

# B2M17SBS – Projekt II, LS 2022/23

## Cíle

1. Realizovat měření v terénu za účelem lepšího porozumění podstatě úniků mobilního spoje v pásmu UHF (300 MHz - 3 GHz) v různých prostředích.
2. Využít měřená data pro odvození empirického modelu závislosti ztrát na vzdálenosti.
3. Na základě výsledků měření statisticky analyzovat úniky způsobené vícecestným šířením.

## Organizace

Čt 20. 4. 2023 9:15 – 12:30 (9. týden LS), uvedení do teorie, zadání, seznámení s měřicí aparaturou, rozdělení do skupin, přidělení scénářů, dohoda termínů a lokalit měření.

Následující dva týdny (10. a 11. týden LS) realizace měření po skupinách s Ing. Václavem Kabourkem (kabouvac@fel.cvut.cz) v dohodnutých termínech, samostatné vyhodnocení měření a zpracování výsledků do formy zprávy a prezentace (ppt nebo pdf); rozvrhovaná výuka nebude.

Ve čtvrtek 11. 5. 2023 (12. týden LS) proběhnou od 9:15 vlastní prezentace výsledků měření; po skončení bude ještě možné řešení individuálně konzultovat, přednostně předběžně odevzdané zprávy.

Finální termín pro elektronické odevzdání zpráv a prezentací je neděle 21. 5. v systému Moodle. Pro potřeby diskuse u zkoušky se zprávou odevzdejte i ostatní materiály potřebné k řešení – data, skripty, pomocné výpočty apod.

Předběžnou zprávu je možné nezávazně odevzdat již v termínu do 7. 5. – takové zprávy budou připomínkovány s možností konzultace 11. 5. po skončení prezentací.

Hodnocení protokolů: úplnost splnění zadání 0 – 10 bodů, věcná správnost 0 – 10 bodů, úroveň provedení zprávy 0 – 10, celkem maximálně 30 bodů. Odevzdání po termínu = automatické snížení celkového hodnocení o 10 bodů.

Hodnocení prezentace: podle úrovně slidů i vlastní prezentace 0 – 5 bodů. Do prezentace zahrňte i váš postup měření i zpracování, mezivýsledky aj.

Předpokládá se rovnoměrné zapojení všech členů týmu do řešení, tj. stejný bodový zisk. V případě nerovnoměrného zapojení uveďte jmenovitě míru zapojení v %, body pak budou méně aktivním členům kráceny. Rovněž se u všech předpokládá podrobná znalost řešení projektu ve všech jeho detailech ke zkoušce, jejíž součástí může být diskuse nad konkrétním řešením projektu.

## **Experimentální vybavení**

1. Přenosný UHF generátor,
2. Přenosný přijímač Rohde & Schwarz PR100,
3. 2x všesměrová anténa se stojanem,
4. Pásmo na měření vzdálenosti, výšky antén apod.,
5. Fotoaparát či mobilní telefon pro dokumentaci měření.

## **Základní scénáře pro měření (rozdělí se mezi skupiny)**

1. Venkovní otevřené prostranství, park, prostředí s hojnou vegetací.
2. Venkovní prostředí uvnitř husté městské zástavby.
3. Scénář dlouhé chodby uvnitř budovy a interiér s mobiliářem.

Každá skupina zpracovává oba typy měření (měření I. i II. níže).

## **Měření I. - Empirický model**

Jedna anténa je pevně umístěna na stojanu, zatímco druhá simuluje mobilní terminál. Cílem je získat závislost ztrát na poloze obou antén ve statickém prostředí pro úzkopásmový přenos. Nejjednodušší způsob je zaznamenávat úroveň při pohybu terminálu konstantní rychlostí po přímce směrem k/od pevné antény.

## **Měření II. - Úniky způsobené vícecestným šířením**

Obě antény jsou pevně umístěny na stojanech v dostatečné vzdálenosti (pro dané prostředí) na přímou viditelnost. Časový průběh přijímané úrovně úzkopásmového signálu je zaznamenán po dobu cca jedné minuty pro minimálně tři případy: v prvním neovlivňujete okolní prostředí (resp. spoj), ve druhém se naopak pokuste co nejvíce dynamicky spoj narušovat (např. pohybem členů týmu zastiňujícím přímou viditelnost mezi anténami) a ve třetím se pokuste dynamiku změn ještě zvýšit a zároveň dosáhnout trvalého zastínění spoje (za tím účelem můžete i změnit polohu antén).

## **Postup zpracování měření (a zároveň minimální osnova pro zprávu i prezentaci):**

- Popište vybraný scénář měření - použité přístroje, dané prostředí, rozmístění antén atd. (obrázky, fotky, náčrty apod.).
- Zevrubně dokumentujte a zdůvodněte jednotlivé kroky realizace měření.

Pro případ empirického modelu:

- Platná data vynesete jako závislost útlumu šířením na vzdálenosti antén.

- Data proložte základním empirickým modelem, kdy je útlum funkcí  $n$ -té mocniny vzdálenosti (pozor na Fresnelův zlom). Uvedte parametry modelu  $L1$  a  $n$ . Variantně můžete pro složitější scénář (např. případ mikrobuňky) použít i jiný empirický model.
- Pomocí distribuční funkce a hustoty pravděpodobnosti analyzujte přesnost modelu, tj. rozdíl měřené a modelované hodnoty v dB. Uvedte základní statistické parametry porovnání.
- Výsledky diskutujte (porovnání s teorií, vlivy/chyby konkrétní realizace měření příp. jiné možnosti, zejména způsob uchycení a pohybu mobilní antény, polarizace, praktické využití, závěry/poučení atd.).

Pro případ úniků vícecestným šířením:

- Pro ilustraci zobrazte časový průběh změřené úrovně.
- Pro všechny případy vypočítejte minimum, maximum a medián.
- Dále pracujte s daty převedenými na relativní úroveň vůči mediánu.
- Pro všechny případy vygenerujte distribuční funkci (CDF) a provedte srovnání s teoretickou Rayleigho distribucí normovanou vůči mediánu (tj. všechny průběhy se protínají v bodě [50 %, 0 dB]). Zobrazte graficky i tabelárně pomocí základních percentilů.
- Výsledky diskutujte (porovnání jednotlivých případů, srovnání s teorií, vlivy konkrétní realizace měření, praktické využití, závěry/poučení atd.).