

RÁDIOVÉ PLÁNOVÁNÍ GSM-R

VÝSTAVBA LÁVKY V ŽST PRAHA-SMÍCHOV

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	VSTUPNÍ PODMÍNKY	4
2.1	Základní údaje stavby	4
2.2	Základní údaje o rádiovém systému GSM-R	4
2.3	Obecné údaje o zařízení GSM-R	4
2.3.1	Základnová radiostanice BTS	4
2.3.2	Koaxiální svody	4
2.3.3	Děliče	5
2.3.4	Anténní jednotky	5
2.3.5	Anténní stožár	5
2.3.6	Přenosné/vozidlové terminály GSM-R	5
2.4	Frekvenční plánování.....	6
3	VÝPOČET POKRYTÍ SIGNÁLEM	7
3.1	Výkonová bilance	7
3.2	Výpočet pokrytí odbočných tratí – vstup do oblasti ETCS.....	8
4	MĚŘENÍ POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R.....	9
5	VÝSLEDEK PLÁNOVÁNÍ.....	10
5.1	ŽST Praha-Smíchov – stávající stav	11
5.2	ŽST Praha-Smíchov – navrhovaný stav	12
6	NAVRŽENÉ ZÁKLADNOVÉ RADIOSTANICE.....	13

SEZNAM PŘÍLOH TECHNICKÉ ZPRÁVY

PŘÍLOHA Č. 1 – TABULKA ZÁKLADNÍCH KAPACIT BTS

1 ÚVOD

Cílem tohoto dokumentu je návrh úpravy stávající BTS v ŽST Praha-Smíchov v souvislosti s výstavbou nejen lávky přes kolejiště, ale i jako příprava do budoucna pro tzv. „Terminál Smíchovské nádraží“, který má vzniknout nad kolejištěm ŽST Praha-Smíchov.

2 VSTUPNÍ PODMÍNKY

2.1 Základní údaje stavby

V rámci této stavby má vzniknout široká železobetonová lávka přes kolejiště ŽST Praha-Smíchov v místě severních konců nástupišť. Z tohoto důvodu, je navržena úprava stávající BTS, která bude připravena i pro vybudování návazné stavby tzv. „Terminálu Smíchovské nádraží“, který má navazovat na jižní okraji lávky a překrývat kolejiště ŽST Praha-Smíchov mohutnou střešní konstrukcí a autobusovým obratištěm.

2.2 Základní údaje o rádiovém systému GSM-R

Systém GSM-R se provozuje na kmitočtech 876–880/921–925 MHz a vychází ze standardu mobilních telekomunikačních sítí GSM rozšířeného podle projektu UIC MORANE o další specifické železniční funkce, které jsou obsaženy a definovány v technické dokumentaci UIC EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network). Konfigurace systému je stuhová.

Systém GSM-R použitý na ŽDC musí odpovídat Specifikaci funkčních požadavků (Functional Requirements Specification – FRS) a Specifikaci systémových požadavků (System Requirements Specification – SRS). V dalších etapách výstavby systému GSM-R musí být použity aktuálně platné verze specifikací.

Systém GSM-R je interoperabilní jako součást subsystému řízení a zabezpečení, třída A.

Minimální hodnoty pokrytí signálem, které je nutné splnit při rádiovém plánování:

- Pokrytí s pravděpodobností 95% vycházející z úrovně pokrytí 38,5 dBμV/m (-98dBm) pro hlasovou komunikaci a nekritické datové služby
- Pokrytí s pravděpodobností 95% vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dBμV/m (-95dBm) pro tratě s vybavením ETCS úrovně 2/3 pro traťové rychlosti do 220 km/h.

Při výpočtu bylo uvažováno s úrovní pokrytí pro ETCS L2.

2.3 Obecné údaje o zařízení GSM-R

2.3.1 Základnová radiostanice BTS

Bylo uvažováno s obecnou základnovou radiostanicí BTS, kterou je možné umístit jak v technologickém domku nebo venkovní technologické skříní. Návrh přesného umístění základnových radiostanic není předmětem rádiového plánování.

Obecné parametry uvažovaných BTS:

- V každé uvažované lokalitě BTS musí být dostupná konektivita Ethernet 10/100 a pro připojení BTS do kruhové konfigurace musí být připraveno připojení traktem E1.
- BTS musí být možné rozšířit o sektor nebo přidat TRx. BTS v konfiguraci O2 musí umožňovat minimálně 13 hovorových kanálů (i pro ETCS) a min. jeden kanál pro datové přenosy GPRS.
- Výstupní výkon BTS je uvažován max. 60W (při výpočtu standardně 44,0 dBm)
- Citlivost BTS je uvažována -110 dBm (bez diverzity) a -114 dBm (s diverzitou)
- Ztráta v duplexeru do 2 kmitočtů byla uvažována 1,4 dBm
- Ztráta v duplexeru nad 2 kmitočty byla uvažována 4,5 dBm

2.3.2 Koaxiální svody

Jako koaxiální svody byly uvažovány obecné koaxiální 7/8" kabel s pěnovým dielektrikem a prstencovým zvlněním vnějšího vodiče. Výpočet vloženého útlumu kabelů byl uvažován (pro frekvenci 900 MHz) 3,76dB/100m.

U každého koaxiálního kabelu bylo počítáno i s vloženým útlumem konektorů 0,04 dB a s útlumem způsobeným přírodními kabely s konektory (1/2" kabel) 0,35 dB.

2.3.3 Děliče

Při použití dvou a více směrovém antén v jednom sektoru bylo uvažováno s vložením děliče dle dané lokality. Pokud v tabulce BTS (příloha této zprávy) není uvedeno jinak je počítáno se symetrickým děličem výkonu s vloženým útlumem 3 dB. V případě anténních jednotek č. 2 a 3 je uvažováno s vložením další dvojicí anténních děličů.

2.3.4 Anténní jednotky

V každé lokalitě je ve výpočtu uvažováno s doporučenou anténní jednotkou. Parametry anténních jednotek jsou uvedeny v tabulce BTS. Při projekci BTS je možné uvažovat s jiným typem antén při splnění stejných nebo lepších parametrů doporučené antény.

Antény musí být možné mechanicky naklonit od vodorovné osy o 15°.

V lokalitě BTS Praha-Smíchov je navržena výměna stávajících anténních jednotek za nové.

2.3.5 Anténní stožár

Anténní jednotky budou umístěny na anténním stožáru. V ŽST Praha-Smíchov je stávající betonový stožár výšky 35m. Anténní stožár bude doplněn o spodní anténní patro ve výšce cca 7-9m nad temenem kolejnice.

2.3.6 Přenosné/vozidlové terminály GSM-R

Výpočet linkové rozvahy byl zpracován pro přenosné/vozidlové terminály GSM-R:

- Přenosný terminál GSM-R:
 - Vstupní výkon 2W (33 dBm)
 - Citlivost -104 dBm
 - Anténa zisk 0 dBi (ve výšce 1,5m nad terénem)

Vozidlový terminál GSM-R:

- Vstupní výkon 8W (39 dBm)
 - Citlivost -95 dBm
 - Ztráta v koaxiálním svodu 1,0 dB
 - Anténní zisk 2 dBi (anténa na střeše vozidla 4m nad temenem koleje)

2.4 Frekvenční plánování

Frekvenční pásmo alokované pro GSM-R skupinou ETSI je 876 MHz – 880 MHz ve směru „uplink“ a 921 MHz – 925 MHz ve směru „downlink“. Kanálová rozteč je 200 kHz, z toho vychází pro pásmo GSM-R použitelných 19 frekvenčních kanálů.

Každý kanál je identifikován kanálovým číslem absolutní rádiové frekvence. Jedná se o kanály č. 955 – 973.

Kanál	F_{lower} [MHz]	F_{upper} [MHz]
955	876,2	921,2
956	876,4	921,4
957	876,6	921,6
958	876,8	921,8
959	877,0	922,0
960	877,2	922,2
961	877,4	922,4
962	877,6	922,6
963	877,8	922,8
964	878,0	923,0
965	878,2	923,2
966	878,4	923,4
967	878,6	923,6
968	878,8	923,8
969	879,0	924,0
970	879,2	924,2
971	879,4	924,4
972	879,6	924,6
973	879,8	924,8

Tab. 1 – Kanály GSM-R

Z důvodů omezení interferencí a dobré izolace mezi frekvenčními kanály je doporučeno dodržovat kanálový odstup min. 600 kHz mezi dvěma sousedícími lokalitami BTS a min. 400 kHz mezi další následující BTS za BTS sousední.

Přesné frekvenční plánování nebylo v rámci tohoto rádiového plánování provedeno. Frekvenční plánování bude řešeno v rámci realizace GSM-R.

3 VÝPOČET POKRYTÍ SIGNÁLEM

Výpočet pokrytí signálem probíhal v programu CRC Radiolab ver. 4.2 při využití modelu šíření křivek ITU-R.1812-3. Součástí softwaru jsou mapové podklady morfologie na území ČR v přesnosti na cca 20m.

U jednotlivých BTS byly zadány anténní jednotky v obecném charakteru dle tzv. „Vídeňské dohody“, XXXEAYY, kde XXX značí horizontální úhel vyzářovacího diagramu antény a YY předozadní poměr antény. Zvolené antény odpovídají skutečným anténám, které jsou brány jako doporučené (viz. tabulka BTS).

3.1 Výkonová bilance

Pro vzestupný směr (uplink), relace mobilní terminál – BTS, a sestupný směr (downlink), relace BTS vozidlový nebo přenosný terminál bylo počítáno s nejhorším možným případem útlumu při šíření signálu.

Vstupní hodnoty pro výpočet byly brány pro sestupný směr následující:

– Výkon BTS	44 dBm
– Zisk antény	17-21 dBi (dle typu antény)
– Ztráta v děliči	3,0 dB
– Ztráta v duplexeru	4,5 dB
– Ztráta v kabelizaci	dle délky kabelizace a výšky stožáru (cca 3,76 dB/100m)

Z tohoto byl vypočítán maximální efektivní vyzářený výkon BTS – EIRP (BTS) – dle konkrétní BTS

– Citlivost vozidlového terminálu	-95 dBm (-104 dBm pro přenosný terminál)
– Statistické rozmezí	11,4 dB
– Rozmezí pomalých úniků	3,4 dB
– Rozmezí překryvu na okraji buněk	2,5 dB

Z těchto hodnot byla vypočítána min. návrhová intenzita pole – FMI – cca 77,7 dBm

Maximální ztráta šířením pro „downlink“ = EIRP (BTS) – FMI [dB]

Vstupní hodnoty pro výpočet byly brány pro vzestupný směr následující:

– Výkon vozidlového terminálu	39 dBm
– Ztráta v kabelizaci	3 dB
– Další ztráty	3 dB

Z tohoto byl vypočítán maximální efektivní vyzářený výkon terminálu – EIRP (T) – cca 33 dBm

– Citlivost BTS	-114 dBm
– Zisk antény	17-21 dBi (dle typu antény)
– Ztráta v děliči	3,0 dB
– Ztráta v kabelizaci	dle délky kabelizace a výšky stožáru (cca 3,76 dB/100m)
– Statistické rozmezí	11,4 dB
– Rozmezí pomalých úniků	3,4 dB
– Rozmezí překryvu na okraji buněk	2,5 dB

Z těchto hodnot byla vypočítána maximální citlivost BTS se započítáním všech vlivů – MS

Maximální ztráta šířením pro „uplink“ = EIRP (BTS) – MS [dB]

3.2 Výpočet pokrytí odbočných tratí – vstup do oblasti ETCS

Není řešen. Jedná se o pokrytí ŽST, která nemá zaústěné odbočné tratě pokryté jiným traťovým rádiovým systémem než GSM-R nebo bez rádiového systému.

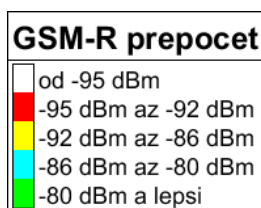
4 MĚŘENÍ POKRYTÍ SIGNÁLEM GSM-R

Nebylo provedeno. Konstrukce lávky v současné době neexistuje, tedy není možné změřit skutečnou úroveň signálu do doby její výstavby.

V rámci výstavby lávky je nutné provést měření pro stanovení snížení kvality pokrytí trati signálem GSM-R po dokončení konstrukcí lávky nad kolejištěm. V případě, že stavba lávky bude probíhat v souběhu najednou s tzv. „Terminálem Smíchovské nádraží“, bude možné sjednotit měření obou staveb do jednoho celku.

5 VÝSLEDEK PLÁNOVÁNÍ

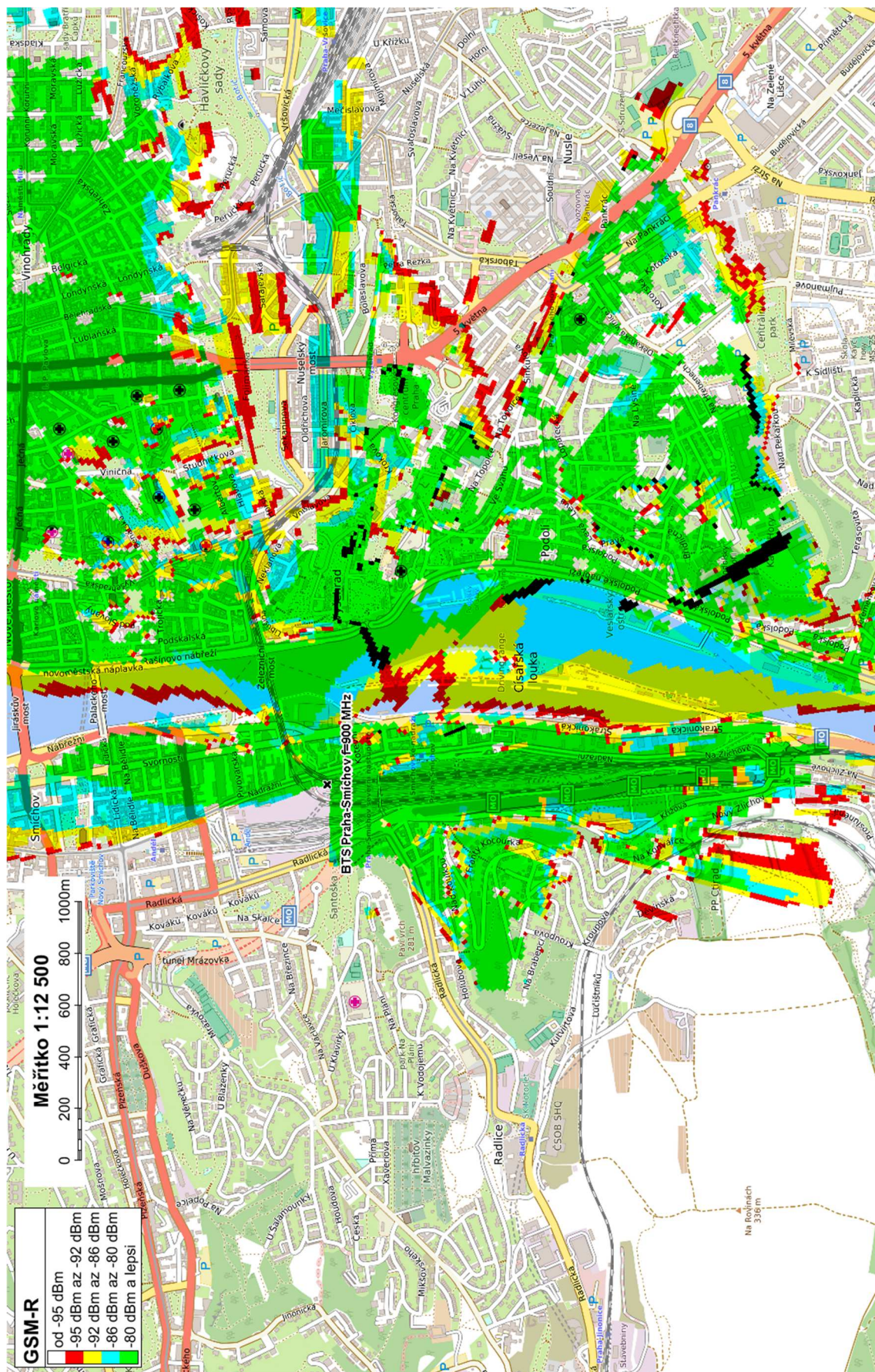
Výsledky rádiového plánování jsou prezentovány v grafické podobě barevné škály označující úroveň signálu v daném místě nad mapovým podkladem.



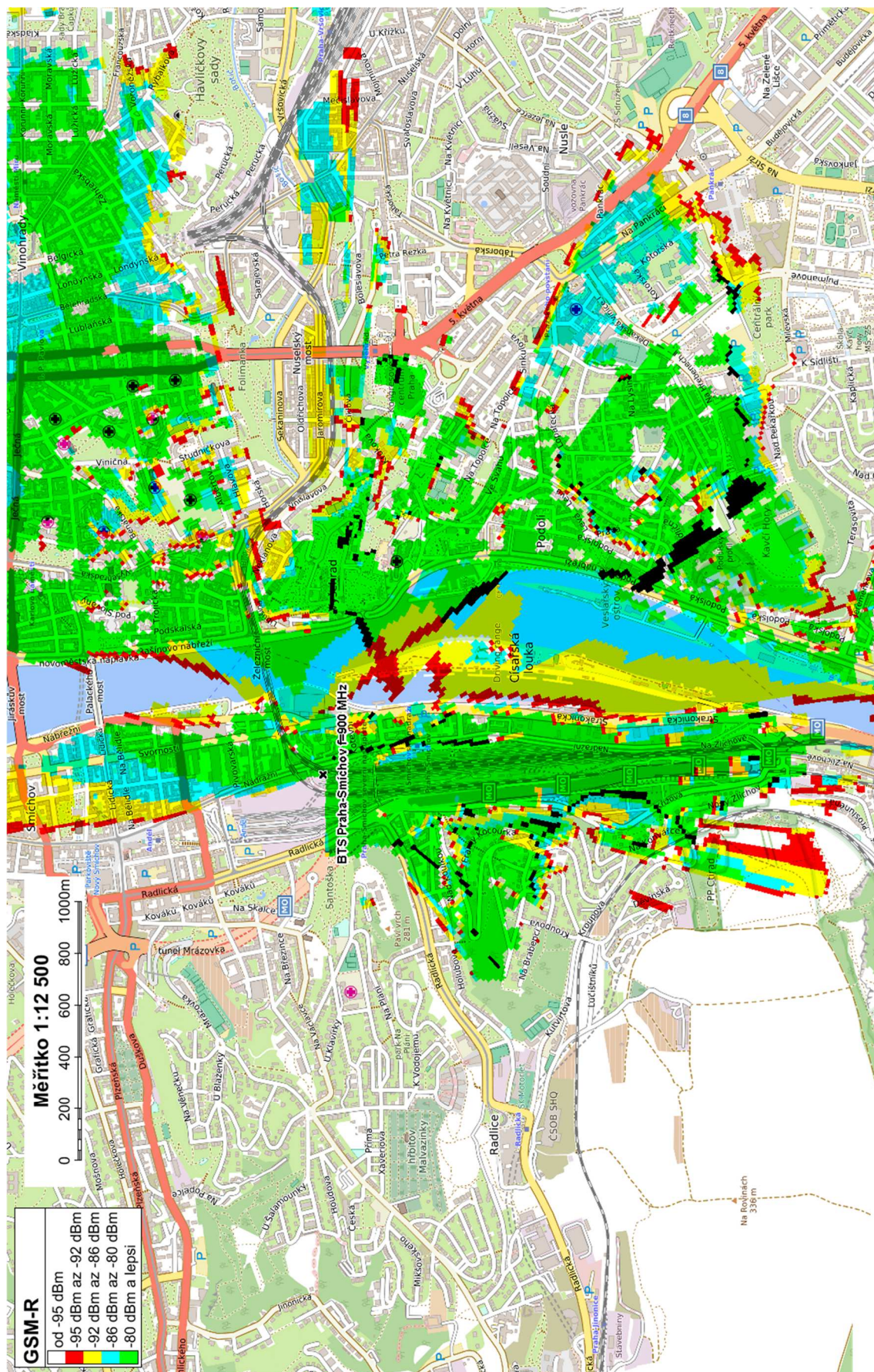
Obr. 1 – Barevná stupnice úrovní signálu použita v simulaci pokrytí

Jednotlivé lokality BTS jsou značeny vždy zkráceným názvem uvedeným v plánovacím programu.

5.1 ŽST Praha-Smíchov – stávající stav



5.2 ŽST Praha-Smíchov – navrhovaný stav



6 NAVRŽENÉ ZÁKLADNOVÉ RADIOSTANICE

Tabulka navržených pozic pro radiostanice je přílohou č. 1 tohoto dokumentu.

Navržené uspořádání BTS (typ stožáru a umístění technologie) je nutné upravit na základě místních poměrů v rámci PS řešícího výstavbu GSM-R v dané stavbě. Uvedené údaje (typ stožáru a umístění technologie) v tabulce BTS jsou pouze předpokládány pro zpracování rádiového plánování a nejsou závazné. Závazná je výška stožáru a s tím spojené umístění antén.

Vzhledem k rozdílům v jednotlivých programech pro výpočty rádiového plánování je vhodné v realizaci dodavatelskou firmou provést aktualizaci výpočtů.

Výpočet šíření signálu matematickým modelem předpokládá minimální snížení signálu GSM-R v oblasti ŽST Praha-Smíchov po přidání třetí anténní jednotky a rozdělení výkonu do anténní jednotky č.2 (azimut 70°).