



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav radioelektroniky

MODELY ŘÍDICÍCH KANÁLŮ SYSTÉMU LTE

Autor práce: Ing. Jiří Miloš

Vedoucí práce: prof. Ing. Stanislav Hanus, CSc.

13. 6. 2012 v Brně

- Úvod
- Motivace
- Cíle práce
- Volba typu simulace a simulačního prostředí
- Problematika řídicích kanálů LTE
- Stav řešení
- Závěr

Systém Long Term Evolution (LTE):

- Mobilní vysokorychlostní komunikační systém 3. generace
- Zjednodušená architektura sítě (eNodeB)
- Teoretické přenosové rychlosti
 - 172,8 Mb/s (downlink)
 - 57,6 Mb/s (uplink)
- Nízké zpoždění při přenosu (< 5 ms pro malé IP pakety)
- Škálovatelná systémová šířka pásma
- Podpora frekvenčního (FDD) i časového (TDD) duplexu
- Přístupové techniky OFDMA a SC-FDMA
- Využití MIMO technologií

- Modelování a simulace fyzické vrstvy je velmi důležitou částí návrhu a následného testování komunikačních standardů.
- Většina studií je zaměřena výhradně na oblast datových kanálů
- Řídicí kanály jsou z hlediska provozu sítě její nejdůležitější součástí
- Nedostatečné zabezpečení řídicích kanálů může ohrozit chod celé sítě

- Studium zpracování signálů řídicích kanálů
- Vytvoření matematických modelů řídicích kanálů
- Implementace těchto modelů do stávajícího modelu fyzické vrstvy LTE vytvořeném na TU Vídeň
- Provedení simulací přenosu dat v řídicích kanálech a výpočet bitové chybovosti v různých typech přenosového prostředí
- Návrh možných vylepšení zpracování signálů v řídicích kanálech
- Stanovení doporučení pro bezproblémový chod systému

Jako simulační nástroj byl zvolen MATLAB.

Typ simulace:

- Systémové simulace (SLS)
- Spojové simulace (LLS)

Přístupy ke zjištění bitové chybovosti systému:

- Semianalytická metoda
- Metoda simulací přenosu

Řídicí (signalizační) kanály:

- Nejdůležitější součást pro chod komunikačního systému,
- Přenášejí informace o stavu systému, signalizaci, inicializaci spojení a další.

Přehled řídicích kanálů LTE:

Tabulka: Přehled řídicích kanálů fyzické vrstvy LTE

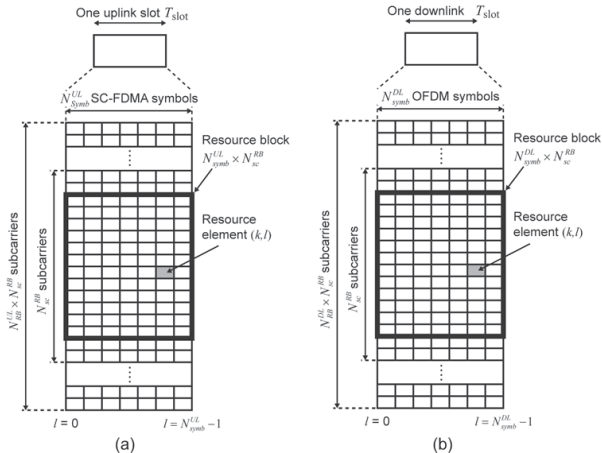
	Název
Downlink	Physical Control Format Indicator Channel (PCFICH) Physical Hybrid ARQ Indicator Channel (PHICH) Physical Downlink Control Channel (PDCCH)
Uplink	Physical Uplink Control Channel (PUCCH) Physical Random Access Channel (PRACH)

Tabulka: Přehled typů kanálového kódování řídicích kanálů LTE

	Řídicí kanál	Použité kanálové kódování	Kódový poměr
Downlink	PCFICH	Blokový kód	1/16
	PHICH	Opakování (Repetition Code)	1/3
	PDCCH	Konvoluční kód	1/3
Uplink	PUCCH	Blokový kód Konvoluční kód	proměnný 1/3
	PRACH	-	-

Problematika řídicích kanálů LTE (2)

Systém LTE má přesně definovanou časově-frekvenční mřížku (Resource Grid).

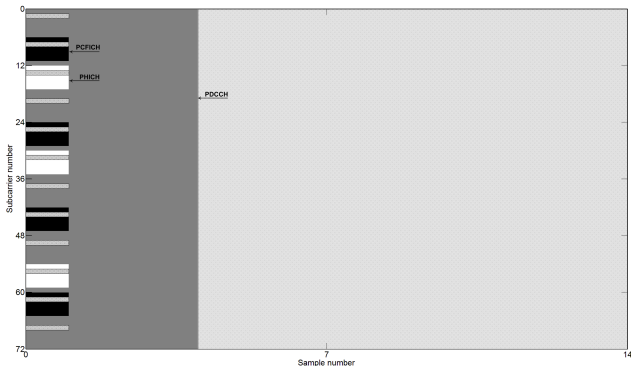


Obrázek: Zdrojová mřížka (Resource Grid) LTE; (a) uplink, (b) downlink.

Problematika řídicích kanálů LTE (2)

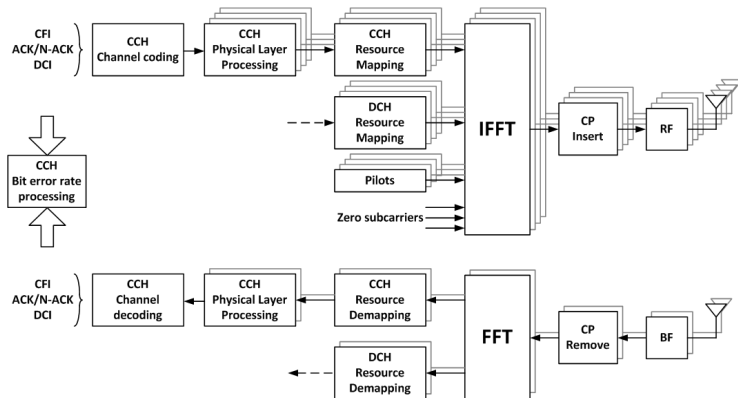
Výhoda snadná alokace zdrojů a možnost flexibilní změny.

Nevýhoda obecná znalost rozložení řídicích kanálů v mřížce.



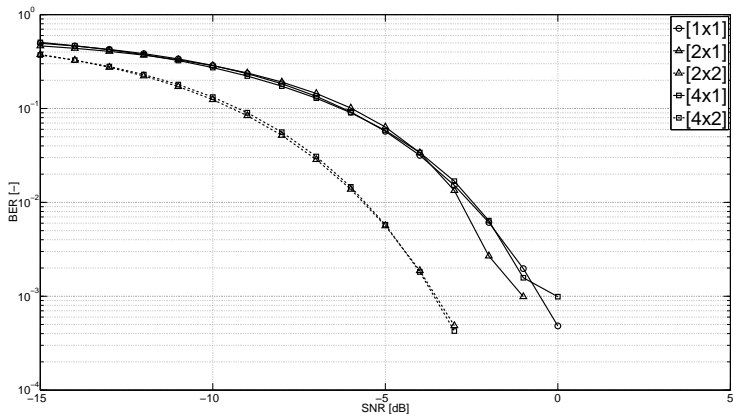
Obrázek: Mapování řídicích kanálů - DL ve zdroj. mřížce, BW= 1,4 MHz.

Tvorba modelů řídicích kanálů



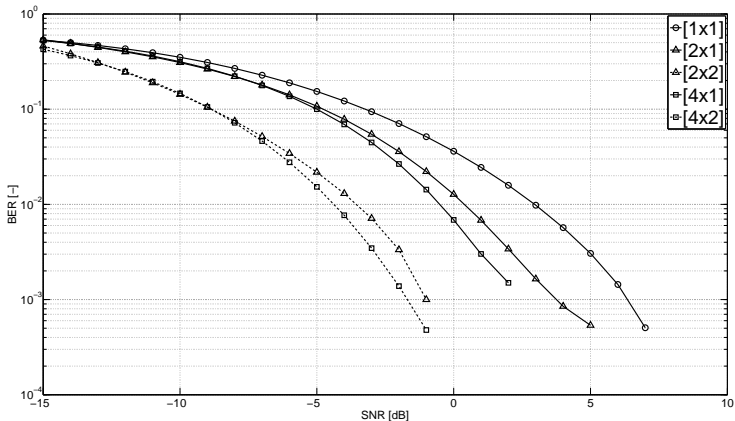
Obrázek: Základní struktura modelů řídicích kanálů LTE - downlink.

Bitová chybovost pro kanál PCFICH - AWGN



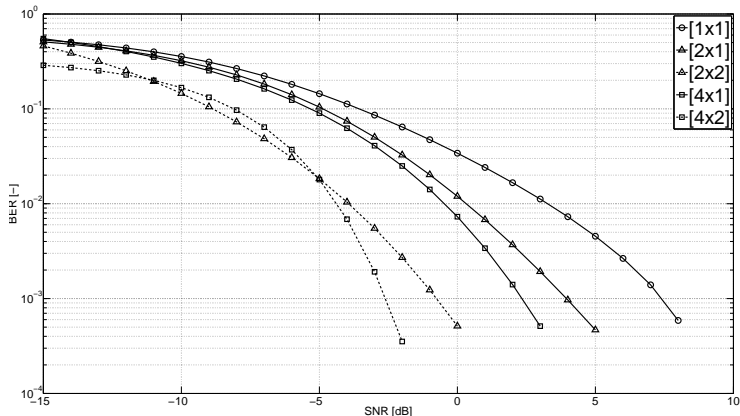
Obrázek: Bitová chybovost PCFICH v AWGN kanálu, $N_{subf} = 2000$.

Bitová chybovost pro kanál PCFICH - Pedestrian-B



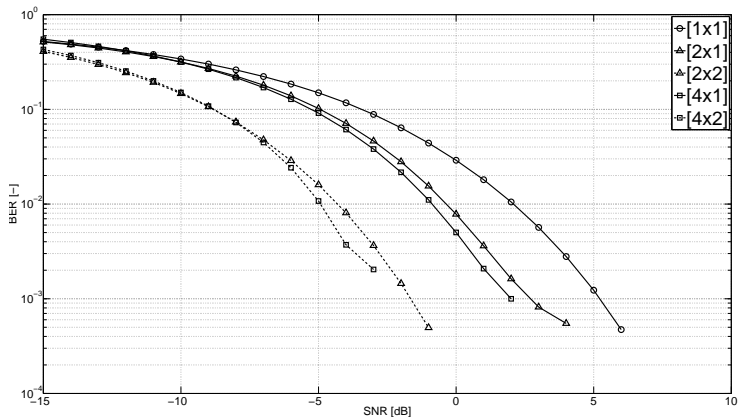
Obrázek: Bitová chybovost PCFICH v PedB kanálu, $N_{subf} = 2000$.

Bitová chybovost pro kanál PCFICH - Vehicular-A



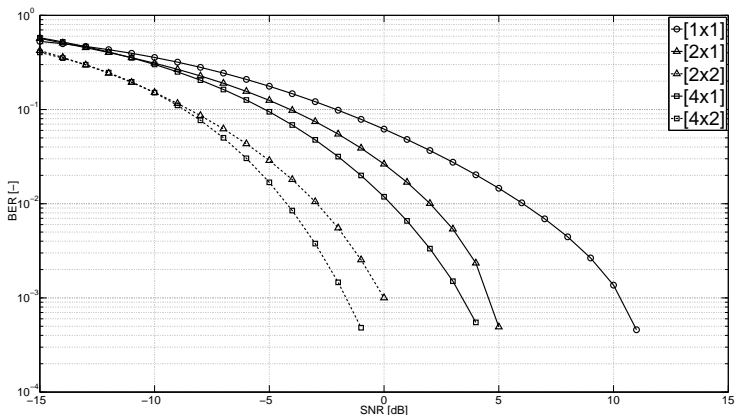
Obrázek: Bitová chybovost PCFICH v VehA kanálu, $N_{subf} = 2000$.

Bitová chybovost pro kanál PCFICH - Typical Urban



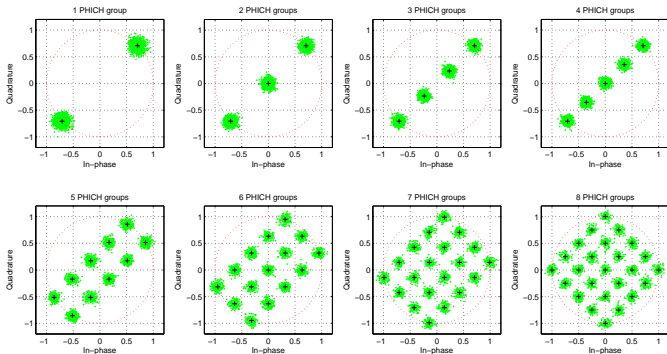
Obrázek: Bitová chybovost PCFICH v TU kanálu, $N_{subf} = 2000$.

Bitová chybovost pro kanál PCFICH - Rural Area



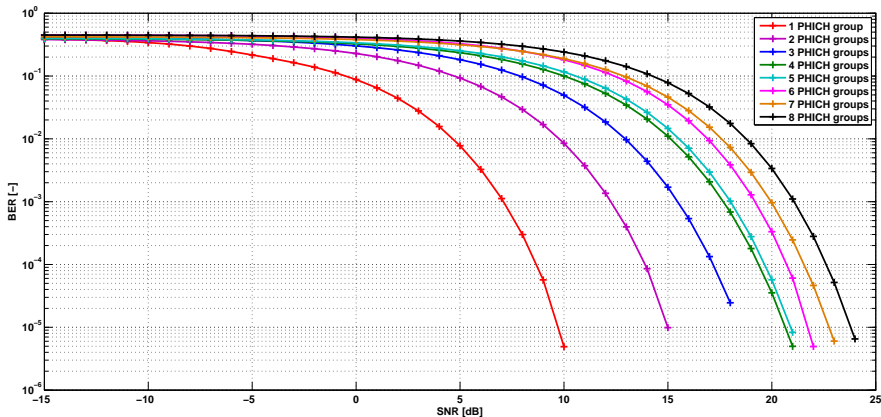
Obrázek: Bitová chybovost PCFICH v RA kanálu, $N_{subf} = 2000$.

Zpracování signálu v kanálu PHICH



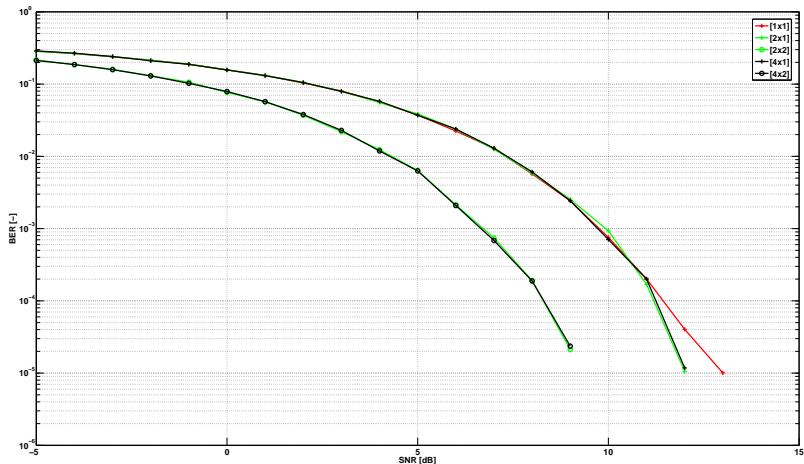
Obrázek: Konstelační diagramy modulačních schémat PHICH kanálu.

Zpracování signálu v kanálu PHICH



Obrázek: Bitová chybovost modulačních schémat PHICH kanálu - AWGN.

Zpracování signálu v kanálu PDCCH



Obrázek: Hrubá bitová chybovost (raw BER) PDCCH kanálu - AWGN.

- Po zvážení všech možností byl jako prostředí pro tvorbu modelu LTE zvolen MATLAB
- Původně obecná práce byla zaměřena na řídicí kanály LTE
- Modely řídicích kanálů jsou implementovány do stávajícího linkového modelu LTE dlouhodobě vyvíjeného na TU Vídeň
- V současné době probíhá práce na dokončení modelů řídicích kanálů a vlastní simulace
- Po provedené analýzy bude model upraven pro možnost cíleného rušení určitých symbolů a zkoumána odolnost systému pro takový případ
- Výsledkem bude analýza řídicích kanálů fyzické vrstvy LTE, možné rozšíření, optimalizace, zhodnocení vlastností a provozní doporučení

Děkuji za pozornost!



Ing. Jiří Miloš
milos.jiri@phd.feec.vutbr.cz

Prezentovaná práce byla finančně podpořena Výzkumným projektem č. CZ.1.07/2.3.00/20.0007 (WICOMT).