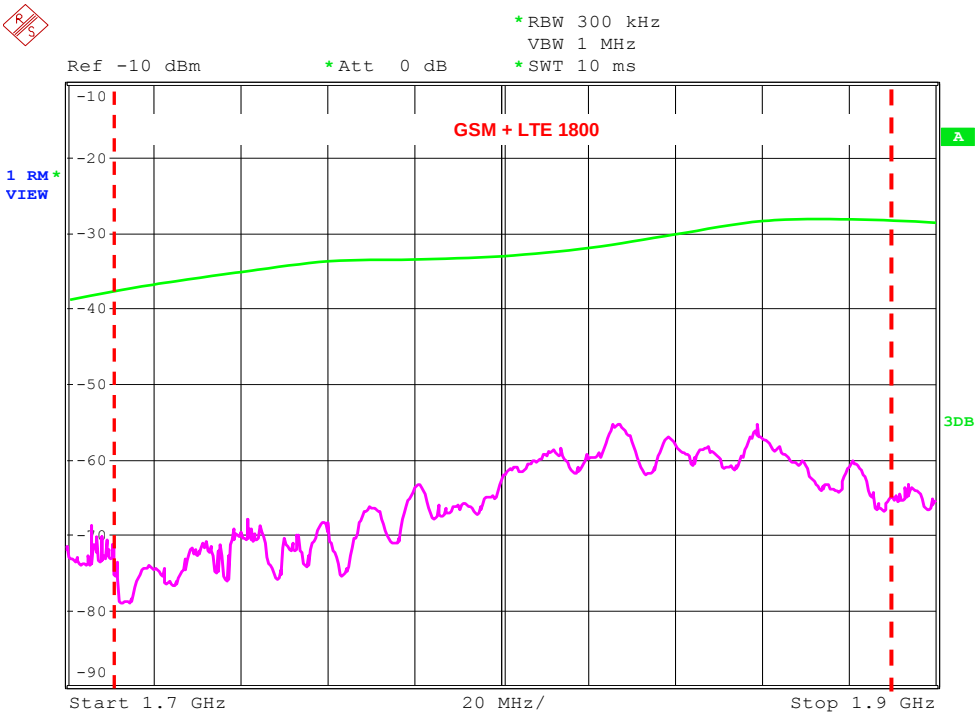


Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „A“
- úroveň signálu v bodu „1“

Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 1,7-1,9 GHz

- úroveň signálu v bodu „B“
- úroveň signálu v bodu „2“



Naměřené hodnoty úrovní signálů v pásmu 770-970 MHz

- úroveň signálu v bodu „C“
- úroveň signálu v bodu „3“