

---

# **Úprava rádiové sítě pro projekt ETCS státní hranice Německo – Kralupy nad Vltavou**

---

Dokument číslo:	0
Dokument vydání:	1.0 / CZ
Dokument status:	Finální verze
Datum:	11/12/2024
Vypracoval:	ing. Zdeněk Hájek

---

.

---

## HISTORIE PUBLIKACE

11/12/2024

Verze 1.0 / CZ, Finální verze

## TABLE OF CONTENT

<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
1.1.	CÍL .....	4
<b>2.</b>	<b>PŘEDPOKLADY .....</b>	<b>5</b>
2.1.	VÝCHOZÍ SITUACE .....	5
2.2.	RÁDIOVÝ SYSTÉM .....	5
2.3.	GARANTOVANÁ SLUŽBA .....	5
2.4.	ZAŘÍZENÍ .....	6
2.4.1	Mobilní přístroje .....	6
2.4.2	Základnová stanice (BTS) .....	6
	Základní charakteristika BTS .....	7
	Systém připojení pro BTS .....	7
	Konfigurace kanálů .....	10
	Charakteristika komponent anténního systému .....	10
2.5.	FREKVENČNÍ PLÁNOVÁNÍ .....	19
2.5.1	Přehled frekvenčního pásma .....	19
<b>3.</b>	<b>RÁDIOVÝ NÁVRH .....</b>	<b>21</b>
3.1.	POŽADAVKY NA POKRYTÍ .....	21
3.2.	PLÁNOVÁNÍ BUNĚK .....	21
3.2.1	Geografická databáze .....	21
	Morfologie .....	21
3.2.2	Model šíření .....	21
3.2.3	Nástroj pro plánování buněk .....	21
<b>4.</b>	<b>STÁVAJÍCÍ UMÍSTĚNÍ BTS SYSTÉMU GSM-R .....</b>	<b>23</b>
4.1.	MAPA S PREDIKCÍ SIGNÁLU .....	23
4.2.	STÁVAJÍCÍ SITUACE – PŘEHLEDNÉ MAPOVÉ PODKLADY .....	27
<b>5.</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ .....</b>	<b>29</b>
5.1.	OBLAST LOVOSICE – HROBCE .....	29
5.2.	OBLAST LITOMĚŘIC .....	31
5.3.	OBLAST ÚSTÍ NAD LABEM .....	32
5.4.	OBLAST VELKÉ A MALÉ BŘEZNO .....	33
5.5.	OBLAST DĚČÍN .....	34
5.6.	POKRYTÍ ODBOČNÝCH TRATÍ .....	35
5.6.1	Bod pokrytí 540D_8,379 .....	35
5.6.2	Bod pokrytí 539D_49,471 .....	36
5.6.3	Bod pokrytí 542B_3,543 .....	37
5.6.4	Bod 530C_4,567 .....	39
5.6.5	Bod pokrytí 539A_32,685 .....	40
5.6.6	Bod pokrytí 539B_4,688 .....	41
5.6.7	Body pokrytí 530B_3,119 a 530A_34,006 .....	43
5.6.8	Bod pokrytí 528E_20,875 .....	44
5.6.9	Bod pokrytí 529C_3,754 a 529B_6,491 .....	45
5.7.	SOUHRN REALIZOVANÝCH OPATŘENÍ .....	47
<b>6.</b>	<b>LOKALITY A BTS – SOUHRN .....</b>	<b>48</b>
<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>51</b>

# 1. ÚVOD

## 1.1. CÍL

Cílem tohoto dokumentu je návrh na úpravu konfigurací stávajících základnových stanic na levém břehu Labe v úseku Kralupy nad Vltavou – Děčín-Prostřední Žleb a na pravém břehu Labe v úseku Mělník - Děčín východ – Děčín-Prostřední Žleb, v úseku Děčín hl.n. – Děčín východ tak, aby byl zajištěn bezproblémový provoz ETCS. Tato změna konfigurací bude provedena i s ohledem na sloučení stávajících oblastí systému pro řízení provozu na pravém a levém břehu Labe.

Dále se bude jednat i o případné doplnění BTS pro zajištění automatického vstupu do oblasti ETCS L2



Obr. 1. Železniční trati v oblasti Kralupy nad Vltavou – státní hranice ČR / SRN



## 2. PŘEDPOKLADY

### 2.1. VÝCHOZÍ SITUACE

V současné době jsou již všechny výše uvedené tratě vybaveny technologií GSM-R. Jedná se však v převážné míře o základnové stanice staršího provedení, tj. typů S6000 a S9000, které jsou připojeny na kontrolér základnových stanic (BSC) SDH technologií.

V oblasti, kde dochází k souběhu železničních tratí na pravém a levém břehu Labe, jsou tyto základnové stanice ve dvousektorové konfiguraci z důvodu oddělení řízení provozu na těchto tratích.

Úprava stávající rádiové sítě GSM-R pak bude spočívat jak v úpravách konfigurací stávajících základnových stanic, tak v jejich náhradě technologií GSM-R (viz dále), tak v náhradě přenosové technologie SDH technologií MPLS. Z důvodu sloučení řízení provozu na pravobřežné a levobřežné trati budou dvousektorové BTS překonfigurovány na BTS s jedním sektorem.

Na základě výsledků ze simulace pokrytí signálem GSM-R bude přistoupeno k doplnění stávající rádiové sítě o BTS zajišťující dostatečnou úroveň signálu ve všech úsecích železničních tratí a zvláště pak s ohledem na vstup do oblasti ETCS z odbočných tratí. Nové základnové stanice pak mohou být přidány i z důvodu řízení provozu na hlavní a odbočné trati.

### 2.2. RÁDIOVÝ SYSTÉM

Rádiovým systémem je síť GSM-R vytvořená na základě doporučení EIRENE.

### 2.3. GARANTOVANÁ SLUŽBA

Následující minimální hodnoty jsou doporučeny specifikacemi EIRENE:

Tyto minimální hodnoty musí splňovat: (M)

- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 38,5 dB $\mu$ V/m (-98 dBm) pro hlas a pro bezpečnostní nekritická data;
- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dB $\mu$ V/m (-95 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nižší nebo rovné 220 km/h.

Následující hodnoty jsou doporučené: (I)

- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 44,5 dB $\mu$ V/m (-92 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 280 km/h;
- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dB $\mu$ V/m a 44,5 dB $\mu$ V/m (-95 dBm and -92 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 220 km/h a menší nebo rovno 280 km/h.

Cílem je dosažení úrovně -95 dBm na všech tratích uvedených výše, tudíž tato hodnota byla vzata do úvahy při plánovacím procesu sítě GSM-R.

Požadavkem na základnové stanice je použití dvou kanálů, to znamená konfigurace O2, případně S22, pro všechny BTS. V lokalitách se zvýšenou koncentrací provozu je však možné využít konfiguraci základnové stanice O3 případně O4, kdy dochází k navýšení hovorové kapacity přidáním dalších frekvencí.

## 2.4. ZAŘÍZENÍ

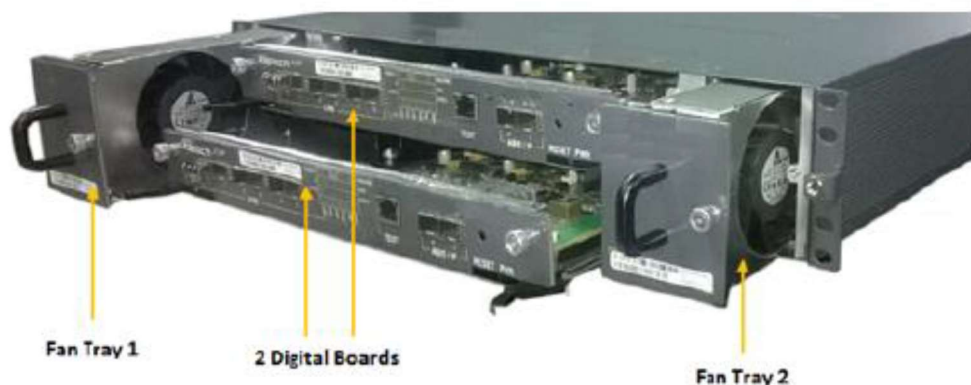
### 2.4.1 Mobilní přístroje

Kalkulace linkové rozvahy byla provedena pro dva typy mobilních přístrojů (8W vozidlová stanice a 2W ruční terminál):

- Vozidlová stanice s následujícími parametry:
  - Výstupní výkon: 8 W (39 dBm);
  - Citlivost: -104 dBm;
  - Ztráty v kabelech : 1,0 dB;
  - Anténní zisk: 2 dBi;
  - Výška antény: 4 m.
- ruční mobilní přístroj:
  - Výstupní výkon : 2 W (33 dBm) ;
  - Citlivost: -102 dBm ;
  - Ztráta v kabelech : 0 dB ;
  - Výška antény : 1,5 m.

### 2.4.2 Základnová stanice (BTS)

V návrhu je počítáno s použitím základnových stanic BTS-R, jež se v principu sestávají ze dvou jednotek – digitálního modulu (DM), který může být osazen jednou nebo dvěma digitálními deskami (DB), a vzdálené vysílací jednotky (RRH). Vysílací jednotky jsou k digitálnímu modulu připojeny pomocí optických kabelů (CPRI link) a na jeden digitální modul může být připojeno až 6 vysílacích jednotek. Tato koncepce dovozuje jednoduše vytvářet konfigurace základnové stanice podle potřeby vycházející z plánovacího procesu, včetně umístění jednotek RRH na velkou vzdálenost od digitálního modulu pomocí optického kabelu.



Obr. 2. Digitální modul (DM) včetně dvou digitálních desek (DB) systému BTS-R



Obr. 3. Vzdálená vysílací jednotka (RRH) systému BTS-R

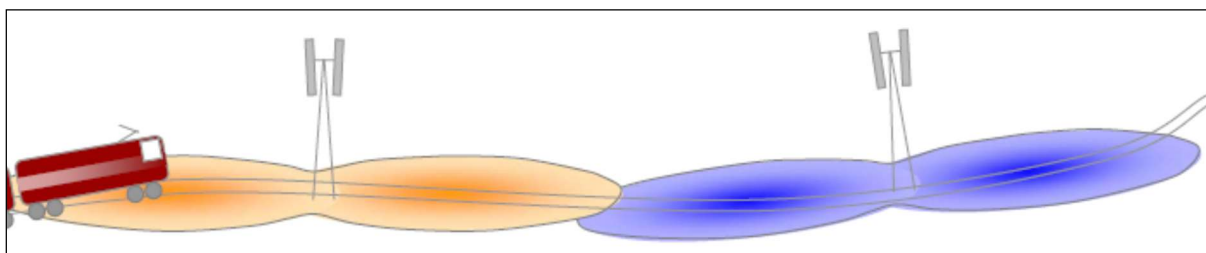
### ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA BTS

Typ BTS	Citlivost bez diverzity	Citlivost s diverzitou	Výstupní výkon BTS
BTS-R	-110 dBm	-114 dBm	60 W (47,8 dBm)

- Každá vysílací jednotka (RRH) má kapacitu pro dva kmitočty s použitím diverzitního příjmu
- Digitální modul (DM) může obsluhovat až 6 vysílacích jednotek (RRH)
- Maximální konfigurace BTS-R je tudíž O12, příp. S222222

### SYSTÉM PŘIPOJENÍ PRO BTS

Základnová stanice je připojena na dvě sektorové antény, které vytvářejí jednu buňku ve „všesměrové“ konfiguraci BTS (omni BTS).



Obr. 4. Jednobuňková konfigurace při použití sektorových antén

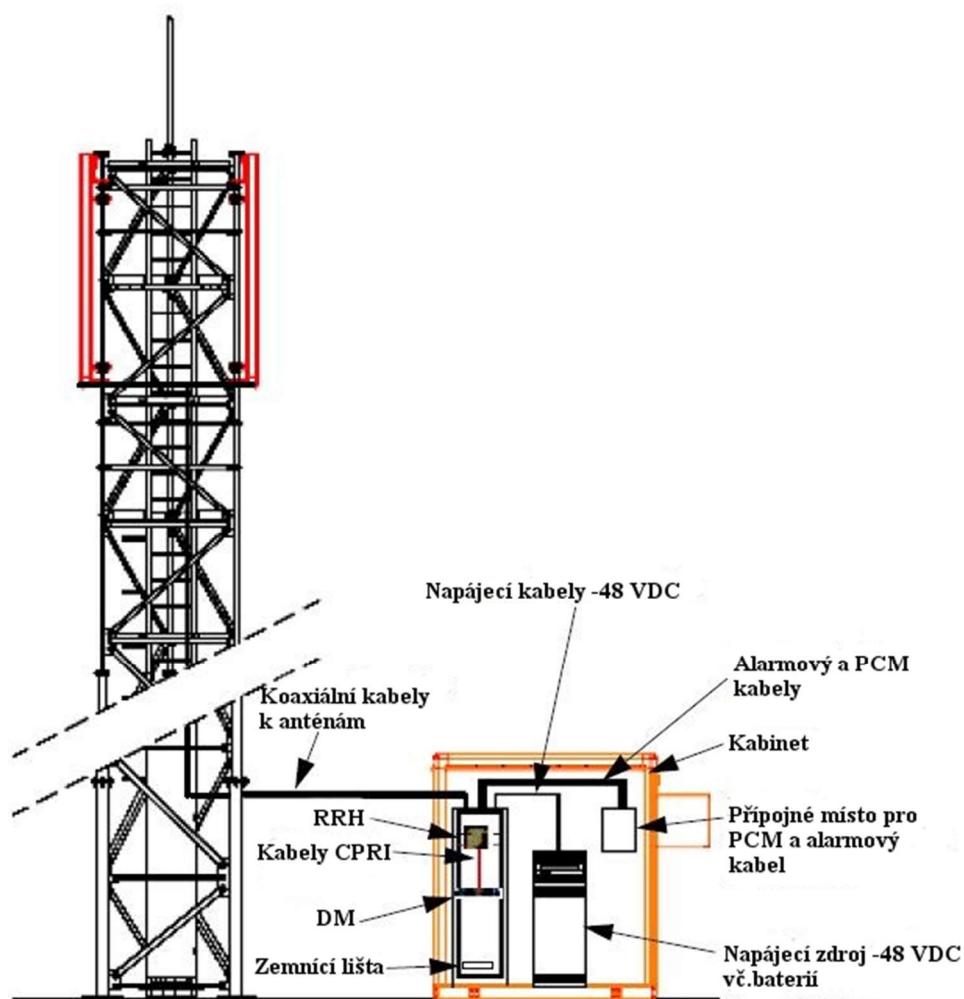
Výsledkem jednobuňkové konfigurace při použití sektorových antén je eliminace předání spojení (handover) v blízkosti základnové stanice a zvýšení kvality služby. Další výhodou je pak i úspora kmitočtů při frekvenčním plánování.

Výška anténních stožárů podél trati je v rozmezí 25 m až 40 m. Tato výška je optimalizována při vlastním návrhu pokrytí vzhledem k profilu trati i okolnímu prostředí, které ovlivňuje šíření radiových vln.

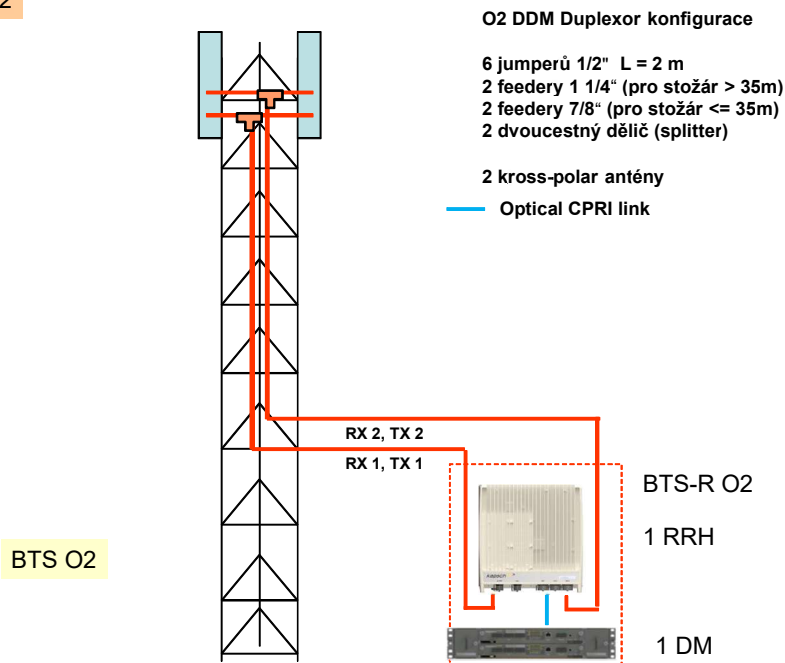
Všechny základnové stanice jsou pro použití ve vnitřním prostředí umístěny buď v kontejneru nebo ve vyhrazeném místě budovy. Ve zvláštních případech, zvláště s ohledem na prostorové možnosti, je však možné použít i základnovou stanici v provedení pro venkovní prostředí.

Pro systém GSM-R se obecně doporučuje použití anténní konfigurace s prostorovou diverzitou z důvodu maximálního diverzitního příjmu a nulových ztrát způsobených polarizací. Nevýhodou je však potřeba mohutnějšího anténního stožáru, který nese čtyři antény s vertikální polarizací. Z tohoto důvodu je v návrhu uvažováno s použitím antén s křížovou polarizací (cross polar antenna). Tato řešení tak vyžaduje pouze dvě antény na stožáru.

Schematicky je konfigurace základnové stanice BTS-R i jejího anténního systému zobrazena v následujícím obrázku.



O2



Obr. 5. Schematické znázornění základnové stanice BTS-R

Pro ztráty na kabelu (cable loss) byla vzata hodnota 1,6 dB odpovídající hodnotě udávané výrobcem napájecího anténního přívodu (feedru). To odpovídá hodnotě pro 7/8" napájecí kabel (feeder) v délce cca 30 m včetně dvou přívodních kabelů (jumperů) a konektorů.

Výhodou koncepce BTS-R je možnost umístění vysílací jednotky (RRH) odděleně od vnitřní jednotky (DM) a to jak přímo na stožár v dané lokalitě, tak i v lokalitě vzdálené i několik kilometrů, protože obě tyto jednotky jsou propojeny optickým spojem CPRI.

### KONFIGURACE KANÁLŮ

2 TRX config	TS 0	TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5	TS 6	TS 7
TDMA N°1	BCCH	SDCCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
TDMA N°2	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH

V předcházející tabulce je schematicky uvedena konfigurace časových úseků (time slots) při použití dvou kmitočtů v jednom sektoru základnové stanice. Toto je základní konfigurace, která neuvažuje s využitím datových přenosů pomocí GPRS.

### CHARAKTERISTIKA KOMPONENT ANTÉNNÍHO SYSTÉMU

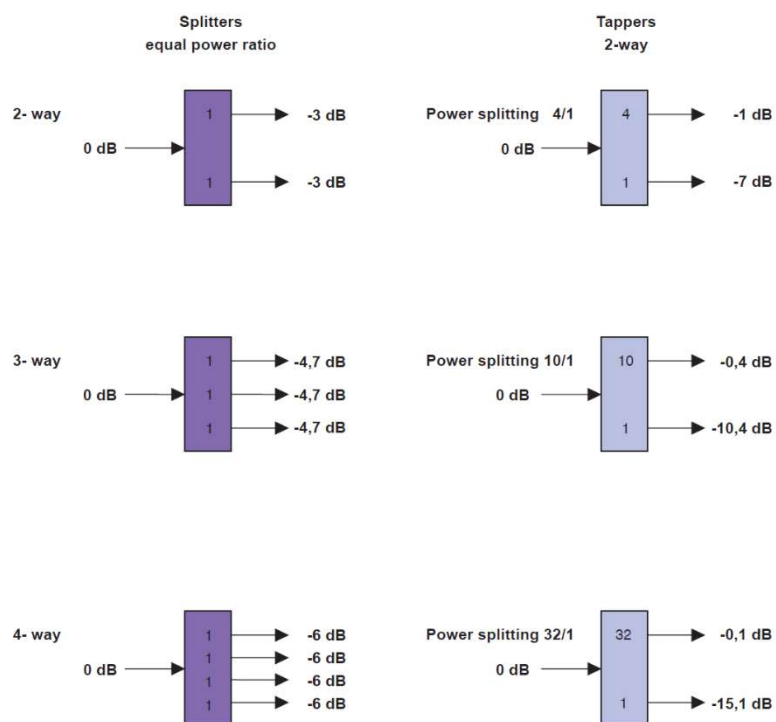
Tab. 1. Přehled komponent anténního systému

RF Anténní zařízení					
Anténa					Naklopení
800 10305v02 Frekv. rozsah 790–960 MHz	Cross polarizace	Zisk 17,5 dBi	Šíře svazku 65°	Tilt 0°–8°	
800 10456v02 Frekv. rozsah 790–960 MHz	Cross polarizace	Zisk 20,5 dBi	Šíře svazku 30°	Tilt 0,5°–10°	
800 10753 Frekv. rozsah 790–960 MHz	Cross polarizace	Zisk 8 dBi	Šíře svazku 67°		
Dvoucestný splitter frekv. rozsah 694–3800		S konektory 7/16"			
Dvoucestný tapper frekv. rozsah 800–2200		S konektory 7/16"			
Připojovací vedení (jumpers)					
Vrchol stožáru	Délka 3 m	S konektory 7/16			
Kontejner (u BTS)	Délka 2 m	S konektory 7/16			
Napájecí vedení (feeder) 7/8"	Délka ≤ 35m	S konektory 7/16"			
Napájecí vedení (feeder) 1 1/4"	Délka > 35m	S konektory 7/16"			

První dvě uvedené antény umožňují elektrické sklápění (tzv. downtilt) bez nutnosti používat speciální držáky pro mechanický náklon.

Antény mohou být také mechanicky nakloněny v rozmezí 0 až 15° ve směru dolů i nahoru.

Pozn.: Splitter slouží k symetrickému dělení signálu, taper je použit v případě nesymetrického dělení vstupního signálu.



Dále jsou uvedeny specifikace antén a ostatních komponent anténního systému:

**2-Port Antenna** R1  
**Frequency Range** 790-960  
**HPBW** 65°

**KATHREIN**

2-Port Antenna LB 2.3m 65° | 790-960 17.5dBi

Type No.		80010305v02			
Lowband		R1			
		790-960			
Frequency range	MHz	790 – 862	824 – 894	880 – 960	
Polarization	°	+45, –45	+45, –45	+45, –45	
Average gain	dBi	16.8 ... 17.0 ... 16.7	16.9 ... 17.1 ... 16.9	17.2 ... 17.4 ... 17.0	
Tilt	°	0 ... 4 ... 8	0 ... 4 ... 8	0 ... 4 ... 8	
Horizontal Pattern:					
Half-power beam width	°	69	67	65	
Front-to-back ratio, copolar	dB	> 25	> 25	> 25	
Cross polar ratio					
Maindirection	0°	Typically: 25	Typically: 25	Typically: 25	
Sector	±60°	Typically: > 10	Typically: > 10	Typically: > 10	
Tracking, Avg.	dB	0.5			
Squint	°	±2.5			
Vertical Pattern:					
Half-power beam width	°	9.1	8.8	8.5	
Electrical tilt	°	0–8, continuously adjustable			
Sidelobe suppression for first sidelobe above main beam	°T dB	0 ... 2 ... 4 ... 8 18 ... 18 ... 18 ... 16	0 ... 2 ... 4 ... 8 18 ... 18 ... 18 ... 16	0 ... 2 ... 4 ... 8 20 ... 18 ... 17 ... 15	
Impedance	Ω	50			
VSWR		< 1.5			
Isolation, between ports	dB	> 30			
Intermodulation IM3	dBc	< –150 (2 x 43 dBm carrier)			
Max. effective power per port	W	400 (at 50 °C ambient temperature)			
Max. effective power for the antenna		800 (at 50 °C ambient temperature)			



Mechanical specifications			
Input		2 x 7-16 female	
Connector position		Rearside	
Adjustment mechanism		1x, Position bottom continuously adjustable	
Wind load (at Rated Wind Speed: 150 km/h)	N   lbf	Frontal: 770   173	Maximal: 845   190
Max. wind velocity	km/h mph	200 124	
Height/width/depth	mm inches	2254 / 259 / 99 88.7 / 10.2 / 3.9	
Category of mounting hardware		M (Medium)	
Weight	kg lb	11.5 / 13.5 (clamps incl.) 25.4 / 29.8 (clamps incl.)	
Packing size	mm inches	2536 x 272 x 147 99.8 x 10.7 x 3.9	
Scope of supply		Panel and 2 units of clamps for 42-115 mm   1.7-4.5 inches diameter	



Panel **R1**  
 Frequency Range **790–960**  
 Dual Polarization **X**  
 HPBW **30°**  
 Adjust. Electr. DT **0.5°–10°**

set by hand or by optional RCU (Remote Control Unit)

**KATHREIN**

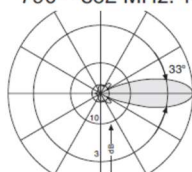


XPol Panel 790–960 30° 20.5dBi 0.5°–10°T

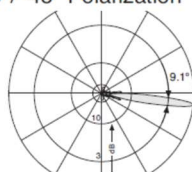
Type No.	80010456v02		
	R1		
	790–960		
Frequency range	790 – 862 MHz	824 – 894 MHz	880 – 960 MHz
Polarization	+45°, –45°	+45°, –45°	+45°, –45°
Gain at 0° T	2 x 20.0 dBi	2 x 20.2 dBi	2 x 20.5 dBi
Horizontal Pattern:			
Half-power beam width	33°	32°	30°
Front-to-back ratio, copolar	> 28 dB	> 29 dB	> 30 dB
Cross polar ratio			
Maindirection 0°	Typically: 25 dB	Typically: 23 dB	Typically: 20 dB
Tracking, Avg.	2.5 dB		
Squint	±2.0°		
Vertical Pattern:			
Half-power beam width	9.1°	8.8°	8.5°
Electrical tilt	0.5°–10°, continuously adjustable		
Sidelobe suppression for first sidelobe above main beam	0.5° ... 5° ... 10° T > 16 ... 13 ... 13 dB	0.5° ... 5° ... 10° T > 18 ... 18 ... 17 dB	0.5° ... 5° ... 10° T > 18 ... 16 ... 15 dB
Impedance	50 Ω		
VSWR	< 1.5		
Isolation, between ports	> 30 dB		
Intermodulation IM3	< –150 dBc (2 x 43 dBm carrier)		
Max. power per input	500 W (at 50 °C ambient temperature)		



790 – 862 MHz: +45°/–45° Polarization



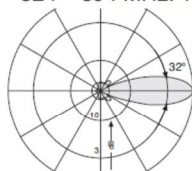
Horizontal Pattern



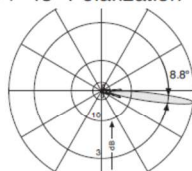
Vertical Pattern

0.5°–10° electrical downtilt

824 – 894 MHz: +45°/–45° Polarization



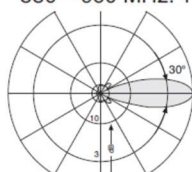
Horizontal Pattern



Vertical Pattern

0.5°–10° electrical downtilt

880 – 960 MHz: +45°/–45° Polarization



Horizontal Pattern



Vertical Pattern

0.5°–10° electrical downtilt

<b>Mechanical specifications</b>	
Input	2 x 7-16 female
Connector position	Rearside
Adjustment mechanism	1x, Position bottom continuously adjustable
Wind load	Frontal: 1760 N (at 150 km/h) Lateral: 330 N (at 150 km/h) Rearside: 2040 N (at 150 km/h)
Max. wind velocity	200 km/h
Height/width/depth	2254 / 576 / 99 mm
Category of mounting hardware	H (Heavy)
Weight	22 kg / 24 kg (clamps incl.)
Packing size	2500 x 600 x 150 mm
Scope of supply	Panel and 2 units of clamps for 42 – 115 mm diameter

936.4853 Subject to alteration.

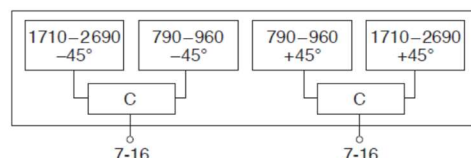
**2-Port Antenna**  
**Frequency Range**  
**Dual Polarization**  
**HPBW**  
**Fixed Electr. DT**  
**Integrated Combiner**

<b>R1</b>	<b>Y1</b>
790–960	1710–2690
X	X
65°	65°
0°	0°
C	

**KATHREIN**

2-Port Antenna 790–960/1710–2690 C 65°/65° 8/9dBi

Type No.		80010753						
		R1			Y1			
		790–960			1710–2690			
Frequency range	MHz	790 – 862	824 – 894	880 – 960	1710 – 1990	1920 – 2200	2200 – 2490	2490 – 2690
Polarization	°	+45, –45	+45, –45	+45, –45	+45, –45	+45, –45	+45, –45	+45, –45
Average gain (dBi)	dBi	2 x 7.8	2 x 8.0	2 x 8.5	2 x 7.8	2 x 8.9	2 x 8.7	2 x 8.2
Horizontal Pattern:								
Half-power beam width	°	67			65	55	60	62
Front-to-back ratio	dB	Copolar: > 25	Copolar: > 25	Copolar: > 25	Copolar: > 25	Copolar: > 25	Copolar: > 25	Copolar: > 25
Cross polar ratio								
Maindirection	0°	Typically: 15	Typically: 18	Typically: 20	Typically: 25	Typically: 25	Typically: 25	Typically: 25
Sector	±60°	> 8	> 8	> 8	> 10	> 10	> 10	> 10
Vertical Pattern:								
Half-power beam width	°	65			75	60	60	65
Impedance		50						
VSWR		< 1.5						
Isolation: Intrasystem	dB	> 30			> 30		> 27	> 25
Intermodulation IM3	dBc	< –150 dBc (2 x 43 dBm carrier)						
Max. effective power per port	W	200 (at 50 °C ambient temperature)			100 (at 50 °C ambient temperature)			
Max. effective power for the antenna	W	300 (at 50 °C ambient temperature)						



936.4450/e Subject to alteration.

Correlation Table

Frequency range	Array	Connector
790– 960 MHz	R1	1–2
1710–2690 MHz	Y1	1–2

Mechanical specifications			
Input		2 x 7-16 female	
Connector position		Bottom	
Wind load (at Rated Wind Speed: 150 km/h)	N   lbf	Frontal:	100   22
		Maximal:	110   25
Max. wind velocity	km/h mph	200 124	
Height / width / depth	mm inches	334 / 260 / 136 13.1 / 10.2 / 5.4	
Category of mounting hardware		L (Light)	
Weight	kg lb	2.8 (tension bands incl.) 6.2 (tension bands incl.)	
Packing size	mm inches	495 x 272 x 157 19.5 x 10.7 x 6.2	
Scope of Supply		Panel and 1 unit of tension bands for 45–125 mm   1.8–4.9 inches diameter	

## Multi-band Low-loss Power Splitters 694–3800

**KATHREIN**  
Antennen · Electronic

For indoor and outdoor use.

2-way Splitter 694–3800

3-way Splitter 694–3800

4-way Splitter 694–3800

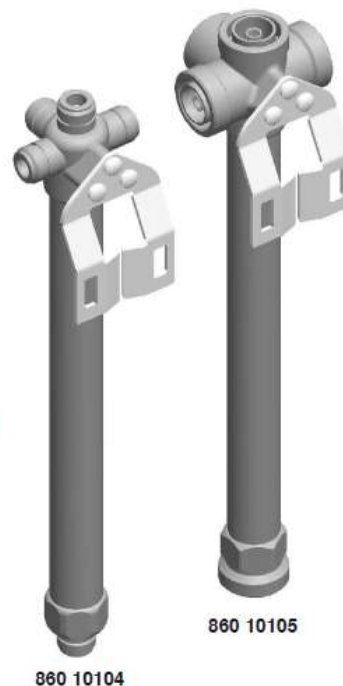
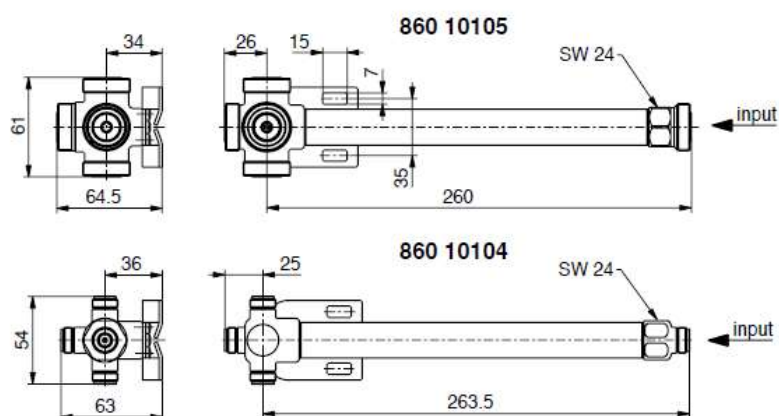
Type No.	860 10100	860 10101	860 10102	860 10103	860 10104	860 10105
Connector (female)	N	7-16	N	7-16	N	7-16
Max. power (at 50 °C ambient temperature)	200 W	700 W	200 W	700 W	200 W	700 W
For connecting ... antennas	2		3		4	
Frequency range	694 – 3800 MHz					
VSWR	694 – 894 MHz: < 1.3 790 – 3800 MHz: < 1.15					
Intermodulation IM3	< –150 dBc (2 x 43 dBm carrier)					
Impedance	50 Ω					
Insertion loss	< 0.05 dB					
Weight	750 g	870 g	760 g	900 g	775 g	960 g
Packing size	300 x 75 x 75 mm					

Material: Brass. Surface treatment: CuSnZn3

Mounting: Bracket for wall mounting included in the scope of supply.  
For pipe mast mounting use clamps listed below (order separately).

DC capability: DC transmission between all terminations (suitable for remote power supply systems).

Environmental conditions: ETS 300 019-1-4 class 4.1 E  
– Low temperature: –55 °C  
– High temperature (dry): +60 °C  
IP 65



## Multi-band Low-loss Power Tappers 694–2700

**KATHREIN**  
Antennen · Electronic

For indoor and outdoor use.

2-way Tapper 694–2700 7.0 /1.0dB

2-way Tapper 694–2700 10.5/0.5dB

2-way Tapper 694–2700 15.3/0.3dB

Type No.	86010150	86010151	86010152
Frequency range	694 – 2700 MHz		
Tap Loss			
Input ↔ P <sub>1</sub>	–1.0 dB	–0.5 dB	–0.3 dB
Input ↔ P <sub>2</sub>	–7.0 dB	–10.5 dB	–15.3 dB
For connecting ... antennas	2		
Insertion loss	< 0.05 dB		
Impedance	50 Ω		
VSWR	694 – 2700 MHz: < 1.5		
Intermodulation IM3	< –150 dBc ( 2 x 43 dBm carrier)		
Max. power per input	500 W (at 50 °C ambient temperature)		
Connector	7-16 female		
Weight	Approx. 1.3 kg		
Packing size	310 x 93 x 112 mm		
Max. size	244 / 90 / 55 mm		

Material: Housing: Aluminum.  
Inner conductor: Brass.

DC capability: DC transmission only between input and port P<sub>1</sub>.  
P<sub>2</sub> is coupled capacitively.

Mounting: Bracked for wall mounting included in the scope of supply.  
For pipe mast mounting use clamps listed below (order separately).

Environmental conditions: IP 65



### Clamps (order separately)

Type No.	Description	Remarks
734360	1 tension band	Mast: 34 – 60 mm diameter
734361	1 tension band	Mast: 60 – 80 mm diameter
734362	1 tension band	Mast: 80 – 100 mm diameter
734363	1 tension band	Mast: 100 – 120 mm diameter
734364	1 tension band	Mast: 120 – 140 mm diameter
734365	1 tension band	Mast: 45 – 125 mm diameter



936.4158 Subject to alteration.



## Product Data Sheet

LCF78-50JA-A2



## 7/8" CELLFLEX® Premium Attenuation Low-Loss Foam-Dielectric Coaxial Cable

## Product Description

CELLFLEX® 7/8" premium attenuation low loss flexible cable

Application: Main feed line



7/8" CELLFLEX® Low-Loss Foam Dielectric Coaxial Cable

## Features/Benefits

## • Ultra Low Attenuation

The further reduced attenuation of CELLFLEX® premium attenuation coaxial cable results in extremely efficient signal transfer in your RF system, especially at high frequencies.

## • Complete Shielding

The solid outer conductor of CELLFLEX® coaxial cable creates a continuous RF/EMI shield that minimizes system interference.

## • Low VSWR

Special low VSWR versions of CELLFLEX® coaxial cables contribute to low system noise.

## • Outstanding Intermodulation Performance

CELLFLEX® coaxial cable's solid inner and outer conductors virtually eliminate intermods. Intermodulation performance is also confirmed with state-of-the-art equipment at the RFS factory.

## • High Power Rating

Due to their low attenuation, outstanding heat transfer properties and temperature stabilized dielectric materials, CELLFLEX® cable provides safe long term operating life at high transmit power levels.

## • Wide Range of Application

Typical areas of application are: feedlines for broadcast and terrestrial microwave antennas, wireless cellular, PCS and ESMR base stations, cabling of antenna arrays, and radio equipment interconnects.

## Technical Features

## Structure

Inner conductor:	Copper Tube	[mm (in)]	9.3 (0.37)
Dielectric:	Foam Polyethylene	[mm (in)]	21.5 (0.85)
Outer conductor:	Corrugated Copper	[mm (in)]	25.2 (0.99)
Jacket:	Polyethylene, PE	[mm (in)]	27.8 (1.09)

## Mechanical Properties

Weight, approximately	[kg/m (lb/ft)]	0.43 (0.29)
Minimum bending radius, single bending	[mm (in)]	120 (5)
Minimum bending radius, repeated bending	[mm (in)]	250 (10)
Bending moment	[Nm (lb-ft)]	13.0 (9.6)
Max. tensile force	[N (lb)]	1440 (324)
Recommended / maximum clamp spacing	[m (ft)]	0.8 / 1.0 (2.75 / 3.25)

## Electrical Properties

Characteristic impedance	[Ω]	50 +/- 1
Relative propagation velocity	[%]	90
Capacitance	[pF/m (pF/ft)]	74.0 (22.5)
Inductance	[μH/m (μH/ft)]	0.185 (0.056)
Max. operating frequency	[GHz]	5
Jacket spark test RMS	[V]	8000
Peak power rating	[kW]	85
RF Peak voltage rating	[V]	2920
DC-resistance inner conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	1.62 (0.494)
DC-resistance outer conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	1.34 (0.408)

## Recommended Temperature Range

Storage temperature	[°C (°F)]	-70 to +85 (-94 to +185)
Installation temperature	[°C (°F)]	-40 to +80 (-40 to +140)
Operation temperature	[°C (°F)]	-50 to +85 (-58 to +185)

## Other Characteristics

Fire Performance: Halogene Free

VSWR Performance: Premium for 806 - 960 MHz [dB (VSWR)] 24 (1.135:1)

Other Options: Phase stabilized and phase matched cables and assemblies are available upon request.

Frequency [MHz]	Attenuation		Power [kW]
	[dB/100m]	[dB/100ft]	
0.5	0.0780	0.0238	85.0
1.0	0.110	0.0336	85.0
1.5	0.135	0.0412	73.6
2.0	0.156	0.0476	63.7
10	0.351	0.107	28.3
20	0.498	0.152	20.0
30	0.612	0.186	16.2
50	0.793	0.242	12.5
88	1.06	0.323	9.38
100	1.13	0.345	8.80
108	1.18	0.358	8.42
150	1.39	0.425	7.15
174	1.50	0.458	6.63
200	1.62	0.493	6.14
300	2.0	0.608	4.97
400	2.32	0.707	4.28
450	2.47	0.753	4.02
500	2.61	0.796	3.81
512	2.64	0.806	3.77
600	2.88	0.876	3.45
700	3.12	0.951	3.19
750	3.24	0.987	3.07
800	3.35	1.02	2.97
824	3.41	1.04	2.91
894	3.56	1.08	2.79
900	3.57	1.09	2.78
925	3.62	1.10	2.75
960	3.70	1.13	2.69
1000	3.78	1.15	2.63
1250	4.27	1.30	2.33
1400	4.54	1.38	2.19
1500	4.71	1.44	2.11
1700	5.05	1.54	1.97
1800	5.21	1.59	1.91
2000	5.52	1.68	1.80
2100	5.67	1.73	1.75
2200	5.82	1.77	1.71
2400	6.11	1.86	1.63
2500	6.25	1.91	1.59
2600	6.39	1.95	1.56
2700	6.53	1.99	1.52
3000	6.93	2.11	1.43
3500	7.56	2.30	1.31
4000	8.16	2.49	1.22
4600	9.17	2.80	1.08
5000	9.28	2.83	1.07

Attenuation at 20°C (68°F) cable temperature  
Mean power rating at 40°C (104°F) ambient temperature

All information contained in the present datasheet is subject to confirmation at time of ordering

RFS The Clear Choice®

LCF78-50JA-A2

Rev: A1 / 10., MAY. 2011

Please visit us on the internet at <http://www.rfs-world.com/>

Radio Frequency Systems

## Product Data Sheet

LCFS114-50JA-A2



## 1-1/4" CELLFLEX® Low-Loss Foam-Dielectric Coaxial Cable

## Product Description

CELLFLEX® 1-1/4" premium attenuation low loss flexible cable

Application: Main feed line



1-1/4" CELLFLEX® Low-Loss Foam Dielectric Coaxial Cable

## Features/Benefits

## • Ultra Low Attenuation

The further reduced attenuation of CELLFLEX® premium attenuation coaxial cable results in extremely efficient signal transfer in your RF system, especially at high frequencies.

## • Complete Shielding

The solid outer conductor of CELLFLEX® coaxial cable creates a continuous RF/EMI shield that minimizes system interference.

## • Low VSWR

Special low VSWR versions of CELLFLEX® coaxial cables contribute to low system noise.

## • Outstanding Intermodulation Performance

CELLFLEX® coaxial cable's solid inner and outer conductors virtually eliminate intermods. Intermodulation performance is also confirmed with state-of-the-art equipment at the RFS factory.

## • High Power Rating

Due to their low attenuation, outstanding heat transfer properties and temperature stabilized dielectric materials, CELLFLEX® cable provides safe long term operating life at high transmit power levels.

## • Wide Range of Application

Typical areas of application are: feedlines for broadcast and terrestrial microwave antennas, wireless cellular, PCS and ESMR base stations, cabling of antenna arrays, and radio equipment interconnects.

## Technical Features

## Structure

Inner conductor:	Copper Tube	[mm (in)]	13.1 (0.52)
Dielectric:	Foam Polyethylene	[mm (in)]	31.2 (1.23)
Outer conductor:	Corrugated Copper	[mm (in)]	36.0 (1.42)
Jacket:	Polyethylene, PE	[mm (in)]	39.0 (1.54)

## Mechanical Properties

Weight, approximately	[kg/m (lb/ft)]	1.0 (0.67)
Minimum bending radius, single bending	[mm (in)]	200 (8)
Minimum bending radius, repeated bending	[mm (in)]	380 (15)
Bending moment	[Nm (lb-ft)]	38 (28)
Max. tensile force	[N (lb)]	2490 (560)
Recommended / maximum clamp spacing	[m (ft)]	1.0 / 1.2 (3.25 / 4.0)

## Electrical Properties

Characteristic impedance	[Ω]	50 +/- 1
Relative propagation velocity	[%]	89
Capacitance	[pF/m (pF/ft)]	75.0 (22.9)
Inductance	[μH/m (μH/ft)]	0.188 (0.057)
Max. operating frequency	[GHz]	3.6
Jacket spark test RMS	[V]	10000
Peak power rating	[kW]	176
RF Peak voltage rating	[V]	4200
DC-resistance inner conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	0.83 (0.25)
DC-resistance outer conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	0.76 (0.23)

## Recommended Temperature Range

Storage temperature	[°C (°F)]	-70 to +85 (-94 to +185)
Installation temperature	[°C (°F)]	-40 to +60 (-40 to +140)
Operation temperature	[°C (°F)]	-50 to +85 (-58 to +185)

## Other Characteristics

Fire Performance:	Halogene Free	
VSWR Performance:	Premium for 806 - 960 MHz	[dB (VSWR)] 24 (1.135:1)
Other Options:	Phase stabilized and phase matched cables and assemblies are available upon request.	

Frequency [ MHz ]	Attenuation		Power [ kW ]
	[ dB/100m ]	[ dB/100ft ]	
0.5	0.0558	0.0170	176
1.0	0.0790	0.0241	139
1.5	0.0969	0.0295	113
2.0	0.112	0.0341	98.2
10	0.252	0.0768	43.6
20	0.358	0.109	30.7
30	0.440	0.134	25.0
50	0.572	0.174	19.2
88	0.765	0.233	14.4
100	0.817	0.249	13.5
108	0.851	0.259	12.9
150	1.01	0.308	10.9
174	1.09	0.332	10.1
200	1.17	0.358	9.40
300	1.45	0.443	7.58
400	1.69	0.517	6.50
450	1.81	0.550	6.07
500	1.91	0.582	5.76
512	1.94	0.590	5.67
600	2.11	0.643	5.21
700	2.29	0.699	4.80
750	2.38	0.726	4.62
800	2.47	0.752	4.45
824	2.51	0.764	4.38
894	2.62	0.799	4.20
900	2.63	0.802	4.18
925	2.67	0.815	4.12
960	2.73	0.831	4.03
1000	2.79	0.850	3.94
1250	3.16	0.963	3.48
1400	3.37	1.03	3.26
1500	3.50	1.07	3.14
1900	4.0	1.22	2.75
2000	4.12	1.26	2.67
2100	4.24	1.29	2.59
2200	4.35	1.33	2.53
2500	4.69	1.43	2.34
2600	4.80	1.46	2.29
2700	4.90	1.49	2.24
3000	5.21	1.59	2.11
3300	5.51	1.68	2.00
3600	5.80	1.77	1.90
3700	5.90	1.80	1.86
3800	5.99	1.83	1.84

Attenuation at 20°C (68°F) cable temperature  
Mean power rating at 40°C (104°F) ambient temperature

All information contained in the present datasheet is subject to confirmation at time of ordering

RFS The Clear Choice®

LCFS114-50JA-A2

Rev: A0

Please visit us on the internet at <http://www.rfsworld.com/>

Radio Frequency Systems

## 2.5. FREKVENČNÍ PLÁNOVÁNÍ

### 2.5.1 Přehled frekvenčního pásma

Frekvenční pásmo alokované pro GSM-R skupinou ETSI je [876 MHz – 880 MHz] ve směru mobilní zařízení – základnová stanice a [921 MHz – 925 MHz] ve směru opačném. Kanálová rozteč je 200 kHz, tudíž pro služby v pásmu GSM-R je možno použít 19 kanálů.

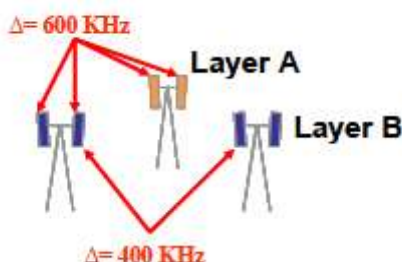
Každý frekvenční kanál je jednoznačně identifikován svým kanálovým číslem absolutní rádiové frekvence (ARFCN – Absolute Radio Frequency Channel Number) jak je popsáno níže.

Tab. 2. Kmitočty a kanály v systému GSM-R

ARFCN number	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973
$F_{\text{lower}(n)}$ , MHz	876,2	876,4	876,6	876,8	877,0	877,2	877,4	877,6	877,8	878,0	878,2	878,4	878,6	878,8	879,0	879,2	879,4	879,6	879,8
$F_{\text{upper}(n)}$ , MHz	921,2	921,4	921,6	921,8	922,0	922,2	922,4	922,6	922,8	923,0	923,2	923,4	923,6	923,8	924,0	924,2	924,4	924,6	924,8

Z důvodu omezení úrovně interferencí a dobré izolace mezi frekvenčními kanály je doporučeno dodržovat kanálový odstup minimálně 600 kHz mezi frekvencemi použitými ve stejné lokalitě a 400 kHz mezi frekvencemi sousedních lokalit.

Při použití dvouvrstvé sítě s prokládanými základnovými stanicemi je rovněž doporučen kanálový odstup minimálně 600 kHz mezi sousedními lokalitami, které patří do různých vrstev.



Další omezující podmínkou frekvenčního návrhu je nutnost dodržovat v blízkosti mezinárodních hranic dohodu o používání preferenčních kmitočtů pro každý jednotlivý stát.

Tab. 3. Preferenční kmitočty a kanály v systému GSM-R v hraniční oblasti ČR a SRN

Frekvence [MHz]		Kanál	D
spodní	horní		CZE
876,2000	921,2000	955	D
876,4000	921,4000	956	D
876,6000	921,6000	957	CZE
876,8000	921,8000	958	CZE
877,0000	922,0000	959	CZE
877,2000	922,2000	960	D
877,4000	922,4000	961	D
877,6000	922,6000	962	CZE
877,8000	922,8000	963	D
878,0000	923,0000	964	CZE
878,2000	923,2000	965	CZE
878,4000	923,4000	966	D
878,6000	923,6000	967	D
878,8000	923,8000	968	CZE
879,0000	924,0000	969	D
879,2000	924,2000	970	D
879,4000	924,4000	971	CZE
879,6000	924,6000	972	D
879,8000	924,8000	973	CZE



## 3. RÁDIOVÝ NÁVRH

### 3.1. POŽADAVKY NA POKRYTÍ

Základním požadavkem bylo splnění kritérií EIRENE pro ETCS úroveň 2/3 pro všechny tratě, které jsou předmětem tohoto plánování, to jest splnit:

- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dB $\mu$ V/m (-95 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nižší nebo rovné 220 km/h.

### 3.2. PLÁNOVÁNÍ BUNĚK

Plánování buněk je založeno na užití metody predikce pokrytí radiovým signálem. Tato metoda bere v úvahu terénní profil, využití krajiny a vektorová data s popisem, silnic, řek, železnic ap. Použitím plánovacího programu se predikované pokrytí simuluje na digitálním modelu terénu (DTM). Vstupními hodnotami jsou parametry týkající se základnových stanic a antén.

#### 3.2.1 Geografická databáze

Informace o terénu, užití krajiny a vektorová data byla získána z map s vysokou rozlišitelností.

Tento geografický produkt zahrnuje plochu celé České republiky a obsahuje:

- Digitální model terénu (DTM) s rozlišením 20 m
- Ortomapy s rozlišením 20 m
- Krajinné využití (morfologie) s rozlišením 20 m
- Vrstvu vektorových dat
- Morfologie s rozlišením 20 m

#### MORFOLOGIE

Ke každému obrazovému bodu je přiřazena hodnota, která koresponduje s kódy reprezentujícími typ využití krajiny (třídu). Bylo použito 19 tříd (moře, vnitrozemské vodstvo, mokřiny, neúrodná půda, traviny (zemědělské), pastviny, lesnatá oblast, lesy, vesnice, předměstí, město, hustá městská zástavba, střed města, stavební prvky, průmyslová zóna, letiště, volná plocha ve městě a nezařazené oblasti). Typ krajiny ovlivňuje šíření rádiového signálu a je s ním tedy počítáno při predikci pokrytí.







#### 3.2.2 Model šíření

Modely šíření elektromagnetických vln jsou v podstatě založené na modelu Hata, který uplatňuje faktory útlumu pro jednotlivá prostředí, jako je hustá zástavba, město nebo volná krajina či les. Tyto faktory se pak buď přičítají nebo odečítají k hodnotám predikovaným Hata modelem.

#### 3.2.3 Nástroj pro plánování buněk

Jako softwarový nástroj pro plánování byl použit program Forsk Atoll v.3.4. Jedná se o komplexní a funkčně bohatý nástroj pro plánování mobilních sítí. Tento program je široce využíván pro plánování sítí GSM i ostatních bezdrátových sítí.

Pro plánování buněk byly vzaty v úvahu tato prahové hodnoty vycházející linkové rozvahy:

		Min	Max	Legend
1		-62,7		Best Signal Level (dBm) $\geq -62,7$
2		-75		ETCS L3 line - Signal Level (dBm) $\geq -75$
3		-78		ETCS L2 line - Signal Level (dBm) $\geq -78$
4		-81		nonETCS line - Signal Level (dBm) $\geq -81$
5		-84		Best Signal Level (dBm) $\geq -84$
6		-95		Best Signal Level (dBm) $\geq -95$

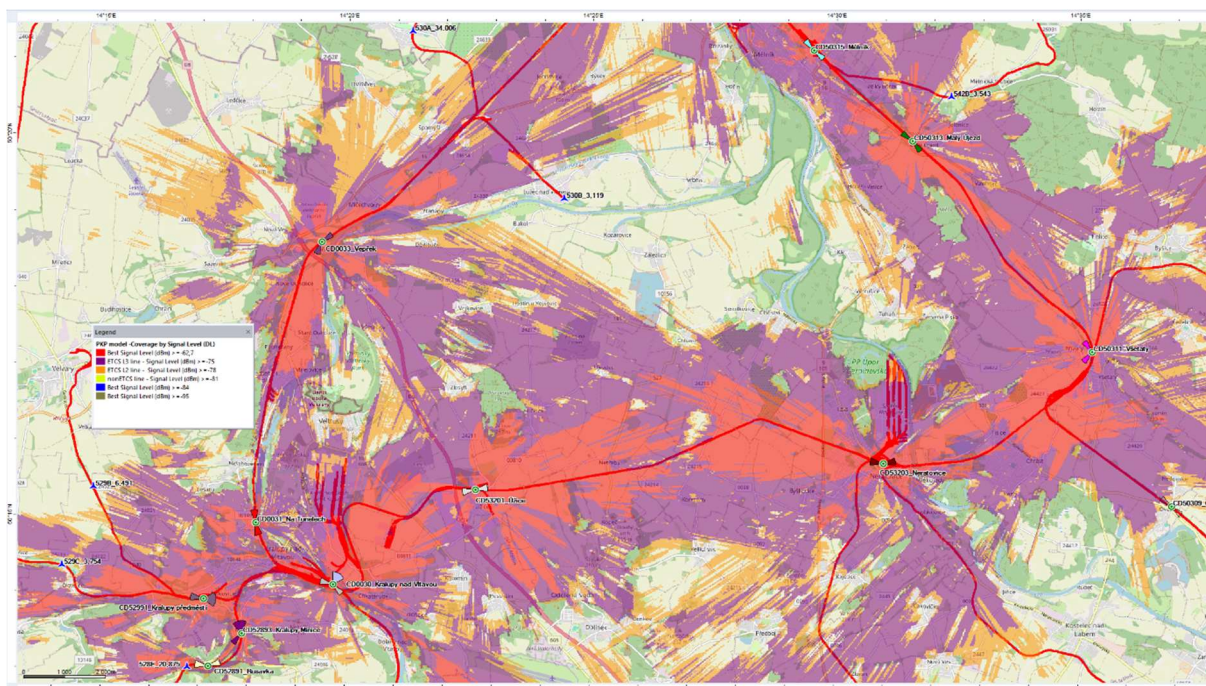
Obr. 6. Zobrazení signálových úrovní v programu Atoll

## 4. STÁVAJÍCÍ UMÍSTĚNÍ BTS SYSTÉMU GSM-R

Následující obrázky představují grafický výstup z plánovacího nástroje Atoll, kterým byly simulovány základnové stanice na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb. Při simulaci byly použity stávající lokality a parametry základnových stanic, tj. výška umístění anténního systému nad kolejemi, použité antény a jejich směřování, případně použití nesymetrického dělení vysílacího výkonu do antén.

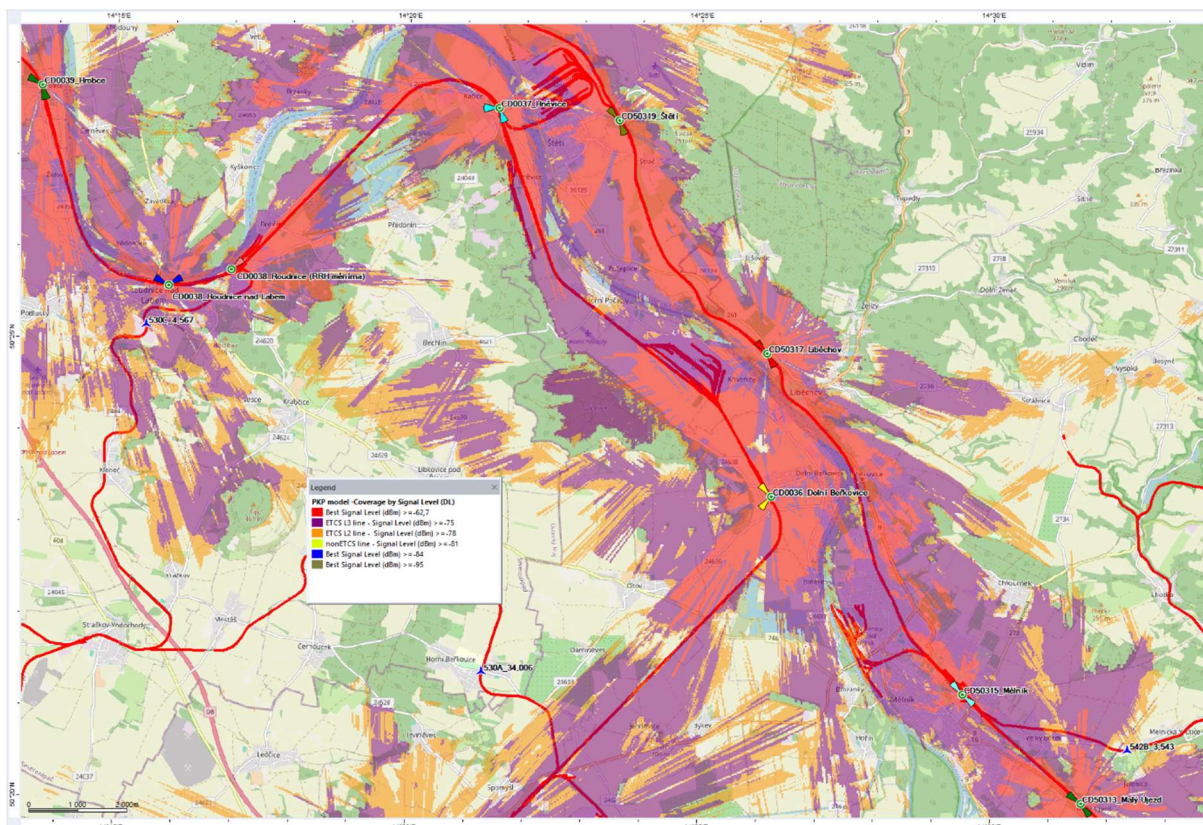
### 4.1. MAPA S PREDIKCÍ SIGNÁLU

V následujících obrázcích je zobrazena predikovaná úroveň signálu. Průběh železniční trati je zobrazen silnou červenou čarou.

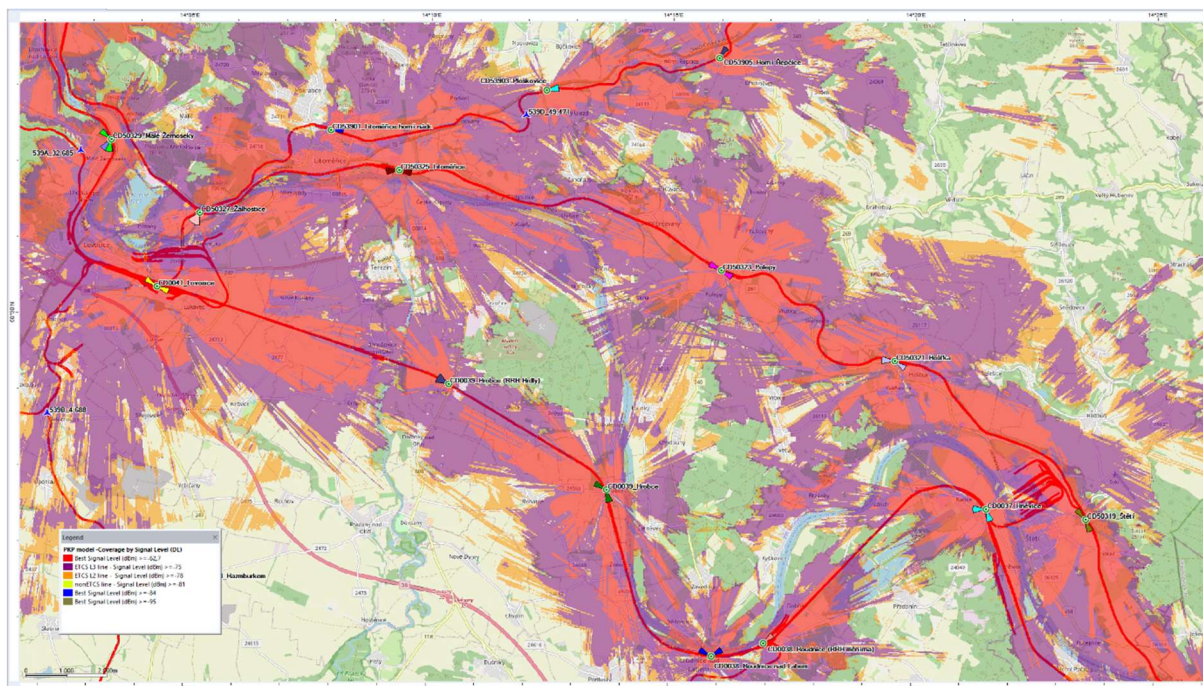


Obr. 7. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 1)





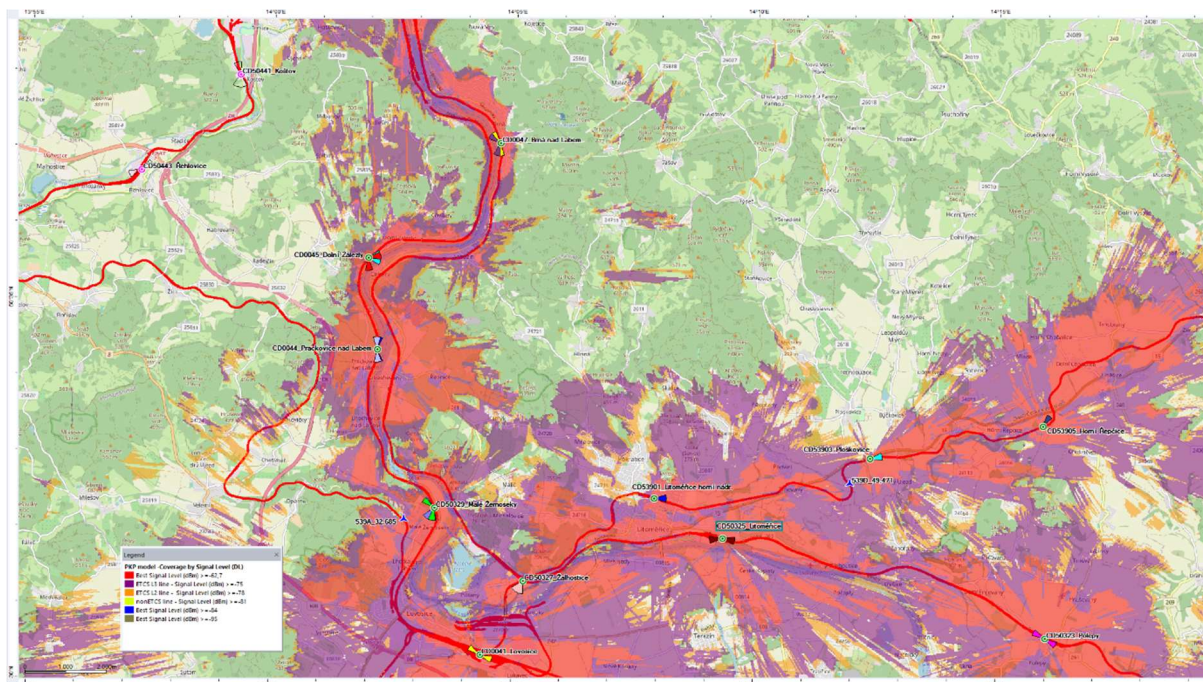
Obr. 8. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 2)



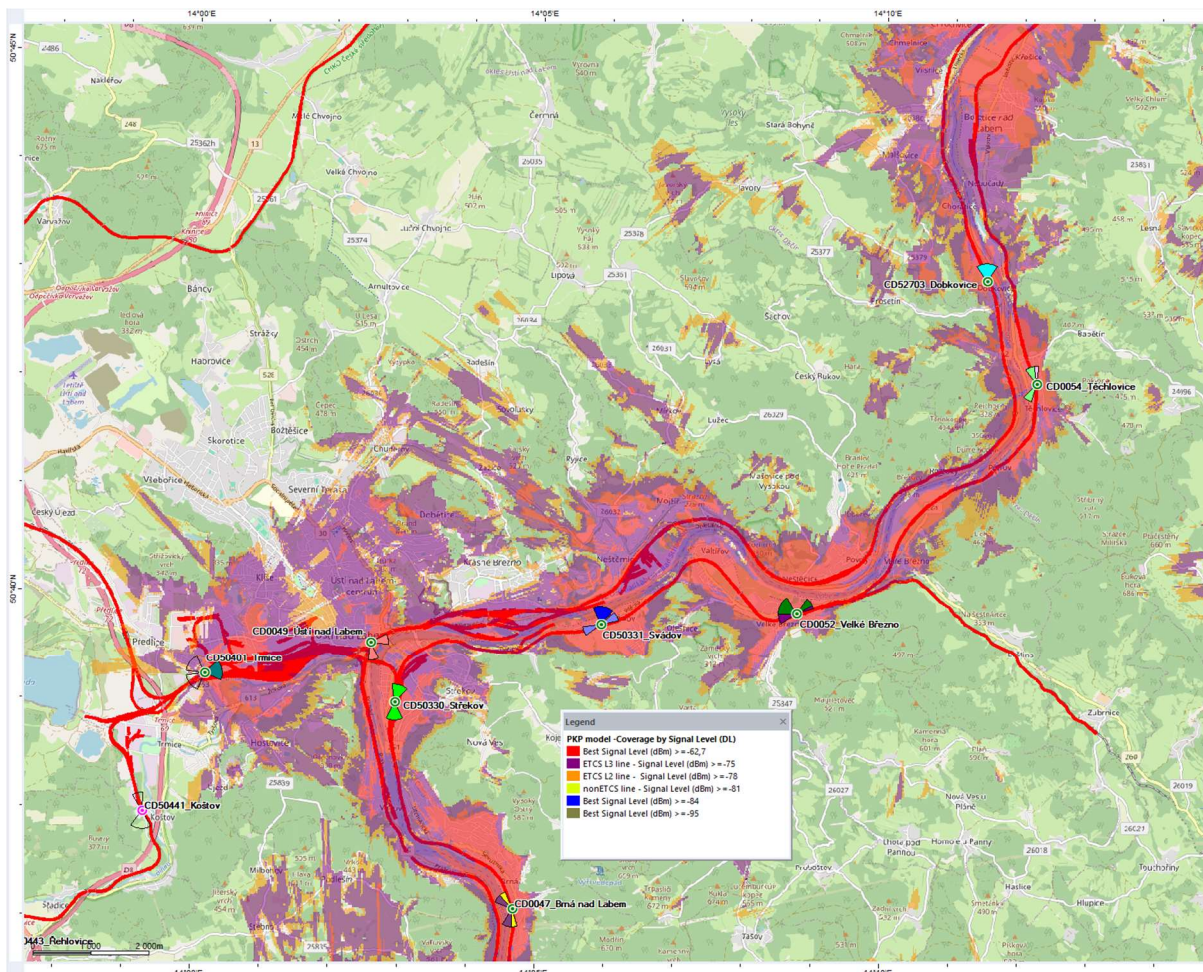
Obr. 9. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 3)



## Úprava rádiové sítě pro projekt ETCS státní hranice Německo – Kralupy nad Vltavou

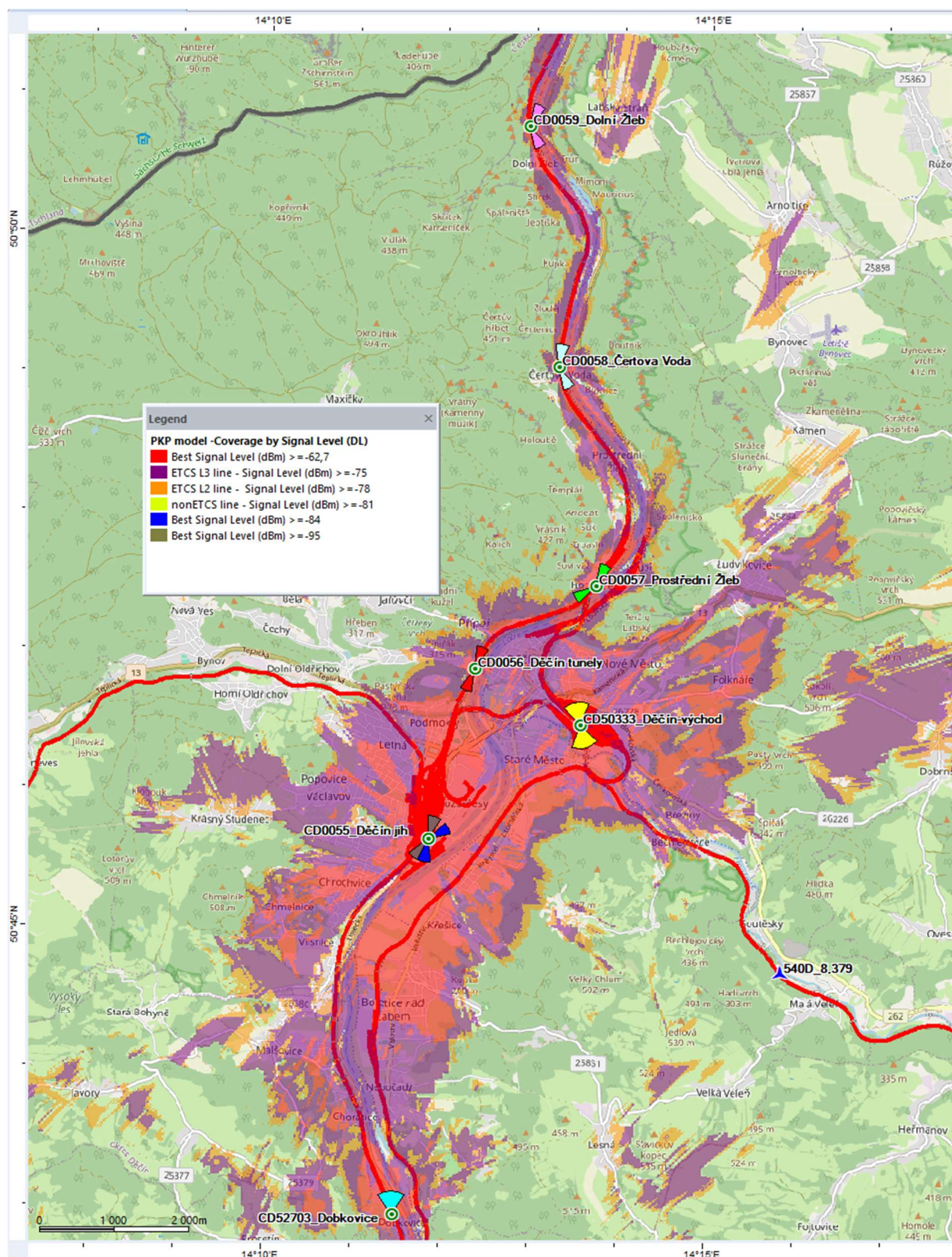


Obr. 10. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 4)



Obr. 11. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 5)





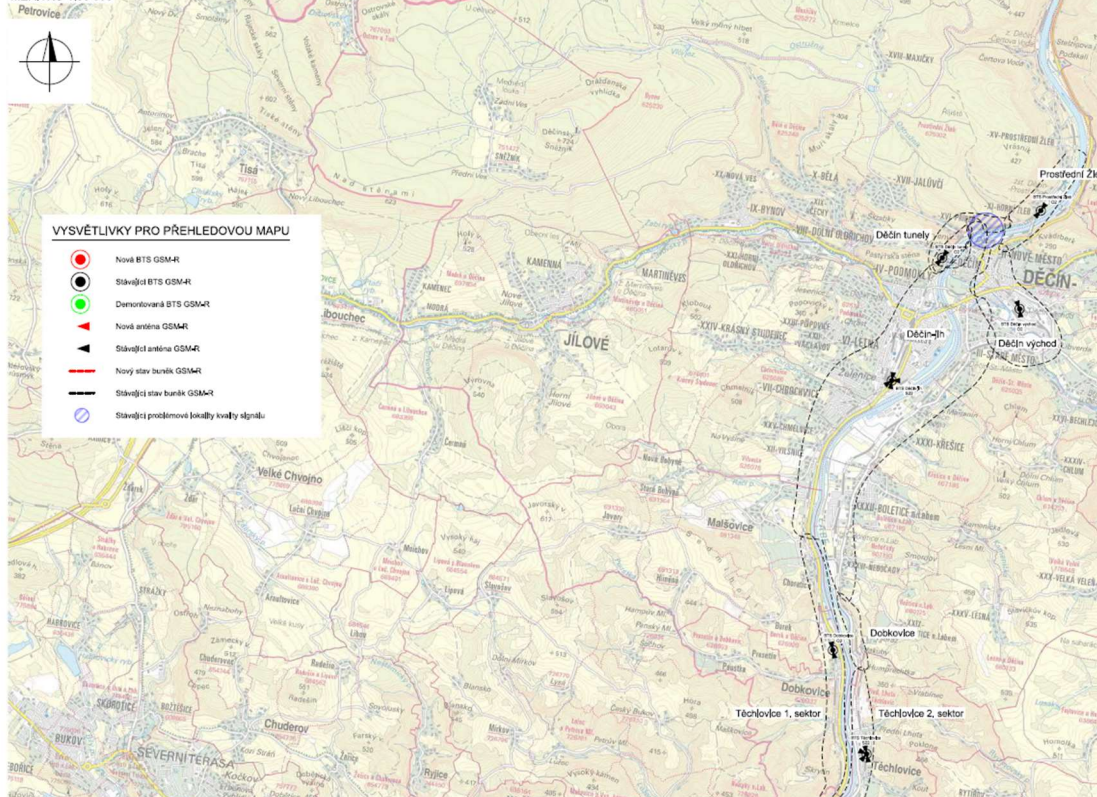
Obr. 12. Predikovaná úroveň signálu na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb (část 6)



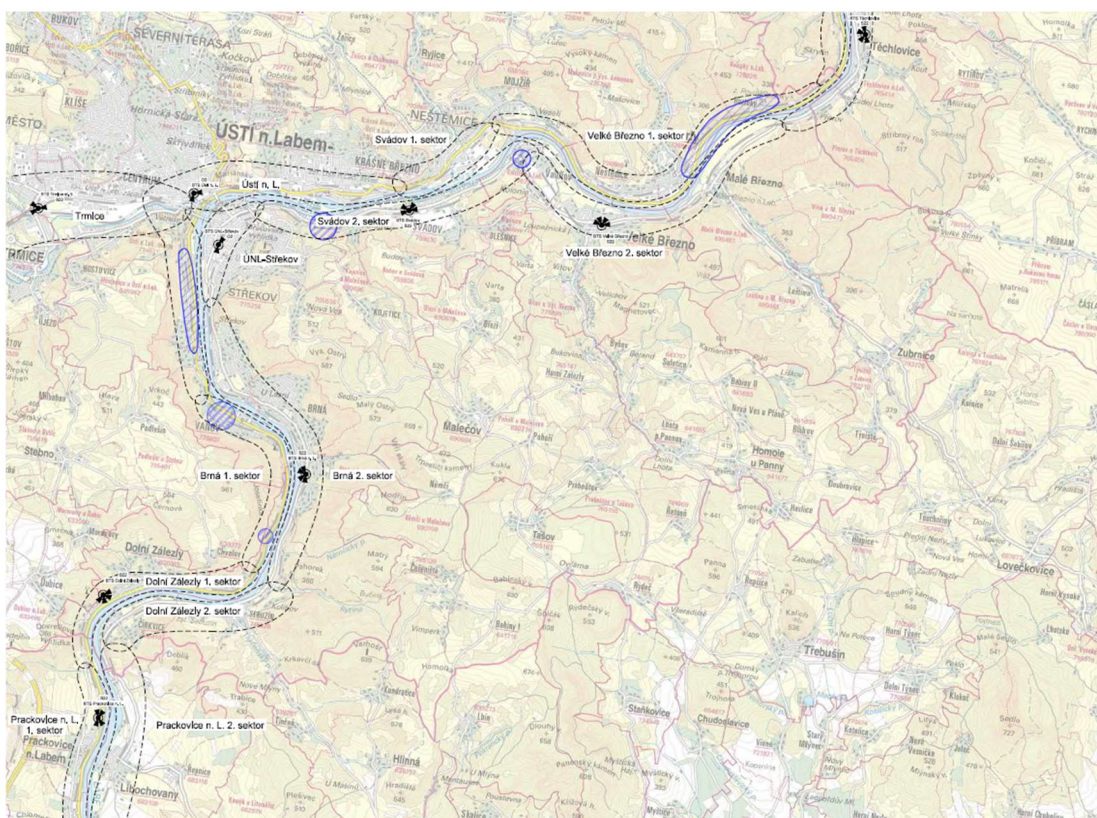
## 4.2. STÁVAJÍCÍ SITUACE – PŘEHLEDNÉ MAPOVÉ PODKLADY

### GSM-R STÁVAJÍCÍ SITUACE

MÉRÍTKO 1:50 000

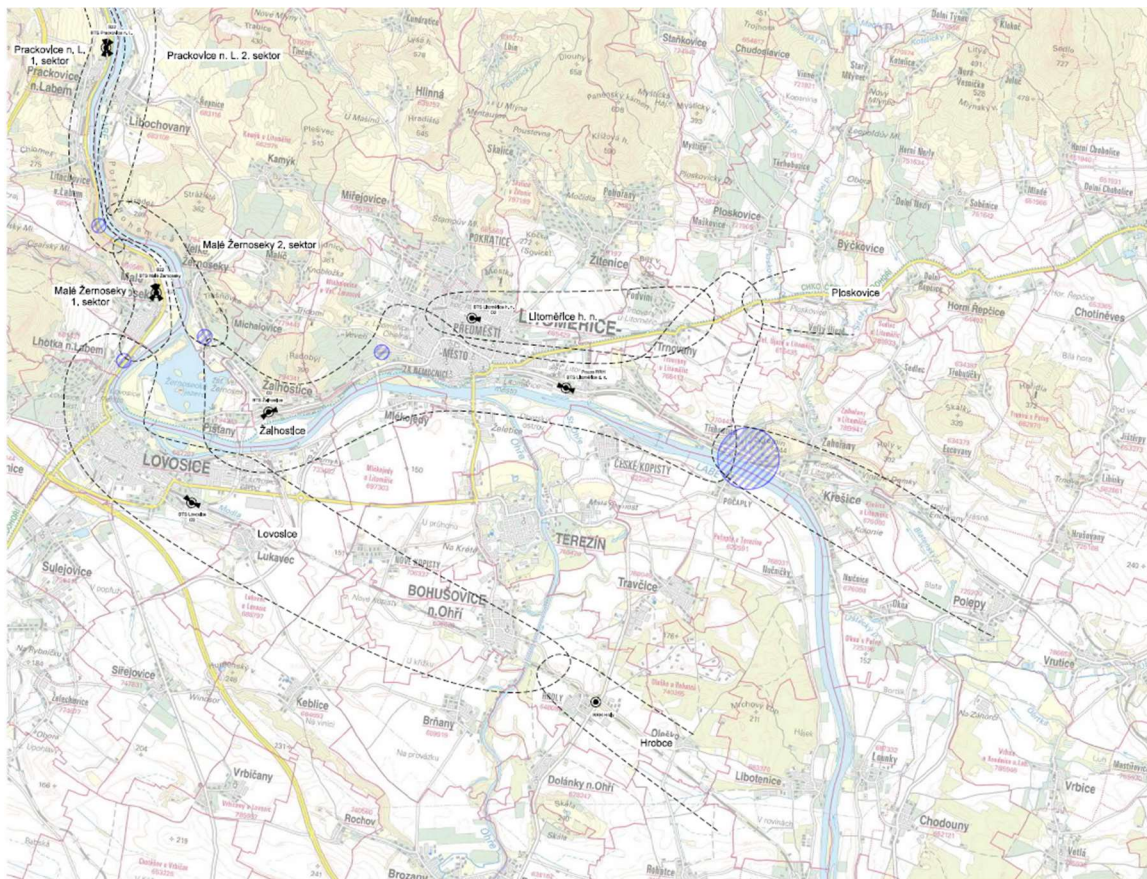


Obr. 13. Stávající situace na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb – přehled (část 1)



Obr. 14. Stávající situace na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb – přehled (část 2)





Obr. 15. Stávající situace na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – Dolní Žleb – přehled (část 3)



## 5. NÁVRH ŘEŠENÍ

V současné době jsou základnové stanice (BTS) od Lovosic až po Děčín koncipovány jako dvousektorové, přičemž sektory jsou dedikovány zvlášť pro pravý či levý břeh Labe a konfiguračně je tak zajištěno, aby tyto trati byly z hlediska rádiového odděleny.

Zrušením tohoto oddělení pravého a levého břehu je možné tyto BTS opět konfigurovat jako jednosektorové vzhledem k tomu, že rádiovým signálem jsou dostatečně pokryty oba břehy ze stávajících BTS i v případě konfigurace BTS pouze s jedním sektorem.

Tímto sloučením pravého a levého břehu do jednoho sektoru dojde k redukci používaných frekvencí. Je však možné využít změnu v konfiguraci BTS z O2 na O3 případně na O4 a tímto způsobem navýšit počet hovorových kanálů v některých lokalitách.

Redukcí počtu používaných frekvencí však může dojít i k redukci možného výskytu rušení a tím i degradaci kvality signálu GSM-R.

Nové základnové stanice pak mohou být přidávány z důvodu posílení signálu v některých úsecích, případně pro zlepšení kvality signálu nebo z hlediska optimalizace předání spojení (handover)

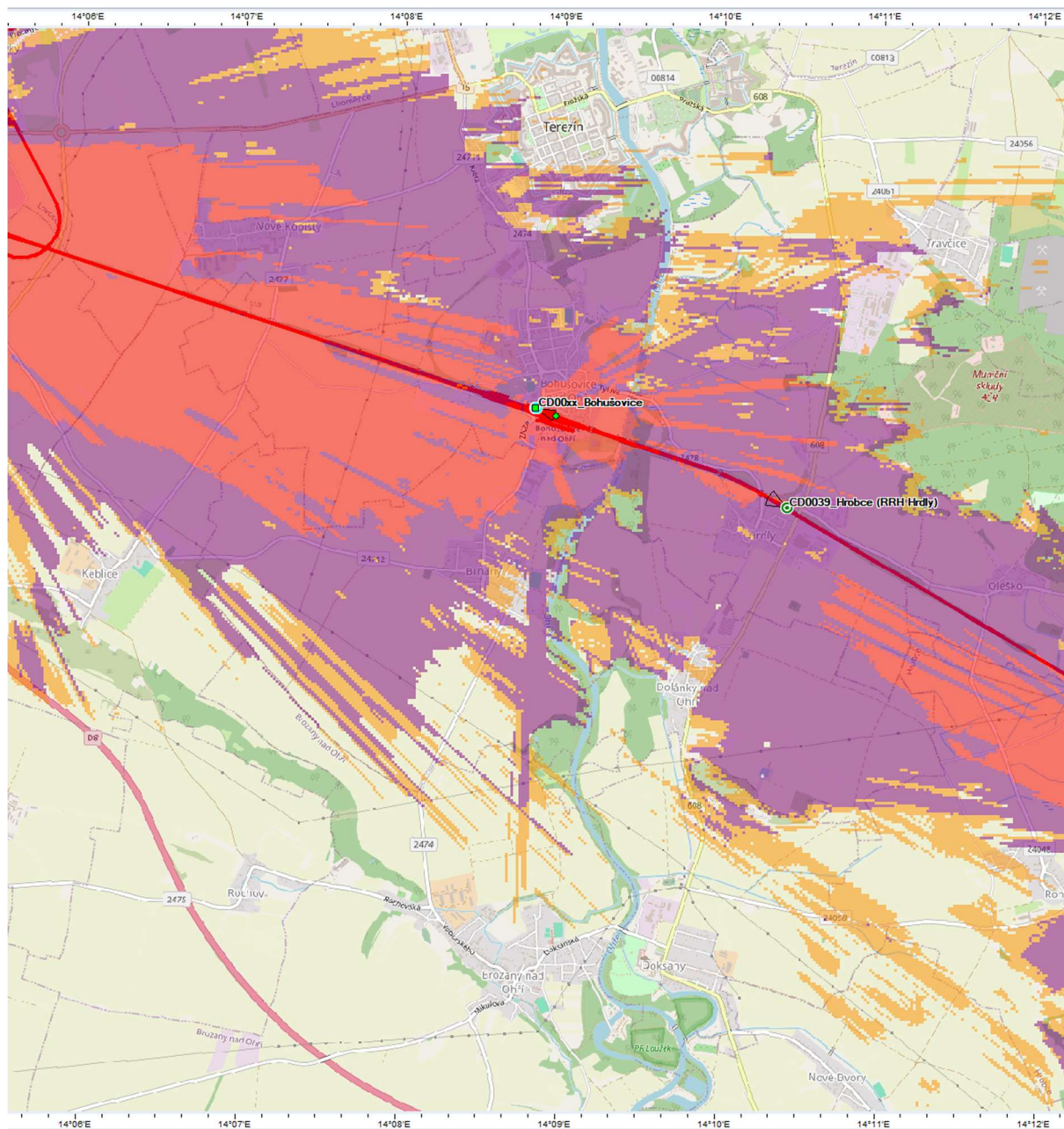
Simulace pokrytí v plánovacím softwaru nemůže plně postihnout všechny anomálie, které se mohou vyskytnout na některých místech. Proto v naší studii používáme i mapové podklady, které vycházejí z dat získaných při měřících jízdách. V mapových podkladech stávající přehledné situace, je tak možné najít několik míst, kde signál GSM-R nedosahuje potřebných parametrů zejména z hlediska kvality signálu.

### 5.1. OBLAST LOVOSICE – HROBCE

V tomto úseku trati je v současné době realizován vysílací bod Hrdly, kde je umístěn RRH ve repeater módu ze základnové stanice Hrobce. Z kontrolních měření signálu GSM-R lze zjistit menší problémy s kvalitou signálu v okolí zastávky Bohušovice nad Ohří.

Pro odstranění tohoto problému je možné zrealizovat toto řešení:

- Zrušit vystrčený vysílač Hrdly v repeater módu
- Vybudovat novou základnovou stanici v zastávce Bohušovice nad Ohří se stožárem o výšce 20 m a jednou anténou směřovanou k zastávce Hrobce



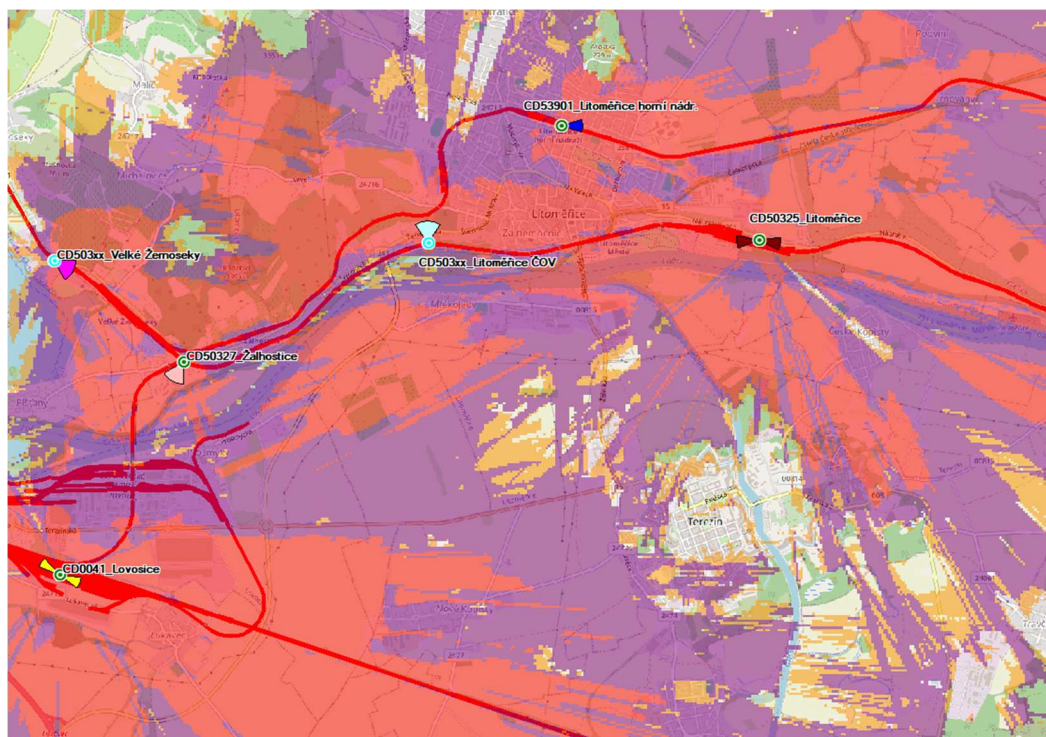
Obr. 16. Simulace nové základnové stanice Bohušovice nad Ohří

## 5.2. OBLAST LITOMĚŘIC

V této oblasti, která je poměrně složitá z dopravního hlediska, se dosti obtížně nastavují všechny potřebné parametry pro správné předávání spojení a oddělení provozu na hlavní a odbočné trati, neboť chování rádiového signálu je též ovlivněno ročním obdobím a počasím.

K eliminaci nežádoucího chování při předávání spojení v této oblasti by bylo zapotřebí realizovat toto:

- V lokalitě Litoměřice u čističky odpadních vod vybudovat nový vysílací bod, vzdálené RRH v repeater módu z BTS Žalhostice s jednou anténou směřovanou na trať k zastávce Litoměřice, horní nádraží. Výška stožáru 25 m.
- V lokalitě Velké Žernoseky vybudovat vysílač v repeater módu z BTS Žalhostice, jedna anténa ve výšce 15 m bude směřována do Žalhostic.



Obr. 17. Simulace BTS v oblasti Litoměřic s navrhovanými úpravami

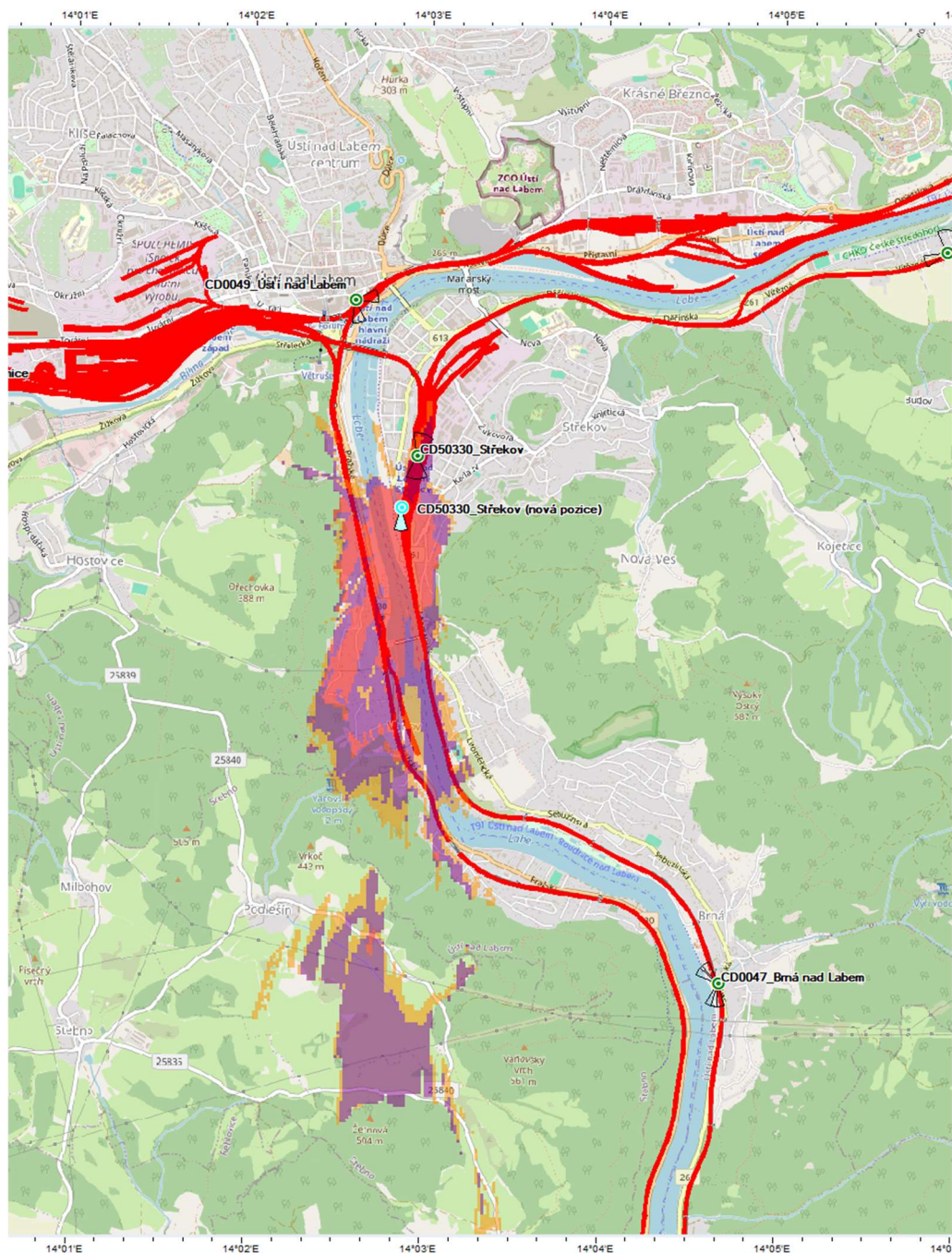
- Pro zlepšení kvality signálu na úseku trati mezi BTS Litoměřice, dolní nádraží a BTS Polepy, zejména v okolí Křešic, bude nutné realizovat novou základnovou stanici Třeboutice se stožárem o výšce 20 m.



### 5.3. OBLAST ÚSTÍ NAD LABEM

V této oblasti je v současné době v provozu základnová stanice, která je umístěna ve výpravní budově ve stanici Střekov. Vzhledem k tomu, že již nebude možné nadále využívat tuto budovu k provozu BTS Střekov, bylo vytipováno nové místo.

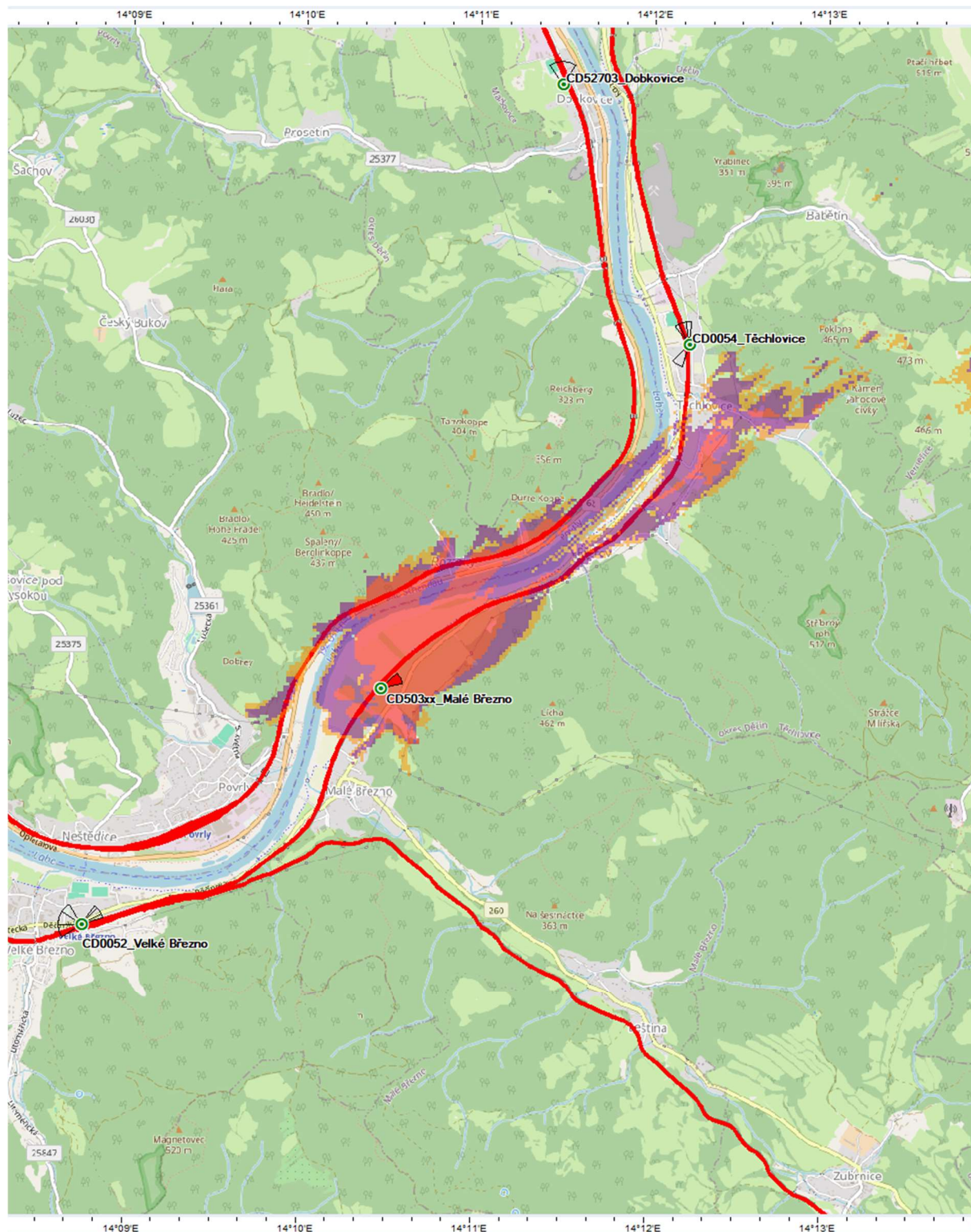
Zde bude zřízena BTS se stožárem o výšce 13 m a jednou anténou namířenou na trať ve směru na Lovosice.



Obr. 18. Simulace BTS Střekov z nového umístění

## 5.4. OBLAST VELKÉ A MALÉ BŘEZNO

Z důvodu posílení signálu bude zapotřebí zrealizovat vysílací bod v zastávce Malé Březno jako vystrčené RRH ze základnové stanice Těchlovice. Jedna anténa ve výšce 25 m nad kolejemi bude namířena ve směru na Děčín.

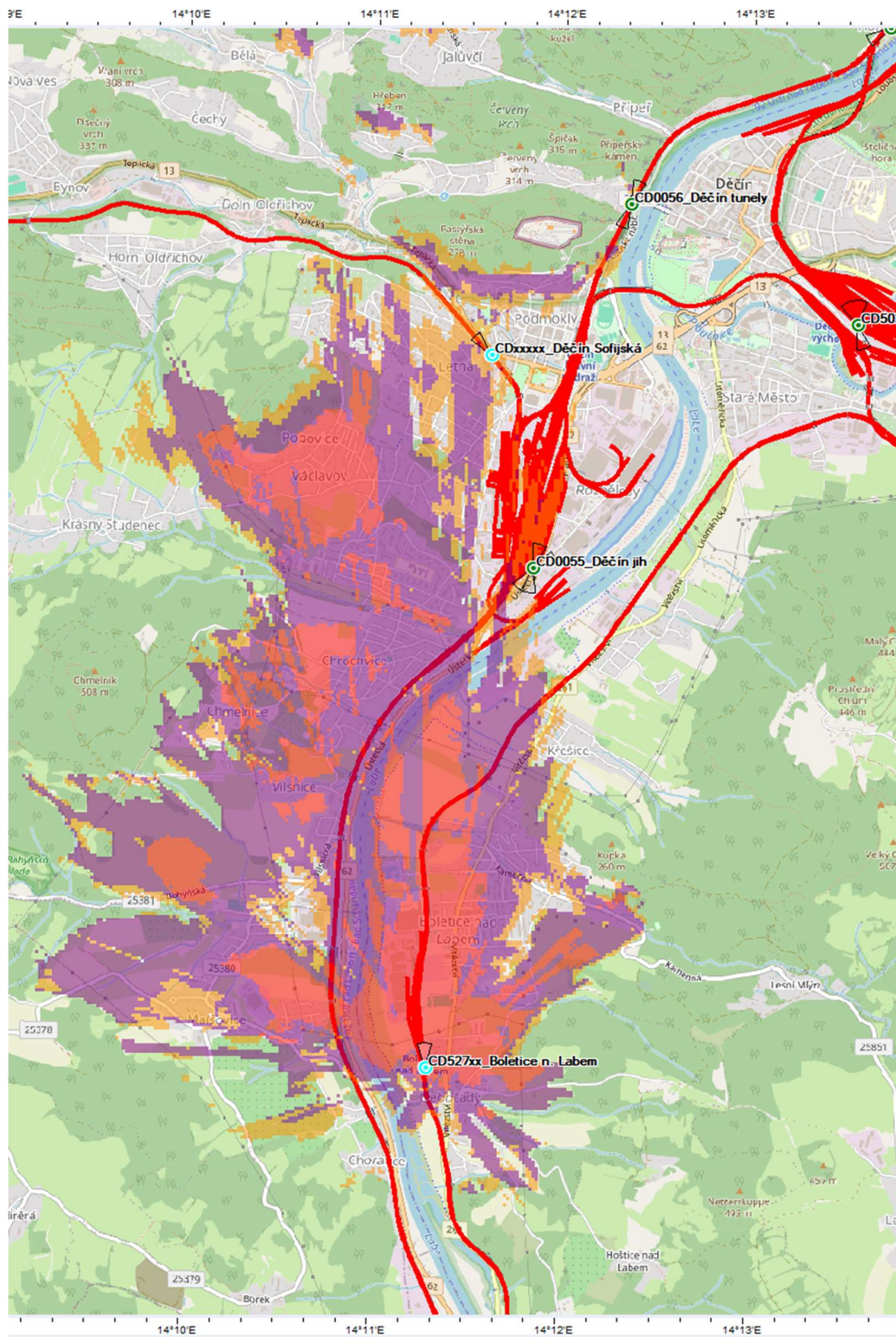


Obr 19. Simulace nové základnové stanice Malé Březno



## 5.5. OBLAST DĚČÍN

Pro zvýšení úrovně signálu GSM-R i jeho kvality v oblasti jižně od Děčína bude nutné zrealizovat základnovou stanici v zastávce Boletice. Jedna anténa ve výšce 25 m nad kolejemi bude opět směřovat pouze na Děčín.



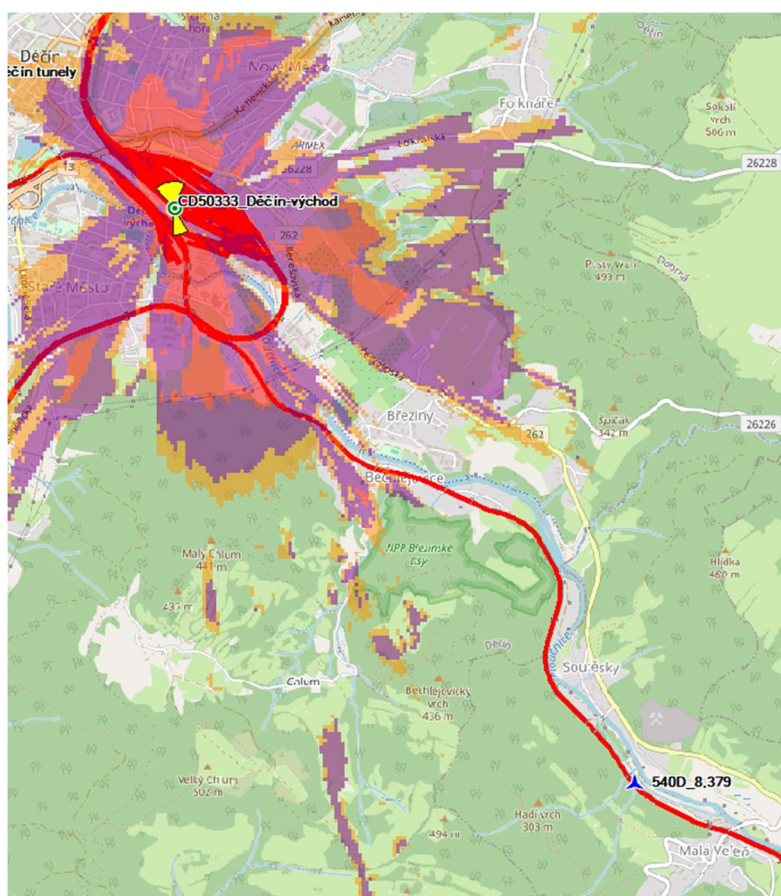
Obr 20. Simulace nové základnové stanice Boletice

Pro zvýšení úrovně a kvality signálu GSM-R v severní oblasti od Děčína od tunelu Červená skála ve směru k Prostřednímu Žlebu je možné na budově Správy železnic v části Děčín-Přípěř vybudovat vysílací bod jako vzdálené RRH ze základnové stanice Děčín-tunely. Stožár pro antény by byl umístěn na budově a jeho výška cca 5m.

### 5.6. POKRYTÍ ODBOČNÝCH TRATÍ

V rámci zadání stavby byly definovány požadavky na zajištění pokrytí odbočných tratí, hranice požadovaného pokrytí je patrná z následujících bodů pokrytí v mapě (viz odkaz <https://mapy.cz/s/pugasolace>).

#### 5.6.1 Bod pokrytí 540D\_8,379



Obr 21. Bod pokrytí 540D\_8,379

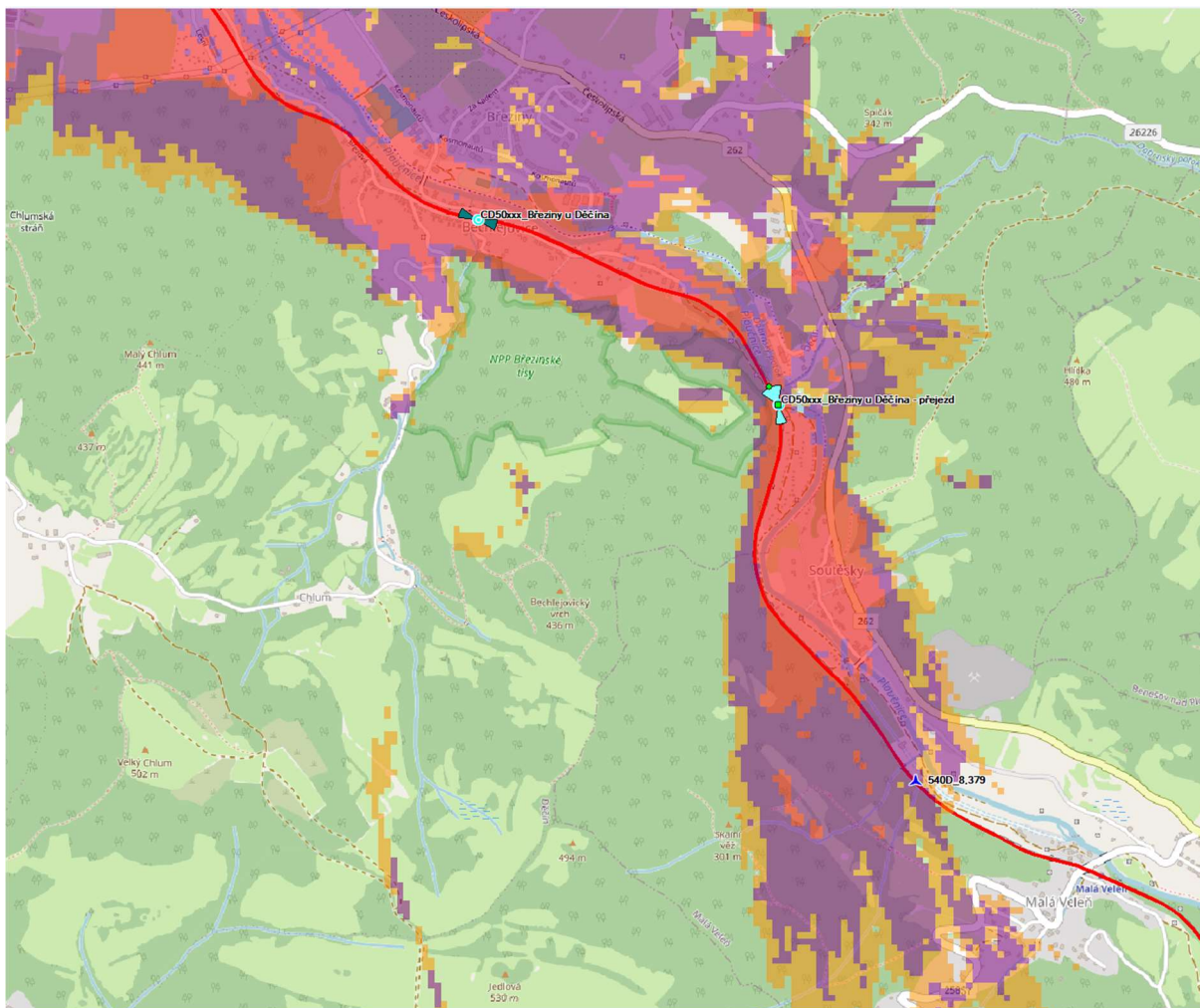
Z výše uvedeného obrázku simulace pokrytí je patrné, že ze stávající základnové stanice Děčín-východ není možné zajistit signál až danému bodu

Pro zajištění pokrytí k tomuto bodu je nutné zrealizovat tato opatření:

- Změna antény u BTS Děčín východ – v azimutu 165° nově anténa 800 10305
- Nová BTS Březiny u Děčína stanice – stožár 20 m, antény 800 10456 v azimutu 290° a 105°
- Nová BTS Březiny u Děčína přejezd – stožár 30 m; antény 800 10753 v azimutu 335° (výkon 25 %), 800 10456 azimut 170° (výkon 75 %).



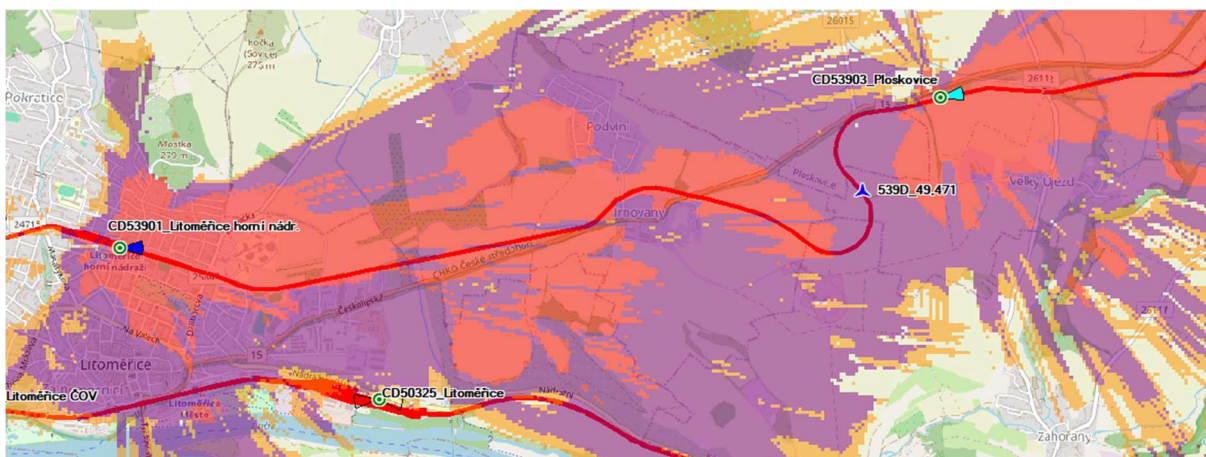
Následující obrázek pak představuje simulaci pokrytí po realizaci výše uvedených opatření.



Obr. 22. Simulace dvou nových BTS k zajištění signálu GSM-R až k bodu 540D\_8,379

### 5.6.2 Bod pokrytí 539D\_49,471

Signálové poměry v této oblasti jsou simulovány v následujícím obrázku z něhož je patrná dostatečná úroveň signálu v daném bodě.

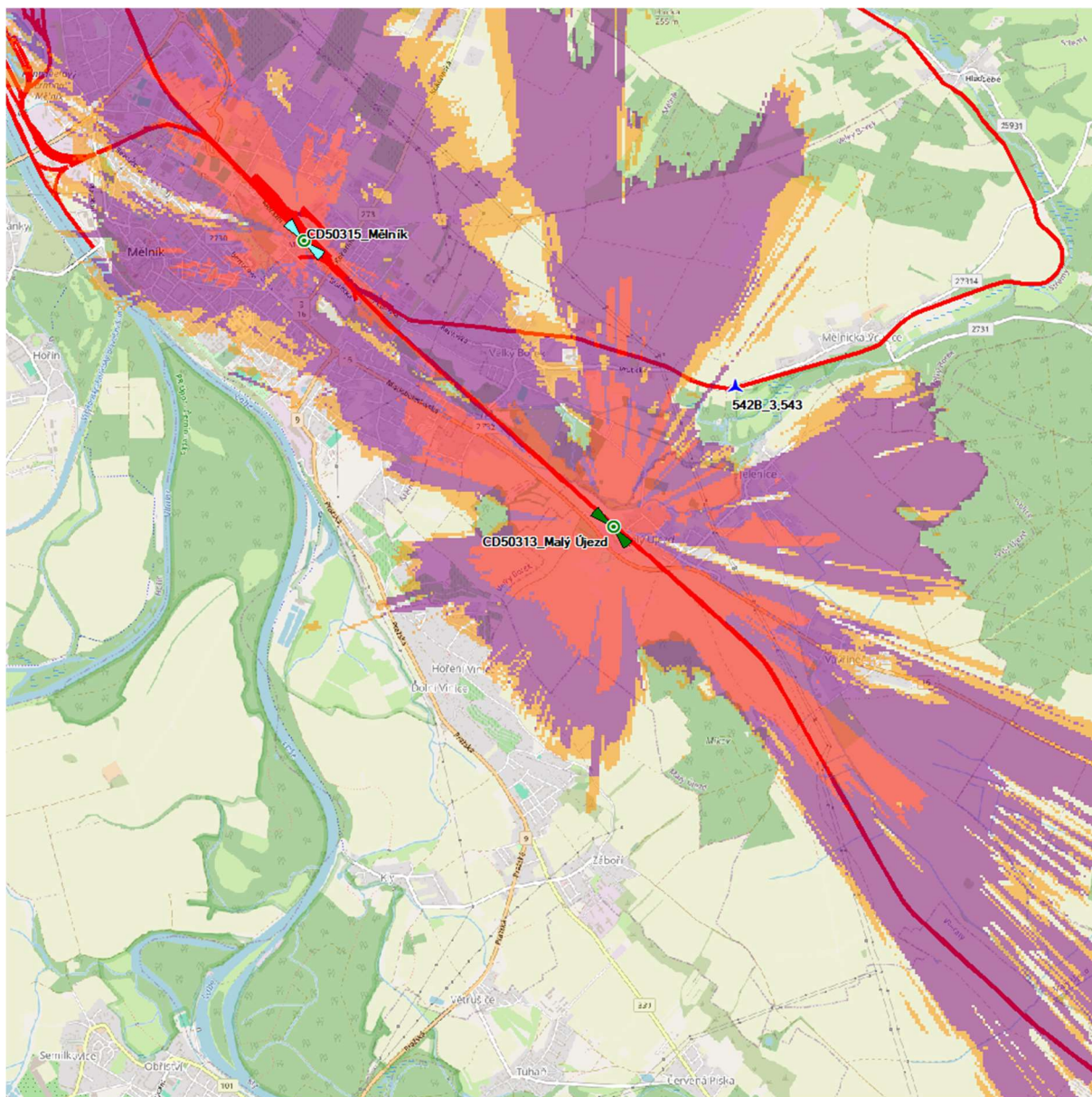


Obr. 23. Signálové poměry u bodu pokrytí 539D\_49,471 (simulace)



### 5.6.3 Bod pokrytí 542B\_3,543

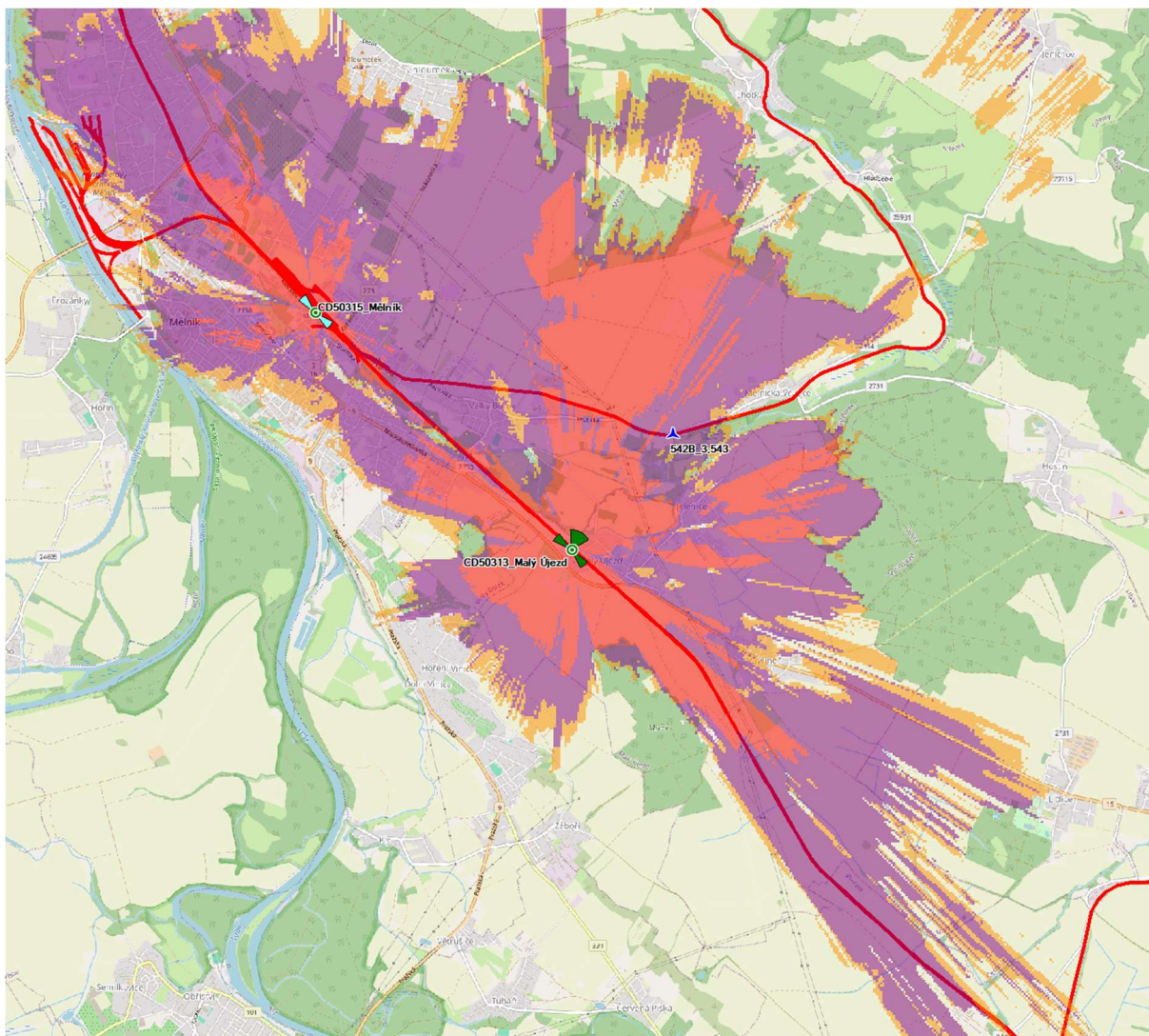
Následující obrázek představuje simulaci signálových poměrů v oblasti bodu 542B\_3,543.



Obr. 24. Signálové poměry u bodu pokrytí 542B\_3,543 (simulace)

Simulace pak ukazuje na nedostatečnou úroveň signálu v bodě pokrytí. Toto by bylo možné vyřešit přidáním třetí antény v BTS Malý Újezd. Tato anténa s vyzařovacím úhlem  $65^\circ$  by byla připojena ke stávajícímu anténnímu systému přes třicítný splitter a byla by směřována v azimutu  $30^\circ$ .

Výsledek ukazuje simulace v následujícím obrázku.

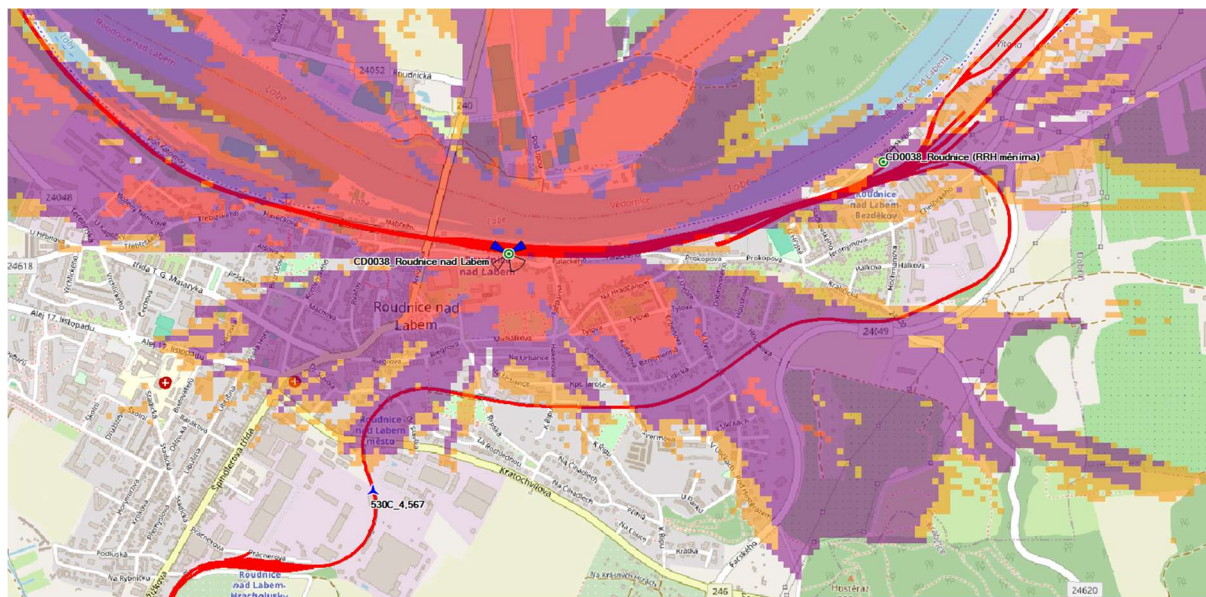


Obr. 25. Simulace nové konfigurace BTS Malý Újezd



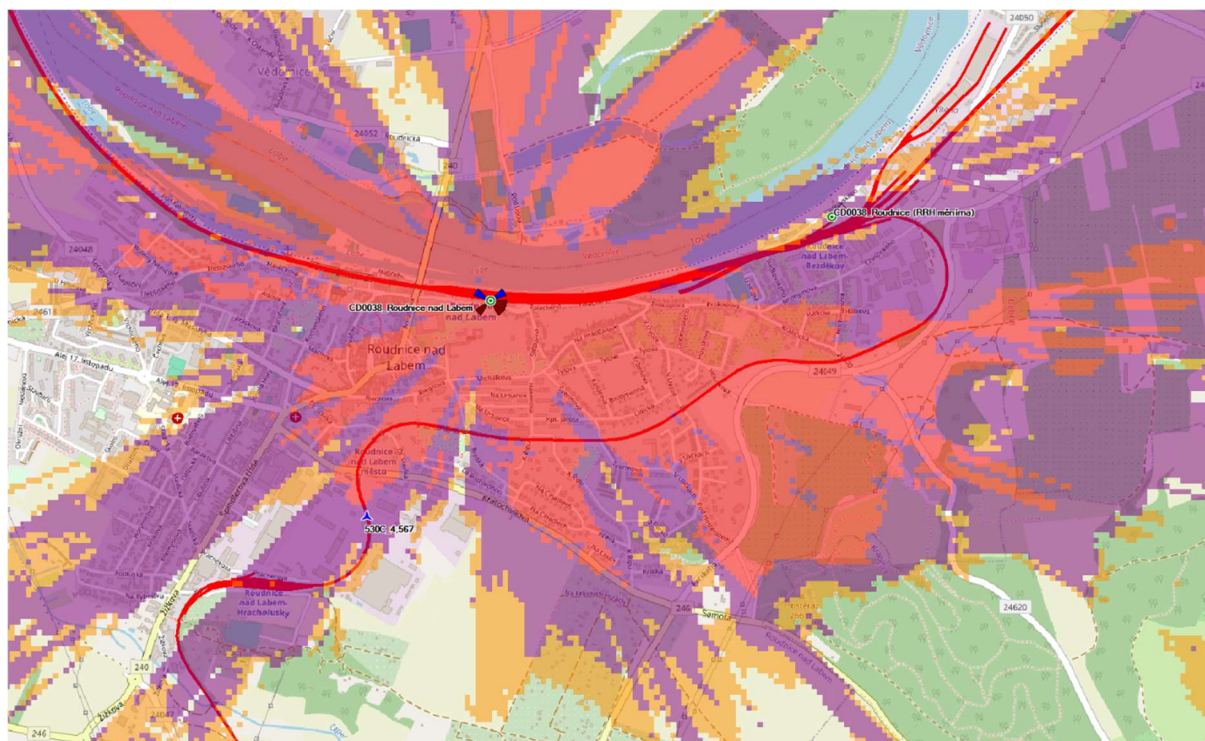
### 5.6.4 Bod 530C\_4,567

Simulaci signálových poměrů v oblasti bodu pokrytí 530C\_4,567 ukazuje následující obrázek



Obr. 26. Signálové poměry v bodu pokrytí 530C\_4,567 (simulace)

Nedostatečnou úroveň signálu GSM-R v bodě pokrytí 530C\_4,567 je možné napravit realizací druhého sektoru u BTS Roudnice nad Labem, anténou 800 10305 v azimutu 120° a anténou 800 10456 v azimutu 225°.

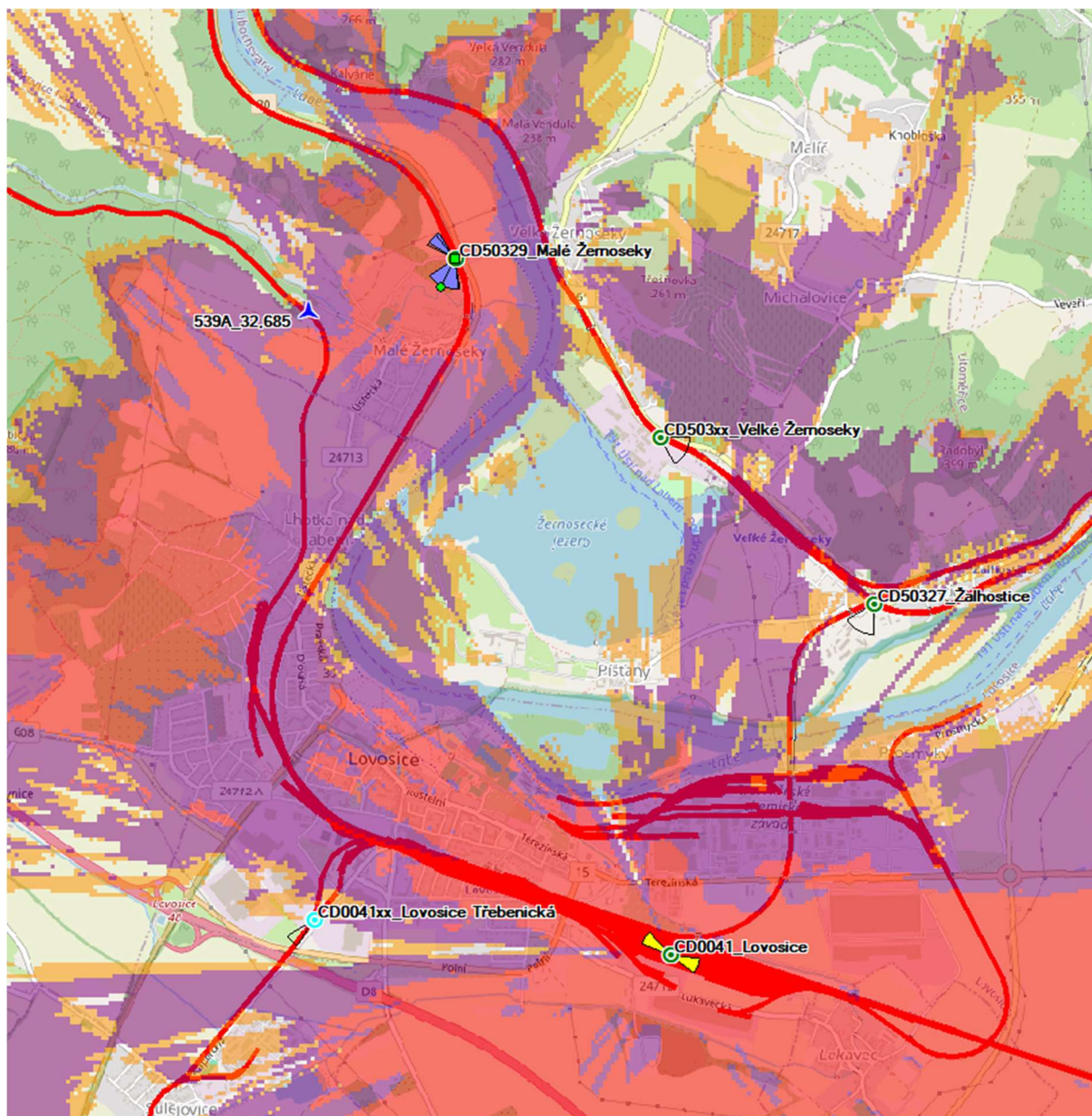


Obr. 27. Signálové poměry v bodu pokrytí 530C\_4,567 po úpravě konfigurace BTS Roudnice nad Labem (simulace)



### 5.6.5 Bod pokrytí 539A\_32,685

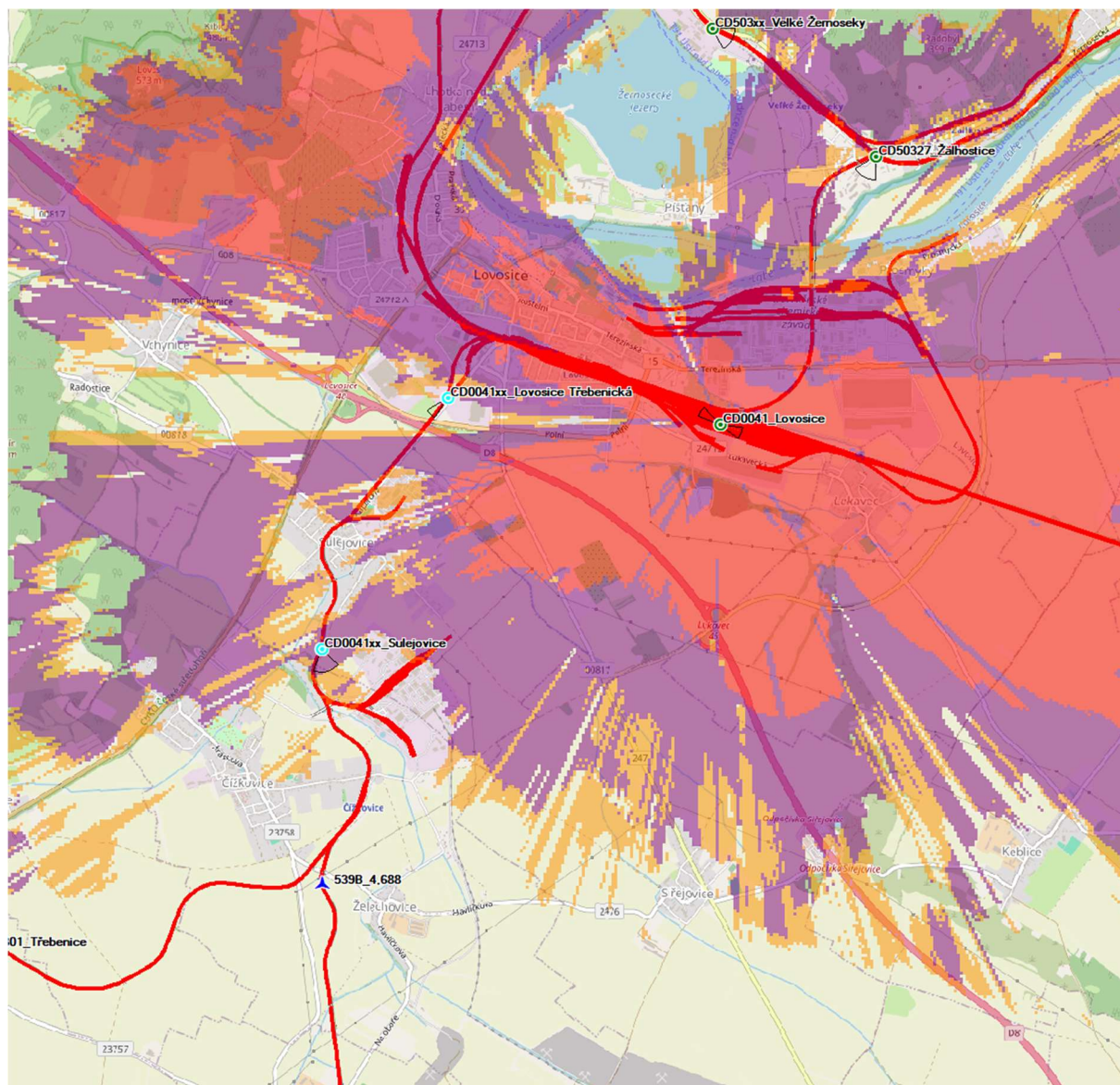
Simulaci signálových poměrů v bodě pokrytí 539A\_32,685 ukazuje následující obrázek. Z něho je patrné, že není nutné realizovat nějaké opatření.



Obr. 28. Signálové poměry v bodu pokrytí 539A\_32,685 (simulace)

### 5.6.6 Bod pokrytí 539B\_4,688

Simulaci signálových poměrů v bodě pokrytí 539B\_4,688 ukazuje následující obrázek



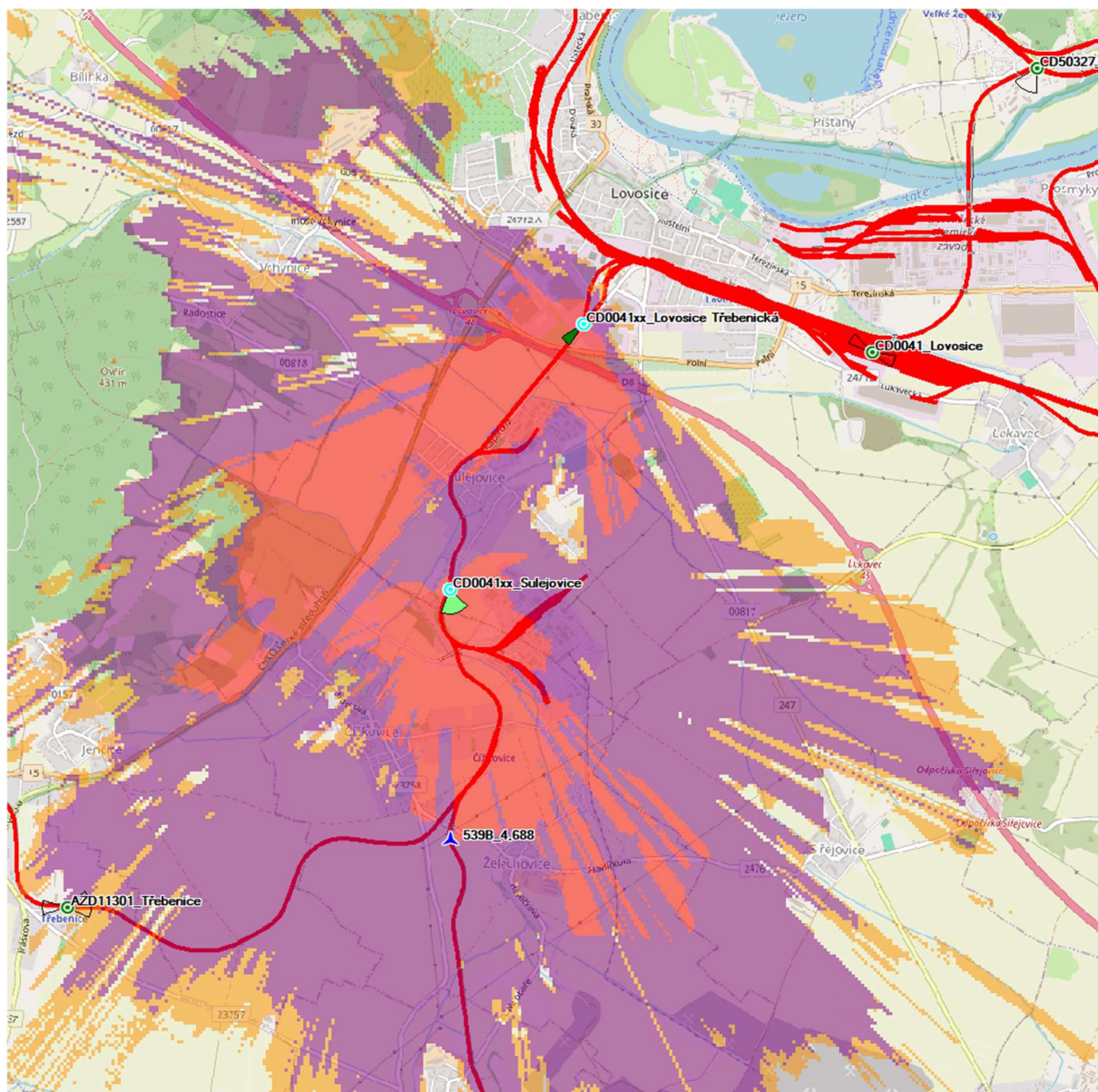
Obr. 29. Signálové poměry v bodu pokrytí 539B\_4,688 (simulace)

Zvýšení úrovně signálu GSM-R v celé úseku trati až k bodu 539B\_4,688 se docílí realizací jedné nové základnové stanice se dvěma vysílacími body:

- BTS Sulejovice – stožár 15 m, anténa 800 10305v02 v azimutu 165°
- RRH Lovosice Třebeňická – vzdálené RRH od BTS Sulejovice, stožár 12 m, anténa 800 10456v02 v azimutu 225°.

Simulaci signálu z těchto dvou nových vysílacích bodů představuje následující obrázek.

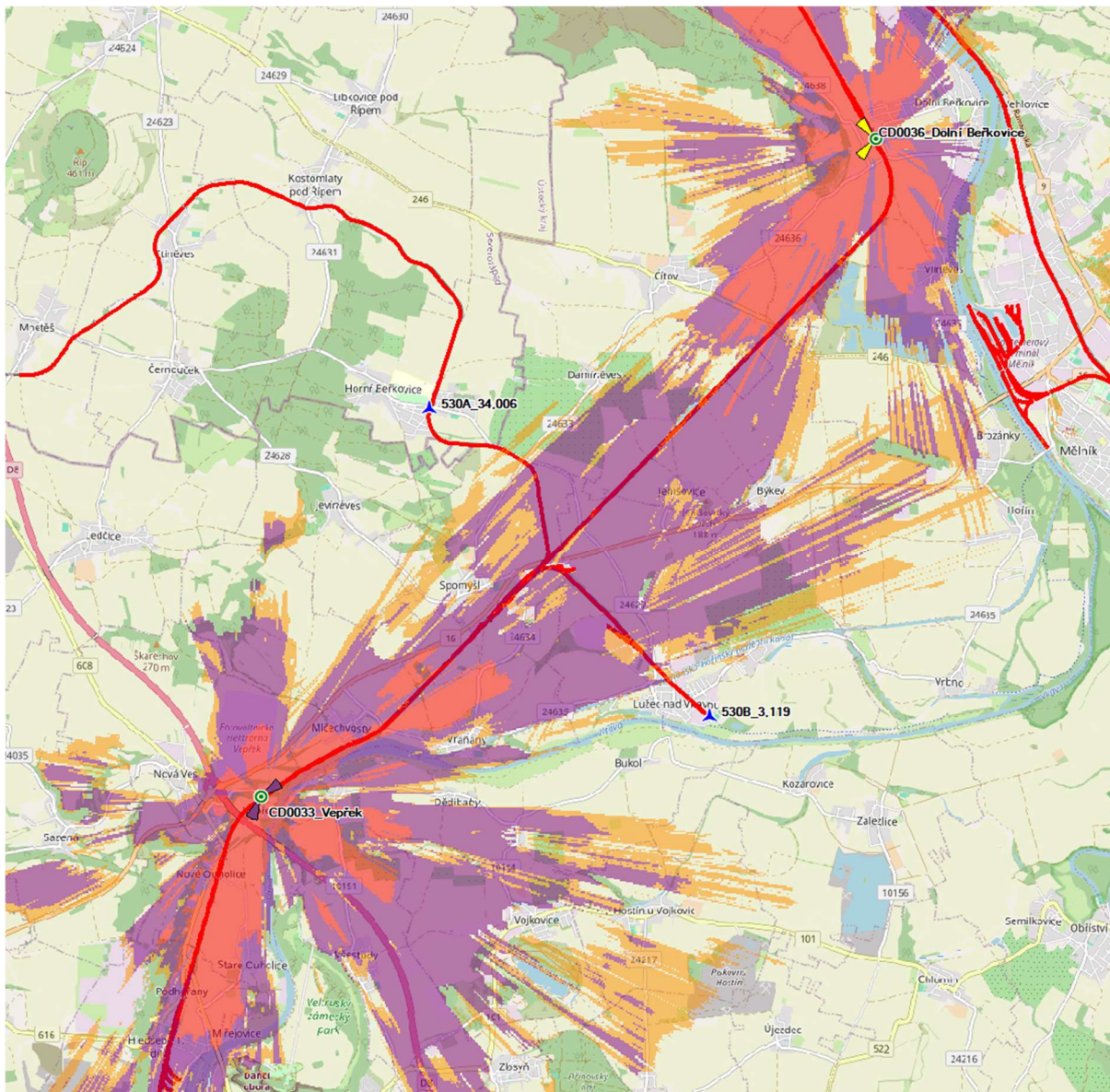




Obr. 30. Signálové poměry v bodu pokrytí 539B\_4,688 po realizaci dvou nových vysílačů (simulace)

### 5.6.7 Body pokrytí 530B\_3,119 a 530A\_34,006

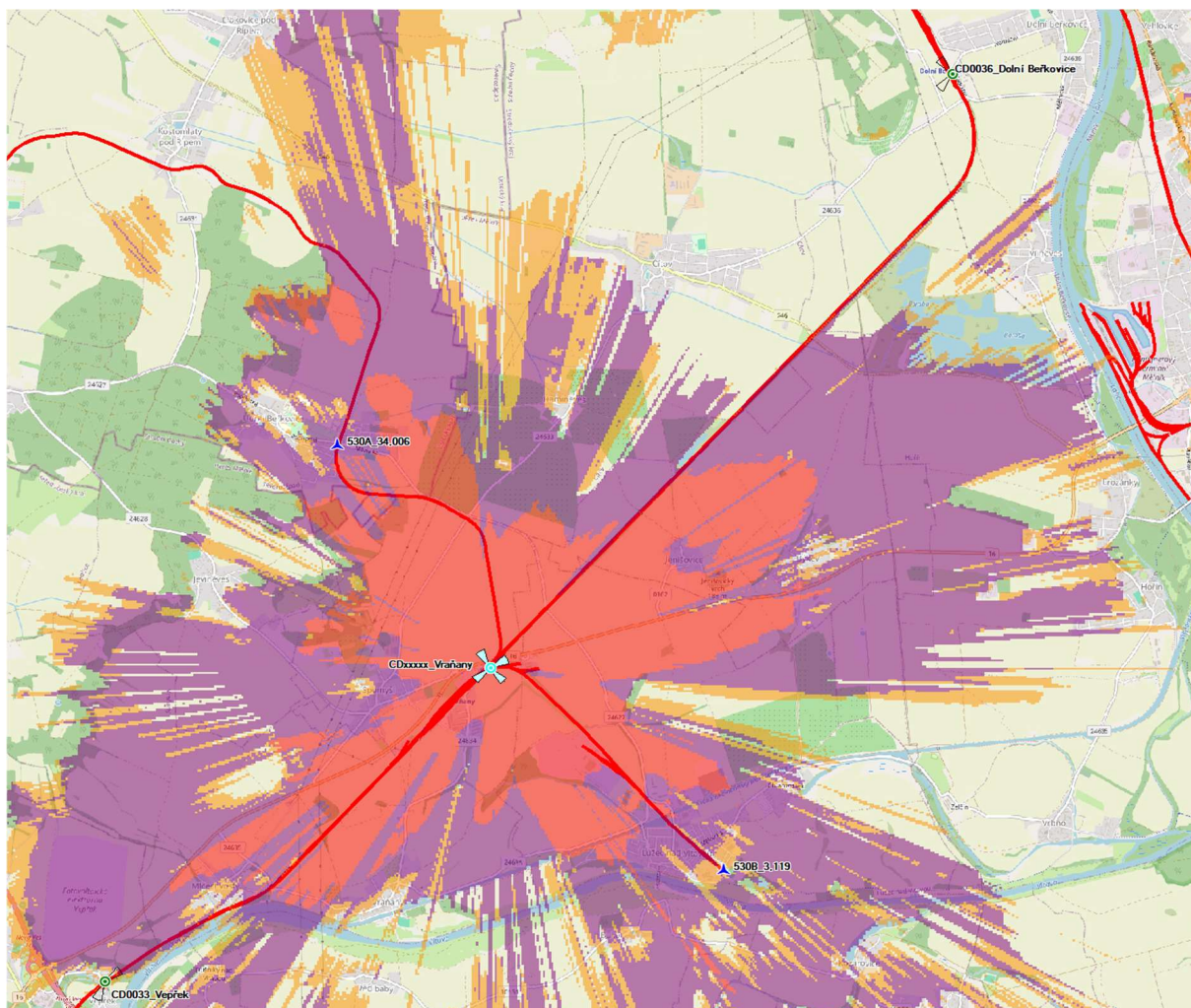
Simulace signálových poměrů v bodech pokrytí 530B\_3,119 a 530A\_34,006 je v následujícím obrázku. Z něho je patrné, že bude muset být přistoupeno k realizaci nějakých opatření, aby došlo k dostatečné úrovni signálu v těchto místech.



Obr. 31. Signálové poměry v bodech pokrytí 530B\_3,119 a 530A\_34,006 (simulace)

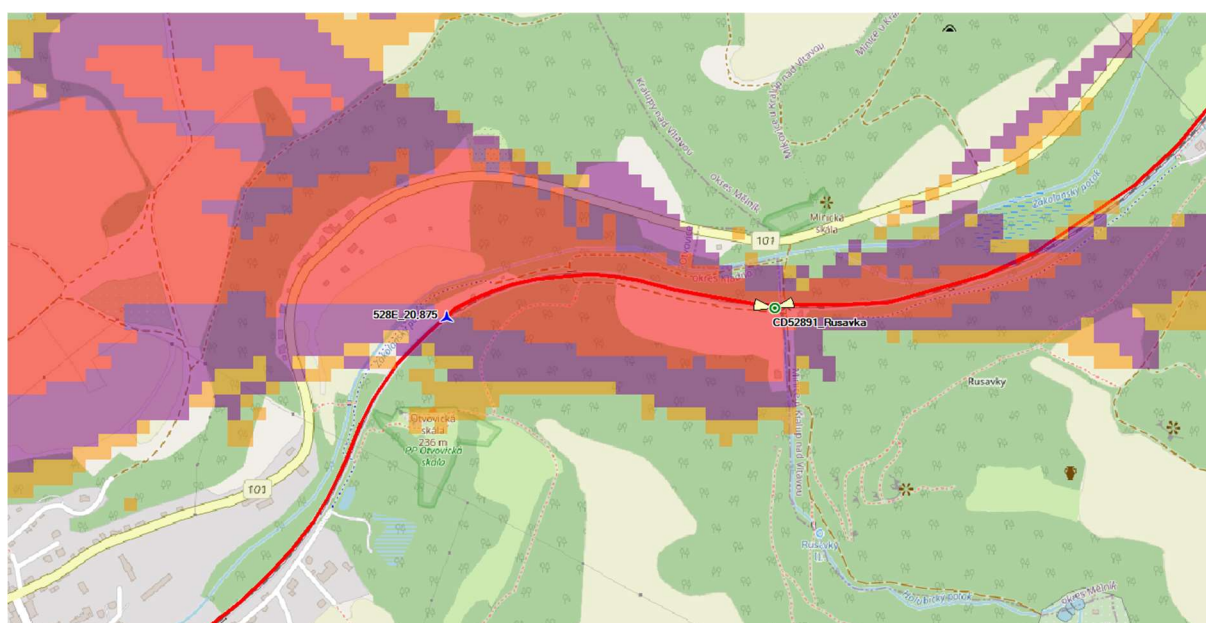
Oba tyto body pokrytí je možné porýt signálem GSM-R z nové základnové stanice Vraňany, která bude mít na stožáru o výšce 25 m umístěny čtyři antény zapojené přes čtyřcestný splitter. Antény typu 800 10456v02 budou směřovány v azimutech 65°, 135°, 230° a 330°.





Obr. 31. Signálové poměry v bodech pokrytí 530B\_3,119 a 530A\_34,006 po realizaci základnové stanice Vraňany (simulace)

#### 5.6.8 Bod pokrytí 528E\_20,875



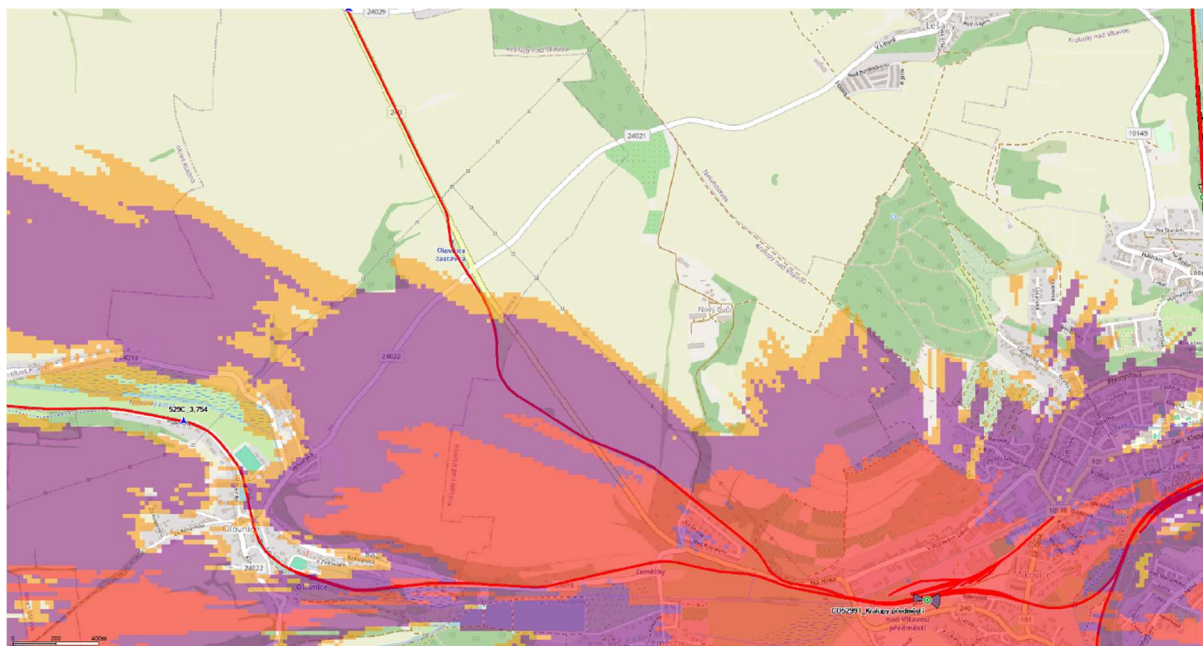
Obr. 32. Signálové poměry v bodu pokrytí 528E\_20,875 (simulace)



Z výše uvedeného obrázku simulace signálových poměrů je patrné, že úroveň signálu je na dostatečné úrovni a ž k danému bodu pokrytí

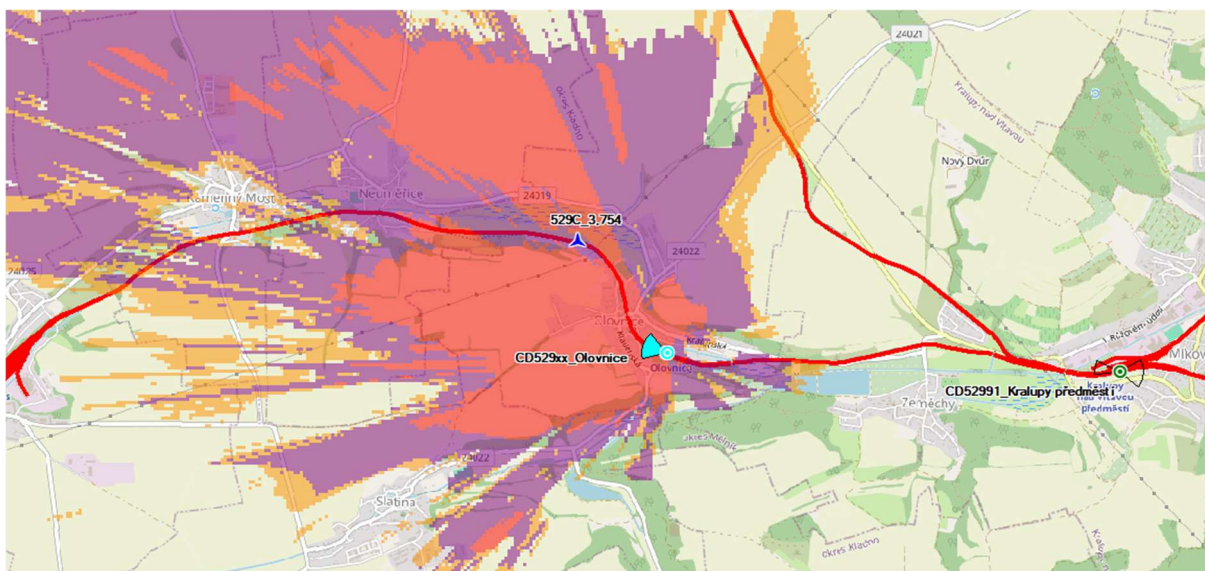
### 5.6.9 Bod pokrytí 529C\_3,754 a 529B\_6,491

Následující obrázek představuje simulaci signálových poměrů v bodech 529C\_3,754 a 529B\_6,491. Z něj je patrné, že ani v jednom bodě není dostatečné pokrytí signálem GSM-R



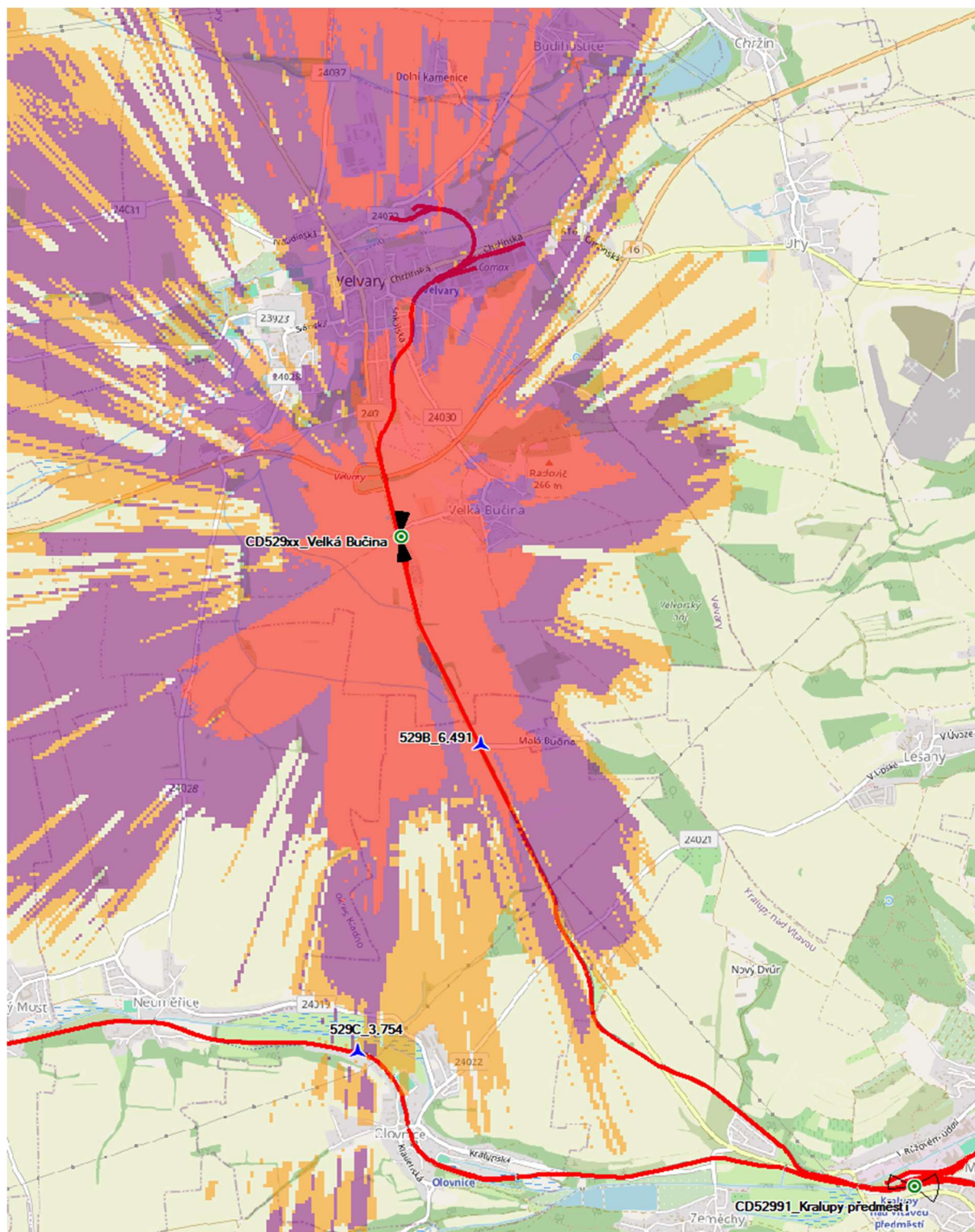
Obr. 32. Signálové poměry v bodu pokrytí 529C\_3,754 a 529B\_6,491 (simulace)

Pro zlepšení signálové úrovně v bodu pokrytí 529C\_3,754 bude nutné realizovat základnovou stanici Olovnice se stožárem o výšce 25 m, anténa typu 800 10305v02 bude směřovat do azimutu 290°.



Obr. 33. Signálové poměry v bodu pokrytí 529C\_3,754 po realizaci BTS Olovnice (simulace)

Pro zlepšení signálové úrovně v bodu pokrytí 529B\_6,491 bude nutné realizovat základnovou stanici Velká Bučina se stožárem o výšce 25 m, dvě antény typu 800 10305v02 bude směřovat do azimutu 5° a 170°. Benefitem tohoto řešení bude pak pokrytí celé trati až do Veltrus.



Obr. 33. Signálové poměry v bodu pokrytí 529B\_6,491 po realizaci BTS Velká Bučina (simulace)

## 5.7. SOUHRN REALIZOVANÝCH OPATŘENÍ

1. Všechny antény bez elektrického naklápění (downtiltu) vyměnit za antény s touto funkcionalitou
2. Stávající repeater v zastávce Hrdly zrušit
3. Realizovat novou BTS v zastávce Bohušovice nad Ohří
4. Realizovat novou BTS Třeboutice
5. Realizovat nový vysílač v lokalitě Litoměřice, čistička odpadních vod
6. Realizovat nový vysílač v lokalitě Velké Žernoseky
7. V úseku trati Lovosice – Děčín změnit konfiguraci základnových stanic z dvousektorových a na jednosektorové s možností zvýšit hovorovou kapacitu některých BTS použitím konfigurace O3, případně O4
8. BTS Ústí nad Labem Střekov zrušit na stávajícím místě a realizovat v nové lokalitě
9. Realizovat novou BTS Malé Březno
10. Realizovat novou BTS Boletice nad Labem
11. Realizovat nový vysílač Děčín-Přípěř
12. Pro zajištění vstupu do oblasti ETCS z odbočných tratí realizovat tato opatření:
  - a. Realizovat novou BTS ve stanici Březiny u Děčína a novou BTS Březiny u Děčína přejezd
  - b. Přidat anténu u BTS Malý Újezd
  - c. Instalovat druhý sektor u BTS Roudnice nad Labem
  - d. Realizovat nové BTS Lovosice Třeбенická a BTS Sulejovice
  - e. Realizovat novou BTS v zastávce Vraňany
  - f. Realizovat novou BTS Olovnice
  - g. Realizovat novou BTS Velká Bučina



## 6. LOKALITY A BTS – SOUHRN

Následující tabulka souhrnně předkládá údaje o základnových stanicích jako výsledek plánovacího procesu. V tabulce jsou uváděny tyto informace:

- pozice lokality, údaj o pozici lokality je uveden jako zeměpisná délka a šířka v souřadnicovém systému WGS84
- konfigurace BTS

a pro každý sektor pak

- typ antény
- azimut směřování antény
- výška antény nad kolejištěm.

V poznámce jsou pak upozornění na použití taperů místo splitterů, včetně jejich zapojení, na použití náklonu antény, případně i na specifický případ konfigurace základnové stanice.

V tabulce je uvedena výška antén nad úrovní kolejiště, to tedy znamená, že v případě pozemku pod úrovní kolejiště, je nutné toto zohlednit tak, aby antény byly nad kolejištěm v požadované výšce

Všechny základnové stanice jsou tedy v konfiguraci O2; elektrický, jakož i mechanický, náklon (downtilt či uptilt) je pro všechny antény 0°, pokud toto není v tabulce uvedeno jinak.

## Úprava rádiové sítě pro projekt ETCS státní hranice Německo – Kralupy nad Vltavou

**Tab. 4. Návrh na umístění a konfiguraci nových základnových stanic na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – státní hranice SRN**

Lokalita	Zem. šířka	Zem. délka	Výška antén nad kolejištěm [m]	První sektor				Poznámka
				Anténa 1	Azimut	Anténa 2	Azimut	
BTS Bohušovice nad Ohří	50°29'31.026"N	14°8'49.698"E	20	A	110°			
BTS Třeboutice	50°31'30.333"N	14°12'12.758"E	20	B	85°			
BTS Litoměřice ČOV	50°31'54.229"N	14°6'58.471"E	25	B	0°			
BTS Velké Žernoseky	50°31'48.034"N	14°4'17.719"E	15	B	120°			
BTS Střekov	50°38'48.088"N	14°2'50.705"E	13	A	180°			
BTS Malé Březno	50°40'43.863"N	14°10'27.098"E	25	A	30°			
BTS Boletice nad Labem	50°43'57.291"N	14°11'17.840"E	25	A	0°			
BTS Děčín-Připěř	50°47'3.061"N	14°12'30.540"E	5					Na střeše budovy SŽ
BTS Březiny u Děčína	50°45'39.410"N	14°14'38.375"E	20	A	290°	A	105°	
BTS Březiny u Děčína přejezd	50°45'20.605"N	14°15'27.668"E	30	C	335°	A	170°	Použít taper s dělením 25 % : 75 % (Ant1 : Ant 2)
BTS Lovosice Třebenická	50°30'27.033"N	14°2'48.696"E	12	A	225°			
BTS Sulejovice	50°29'32.006"N	14°2'7.108"E	15	B	165°			
BTS Vraňany	50°20'14,78"N	14°22'14,78"E	25	A	65°	A	135°	A – 230°; A – 330°; zapojeno přes čtyřcestný splitter
BTS Olovnice	50°13'58.015"N	14°14'40.871"E	25	B	290°			
BTS Velká Bučina	50°16'3.735"N	14°14'23.606"E	25	A	5°	A	170°	

## Úprava rádiové sítě pro projekt ETCS státní hranice Německo – Kralupy nad Vltavou

---

	Typy antén	Zisk (Gi)	Šířka svazku horizontální	Šířka svazku vertikální	Electrical tilt
A	Kathrein 800 10456v02	2× 20,5 dBi	30°	8,5°	0°–10°
B	Kathrein 800 10305V02	2× 17,5 dBi	65°	8,5°	0°–8°
C	Hathrein 800 10753	2× 9 dBi	65°	60°	–



## 7. ZÁVĚR

Tento dokument představuje návrh na úpravu a realizaci nových základnových stanic pro zajištění signálu GSM-R na úrovni a kvalitě odpovídající specifikaci EIRENE na tratích v úseku Kralupy nad Vltavou – hranice ČR / SRN.

Tento návrh také zahrnuje realizaci nových základnových stanic pro zajištění signálu na odbočných tratích až k bodu pokrytí pro vstup do oblasti ETCS.

V této fázi návrhu nebylo provedeno frekvenční plánování. Toto je předmětem detailního plánování v průběhu realizace systému GSM-R.

☞ KONEC DOKUMENTU ☞