

DIVERZITNÍ PŘÍJEM

Skripta RCD Radiokomunikace spol. s r. o.

Určeno pro

systemové inženýry a projektanty rádiových systémů

OBSAH

1	ÚVOD DO PROBLÉMU	2
2	ROZLOŽENÍ SÍLY POLE - RAYLEIGHO ZÁKON.....	2
3	DIVERZITNÍ PŘÍJEM	3
3.1	Dvoucestný diverzitní příjem	3
3.2	Třícestný diverzitní příjem	3
3.3	Speciální diverzitní příjem – polarizační diverzita.....	3
3.4	Odkaz na podrobnější informace	4
4	PŘÍJEM SIGNÁLŮ Z TUNELŮ	4

1 ÚVOD DO PROBLÉMU

Rádiové vlny se šíří od vysílací antény k přijímací anténě nejen přímou cestou, ale jejich šíření je mnohocestné. Velký vliv na šíření rádiových vln mají různé terénní i stavební překážky, ionosféra a povětrnostní podmínky v atmosféře. Od těchto překážek se rádiové vlny v různé míře odrážejí. Kromě odrazů se částečně uplatňuje i rozptyl a ohyb rádiových vln. K přijímací anténě pak dorazí nejen přímá vlna, ale i množství vln, které dorazily po různých dlouhých trajektoriích. Tento efekt se velice silně projevuje zvláště v městské zástavbě, kde již prakticky nelze hovořit o přímé vlně, ale signál je tvořen množstvím různě odražených vln.

Na přijímací anténu tak rádiové vlny dopadají s různými fázemi a vektorově se sčítají. Výsledný signál může být větší, ale také mnohem menší než by odpovídalo signálu samotné přímé vlny. Při příjmu signálů z pohybujících se vozidel úroveň signálů prudce kolísá. Profesionální báze stanice se tomuto efektu brání příjmem na více antén, tzv. diverzitním příjmem.

Poznámky:

- 1. Vlivy překážek se projevují v různé míře v závislosti na jejich velikosti vzhledem k vlnové délce rádiové vlny.*
- 2. Více podrobností o šíření rádiových signálů naleznete na:
\\Double\A-RCD\Skripta RCD\1. Šíření signálů*

2 ROZLOŽENÍ SÍLY POLE - RAYLEIGHO ZÁKON

Výsledná síla přijímaného signálu silně kolísá nejen se vzdáleností od vysílací antény, ale i v čase v závislosti na měnícím se prostředí. Vliv mají i odrazy od pohybujících se větších vozidel.

V případě, že na anténu nedopadá přímá vlna, nebo nějaká dominantní vlna z některého směru, platí pro popsání tohoto jevu pravděpodobnostní kritérium Rayleighova zákona.

Za vztažnou úroveň signálu se bere mediánní hodnota elektromagnetického pole – to je taková úroveň, při které je polovina naměřených vzorků vyšší a polovina nižší. Charakteristické je, že maxima jsou plochá cca 3 dB nad mediánní úrovní, ale minima jsou velice úzká a výrazná. V otevřeném prostoru jsou až 18 dB pod mediánem v závislosti na zastínění, v městské zástavbě až 27 dB pod mediánem.

Maxima resp. minima v síle signálu se objevují ve vzdálenostech $0,5 \lambda$ a rozdíl v jejich úrovních se pohybuje v rozmezí 3 – 30 dB.

Poznámka:

To vysvětluje, proč v mezních podmínkách postačí v klidu nepatrný posun místa příjmu o několik cm, aby se signál velice výrazně zlepšil. Nemá smysl pobíhat a hledat lepší příjem – signál bude velice silně kolísat.

V pohybujícím se vozidle ve větších vzdálenostech vozidla od základnové radiostanice dochází vlivem zakřivení země, zastínění terénními překážkami a mnohonásobným odrazem od okolních i vzdálených předmětů k tzv. MOBILNÍMU EFEKTU, kdy síla pole prudce kolísá s pohybem vozidla.

3 DIVERZITNÍ PŘÍJEM

Na základě uvedených faktů je zřejmé, že pro stacionární antény nelze nalézt místo, které by na daném objektu poskytovalo trvale maximální možný signál z různých míst. Pokud najdeme místo s okamžitým maximem signálu z určitého zdroje, může toto místo vykazovat minimum signálu z jiného zdroje (a během krátké doby se může dostat do oblasti minima i původně maximální signál).

Tento problém řeší tzv. diverzitní příjem. Bázová stanice má dva až tři přijímače, každý přijímá signál z jiné antény a speciální obvod jejich výstupy zpracovává tak, že na výstup se dostává nejlepší ze signálů nebo jejich součet po vhodném nafázování jednotlivých složek.

3.1 Dvoucestný diverzitní příjem

Na daném objektu se instalují ve vhodných vzdálenostech od sebe – vertikálně nebo horizontálně - dvě přijímací antény. Při vertikálním oddělení antén postačí jediný anténní stožár, musí být však dostatečně vysoký, aby umožnil dostatečnou vzdálenost antén. Při horizontálním uspořádání jsou potřeba stožáry 2, postačí ale nízké, např. při instalaci na střeše budovy. Praktická vzdálenost antén je několik metrů, optimum je 2,75 m na frekvenci 900 MHz, resp. 5,5 m na frekvenci 400 MHz. Snižování této vzdálenosti obvykle vede ke snížení zisku diverzity.

Signál z každé antény je přiveden na zvláštní přijímač bázové stanice. Signály obou přijímačů pak zpracovává speciální obvod, který zaručí, že výsledný signál je v každém okamžiku lepší než signál z jednotlivého přijímače. Takovýto diverzitní systém se nazývá dvoucestný diverzitní příjem, v literatuře je nazýván: **Double Diversity, Two-Way diversity** nebo **2-nd diversity**.

Dvoucestný diverzitní příjem podstatně eliminuje kolísání signálu elektromagnetického pole od většiny abonentů a zlepšuje poměr signál/šum. Při daném rozmístění antén však může signál přijímaný z určitých míst, v určitém rozsahu azimutů kolísat v obou anténách prakticky stejně a dvoucestný diverzitní příjem je pak málo účinný..

3.2 Třícestný diverzitní příjem

Slabé místo dvoucestného diverzitního příjmu řeší třícestný diverzitní příjem. Na daném objektu se instalují ve vhodných vzdálenostech od sebe tři přijímací antény tak, aby při horizontálním uspořádání nebyly v jedné přímce – optimální rozmístění antén je na vrcholech rovnostranného trojúhelníka. Toto prostorové uspořádání zaručuje že se všechny tři antény nikdy nedostanou současně do oblasti minima síly pole.

Signál z každé antény je přiveden na zvláštní přijímač bázové stanice. Signály všech 3 přijímačů pak zpracovává speciální obvod, který zaručí, že výsledný signál je v každém okamžiku lepší než signál z jednotlivého přijímače. Takovýto diverzitní systém se nazývá třícestný diverzitní příjem, v literatuře je obvykle nazýván:

Triple Diversity, Three-Way diversity nebo **3-rd diversity**.

Poznámka: Toto uspořádání vyhovuje většině instalací bázových stanic, které většinou mají 3 vysílací antény pro rádiové pokrytí 3 sektorů po 120°.

3.3 Speciální diverzitní příjem – polarizační diverzita

Tato metoda spočívá v použití speciální antény se dvěma sadami dipólů posunutých o +/- 45°. Takováto anténa dává o 2-4 dB vyšší signál než obvyklá vertikálně polarizovaná anténa stejných rozměrů – tento údaj je obvykle udáván jako „Co-Polar gain“.

3.4 Odkaz na podrobnější informace

Pro podrobnější informace o diverzitním příjmu doporučuji článek

UNDERSTANDING AND MAXIMISING SPACE DIVERSITY GAIN AT 400 MHz

na www.sigmawireless.ie .

4 PŘÍJEM SIGNÁLŮ Z TUNELŮ

Rádiové pokrytí v podzemních prostorech, jako jsou např. tunely, kanalizace, metro, doly atd. je zpravidla zajišťováno pomocí vyzařovacích kabelů. Anténní systém tvořený vyzařovacím kabelem zaručuje rádiové pokrytí s malým kolísáním síly pole a tak signál přijímaný z těchto prostorů postačí přivést pouze na jeden přijímač základní stanice a není nutné ho zpracovávat diverzitně.