

Dokumentace k projektu IMS

T6: Komunikace a služby

Autoři: Kryštof Samek (xsamek10)

Radek Libra (xlibra02)

Obsah

1. Úvod	3
1.1 Autoři a zdroje	3
1.2 Ověření validity	3
2. Rozbor tématu a použitých metod/technologií.....	3
2.1 Použité postupy	4
2.2 Původ použitých metod/technologií	4
3. Koncepce - modelářská témata.....	4
3.1 Popis konceptuálního modelu	4
3.2 Petriho síť.....	5
4. Koncepce - implementační témata.....	6
5. Architektura simulačního modelu/simulátoru	6
5.1. Spuštění programu.....	6
6. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh	7
6.1 Experiment.....	7
6.2. Závěr experimentu	10
6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr	10
Literatura	11

1. Úvod

Tato práce se zabývá sestavením modelu a následnou simulací ([4], slajd 8) telefonického centra zákaznické podpory. Jedná se o linku u telefonního operátora. Simulace se zaměřuje na dobu čekání a zpracování zákazníka. Cílem simulace je zjistit potřebný počet pracovníků pro snížení čekací doby na minimum nebo určit propustnost při daném počtu pracovníků.

1.1 Autoři a zdroje

Projekt vypracoval Radek Libra (xlibra02) a Kryštof Samek (xsamek10).

Jako zdroj faktů jsou využity práce "Analysis of call center data." [1], "Call Centers with Impatient Customers: Many-Server Asymptotics of the M/M/n + G Queue." [2] a článek "**Average Talk Time**" [3]. Práce byly vybrány na základě hledání informací k tomuto tématu na Google scholar.

1.2 Ověření validity

Model ([4], slajd 7) byl testován zadáním testovacích dat a sledováním výsledku pro vyložené nesmyslné výsledky. Také proběhlo testování s malým počtem zákazníků, u kterého došlo k manuální kontrole dat.

2. Rozbor tématu a použitých metod/technologií

Do call centra přichází hovory s určenou četností a ty jsou zpracovány robotem a rozřazeny do kategorií. Robot dokáže vyřešit 80% požadavků [1]. Zbytek hovorů řeší operátoři call centra. Zákazníci jsou postaveni do fronty a následně zpracováváni operátory. Čekací dobu ve frontě se snaží call centra minimalizovat, protože je to hlavní příčinou ztráty zákazníků. Operátor může zákazníka odkázat na vyšší pozici, když sám nedokáže zákazníkovi pomoci. Poté co je zákazník obslužen odchází ze systému ([4], slajd 7).

Délka obsluhy se liší podle kategorie:

Zákaznický servis: V zákaznický orientovaných kontaktních centrech se průměrná doba hovoru pohybuje v rozmezí od 3 do 6 minut na hovor. [3]

Technická podpora: Průměrná doba hovoru se může pohybovat od 6 do 10 minut na hovor, v závislosti na složitosti řešených technických problémů. [3]

Prodej a telemarketing: Průměrná doba hovoru se může pohybovat mezi 2 až 4 minutami, přičemž důraz je kladen na rychlé předání informací a uzavření prodeje. [3]

Zdravotnictví a pojišťovnictví: Průměrná doba hovoru se může lišit, ale obvykle se pohybuje v rozmezí od 5 do 8 minut na hovor. [3]

Tísňové služby: Průměrná doba hovoru je obvykle kratší, pohybuje se kolem 2 až 4 minut na hovor. [3]

2.1 Použité postupy

Protože se jedná o paralelní procesy ([4], slajd 124) a fronty, byl systém modelován jako SHO ([4], slajd 139) s využitím knihovny SIMLIB pro jazyk C++. Pro konkrétní případ poskytuje knihovna potřebné a jednoduché rozhraní. K vytvoření konceptuálního modelu ([4], slajd 48) byla použita Petriho síť ([4], slajd 126).

2.2 Původ použitých metod/technologií

Simulační model byl vytvořen pomocí knihovny SIMLIB verze 3.08. Implementace a simulace probíhaly vzdáleně přes SSH spojení na serveru merlin.fit.vutbr.cz s CentOS Linux 7. Pro překlad byl použit GNU C++ Compiler. O použití těchto metod a technologií bylo rozhodnuto na základě získaných znalostí v rámci předmětu IMS.

3. Koncepce – modelářská témata

U call centra budeme modelovat pouze část za obslužným robotem, ten má z našeho pohledu v podstatě nekonečnou propustnost, tedy je pro nás zanedbatelný. Modelujeme jenom obsluhu zákazníků rozřazených do kategorií robotem.

3.1 Popis konceptuálního modelu

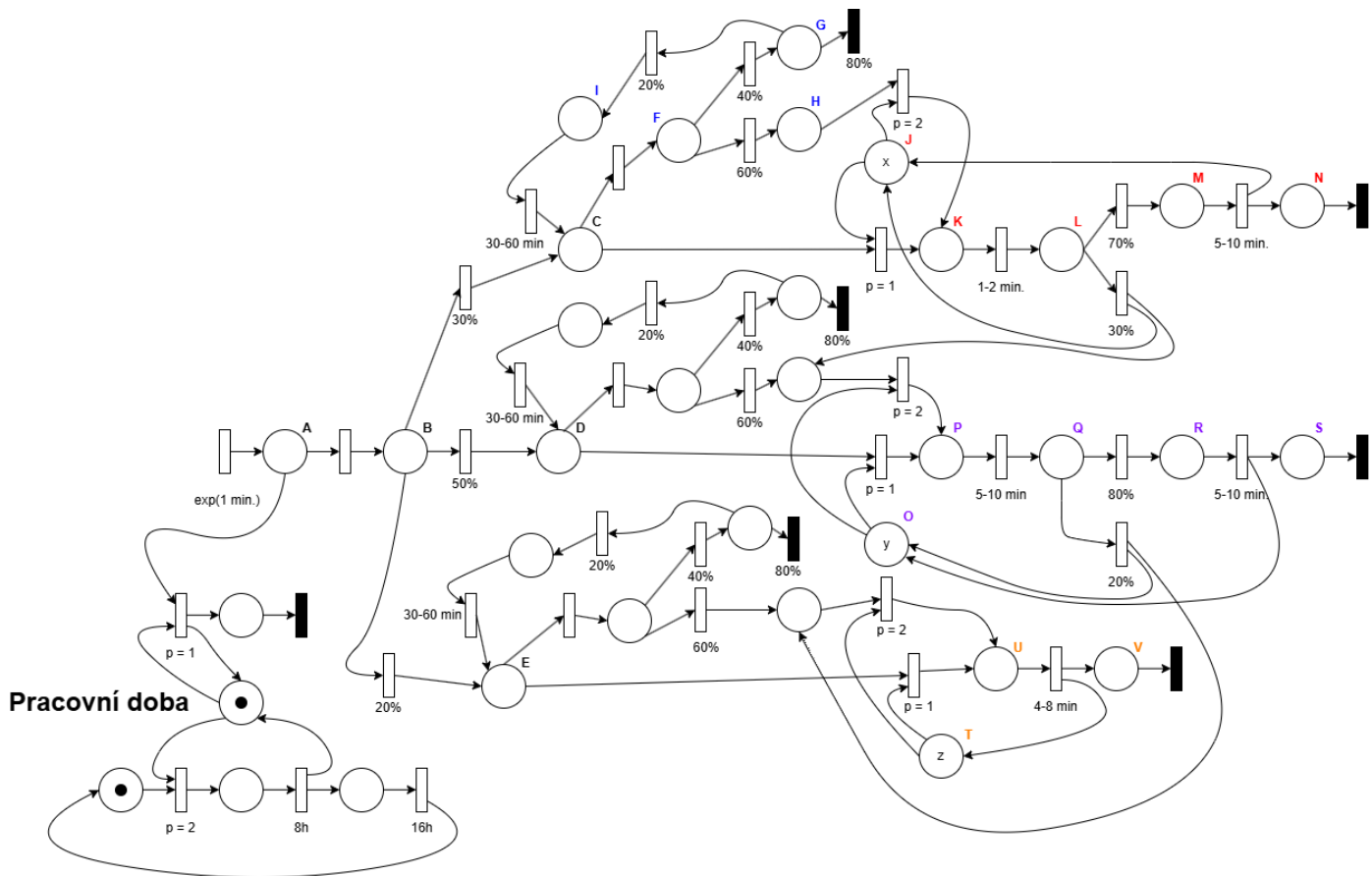
Náš model uvažuje 3 kategorie. 1. je nový zákazník, který nemá u operátora smlouvu a chtěl by ji získat. 2. je existující zákazník, který už smlouvu má a chtěl by ji změnit nebo má nějaký technický problém. 3. je vážený zákazník ten má s operátorem podepsanou smlouvu i s podporou (typicky se jedná o firmu, která má svoje telefonní služby podepsané pod jednou smlouvou).

Po projití přes robota je zákazník postaven do fronty k příslušné kategorii. Z té jsou zákazníci postupně obsluhováni operátory. Můžeme předpokládat, že zákazník sdělil své osobní údaje robotovi. Tím pádem operátor nemusí tyto informace znovu získávat. Ale operátor může zjistit, že s tímto problémem nemůže zákazníkovi pomoci, a tak ho odkáže k někomu v té situaci kompetentnějšímu, proto přidáme 1 až 1,5 minuty na zjištění problému. Každá kategorie má rozdílnou dobu obsluhy:

1. Kategorie: průměrný hovor v této kategorii trvá 3 až 6 minut. [3]
2. Kategorie: průměrný hovor při asistenci s technickým problémem obvykle trvá 6 až 10 minut. [3]
3. Kategorie: průměrný hovor v této kategorii bude komplexnější, bude tedy i delší na vyřešení, v našem případě 8 až 12 minut

Poté, co je zákazník odbaven, odchází ze systému.

3.2 Petriho síť



A - Pokud zákazník zavolá mimo pracovní dobu odchází ze systému
 B - Určení typu zákazníka
 C - Noví zákazníci
 D - Zavedení zákazníci
 E - Vážení zákazníci

Rozhodování zákazníka při plém obsazení operátorů (popsáno pouze jednou - u všech typů zákazníků identické)

F - Zákazník se rozhoduje zda se zařadí do fronty
 G - Zákazník se rozhoduje zda to "vzdá" a nebo počká a zavolá znova
 I - Zákazník čeká než zavolá znova

Obsluha prvně volajících zákazníků
 J - Operátoři nejnižší úrovně
 K - Upřesnění požadavku
 L - Operátor rozhodne, zda je potřeba eskalace požadavku
 M - Řešení požadavku
 N - Zákazník opouští systém

Obsluha zavedených zákazníků
 O - Operátoři střední úrovně
 P - Upřesnění požadavku požadavku
 Q - Operátor rozhodne, zda je potřeba eskalace požadavku
 R - Řešení požadavku
 S - Zákazník opouští systém

Obsluha vážených zákazníků
 T - Operátoři nejvyšší úrovně
 U - Řešení požadavku
 V - Zákazník opouští systém

4. Koncepte - implementační témata

Program bude implementován v C++ za pomoci knihovny SIMLIB. Hlavním prvkem programu bude proces, který bude reprezentovat zákazníka a store ([4], slajd 187), která bude reprezentovat počet operátorů a zaručovat, že jeden zákazník je obsluhován jedním operátorem.

5. Architektura simulačního modelu/simulátoru

Hlavní částí simulátoru je třída `Customer`, která dědí z `Process`. Tato třída představuje zákazníka a jeho chování.

Pote máme 3 story ([4], slajd 187) `first_time_empl`, `established_empl` a `high_value_empl`, které představují kategorie zákazníka a kapacita představuje počet operátorů.

Dále program obsahuje `Event CustomerGenerátor`, který generuje procesy zákazníka `Customer` v časovém intervalu.

Poslední část je třída `WorkShift` dědící z `Process`. Tato třída zajišťuje začátek a konec směny.

5.1. Spuštění programu

Použití: `./main TIME(h) CALL_RATE(m) LOW_EMPL_NUMBER MID_EMPL_NUMBER HIGH_EMPL_NUMBER`

TIME(h):

Doba trvání simulace v hodinách. Musí být kladné celé číslo.

CALL_RATE:

Očekávaný počet hovorů v minutách. `Exponential(CALL_RATE)` Musí být kladné celé číslo.

LOW_EMPL_NUMBER:

Počet zaměstnanců nízké úrovně dostupných pro vyřizování hovorů. Musí být kladné celé číslo.

MID_EMPL_NUMBER:

Počet zaměstnanců střední úrovně dostupných pro vyřizování hovorů. Musí být kladné celé číslo.

HIGH_EMPL_NUMBER:

Počet vysokoúrovňových zaměstnanců dostupných pro vyřizování hovorů. Musí být kladné celé číslo.

6. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

Podstatou simulačních experimentů je dospět k optimálnímu počtu pracovníků v call centru pro danou frekvenci příchozích hovorů. Cílem je minimalizovat čas strávený ve frontě a zároveň mít co nejméně zaměstnanců.

Experimentovat lze 2 způsoby:

1. Máme daný počet zaměstnanců a chceme zjistit kolik zvládnou obsloužit zákazníků.
2. Máme frekvenci zákazníků a chceme zjistit kolik potřebujeme zaměstnanců.

6.1 Experiment

V tomto experimentu se pokusíme najít počet zaměstnanců tak, aby zvládali vstup zákazníků s Exponenciálním rozložením ([4], slajd 91) 1 min. Chceme simulovat jednu směnu, takže nám stačí čas simulace 8 hodin.

Parametry:

TIME(h): 8

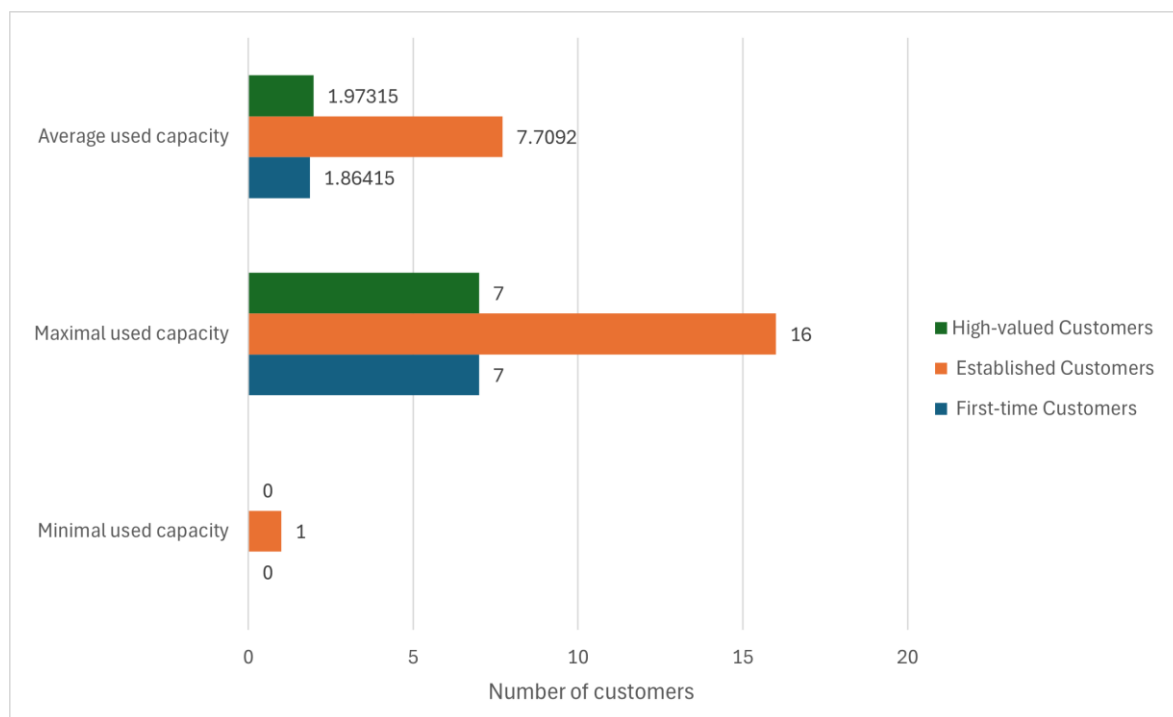
CALL_RATE: 1

LOW_EMPL_NUMBER: 20

MID_EMPL_NUMBER: 20

HIGH_EMPL_NUMBER: 20

Výsledek:



Graf 1 zobrazující vytížení zaměstnanců

Z tohoto výsledku můžeme vidět, že máme moc zaměstnanců. „Maximal used capacity“ se nedostala na maximum (20), proto ani nebyla využita fronta. Snížíme tedy počet zaměstnanců.

Z naměřených dat můžeme odhadnout další iteraci. Konkrétně z „Average used capacity“, proto nastavíme parametry následovně.

Parametry:

TIME(h): 8

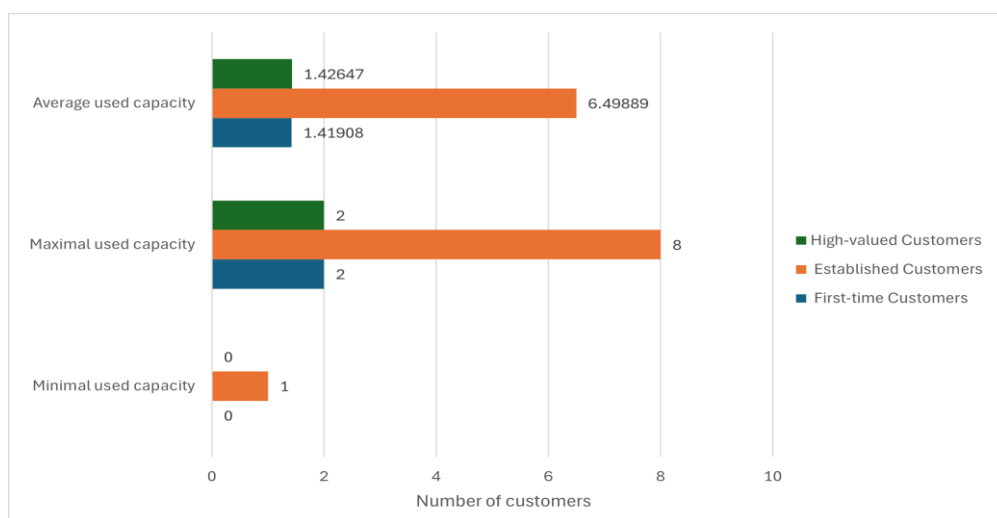
CALL_RATE: 1

LOW_EMPL_NUMBER: 2

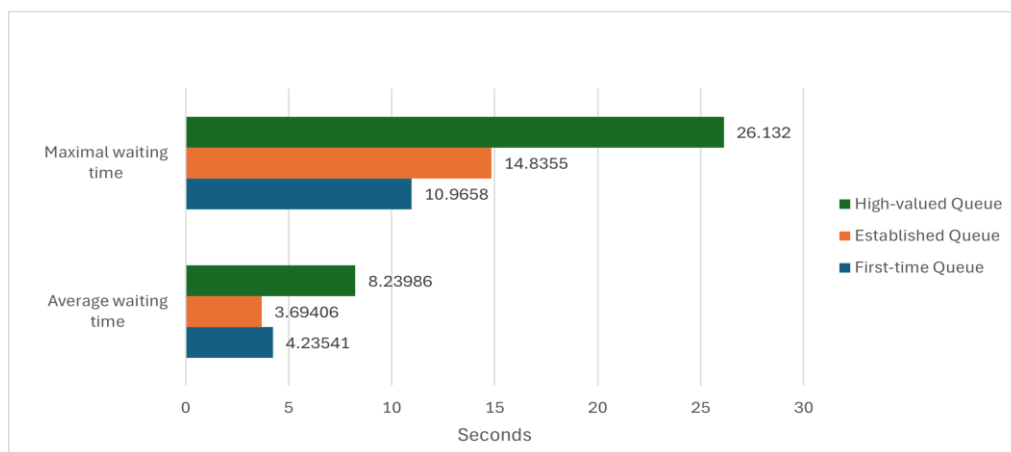
MID_EMPL_NUMBER: 8

HIGH_EMPL_NUMBER: 2

Výsledek:



Graf 2 zobrazuje vytížení zaměstnanců



Graf 3 čekací doby ve frontě

Z výsledků můžeme usoudit, že jsme čísla zaměstnanců téměř trefili. Z grafu 3 můžeme vyčíst, že čekací doba „High-valued“ je docela vysoká, a proto přidáme ještě jednoho zaměstnance do „HIGH_EMPL_NUMBER“.

Parametry:

TIME(h): 8

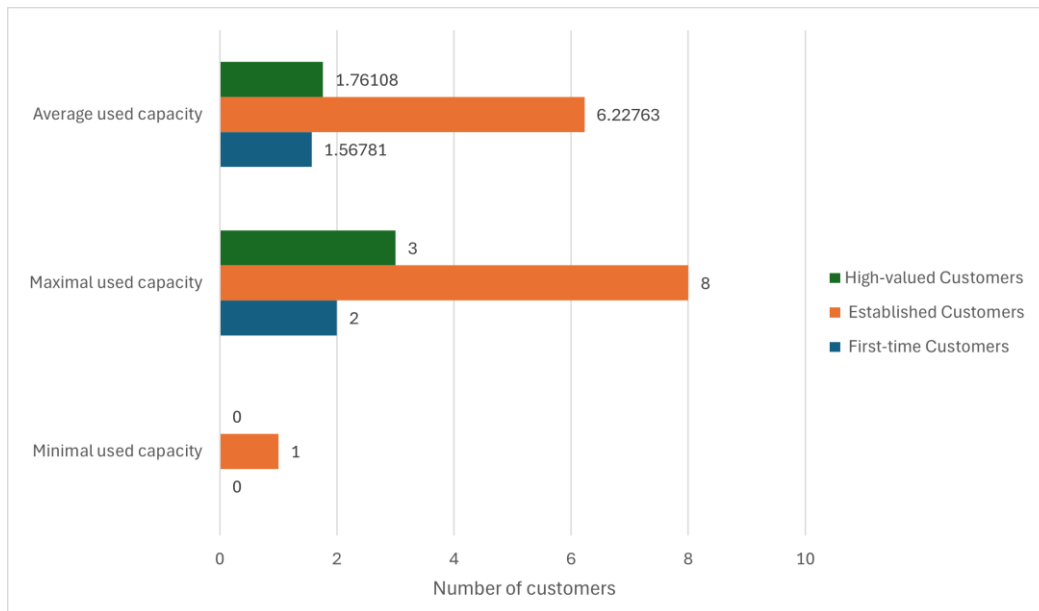
CALL_RATE: 1

LOW_EMPL_NUMBER: 2

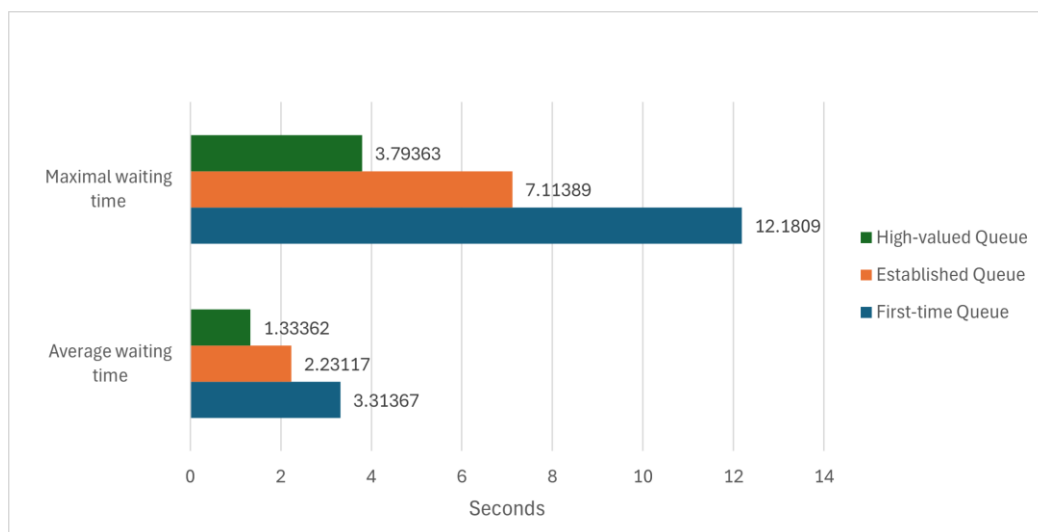
MID_EMPL_NUMBER: 8

HIGH_EMPL_NUMBER: 3

Výsledek:



Graf 4 Vytíženost zaměstnanců



Graf 5 čekací doby zákazníku

Z grafu 5 vidíme že čekací doba v pro „High-valued Customers“ se dramaticky snížila. Tedy zvýšení počtu zaměstnanců mělo předpokládaný efekt.

6.2. Závěr experimentu

V experimentu jsme zjistili, že model se chová, jak bychom předpokládali. Také bylo na experimentu vidět, jak by se dal náš program využít. A jak postupovat při hledání počtu zaměstnanců.

6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr

V rámci projektu vznikl nástroj pro simulaci call centra, a byl implementován v C++ s pomocí knihovny SIMLIB. Model umožňuje získat informace o potřebném počtu zaměstnanců k obslužení X zákazníků. Výsledky simulace se shodovaly s našimi předpoklady.

Literatura

[1] Cheng, Yu Chu. "Analysis of call center data." *Wharton Research Scholars Journal* (2004).

<https://core.ac.uk/download/pdf/76379597.pdf>

[2] Zeltyn, S., Mandelbaum, A. Call Centers with Impatient Customers: Many-Server Asymptotics of the $M/M/n + G$ Queue. *Queueing Syst* **51**, 361–402 (2005).

<https://doi.org/10.1007/s11134-005-3699-8>

[3] <https://vcc.live/call-center-kpis/average-talk-time/#>

[4] <http://perchta.fit.vutbr.cz:8000/vyuka-ims/uploads/1/IMS.pdf>