

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## Fakulta informačních technologií



## Dopravná telematika

Predmet Inteligentné systémy 2014/2015

Adaptívne riadenie križovatky

**Autoři:** *Miroslav Slivka (xslivk02), Michal Starigazda (xstari01)*

**Datum:** 05.12.2014

## Abstrakt

V rámci projektu sme vytvorili model riadenia križovatky zahrňujúci automobilovú premávku a dopravné prostriedky MHD. Nad modelom sme odsimulovali rôzne scenáre pokrývajúce rôzne úrovne inteligencie, resp. adaptívneho riadenia fungujúce na úrovni 1. vrstvy ITS. V závere práce sme porovnali a zhodnotili výsledky simulácií. Model riadenia je implementovaný vo frameworku JADE.

## Analýza

Zo znalosti dopravných predpisov a vyhlášky o cestnej premávke Slovenskej republiky sme navrhli jednoduchú križovatku tvaru znamienka „+“ so semaformi pre každý smer a s jedným jazdným pruhom pre každý smer.

Vzhľadom na simuláciu jednej križovatky v bližšie neurčenej hodine dňa, sme sa rozhodli príchody nových áut do križovatky generovať náhodne, pomocou dostupnej funkcie použitého jazyka. Vďaka praktickým skúsenostiam s mestskou hromadnou dopravou sme sa rozhodli rovnakým princípom generovať aj príchody vozidiel mestskej hromadnej dopravy do križovatky.

Aby bolo možné simulovať rôznu hustotu dopravy necháme voľbu množstva vygenerovaných vozidiel úplne na užívateľovi. Jediné čo ostáva v režii programu bude čas do akého sa vygenerujú všetky autá.

## Návrh

Model riadenia križovatky je implementovaný vo frameworku JADE (Java Agent Development Framework). JADE je agentný framework vytvorený v programovacom jazyku Java, ktorý je vytvorený na základe špecifikácie abstraktnej agentnej architektúry FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents).

Vzhľadom na použitý framework je zrejmé, že aktívne prvky modelu sú agenti. Implementovaní agenti:

1. Dopravné prostriedky – automobily, MHD.
2. Križovatka – implementuje riadenie prichádzajúcej prevádzky.
3. Kontrolér modelu – generovanie prevádzky, zber štatistík, grafické zobrazovanie stavu.

## Popis celkového chovania modelu

**Dopravné prostriedky** generované kontrolérom prichádzajú ku križovatke z náhodného smeru a podľa stavu fronty (tento stav pozná iba riadenie križovatky) pokračujú cez križovatku (zaradia sa priamo do vnútornej fronty) a opušťajú systém alebo sa zaradia do vstupnej fronty pre daný smer.

**Križovatka** prepína otvorené pruhy v pravidelnom časovom intervale (varianta riadenia bez inteligencie). Otvorenie pruhu (zelená) v danom smere znamená súčasné otvorenie pruhu v opačnom smere a uzatvorenie kolmých pruhov (červená). Autám v príslušnej fronte sa zasiela povolenie na vstup do križovatky pokiaľ to dovoľuje stav vnútornej fronty. Križovatka implementuje vnútornú frontu pre každý smer s obmedzenou kapacitou. Táto fronta môže byť zaplnená pri čakaní viacerých áut na odbočenie doľava.

**Kontrolér** na základe správ od križovatky o aktuálnom stave front zobrazuje túto informáciu v grafickom užívateľskom rozhraní. Ďalej ma na starosti generovanie dopravy a zber štatistík od áut o ich dĺžke čakania vo frontách.

## Variety riadenia križovatky

1. Bez preferencie – riadenie bez inteligencie. Prepínanie farieb v pravidelnom časovom intervale.
2. MHD preferencia – riadenie s jednoduchou inteligenciou. Pokiaľ sa na vstupe križovatky objaví vozidlo mestskej hromadnej dopravy, tak sa chová ako normálny dopravný prostriedok, s tým rozdielom, že križovatka reaguje okamžitým otvorením pruhu v smere príchodu vozidla MHD pokiaľ je zatvorený.

## Testovanie

Na testovanie sme zvolili rôznu hustotu premávky, s rôznym pomerom osobných áut a vozidiel mestskej hromadnej dopravy. Vďaka tomu, že vieme, že nové vozidlá sa vygenerujú do 50 sekúnd od spustenia simulácie si vieme predstaviť ako bude asi križovatka zaplnená pri danom počte vozidiel. Volili sme aj vysoko nepravdepodobné množstvo vozidiel mestskej hromadnej dopravy v pomere k osobným autám v tak krátkom čase, s úmyslom ukázať, že až pri vysoko nepravdepodobných hodnotách sa nami navrhnuté inteligentné správanie nevyplatí.

Vstupné dáta boli teda nasledujúce:

P.Č. Testu	1.	2.	3.	4.	5.
Počet OV / 50s	50	50	50	50	100
Počet MHD / 50s	5	10	25	40	10

\*OV – osobné vozidlo, resp. premávka mimo vozidiel MHD

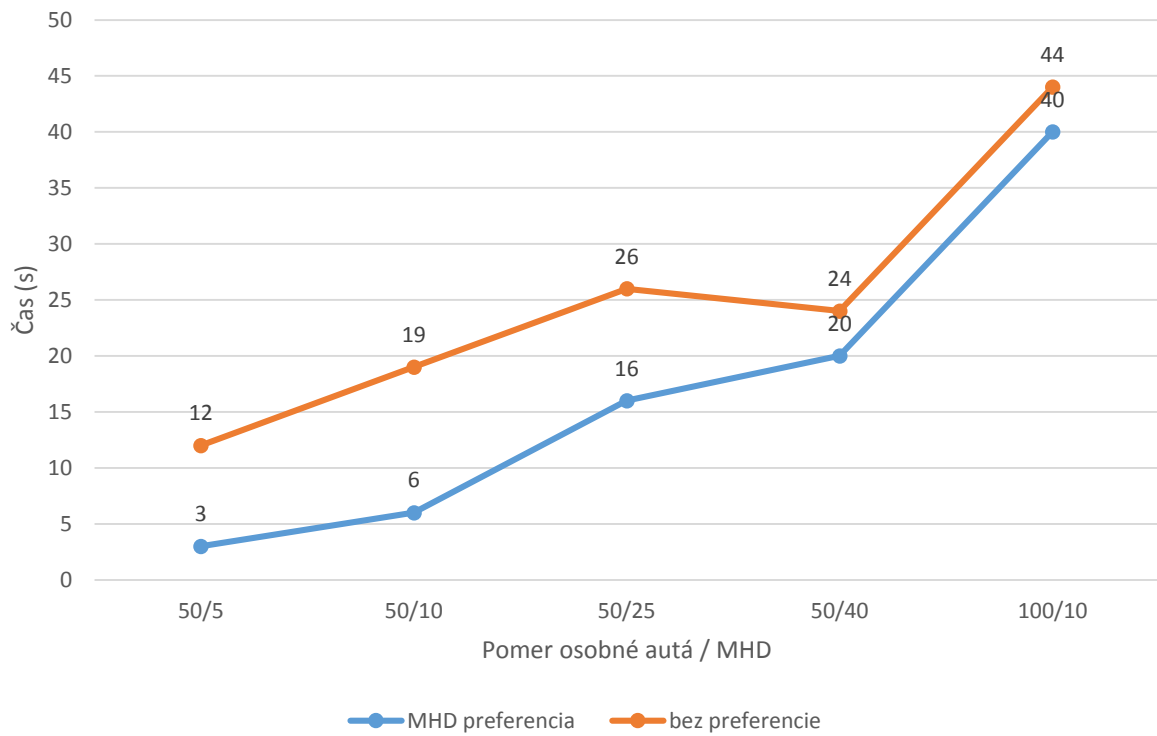
Sledovaným faktorom je **priemerná dĺžka čakania** áut vo frontách križovatky.

## Výsledky

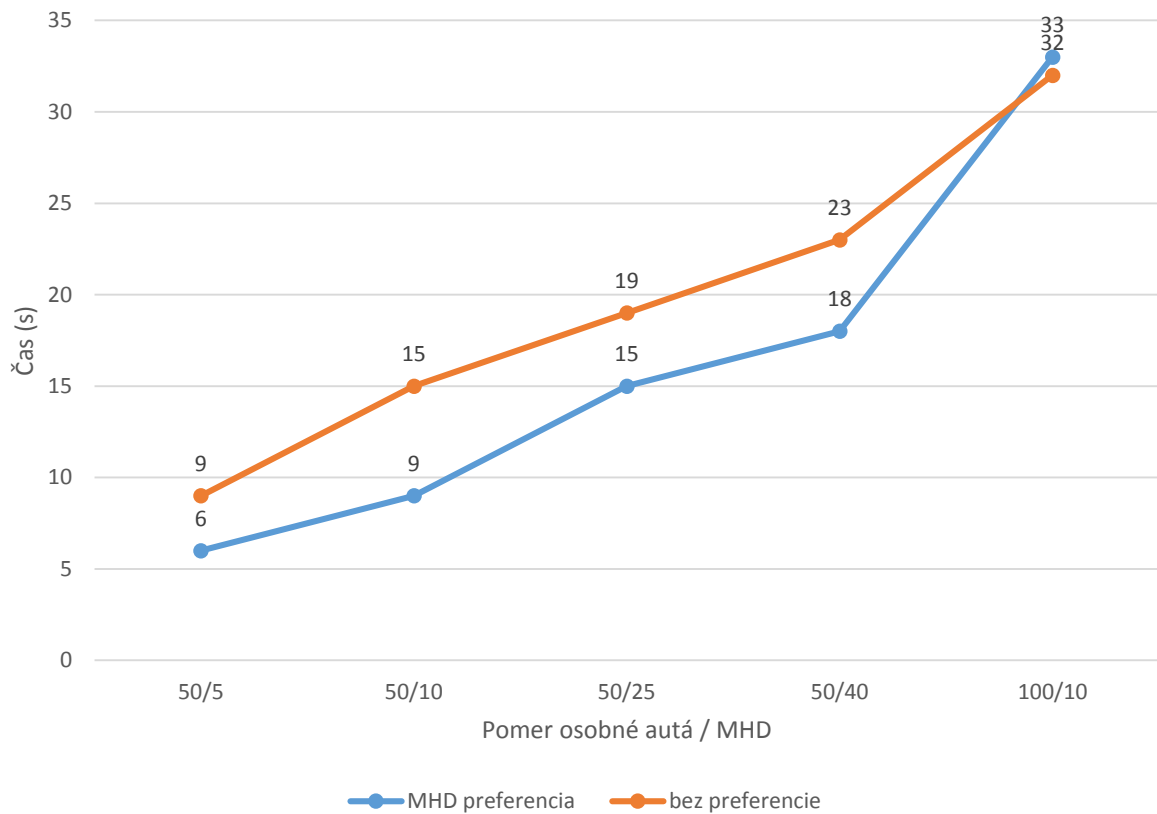
Výsledky testovania sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke a prislúchajúcich grafoch.

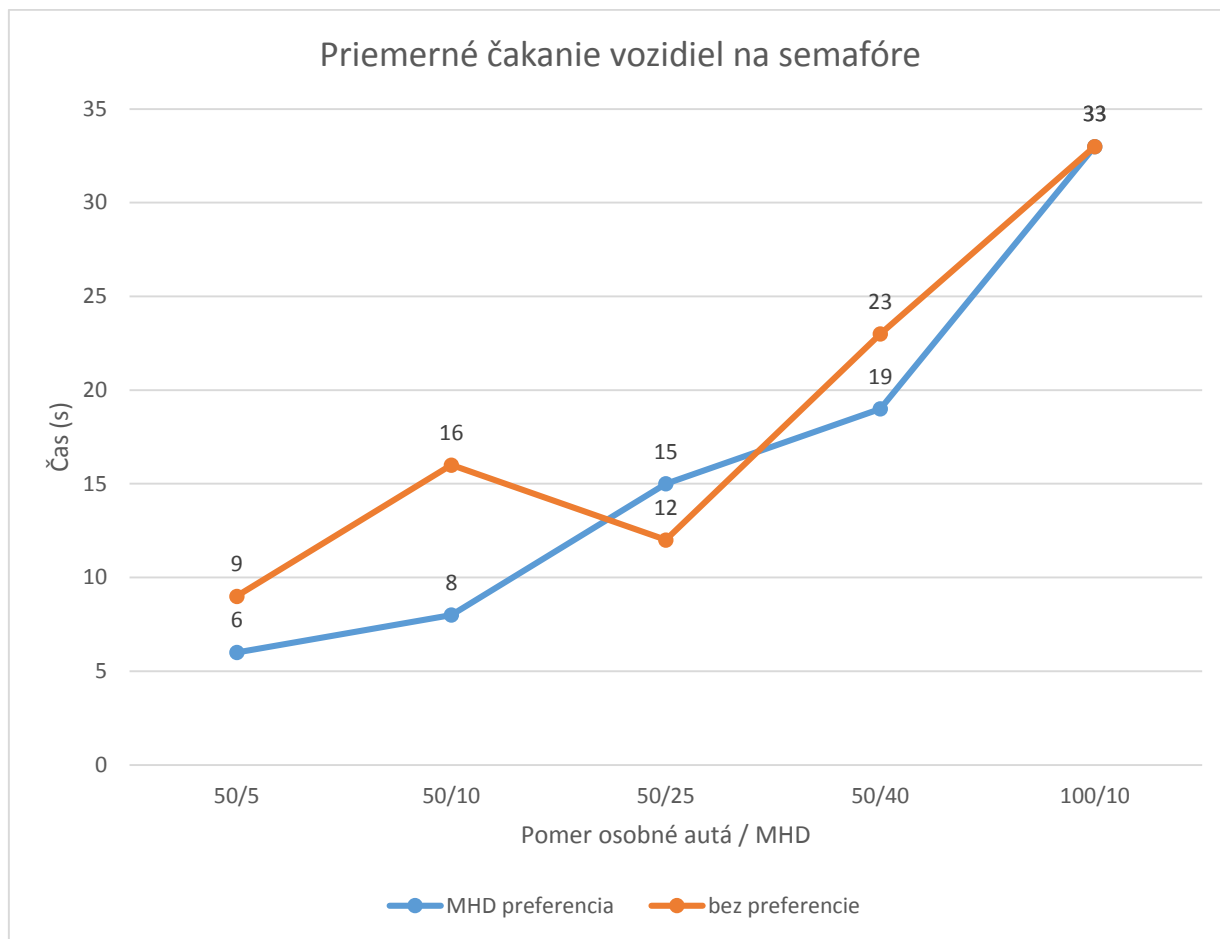
	50/5		50/10		50/25		50/40		100/10	
	MHD preferencia	bez preferencie	MHD preferencia	bez preferencie	MHD preferencia	bez preferencie	MHD preferencia	bez preferencie	MHD preferencia	bez preferencie
AVG MHD SEM WAIT	3	12	6	19	16	26	20	24	40	44
AVG CAR SEM WAIT	6	9	9	15	15	19	18	23	33	32
AVG SEM WAIT	6	9	8	16	15	12	19	23	33	33
AVG MHD LIFE TIME	7	14	8	20	18	27	22	26	43	45
AVG CAR LIFE TIME	8	11	11	20	17	22	10	25	35	34
AVG LIFE TIME	8	11	10	18	17	23	21	25	35	35
TOTAL MHD SEM WAIT	19	63	67	192	415	650	806	987	406	442
TOTAL CAR SEM WAIT	345	467	465	768	753	999	924	1169	3326	3229
TOTAL SEM WAIT	364	530	532	960	1168	1649	1730	2156	3732	3671
TOTAL MHD LIFE TIME	35	71	82	207	468	690	882	1074	431	457
TOTAL CAR LIFE TIME	439	16	563	873	878	1101	1041	1257	3502	3410
TOTAL LIFE TIME	474	632	645	1080	1346	1791	1923	2331	3933	3867

Priemerné čakanie MHD na semafore



Priemerné čakanie osobných áut na semafore





## Záver

Z výsledkov testovania je zrejmé, že nejaká inteligencia je lepšia ako napevno nastavený interval trvania zelenej. Vzhľadom na jednoduchosť implementácie je možné predpokladať, že aj náhodné striedanie dĺžky intervalu zelenej by ukázalo zlepšenie priepustnosti dopravy na križovatke so svetelnou signalizáciou.