

# 1. Úvod

Nasledujúci dokument vysvetľuje riešenie implementácie systému hromadnej obsluhy (prednášky v predmete IMS, slide 136), ktorá bude použitá pri zostavení modelu pracovného dňa taxikára žltého taxíku v New York City. Cieľom modelu je zistiť predpokladanú ziskovosť a celkovú návratnosť nákladov potrebných pre prevádzku tejto služby. Ďalej sme sa snažili zistiť efektívnosť elektromobilu pri tejto práci v porovnaní s bežným automobilom s hybrid pohonom.

## 1.1 Autori a zdroje

Projekt bol vypracovaný 2-členným tímom v zložení Ivan Eštván a Ondra Deingruber. Informácie o priemernej dĺžke trasy, čase strávenom prevozom zákazníkov, pomer zákazníkov, ktorí dávajú tringelt boli získané zo zdroju [1]. Ceny taxi služby boli získané z oficiálnej stránky New York City-Taxi & Limousine Commission [2]. Rýchlosť reakcie polície v prípade problému so zákazníkom [3]. Pomer zákazníkov používajúcich mobilnú aplikáciu voči zákazníkom, ktorí si zastavia taxík osobne na ulici bol vypočítaný z Factbook dát pre rok 2018 [4]. Pomoc pri projekte nam poskytol Jan Nechvátal, ktorý má dlhoročné skúsenosti s prácou v taxi službe. Informácie o vozidlach sú zo stránok predajcov. [6] [7] Cena paliva [8].

## 1.2 Overovanie validity

Validitu tohto modelu sme nemohli overovať priamo v praxi. Naš model a výsledky sme však konzultovali s odborným poradcom so skúsenosťami v nami potrebnej oblasti taxi služieb.

# 2. Rozbor tématu a použitých metod/technológií

Základom pre začiatok našej práce bolo správne zvoliť mesto, v ktorom sa bude taxi služba nachádzať, aby bolo možné nájsť dostupné informácie k danej téme. Vybrali sme si teda New York City. Vozidlá, ktorých efektívnosť sme porovnávali sú Toyota Camry Hybrid a Tesla Model S. Prvé menované je aktuálne najviac zastúpené vozidlo v službách taxi služby. Druhé je jedno z najpredávanejších

elektromobilov s dostatočnými parametrami, potrebnými pre použitie v taxi službe.

### **2.1 Použité postupy**

Samotnej implementácii predchádzal návrh vo forme Petriho siete(prednášky v predmete IMS, slide 123). Tento návrh vznikol na základe aktívnej konzultácie z poradcom a štúdiu dát od NYC taxi služby. Podľa tohto návrhu sme potom model implementovali v jazyku C++.

### **2.2 Použité metódy**

Všetky použité metódy sú zo štandardných knižníc jazyka C++ alebo knižnice simlib[5].

## **3. Konceptia**

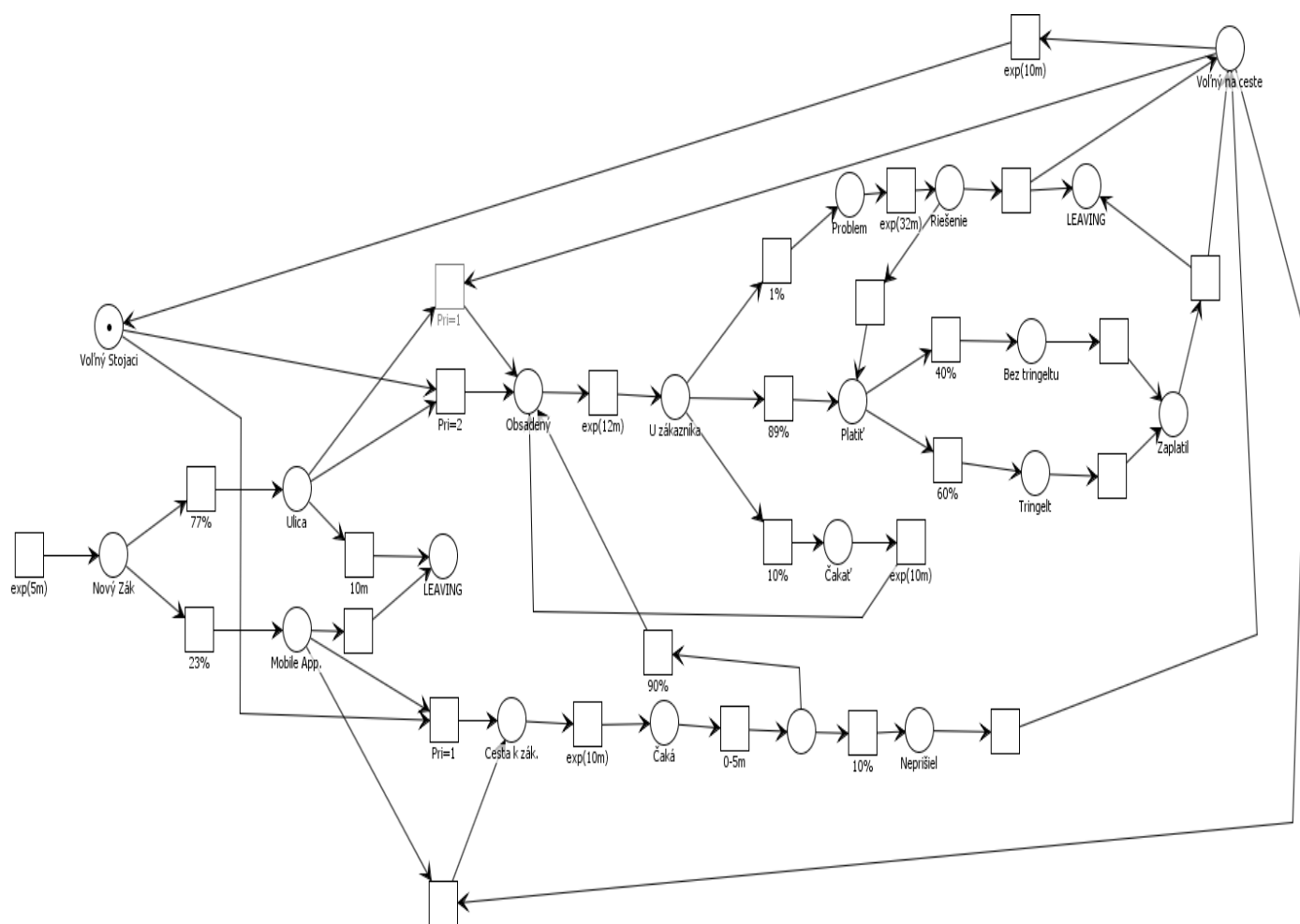
V našom prípade budeme modelovať taxík ako obslužnú linku, ktorú si zaberajú transakcie – zákazníci(prednášky v predmete IMS, slide 136). Tieto transakcie môžu byť v dvoch frontách(prednášky v predmete IMS, slide 138), jedna z nich má vyššiu prioritu pretože potrebujeme modelovať aj to, že niektorí zákazníci majú prednostný prístup k linke. V oboch prípadoch sú to nekonečné fronty s netrpezlivými požiadavkami.

### **3.1 Zákazník**

Transakcie v systéme sú zákazníci. Ich počet je regulovaný jedným zo vstupných parametrov, ktorý je použitý ako argument pre vstupné exponenciálne rozloženie. Následuje rozhodnutie, či je to zákazník z telefónnej aplikácie alebo ulice. Táto percentuálna hodnota je vypočítaná zo štatistík ako DailyEhailAverage/DailyOverallAverage. Týmto rozhodnutím sa dostáva transakcia do jednej z dvoch front.

V prípade, že je linka voľná, tak si ju transakcia zaberá. V prípade, že ide o zákazníka z aplikácie, tak sa za nim vydá taxík. Túto cestu modelujeme ako časový prechod s

Pri dovezení zákazníka na miesto môžu nastať tri situácie 1) čaká sa na zákazníka, kým si niečo vybaví a bude pokračovať na iné miesto, 2) zákazník robí problémy a musí sa čakať na políciu, ktorá problém vyrieši a buď zákazník platí alebo sa to bude riešiť inak a transakcia opúšťa systém, alebo 3) zákazník chce platiť. Pri platení je pomer medzi zákazníkom čo dá aj tringelt a tým čo nie zistený z priložených zdrojov. Po zaplatení transakcia opúšťa systém a uvoľňuje linku.



Obrázok 1: Grafické zobrazenie Petriho siete od príchodu zákazníka po jeho odchod

## 4. Architektura simulačného modelu/simulátoru

### 4.1 Mapovanie koncept. modelu do simulačného

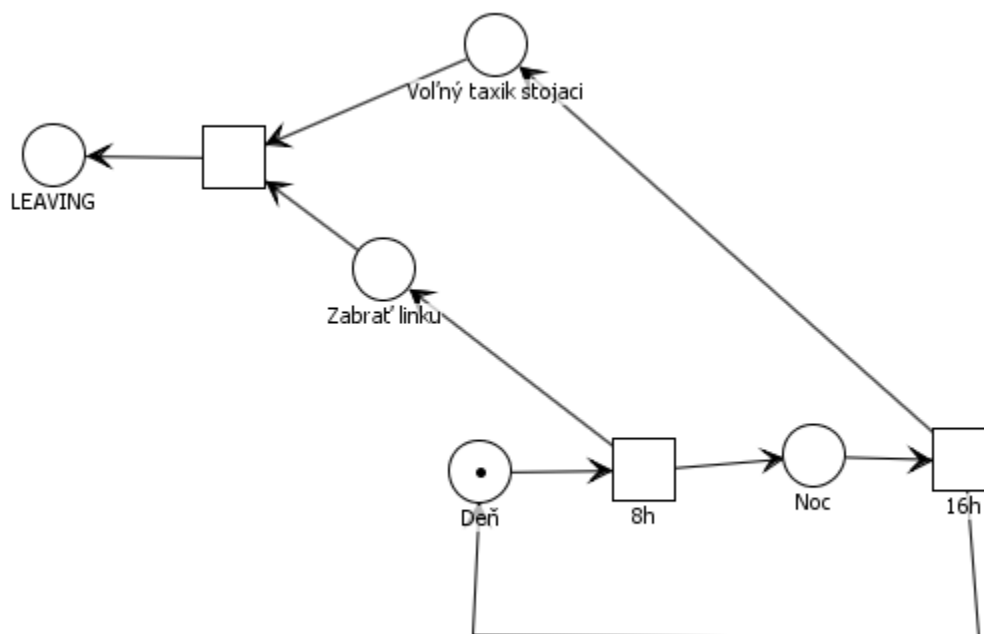
Simulačný model používa dve nekonečné fronty s netrpezlivými požiadavkami a s rôznou prioritou. Do nich sa radia transakcie triedy *Customer*.

Trieda *Customer* obsahuje celú obsluhu požiadavkov danej transakcie. Prebieha v nej kontrola na poruchu, koniec dňa aj prestávku.

Triedy *Generator* a *Defect* sú generátori. Prvý z nich generuje prichádzajúce transakcie triedy *Customer*. Druhý generuje poruchu vozidla.

Trieda *RepairDefect* zariadzuje zabranie linky v prípade poruchy na istý čas, po dokončení uvoľňuje linku a spúšťa generátor *Defect*.

Trieda *EndOfDay* (Obrázok 2) modeluje priebeh 24hodinového dňa, ktorý má 8 hodín počas ktorých sa pracuje a 16 hodín neaktivity. V prípade konca dňa sa obsadzuje linka až do začiatku ďalšieho pracovného obdobia.



Obrázok 2: Zjednodušená Petriho sieť znázorňujúca triedu *EndOfDay*

## 4.2 Výstup simulácie

Výstupom simulácie sú pomocné data, ktoré následne používame v experimentoch pre určenie sledovaných výsledkov.

## 5. Podstata simulačných experimentů a jejich průběh

Simuláciou sme zistili pre rôzne intervaly príchodu zákazníkov hodnoty potrebné pre porovnanie našich aut a predpokladanú ziskovosť. Simulovali sme jeden rok taxikára.

Príchod Exp(x)	Príjem(\$)	Vzdialenosť(Miles)	Zákazníci
0.50	53292.88	25764.92	9058.00
1.00	52558.27	25526.96	8965.80
2.00	48456.97	24894.24	8299.60
3.00	44211.10	24118.02	7622.80
5.00	39034.83	22603.75	6806.50
7.00	35655.58	23998.33	6268.40
10.00	31351.38	18886.93	6185.67
13.00	27958.60	16809.08	5025.00
16.00	25245.97	15498.40	4579.33
20.00	22333.96	13731.03	4110.67
25.00	19805.93	12173.68	3690.67
30.00	17739.70	10880.87	3379.67
40.00	14749.12	9043.45	2879.00

Tabuľka 1: Priemer 10 simulácií trvajúcich 1 rok pre každý interval príchodu zákazníkov.

## 5.1 Porovnanie vozidiel

				Tesla	Hybrid	Tesla	Hybrid		
Príchod Exp(x)	Prijem(\$)	Vzdialenosť(Miles)	Zákazníci	Výdaje(\$)	Výdaje(\$)	Zisk(\$)	Zisk(\$)	Tesla návratnosť (roky)	Hybrid návratnosť (roky)
0.50	53292.88	25764.92	9058.00	901.0852265	18989.78	52391.80	34303.10	1.240652266	0.820625502
1.00	52558.27	25526.96	8965.80	892.762857	18814.39	51665.51	33743.88	1.258092705	0.83422532
2.00	48456.97	24894.24	8299.60	870.634547	18348.05	47586.33	30108.92	1.365938415	0.934939001
3.00	44211.10	24118.02	7622.80	843.487638	17775.95	43367.62	26435.15	1.49881426	1.064869872
5.00	39034.83	22603.75	6806.50	790.5285797	16659.87	38244.31	22374.96	1.699599411	1.258102579
7.00	35655.58	23998.33	6268.40	839.3015462	17687.73	34816.28	17967.86	1.866942534	1.566686645
10.00	31351.38	18886.93	6185.67	660.5389623	13920.42	30690.84	17430.96	2.117895673	1.614943023
13.00	27958.60	16809.08	5025.00	587.8694811	12388.96	27370.73	15569.64	2.37479955	1.808006131
16.00	25245.97	15498.40	4579.33	542.0308121	11422.94	24703.94	13823.02	2.631159639	2.036457472
20.00	22333.96	13731.03	4110.67	480.2199902	10120.32	21853.74	12213.63	2.974319881	2.304801216
25.00	19805.93	12173.68	3690.67	425.7540964	8972.488	19380.18	10833.45	3.353942066	2.598434539
30.00	17739.70	10880.87	3379.67	380.5404249	8019.639	17359.16	9720.06	3.744421591	2.896073454
40.00	14749.12	9043.45	2879.00	316.2795988	6665.385	14432.84	8083.73	4.503619039	3.482302515

Tabuľka 2: Porovnanie návratnosti pri kúpe Tesly oproti Toyote Hybrid

## 6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr

Na základe experimentov sme si dokázali to, že počiatočná investícia do Tesly sa nám za jeden rok nevráti rýchlejšie pri akomkoľvek množstve zákazníkov.

[1] [https://s3.amazonaws.com/nyc-tlc/trip+data/yellow\\_tripdata\\_2018-04.csv](https://s3.amazonaws.com/nyc-tlc/trip+data/yellow_tripdata_2018-04.csv)

[2] [http://www.nyc.gov/html/tlc/html/passenger/taxicab\\_rate.shtml](http://www.nyc.gov/html/tlc/html/passenger/taxicab_rate.shtml)

[3] <https://www1.nyc.gov/site/911reporting/reports/end-to-end-reponse-time.page>

[4] [http://www.nyc.gov/html/tlc/downloads/excel/2018\\_tlc\\_factbook.xlsx](http://www.nyc.gov/html/tlc/downloads/excel/2018_tlc_factbook.xlsx)

[5] <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>

[6] <https://www.tesla.com/models/design#battery>

[7] [https://cars.usnews.com/cars-trucks/toyota/camry-hybrid/2019/specs/camry-hybrid-hybrid-le-cvt-\(natl\)-401561](https://cars.usnews.com/cars-trucks/toyota/camry-hybrid/2019/specs/camry-hybrid-hybrid-le-cvt-(natl)-401561)

[8] <https://www.nyserda.ny.gov/Researchers-and-Policymakers/Energy-Prices/Motor-Gasoline/Monthly-Average-Motor-Gasoline-Prices>

[9] <https://cleantechnica.com/2017/09/05/10492-tesla-model-s-maintenance-charging-costs-300000-miles/>