

Technický popis

Stavba:	Prostá elektrizace vč. ETCS trati Rudoltice v Čechách – Lanškroun
Investor stavby:	Správa železnic, s. o., Stavební správa východ, Nerudova 1, 772 58 Olomouc IČ: 70 99 42 34
Projektant stavby:	SAGASTA s.r.o. Praha 4, Novodvorská 1010/414, PSČ 142 00
Projektant části:	IXPROJEKTA s.r.o. Heršpická 813/5, 639 00 Brno-Štýřice

Účel:

Účelem tohoto dokumentu je návrh technického řešení pro zajištění pokrytí železniční trati č. 314D (číslování dle tabulek traťových poměrů) v traťovém úseku Rudoltice v Čechách – Lanškroun signálem železniční rádiové sítě GSM-R.

Stávající stav:

V současnosti je železniční trať Rudoltice v Čechách – Lanškroun pokryta signálem GSM-R do úrovně a vzdálenosti, která zajišťuje pouze automatický vstup do oblasti ETCS. Vykrytí automatického vstupu do oblasti ETCS bylo realizováno doplněním 3 antény do jednoho sektoru stávající BTS ŽST Rudoltice umístěné v ŽST Rudoltice v Čechách. Doplněná třetí anténa s vyzařovacím digramem s horizontální šířkou 30° je na stožáru výšky 25 m umístěna s azimutem 50°.

Technické řešení:

Rádiové plánování, které je přílohou tohoto dokumentu obsahuje pouze softwarovou predikci šíření elektromagnetických vln rádiového signálu GSM-R podél předmětné železniční trati.

V prvním kroku tedy doporučujeme provést předprojektové měření pokrytí železniční trati Lanškroun – Rudoltice v Čechách, na základě kterého může být prokázáno, že pokrytí této železniční trati již v současnosti vyhovuje požadovaným parametrům pokrytí. Teprve v případě, že měření prokáže opak – tedy stav, že pokrytí této železniční trati stávajícím způsobem nevyhovuje požadovaným podmínkám pro provoz zabezpečovacího systému ETCS, doporučujeme postupovat dle závěrů uvedených níže v tomto dokumentu a obsažených v příloženém rádiovém plánování.

V případě prokázání stávajícího pokrytí železniční trati Lanškroun – Rudoltice v Čechách jako nedostatečného, lze dle příloženého rádiového plánování zajistit pokrytí této železniční trati výstavbou nové BTS v dopravně D3 Lanškroun a úpravou stávající BTS ŽST Rudoltice nacházející se v ŽST Rudoltice v Čechách.

Nová BTS Lanškroun

Pro možnost výstavby nové BTS v dopravně D3 Lanškroun bude nutné k místu nové BTS zajistit 3f přípojku nn s příkonem cca 8 kW (soudobý příkon cca 5,5 kW) pro nový technologický domek. V případě instalace technologie do venkovní přístrojové skříně je nutno zajistit 1f přípojku nn s příkonem cca 4,5 kW (soudobý příkon cca 3,5 kW) dále bude nutné zajistit konektivitu s ústřednovou částí rádiového systému GSM-R (MSC, BSC). Konektivitu s ústřednovou částí rádiového systému GSM-R je třeba zajistit pomocí propojovacího optického kabelu a na něm nasazeným přenosovým systémem MPLS vyhrazeným pro GSM-R.

Novou BTS v dopravně D3 Lanškroun lze s přihlédnutím k majetkoprávním vztahům v dotčené lokalitě vhodně umístit na parcele č. 1700/1 či na parcele č. 3911/4 v k.ú. Lanškroun, jejichž vlastníky je ČR s právem hospodaření určeným pro Správu železnic, s.o. Popřípadě lze novou BTS umístit na rozhraní obou výše uvedených parcel, přesné umístění bude záležet na schválení správcem. Navrhovaná poloha nového stožáru v dopravně D3 Lanškroun je uvedena v přiloženém rádiovém plánování.

Dále je nutné v rámci stavby uvažovat s možným požadavkem správce rádiového systému GSM-R, resp. Odboru zabezpečovací a telekomunikační techniky (GŘ O14) na nutnou náhradu stávajících přenosových uzlů SDH ve stávajících BTS přilehlých k nově budované BTS. Stávající koridorové BTS jsou v současné době připojeny k centrální části sítě GSM-R pomocí technologie SDH, která již není aktuálně podporována.

Nová anténa umístěná na stožáru BTS Lanškroun musí umožňovat funkci e-tilt. Novou BTS Lanškroun bude nutné vzhledem k přesahům na koridorovou železniční trať a vzhledem k ostatním žel. tratím v regionu optimalizovat. Optimalizace bude probíhat jak na straně vysílacího výkonu BTS, tak i na straně naklopení a směrování antény. Cílem optimalizace bude snaha minimalizovat přesahy vyzařování nové BTS na koridorovou trať i na ostatní železniční tratě v regionu.

Úprava stávající BTS ŽST Rudoltice

U stávající BTS ŽST Rudoltice umístěné v ŽST Rudoltice v Čechách navrhujeme řídit se výsledky předprojektového měření, popřípadě nejdříve zrealizovat novou BTS Lanškroun a následně provést měření pokrytí železniční trati rádiovým signálem GSM-R a na základě výsledků realizovat úpravy BTS ŽST Rudoltice.

Navrhujeme následující úpravy:

- Výměnu antény č. 3 s původním azimutem 50° za typ s funkcí e-tilt (např. typ Kathrein 800 10456V02) a nastavit downtilt na 5°. Dále anténu otočit na azimut cca 80° – nutno odladit na základě měření.
- V případě, že měření pokrytí železniční trati signálem GSM-R z nově realizované BTS Lanškroun v rámci uvedení do provozu, prokáže dostatečné pokrytí odbočné trati, doporučujeme anténu č. 3 s původním azimutem 50° zcela demontovat.

Závěrečné měření pokrytí trati signálem GSM-R

V případě, že bude předprojektovým měření prokázáno dostatečné pokrytí železniční trati Lanškroun – Rudoltice v Čechách ze stávající BTS ŽST Rudoltice, nebude žádné další měření prováděno.

V případě, že bude vybudována nová BTS Lanškroun a stávající BTS ŽST Rudoltice bude upravena, je nutné zajistit v rámci uvedení do provozu nového úseku železniční trati pokrytého rádiovým signálem GSM-R závěrečné měření nejen na nově pokrytém úseku železniční trati Lanškroun – Rudoltice v Čechách, ale i na navazujících úsecích koridorové železniční trati. Závěrečné měření musí proběhnout minimálně i v úseku koridorové železniční trati Třebovice v Čechách – Krasíkov.

Vypracoval: Ing. Martin Ambros

Příloha: Rádiové plánování České Rudoltice – Lanškroun

Název stavby: Prostá elektrizace vč. ETCS trati Rudoltice v Čechách – Lanškroun

Rádiové plánování

Návrh umístění základnových stanic BTS systému GSM-R
pro pokrytí signálem železniční trati v úseku:

Rudoltice v Čechách – Lanškroun

Identifikační údaje stavby:

Investor:	Správa železnic, s. o., Stavební správa východ, Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Vlastník mobilní sítě:	Správa železnic, s. o., Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Provozovatel mobilní sítě:	Správa železnic, s. o., Centrum Telematiky a diagnostiky, Malletova 10/2363, 190 00 Praha 9-Libeň
Projektant části stavby:	IXPROJEKTA s.r.o. Heršpická 813/5, 639 00 Brno-Štýřice
Vypracoval:	Ing. Martin Ambros



OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Předpoklady	2
2.1	Doporučení EIRENE	2
2.2	Zařízení.....	2
2.2.1	Základnová stanice (BTS)	2
2.2.2	Mobilní stanice (MS).....	3
2.2.3	Anténní systém.....	3
2.3	Energetická bilance.....	4
3	Softwarový návrh pokrytí signálem GSM-R	6
4.1	Model šíření radiových vln	6
4.2	Digitální model terénu	6
4.3	Výsledky softwarového návrhu	6
4.4	Vyhodnocení softwarového návrhu.....	9
4.	Závěr.....	11
5.	Přílohy.....	11
	Příloha č. 1 Katalogové listy	12

SEZNAM OBRÁZKŮ

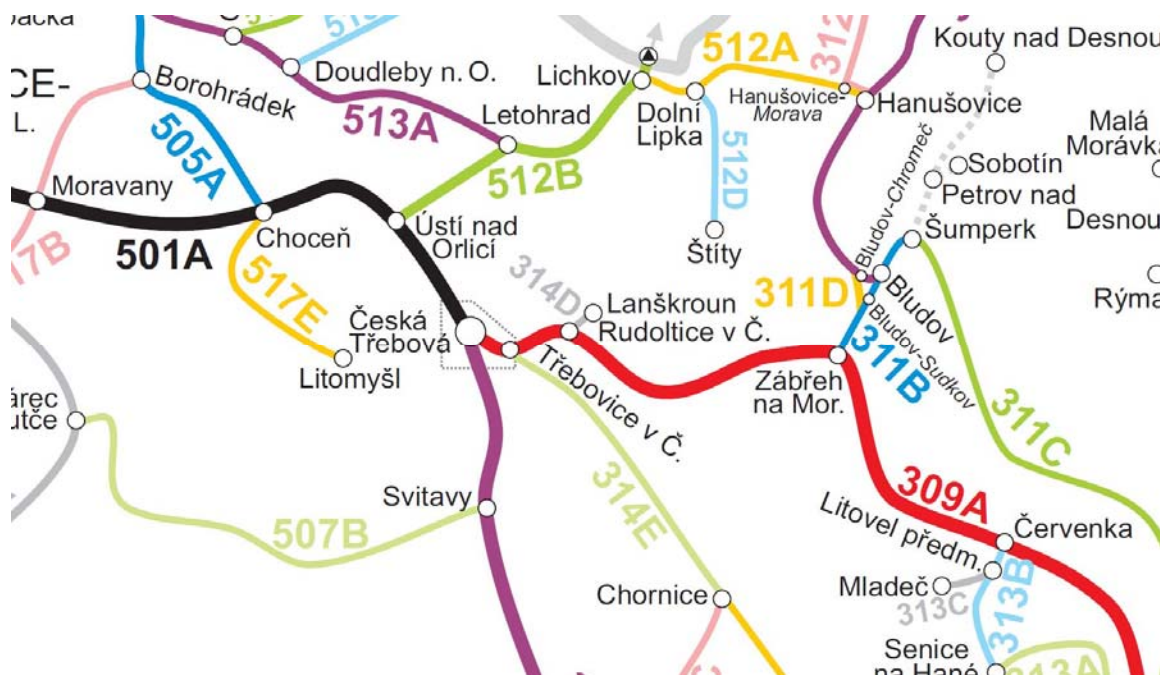
Obr. 1:	Železniční trať č. 314D Lanškroun – Rudoltice v Čechách.	1
Obr. 2:	Predikce stávajícího pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS ŽST Rudoltice.	7
Obr. 3:	Predikce stávajícího pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS ŽST Rudoltice bez antény 2. sektoru.....	7
Obr. 4:	Predikce pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS Lanškroun.	8
Obr. 5:	Predikce pokrytí rádiovým signálem GSM-R v úseku České Rudoltice – Lanškroun. 8	

SEZNAM TABULEK

Tab. 1:	Parametry základnové stanice (BTS).....	2
Tab. 2:	Parametry mobilních stanic (MS).	3
Tab. 3:	Parametry antén.....	3
Tab. 4:	Anténní svody.	3
Tab. 5:	Energetická bilance pro downlink.....	5
Tab. 6:	Energetická bilance pro uplink.	5
Tab. 7:	Legenda k obrázkům softwarového návrhu.	6
Tab. 8:	Konečné umístění základnových stanic systému GSM-R v úseku Rudoltice v Čechách - Lanškroun.	10

1 Úvod

V tomto dokumentu je předložen návrh základnových stanic BTS rádiového systému GSM-R. Základnové stanice BTS rádiového systému GSM-R slouží k pokrytí signálem GSM-R železniční trati v úseku Rudoltice v Čechách – Lanškroun, který leží na železniční trati č. 314D (číslování dle tabulek traťových poměrů). Požadavky na pokrytí signálem GSM-R vyplývají z mezinárodního standardu EIRENE a ze Směrnice SŽDC č. 35.



Obr. 1: Železniční trať č. 314D Lanškroun – Rudoltice v Čechách.

2 Předpoklady

V této kapitole jsou uvedeny podmínky a parametry jednotlivých částí systému GSM-R, které byly brány v potaz při návrhu.

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

Následující hodnoty jsou doporučené hodnoty:

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

Pro návrh systému GSM-R byla do úvahy vzata hodnota intenzity elektromagnetického pole 41,5dB μ V/m (-95dBm), jejíž dosažení je cílem po celém předmětném úseku železniční trati.

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
Produktový list		BTS-R
Citlivost	bez diverzity	-110 dBm
	s diverzitou	-114 dBm
Výstupní výkon		60 W (47,8 dBm)
Ztráta v duplexeru	do 2 kmitočtů	1,4 dB
	> 2 kmitočty	4,5 dB

2.2.2 Mobilní stanice (MS)

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry mobilních stanic, které byly uvažovány 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 - 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.

		Kathrein 80010456V02	Kathrein 80010305V02
Frekvenční rozsah	[MHz]	790–960	790–960
Polarizace	[-]	+45° a -45°	+45° a -45°
Zisk	[dBi]	20-20,5	16,8-17,2
Šířka svazku	H [°]	33–30	69-65
	V [°]	9,1-8,5	9,1-8,5
Impedance	[Ω]	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 dán součtem všech útlumů jednotlivých prvků vedení (konektory, délka svodu, jumper atd.) a který může být max. 3 dB.

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	≤ 35 m	> 35 m	2-3 m

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 860 10020).

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 radiové 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 = [výkon BTS] + [Zisk antény] – [Ztráta v duplexeru] – [Ztráta v anténním svodu] – [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 kmítočtu 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 = 30 m
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 = 30 m
Ztráta v děliči	[dB]	3,0	
Vstupní citlivost BTS	[dBm]	-115,0	

3 Softwarový návrh pokrytí signálem GSM-R

Softwarový návrh pokrytí signálem GSM-R probíhal v programu RadioLab verze 4.4.2 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 rádiové viditelnosti a výpočet plošného rozložení intenzity elektromagnetického pole.

4.1 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.

4.2 Digitální model terénu

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

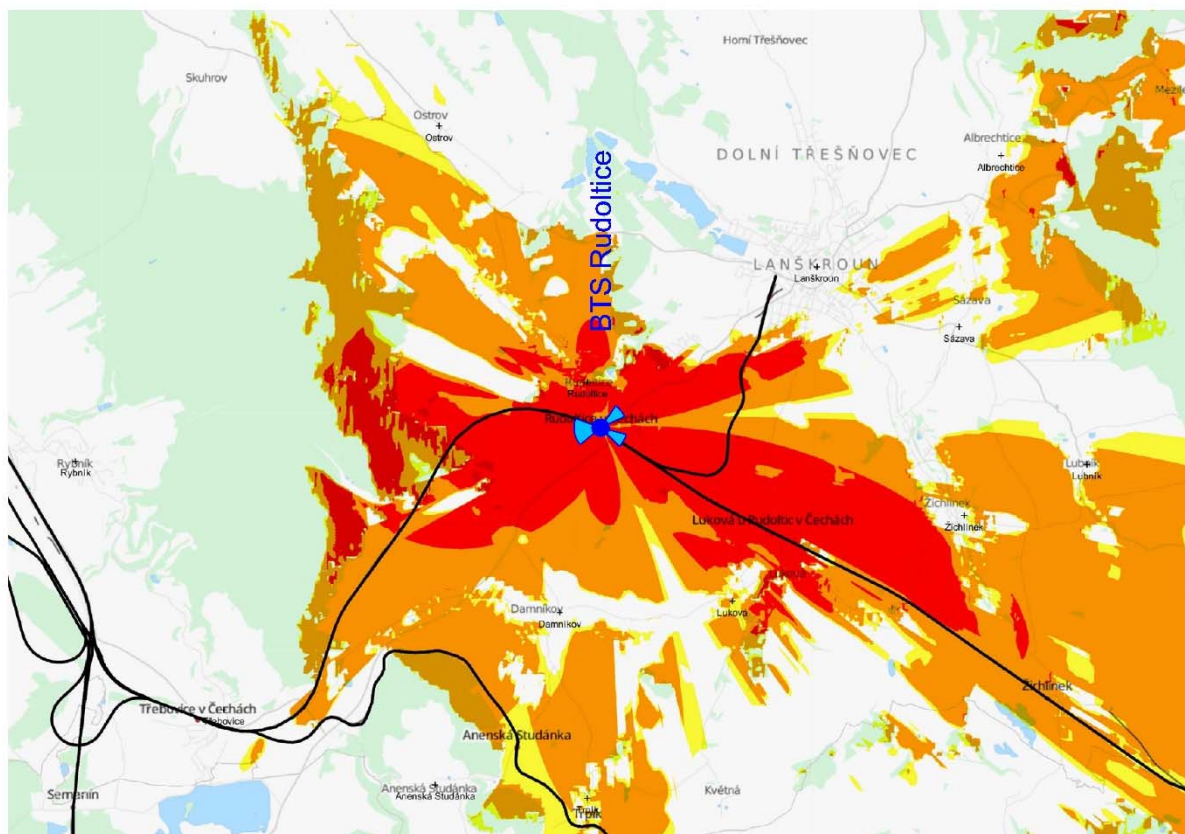
4.3 Výsledky softwarového návrhu

Z výchozího odhadu rozmístění základnových stanic BTS byly, odfiltrovány redundantní základnové stanice. Výše zmíněným softwarovým nástrojem byly u zbylých lokalit upraveny parametry (výška stožáru, typ antény, azimut, ...) jednotlivých BTS tak, aby bylo dosaženo komplexního pokrytí železniční trati signálem GSM-R odpovídající specifikacím EIRENE, požadavkům směrnice SŽDC č. 35 a zvláštním technickým podmínkám stavby s optimálními pořizovacími náklady. V Tab. 7 jsou uvedeny úrovně odpovídající vyobrazeným barvám.

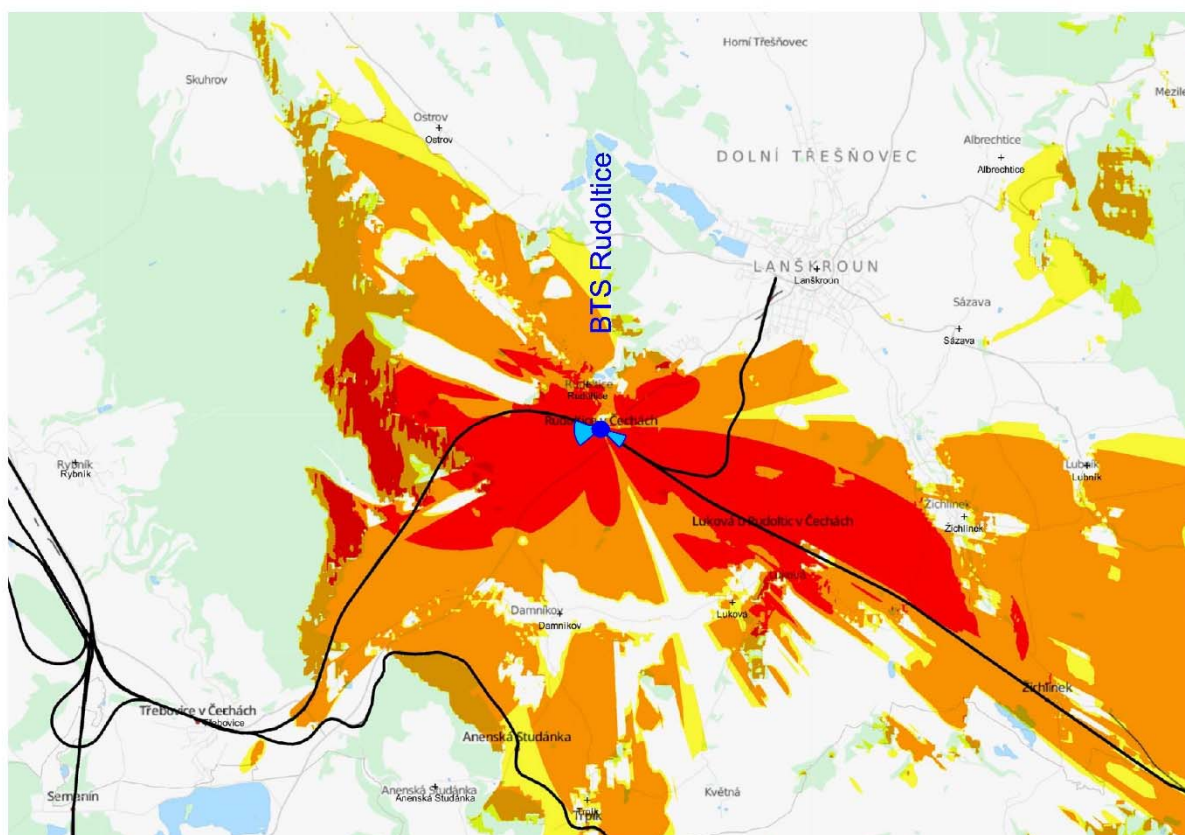
Tab. 7: Legenda k obrázkům softwarového návrhu.

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

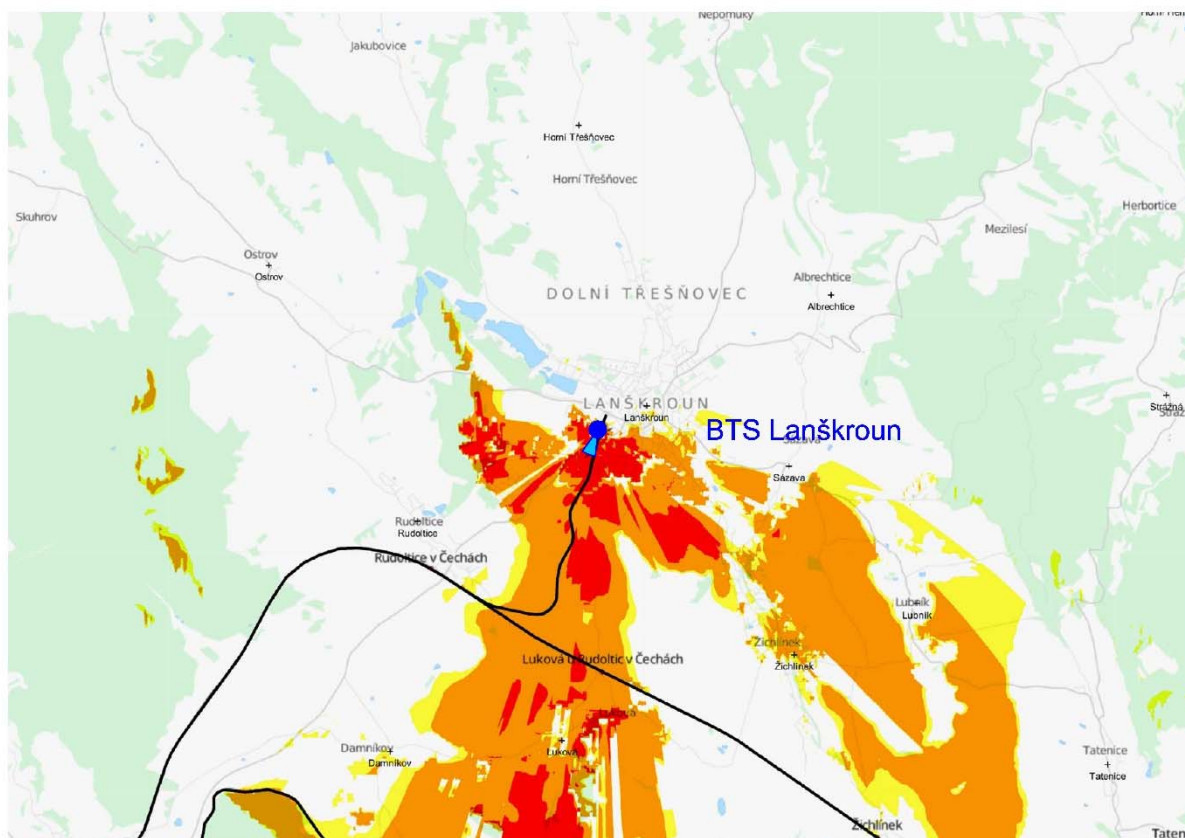
Na následujících obrázcích (Obr. 2 – Obr. 4) jsou uvedeny predikce pokrytí trati signálem GSM-R z jednotlivých základnových stanic (BTS).



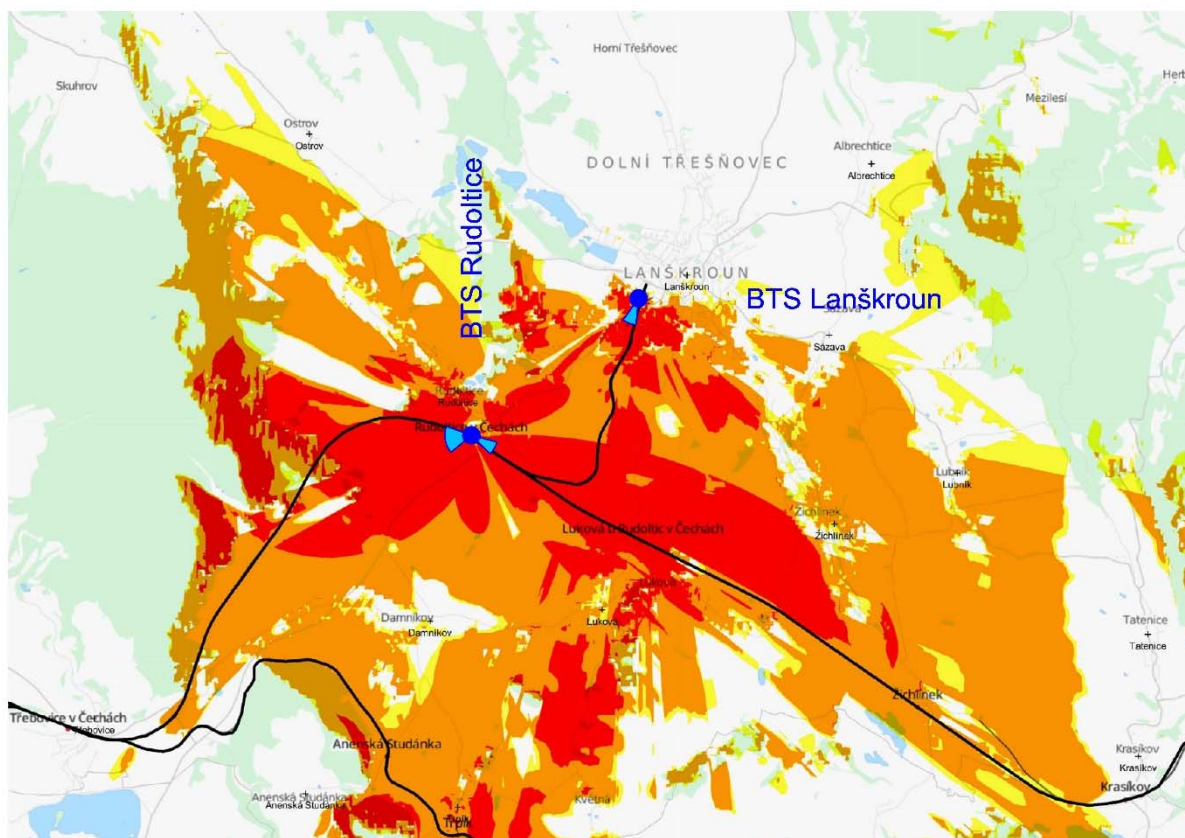
Obr. 2: Predikce stávajícího pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS ŽST Rudoltice.



Obr. 3: Predikce stávajícího pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS ŽST Rudoltice bez antény 2. sektoru.



Obr. 4: Predikce pokrytí rádiovým signálem GSM-R z BTS Lanškroun.



Obr. 5: Predikce pokrytí rádiovým signálem GSM-R v úseku České Rudoltice – Lanškroun.

4.4 Vyhodnocení softwarového návrhu

Konečný výstup softwarového návrhu a celého radiového plánování, kterým se zabývá tento dokument, je uveden v Tab. 8.

Zeměpisná délka a šířka je uváděna v souřadnicovém systému WGS84.

Tab. 8: Konečné umístění základnových stanic systému GSM-R v úseku Rudoltice v Čechách - Lanškroun.

název BTS	zeměpisné souřadnice			výška stožáru	azimuty antén						Poznámky
	zem. délka	zem. šířka	nadm. výška		1.	2.	3.	1.	2.	3.	
ŽST Rudoltice	16°34'19.837"E	49°53'34.376"N	378	25	C	D	(stáv. C) nově A	120°	260°	(stáv. 50°) nově cca 80°	Výměna antény č. 3 s původním azimutem 50° za typ s funkcí e-tilt (např. typ A) a nastavit downtilt na 5°, dále anténu otočit na azimut cca 80° – nutno odladit na základě měření, popřípadě po ověření pokrytí žel. trati měřením v rámci uvedení do provozu anténu č. 3 zcela demontovat.
Lanškroun	16°36'12.060"E	49°54'33.770"N	375	30	A			200°			Downtilt 5°
Pozn.: A – anténa typu Kathrein 800 10456V02; B – anténa typu Kathrein 800 10305V02; C – stáv. anténa Kathrein 800 10141; D – stáv. anténa Kathrein 800 10203											

4. Závěr

Předmětem tohoto dokumentu je rádiové plánování systému GSM-R v úseku železniční trati Rudoltice v Čechách – Lanškroun. Všechny lokality, konfigurace anténního systému a výšky stožárů jsou přehledně uvedeny v Tab. 8.

Rádiové plánování bylo provedeno na základě softwarové predikce šíření elektromagnetického vlnění podél předmětné železniční trati.

Výšky stožárů, typy použitých antén a jejich azimuty byly upraveny tak, aby bylo dosaženo pokrytí železniční trati vyhovující kritériím EIRENE, požadavkům směrnice SŽDC č. 35 a zvláštním technickým podmínkám stavby s optimálními pořizovacími náklady.

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

V prvním kroku doporučujeme provést předprojektové měření pokrytí železniční trati Lanškroun – Rudoltice v Čechách, na základě kterého může být prokázáno, že pokrytí této železniční trati již v současnosti vyhovuje požadovaným parametrům pokrytí. Teprve v případě, že měření prokáže opak – tedy stav, že pokrytí této železniční trati stávajícím způsobem nevyhovuje požadovaným podmínkám pro provoz zabezpečovacího systému ETCS, doporučujeme pokračovat výstavbou nové BTS v dopravně D3 Lanškroun a úpravou stávající BTS ŽST Rudoltice nacházející se v ŽST Rudoltice v Čechách.

U stávající BTS ŽST Rudoltice navrhujeme výměnu antény č. 3 s původním azimutem 50° za typ s funkcí e-tilt (např. typ Kathrein 800 10456V02) a nastavit downtilt na 5°. Dále anténu otočit na azimut cca 80° – nutno odladit na základě měření. V případě, že porealizační měření pokrytí železniční trati signálem GSM-R z nově realizované BTS Lanškroun v rámci uvedení do provozu, prokáže dostatečné pokrytí odbočné trati, doporučujeme anténu č. 3 s původním azimutem 50° zcela demontovat.

5. Přílohy

Příloha č. 1 Katalogové listy

V příloze č. 1 jsou uvedeny katalogové listy zařízení, jejichž parametry jsou brány v potaz při návrhu jednotlivých základnových stanic BTS.

Pozn.: Použití níže uvedených typů antén, koaxiálních svodů, splitterů a taperů není pro realizaci sítě závazné, lze zvolit jiné typy stejných nebo srovnatelných parametrů.

Příloha č. 1 Katalogové listy

V příloze č. 1 jsou uvedeny katalogové listy zařízení, jejichž parametry jsou brány v potaz při návrhu jednotlivých základnových stanic BTS.

Pozn.: Použití níže uvedených typů antén, koaxiálních svodů, splitterů a taperů není pro realizaci sítě závazné, lze zvolit jiné typy stejných nebo srovnatelných parametrů.

Panel**Dual Polarization****Half-power Beam Width****Adjust. Electrical Downtilt**

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

XPoL Panel 790–960 65° 17.5dBi 0°–8°T

790–960

X

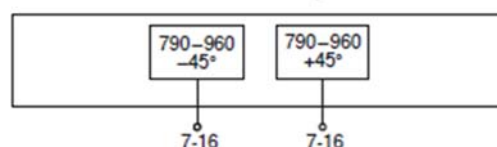
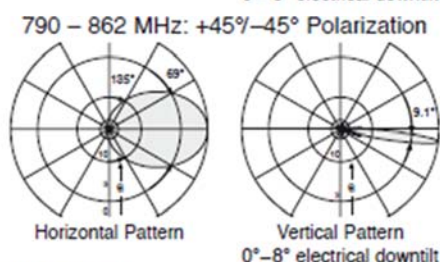
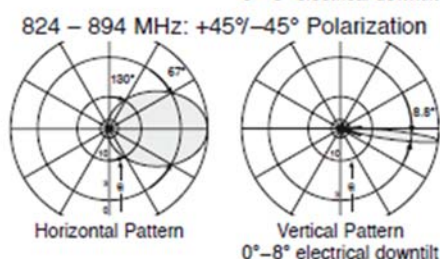
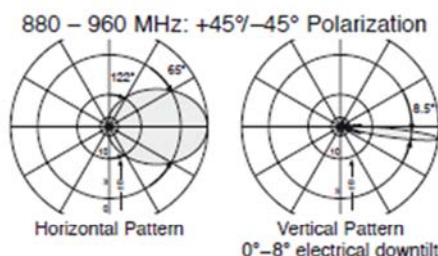
65°

0°–8°

KATHREIN

Antennen · Electronic

Type No.	80010305v02		
Frequency range	790 – 862 MHz	790–960 824 – 894 MHz	880 – 960 MHz
Polarization	+45°, –45°	+45°, –45°	+45°, –45°
Average gain (dBi)	16.8 ... 17 ... 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	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Cross polar ratio	Typically: 25 dB		
Main direction	Typically: > 10 dB		
Sector	Typically: > 10 dB		
Tracking, Avg.	0.5 dB		
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	0° ... 2° ... 4° ... 8° T 18 ... 18 ... 18 ... 16 dB	0° ... 2° ... 4° ... 8° T 18 ... 18 ... 18 ... 16 dB	0° ... 2° ... 4° ... 8° T 20 ... 18 ... 17 ... 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)		

**Mechanical specifications**

Input	2 x 7-16 female
Connector position	Rearside
Adjustment mechanism	1x, Position bottom continuously adjustable
Wind load	Frontal: 800 N (at 150 km/h) Lateral: 390 N (at 150 km/h) Rearside: 1090 N (at 150 km/h)
Max. wind velocity	200 km/h
Height/width/depth	2254 / 259 / 99 mm
Category of mounting hardware	M (Medium)
Weight	11.5 kg / 13.5 kg (clamps incl.)
Packing size	2536 x 272 x 147 mm
Scope of supply	Panel and 2 units of clamps for 50 – 115 mm diameter

Internet: www.kathrein.de

80010305v02 Page 1 of 2

KATHREIN-Werke KG · Anton-Kathrein-Straße 1 – 3 · P.O. Box 10 04 44 · 83004 Rosenheim · Germany · Phone +49 8031 184-0 · Fax +49 8031 184-973

2-Port Antenna 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**2-Port Antenna 790–960 30° 20.5dBi 0.5°–10°T**

Type No.		80010456v02		
Lowband		R1		
		790–960		
Frequency range	MHz	790 – 862	824 – 894	880 – 960
Polarization	°	+45, –45	+45, –45	+45, –45
Gain at 0° T	dBi	2 x 20.0	2 x 20.2	2 x 20.5
Horizontal Pattern:				
Half-power beam width	°	33	32	30
Front-to-back ratio, copolar	dB	> 28	> 29	> 30
Cross polar ratio				
Main direction	0°	Typically: 25	Typically: 23	Typically: 20
Tracking, Avg.	dB	2.5		
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	°T	0.5 ... 5 ... 10	0.5 ... 5 ... 10	0.5 ... 5 ... 10
	dB	> 16 ... 13 ... 13	> 18 ... 18 ... 17	> 18 ... 16 ... 15
Impedance	Ω	50		
VSWR		< 1.5		
Isolation, between ports	dB	> 30		
Intermodulation IM3	dBc	< –150 (2 x 43 dBm carrier)		
Max. power per input	W	500 (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: 1415 318 Maximal: 1555 350
Max. wind velocity	km/h mph	200 124
Height/width/depth	mm inches	2254 / 576 / 99 88.7 / 22.7 / 3.9
Category of mounting hardware	H (Heavy)	
Weight	kg lb	22 / 24 (clamps incl.) 28.5 / 52.9 (clamps incl.)
Packing size	mm inches	2500 x 600 x 150 98.4 x 23.6 x 5.9
Scope of supply	Panel and 2 units of clamps for 42–115 mm 1.7–4.5 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

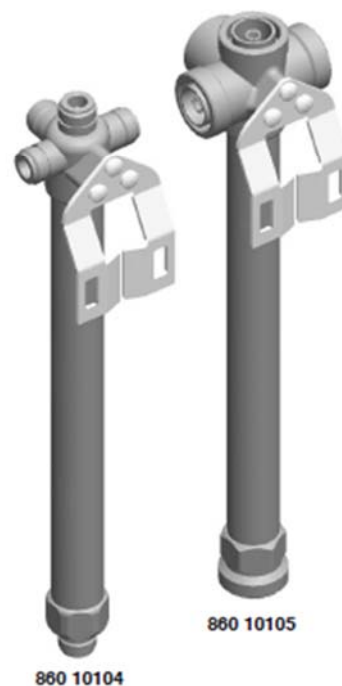
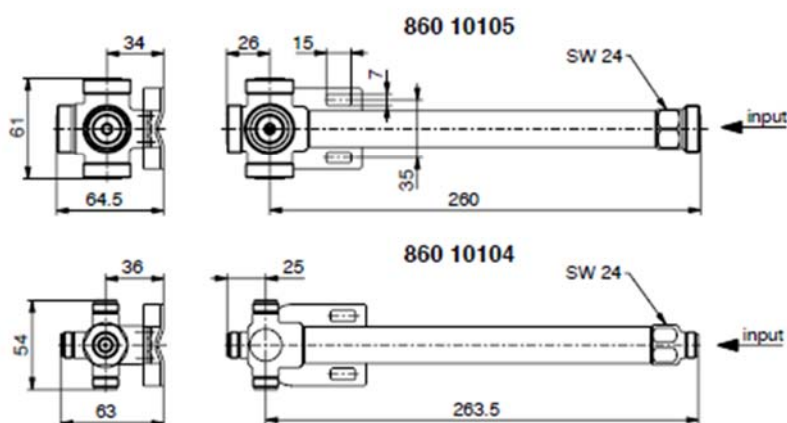
Type No.	860 10100	860 10101	860 10102	860 10103	860 10104	860 10105
Connector (female)	N	7-16	N	7-16	N	7-16
Max. power (at 50 °C ambient temperature)	200 W	700 W	200 W	700 W	200 W	700 W
For connecting ... antennas	2		3		4	
Frequency range	694 – 3800 MHz					
VSWR	694 – 894 MHz: < 1.3 790 – 3800 MHz: < 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



Clamps (order separately)

Type No.	Description	Remarks
736 801	1 clamp	Mast: 34 – 60 mm diameter
736 802	1 clamp	Mast: 60 – 80 mm diameter
736 803	1 clamp	Mast: 80 – 100 mm diameter
736 804	1 clamp	Mast: 100 – 120 mm diameter
736 805	1 clamp	Mast: 120 – 140 mm diameter

Internet: www.kathrein.de

860 10100, ... Page 1 of 1

KATHREIN-Werke KG · Anton-Kathrein-Straße 1 – 3 · P.O. Box 10 04 44 · 83004 Rosenheim · Germany · Phone +49 8031 184-0 · Fax +49 8031 184-973

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 ₁	–1.0 dB	–0.5 dB	–0.3 dB
Input ↔ P ₂	–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 P₁.
P₂ is coupled capacitively.

Mounting: Bracketed 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



Product Data Sheet

RLF114-50JFLA



1-1/4" RADIAFLEX® RLF Cable, A-series

Product Description

RADIAFLEX® functions as a distributed antenna to provide communications in tunnels, mines and large building complexes and is the solution for any application in confined areas.

Slots in the copper outer conductor allow a controlled portion of the internal RF energy to be radiated into the surrounding environment. Conversely, a signal transmitted near the cable will couple into the slots and be carried along the cable length.

RADIAFLEX® is used for both one-way and two-way communication systems and because of its broadband capability, a single radiating cable can handle multiple communication systems simultaneously.

This RADIAFLEX® radiating cable utilizes a low-loss cellular polyethylene foam dielectric and a smooth copper outer conductor which offers a superior electrical performance together with good bending properties.

Features/Benefits

- Broadband from 30 MHz to 1000 MHz
- Heavy duty multiuse, for tunnel applications of all kind
- Easy system planning
- Insensitive to environmental influences

Technical Specifications

Size:	[in]	1-1/4"
Max. operating frequency:	[MHz]	1000
Cable Type:		ALF, RLF
Jacket		JFL

Jacket Description

Halogen free, non corrosive, flame and fire retardant, low smoke, polyolefin + flame barrier tape above outer conductor for lowest cable loss Test methods for fire behaviour of cable : IEC 60754-1/-2 smoke emission: halogen free, non corrosive IEC 61034 low smoke IEC 60332-1 flame retardant IEC 60332-3-24 fire retardant UL1666, ASTM E 662, NES711 and NES713

Slot Design		Groups of slots at large intervals
Impedance	[Ω]	50 ±2
Relative propagation velocity	[%]	89
Capacitance	[pF/m (pF/ft)]	75 (22.9)
Inductance	[μH/m (μH/ft)]	0.1875 (0.057)
DC-resistance inner conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	0.84 (0.26)
DC-resistance outer conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	1.85 (0.56)
Outer Conductor Material		Overlapping Copper Foil
Inner Conductor Material		Copper Tube
Diameter over Jacket	[mm (in)]	38.1 (1.50)
Diameter Outer Conductor	[mm (in)]	34.0 (1.34)
Diameter Inner Conductor	[mm (in)]	13.1 (0.52)
Minimum Bending Radius, Single Bend	[mm (in)]	500 (20.0)
Cable Weight	[kg/m (lb/ft)]	0.87 (0.58)
Max. tensile force	[N (lb)]	2000 (440)
Indication of Slot Alignment		Guides opposite to slots
Storage temperature	[°C (°F)]	-70 to +85 (-94 to +185)
Installation temperature	[°C (°F)]	-25 to +60 (-13 to +140)
Operation temperature	[°C (°F)]	-40 to +85 (-40 to +185)
Stop bands	[MHz]	None
Recommended / maximum clamp spacing	[m (ft)]	1.3 (4.25)
Minimum Distance to Wall	[mm (in)]	50 (1.97)
Length	[m (ft)]	

Notes

- Coupling loss as well as longitudinal attenuation of RADIAFLEX® cables are measured by the free space method according to IEC 61196-4.
- Coupling loss values are measured with a radial orientated dipole antenna.
- The coupling loss values given in brackets are average values of all three spatial orientations (radial, parallel and orthogonal) of dipole antenna.
- Coupling loss values are given with a tolerance of ±5 dB and longitudinal loss values with a tolerance of ±5%.
- As with any radiating cable, the performance in building or tunnel environments may deviate from figures based on free space method.
- Due to the cable design, single lengths should not be less than 80m (262ft).

Rev.

2013/10/15



RLF cable, A-series

PERFORMANCE			
Frequency, MHz	Longitudinal Loss, dB/100 m (dB/100 ft)	Coupling Loss 50%, dB	Coupling Loss 95%, dB
75	0.74 (0.23)	57 (60)	67 (70)
150	1.04 (0.32)	59 (62)	70 (73)
450	2.07 (0.63)	62 (65)	74 (77)
800	3.28 (1.00)	62 (65)	72 (75)
870	3.52 (1.07)	62 (65)	72 (75)
900	3.62 (1.10)	62 (65)	72 (75)
960	3.88 (1.18)	62 (65)	72 (75)

Standard conditions

RFS The Clear Choice®

RLF114-50JFLA

Print Date: 20.03.2015

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

Radio Frequency Systems

PRODUCT DATASHEET

LCF78-50JA-A2

RADIO FREQUENCY SYSTEMS
The Clear Choice®

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

CELLFLEX® 7/8" premium attenuation low loss flexible 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 RFI/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 intermodos. 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.



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

Technical Features

APPLICATIONS

Applications	Main feed line
--------------	----------------

STRUCTURE

Cable Type	Foam-Dielectric, Corrugated
Size	7/8"
Jacket Option	Black
Inner Conductor	mm (in) 9.32 (0.37) Copper Tube
Dielectric	mm (in) 22.4 (0.88) Foam Polyethylene
Outer Conductor	mm (in) 25.2 (0.99) Corrugated Copper
Jacket	mm (in) 27.8 (1.09) Polyethylene, PE

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Impedance	Ω	50 +/- 1
Maximum Frequency	GHz	5
Velocity	%	90
Capacitance	pF/m (pF/ft)	74 (22.5)
Inductance	μH/m (μH/ft)	0.185 (0.056)
Peak Power Rating	kW	85
RF Peak Voltage	Volts	2920
Jacket Spark	Volt RMS	8000
Inner Conductor dc Resistance	Ω/1000 m (Ω/1000 ft)	1.54 (0.47)
Outer Conductor dc Resistance	Ω/1000 m (Ω/1000 ft)	1.55 (0.47)
Return Loss (VSWR) Performance		Premium for 790 - 960 MHz
Maximum Return Loss	dB (VSWR)	24 (1.135)
Phase Stabilized		Phase stabilized and phase matched cables and assemblies are available upon request.
Temperature & Power		Standard

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Cable Weight	kg/m (lb/ft)	0.41 (0.28)
Minimum Bending Radius, Single Bend	mm (in)	120 (5)
Minimum Bending Radius, Repeated Bends	mm (in)	250 (10)
Bending Moment	Nm (lb*ft)	13 (9.6)
Tensile Strength	N (lb)	1440 (324)
Recommended / Maximum Clamp Spacing	m (ft)	0.8 / 1 (2.75 / 3.25)

LCF78-50JA-A2

REV: E

REV DATE: 13.Aug.2013

www.rfsworld.com

PRODUCT DATASHEET
LCFS114-50JA-A0

RADIO FREQUENCY SYSTEMS
The Clear Choice®



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

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



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

Technical Features

APPLICATIONS

Applications	Main feed line
--------------	----------------

STRUCTURE

Cable Type	Foam-Dielectric, Corrugated
Size	1-1/4"
Jacket Option	Black
Inner Conductor	mm (in) 13.1 (0.52) Copper Tube
Dielectric	mm (in) 32.7 (1.29) Foam Polyethylene
Outer Conductor	mm (in) 35.9 (1.41) Corrugated Copper
Jacket	mm (in) 39 (1.54) Polyethylene, PE

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Impedance	Ω	50 +/- 1
Maximum Frequency	GHz	3.6
Velocity	%	89
Capacitance	pF/m (pF/ft)	75 (22.9)
Inductance	μ H/m (μ H/ft)	0.188 (0.057)
Peak Power Rating	kW	176
RF Peak Voltage	Volts	4200
Jacket Spark	Volt RMS	10000
Inner Conductor dc Resistance	Ω /1000 m (Ω /1000 ft)	0.83 (0.25)
Outer Conductor dc Resistance	Ω /1000 m (Ω /1000 ft)	0.73 (0.22)
Return Loss (VSWR) Performance		Standard
Maximum Return Loss	dB (VSWR)	24 (1.135)
Phase Stabilized		Phase stabilized and phase matched cables and assemblies are available upon request.
Temperature & Power		Standard

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Cable Weight	kg/m (lb/ft)	0.86 (0.58)
Minimum Bending Radius, Single Bend	mm (in)	200 (8)
Minimum Bending Radius, Repeated Bends	mm (in)	380 (15)
Bending Moment	Nm (lb*ft)	43 (32)
Tensile Strength	N (lb)	2490 (560)
Recommended / Maximum Clamp Spacing	m (ft)	1 / 1.2 (3.25 / 4)

LCFS114-50JA-A0

REV: D

REV DATE: 11.Dec.2013

www.rfsworld.com