

Protokol rádiového plánování a měření signálu GSM-R pro vstup do oblasti ETCS

Návrh umístění nových a doplnění stávajících základnových
stanic BTS systému GSM-R pro pokrytí odbočných tratí
z II. NŽK signálem GSM-R v úseku:

**Petrovice u Karviné - Ostrava -
- Přerov - Břeclav**

OBSAH:

1.	ÚVOD	6
2.	PŘEDPOKLADY	7
2.1.	Doporučení EIRENE.....	7
2.2.	Zařízení	7
2.2.1.	Základnová stanice (BTS).....	7
2.2.2.	Mobilní zařízení (MS).....	8
2.2.3.	Anténní systém.....	8
2.3.	Energetická bilance	9
2.4.	Výchozí rozmístění základnových stanic BTS podél II. NŽK v úseku Petrovice u K. - - Ostrava - Přerov - Břeclav.....	11
3.	SOFTWAREVÁ PREDIKCE POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R.....	14
3.1.	Model šíření radiových vln	14
3.2.	Digitální model terénu.....	14
3.3.	Výsledky softwarové predikce.....	14
4.	MĚŘENÍ POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R	20
4.1.	Výsledky měření	21
5.	SOFTWAREVÝ NÁVRH POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R	30
5.1.	Softwarový návrh	30
5.2.	Vyhodnocení softwarového návrhu	48
6.	ZÁVĚR	50
7.	PŘÍLOHA.....	50

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1: II. národní železniční koridor.	6
Obr. 2: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Bzenec – žst. Moravský Písek.	15
Obr. 3: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Staré Město u U. H. – zast. Vésky/žst. Ostrožská Nová Ves.	16
Obr. 4: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Hranice na Moravě – zast. Teplice nad Bečvou.	17
Obr. 5: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Studénka – žst. Příbor.	18
Obr. 6 Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Bohumín – žst. Chalupki (PL).	19
Obr. 7: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Petrovice u K. – Zebzrydowice (PL).	22
Obr. 8: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Zebzrydowice (PL) – Petrovice u K.	22
Obr. 9: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Bohumín – Chalupki (PL).	23
Obr. 10: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Chalupki (PL) – Bohumín-Vrbice.	23
Obr. 11: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Bohumín-Vrbice – Chalupki (PL).	24
Obr. 12: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Chalupki (PL) - Bohumín.	24
Obr. 13: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Studénka – zast. Sedlnice.	25
Obr. 14: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku žst. Sedlnice – Studénka.	25
Obr. 15: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku žst. Hranice na Moravě – Černotín.	26
Obr. 16: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Jankovice – Hulín.	26
Obr. 17: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Hulín – Kroměříž.	27
Obr. 18: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Přerov – Chropyně.	27
Obr. 19: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Moravský Písek – Bzenec.	28
Obr. 20: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Staré Město u U.H. - Kunovice.	28
Obr. 21: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Hodonín – Holíč (SK).	29
Obr. 22: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Holíč (SK) – Hodonín.	29
Obr. 23: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku st. hranice s A (žst. Hohenau) – žst. Hrušky.	31
Obr. 24: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Hrušky – žst. Hodonín.	32
Obr. 25: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Hodonín – žst. Bzenec přívoz.	33
Obr. 26: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Bzenec přívoz – žst. Nedakonice.	34
Obr. 27: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Nedakonice – žst. Hustěnovice.	35
Obr. 28: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Hustěnovice – žst. Otrokovice.	36
Obr. 29: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Otrokovice – zast. Záhnalice.	37
Obr. 30: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Záhnalice – žst. Říkovice.	38

Obr. 31: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Říkovice – žst. Přerov.	39
Obr. 32: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Přerov – žst. Lipník nad Bečvou.....	40
Obr. 33: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Lipník nad Bečvou – zast. Bělotín.	41
Obr. 34: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Bělotín – zast. Hladké Životice.	42
Obr. 35: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Hladké Životice – žst. Jistebník.	43
Obr. 36: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Jistebník – žst. Ostrava hl. nádraží..	44
Obr. 37: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Ostrava hl. nádraží. – žst. Bohumín.	45
Obr. 38: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Bohumín – žst. Petrovice u Karviné.	46
Obr. 39: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Petrovice u Karviné. – st. hranice PL (žst. Zebrzydowice).	47

SEZNAM TABULEK:

Tab. 1: Parametry základnové stanice (BTS).....	7
Tab. 2: Parametry mobilních stanic (MS).	8
Tab. 3: Parametry antén.....	8
Tab. 4: Anténní svody.	9
Tab. 5: Energetická bilance pro downlink.....	10
Tab. 6: Energetická bilance pro uplink.	10
Tab. 7: Rozmístění a parametry stávajících základnových stanic BTS podél II. NŽK.....	12
Tab. 8: Legenda k obrázkům softwarové predikce.....	14
Tab. 9: Seznam měřených odbočných tratí.....	20
Tab. 10: Legenda k výsledkům měření.	21
Tab. 11: Legenda k obrázkům softwarového návrhu.	30
Tab. 12: Konečný seznam nových a doplněných základnových stanic BTS systému GSM-R v úseku Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav.	49

1. ÚVOD

V tomto dokumentu je předložen návrh doplnění stávajících základnových stanic BTS systému GSM-R a umístění nových základnových stanic systému GSM-R, které budou zajišťovat dostatečné pokrytí signálem systému GSM-R u odbočných tratí, které navazují na II. národní železniční koridor v úseku Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav. Dostatečné pokrytí odbočných tratí signálem GSM-R a dostatečný přesah signálu na rakouské, slovenské a polské území je podmínkou zavedení evropského zabezpečovacího systému ETCS - Level 2, který bude v tomto úseku vybudován v rámci stavby: „ETCS Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav.“

Nově navržené základnové stanice BTS systému GSM-R, tak doplní stávající síť základnových stanic BTS vybudovaných v letech 2004-2014 na I. a II. národním železničním koridoru.

Požadavky na pokrytí signálem GSM-R vyplývají z mezinárodního standardu EIRENE a ze směrnice SŽDC č. 35.



Obr. 1: II. národní železniční koridor.

2. PŘEDPOKLADY

V této kapitole jsou uvedeny podmínky a parametry jednotlivých částí systému GSM-R, ze kterých se vycházelo při návrhu doplnění stávající sítě.

2.1. Doporučení EIRENE

Následující hodnoty vychází z mezinárodního standardu EIRENE a ze Směrnice SŽDC č. 35.

Minimální hodnoty, které musí systém GSM-R splňovat:

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

Následující hodnoty jsou doporučené hodnoty:

- Pokrytí s pravděpodobností 95% vycházející z úrovně pokrytí 44,5dBμV/m (-92dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 280km/h.
- Pokrytí s pravděpodobností 95% vycházející z úrovně pokrytí 41,5dBμV/m a 44,5dBμV/m (-95dBm a -92dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 220km/h a menší nebo rovno 280km/h.

Pro návrh systému GSM-R se vycházelo z hodnoty intenzity elektromagnetického pole 41,5dBμV/m (-95dBm), jejíž dosažení je cílem na všech odbočných tratích z II. NŽK v úseku Petrovice u K. – Ostrava – Přerov – Břeclav, kde je vyžadován automatický vstup do oblasti ETCS a to vždy do vzdálenosti potřebné pro automatický vstup do oblasti ETCS.

2.2. Zařízení

V této podkapitole jsou uvedeny základní parametry zařízení využitých pro rádiové plánování. Katalogové listy všech níže uvedených zařízení jsou uvedeny v příloze na konci tohoto dokumentu.

2.2.1. Základnová stanice (BTS)

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry BTS uvažované při návrhu systému GSM-R:

Tab. 1: Parametry základnové stanice (BTS).

Parametr		Hodnota
Citlivost	bez diverzity	-110dBm
	s diverzitou	-115dBm
Výstupní výkon		60W (47,8dBm)
Ztráta v duplexeru	do 2 kmitočtů	1,4dB
	> 2 kmitočty	4,5dB

2.2.2. Mobilní zařízení (MS)

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry mobilních stanic uvažovaný při návrhu systému GSM-R:

Tab. 2: Parametry mobilních stanic (MS).

		Vozidlová stanice	Ruční stanice
Výstupní výkon	[dBm] (W)	39 (8)	33 (2)
Citlivost	[dBm]	-104	-102
Ztráty v kabelech	[dB]	1	0
Anténní zisk	[dBi]	2	0
Výška antény	[m]	4	1,5

2.2.3. Anténní systém

Anténní systém se skládá ze tří základních částí a to z antény, napáječe (anténního svodu) a děliče výkonu.

Anténa je charakterizovaná především impedancí, polarizací, ziskem, frekvenčním rozsahem a šířkou svazku v horizontálním a vertikálním směru.

Tab. 3: Parametry antén.

		Anténa			
		Kathrein 800 10141	Kathrein 800 10202V02	Kathrein 800 10643	Kathrein K 73 22 67
Frekvenční rozsah	[MHz]	806 - 960	790 - 960	790 - 960	790 – 960
Polarizace	[-]	+45° a -45°	+45° a -45°	+45° a -45°	Vertikální
Zisk	[dBi]	18	15	21	12
Šířka svazku	H [°]	30	65	30	51
	V [°]	15	14	8	45
Impedance	[Ω]	50	50	50	50

Pozn: použití výše uvedených typů antén není pro realizaci sítě závazné, lze zvolit jiné typy antén stejných nebo srovnatelných parametrů.

Napáječ neboli anténní svod (feeder) je charakterizován převážně ztrátami (útlumem) v kabelu vztaženým k jednotce délky. Pro připojení anténního svodu k anténě a zařízení jsou využívány tzv. *jumpery*. K připojování jsou využívány radiální konektory 7/16“. Délka anténního svodu se odvíjí od maximálního útlumu signálu na vedení, který je daný součtem všech útlumů jednotlivých prvků vedení (konektory, délka svodu, *jumper*, atd.) a který může být max. 3dB.

Tab. 4: Anténní svody.

	feeder		jumper
Rozměr	7/8"	1-1/4"	1-1/4"
Produktový list	LCF78-50JA-A2	LCFS114-50JA-A2	RLF114-50FLA
Délka	≤ 35m	> 35m	2-3m

Dělič výkonu slouží k dělení výkonu z jednoho vysílače do více antén. Dělič výkonu sloužící k symetrickému dělení výkonu se nazývá *splitter* (katalogový list: Kathrein 86010100) a dělič výkonu sloužící k nesymetrickému dělení výkonu se nazývá *tapper* (katalogový list: Kathrein K 63 23 60 67).

2.3. Energetická bilance

Energetická bilance (linková rozvaha) systému GSM-R vychází z kritérií EIRENE a z technických parametrů zařízení uvedených v kapitole 2.2.

Jelikož plánovací program RadioLab vypočítává úroveň pokrytí s 50% pravděpodobností, je nutné výchozí hodnotu pro rádiové plánování upravit pomocí technologických rozmezí tak, aby predikovaná hodnota úrovně signálu v reálném prostředí splňovala hodnoty dané EIRENE kritérii.

Při stanovení minimální hodnoty síly pole pro návrh byla vzata v úvahu tato technologická rozmezí:

- **Statistické rozmezí:** Program pro výpočet elektromagnetického pole počítá s pravděpodobností 50%. Z tohoto důvodu je nutné zavést opravnou hodnotu, jejíž připočítání zajistí dosažení pravděpodobnosti 95%, která odpovídá kritériu EIRENE.
- **Rozmezí překryvu:** Cílem tohoto rozmezí je poskytnout na hranici buňky dodatečné pokrytí, které dovolí rychle se pohybujícímu mobilnímu zařízení uskutečnit předání spojení a výběr buňky (*handover* a *cell reselection*).
- **Rozmezí pro ztráty pomalými úniky:** Pomalé úniky jsou způsobené překážkami při pohybu antény mobilního zařízení. Ke kolísání úrovně signálu dochází vzhledem k vlnové délce „pomalu,“ ale hloubka těchto úniků může být velká. Pomalé úniky vykazují logaritmicko-normální rozložení v čase s nulovou střední hodnotou.

Výpočet minimální intenzity elektromagnetického pole uvažovaného pro návrh:

- [Min. int. pole pro návrh] = [Specifikace EIRENE] + [Statistické rozmezí] + [Rozmezí překryvu] + [Rozmezí pomalých úniků]

Hodnotu efektivně vyzářeného výkonu (EIRP) lze vypočítat následovně:

- $EIRP = [\text{výkon BTS}] + [\text{Zisk antény}] - [\text{Ztráta v duplexeru}] - [\text{Ztráta v anténním svodu}] - [\text{Ztráta v děliči výkonu}]$

Mezi další ovlivňující faktory patří:

- **Ztráta šikmou polarizací antény:** Pro zajištění diverzitního příjmu se u BTS používají antény s kříženou polarizací ($\pm 45^\circ$). Z tohoto důvodu je

nutné uvažovat ztrátu způsobenou šikmou polarizací anténních dipólů jako kompenzaci změny signálu z 0° na $\pm 45^\circ$.

- **Ztráta Dopplerovým jevem:** Díky dopplerovskému posunu kmitočtu dochází vzhledem k rychlosti pohybu mobilního zařízení ke snížení kvality příjmu.

V Tab. 5 je uvedena energetická bilance pro sestupný směr (downlink) ve směru BTS --> MS.

Tab. 5: Energetická bilance pro downlink.

Sestupný směr - DOWNLINK			Pozn.
Výstupní výkon BTS	[dBm]	47,8	
	[W]	60,3	
	[dBW]	17,8	
Ztráta v duplexeru	[dB]	4,5	
Ztráta v děliči	[dB]	3,0	
Ztráta v anténním svodu	[dB]	1,6	l = 30m
Zisk vysílací antény	[dBi]	18,0	
EIRP	[dBm]	56,7	
Max. dovolené ztráty šířením	[dB]	-134,4	
Min. int. pole pro návrh	[dBm]	-77,7	
Statistické rozmezí	[dB]	11,4	
Rozmezí pomalých úniků	[dB]	3,4	
Rozmezí překryvu	[dB]	2,5	
Sensitivita – specifikace EIRENE	[dBm]	-95	
Zisk přijímací antény	[dBi]	0,0	
Ztráta v kabelu	[dB]	3,0	
Další ztráty	[dB]	3,0	
Vstupní citlivost MS	[dBm]	-104,0	

V Tab. 6 je uvedena energetická bilance pro vzestupný směr (uplink) ve směru MS --> BTS.

Tab. 6: Energetická bilance pro uplink.

Vzestupný směr - UPLINK			Pozn.
Výstupní výkon MS	[dBm]	39,0	
Další ztráty	[dB]	3,0	
Ztráty v kabelu	[dB]	3,0	
Zisk vysílací antény	[dBi]	0,0	
EIRP	[dBm]	33,0	
Max. dovolené ztráty šířením	[dB]	-144,1	
Min. pole (po rozmezích)	[dBm]	-111,1	
Statistické rozmezí	[dB]	11,4	
Rozmezí pomalých úniků	[dB]	3,4	
Rozmezí překryvu	[dB]	2,5	
Sensitivita systému	[dBm]	-128,4	
Zisk přijímací antény	[dBi]	18,0	
Společné ztráty v kabelu	[dB]	1,6	l = 30m
Ztráta v děliči	[dB]	3,0	
Vstupní citlivost BTS	[dBm]	-115,0	

2.4. Výchozí rozmístění základnových stanic BTS podél II. NŽK v úseku Petrovice u K. – Ostrava – Přerov - Břeclav

Výchozí rozmístění základnových stanic systému GSM-R podél II. NŽK v úseku Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav vychází ze stávajícího stavu rozmístění základnových stanic BTS. Stávající stav rozmístění základnových stanic BTS byl základním podkladem pro rádiové plánování, které má za úkol na základě softwarového návrhu a měření úrovně signálu doplnit stávající síť GSM-R podél II. NŽK tak, aby ve výše zmiňovaném úseku mohl být zaveden evropský zabezpečovací systém ETCS.

Rozmístění a parametry stávajících základnových stanic systému GSM-R podél II. NŽK jsou uvedeny v Tab. 7.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav

Tab. 7: Rozmístění a parametry stávajících základnových stanic BTS podél II. NŽK.

Č. BTS	Název BTS	Zeměpisné souřadnice		Výška stožáru	Počet sektorů	Anténa				Azimut			
		LON	LAT			1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
270	žst. Podivín	16°51'15,30"E	48°50'12,96"N	25	1	A	A			320	145		
271	žst. Františkův rybník	16°51'57,36"E	48°43'07,84"N	25	1	A	A			20	170		
272	Břeclav, Novoveská	16°53'34,98"E	48°44'33,00"N	35	1	A	A	B		2	210	0	
301	žst. Hrušky	16°56'23,94"E	48°47'02,34"N	25	1	A	B			90	270		
302	žst. Moravská Nová Ves	17°01'18,36"E	48°47'57,60"N	25	1	A	A			40	245		
303	žst. Hodonín	17°07'32,04"E	48°51'29,46"N	25	1	A	A			55	235		
304	žst. Rohatec	17°12'01,14"E	48°53'35,82"N	35	1	A	A			55	235		
305	žst. Bzenec-přívóz	17°17'25,80"E	48°56'14,76"N	35	1	A	A			20	235		
306	žst. Moravský Písek	17°18'53,16"E	48°58'40,74"N	30	1	A	A			35	215		
308	žst. Nedakonice	17°22'29,22"E	49°01'55,26"N	30	1	C	A			35	215		
310	žst. Huštěnovice	17°27'56,28"E	49°06'54,12"N	30	1	A	C			30	215		
312	žst. Napajedla	17°30'15,78"E	49°09'48,54"N	25	1	A	A			15	190		
313	žst. Otrokovice	17°31'54,48"E	49°12'05,70"N	30	2	A	A	A		205	340	95	
315	zast. Záhlinice	17°29'29,34"E	49°17'15,42"N	30	1	A	A			170	335		
317	žst. Říkovice	17°27'13,02"E	49°22'46,62"N	25	1	A	A			0	170		
330	žst. Přerov	17°26'33,42"E	49°26'55,80"N	25	2	A	B	B		165	325	280	
331	žst. Prosenice	17°29'11,70"E	49°30'13,83"N	30	1	A	A			60	220		
332	žst. Lipník nad Bečvou	17°34'39,52"E	49°31'53,67"N	25	1	A	A			80	250		
333	žst. Slavič	17°39'42,80"E	49°32'46,83"N	30	1	A	A			65	255		
335	žst. Hranice na Moravě	17°44'52,09"E	49°34'10,85"N	30	1	A	A			10	250		
336	zast. Bělotín	17°47'57,40"E	49°35'02,85"N	25	1	A	A			110	270		
337	žst. Polom	17°51'18,64"E	49°34'28,23"N	30	2	A	A	R		70	280		

Č. BTS	Název BTS	Zeměpisné souřadnice		Výška stožáru	Počet sektorů	Anténa				Azimut			
		LON	LAT			1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
337.1	repeater Polom	17°53'24,66"E	49°34'49,37"N	12	-	D	D			32	240		
338	zast. Jeseník nad Odrou	17°54'04,27"E	49°36'50,54"N	25	1	A	A			40	190		
340	zast. Hladké Životice	17°59'08,97"E	49°40'41,92"N	25	1	A	A			60	220		
341	žst. Studénka	18°04'02,16"E	49°42'26,73"N	30	1	A	A			45	240		
342	žst. Jistebník	18°09'03,69"E	49°44'57,46"N	30	1	A	A			40	240		
351	žst. Ostrava-Svinov	18°12'32,76"E	49°49'12,20"N	30	2	A	A	B		45	195	340	
352	žst. Ostrava, hl.n.	18°15'55,67"E	49°51'02,04"N	30	2	A	A	A		50	230	140	
353	žst. Bohumín	18°21'39,44"E	49°54'06,53"N	30	2	A	A	B		50	230	270	
354	zast. Dolní Lutyně	18°24'52,57"E	49°54'44,19"N	30	1	A	A			105	270		
355	žst. Dětmárovice	18°28'23,28"E	49°53'48,40"N	30	2	A	A	A		90	290	135	
356	žst. Petrovice u Karviné	18°32'51,48"E	49°53'40,42"N	25	1	A	A			115	270		
360	žst. Ostrava Vítkovice	18°15'48,30"E	49°48'05,40"N	30	1	B	A			80	250		
361	zast. Ostrava Kunčičky	18°17'48,30"E	49°48'34,80"N	25	2	C	A	A		190	255	330	
370	žst. Karviná, hl. n.	18°31'35,00"E	49°51'25,00"N	25	1	A	A			150	330		
380	žst. Ostrava Třebovice	18°11'44,20"E	49°50'30,60"N	25	1	A				345			
381	žst. Děhylov	18°10'16,40"E	49°52'48,90"N	30	1	A	A			150	310		
432	zast. Rokytnice	17°22'25,30"E	49°27'38,40"N	25	1	A	C			115	310		

Poznámka

A -> H=30°, V=15°, G=18,5 dBi; **B** -> H=60°, V=15°, G=15,5 dBi; **C** -> H=30°, V=8°, G=20,2 dBi;
D -> H=51°, V=45°, G=12 dBi; **R** -> Repeater;

3. SOFTWAREVÁ PREDIKCE POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R

Softwarová predikce pokrytí signálem GSM-R probíhala v programu RadioLab verze 4.1.2 od společnosti CRC Data. Jedná se o komplexní výpočetní systém pro analýzu a vizualizaci šíření rádiových signálů nad zemským povrchem zahrnující analýzu terénního profilu, výpočet útlumů šíření signálu, výpočet radiové viditelnosti a výpočet plošného rozložení intenzity elektromagnetického pole.

3.1. Model šíření radiových vln

Pro výpočet šíření radiových vln nad zemským povrchem a jejich následnou vizualizaci byl využit model šíření radiových vln zpracovaný dle doporučení ITU-R P.1812 (ITU - International Telecommunication Union).

Model šíření pozemních služeb typu point-to-area v oblastech VKV a UHF založený na doporučení ITU-R P.1812 je vhodný k odhadům v radiokomunikačních systémech užívajících pozemní obvody s délkou v rozmezí od 0.25 km do 3 000 km a s oběma zakončeními přibližně do 3 km nad zemským povrchem. Toto doporučení doplňuje doporučení ITU-R P.1546.

3.2. Digitální model terénu

Velikost obrazového bodu (rozlišení) v digitálním modelu terénu odpovídá vzdálenosti 50m.

3.3. Výsledky softwarové predikce

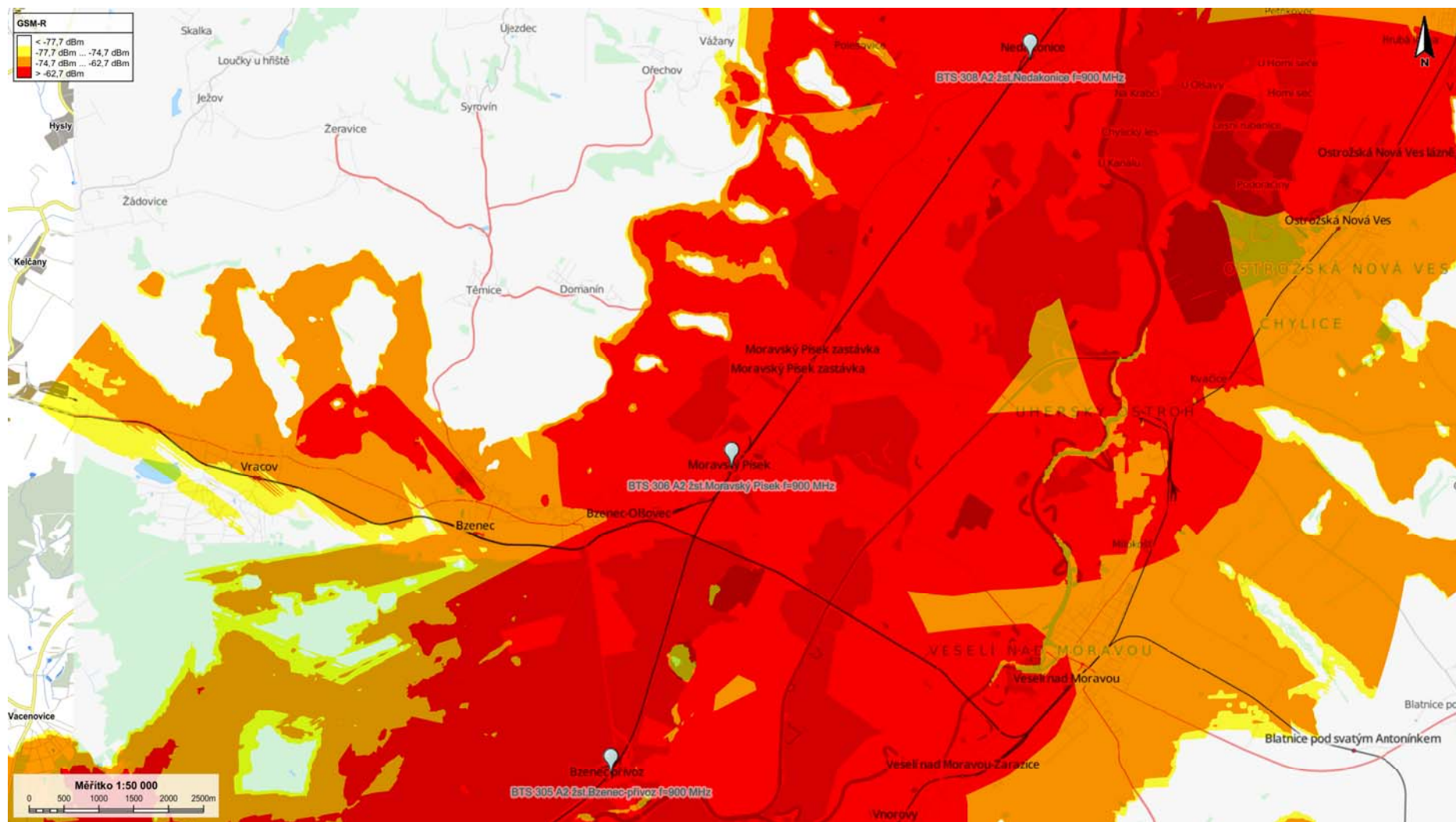
Ze stávajícího rozmístění základnových stanic BTS byly pomocí softwarové predikce šíření signálu sítě GSM-R odfiltrovány odbočné tratě z II. NŽK, které splňovali podmínky pokrytí signálem dle specifikace EIRENE, popřípadě ty, na kterých není vyžadován automatický vstup do oblasti ETCS. Na následujících obrázcích (Obr. 2 – Obr. 6) je vyobrazena predikce pokrytí pro ty odbočné železniční tratě, jejichž pokrytí signálem GSM-R je pro implementaci evropského zabezpečovacího systému ETCS nedostatečné.

V Tab. 8 jsou uvedeny úrovně odpovídající vyobrazeným barvám.

Tab. 8: Legenda k obrázkům softwarové predikce.

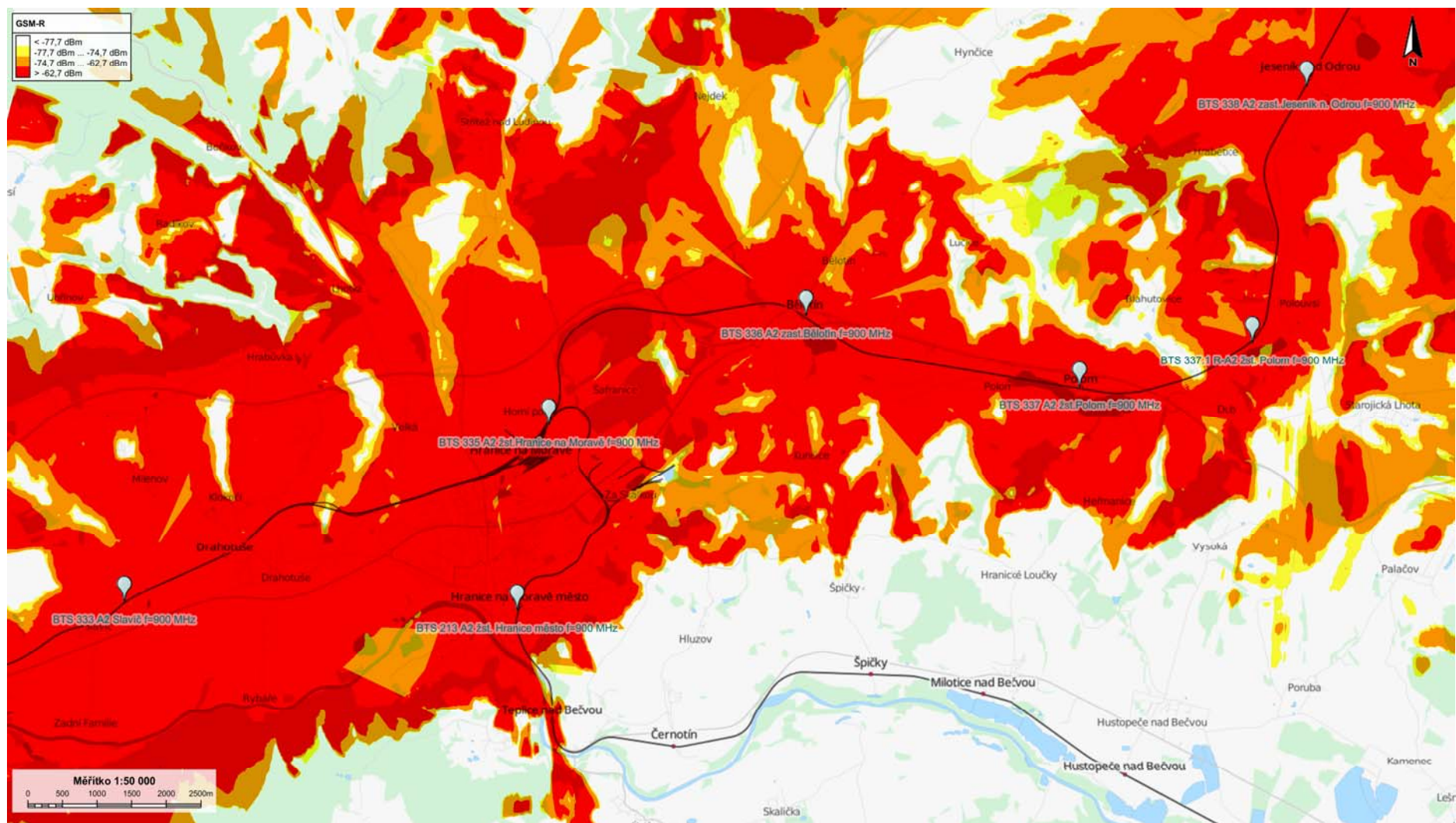
Barva	Intenzita pole [dB μ V/m]	Přijatý výkon [dBm]
bílá	< 58,58	< -77,7
žlutá	58,58 ... 61,58	-77,7 ... -74,7
oranžová	61,58 ... 73,58	-74,7 ... -62,7
červená	> 73,58	> -62,7

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



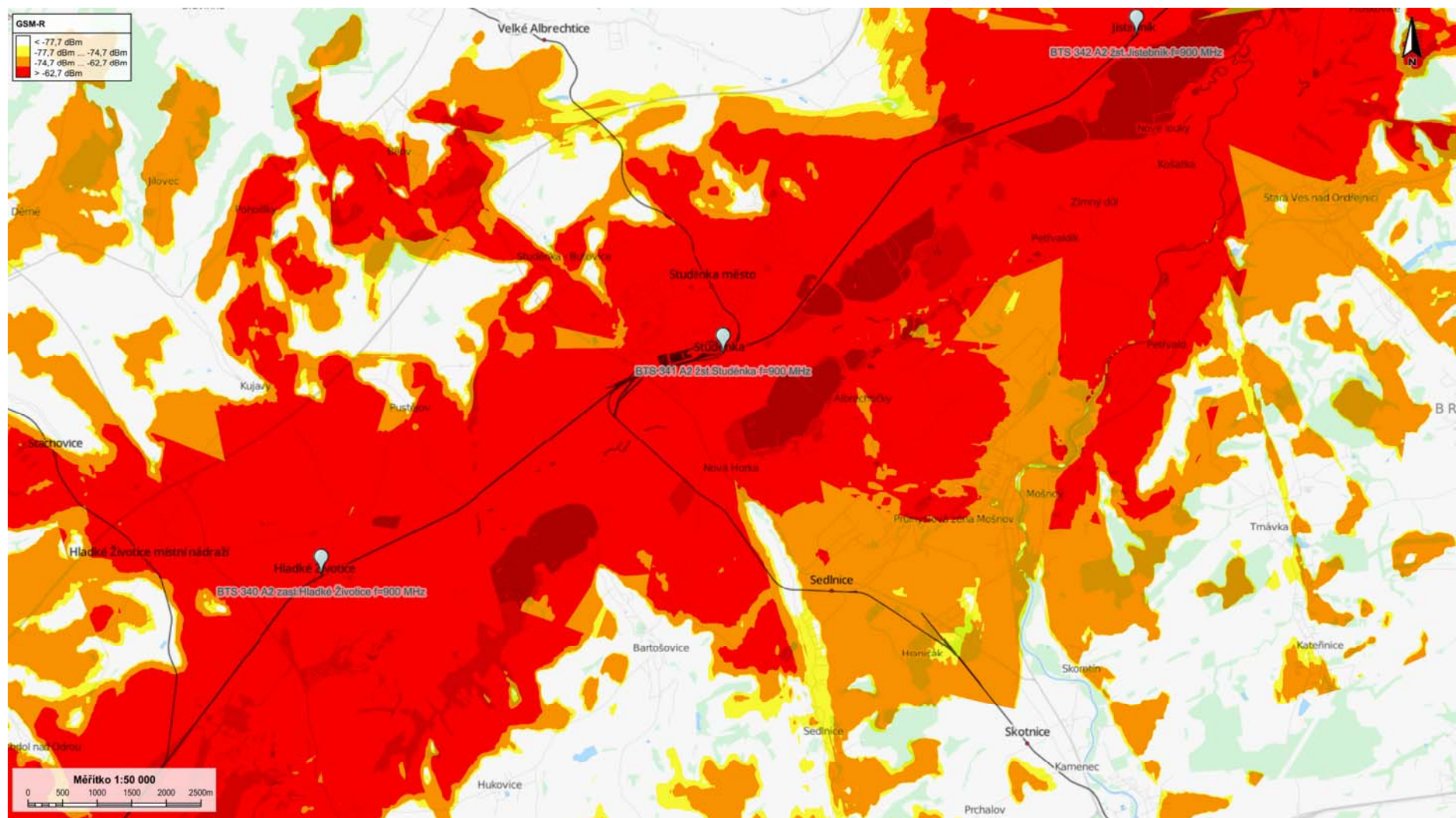
Obr. 2: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Bzenec – žst. Moravský Písek.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



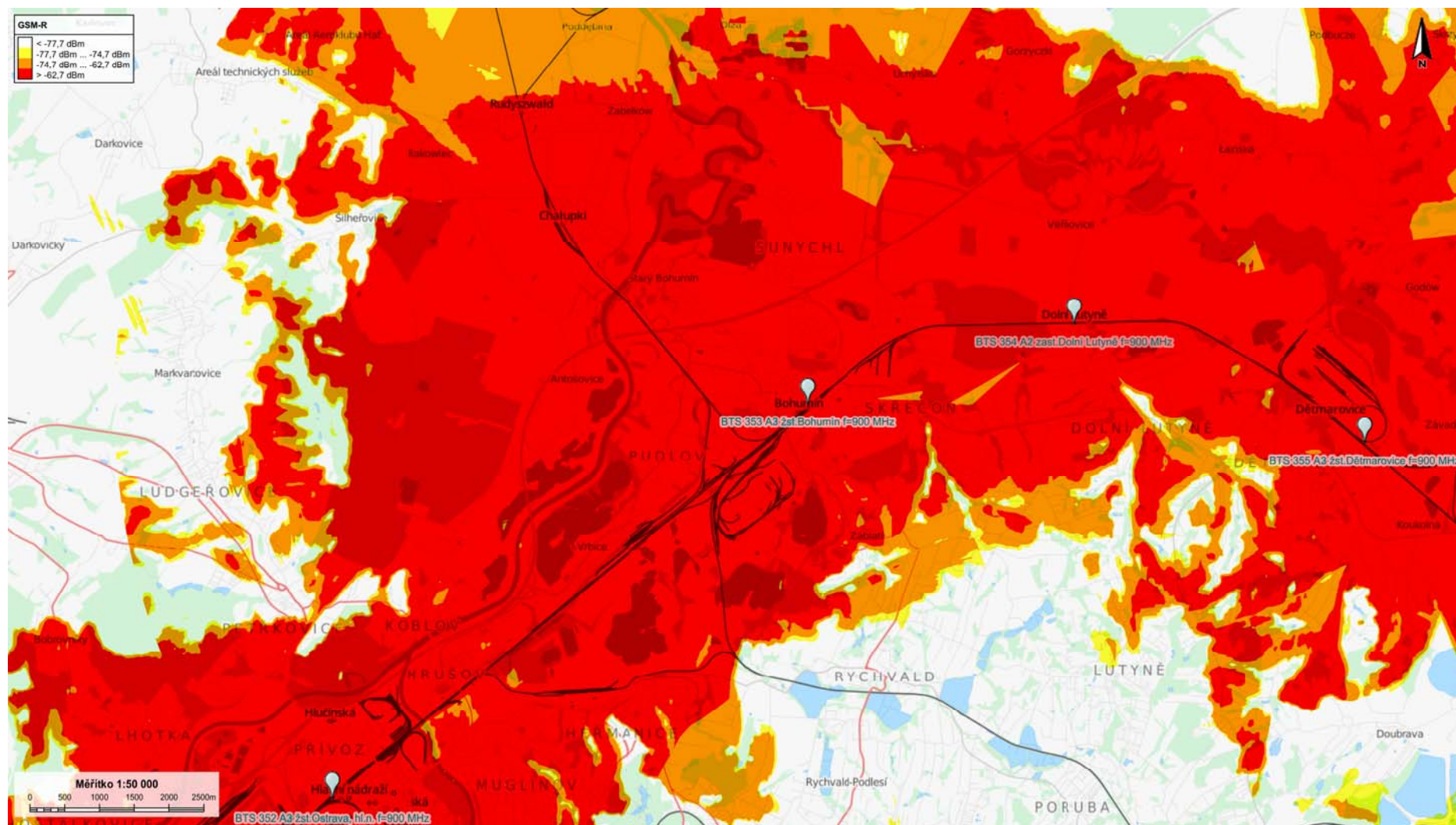
Obr. 4: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Hranice na Moravě – zast. Teplice nad Bečvou.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



Obr. 5: Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Studénka – žst. Příbor.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



Obr. 6 Predikce stávajícího pokrytí u odbočné železniční trati z II. NŽK v úseku žst. Bohumín – žst. Chalupki (PL).

4. MĚŘENÍ POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R

Pro ověření současného stavu pokrytí některých odbočných tratí bylo provedeno kontrolní měření. Měření bylo provedeno na odbočných tratích z II. NŽK, vybraných na základě předběžné softwarové predikce založené na parametrech již realizovaných základnových stanic BTS systému GSM-R provozovaném podél II. NŽK.

V následující tabulce (Tab. 9) jsou uvedeny odbočné tratě, na kterých bylo měření provedeno.

Tab. 9: Seznam měřených odbočných tratí.

Odbočná trať č.	Z	Do	Poznámka
833	Petrovice u K.	Zebzrydowice (PL)	
833	Zebzrydowice (PL)	Petrovice u K.	začátek měření odjezdové návěstidlo Zebrzydowice
-	Bohumín	Chalupki (PL)	
-	Chalupki (PL)	Bohumín-Vrbice	
-	Bohumín-Vrbice	Chalupki (PL)	
-	Chalupki (PL)	Bohumín	
325	Studénka	zast. Sedlnice	ukončení měření na zast. Sedlnice
325	žst. Sedlnice	Studénka	počátek měření u VB
280	Hranice na Moravě	Černotín	ztráta sig. GSM-R přibližně v Teplicích nad Bečvou
303	Jankovice	Hulín	začátek měření po nalezení GSM-R signálu – start v Jankovicích
303	Hulín	Kroměříž	
300	Přerov	Chropyně	
342	Moravský Písek	Bzenec	
340	Staré Město u U.H.	Kunovice	konec ukládání při ztrátě signálu GSM-R, za Kunovicemi
-	Hodonín	Holíč (SK)	konec ukládání při ztrátě signálu GSM-R, cca u předvěsti od vjezdového návěstidla do Holíče
-	Holíč (SK)	Hodonín	začátek měření po nalezení GSM-R signálu, cca u předvěsti vjezdového návěstidla do Holíče

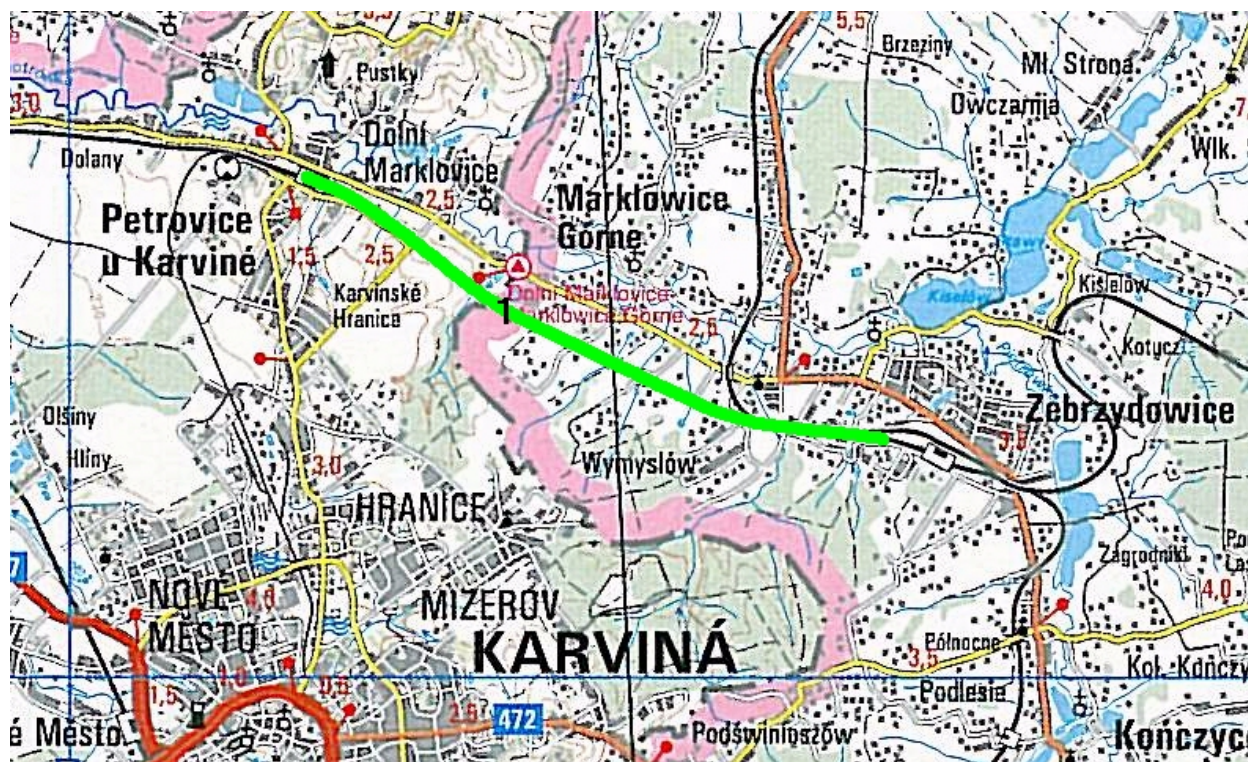
4.1. Výsledky měření

Měřicí systém je schopen kromě sběru dat provést i následné vyhodnocení úrovně signálu podle stanovených kritérií. Na následujících obrázcích (Obr. 7 - Obr. 22) jsou zobrazeny jednotlivé výsledky měření šíření signálu GSM-R ze stávajících BTS, které představují grafickou prezentaci naměřených dat přenesených do mapy. Vyhodnocování probíhalo na základě podmínky splnění EIRENE kritérií.

V Tab. 10 je uvedena legenda k obrázkům.

Tab. 10: Legenda k výsledkům měření.

Barva	Popis
zelená	Naměřená hodnota výkonu odpovídá požadavkům EIRENE ($P_{\text{přijaty}} \geq -95$ dBm pro více než 95% míst)
červená	Naměřená hodnota výkonu neodpovídá požadavkům EIRENE ($P_{\text{přijaty}} < -95$ dBm pro více než 95% míst)



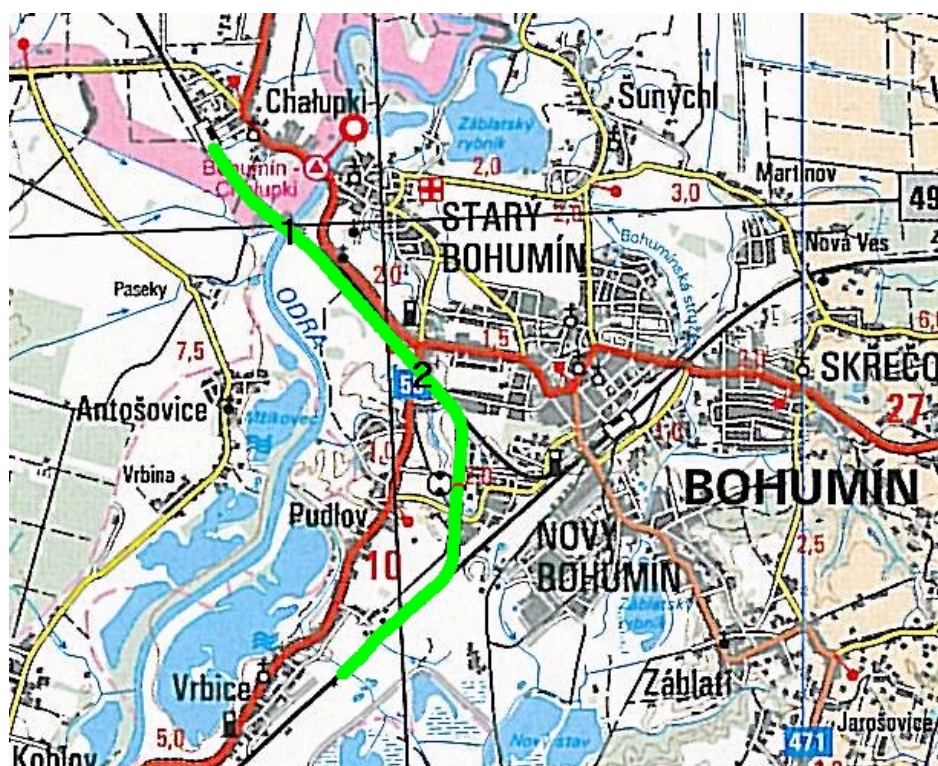
Obr. 7: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Petrovice u K. – Zebrydowice (PL).



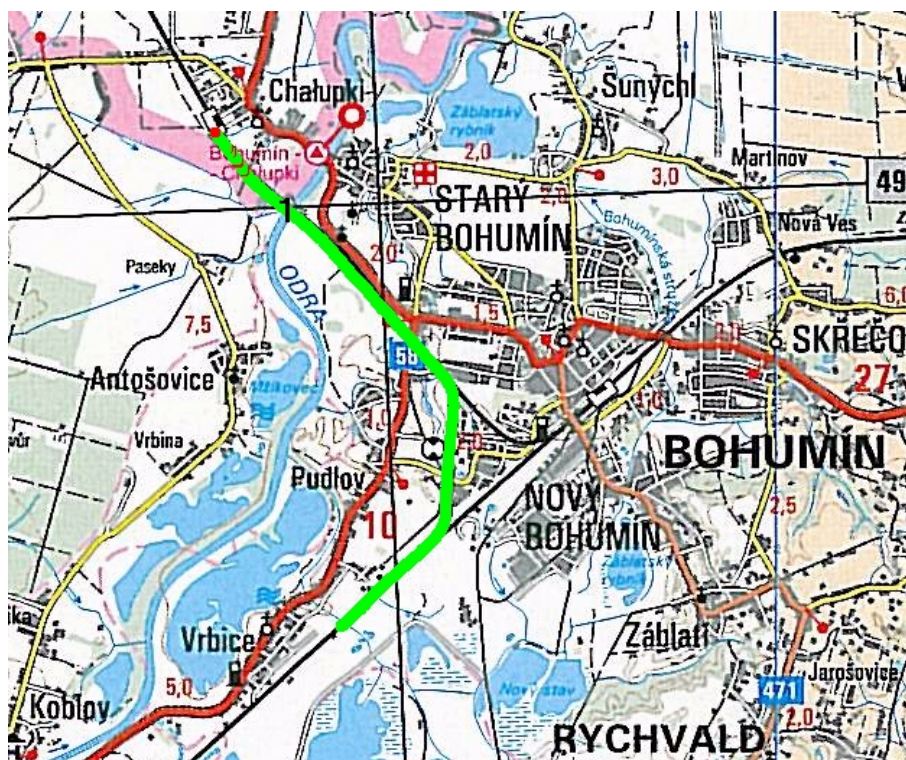
Obr. 8: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Zebrydowice (PL) – Petrovice u K.



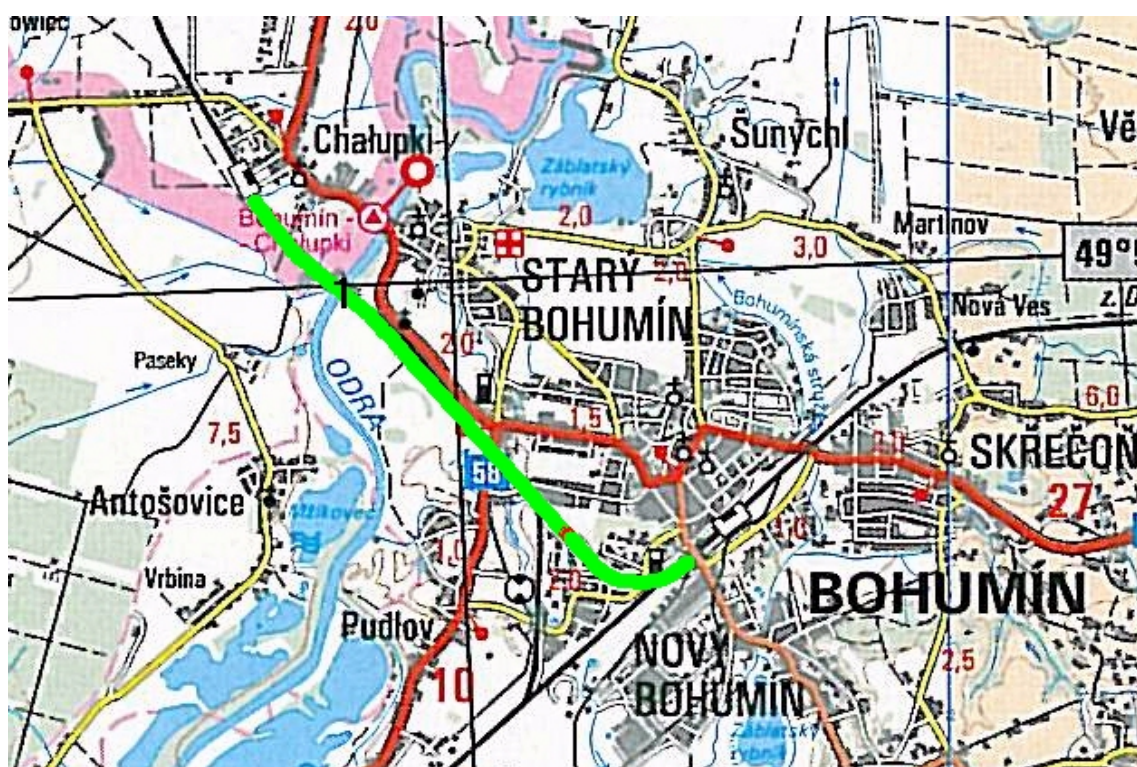
Obr. 9: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Bohumín – Chalupki (PL).



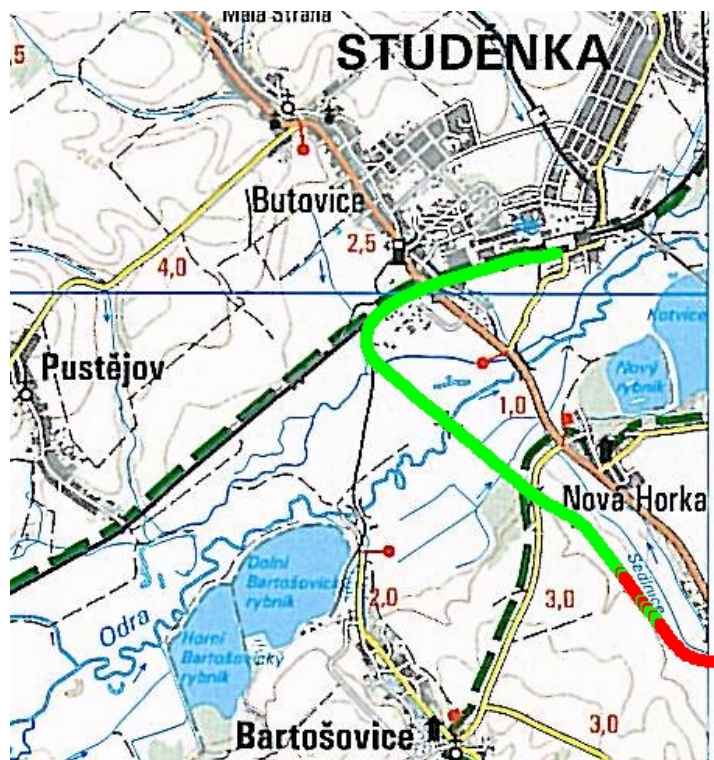
Obr. 10: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Chalupki (PL) – Bohumín-Vrbice.



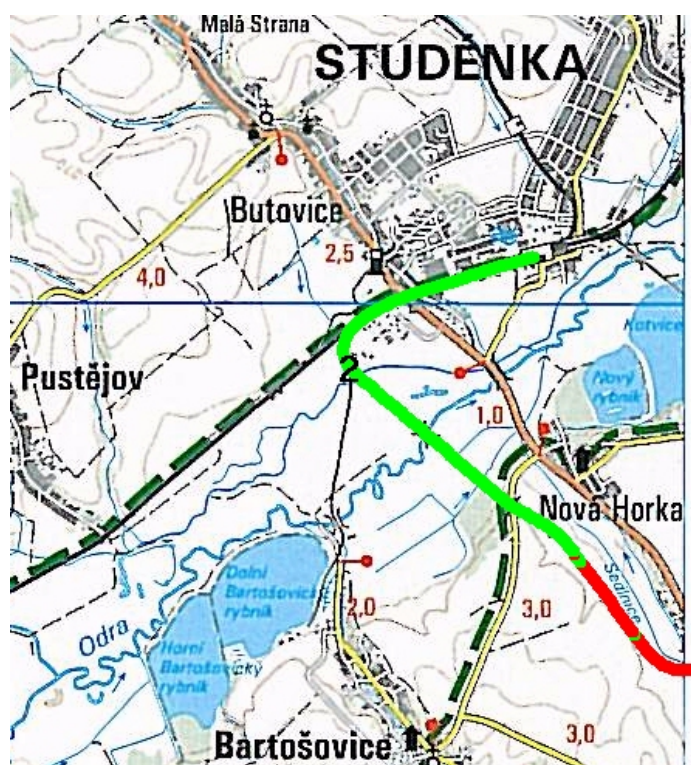
Obr. 11: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Bohumín-Vrbice – Chalupki (PL).



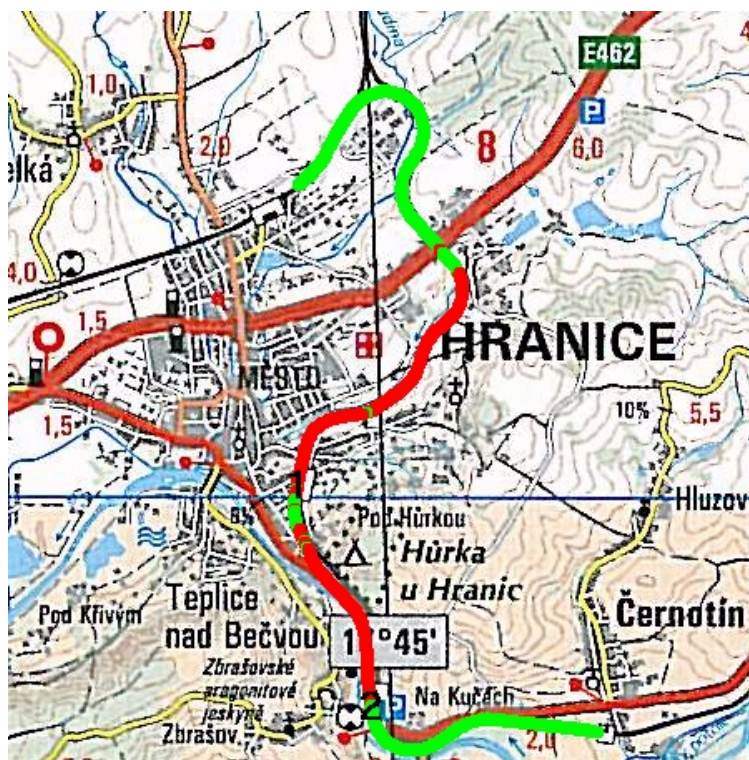
Obr. 12: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Chalupki (PL) - Bohumín.



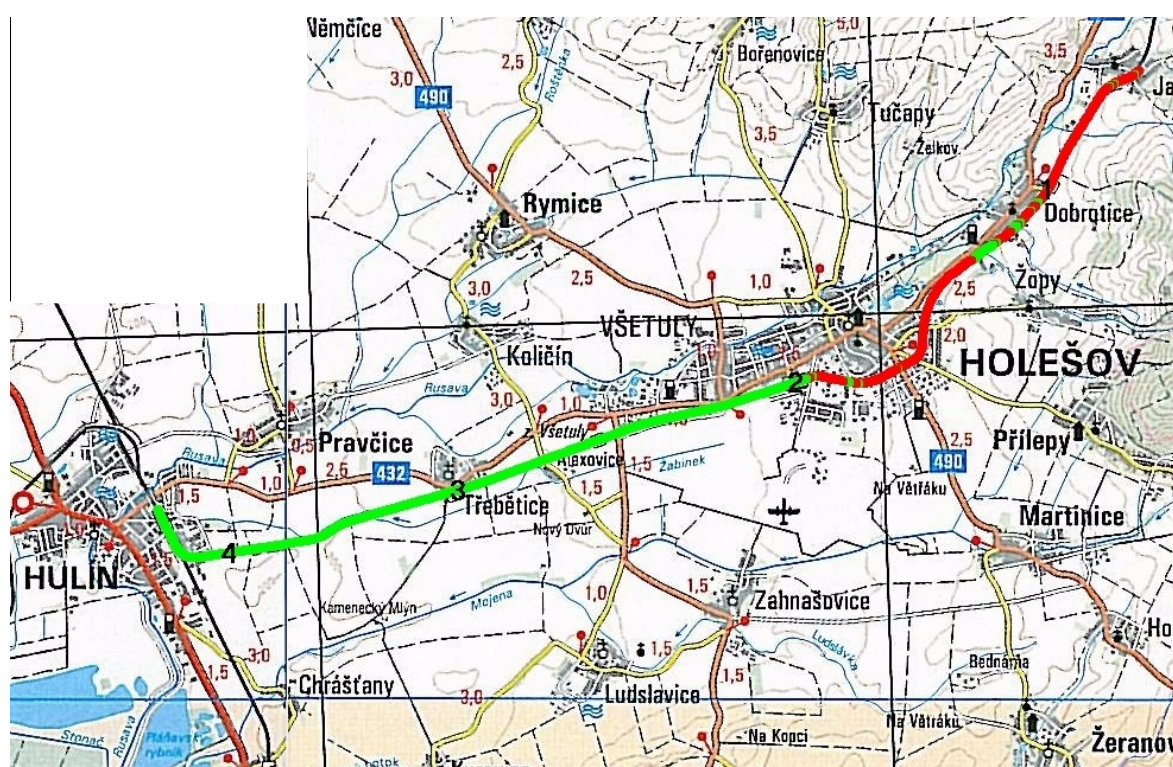
Obr. 13: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Studénka – zast. Sedlnice.



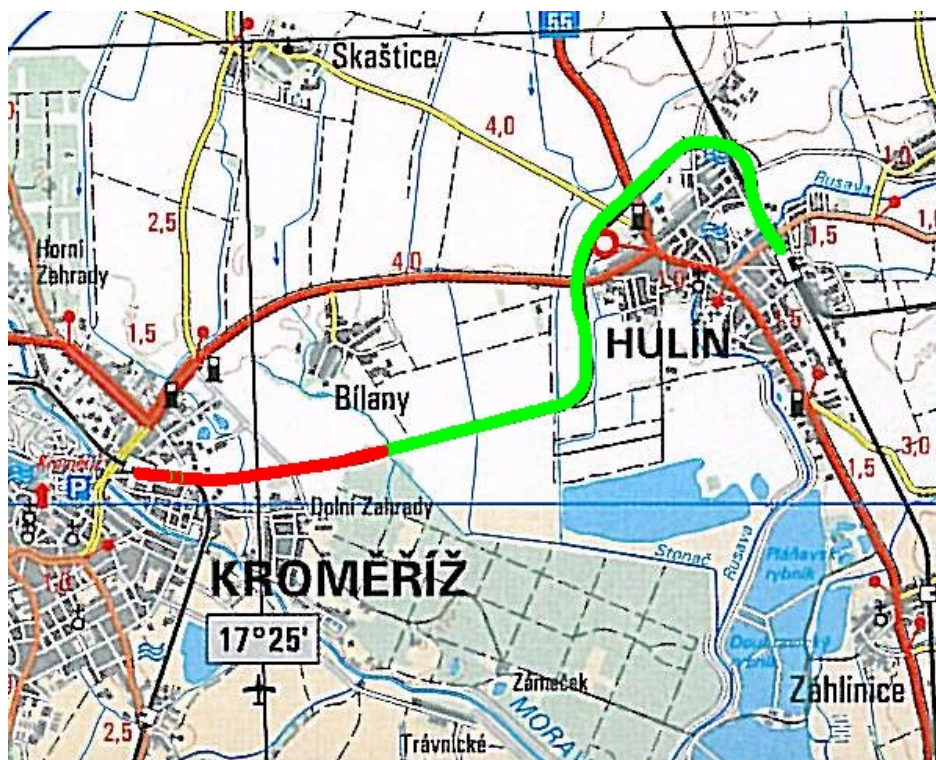
Obr. 14: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku žst. Sedlnice – Studénka.



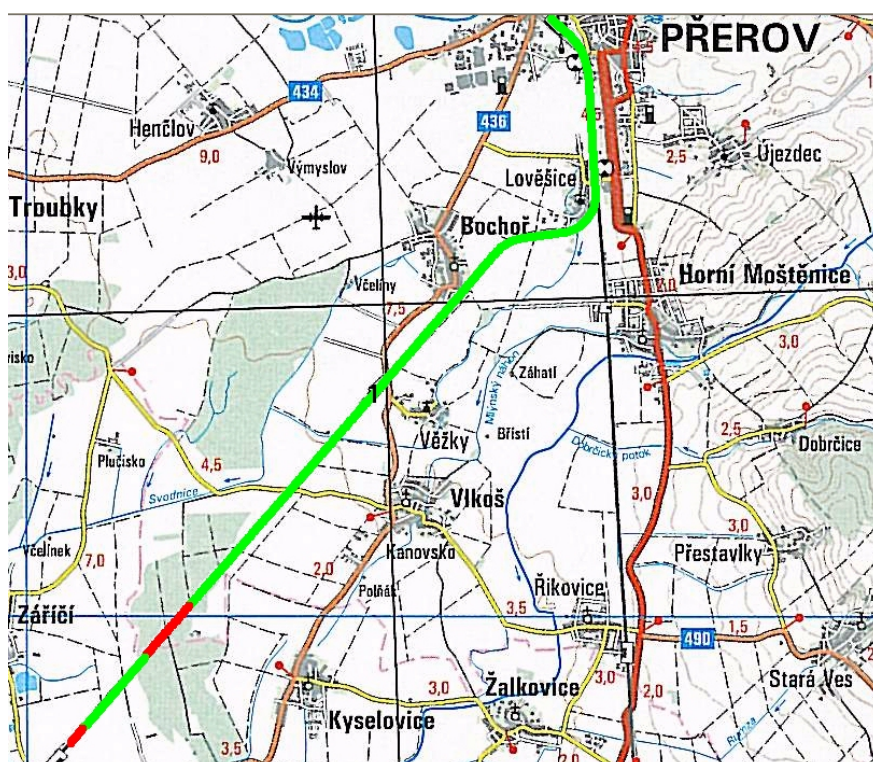
Obr. 15: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku žst. Hranice na Moravě – Černotín.



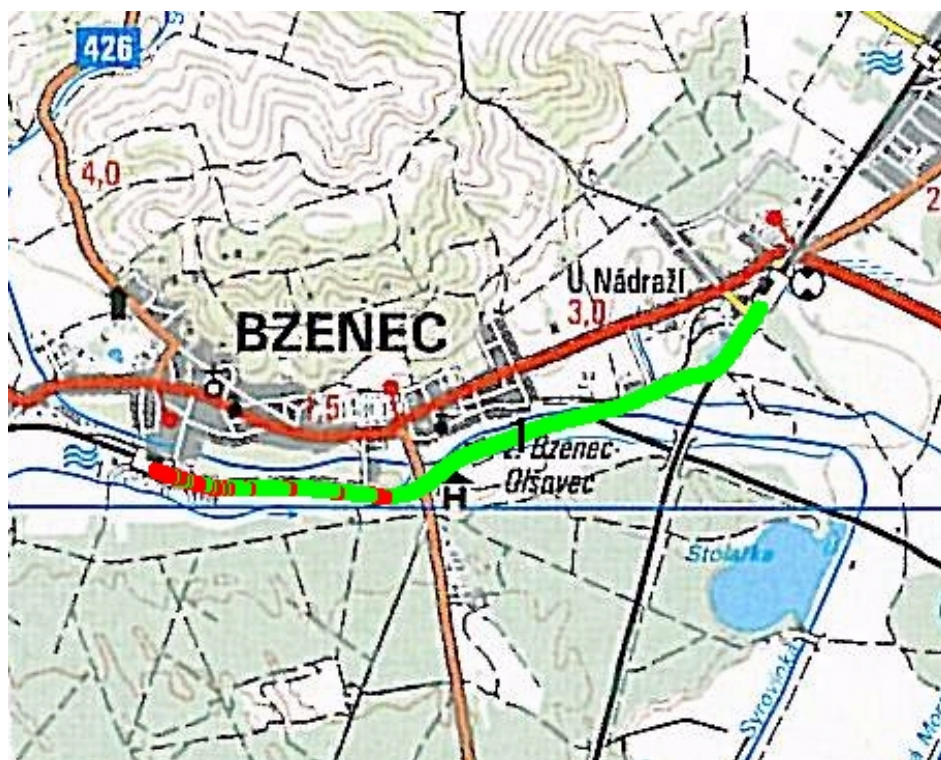
Obr. 16: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Jankovice – Hulín.



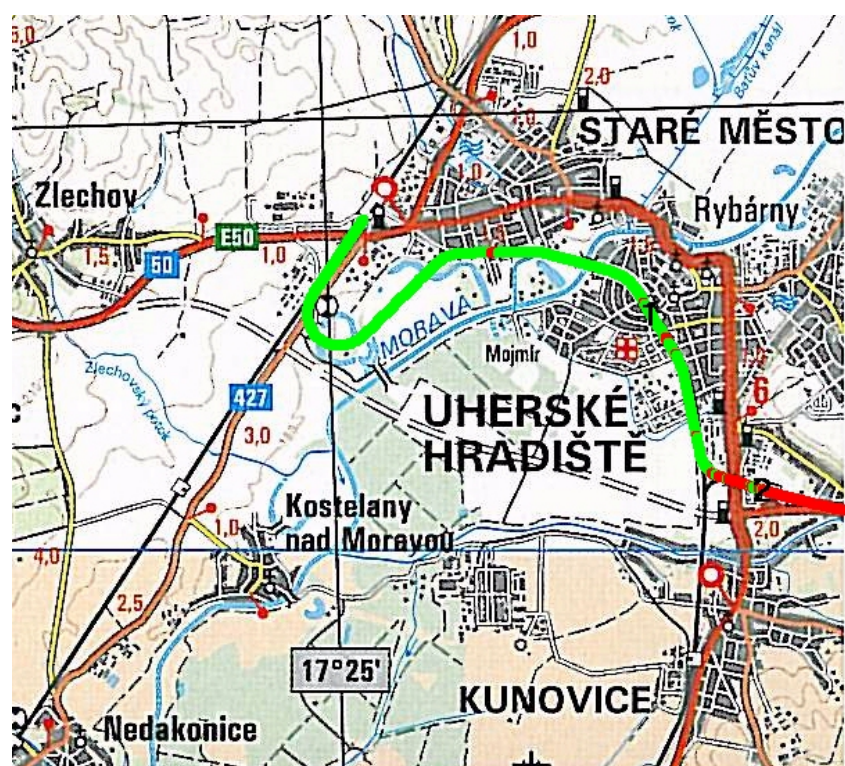
Obr. 17: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Hulín – Kroměříž.



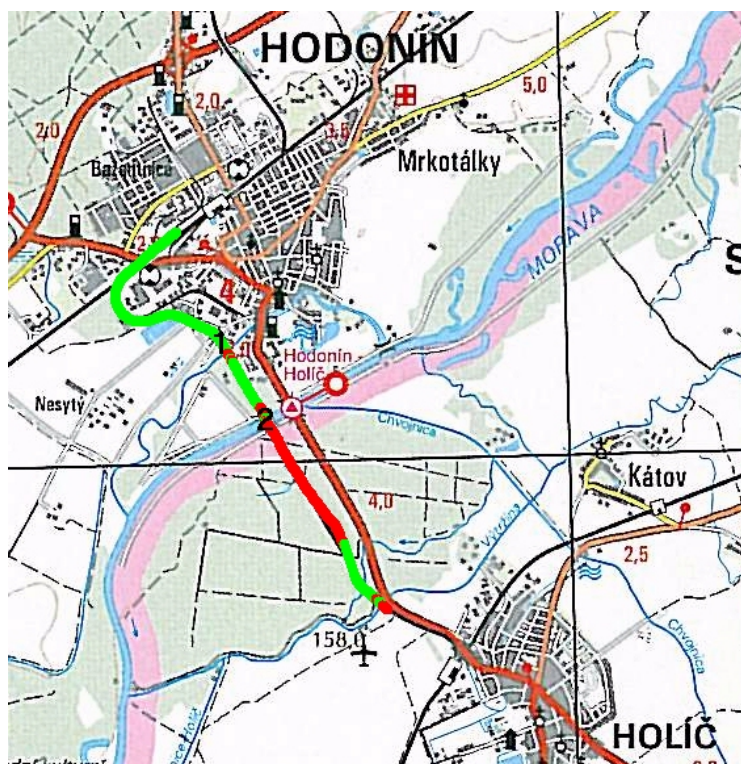
Obr. 18: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Přerov – Chropyně.



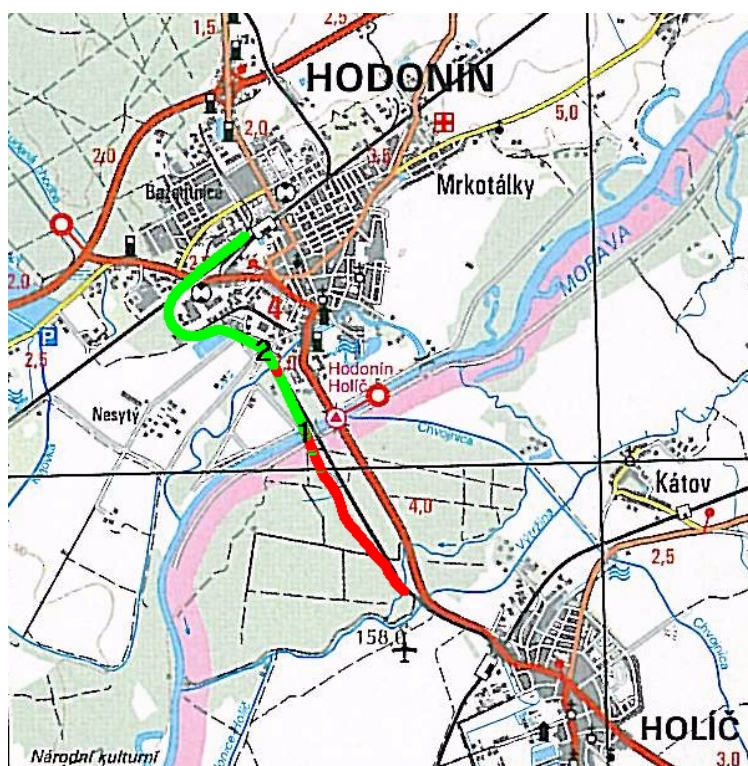
Obr. 19: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Moravský Písek – Bzenec.



Obr. 20: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Staré Město u U.H. - Kunovice.



Obr. 21: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Hodonín – Holíč (SK).



Obr. 22: Měření na odbočné trati z II. NŽK v úseku Holíč (SK) – Hodonín.

5. SOFTWAREVÝ NÁVRH POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R

Softwarový návrh pokrytí signálem GSM-R probíhal stejně jako predikce stávajícího stavu v programu RadioLab verze 4.1.2 od společnosti CRC Data.

5.1. Softwarový návrh

Výše zmíněným softwarovým nástrojem byly u zbylých odbočných tratí nejprve simulovány varianty doplněním stávajících základnových stanic BTS o nové sektory a antény. V případě, že se tímto způsobem nepodařilo danou odbočnou trať pokrýt, přišlo na řadu umístování nových základnových stanic BTS tak, aby bylo dosaženo komplexního pokrytí zbylých odbočných železničních tratí signálem GSM-R odpovídajícím specifikacím EIRENE s co nejnižšími pořizovacími náklady.

Na následujících obrázcích (Obr. 23 – Obr. 39) je zobrazena predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem systému GSM-R zahrnující stávající, doplněné i nové základnové stanice BTS.

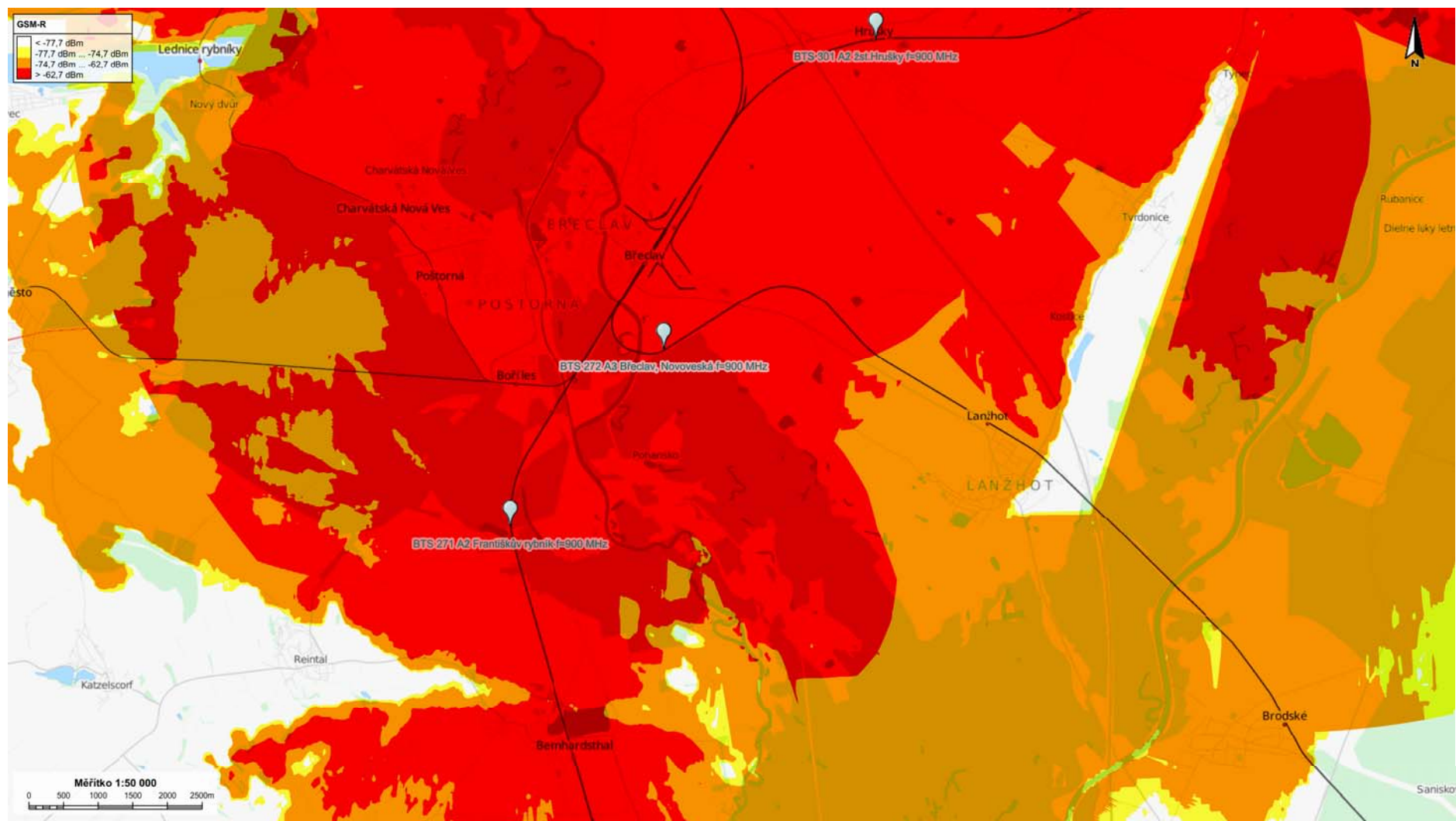
V

Tab. 11 jsou uvedeny úrovně odpovídající vyobrazeným barvám.

Tab. 11: Legenda k obrázkům softwarového návrhu.

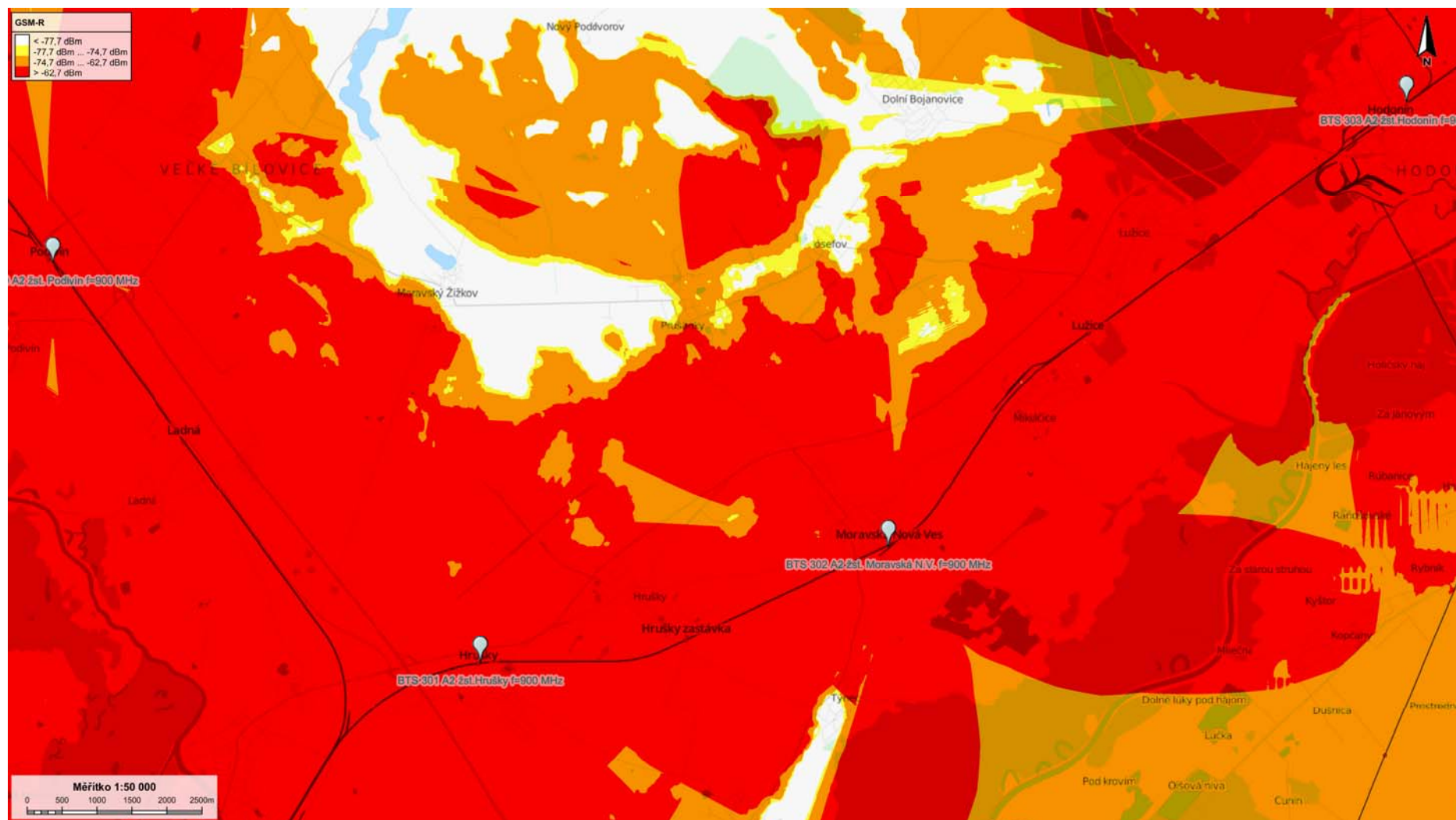
Barva	Intenzita pole [dB μ V/m]	Přijatý výkon [dBm]
bílá	< 58,58	< -77,7
žlutá	58,58 ... 61,58	-77,7 ... -74,7
oranžová	61,58 ... 73,58	-74,7 ... -62,7
červená	> 73,58	> -62,7

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



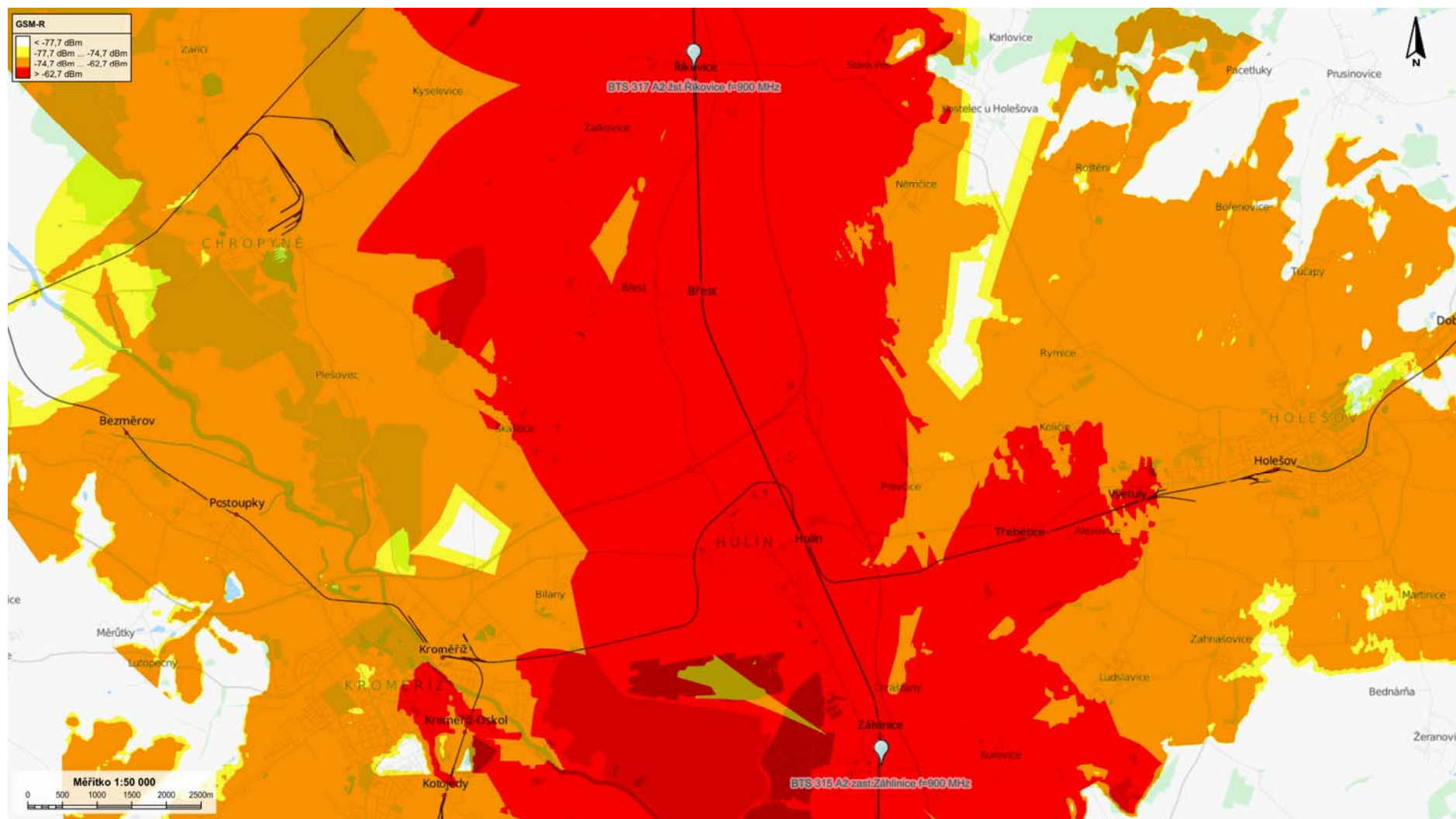
Obr. 23: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku st. hranice s A (žst. Hohenau) – žst. Hrušky.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



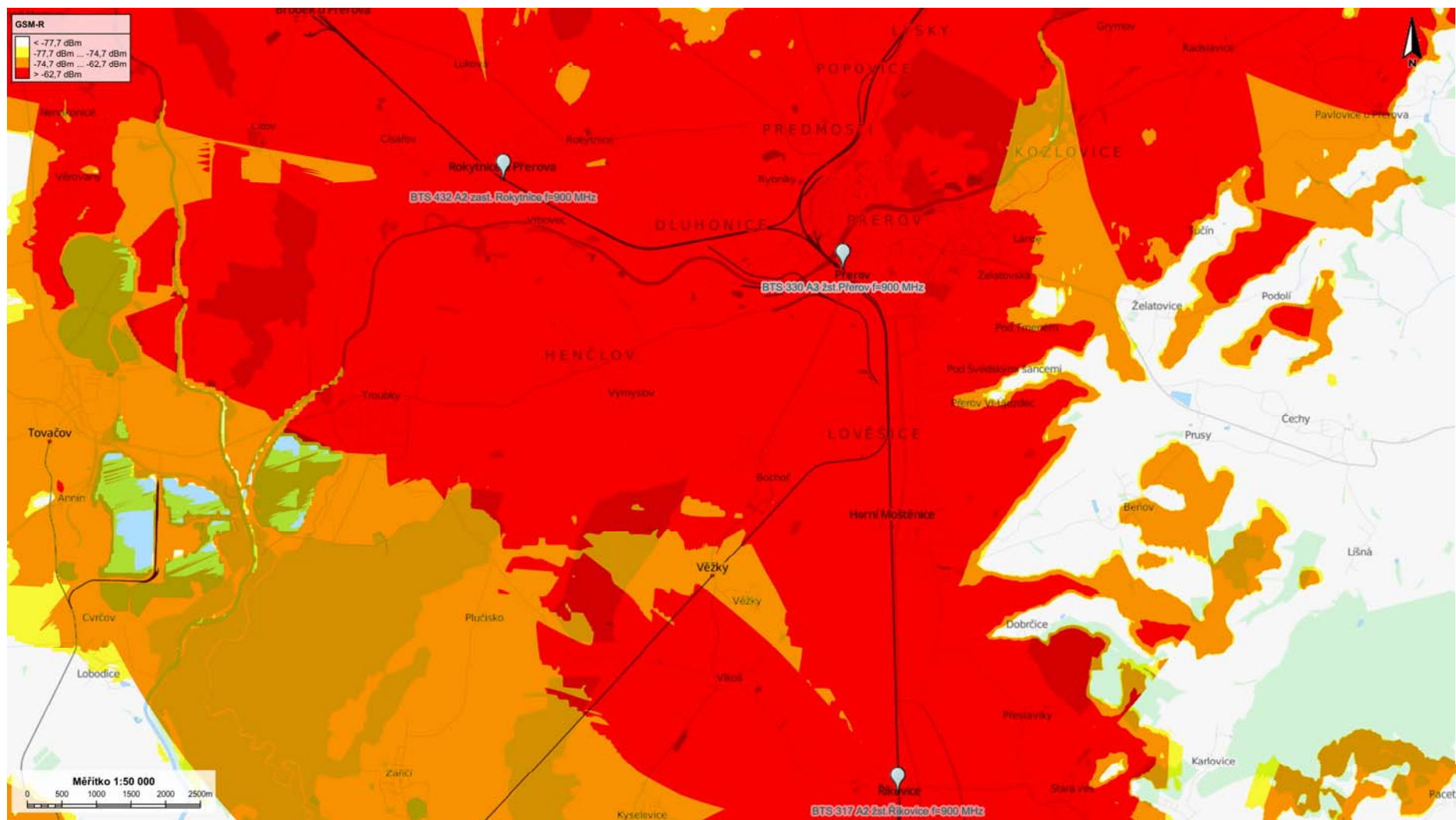
Obr. 24: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Hrušky – žst. Hodonín.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



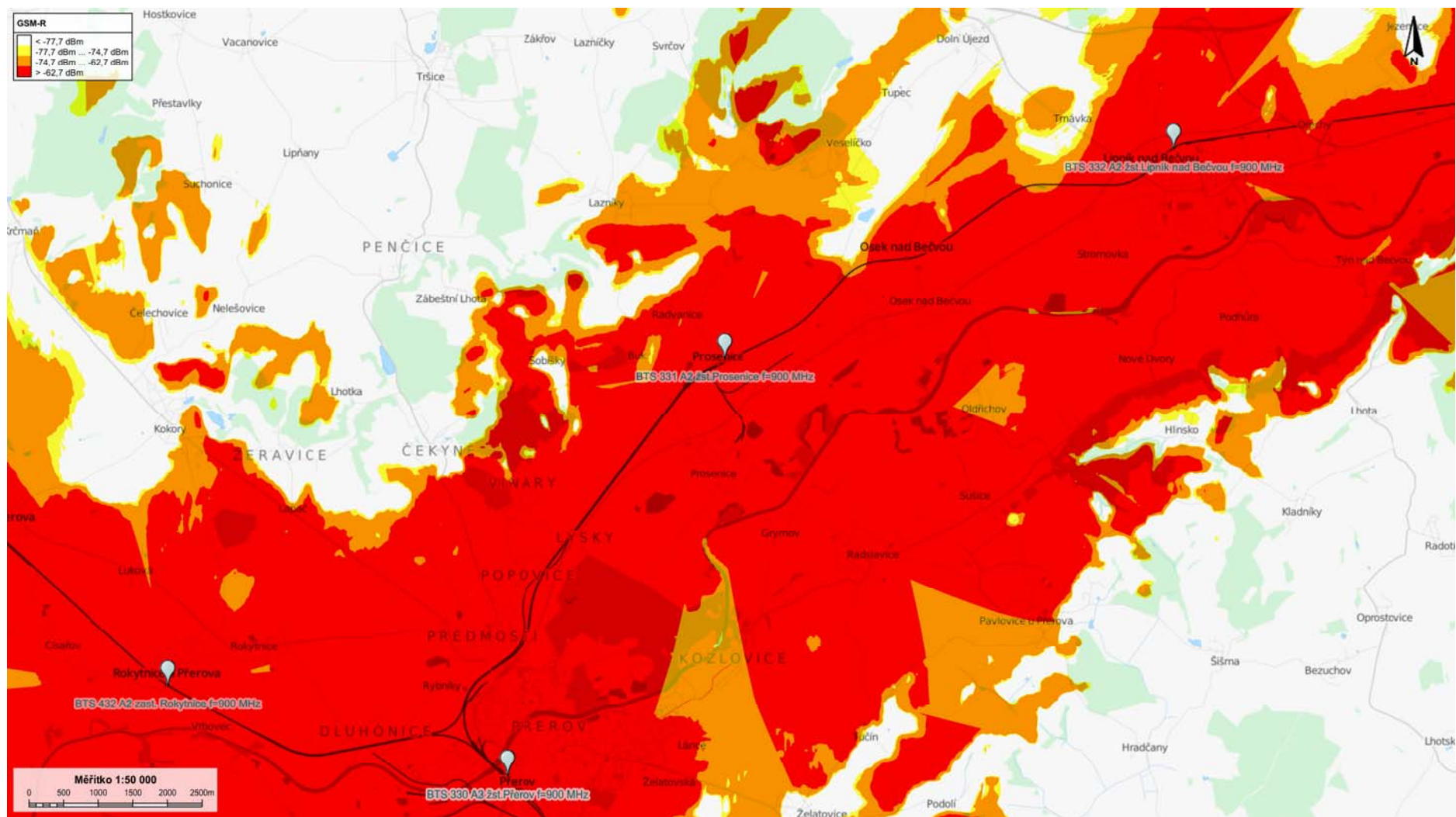
Obr. 30: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Záhnilice – žst. Říkovice.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



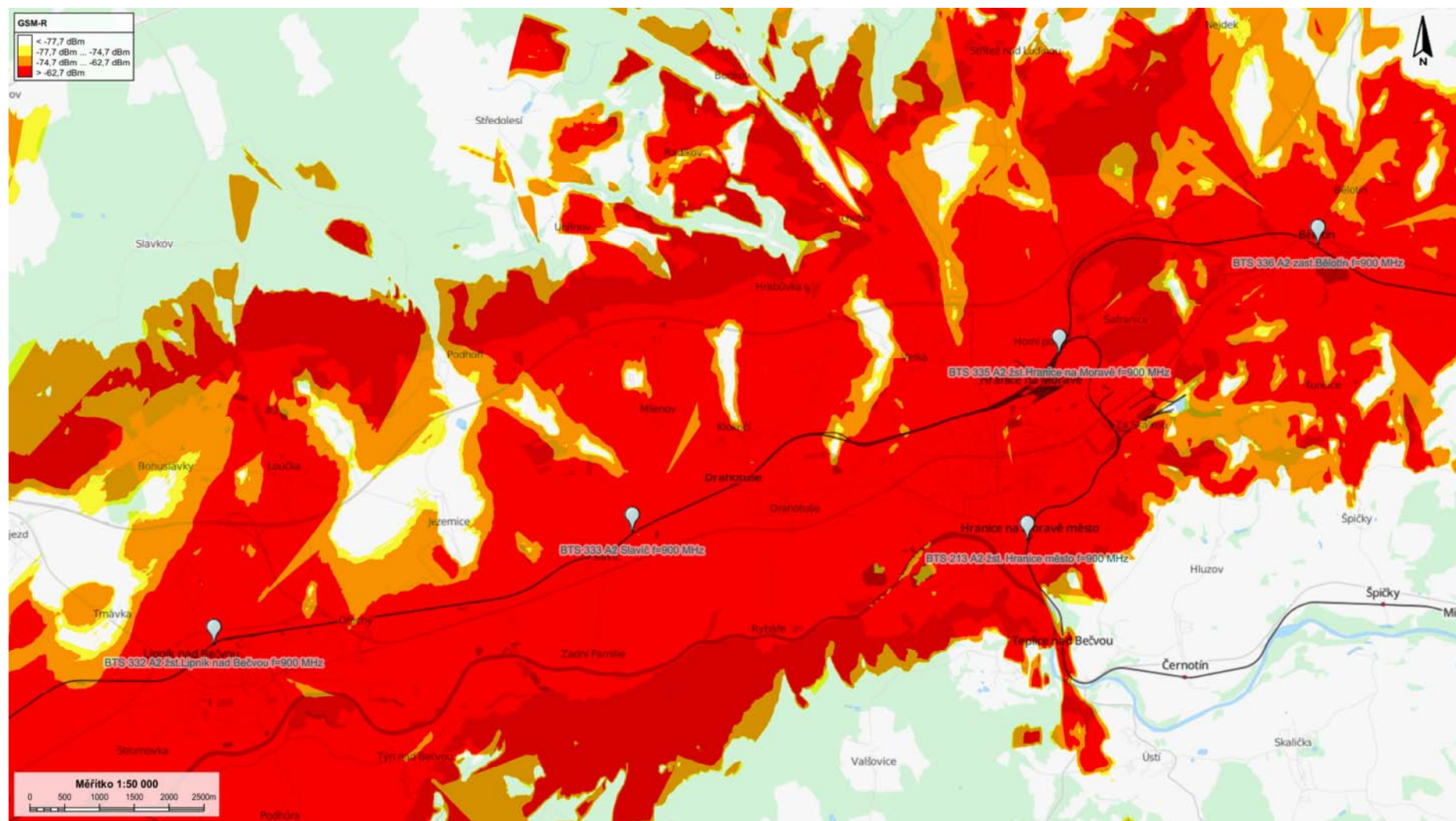
Obr. 31: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Říkovice – žst. Přerov.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



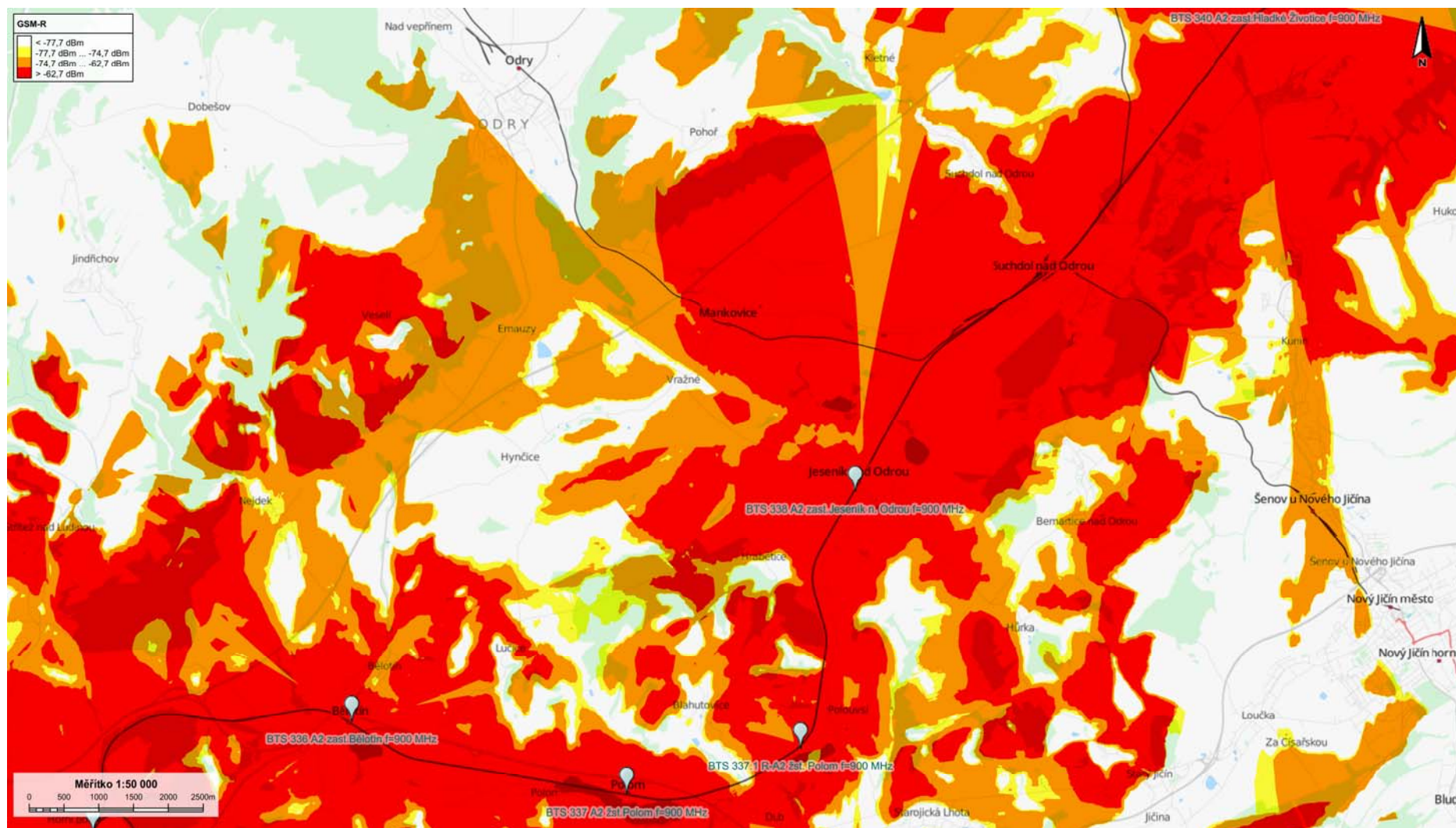
Obr. 32: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Přerov – žst. Lipník nad Bečvou.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



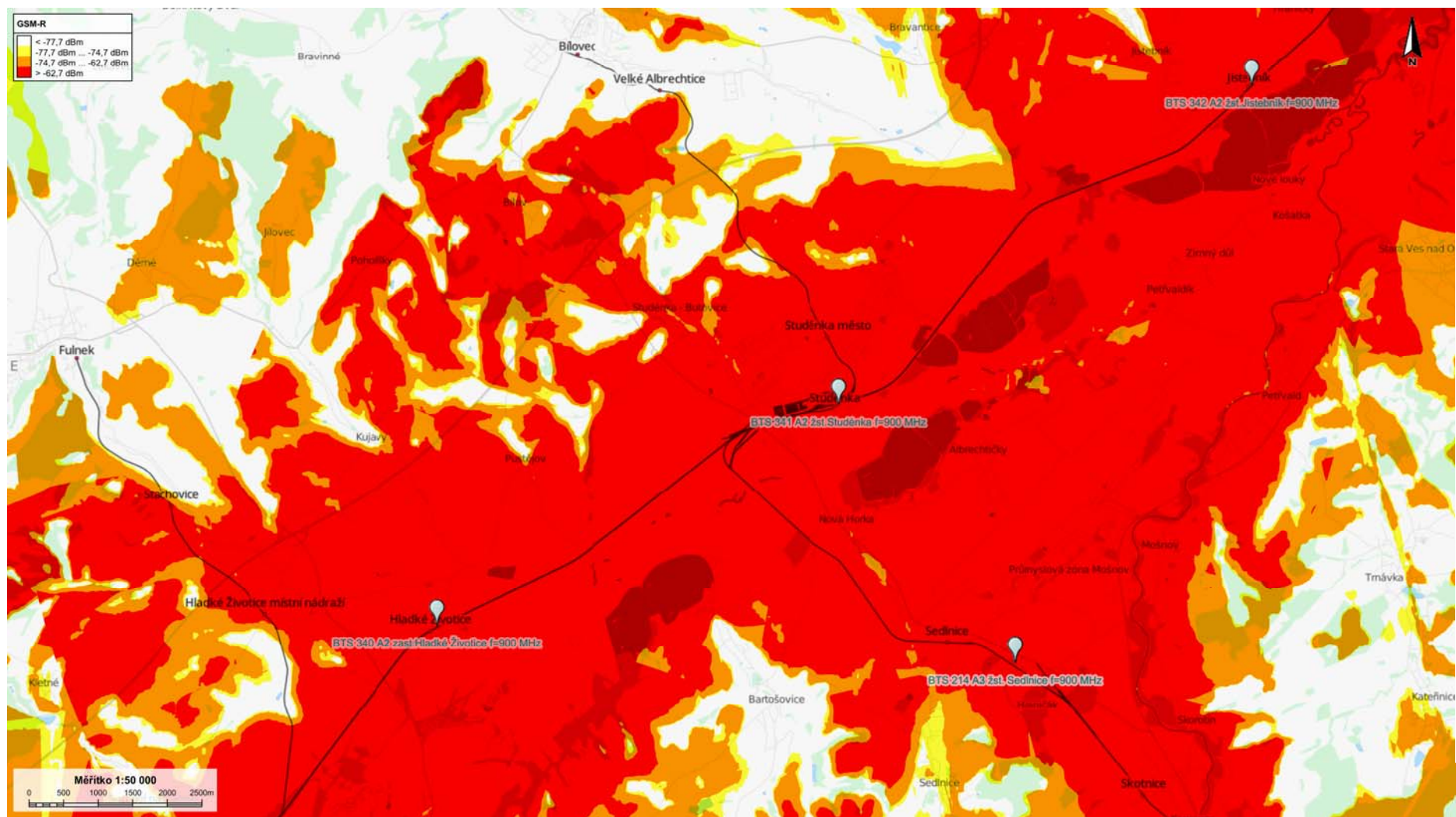
Obr. 33: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Lipník nad Bečvou – zast. Bělátno.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



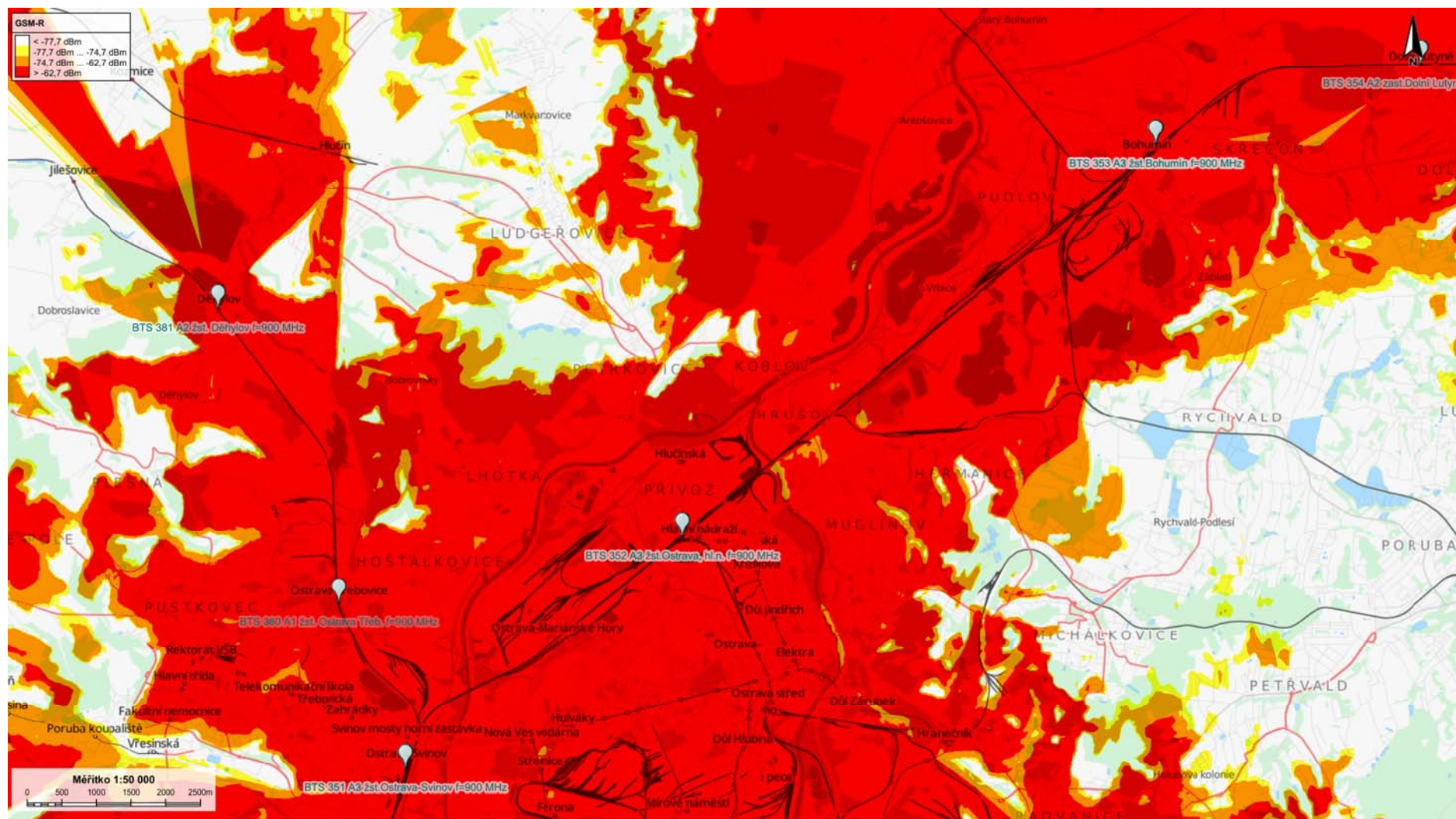
Obr. 34: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Bělátná – zast. Hladké Žitovice.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



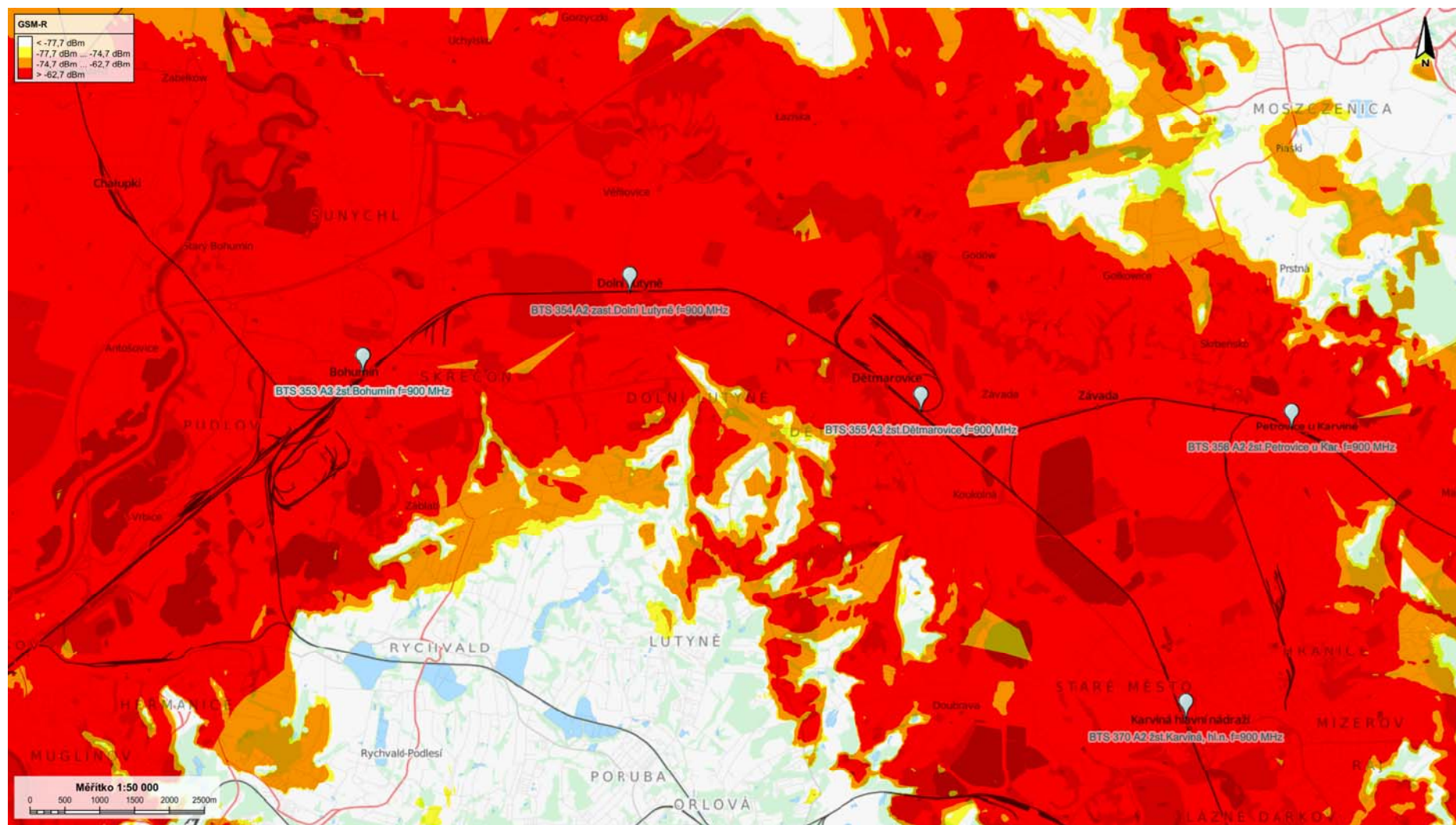
Obr. 35: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku zast. Hladké Žitovice – žst. Jistebník.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



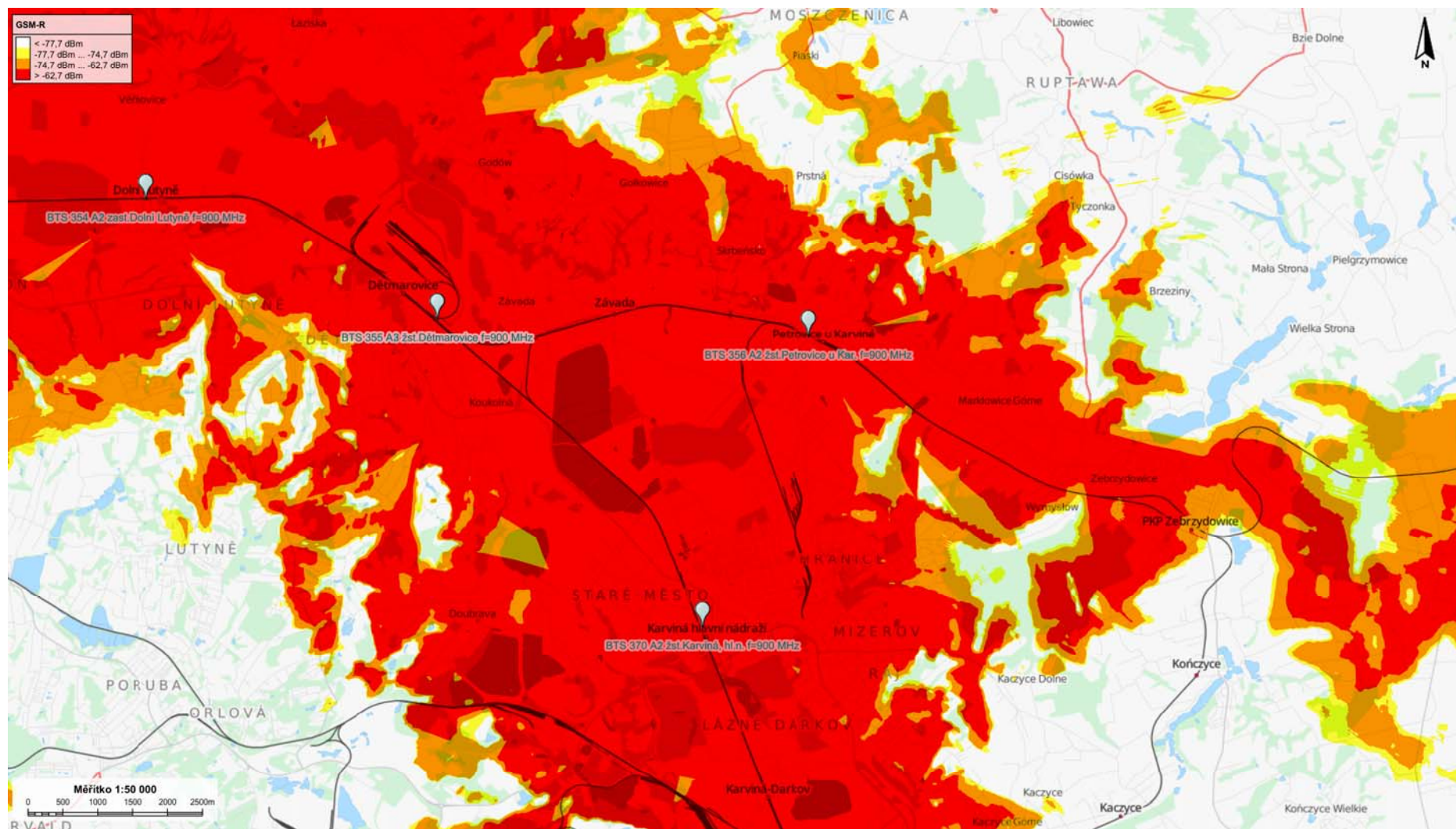
Obr. 37: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Ostrava hl. nádraží – žst. Bohumín.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



Obr. 38: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Bohumín – žst. Petrovice u Karviné.

Rádiové plánování a protokol z měření systému GSM-R pro vstup do oblasti ETCS v úseku:
Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav



Obr. 39: Predikce pokrytí odbočných železničních tratí z II. NŽK signálem sítě GSM-R v úseku žst. Petrovice u Karviné. – st. hranice PL (žst. Zebrzydowice).

5.2. Vyhodnocení softwarového návrhu

Konečným výstupem softwarového návrhu a celého rádiového plánování, kterým se zabývá tento dokument, je následující tabulka. Jedná se o konečný seznam nových a doplňovaných základnových stanic BTS systému GSM-R, jejichž vybudování je podmínkou pro zavedení evropského zabezpečovacího systému ETCS na předmětném úseku II. NŽK.

Pro všechny antény je mechanický náklon (downtilt) 0° , proto není tento parametr v tabulce explicitně uváděn pro každou lokalitu zvlášť.

Zeměpisná délka a šířka je uváděna v souřadnicovém systému WGS84.

Tab. 12: Konečný seznam nových a doplněných základnových stanic BTS systému GSM-R v úseku Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov - Břeclav.

Č.	Lokalita	LON	LAT	Výška stožáru	Anténa 1	Azimut	Anténa 2	Azimut	Anténa 3	Azimut	Anténa 4	Azimut
úsek Petrovice u Karviné – Ostrava												
353	žst. Bohumín, doplnění	18°21'39,440"E	49°54'06,530"N	30	A	50	A	230	B	270	A	306
úsek Ostrava – Přerov												
343	žst. Sedlnice	18°06'11.054"E	49°40'24.384"N	30	A	300	A	134	B	14		
334	žst. Hranice na Moravě-město	17°44'30.203"E	49°32'46.362"N	30	A	24	A	143				
úsek Přerov – Břeclav												
309	žst. Kunovice	17°28'07.145"E	49°03'08.480"N	25	B	311	A	203	A	103		
306	žst. Moravský Písek, doplnění	17°18'53.160"E	48°58'40.740"N	30	A	35	A	215	A	250	A	145
Legenda Antén:		A – Kathrein 800 10141; B – Kathrein 800 10202V02; E – Kathrein 800 10643										
Poznámka:		Stávající zařízení – <i>modře kurzívou</i>										

6. ZÁVĚR

Předmětem tohoto dokumentu je návrh na doplnění stávajících základnových stanic BTS systému GSM-R a umístění nových základnových stanic systému GSM-R, které budou zajišťovat dostatečné pokrytí signálem systému GSM-R u odbočných tratí navazujících na II. národní železniční koridor v úseku Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav a vyžadujících automatický vstup do oblasti s evropským zabezpečovacím systémem ETCS level 2.

Nově navržené a doplňované základnové stanice BTS vychází z rozmístění a vybavení stávajících základnových stanic a jsou řešeny tak, aby bylo dosaženo pokrytí těchto odbočných železniční trati vyhovující kritériím EIRENE za co nejnížší pořizovací náklady.

V této fázi návrhu nebylo řešeno frekvenční plánování, To bude předmětem detailního plánování v rámci realizace systému ETCS.

7. PŘÍLOHA

V příloze jsou uvedeny katalogové listy antén, jejichž parametry byly použité při návrhu jednotlivých základnových stanic BTS.



800 10141

30° Panel Antenna

- X-polarized (+45° and -45°).
- UV resistant pultruded radomes.
- Wideband vector dipole technology.
- DC Grounded metallic parts for impulse suppression.
- Mechanical downtilt option.

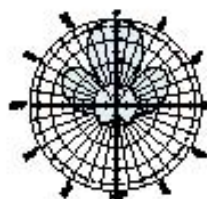
General specifications:

Frequency range	806-960 MHz
VSWR	<1.5:1
Impedance	50 ohms
Intermodulation (2x20W)	IM3: <-150 dBc
Polarization	+45° and -45°
Maximum input power	500 watts per input (at 50°C)
Connector	2 x 7-16 DIN female
Isolation	>30 dB
Weight	48.5 lb (22 kg)
Dimensions	51 x 22 x 4.6 inches (1296 x 560 x 116 mm)
Wind load	at 93 mph (150kph)
Front/Side/Rear	207 lbf / 43 lbf / 232 lbf (920 N) / (190 N) / (1030 N)
Mounting category	M (Medium)
Wind survival rating*	120 mph (200 kph)
Shipping dimensions	57.1 x 23.6 x 7.2 inches (1450 x 600 x 182 mm)
Mounting	Fixed and tilt mount options are available for 2 to 4.9 inch (50 to 125mm) OD masts.

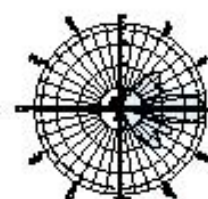
See reverse for order information.

Specifications:	806-894 MHz	880-960 MHz
Gain	18 dBi	18.5 dBi
Horizontal beamwidth	31° (half-power)	29° (half-power)
Vertical beamwidth	15° (half-power)	14° (half-power)
Front-to-back ratio, copolar	>25 dB	>29 dB

* Mechanical design is based on environmental conditions as stipulated in EIA-222-G (April 2007) and/or ETS 300 019-1-4 which include the static mechanical load imposed on an antenna by wind at maximum velocity. See the Engineering Section of the catalog for further details.



Horizontal pattern
Vertical - polarization



Vertical pattern
Horizontal - polarization



10778-E
936.4119



Kathrein Inc., Scala Division Post Office Box 4580 Medford, OR 97501 (USA) Phone: (541) 779-6500 Fax: (541) 779-3991
Email: communications@kathrein.com Internet: www.kathrein-scala.com



800 10202V02

65° Single Band Panel Antenna

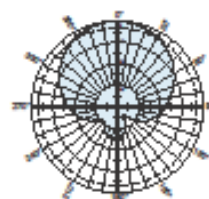
	Antenna 1
Triple Band (MHz)	790–960
Dual Polarization	X
HPBW	65°
Electrical Downtilt	0°

General specifications:

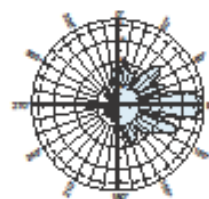
Frequency range	790–960 MHz
Impedance	50 ohms
VSWR	<1.5:1
Intermodulation (2x20w)	IM3: <-150 dBc
Polarization	+45° and -45°
Maximum input power	500 watts per input (at 50°C)
Connector	2 x 7-16 DIN female
Isolation	>30 dB
Tracking	0.5 dB
Squint	±2°
Weight	14.3 lb (6.5 kg) 18.7 lb (8.5 kg) clamps included
Dimensions	50.9 x 10.2 x 3.9 inches (1294 x 259 x 99 mm)
Wind load	at 93 mph (150kph) 97 lbf / 45 lbf / 135 lbf (430 N) / (200 N) / (600 N)
Mounting category	M (Medium)
Wind survival rating*	120 mph (200 kph)
Shipping dimensions	60.1 x 10.7 x 5 inches (1526 x 272 x 127 mm)
Shipping weight	19.8 lb (9 kg)
Mounting	Fixed mounts for 2 to 4.6 inch (50 to 115 mm) OD masts are included and tilt options are available.

See reverse for order information.

* Mechanical design is based on environmental conditions as stipulated in TIA-222-G-2 (December 2009) and/or ETS 300 019-1-4 which include the static mechanical load imposed on an antenna by wind at maximum velocity. See the Engineering Section of the catalog for further details.



Horizontal pattern
±45° polarization



Vertical pattern
±45° polarization



Specifications:	790–862 MHz	824–894 MHz	880–960 MHz
Gain	14.5 dBi	14.7 dBi	15 dBi
Front-to-back ratio (180°±30°)	>23 dB	>24 dB	>25 dB
+45° and -45° polarization horizontal beamwidth	69° (half-power)	68° (half-power)	65° (half-power)
+45° and -45° polarization vertical beamwidth	14.7° (half-power)	14.3° (half-power)	13.2° (half-power)
Sidelobe suppression for first sidelobe above horizon	>14 dB	>15 dB	>14 dB
Cross polar ratio			
Main direction	0°	>20 dB	>20 dB
Sector	±60°	>11 dB	>11 dB



11364-B
936.3908/b



Kathrein Inc., Scala Division Post Office Box 4580 Medford, OR 97501 (USA) Phone: (541) 779-6500 Fax: (541) 779-3991
Email: communications@kathrein.com Internet: www.kathrein-scala.com



800 10643
30° Directional Antenna

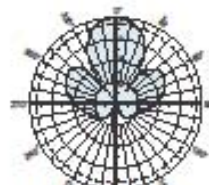
- X-polarized (+45° and -45°).
- UV resistant fiberglass radomes.
- Wideband vector dipole technology.
- DC Grounded metallic parts for impulse suppression.

General specifications:

Frequency range	790–960 MHz
VSWR	<1.5:1
Impedance	50 ohms
Intermodulation (2x20w)	IM3: <-150 dBc
Polarization	+45° and -45°
Maximum input power	500 watts per input (at 50°C)
Connector	2 x 7-16 DIN female
Isolation	>30 dB
Tracking	2 dB
Squint	±2°
Weight	45.2 lb (20.5 kg) 49.6 lb (22.5 kg) clamps included
Dimensions	98.7 x 22.7 x 3.9 inches (2514 x 576 x 99 mm)
Wind load	at 93 mph (150kph) 396 lbf / 75 lbf / 459 lbf (1760 N) / (330 N) / (2040 N) H (Heavy)
Mounting category	
Wind survival rating*	120 mph (200 kph)
Shipping dimensions	99.8 x 23.3 x 5.8 inches (2538 x 592 x 147 mm)
Shipping weight	55.1 lb (25 kg)
Mounting	Fixed mounts for 2 to 4.6 inch (50 to 115 mm) OD masts are included and tilt options are available.

See reverse for order information.

* Mechanical design is based on environmental conditions as stipulated in TIA-222-G-2 (December 2009) and/or ETS 300 019-1-4 which include the static mechanical load imposed on an antenna by wind at maximum velocity. See the Engineering Section of the catalog for further details.



Horizontal pattern
±45°-polarization



Vertical pattern
±45°-polarization



Specifications:	790–862 MHz	824–894 MHz	880–960 MHz
Average gain	20.2 dBi	20.4 dBi	20.8 dBi
Front-to-back ratio	>30 dB (co-polar)	>30 dB (co-polar)	>30 dB (co-polar)
Horizontal beamwidth	33° (half-power)	32° (half-power)	30° (half-power)
Vertical beamwidth	8.4° (half-power)	8.2° (half-power)	7.4° (half-power)
Sidelobe suppression for:			
First sidelobe above main beam	>15 dB	>15 dB	>15 dB
Cross polar ratio			
Main direction	0° 30 dB (typical)	26 dB (typical)	23 dB (typical)



11310-B
936.4149/a



Kathrein Inc., Scala Division Post Office Box 4580 Medford, OR 97501 (USA) Phone: (541) 779-6500 Fax: (541) 779-3991
Email: communications@kathrein.com Internet: www.kathrein-scala.com

**Logarithmic periodic
Vertical Polarization
Half-power Beam Width**

790–960

V

51°

KATHREIN
Antennen - Electronic

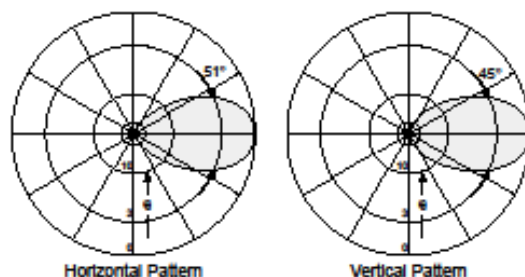
VPol LogPer 790–960 51° 12dBi

Type No.	K 73 22 61	K 73 22 67
Input	N female	7-16 female
Frequency range	790 – 960 MHz	
VSWR	< 1.4	
Gain	12 dBi	
Impedance	50 Ω	
Polarization	Vertical	
Side-lobe suppression	> 25 dB	
Front-to-back ratio	> 30 dB	
Half-power Beam Width	Horizontal: 51° / Vertical: 45°	
Intermodulation IM3 (2 x 43 dBm carrier)	< -150 dBc	
Max. power	500 W (at 50 °C ambient temperature)	
Weight	6.3 kg	
Wind load	Frontal: 20 N (at 150 km/h)	
	Lateral: 260 N (at 150 km/h)	
	Rearside: 30 N (at 150 km/h)	
Max. wind velocity	200 km/h	
Packing size	1000 x 360 x 175 mm	
Height/width/depth	300 / 155 / 785 mm	



- Material:** Radiator: Weather-proof aluminum.
Reflector screen: Weather-proof aluminum.
Radome: Fiberglass, colour: Grey.
All screws and nuts: Stainless steel.
- Mounting:** The antenna can be mounted on tubular mast with a diameter of 30 – 70 mm with supplied clamps.
- Ice protection:** Due to the very sturdy antenna construction and the protection of the radiating system by the radome, the antenna remains operational even under icy conditions.
- Grounding:** All metal parts of the antenna as well as the inner conductor are DC grounded.

936.337/0 Subject to alteration.



Internet: <http://www.kathrein.de>

page 1 of 1 K 73 22 61 / K 73 22 67

KATHREIN-Werke KG · Anton-Kathrein-Straße 1 – 3 · PO Box 10 04 44 · D-83004 Rosenheim · Germany · Telephone +49 8031 1 84-0 · Fax +49 8031 1 84-9 73