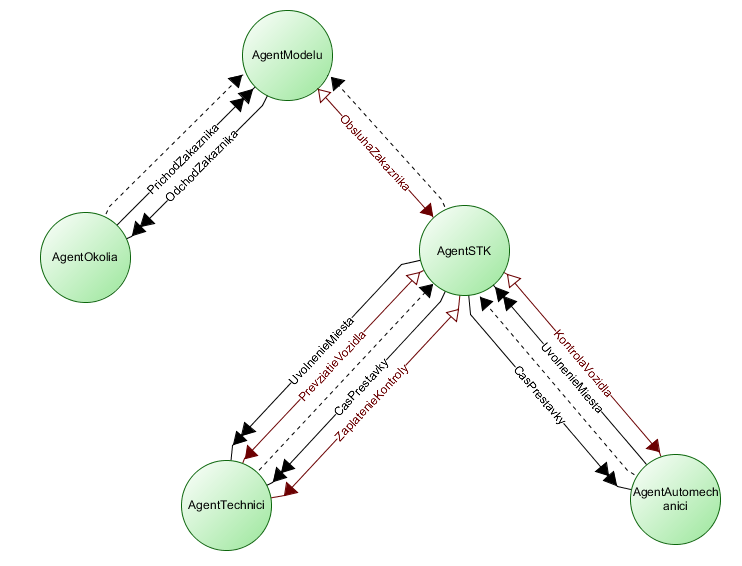
Semestrálna práca č.3

5ZIS12

Diskrétna Simulácia

Matej Mažgút

2023



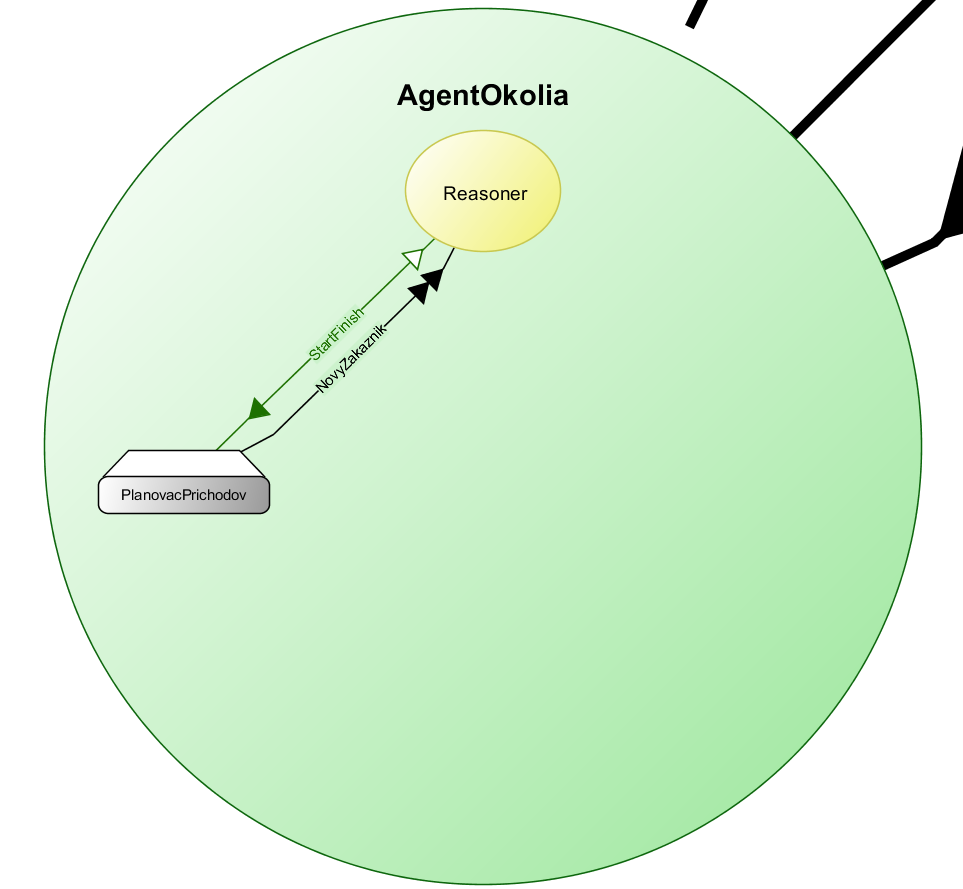
# Programátorská časť

Semestrálna práca je naprogramovaná pomocou agentovo orientovanej simulácie a jej návrh je zobrazený na obrázku vyššie. Celý systém sa bude skladať z piatich agentov a to:

## Agent Modelu

Ja základným agentom systému, ktorý riadi komunikáciu medzi Agentom STK a Agentom Okolia. Neobsahuje žiadnych ďalších asistentov. Pri obdŕžaní správy o príchode nového zákazníka do systému prepošle zákazníka Agentovi STK a čaká na jeho obslúženie. Po obslúžení a obdŕžaní správy o konci obsluhy pošle zákazníka Agentovi Okolia a ten následne odchádza. Tento Agent neobsahuje žiadnych asistentov.

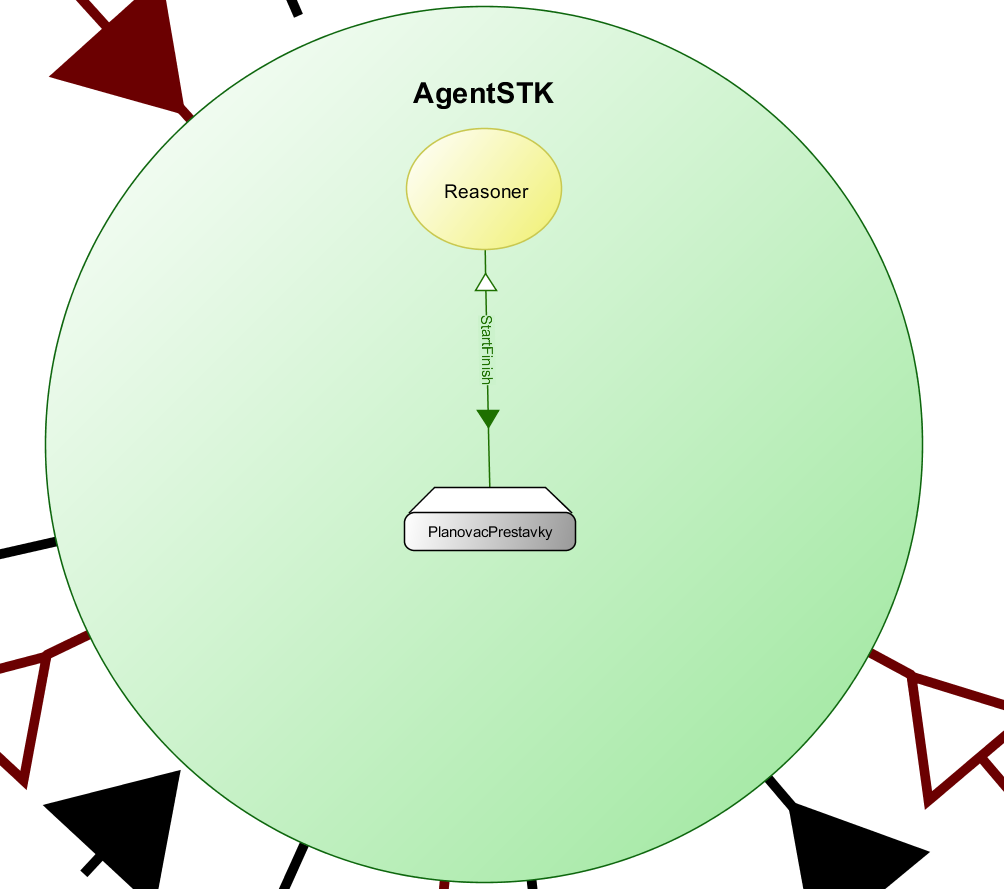
## Agent Okolia

 Jeho hlavnou úlohou je generovať príchod zákazníkov a obsahuje nasledovných asistentov:

Asistent Plánovač Príchodov začína pri vzniku simulácie a naplánuje prvý príchod zákazníka do systému odoslaním správy Nový Zákazník manažérovi okolia. Ten zákazníka prepošle Agentovi Modelu pomocou správy Príchod Zákazníka. Plánovač Príchodov taktiež spracuje správu Nový Zákazník a naplánuje príchod ďalšieho zákazníka, ak to povoľuje aktuálny čas simulácie. Nachádzajú sa v ňom tiež dva generátory príchodov. Prvý generuje príchody pri normálnom toku zákazníkov a druhý pri zrýchlenom toku.

## Agent STK

Tento Agent ma za úlohu zabezpečiť správnu postupnosť pri obsluhe zákazníka. Po obdŕžaní požiadavky o oblohe zákazníka od Agenta Modelu požiada Agenta Technikov o jeho prevzatie do systému a počká na odpoveď. Po odpovedi požiada Agenta Mechanikov o vykonanie kontroly vozidla a taktiež čaká na odpoveď, keď je vozidlo vrátene požiada ešte Agenta Technikov o zaplatenie kontroly. Potom vozidlo odošle Agentovi modelu a celá obsluha je hotová. Agent ešte zabezpečuje naplánovanie prestávok všetkých pracovníkov pomocou asistenta Plánovač Prestávok.

 Úlohou asistenta je v stanovený čas prestávky poslať správu Agentovi Technikov a Agentovi Automechanikov o vykonaní prestávok. Tam prebieha vykonanie prestávky pomocou procesu Prestávka Technici a Prestávka Automechanici. Tento proces prejde všetkých technikov a automechanikov, a ak nič nevykonávajú pošle ich na prestávku. V opačnom prípade sa počká na dokončenie obsluhy zákazníka a až potom sa vykoná prestávka. Technici aj automechanici odchádzajú na prestávku spoločne.

## Agent Technikov

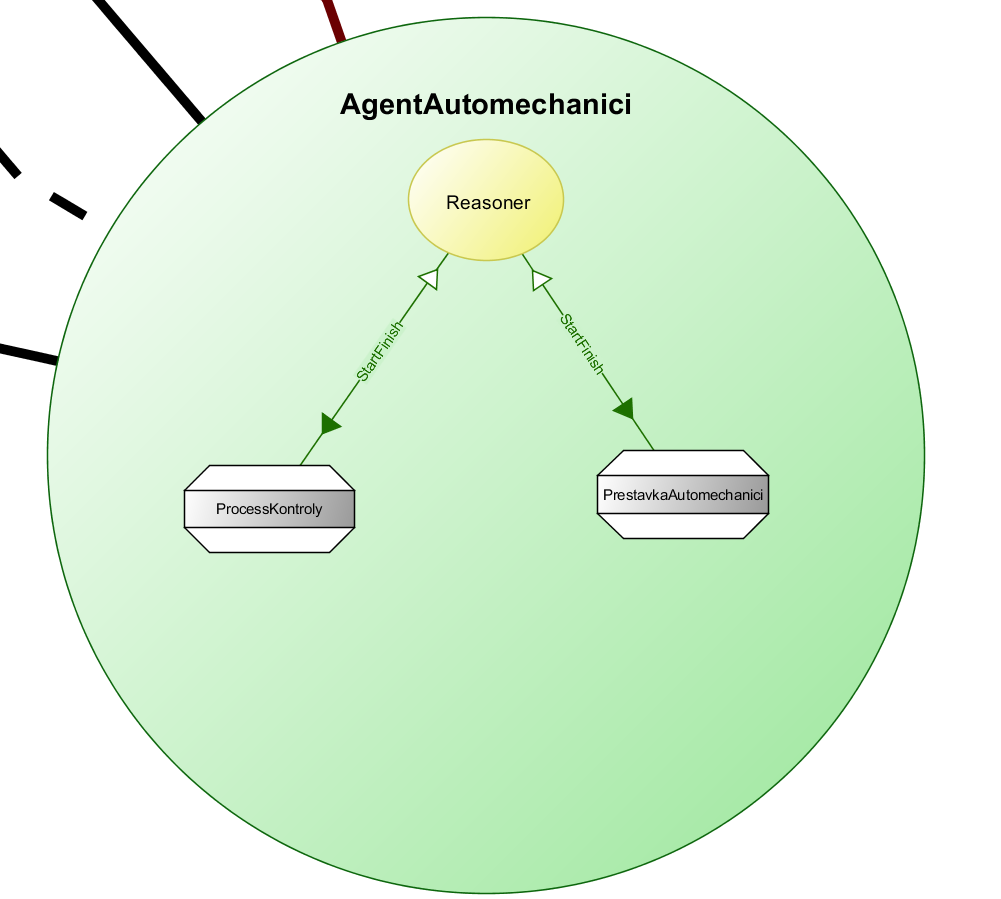
Agent obsahuje fronty zákazníkov čakajúcich na prevzatie, obsluhu a tiež všetkých technických pracovníkov a voľných dostupných pracovníkov. Eviduje si aj údaj koľko je dostupných voľných miest na parkovisku pred kontrolou, aby vedel koľko zákazníkov mohol prevziať. Ak je mu doručená správa o uvoľnení miesta začne preberať nového zákazníka, ak je dostupný voľný technik. Ďalej môže obdŕžať ešte požiadavku na prevzatie a zaplatenie zákazníka. Tie spustia procesy platenia a prevzatia, ak sú voľní technici, inač ich zaradí do fronty a spustia sa až po uvoľnení technikov. Ešte sa tu nachádza proces, ktorý vykoná prestávku, ak je agent informovaný o čase prestávky.

Diagram

Description automatically generated

## Agent Automechanikov

Agent si uchováva front všetkých zákazníkov, ktorí čakajú na kontrolu. Ak po obdŕžaní požiadavky na kontrolu od Agenta STK nie je voľní automechanik, zaradí sa do frontu a je obslúžený až po uvoľnení automechanika. Nachádzajú sa tu dva fronty automechanikov, typ č.1 môže obsluhovať iba osobné autá a dodávky, typ č.2 aj nákladné autá. Pri príchode osobného auta alebo dodávky je skontrolovaný front s automechanikmi typom 1, ak je tu voľný automechanik tak sa priradí. V opačnom prípade sa skontroluje aj front s typom 2, a ak je voľný tak sa priradí ten. Ak príde nákladné auto a nie je pre neho voľný automechanik všetky ostatné autá za ním čakajú, keďže sa majú brať v poradí FCFS.



# Simulačná štúdia

## Validácia modelu

Ta prebiehala pomocou kontroly štatistík s modelom naprogramovaným v udalostne orientovanej simulácií. Validácia bola vykonávaná pri 10 000 replikácia a pri 3 variantoch technikov a automechanikov. Porovnanie je zobrazené v tabuľkách nižšie. Časové údaje sú uvádzané v minútach.

## Udalosntá simulácia

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici** | **Počet vozidiel v systéme** | **IS** | **Počet vozidiel na konci dna** |
| 10000 | 5 | 5 | 64,66245075 | 1,08 - 1,08 | 101,0752 |
| 10000 | 4 | 17 | 19,66455956 | 0,33 - 0,33 | 0,7513 |
| 10000 | 20 | 20 | 17,38944165 | 0,29 - 0,29 | 0,006 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v systéme** | **IS** | **Čakanie na prevzatie** | **Dĺžka rady** | **Voľní technici** | **Voľní automechanici** |
| 186,589065 | 186,41 - 186,77 | 134,9152192 | 54,67795593 | 3,780518726 | 0,130957785 |
| 58,22904679 | 58,13 - 58,33 | 6,949825396 | 2,723522307 | 0,893806774 | 3,428088901 |
| 50,82953076 | 50,81 - 50,85 | 0,752327796 | 0,331351507 | 16,83139481 | 6,146909237 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici** | **Počet vozidiel v systéme** | **IS** | **Počet vozidiel na konci dna** |
| 10000 | 5 | 5 | 64,43208191 | 64,28 - 64,58 | 100,07 |
| 10000 | 4 | 17 | 19,61693372 | 19,56 - 19,68 | 0,5959 |
| 10000 | 20 | 20 | 17,36686625 | 17,34 - 17,39 | 0,0036 |

## Agentovo orientovaná simulácia

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v systéme** | **IS** | **Čakanie na prevzatie** | **Dĺžka rady** | **Voľní technici** | **Voľní automechanici** |
| 186,4779789 | 186,3 - 186,66 | 134,7911741 | 54,45950204 | 3,780538016 | 0,131180384 |
| 58,19481014 | 58,09 - 58,3 | 6,896826571 | 2,702088178 | 0,898225568 | 3,441727531 |
| 50,81577286 | 50,79 - 50,84 | 0,742521852 | 0,327777327 | 16,83470992 | 6,16121957 |

## Odlišnosť hodnôt

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici** | **Počet vozidiel v systéme** | **Počet vozidiel na konci dna** |
| 10000 | 5 | 5 | 0,230368844 | 1,0052 |
| 10000 | 4 | 17 | 0,047625847 | 0,1554 |
| 10000 | 20 | 20 | 0,022575397 | 0,0024 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v systéme** | **Čakanie na prevzatie** | **Dĺžka rady** | **Voľní technici** | **Voľní automechanici** |
| 0,11108601 | 0,124045151 | 0,218453892 | 0,00001929 | 0,000222599 |
| 0,034236653 | 0,052998825 | 0,021434129 | 0,004418794 | 0,01363863 |
| 0,013757899 | 0,009805944 | 0,003574179 | 0,003315116 | 0,014310333 |

## Experimenty

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 prebratie technikom nesmie prekročiť 10 minút
* Priemerný plat pracovníkov ma byť čo najmenší

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 1 | 1 | 1 | 4600 | 134,6025 |

Všetky nasledovné experimenty som vykonával na 10000 replikáciách a všetky časové údaje sú uvádzané v minútach. Aby bola simulácia úspešná bolo potrebné určiť správny počet technikov, automechanikov typu č.1 a č. 2 a museli byť splnené ciele spomenuté vyššie. Prvý experiment vypadal nasledovne.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 238,72451340651892 | | (238,58167 ; 238,86736) | | 169,7014177053152 | 0,41728435230415817 | 0,017902579081004257 | 0,029878415399488045 |

Ako môžete vidieť ani jeden z cieľov nebol splnený a vyťaženosť pracovníkov bola takmer maximálna. Preto ďalší experiment som zahájil s väčším počtom pracovníkov.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 10 | 10 | 10 | 46000 | 0,0232 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 57,87860481282083 | | (57,80252 ; 57,95469) | | 5,492250888425888 | 6,170321267971973 | |  | | --- | | 1,573830441256466 | | 3,1311130682576804 |

Po tomto experimente poli už všetky požiadavky splnené, ostávalo len minimalizovať plat potrebný na vyplatenie pracovníkov. Najmenej vyťažený pracovníci boli technici preto som ich počet v ďalšom z experimentov znížil.

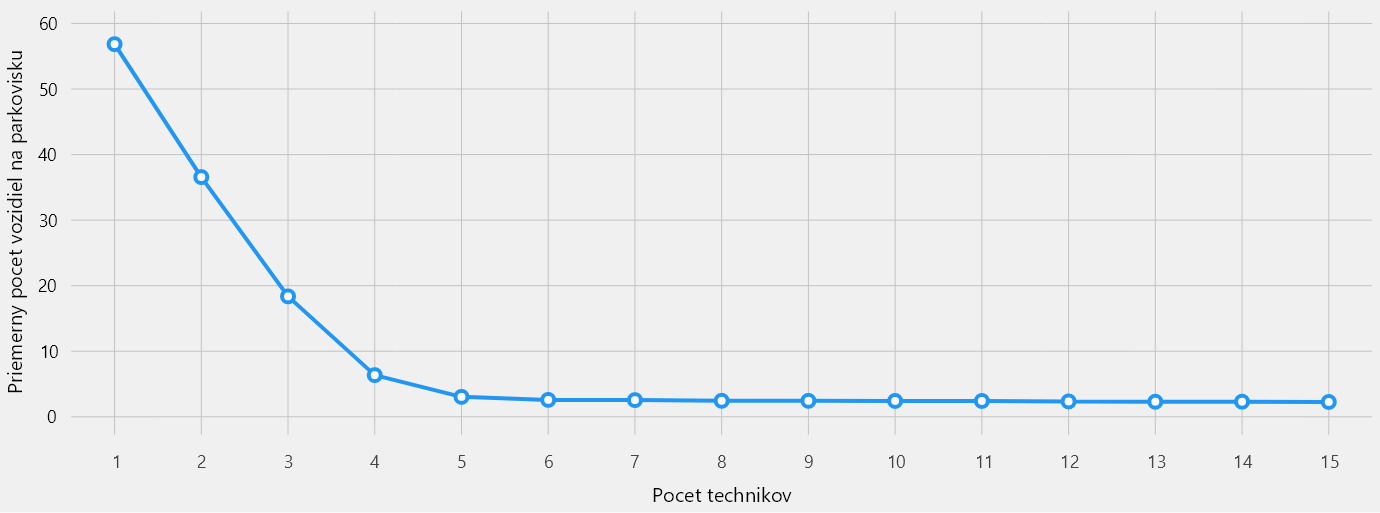
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 10 | 10 | 39400 | 0,0507 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 60,27535085643353 | | (60,18796 ; 60,36274) | | 7,59389597206225 | 1,516656686909237 | |  | | --- | |  |   1,5889261028603723 | 3,1635239999493767 |

Pri tomto množstve technikov nám ostali všetky podmienky splnené a tak skúsime ešte znížiť počet technikov pri nezmenenom počte automechanikov.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 4 | 10 | 10 | 34400 | 1,1144 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 69,08955409956988 | | (68,93794 ; 69,24117) | | 16,33639485593585 | 0,647368072152994 | 1,6371823093140612 | 3,4289673368771068 |

 To nám už čas v rade aj počet aut na konci dňa prekročili limit a tak optimálny počet technikov bude 5. Toto si môžeme overiť aj na grafe závislosti priemerného počtu vozidiel na parkovisku a počtu technikov. Kde pri dostatočnom počte automechanikov sa nám priemerný počet vozidiel v rade ustáli pri piatich technikoch.

Ďalej nám ostávalo už len určiť optimálny počet automechanikov. V predošlých experimentoch bola vyťaženosť automechanikov č. 2 menšia a tak som ich počet znížil a vykonal nasledovný experiment.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 10 | 5 | 33000 | 9,926 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 84,10736942135905 | | (83,89389 ; 84,32085) | | 29,552322138728893 | 1,7215620707190658 | 0,7542251789664074 | 0,5488052210578923 |

Nasledujúce riešenie nespĺňa žiadnu z požiadaviek a tiež vyťaženosť automechanikov typu c.1 a aj č.2 je vysoká a tak som ich počet zvýšil.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 11 | 6 | 38000 | 1,9138 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 70,0546463550849 | | (69,88759 ; 70,22171) | | 15,861910705109558 | 1,5989048042738268 | 1,3149572344604101 | 1,0677150063968837 |

Ciele experimentu splnené nie sú a najmenšiu vyťaženosť majú automechanici č. 2. Preto som ich počet navýšil o 1 a znovu vykonal experiment.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 11 | 7 | 32500 | 0,6272 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | |  | |  | | |  | | --- | | 65,49960137197532 | | (65,36184 ; 65,63736) | | | 11,883988453210087 | 1,557788660518152 | 1,5261616925107484 | 1,5642042878856954 |

Po tomto experimente je už počet aut na konci dna splnený a aj priemerný čas v prevádzke je menší ako 70 minút. Nie je ale splnený čas čakania v rade na prevzatie vozidla. Preto som ešte aj počet automechanikov č. 1 zvýšil o 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 12 | 7 | 40000 | 0,1662 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 62,32174875720234 | | (62,21242 ; 62,43107) | | 9,229168856808288 | 1,528147407704655 | 1,962518860371584 | 1,9126103879846894 |

Nasledovné riešenie už spĺňa všetky požiadavky s počtom technikov 5, automechanikov č.1 – 12 a automechanikov č.2 – 7.

## Okolie riešenia

Tu som preskúmal ešte okolie aktuálneho prípustného riešenia. Pokúsil som sa znížiť každého zo zamestnancov a výsledné experimenty dopadli nasledovne.

Výsledkom zníženia technikov nebolo prípustné riešenie.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 4 | 12 | 7 | 38900 | 1,2039 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 69,81480253620566 | | (69,66063 ; 69,96898) | | 16,945915015527337 | 0,6540112284405658 | 2,066203588143213 | 2,1048886860151925 |

Experiment so znížením automechanikov č.1 som vykonal vyššie a ten bol neúspešný. Preto som skúsil ešte znížiť automechanikov č.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 12 | 6 | 38500 | 1,7568 |

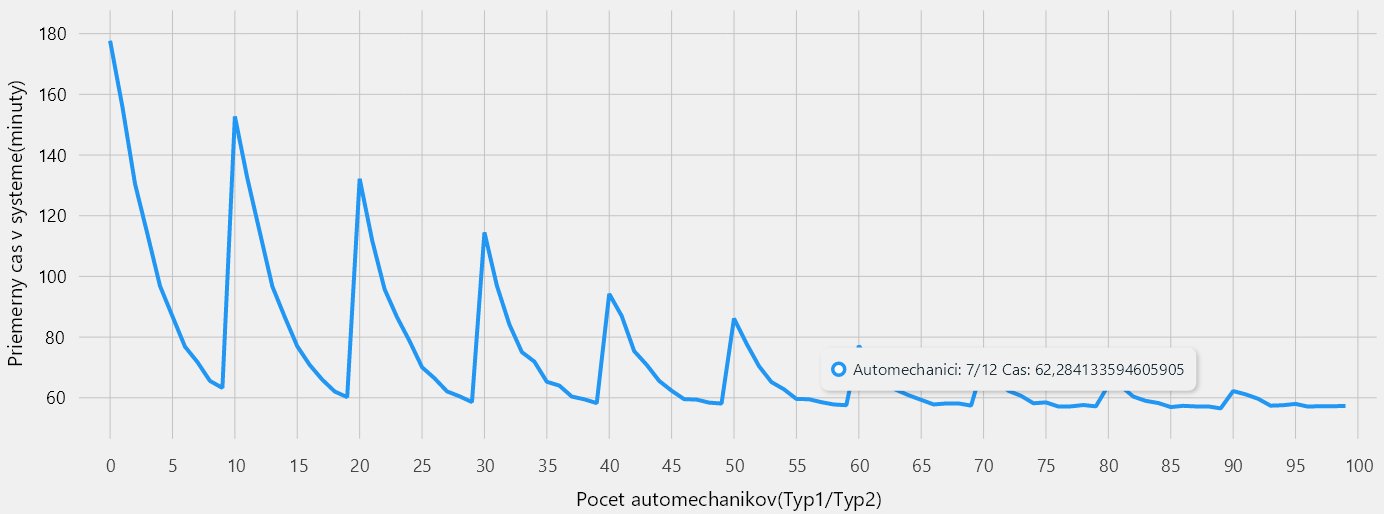
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 71,46874523894682 | | (71,30453 ; 71,63296) | | 18,338062951251096 | 0,6666805654614334 | 1,8495539985224236 | 1,4698953023573293 |

Experiment nebol úspešný a tak namiesto pôvodného riešenia som skúsil ešte pridať automechanika č. 1, keďže ten ma nižší plat ako automechanik č.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 5 | 13 | 6 | 40500 | 1,2851 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| |  | | --- | | 69,76314497279711 | | (69,60684 ; 69,91945) | | 16,89031118454113 | 0,6550517343626117 | 2,370936844356573 | 1,8072999843059263 |

Tento experiment tiež nespĺňa riešenie a tak okolie neobsahuje žiadne lepšie riešenie.

Na nasledujúcom grafe môžeme ešte vidieť závislosť priemerného času v systéme od pomeru počtu automechanikov pri nezmenenom počte technikov a to 5.

Na grafe môžeme vidieť že pri pomere 7/12 sa postupne čas ustáli, čo je aj naše výsledné riešenie.

## Zvýšený tok

Pre optimálne riešenie pri zvýšenom toku o 24% som postupoval tak, že som zobral aktuálne riešenie a postupne pridával počty pracovníkov.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 6 | 13 | 8 | 44600 | 2,4793593503270923 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| 70,79009516565537  (70,62182 ; 70,95837) | 17,80341247198548 | 1,8235455580301447 | 0,7528260936587722 | 2,259438127557675 |

Po tomto experimente neboli stále splnené podmienky a vyťaženosť automechanikov č. 2 klesla a naopak vyťaženosť automechanikov č.1 a technikov stúpla. Preto som zvýšil už iba počet automechanikov č. 1 a technikov.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 7 | 14 | 8 | 47700 | 0,8921 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| 65,93129699668583 | 13,240768507145066 | 2,7034242556583554 | 0,8306263391863175 | 2,834129866483434 |

Stále bola vysoká vyťaženosť automechanikov č.1, tak som pridal iba tých.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 7 | 15 | 8 | 52200 | 0,2978580990629183 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| 63,02581879916955  (62,85694 ; 63,1947) | 10,659900985082437 | 2,6704459214009355 | 0,9031997202666187 | 3,5370426704786233 |

Vyťaženosť automechanikov č.1 o trochu klesla, ale stále bola dosť vysoká a nebola splnená podmienka pre čakanie v rade. Znovu som pridal automechanika č.1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Počet replikácii** | **Technici** | **Automechanici**  **Typ č.1** | **Automechanici**  **Typ č.2** | **Priemerný plat** | **Počet áut v prevádzke na konci dňa** |
| 10000 | 7 | 16 | 8 | 51700 | 0,08297234255248251 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Čas v prevádzke a interval spoľahlivosti** | **Čas čakania v rade** | **Počet voľných technikov** | **Počet voľných automechanikov č. 1** | **Počet voľných automechanikov č. 2** |
| 61,04020057485729  (60,87755 ; 61,20286) | 8,905932491273138 | 2,639865296281047 | 0,9579259078626176 | 4,2747888083197 |

Tu sú už všetky podmienky splnené, ale vyťaženosť automechanikov č.2 dosť klesla. Skúsil som teda ešte preskúmať okolie riešenia, ale k lepším výsledkom som sa nedopracoval.