

## Semestrální projekt z předmětu Mobilní komunikační sítě (A2M32MKS)

Cílem projektu je vytvořit kód v MATLABu, který bude simulovat zadaný problém z oblasti mobilních bezdrátových sítí.

Výstupem projektu bude funkční a snadno parametrizovatelný kód v MATLABu. Forma prezentace výsledků (tzn. typ, obsah nebo forma grafů) není pevně definována. Grafy a prezentace musí prokázat, že je daná problematika zpracovaná správně a že kód je plně funkční. Zvolený způsob prezentace výsledků musíte být schopni zdůvodnit a vysvětlit. Při tvorbě kódu zvažte možnost jednoduché změny parametru (jako např. počet uživatelů, rychlost uživatelů, počet zařízení, velikost paketů, apod.).

### Počet studentů na projekt:

Maximálně 2 studenti na projekt.

### Odevzdání projektu:

Práce musí být odevzdána nejpozději do **21. 12. 2015, 23:59**. V případě pozdějšího odevzdání projektu nebude možné udělit zápočet.

Odevzdání se provádí přes **moodle.fel.cvut.cz**.

Odevzdávají se jak všechny vytvořené soubory se zdrojovým kódem v MATLABu, tak i prezentace (ve formátu ppt, pptx nebo pdf). Všechny soubory budou pojmenovány ve formátu:

**HHMM\_XX\_Prijmeni1\_Prijmeni2\_FF.PPP**

kde **HHMM** je počátek cvičení ve formátu hodina minuta (např. 0900, 1100, 1245,...)

**XX** značí číslo zadání (01, 02, 03, ..., 10; 00 pro individuální zadání)

**Prijmeni1** a **Prijmeni2** jsou příjmení autorů

**FF** je libovolný text pro odlišení více souborů stejných autorů

**PPP** značí příponu souboru (ppt, pptx, mat, pdf, zip, rar)

Příklad názvu pro cvičení od 16:15 a zadání č. 1 tedy bude vypadat např. *1615\_01\_Becvar\_Mach.ppt*

### Obhajoba projektu:

Cca 15 - 20 min. (8 min. prezentace + 10 min. dotazy a připomínky).

**Oba studenti se musí aktivně a rovnoměrně podílet na prezentaci.**

Vytvořená prezentace by měla obsahovat následující části:

- Název projektu, předmět, jména studentů
- Cíle projektu
- Stručný úvod do problematiky (max. 1 - 2 slidy)
- Obecný princip programu a modelu (**neuvádět kód v MATLABu**)
- Popis výsledků (grafy) a zhodnocení dosažených výsledků
- Závěr a možnosti vylepšení vypracovaného programu/modelu

**Součástí prezentace nebude kód v MATLABu**, ten bude probírán samostatně po ukončení prezentace.

**Studenti nebudou během obhajoby spouštět simulaci**, veškeré grafy a výstupy musí být integrovány přímo v prezentaci

### Hodnocení projektu:

Hodnocení projektu bude složeno z několika částí. Nejpodstatnější částí je zpracování problému v MATLABu. Hodnocena bude zejména funkčnost a úplnost zpracování (příhlédnuto bude i k případným rozšířením a vylepšením zapracovaným do simulace). Dalším kritériem je forma prezentace výsledků a volba veličin v grafech. Poslední částí je samotná prezentace projektu na cvičení. Zde bude zohledněno, jak prezentace zaujala ostatní studenty. Po prezentaci projektu bude následovat cca 10-ti minutová diskuze nad kódem a způsobem implementace.

**Pro obhájení práce je nezbytné**, aby bylo prokázáno, že **kód je originální** a že se **na práci podíleli oba studenti rovnoměrně**.

### **Bodové hodnocení semestrální práce"**

- 5b - zadání splněno + rozšířeno + výborně prezentováno
- 4b - zadání splněno + rozšířeno nebo výborně prezentováno
- 3b - zadání splněno, dobrá prezentace
- 2b - nekompletní zadání/drobné chyby ve zpracování/nevyhovující (nebo nezajímavá) prezentace
- 1b - dva z nedostatků v předchozím hodnocení (2b) nebo zásadní chyby

- Ob – zásadní zjednodušení zadání + zásadní chyby ve zpracování + nevyhovující (nebo nezajímavá) prezentace

## **Zadání projektů:**

### **1) Modelování šíření signálu**

Vytvořte simulační program modelující šíření signálu v kombinovaném prostředí venku a uvnitř budov podle dokumentu *3GPP TR 25.951 v11.0.0 (kap. 5.2)*. Proved'te rozbor získaných výsledků a zobrazte mapu úrovně signálu pro různě nastavené hodnoty modelů (např. nosná frekvence, počet vnitřních zdí, atd.). Uvažujte různé typy buněk umístěné v různých typech prostředí (uvnitř budovy, venkovní prostory, atd.).

### **2) Model pohybu uživatele - *Manhattan Mobility Model***

Vytvořte simulační program pohybu uživatelů podle modelu MMM (*Manhattan Mobility Model*). Proved'te rozbor získaných výsledků pro různě nastavené parametry modelu (rychlost, pravděpodobnost odbočení, atd.) a ověřte, zda zadané parametry odpovídají hodnotám získaných v simulacích. Zjistěte maximální kapacitu dostupnou pro uživatele během jeho pohybu v síti LTE-A podle 3GPP Release 10 (specifikace 3GPP TS 36.300 v10.11.0).

### **3) Model pohybu uživatele - *Probabilistic Random Walk***

Vytvořte simulační program pohybu uživatelů podle modelu PRWMM (*Probabilistic Random Walk Mobility Model*). Proved'te rozbor získaných výsledků pro různě nastavené parametry modelu (rychlost, pravděpodobnost přechodu mezi stavy, atd.) a ověřte, zda zadané parametry odpovídají hodnotám získaných v simulacích. Zjistěte maximální kapacitu dostupnou pro uživatele během jeho pohybu v síti LTE-A podle 3GPP Release 10 (specifikace 3GPP TS 36.300 v10.11.0).

### **4) Modely přenosu dat**

Vytvořte simulační program modelující přenos dat s využitím modelu FTP (*File Transfer Protocol*) a HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) dle dokumentu *IEEE802.16m Evaluation methodology Document*. Využijte oba modely pro simulování přenosu dat mezi uživateli v síti LTE-A podle 3GPP Release 10 (specifikace 3GPP TS 36.300 v10.11.0). Zhodnoťte maximální množství aktivních uživatelů v síti v závislosti na typech a parametrech modelů.

### **5) Alokace pásma pro femtobuňky**

Vytvořte simulační program modelující alokaci frekvenčního pásma pro makrobuňky a femtobuňky v heterogenních sítích. Implementujte metodu ortogonální alokace (*orthogonal/dedicated channel*) a metodu sdílené alokace (*co-channel*). Proved'te rozbor získaných výsledků pro různé parametry simulace (různá šířka pásma vyhrazená pro makrobuňky, atd.) a porovnejte oba způsoby z hlediska propustnosti sítě.

### **6) Přístupové metody pro femtobuňky**

Vytvořte simulační program modelující vliv přístupových metod k femtobuňkám. Implementujte otevřený a uzavřený přístup (*open, closed access*). Porovnejte otevřený a uzavřený přístup z hlediska propustnosti různých typů uživatelů v síti. Uživatelé rozlišujte podle příslušnosti k uzavřené skupině uživatelů (*CSG - Closed Subscriber Group*).

### **7) Retranslační stanice**

Vytvořte simulační program modelující přenos dat mezi uživatelem a základnovou stanicí s využitím transparentních retranslačních stanic (v LTE označovány jako *Typ 2*). Proved'te rozbor vlivu retranslačních stanic a jejich počtu na přenosové rychlosti.

### **8) Chybovost rádiového kanálu**

Vytvořte simulační program pro modelování chybovosti na rádiovém kanálu s využitím modelů Gilbert-Elliot a základního modelu náhodné chyby. Využijte oba modely chybovosti kanálu pro simulování přenosu dat mezi uživateli v síti LTE-A podle 3GPP Release 10 (specifikace 3GPP TS 36.300 v10.11.0). Zhodnoťte vliv modelů a jejich parametrů na propustnost sítě.

### **9) Mechanismus ARQ – mód *Stop-and-Wait***

Vytvořte simulační program modelující přenos dat s využitím mechanismu ARQ v módu Stop-and-Wait. Model chybovosti dat si zvolte dle vlastního uvážení. Proved'te rozbor získaných výsledků pro různě nastavené hodnoty programu (různé pravděpodobnosti chyby, zpoždění ACK/NACK, atd.).

### **10) Handover**

Vytvořte simulační program modelující mechanismus předávání spojení (handover). Model šíření signálu a pohybový model si zvolte dle vlastního uvážení. Proved'te rozbor počtu provedených handoverů pro různě nastavené hodnoty parametrů pro rozhodnutí o handoveru (hystereze, časovač, atd.).

**Literatura pro řešení projektů:**

- [1] Prezentace ze cvičení (dostupné na [moodl.kme.fel.cvut.cz](http://moodl.kme.fel.cvut.cz)).
- [2] Přednášky z předmětu A2M32MKS.
- [3] Standardy 3GPP (dostupné na <http://www.3gpp.org/specification-numbering>).
- [4] Dokument IEEE 802.16m Evaluation Methodology Document (dostupný na: <http://wirelessman.org/tgm/core.html>).