

Návrh sítí vysílačů zemského digitálního rozhlasu

První část:
Návrh celoplošné sítě vysílačů zemského digitálního
rozhlasu v pásmu VHF

Dílčí zpráva úkolu
3 34 052

Návrh sítě vysílačů zemského digitálního rozhlasu

První část:

Návrh celoplošné sítě vysílačů zemského digitálního rozhlasu v pásmu VHF

Dílčí zpráva úkolu č. **3 34 052**

zpracovaná podle smlouvy č. 623/97-84

Úsek telekomunikačních přenosů

Odpovědný řešitel:

Ing. Petr Markvart

Vedoucí oddělení:

Ing. Lubomír Čech

Zprávu schválil dne:

Ing. Miloš Prchlík
vedoucí úseku

1. Úvod

Zpráva se zabývá návrhem dvou jednofrekvenčních sítí vysílačů zemského digitálního rozhlasu (T-DAB) v pásmu VHF. V tomto pásmu má Česká republika ve 12. TV kanálu přiděleny dva kmitočtové bloky - pro Čechy je to blok 12C a pro Moravu blok 12D. Na rozdíl od první studie [1] byl proveden návrh sítí vysílačů pro oba bloky nezávisle, bez uvažování jejich vzájemného vlivu, a to ze dvou důvodů - jednak není jednoznačně definována hranice mezi oběma sousedícími bloky na území ČR (dodatečné testovací body navržené v [1] nebyly dosud zkoordinovány), jednak není k dispozici výpočetní program, který by umožňoval posoudit interakci dvou jednofrekvenčních sítí jako celku.

2. Postup návrhu

Jak již bylo naznačeno při prvním návrhu sítě, je při návrhu jednofrekvenční sítě limitujícím faktorem především vzájemné rušení, které vzniká uvnitř sítě. Z tohoto důvodu bylo uvažováno vypustit z návrhu ty vysílače, které způsobovaly buď velmi intenzivní rušení nebo rušily ostatní vysílače v širokém okolí. V bloku 12C se to týkalo především vysílačů Trutnov a Liberec, jejichž rušení se díky značné efektivní výšce projevovalo až do vzdálenosti 150 km, ale např. i vysílačů Praha (Mezivrata) nebo Ústí nad Labem. Vypuštěním uvedených vysílačů z návrhu sítě sice rušení odstraní, ale celkové užitečné pokrytí se přitom zmenší tak, že zůstávají nepokryté celé rozsáhlé oblasti. Náhrada každého ze zmíněných vysílačů by si pro dosažení stejného pokrytí vyžádala vybudování několika jiných vysílačů, což by pro budoucího provozovatele znamenalo podstatné zvýšení nákladů na výstavbu sítě. Byla proto (po konzultaci s Českými radiokomunikacemi jako potenciálním provozovatelem) hledána alternativa, jak co nejvíce eliminovat rušivý vliv těchto vysílačů a umožnit jejich zachování v navrhované síti.

Pokud se na problematiku rušení uvnitř jednofrekvenční sítě podíváme z pohledu příjemce T-DAB, bude pro nerušený příjem rozhodující jednak užitečná intenzita pole - resp. poměr mezi užitečnou a rušivou intenzitou pole, jednak zpoždění, s jakým bude přicházet signál od jednotlivých vysílačů na přijímací anténu. Jak vyplývá z principu jednofrekvenční sítě T-DAB, přijímač může zpracovat kromě přímého signálu i např. signály odražené nebo signály od jiných (vzdálenějších) vysílačů pokud jejich zpoždění nepřesáhne určitou hodnotu a tyto signály dopadnou na přijímací anténu příjemce po dobu trvání t.zv. ochranného intervalu [2]. Pro pásmo VHF je délka ochranného intervalu stanovena na $246\mu\text{s}$. V daném příjmovém místě se přijímač zasynchronizuje na první přichodící signál (ve většině případů poskytne nejbližší vysílač nejsilnější signál) a od tohoto okamžiku se začíná odpočítávat ochranný interval. Všechny signály, které přijdou v době trvání ochranného intervalu budou přispívat pozitivně, tj. budou zvyšovat užitečnou intenzitu pole na vstupu přijímače bez ohledu na jejich skutečné zpoždění (t.zv. zisk jednofrekvenční sítě). Signály, které přijdou po skončení ochranného intervalu budou přijímačem také zpracovány, bude však již záležet na jejich zpoždění, zda budou ještě přispívat pozitivně nebo se uplatní jako rušivé. Poměr mezi užitečnou a rušivou složkou přichodícího

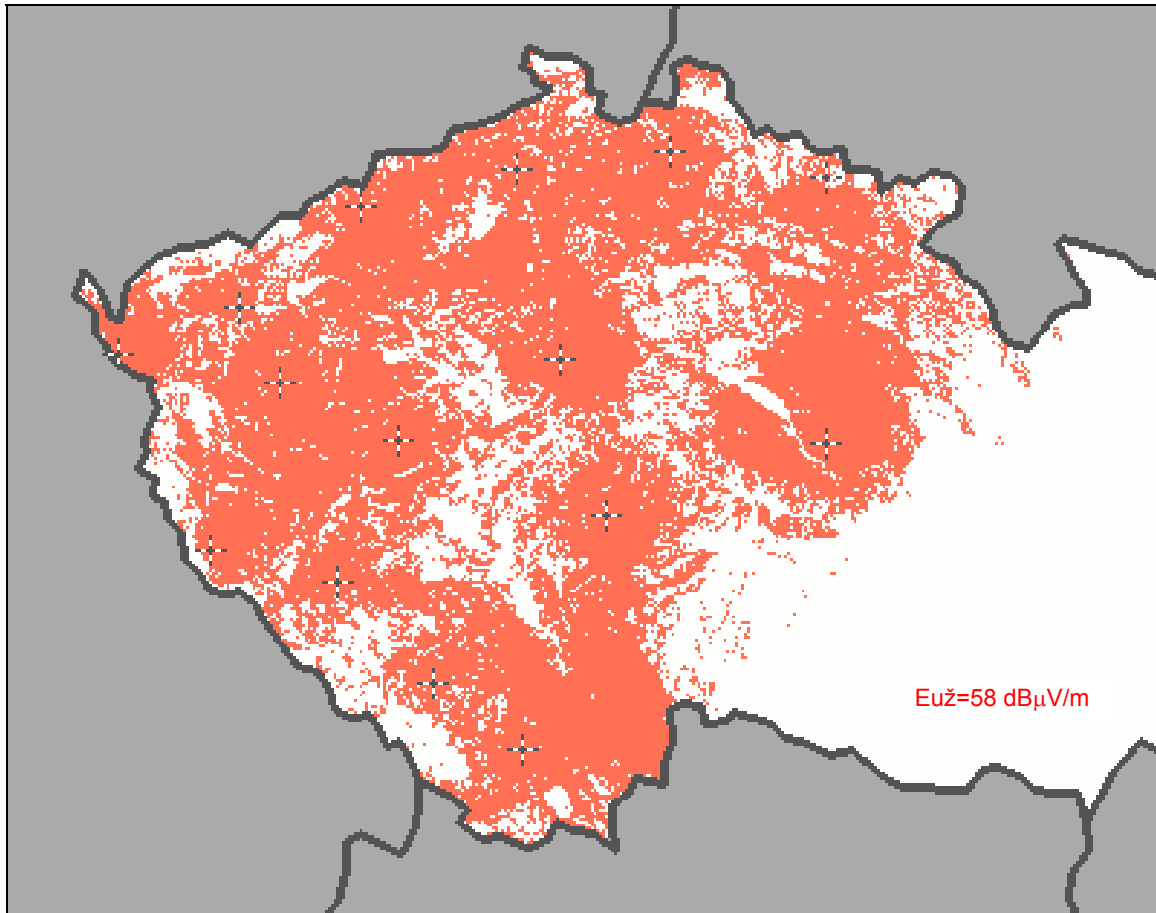
signálu je dán váhovou funkcí [3] a lze obecně říci, že čím později přijde signál na vstup přijímače, tím větší bude jeho rušivý účinek a menší jeho účinek pozitivní. Signály z ostatních sítí se projeví jako rušivé vždy.

Na základě tohoto poznatku je možné zajistit kvalitní příjem signálu T-DAB i v místech, kde se projevují vlivy vzájemného rušení mezi jednotlivými vysílači. Pokud v této oblasti bude dostupný dostatečně silný signál ještě alespoň jednoho dalšího nerušeného vysílače (nebo několika jiných vysílačů), bude se přijímač synchronizovat na tento vysílač a rušení mezi jinými vzdálenými vysílači, spadající do této oblasti se již tolik neuplatní. Zde je třeba uvést, že vzájemná rušení indikovaná výpočetním programem byla v převážné většině případů způsobena právě velkou vzdáleností vysílačů navrhované sítě.

3. Návrh sítě v bloku 12C - Čechy

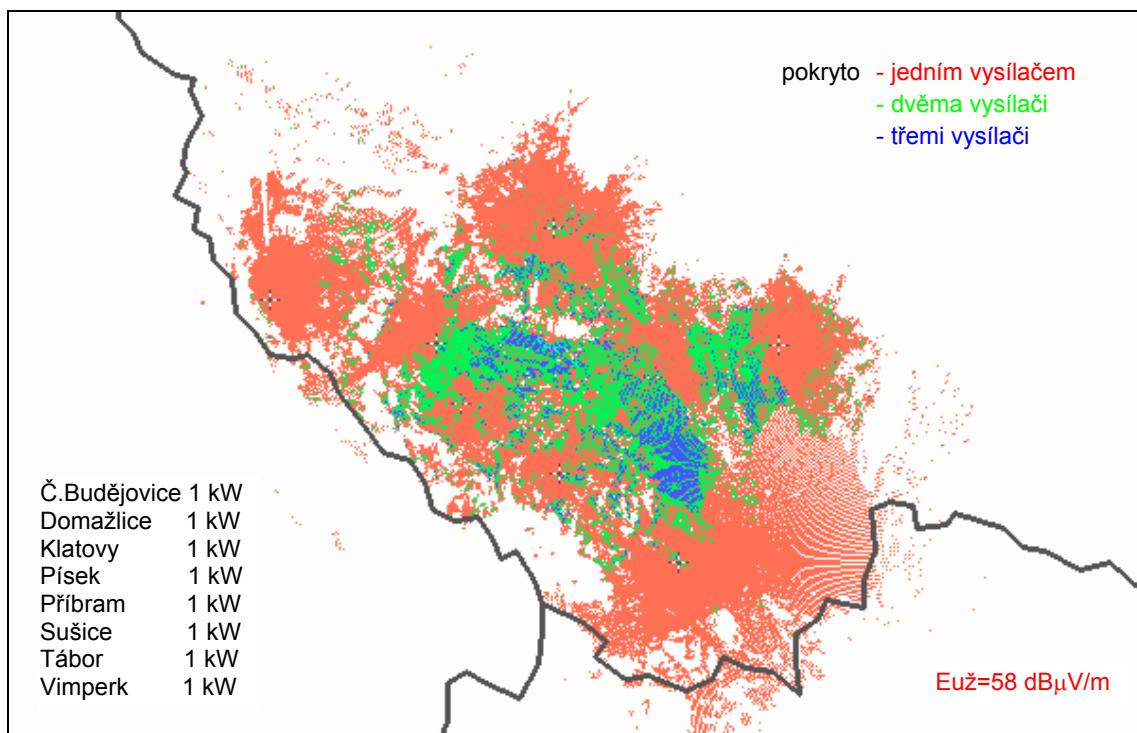
Prvním krokem bylo zjistit detailní rozložení vzájemného rušení na území plánovaného pokrytí a snížit jeho úroveň na co nejmenší možnou míru regulací vyzářeného výkonu jednotlivých vysílačů. V této fázi návrhu bylo experimentálně zjištěno, že pokud mají být vysílače Trutnov a Liberec zachovány v navrhované síti, nemohou mít vyzářený výkon větší než asi 100W. Při větším vyzářeném výkonu začne rušivá složka jejich pole převažovat pro vzdálenější vysílače sítě nad složkou užitečnou a vysílače se projevují převážně jako rušivé. Snižování vyzářeného výkonu mělo za následek kromě požadovaného snížení rušení i snížení užitečného pokrytí, takže v celkovém plánovaném pokrytí přibyly další lokality, kde nebyla intenzita pole pro nerušený příjem již dostačující. Tato místa bylo nutno znovu dokrýt dalšími nově navrhovanými vysílači. Doporučovaná minimální intenzita pole pro plánování jednofrekvenční sítě v pásmu VHF je $58 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ a byla použita i při návrhu této sítě, přestože některé prameny tuto hodnotu považují na základě praktických zkušeností za zbytečně vysokou [4], [5].

V této fázi návrhu sítě bylo předpokládáno, že budou již konkrétně známy možnosti umístění anténních systémů pro T-DAB na stávajících nosičích AS na jednotlivých navrhovaných stanovištích. Protože se vyjádření Českých radiokomunikací však zatím omezilo pouze na konstatování, zda bude na jejich střediscích možné T-DAB vybudovat či nikoliv, byl návrh sítě proveden na všesměrové anténní diagramy umístěné ve výšce stávajících AS viz. [6]. Kromě toho byla vybrána další místa pro dokrývací vysílače. První návrh sítě po provedených úpravách vyzářeného výkonu některých vysílačů je na obr.1. Vzájemná rušení mezi jednotlivými vysílači byla indikována a vyšetřována v téměř padesáti případech a nejsou zde z prostorových důvodů zobrazována.

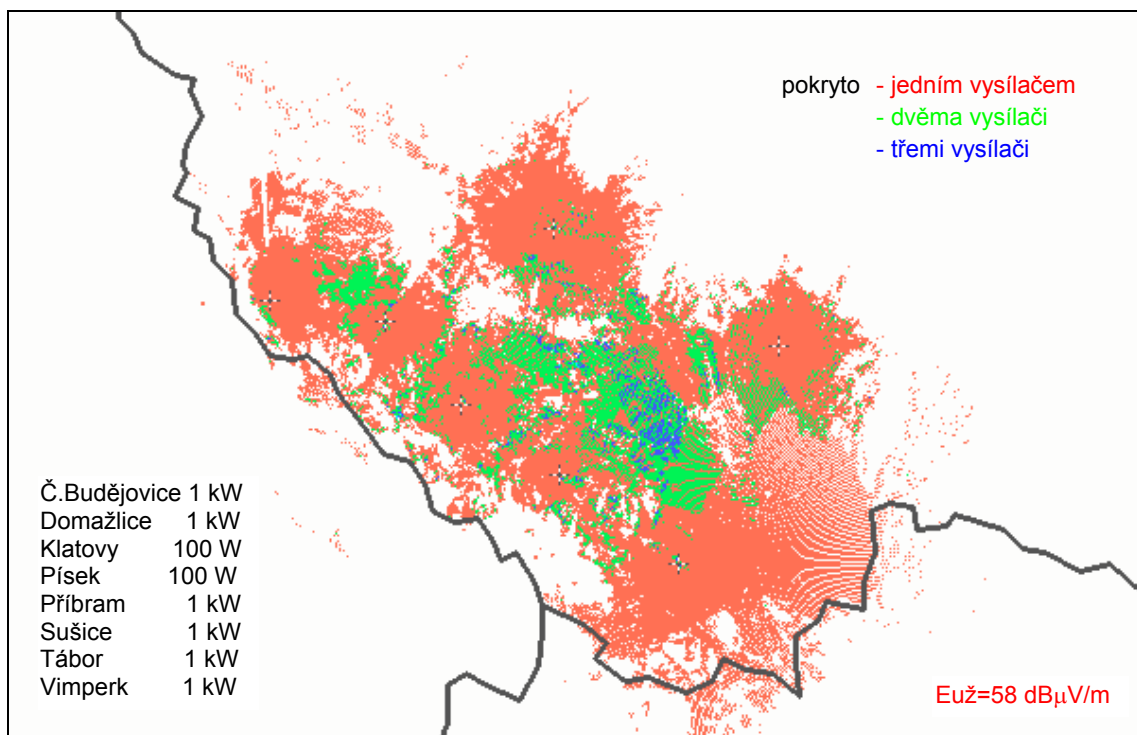


Obr. 1 Pokrytí sítí vysílačů v bloku 12C - původní návrh

Aby bylo možno eliminovat vliv vzájemného rušení a zároveň pokrýt místa, kde intenzita pole nedosahuje z důvodu snížení výkonu některých vysílačů základní sítě požadovaných hodnot, byly do této sítě navrženy další (vykrývací) vysílače v těchto lokalitách: Hradec Králové, Jáchymov, Jindřichův Hradec, Kutná Hora, Mariánské Lázně, Mladá Boleslav, Pacov, Písek, Praha (Cukrák), Příbram, Rychnov nad Kněžnou, Sušice a Tábor. Zároveň byl z původního návrhu vypuštěn vysílač Strakonice a nahrazen vysílačem Písek, který má pro účely sítě vhodnější pokrytí. Protože zařazením nových vysílačů se změny poměry v síti, dojde sice k potlačení rušení mezi vysílači základní sítě, ale samozřejmě i ke vzniku rušení nových. Pro všechny vysílače bylo proto programem ELCOM spočítáno pokrytí (užitečná i rušivá složka) a stejně jako v případě základní sítě provedeno vyšetření vzájemného rušení. K rušení dochází jednak mezi nově navrhovanými vysílači navzájem, jednak v kombinaci s vysílači základní sítě. Zcela bez rušení jsou vysílače Tábor, Písek, Kutná Hora, Sušice, Ml.Boleslav a Jindřichův Hradec a nezpůsobují rušení ani okolním vysílačům v síti. U ostatních vysílačů se vyskytlo převážně rušení způsobené jiným vysílačem, rušení způsobené nově navrhovaným vysílačem bylo zaznamenáno pouze ojediněle. Při hledání optimálního vyzářeného výkonu pro nově navrhované vysílače z hlediska velikosti pokrytí a minimálního rušení byly zkoušeny i různé varianty umístění některých vysílačů. Na obr. 2 a 3 jsou pro porovnání uvedeny dvě varianty



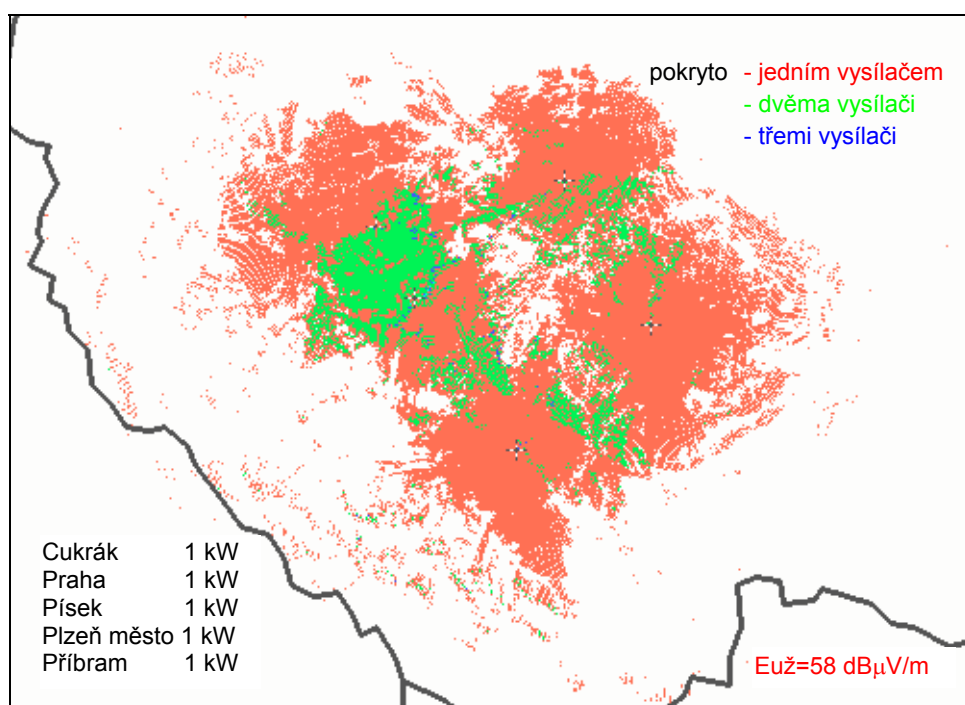
Obr. 2 Pokrytí jihozápadních Čech - varianta Klatovy-Barák



Obr. 3 Pokrytí jihozápadních Čech - varianta Klatovy-Doubrava

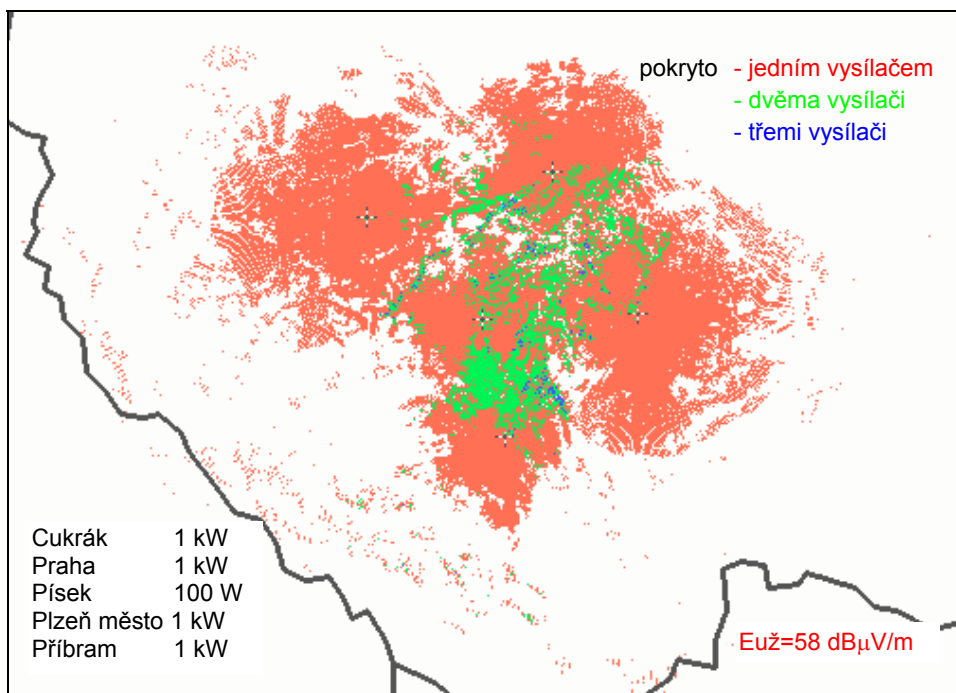
pokrytí jihozápadu Čech. Na prvním obrázku jsou všechny vysílače uvažovány s vyzářeným výkonem 1 kW, na druhém obrázku mají některé vysílače výkon omezený na 100W a vysílač Klatovy-Barák byl nahrazen výhodněji umístěným vysílačem Klatovy-Doubrava.

Dalším stanovištěm, kde byly zvažovány různé varianty umístění vysílače a s tím související úpravy vyzářených výkonů okolních vysílačů byla Příbram. České radiokomunikace předpokládají možnost vybudování vysílače T-DAB pouze v lokalitě Příbram-Praha, čemuž odpovídá pokrytí znázorněné na obr. 4. Pro účely navrhované sítě by však byla výhodnější kóta Příbram-Pteč, jejíž pokrytí je na obr. 5 nebo kóta Příbram-Skleněný Vrch, jak je zobrazeno na obr. 6.



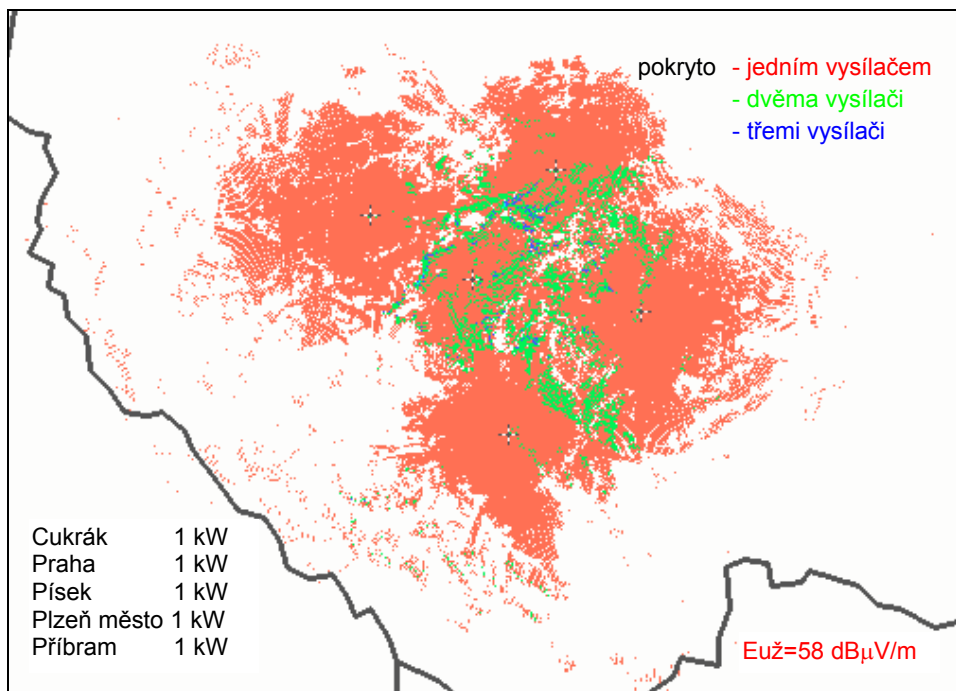
Obr. 4 Varianta pokrytí ze stanoviště Příbram-Praha

Podobná situace nastává v lokalitě Mariánské Lázně, kde je televizní převaděč umístěn ve městě na hotelu Monty a realizace vysílače T-DAB by zatím nebyla možná. V tomto případě by bylo zřejmě nutné uvažovat o výstavbě nového vysílače, protože pokrytí z této lokality je pro účely navrhované sítě výhodnější než např. z kóty Mariánské Lázně-Dyleň.



Obr. 5 Varianta pokrytí ze stanoviště Příbram-Pteč

Z uvedených případů a mnohých dalších vyplývá, že vytvořit optimální síť zemského digitálního rozhlasu postavenou na prostředcích jednoho provozovatele lze pouze za předpokladu dodatečných investic do výstavby dalších dokrývacích vysílačů a převaděčů,



Obr. 6 Varianta pokrytí ze stanoviště Příbram-Skleněný Vrch

nutných k zajištění pokrytí v lokalitách, které nelze z jeho stávajících prostředků pokrýt. V některých případech by mohlo být využití prostředků jiného provozovatele jak technicky, tak ekonomicky výhodnější.

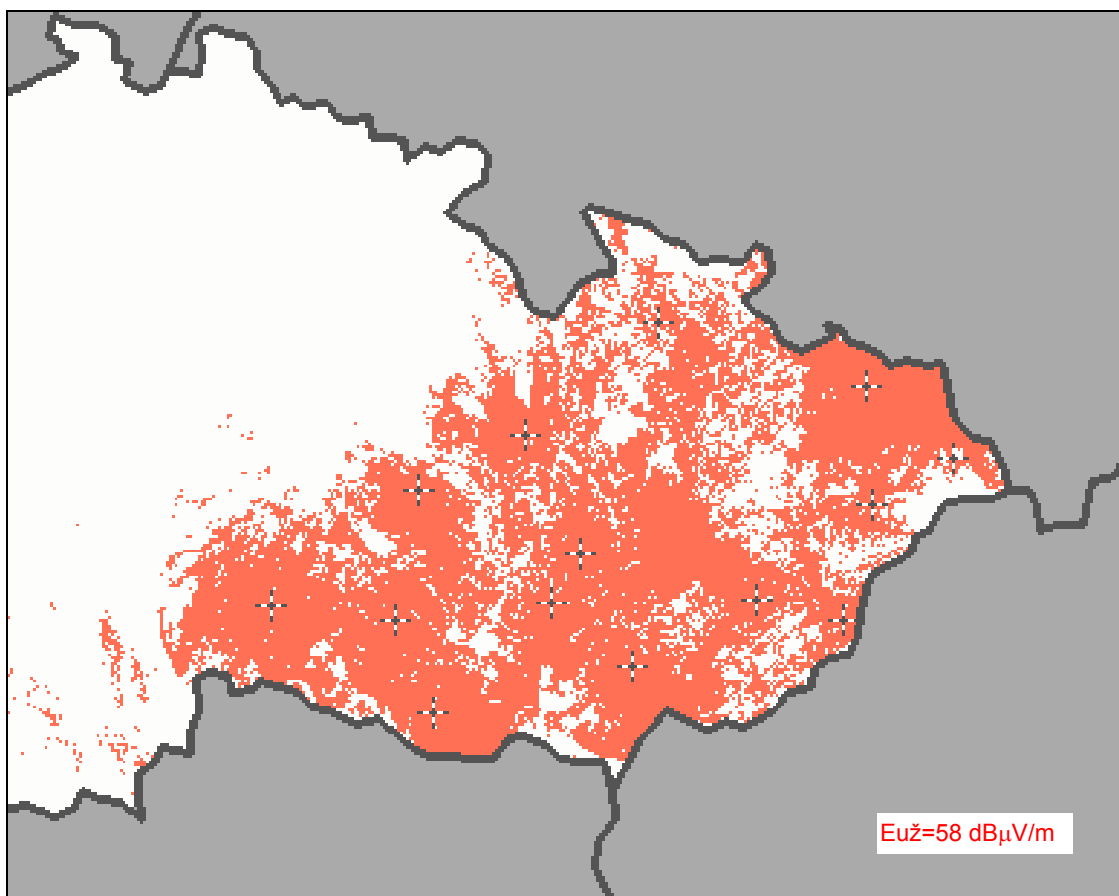
Souběžně s optimalizací pokrytí navrhované sítě byly počítány sumární intenzity pole v testovacích hraničních bodech ČR v bloku 12C. Bylo zjištěno, že doplněním sítě o nové vysílače byla překročena nejvyšší povolená intenzita pole ($80 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$) v některých testovacích bodech. Z tohoto důvodu bylo nutné omezit vyzářený výkon vysílače Ústí nad Labem v azimutech 270° až 050° o 3 dB, vysílače Cheb v azimutech 160° až 020° o 6 dB a vysílače Jáchymov v azimutech 260° až 050° o 12 dB.

Celkové pokrytí území Čech v bloku 12C navrženou sítí vysílačů je uvedeno v příloze 2. Na mapce stále zůstávají nepokryta některá území, ve kterých nebylo zatím nalezeno vhodné stanoviště pro vybudování vysílače T-DAB. Jedná se především o příhraniční oblasti, ve kterých bude v případě potřeby nutno zajistit příjem digitálního rozhlasu celou řadou vysílačů o malém výkonu. Jinými oblastmi, které zatím nejsou dostatečně pokryty jsou oblasti Rakovnícka západně od Prahy, Jičínsko, Českobrodsko a jiné. Pokud zde nebude dosaženo požadované intenzity pole ziskem sítě, potřebné pro nerušený příjem, bude nutné uvažovat o vyhledání dalších stanovišť pro vysílače v těchto lokalitách.

4. Návrh sítě v bloku 12D - Morava

Stejně jako při návrhu sítě v bloku 12C v Čechách byl sledován cíl zachovat v navrhované sítí vysílač Jeseník, jehož pokrytí není v síti jednoduchými prostředky nahraditelné. Vysílač Jeseník má vzhledem ke své značné efektivní výšce dosah přes 150 km a tak se rušivá složka jeho signálu uplatňuje takřka u všech vzdálenějších vysílačů v síti. Snížením jeho vyzářeného výkonu na 100W se jeho rušivý vliv podstatně omezí, omezí se ovšem také jeho užitečná složka intenzity pole a tím i celkové pokrytí. Z hlediska rušení bylo nutné dále omezit vyzářený výkon vysílačů Valašské Meziříčí a Třinec a to až na 100W ERP. Pokrytí území Moravy vysílači sítě v této fázi návrhu ukazuje obr. 7.

Z obrázku je zřejmé, že díky omezení vyzářeného výkonu zmíněných vysílačů není pokrytí ani zdaleka optimální, přestože rušení bylo touto úpravou sníženo na minimum. Bylo tedy nutné doplnit do navrhované sítě další vysílače, i když narozdíl od sítě v bloku 12C, měly tyto vysílače za úkol spíš zaplnit nepokrytá místa na území Moravy než překrývat svoji intenzitou pole místa s indikovaným rušením. Ve srovnání se sítí v Čechách je však situace z hlediska použitelných stanovišť pro zřízení vysílače T-DAB na Moravě podstatně nepříznivější. Pro účely navrhované sítě se ukázala jako vhodná pouze čtyři stanoviště, a to:



Obr. 7 Pokrytí sítě vysílačů v bloku 12D - původní návrh

Olomouc (Pohořany), Králíky, Mikulov a Nový Jičín. Později byl do sítě doplněn ještě vysílač Jeseník-město, který byl původně plánován jako jedna z náhrad vysílače Jeseník, protože bylo analýzou rušení zjištěno poměrně výrazné rušení v Jeseníckém výběžku.

Obdobným postupem jako při návrhu sítě v bloku 12C bylo spočítáno pro všechny nově zařazené vysílače vzájemné rušení se všemi okolními vysílači. Jako jediný rušivý vysílač se projevil vysílač Mikulov, u kterého bylo nutno snížit vyzářený výkon až na 100W. Celkové pokrytí území Moravy takto navrženou sítí je znázorněno v příloze 2.

Vzhledem k tomu, že nebyla nalezena další vhodná stanoviště pro vysílače do této sítě, zůstávají částečně nepokryta území východně od Lysé Hory, Uherskobrodsko, Šumpersko, údolí Svatky a další (zejména příhraniční) oblasti. Tyto oblasti jsou však podle vyjádření Českých radiokomunikací problémové i při distribuci běžného televizního signálu, o čemž svědčí velký počet TV převaděčů v těchto lokalitách.

I pro tuto síť byly spočítány při návrhu sumární intenzity pole v testovacích hraničních bodech a byla navržena omezení vyzářovacího diagramu pro vysílače Králíky v azimutech 330° až 060°

o 15 dB, Valašské Klobouky v azimutech 040° až 220° o 5 dB a Mikulov v azimutech 110° až 060° o 3 dB. Otevřená zůstává zatím otázka vysílače Jihlava (který ruší sousední síť 12C), protože nejsou pevně stanoveny hraniční testovací body mezi Čechami a Moravou. Lze však předpokládat, že signál vysílače Jihlava bude zasahovat na území sousedního bloku i přes určitá omezení svého vyzařovacího diagramu. Z toho důvodu byl proto již při návrhu do sítě 12C zařazen vysílač Jindřichův Hradec, který by měl svojí intenzitou pole překrýt zónu rušení vysílače Jihlava.

V souvislosti s výpočtem sumárních intenzit pole v jednotlivých testovacích bodech je třeba vzít na zřetel dvoustrannou dohodu mezi ČR a Polskem, týkající se ochrany polských TV vysílačů pracujících na 12. TV kanálu, který Polsko se zavedením digitálního rozhlasu nebude opouštět. Ve smyslu této dohody je třeba všechny naše vysílače T-DAB umístěné podél hranice s Polskem, které mají efektivní výšku větší než 300 m dvoustranně koordinovat. V případě navrhované sítě T-DAB se to v bloku 12C týká vysílačů Chomutov, Jáchymov, Liberec, Rychnov nad Kněžnou, Trutnov a Ústí nad Labem, v bloku 12D bude nutno takto koordinovat vysílače Jeseník, Králíky, Svitavy a Třinec.

5. Závěr

Přestože je v této zprávě popsán již druhý návrh sítě zemského digitálního rozhlasu v ČR, nelze ještě ani tento považovat za definitivní. Plánování jednofrekvenčních sítí je založeno na poněkud jiných zásadách než návrh stávajících sítí FM a TV vysílačů - v jednofrekvenční síti změna jednoho parametru libovolného vysílače ovlivní chování celé sítě (a následně i vliv na sousední služby) a s tím bude nutno počítat i při jakýchkoliv změnách v síti již vybudované. K tomu, aby bylo možno síť optimalizovat ve všech aspektech, zatím chybí potřebný software. Dostupné výpočetní programy zatím neumožňují posoudit chování sítě jako celku (např. při změně parametrů jednoho z vysílačů), neumožňují posoudit interakci dvou a více sítí navzájem, neumožňují optimalizovat síť jako celek z hlediska zpoždění distribuovaného signálu na jednotlivých vysílačích. Všechny tyto složky při jejich zanedbání přispívají ke vzniku vlastního rušení v síti, naopak jejich sladěním lze rušení v mnoha případech odstranit bez nutnosti budování dalších dokrývacích vysílačů [4]. Úplně přesně není možné z těchto důvodů provést ani výpočet zisku sítě a ani blíže určit vliv navrhované sítě na vysílače jiných služeb v pásmu VHF. Tyto skutečnosti jen potvrzují nutnost vývoje potřebného software založeném na některé z výpočetních metod, popsaných např. v [7]. Otázka vývoje nového software je aktuální i z hlediska časového postupu budování sítě T-DAB. Pokud by měla být síť skutečně celoplošná, bude třeba vybudovat - zejména v pohraničních oblastech - dokrývací vysílače (převaděče) o nízkém vyzářeném výkonu. Tyto vysílače bude potřeba navrhnout co nejdříve. Při prodloužení by dodatečná koordinace mohla v budoucnu narazit na odpor zahraničních partnerů, kteří již v dané pohraniční lokalitě budou mít zkoordinovány svoje prostředky.

Jako další postup proto navrhuje:

- a) předat návrh sítě T-DAB v blocích 12C a 12D MDS - ČTÚ s požadavkem jeho zpracování pro mezinárodní koordinaci,
- b) zpracované požadavky na koordinaci nejdříve projednat se Správou Polské republiky, nejlépe při dvoustranném jednání, a to zejména s ohledem na rušení televize ve 12. TV kanálu,
- c) po úpravě zaslat požadavky na koordinaci ostatním sousedním Správám a CEPT - ERO,
- d) po dohodě s ČTÚ, případně dalšími zájemci, zadat v co nejkratší době vývoj software, potřebného k výpočtu SFN, popř. tento zakoupit.

Literatura:

- [1] Zpráva úkolu 1 34 804/3 "Zemský digitální rozhlas", Testcom 1996
- [2] Final Draft EBU UER - ETS 300 401 "Radio Broadcasting Systems; DAB to mobile, portable and fixed receivers", ETSI, February 1997
- [3] Technical Bases for T-DAB Services Network Planning and Compatibility with existing Broadcasting Services, EBU, June 1995
- [4] Quellmalz, A., Müller, B., Knälmann, A.: "Analyzing and optimizing irregular DAB single frequency networks", Südwestfunk, Germany
- [5] Tools for the optimization of DAB coverage areas considering the CEPT planning results, University of Karlsruhe
- [6] Datábáze PRTEL: RADA.VYS, TV-P-2A0.VYS, TV-P-1.VYS
- [7] Prosch Theodor: "The DAB Pilot Project in Baden-Wuerttemberg", Third International Symposium on Digital Audio Broadcasting, Montreaux, 4.-5. June 1996

Příloha 1

Základní parametry vysílačů sítě bloku 12C

Základní parametry vysílačů sítě bloku 12D

Seznam základních parametrů vysílačů bloku 12C

Vysílač	LON	LAT	ERP	H _{stan} [m]	H _{ant} [m]	stanoviště
Domažlice	12E4648	49N2823	1 kW	685	40	Vraní vrch
České Budějovice	14E1707	48N5157	1 kW	1084	56	Kleť
Cheb ♦	12E1829	50N0415	1 kW	638	55	Zelená Hora
Hradec Králové	15E5335	50N0827	1 kW	291	70	Hoděšovice
Chomutov	13E2749	50N3258	1 kW	854	47	Jedlová Hora
Jáchymov ♦	12E5810	50N2350	100 W	1250	30	Klínovec
Jindřichův Hradec	14E5753	49N0701	1 kW	536	30	Políkno
Karlovy Vary	12E5329	50N1340	1 kW	554	30	Tři Kříže
Klatovy *)	13E2349	49N2257	1 kW	706	39	Barák
Klatovy *)	13E1219	49N2557	100 W	720	30	Doubrava
Kutná Hora	15E1647	49N5821	1 kW	353	40	Kaňk
Liberec	14E5911	50N4401	100 W	1010	60	Ještěd
Mariánské Lázně *)	12E3014	49N5806	100 W	940	40	Dyleň
Mariánské Lázně *)	12E4200	49N5808	1 kW	635	35	hotel Monty
Mladá Boleslav	14E5814	50N2311	1 kW	367	30	U Doubku
Pacov	15E0018	49N3211	1 kW	738	70	Stážiště
Pardubice	15E4426	49N4923	1 kW	614	150	Krásný
Písek	14E1133	49N1832	100 W	602	50	Kraví Hora
Plzeň	13E0520	49N5944	1 kW	712	280	Krašov
Plzeň město	13E4017	49N4923	1 kW	718	45	Radeč
Praha	14E4020	49N3608	1 kW	714	150	Mezivrata
Praha město	14E2710	50N0453	1 kW	255	170	Mahlerovy sady
Praha Cukrák	14E2125	49N5615	1 kW	411	120	Cukrák
Příbram *)	13E4911	49N3935	1 kW	860	50	Praha
Příbram *)	14E0618	49N3506	1 kW	633	30	Pteč
Příbram *)	14E0322	49N4026	1 kW	604	50	Skleněný vrch
Rychnov nad Kněžnou	16E2106	50N0606	1 kW	587	52	Litický Chlum
Sušice	13E2922	49N1410	1 kW	825	40	Svatobor
Tábor	14E3839	49N2318	1 kW	524	40	Radimovice
Trutnov	15E4440	50N3913	100 W	1299	50	Černá Hora
Ústí nad Labem ♦	14E1350	50N4020	1 kW	683	190	Buková Hora
Vimperk	13E5057	49N0424	1 kW	896	71	Mařský vrch

*) varianta stanovišť

♦ omezení vyzářovacího diagramu

Seznam základních parametrů vysílačů bloku 12D

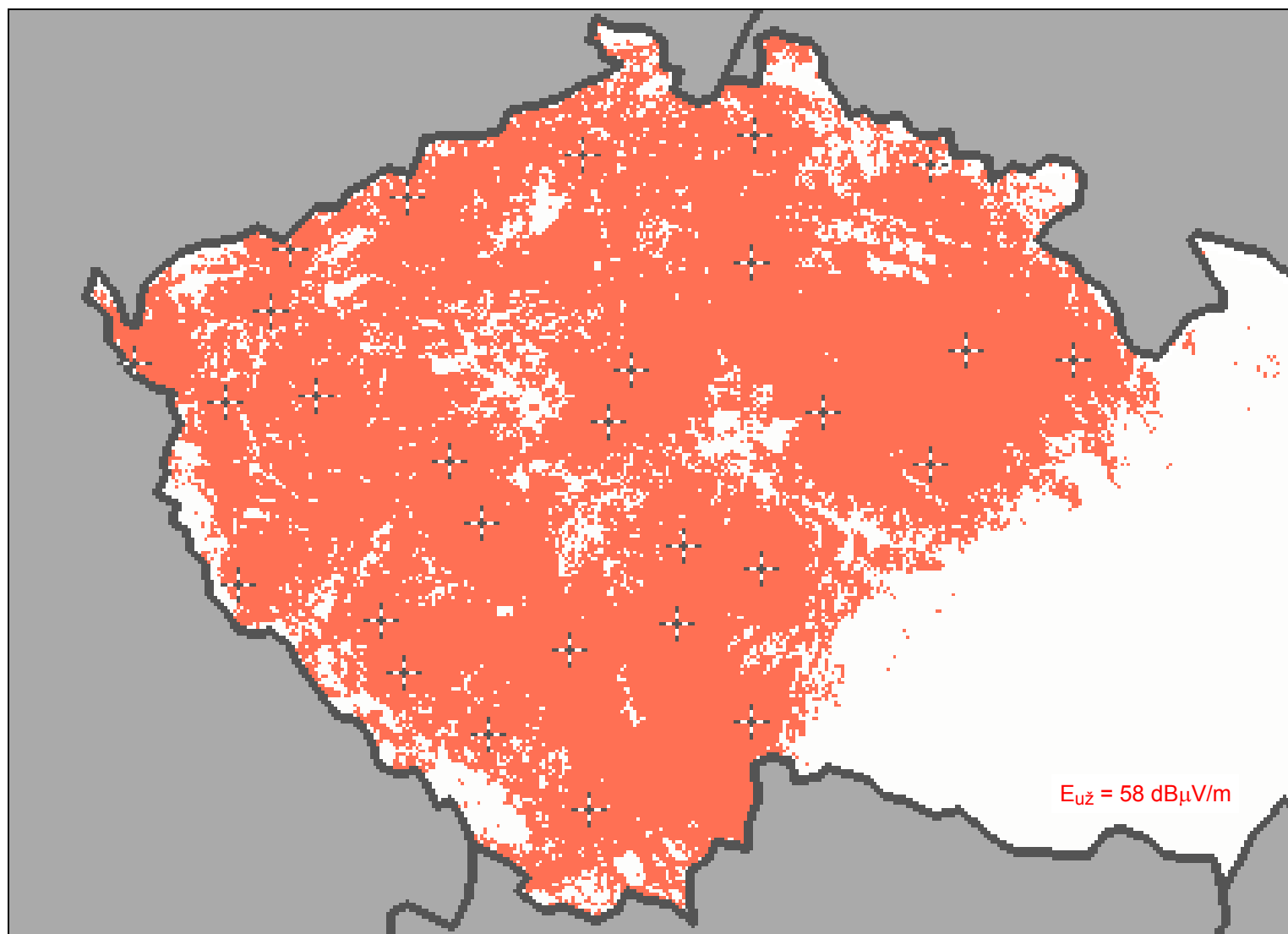
Vysílač	LON	LAT	ERP	H _{stan} [m]	H _{ant} [m]	stanoviště
Brno	16E4905	49N2213	1 kW	600	288	Kojál
Brno město	16E4034	49N1322	1 kW	420	52	Hády
Hodonín	17E0322	49N0056	1 kW	418	50	Babí Lom
Jeseník	17E1358	50N0503	100 W	1490	90	Praděd
Jesník město	17E1152	50N1413	1 kW	590	20	-
Jihlava	15E2029	49N1317	1 kW	837	110	Javořice
Králíky ♦	16E4142	50N0303	1 kW	995	44	Suchý vrch
Mikulov ♦	16E3903	48N5209	100 W	530	40	Děvín
Nový Jičín	17E4833	49N3835	1 kW	557	55	Veselský kopec
Olomouc	17E2215	49N3839	1 kW	430	61	Pohořany
Ostrava	18E1305	49N5153	1 kW	287	147	Hošťálkovice
Svitavy	16E3413	49N4421	1 kW	630	84	Kamenná Horka
Třebíč	15E5538	49N1014	1 kW	595	58	Klučovská Hora
Třinec	18E3730	49N3729	100 W	946	25	Javorový vrch
Vlašské Klobouky ♦	18E0347	49N0829	1 kW	714	48	Ploštiny
Valašské Meziříčí	18E1327	49N2933	100 W	1129	50	Radhošť
Zlín	17E3836	49N1231	1 kW	458	56	Tlustá Hora
Znojmo	16E0606	48N5315	1 kW	356	50	Deblínek
Žďár nad Sázavou	16E0238	49N3424	1 kW	743	56	Harusův kopec

♦ omezení vyzařovacího diagramu

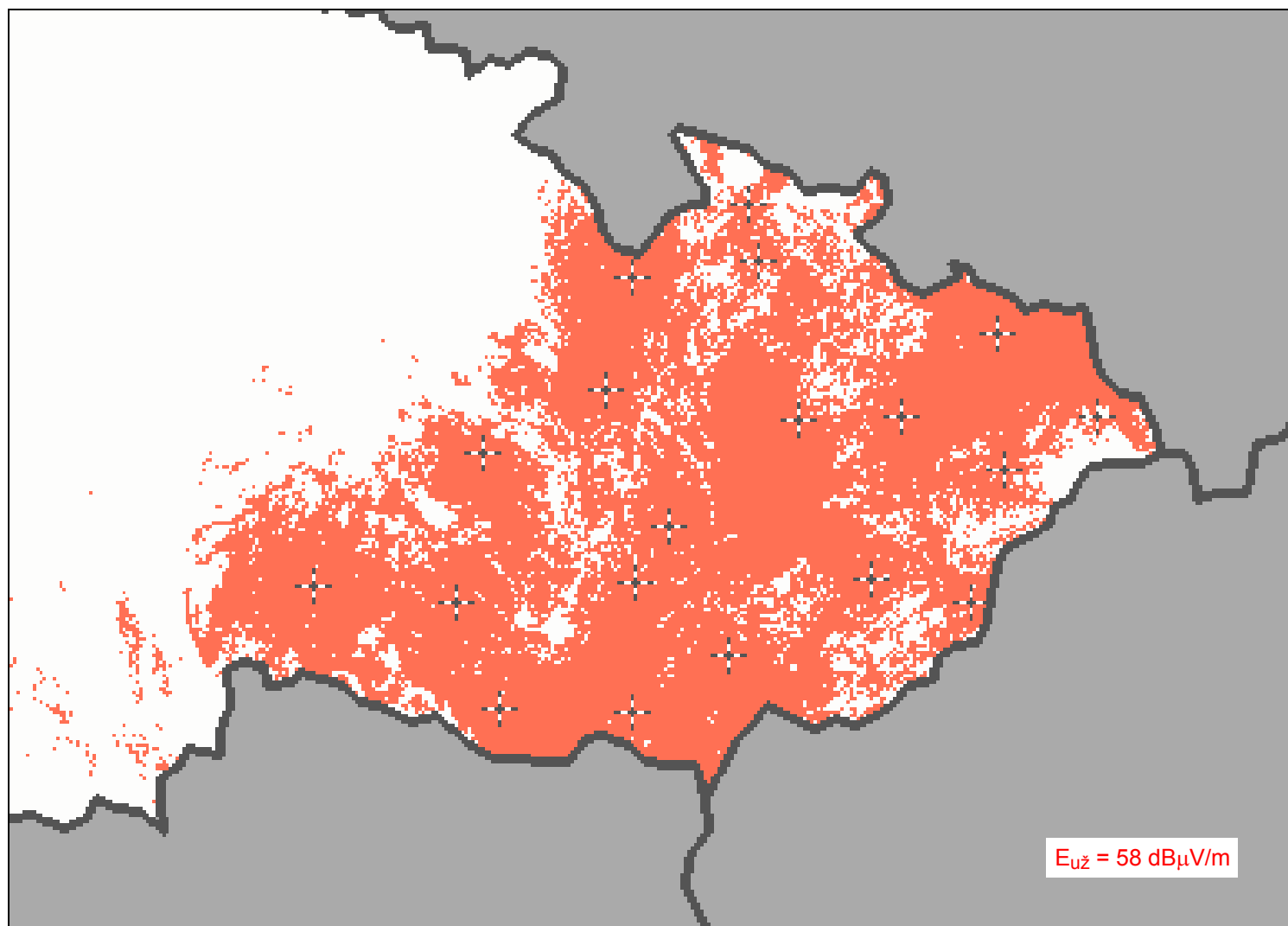
Příloha 2

Pokrytí navrženou sítí bloku 12C

Pokrytí navrženou sítí bloku 12D



Předpokládané pokrytí navrženou sítí vysílačů T-DAB bloku 12C



Předpokládané pokrytí navrženou sítí vysílačů T-DAB bloku 12D