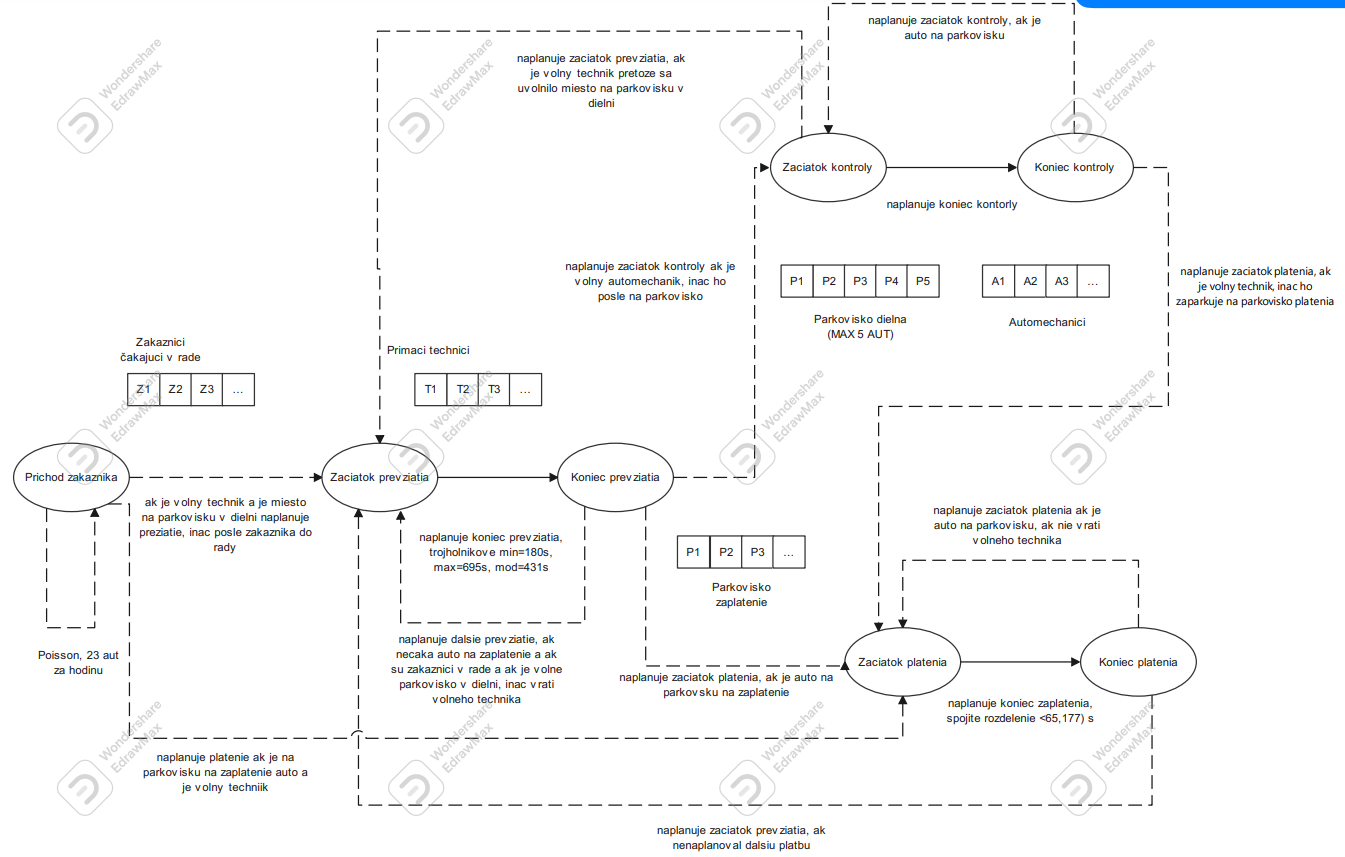
Semestrálna práca č.2

5ZIS12

Diskrétna Simulácia

Matej Mažgút

2023



# Návrh

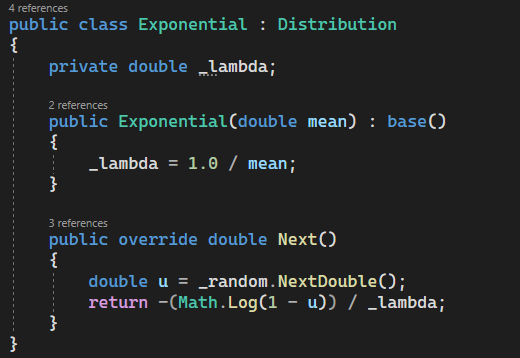
## Udalosti

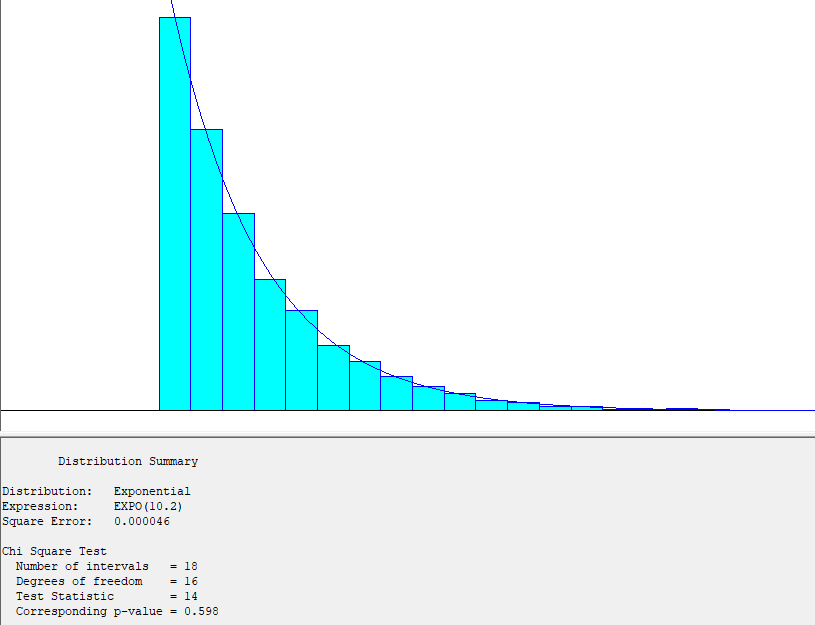
Na začiatku bolo potrebné navrhnúť všetky udalosti, ktoré môžu v simulácií nastať a správne určiť ich postupnosť. V tom mi pomohol náčrt zobrazený na predchádzajúcej strane dokumentu.

Celkovo sa tu nachádza 7 udalostí:

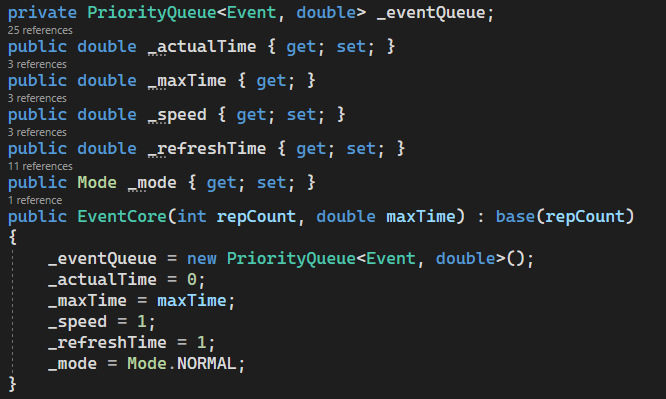
* **Príchod zákazníka** - je udalosť, ktorá sa v simulácií naplánuje ako prvá a vyvoláva príchod ďalších zákazníkov a teda vytvorenie samej seba a tiež začatie prevzatia vozidla pracovníkom skupiny 1
* **Začiatok prevzatia** – táto udalosť naplánuje iba koniec prevzatia pracovníkom skupiny 1 a je naplánovaná iba v prípade, že je voľné miesto na parkovisku pre začiatok kontroly pracovníkom skupiny 2
* **Koniec prevzatia** – po obslúžení je naplánovaný zážitok kontroly vozidla pracovníkom skupiny 2, ak nie je voľný pracovník tak sa vozidlo zaradí na parkovisko, a naplánuje sa buď udalosť platenia alebo začiatku prevzatia nového vozidla
* **Začiatok kontroly** – naplánuje koniec kontroly a ak bolo auto zobraté z parkoviska, tak naplánuje aj nový začiatok prevzatia vozidla, lebo sa uvoľnilo miesto na parkovisku
* **Koniec kontroly** – po jej vykonaní sa vytvorí nová udalosť začiatku kontroly, ak sa nachádza auto na parkovisku, a tiež udalosť začiatku platby, ak je voľný pracovník zo skupiny 1 inak sa auto zaradí na parkovisko pre zaplatenie kontroly
* **Začiatok platenia** – vytvorí v kalendári udalosti poslednú udalosť a to koniec platenia
* **Koniec platenia –** naplánuje začiatok platenia nového vozidla, alebo začiatok prevzatia ďalšieho vozidla

## Exponenciálne rozdelenie

 Pre učenie príchodu zákazníkov bolo potrebné vytvoriť exponenciálne rozdelenie pravdepodobnosti. To som vytvoril ako potomka triedy Distribution. Táto trieda ma metódu Next(), ktorá vráti náhodné číslo z rozdelenia. Pri vytvorení je potrebné zadať strednú hodnotu, z ktorého sa určí parameter lambda. Pre overenie som si vytvoril exponencialne rozdelenie so strednou hodnotou 10 a vygeneroval som si 10 000 čísel. Následne som ich zadal do Input Analyzera. Výsledok je zobrazený na obrázku nižšie.

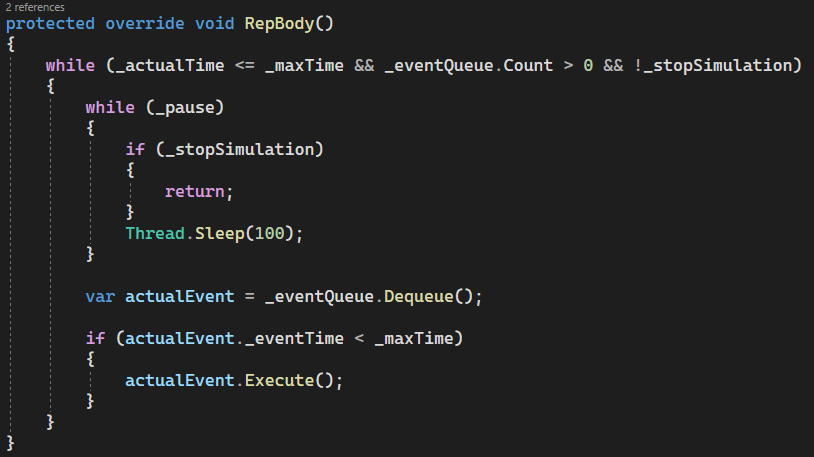


## Udalostné jadro

 Pre vytvorenie udalostného jadra som použil simulačné jadro z prevej semestrálnej práce.

Nachádza sa tu prioritný front, ktorý predstavuje kalendár všetkých udalostí a atribúty pre určenie módu a rýchlosti zobrazenia simulácie. Pri vytvorení je potrebné nastaviť okrem počtu replikácií aj maximálny čas simulácie.

Samotné telo simulácie vyzerá nasledovne:



# Výsledky

Ako prvé som si musel stanoviť základné ciele simulácie, ktoré majú byť splnené. Tie boli nasledovné:

* Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa nesmie byť väčší ako 1
* Priemerný čas strávený zákazníkom v prevádzke nebu väčší ako 70 minút
* Priemerný čas čakania v rade na odovzdanie zákazníkovi č. 1 nesmie prekročiť 10 minút

Všetky nasledovné experimenty som vykonával na 100 000 replikáciách. Aby bola simulácia úspešná bolo potrebné určiť správny počet pracovníkov č. 1 a č. 2, aby boli splnené ciele spomenuté vyššie. Prvý experiment som vykonal pri počte pracovníkov č. 1 – 1 a č. 2 – 1. Výsledky sú zobrazené v tabuľke.

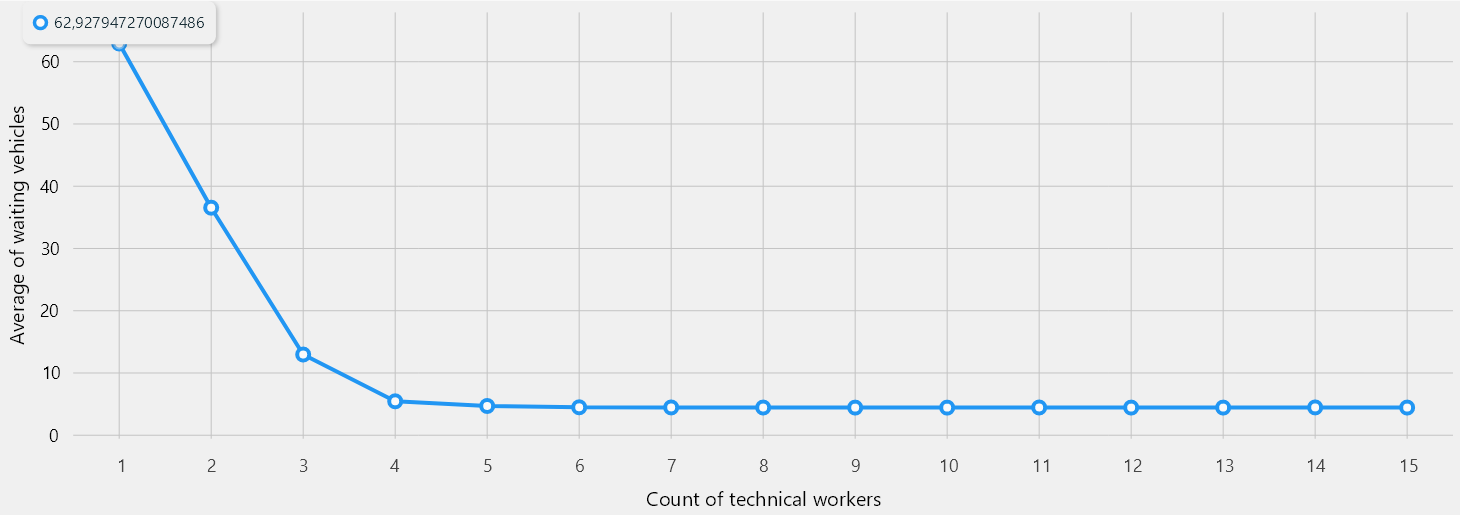
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Názov štatistiky | Hodnota | Jednotky |
| Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa | 145,14541 | vozidiel |
| Priemerný čas v prevádzke  a interval spoľahlivosti | 241,2687730874259  (241,21921 ; 241,31834) | minút |
| Priemerný čas čakania v rade | 150,91751279383007 | minút |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 1 | 0,6880711289102952 | pracovníkov |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 2 | 0,015790950479747216 | pracovníkov |

Ako môžete vidieť ani jeden z cieľov nebol splnený a vyťaženosť pracovníkov bola takmer maximálna. Preto ďalší experiment som zahájil s počtom pracovníkov č. 1 – 10 a č. 2 – 10.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Názov štatistiky | Hodnota | Jednotky |
| Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa | 41,09486173862246 | vozidiel |
| Priemerný čas v prevádzke  a interval spoľahlivosti | 120,15806628507467  (120,08322 ; 120,23291) | minút |
| Priemerný čas čakania v rade | 70,09429253107092 | minút |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 1 | 7,677951347002323 | pracovníkov |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 2 | 0,4131994631932389 | pracovníkov |

Výsledky po druhom experimente boli už uspokojivejšie ale stále nie dostatočné. Všetky štatistiky sa vylepšili, ale vyťaženosť pracovníkov prvej skupiny klesla. Na základe pozorovaní som teda zvolil ďalší experiment s počtom pracovníkov č. 1 – 5 a č. 2 – 15.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Názov štatistiky | Hodnota | Jednotky |
| Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa | 4,27084 | vozidiel |
| Priemerný čas v prevádzke  a interval spoľahlivosti | 65,24336277607  (65,15729 ; 65,32943) | minút |
| Priemerný čas čakania v rade | 12,437854863350209 | minút |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 1 | 1,957802327934597 | pracovníkov |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 2 | 1,785093083525144 | pracovníkov |

Po tomto experimente bol už splnený ciel s priemerným časom v prevádzke ale nebol splnený počet zákazníkov na konci dňa a ani priemerný čas čakania v rade. Pre správne zvýšenie alebo zníženie pracovníkov č.1 a č.2 som si vyhotovil graf. Graf zobrazuje závislosť počtu pracovníkov č. 1 a premeraného počtu zákazníkov v rade pred prevzatím pracovníkom č. 1, pri nezmenenom počte pracovníkov č. 2 a to 15.

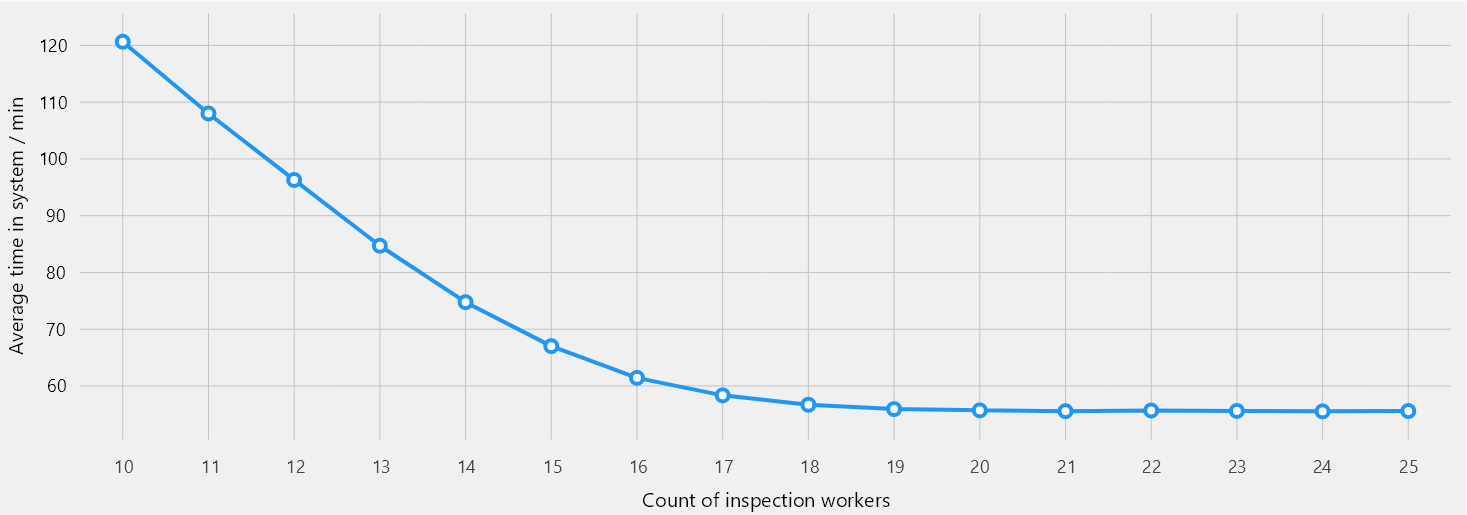
Z grafu nám vyplýva, že pri zmene počtu zákazníkov č. 1, sa nám počet vozidiel v rade po dosiahnutí počtu pracovníkov 5 ustáli. Z toho vieme určiť, že pre zmenšenie rady a tým pádom aj priemerného času v rade musíme zvýšiť počet pracovníkov č. 2.

Preto som ako ďalší krok zvolil zvyšovanie pracovníkov č. 2 a pri zachovanom počte pracovníkov č. 1 – 5. Dostal som nasledovné prípustné riešenie pri počte pracovníkov č. 1 - 5 a č. 2 - 17.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Názov štatistiky | Hodnota | Jednotky |
| Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa | 0,42411 | vozidiel |
| Priemerný čas v prevádzke  a interval spoľahlivosti | 55,66343702636313  (55,63591 ; 55,69096) | minút |
| Priemerný čas čakania v rade | 4,139608889218173 | minút |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 1 | 1,957802327934597 | pracovníkov |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 2 | 1,785093083525144 | pracovníkov |

Skúsil som ešte zmenšiť počet pracovníkov č. 1, keďže priemerný čas v systéme aj dĺžka rady boli dosť pod požadovanou hodnotou. Takto som dospel k výslednému riešeniu s počtom pracovníkov č.1 – 4 a č.2 – 17.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Názov štatistiky | Hodnota | Jednotky |
| Priemerný počet áut v prevádzke na konci dňa | 0,74753 | vozidiel |
| Priemerný čas v prevádzke  a interval spoľahlivosti | 58,269692437315605  (58,2376 ; 58,30179) | minút |
| Priemerný čas čakania v rade | 6,995750192233276 | minút |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 1 | 0,8923214946338858 | pracovníkov |
| Priemerný počet voľných pracovníkov č. 2 | 3,423472034178188 | pracovníkov |

Ako posledné som ešte vyhotovil graf závislosti počtu pracovníkov č. 2 a priemerného času stráveného v systéme, pri nezmenenom počte pracovníkov č. 1 – 4.

Ak chceme teda ešte zmenšiť priemerný čas zákazníka v systéme, môžeme zväčšiť počet pracovníkov č. 2 až na hodnotu 20, potom sa už priemerný čas zákazníka v systéme ustáli.