

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Model restaurace v období oběda

Dokumentácia k projektu do predmetu IMS

Brno 2016

Autori:

Marián Ďurčo(xdurco00),

Marcel Kiss(xkisss01)

1 Úvod

Táto práca popisuje riešenie návrhu a implementácie simulačného modelu([1] slide 9) pre reštauračné zariadenie v obobí obeda.

Hlavným účelom bolo vytvorenie validného([1] slide 37) simulačného modelu, pomocou ktorého by sme vedeli zistiť problematické a najmä najviac časovo náročné situácie pri staraní sa o zákazníka. Výsledky by mali pomôcť nájsť slabé miesta a navrhnúť riešenie k ich odstráneniu.

Pre vypracovanie tejto simulácie([1] slide 33) bolo potrebné porozumieť problematike týkajúcej sa tvorbe simulačného modelu, skúmanie a porozumenie reálneho systému a jeho následná abstrakcia.

1.1 Autori

Pri tvorbe spolupracovali ako hlavný tvorcovia Marcel Kiss spolu s Mariánom Ďurčom. Dáta, ktoré boli použité sú z reálneho pozorovania v reštauračnom zariadení. Informácie boli najmä čerpané z prednášok predmetu IMS a dokumentačných stránok knihovne SIMLIB[3]. Tieto a ostatné zdroje sú uvedené v závere tejto dokumentácie.

1.2 Overovanie validity modelu

Výstupom simulačných modelov sú rôzne štatistiky a dáta. Tie boli overované spolu s hodnotami získanými pri pozorovaní reálneho systému, ktoré bolo potrebné ešte abstrahovať. Ich porovnávaním sme následne overovali validitu([1] slide 7) simulačného modelu.

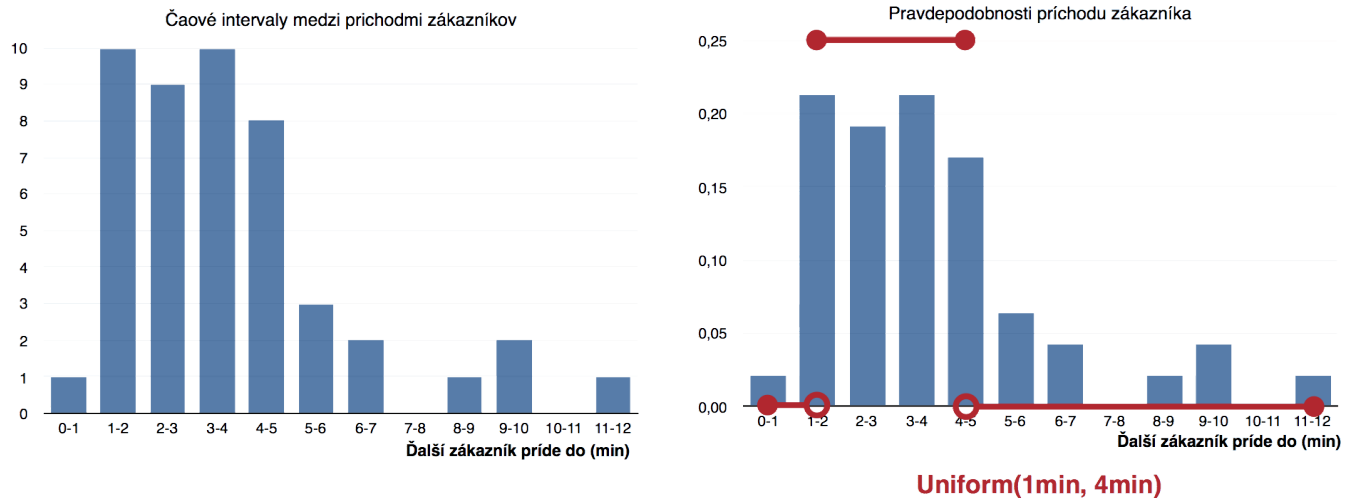
2 Rozbor témy

Sledovaný reštauračný systém bol skúmaný v období obeda, čiže počas najvyššej frekvencie príchodov a odchodov zákazníkov. Zameriavame sa na časy, čakanie a čakacie rady, ktoré sa v podniku vyskytujú a preto musíme zohľadniť každý drobný úkon a nesmie ostať bez časového trvania.

V reštaurácii sa vyskytuje jeden zamestnanec, ktorý má na starosti usádzanie prichádzajúcich ľudí k voľným stolom, prípadne rieši vopred zajednané rezervácie na konkrétne stoly v reštauračnom zariadení. Ten ak je voľný stôl vezme skupinku alebo jednotlivca, ktorý je na rade a odprevadí ho/ich až ku stolu následne sa vracia naspäť. V prípade, že nieje žiaden zo stolov voľný nerobí nič až kým sa ktorýkoľvek neuvoľní, aby mohol usadiť ďalších zákazníkov.

Keď sú zákazníci usadení, čašníci pokiaľ sú voľní, pristupujú ku stolom aby riešili zákazníkov v štyroch typoch úloh. Na začiatku prínos jedálneho lístka a objednanie pitia, dovezenie objednaného nápoja a objednanie jedla, prinesenie hotovej objednávky (všetkým naraz pri jednom stole) a nakoniec platba, upratanie stola a príprava pre ďalších zákazníkov. V rámci čakania na jedlo vykonáva prípravu objednávky kuchyňa, ktorá má kapacitu paralelného spracovania objednávok z jedného stola (kuchynské jednotky) to znamená, koľko objednávok dokážu kuchári a asistenti pripravovať naraz.

Počas pozorovania reálneho systému sme sledovali viacero faktorov, ako napríklad časové úseky ako často zákazníci prichádzali do reštaurácie, koľko tvalo čašníkovy zapísanie objednávky jej následná príprava a nakoniec koľko sa zákazník v reštaurácii zdržal. Tieto dáta sme vizualizovali, aby sme ich lepšie vedeli pochopiť.



Obrázok 1

Obrázok 1 popisuje prevod nameraných dát do rovnomerného rozloženia([1] slide 89-90) , ktoré je potom použité v simulácii pre generovanie zákazníkov.

2.1 Použité postupy

Najprv bolo potrebné sa zoznámiť s reálnym systémom, podľa ktorého bude vytváraný simulačný model. Buď použiť už existujúce štatistiky a dáta, ktoré sú voľne dostupné alebo si ich získať sám pozorovaním vybraného systému. Z dôvodu nemožnosti nájsť relevantné dáta, ktoré by vyhovovali pre simulovaný model boli dáta nakoniec získané pozorovaním reálneho systému. Doplnením o reálne namerané dáta sme spravili rozhovor s ľuďmi, ktorý v podobných podnikoch už boli a vyjadrili sa k, pre nás dôležitým, údajom o chode reštaurácii pre štatistické porovnanie s nameranými hodnotami.

Pre popis modelu je použitá petriho sieť[2]. Pre potrebu vykonávania experimentov, analýzy výsledkov a aj samotnú implementáciu simulačného modelu je použitý nástroj SIMLIB/C++.

2.2 Použité technológie

Pre tvorbu grafov a celkovú vizualizáciu nameraných hodnôt bol použitý program Matlab ktorý poskytuje interaktívne programové prostredie spolu s širokou škálou vizualizačných nástrojov. Pre lepšiu úpravu grafov bol použitý grafický program PhotoShop.

Simulačný nástroj SIMLIB/C++ je knižnica programovacieho jazyka C++. Keďže je tento nástroj voľne dostupný a širiteľný je pre tento projekt ideálny. Umožňuje rýchle vytvorenie funkčného simulačného modelu za použitia objektovo orientovaného paradigma. Ponúka nám širokú škálu modulov, ako pre samotnú simuláciu, ale aj vizualizáciu a tak isto analýzu simulovaných dát.

3 Abstraktný model

K tomu, aby sme mohli nejakým spôsobom simulovať reálny systém je potrebné pomocou dát a informácií, ktoré o tomto systéme máme a poznáme vytvoriť jeho abstraktný model([1] slide 43-43) . Ten sa vytvára z dôvodu zanedbania určitých skutočností, ktoré by nebolo možné modelovať ([1] slide 8) alebo by to bolo veľmi zložité, pričom ale musí byť zachovaná validita tohoto modelu.

Modely nám slúžia k objasneniu správania systému na základe určitých parametrov a vzťahov medzi nimi. Je možné týmto skúmať závislosti a v niektorých prípadoch predpovedať chovanie za určitých podmienok. Ďalej je možné nájsť faktory, na ktorých je celý modelovaný systém postavený. S týmito výsledkami je možné daný systém optimalizovať zvolením najvhodnejšej kombinácie parametrov a tým prispieť k lepšej odozve systému.

V tomto konkrétnom modeli je abstrahovaných niekoľko prípadov:

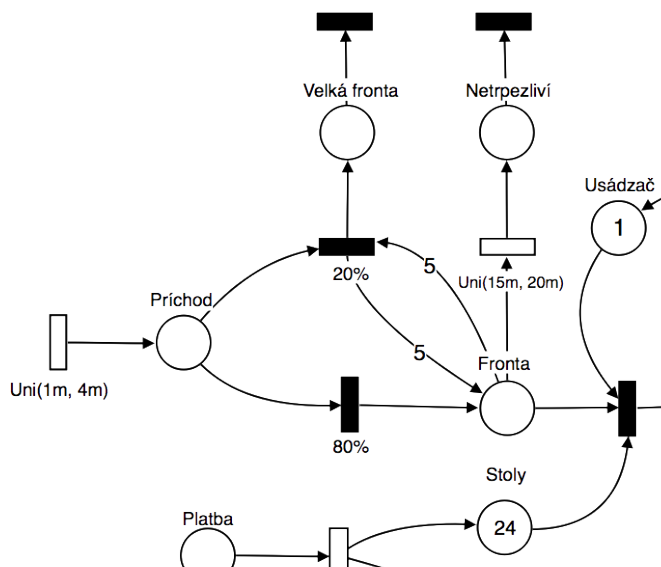
- čašníci vždy po vykonaní nejakej určitej činnosti (platby zákaníka, prinesenia jedla, menu, atď..) sa vždy vracajú na svoje počiatočné pomyselné stanovisko, teda je zanedbaná možnosť ísť napríklad od jedného stolu priamo k inému
- čašníci vykonávajú odpratávanie použitého riadu v rámci času presunu medzi stolom a pracoviskom
- počet kuchárov nieje definovaný, nie každý kuchár dokáže robiť každý druh objednávky, niektorý dokážu viac podobných objednávok naraz a dopomáhajú asistenti na jednoduché úkony (pripravovanie ingrediencií). Definovaný počet možných paralelných spracovaní objednávok v jednom okamihu, nezáleží koľko ľudí ich pripravuje
- presuvanie stolov je zanedbané alebo zakázané
- stôl môže obsadiť len jedna konkrétna skupinka ľudí nieje možné aby pri jednom stole sedeli dve a viac rôznych skupín
- rôzne nehody ako pokazenie objednávky na strane kuchyne alebo čašníka sú na rozmery a malé časové skreslenia zanedbané alebo zahrnuté

Keďže zohľadňujeme drobné úkony čašníkov, niektoré časové úseky sa prelínajú, až strácajú pri malých hodnotách, ktoré dokopy nemôžu byť zanedbatelné a preto sa berú ako celok.

Väčšina vyššie spomínaných abstrakcií ja v reálnom systéme vyskytnú v minime prípadov. Je potrebné sa uspokojiť s dobrým pomerom medzi použiteľnosťou a správnymi výsledkami simulácie. Velmi pravdepodobne sa stane, že výsledky, ktoré budú zistené pri simulácii nebudú presne odpovedať realite. Pričom základné chovanie modelu musí odpovedať príslušnému chovaniu v realite.

3.1 Spôsoby a formy vyjadrenia abstraktného modelu

Spôsobov na vyjadrenie modelu je niekoľko. Všetky modely sa odvíjajú od konceptuálneho ([1] slide 48). Ten prevažne slúži na objasnenie súvislostí a základné popísania systému. V tejto práci je použitý jeden z deklaratívnych modelov ([1] slide 49), ktorý sa odvíja od vyššie spomínaného konceptuálneho modelu a to konkrétne petriho sieť.



Obrázok 2

Na obrázku (2) je pomocou petriho siete vyjadrená situácia príchodu zákazníka do reštaurácie. Ak je v rade už aspoň 5 skupiniek ľudí tak 80% zákazníkov sa aj tak postaví do fronty a zvyšných 20% ihneď odchádza, inak sa normálne postaví do fronty. Ak zákazník čaká v fronte príliš dlho, tak odchádza. Zákazník, ktorý je vo fronte prvý čaká na usádzača, ktorý zákazníka usadí, ak je v reštaurácii nejaký voľný stôl.

4 Implementačný prístup

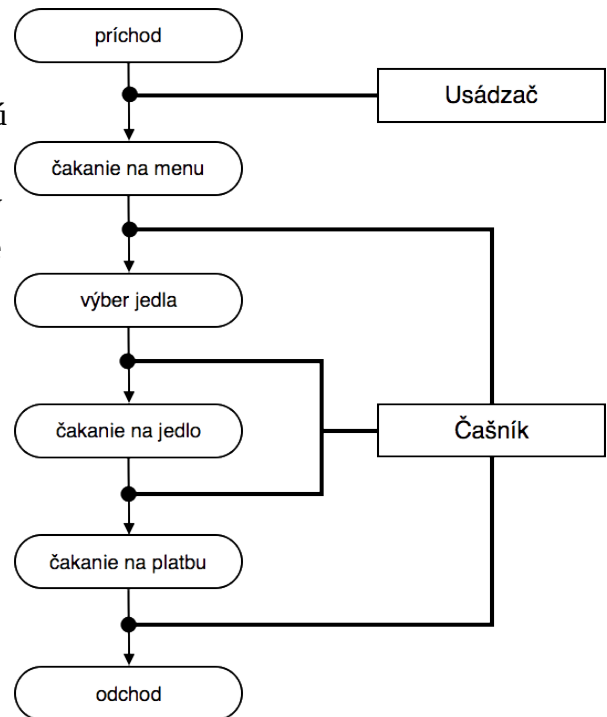
Implementácia vychádza definovaním začiatku a konca, celého a sledovaného časového úseku simulácie. Sledovaný časový úsek a celkový časový úsek sa líšia, pretože sledujeme špičku príchodov a do tohto času, sa stav obsadenosti reštaurácie mení a pri vstupe do sledovaného časového úseku je reštaurácia už plnom prúde.

Základná časová jednotka simulácie je sekunda a do systému sa generujú objekty v pravidelných intervaloch ako simulovanie príchodu zákazníkov do reštaurácie. Základným prvkom je trieda, proces, reprezentujúca skupinu ľudí, ktorá prichádza do systému. Tento proces si žiada synchronizáciu s čašníkami alebo usádzačom, s ktorými prejdú do ďalších fáz ako výber jedla, objednanie, usadenie, platba atd.

Pri návrhu procesu kuchyne, nás zaujíma výstup a to je kolko objednávok dokáže kuchyňa produkovať naraz. V kuchyni sa nachádzajú kuchári a asistenti, ktorí pomáhajú pripravovať ingrediencie a keďže kuchári optimalizujú prácu tým, že pripravujú spoločné časti objednávok súčasne, nedá sa jednoznačne určiť kto kolko a čo robí. Simulácia zjednodušuje kuchynský process a jeho výstup na kuchynské jednotky.

Reštaurácia je v počiatočnom stave prázdna. Reštaurácia otvára so špičkou, to znamená že príchod zákazníkov je od začiatku zhustený. Simulácia končí v čase konca obednejšej špičky, kedy zákazníci prichádzajú v menších intervaloch. V systéme avšak ľudia zostávajú, keďže reštaurácia sa ešte nezatvára. Od toho momentu by sa všetky fronty mali vybaviť a beh reštaurácie sa mierne spomalí. Počas dňa sa by sa konfigurácia zmenila, keďže sa zmení jedálniček a personál podľa fázy dňa (poobednašie jedlo, večera).

Obrázok (3) zobrazuje proces zákazníka v simulačnom modele. Sú na ňom zobrazené všetky udalosti, v ktorých sa nachádza. Pri každom prechode je možné vidieť, ktorý zamestnanec zákazníka obsluhuje a musí sa mu v tú dobu venovať či to už je usádzač alebo čašník.



Obrázok 3

5 Architektúra simulačného modelu

Všetky implementované objekty využívajú dedičnosť od tried knižnice SIMLIB/C++ (*Event*, *Process*). Celá architektúra simulačného modelu je postavená z pohľadu skupiny zákazníkov, ktorí sú vždy spolu a v modeli sa tvária ako jeden objekt *PeopleGroup*. Generátor vychádza z triedy *Event*, ktorý pravidelne v rovnomernom rozložení (*Uniform*) generuje skupiny zákazníkov počas doby celej simulácie. Process synchronizácie a definície špecifických hodnôt pre náš model je celý implementovaný v triede skupiny zákazníkov, pomocou generických, všeobecne využiteľných tried, ako pre asynchrónny process alebo asynchrónny odchod z objektu *Store*. Process zákazníkov sa synchronizuje so skladmi (*Store*) čašníkov, usádzačov a kuchynou.

Mapovanie abstraktného modelu na simulačný zoskupuje zákazníkov do skupiny, zjednodušuje kuchárov a asistentov kuchyne do kuchynských jednotiek a priemeruje alebo zanedbáva úkony čašníkov v dôsledku neefektivity návrhu, komplikácií alebo vzniku extrémnych nepresností.

6 Simulačné experimenty

Experimenty tvoria zmysel simulácií. Pomocou nich je možné lepšie spoznať abstraktný model a cez neho aj samotný systém. Je nespočetné množstvo variánt, s ktorými je možné robiť experimenty. Výsledky nám môžu nielen pomôcť lepšie pochopiť systém, ktorý modelujeme ale aj pomôcť nájsť prípadné chyby alebo napomôcť k optimalizácii a to zvolením najlepších parametrov simulácie. Táto optimalizácia potom môže byť aplikovaná na reálny systém. Pričom z dôvodu abstrakcií nieje zaručené že to bude fungovať podľa očakávaní.

V tomto konkrétnom simulačnom modeli sa hlavne zameriavame na správanie systému v rôznych kritických situáciách za účelom nájsť slabý článok. Prípadne zistiť aký je optimálny počet zamestnancov na to aby zákazníci nečakali veľmi dlho či už v rade alebo na čašníka a zároveň zamestnávateľ nemusel zamestnávať zbytočne veľa pracovnej sily. Aby sme vedeli experimentovať s modelom, museli sme ho mierne prispôbiť, aby sme dokázali modifikovať a získať požadované dáta bez veľkého zásahu do implementácie.

Skúmané experimenty:

- a) zdvojnásobenie frekvencie príchodov zákazníkov
- b) odchod alebo neprítomnosť dvoch čašníkov
- c) nešikovný kuchár, zdvojnásobenie času prípravy jedál
- d) zmenšenie počtu prichádzajúcich zákazníkov a zistenie optimálneho počtu pracujúcich zamestnancov

6.1 Cieľ a postup experimentovania

- a) cieľom tohoto experimentu bolo zistiť že či pri väčšej frekvencii príchodov zákazníkov budú pracovníci schopní stíhať sa o všetkých postarať bez výraznejších časových problémov a bez tvorenia veľkých frónt.

Pre vykonanie tohoto experimentu sme zvolili o dvakrát menšiu dobu pre generovanie nových zákazníkov. Pre otestovanie zamestnancov bolo potreba zvýšiť taktiež počet stolov, keďže sa všetky veľmi rýchlo zaplnili a čakalo sa, kým zákazníci dojedia, tým sa tvorila veľká fronta pred reštauráciou.

- b) zmyslom experimentu bolo zistiť, ako by vyzerala situácia, ak by dvaja z troch čašníkov z nejakých dôvodov odišli alebo neprišli do práce a či by jeden čašník stíhal obsluhovať všetkých zákazníkov sám.

Vykonanie experimentu nebolo obtiažne stačilo len zmeniť počet čašníkov a následné pozorovanie

- c) tento experiment skúmal správanie reštaurácie s nešikovným kuchárom. Cieľ bol zistiť ako veľmi táto skutočnosť ovplyvní beh reštaurácie, či to bude mať veľký alebo takmer nepostrádateľný dopad na rýchlosť pri obsluhu zákazníka.

Pre vykonanie neboli potrebné žiadne veľké zmeny v simulačnom modeli až na zvýšenie času pre prípravu jedál.

- d) za cieľ bolo pri zníženej frekvencii príchodov zákazníkov zistiť aký je optimálny počet pracujúcich zákazníkov pri porovnaní s základným stavom pričom chod reštaurácie nebol radikálne ovplyvnený. Týmto možno aj zaistiť, aby nebolo potrebné platiť príliš veľa ľudí a tým znížiť náklady reštaurácie.

Najprv bola reštaurácia skúmaná s normálnym počtom zamestnancov, ale už s zníženou frekvenciou príchodu zákazníkov. Postupne boli znižované pracovné sily na rôznych pozíciách až dovtedy kým sa v reštaurácii nezačali tvoriť fronty a zákazníci nezačali príliš dlho čakať.

6.2 Popis jednotlivých experimentov

6.2.1 Normálny stav

Počet usádzačov	1
Počet čašníkov	3
Počet stolov	24
Počet kuchynských jednotiek	6

TabuľkaVstupov 1

Maximálny čas strávený v reštaurácii	87.98 min.
Maximálny čas čakania vo fronte	8.93 min.
Maximálny čas čakania na personál	1.58 min.
Maximálny čas čakania na objednávku	33.97 min.
Počet odchodov z nespokojnosti	0.00%

TabuľkaVýsledkov 1

V TabuľkaVstupov 1 popisuje vstupné parametre pre základnú simuláciu.

Z TabuľkaVýsledkov 1 vidíme že sa nenaskytujú žiadne odchody zákazníkov z nespokojnosti tj. ak je fronta pred reštauráciou príliš veľká alebo čakajú vo fronte príliš dlhú dobu.

6.2.2 Zdvojnásobenie počtu prichádzajúcich zákazníkov

Počet usádzačov	1
Počet čašníkov	3
Počet stolov	48
Počet kuchynských jednotiek	6

Tabuľka Vstupov 2

Maximálny čas strávený v reštaurácii	152.10 min.
Maximálny čas čakania vo fronte	19.92 min.
Maximálny čas čakania na perosnál	1.55 min.
Maximálny čas čakania na objednávku	82.22 min.
Počet odchodov z nespokojnosti	48.89%

Tabuľka Výsledkov 2

Pri zdvojnásobení frekvencie príchodu zákazníkov, výrazne ako najslabším článkom prevádzky bola kuchyňa. Čas čakania na jedlo sa ku záveru špičky zdvojnásobil kôli nedostatočnej rýchlosti kuchyne. Stoly sa zaplňali ale ľudia neodchádzali, tým sa vytvárala fronta pred reštauráciou čo viedlo k odchodu okolo 48% zákazníkov. Počet čašníkov je dostatočný aj pri takýchto extrémnych prípadoch.

6.2.3 Odchod alebo neprítomnosť dvoch čašníkov

Počet usádzačov	1
Počet čašníkov	1
Počet stolov	24
Počet kuchynských jednotiek	6

Tabuľka Vstupov 3

Maximálny čas strávený v reštaurácii	99.49 min.
Maximálny čas čakania vo fronte	19.86 min.
Maximálny čas čakania na perosnál	36.24 min.
Maximálny čas čakania na objednávku	22.03 min.
Počet odchodov z nespokojnosti	46.38%

Tabuľka Výsledkov 3

Po odstránení dvoch čašníkov (z celkových 3), reštaurácia nestíhala vybavovať zákazníkov. Jeden čašník na špičku obeda očividne nestačí, čakacie doby na personál sa zvýšili z 2min. na takmer 50min., čo viedlo k fronte pred reštauráciou a následný odchod 46% zákazníkov.

6.2.4 Nešikovný kuchár

Počet usádzačov	1
Počet čašníkov	3
Počet stolov	24
Počet kuchynských jednotiek	6

Tabuľka Vstupov 4

Maximálny čas strávený v reštaurácii	152.76 min.
Maximálny čas čakania vo fronte	19.91 min.
Maximálny čas čakania na personál	0.97 min.
Maximálny čas čakania na objednávku	100.14 min.
Počet odchodov z nespokojnosti	48.53%

Tabuľka Výsledkov 4

Spomalenie práce v kuchyni by spôsobilo zväčšenie čakacej fronty na jedlo, čím sa predĺži čas strávený v podniku a neuvolnenie stolov pre ostatných zákazníkov. Z vytvorenej fronty kôli nedostatku miesta odišlo okolo 48% zákazníkov. Čas strávený klientmi v reštaurácii sa výrazne zvýši, celkový dojem od zákazníkov nie je veľmi pozitívny. Kuchár, jeho rýchlosť a šikovnosť, ako vypláva z porovnávaní, je dôležitým faktorom na beh reštaurácie.

6.2.5 Optimalizácia počtu zamestnancov

Počet usádzačov	1
Počet čašníkov	1
Počet stolov	24
Počet kuchynských jednotiek	3

Tabuľka Vstupov 5

Maximálny čas strávený v reštaurácii	70.94 min.
Maximálny čas čakania vo fronte	0.00 min.
Maximálny čas čakania na personál	5.78 min.
Maximálny čas čakania na objednávku	27.88 min.
Počet odchodov z nespokojnosti	0.00%

Tabuľka Výsledkov 5

Pri zredukovaní zákazníkov o polovicu, sme odstránili 2 čašníkov a 3 kuchárske jednoty tak, aby to nemalo následky na spokojnosť a beh reštaurácie. V dňoch menšej návštevnosti by nemusela reštaurácia platiť redundantných zamestnancov a tak ušetriť náklady.

6.3 Záver z experimentov

Z experimentov sme zistili možné stavy, do ktorých by sa reštaurácia priblížila za určitých podmienok. Simulácia v normálnom stave vychádza z bežného dňa a pri nečakanej situácii, ako sviatky alebo iné voľné dni, by mohla čeliť zisteným problémom. Experimenty majú odchýlku od reality a hodnoty v reálnom systéme by sa líšili. Simulačný model nieje dokonalý a neodráža realitu v dôsledku zanedbania alebo neobsiahnutia niekoľkých známych situácií ako čašníkova nehoda, rozbitie tanierov, reklamácia jedla, náhly odchod zákazníka počas čakania, netrepezlivosť na objednané jedlo, chýbajúce alebo pokazené ingrediencie v kuchyni atď.

Normálny stav reštaurácie s východnou konfiguráciou je podľa experimentov v ideálnom rozmedzí medzi redundanciou a stratou. Keď modifikujeme konfiguráciu do väčšieho nátlaku, reštaurácia nestíha, zákazníci začínajú odchádzať z nespokojnosti a v opačnom prípade nieje dostatok roboty pre všetkých a sú redundantní zamestnanci.

7 Záver

Skúmané experimenty boli úspešné vzhľadom na to že sme zistili slabý článok v simulačnom modeli, ktorým je kuchyňa. Aj keď sa to prejaví, len vo výnimočných situáciách, toto zistenie je možné riešiť zavolaním si akejsi posily do kuchyne v rušných dňoch alebo časoch.

Aj keď nám výsledky z pozorovania normálneho stavu hovoria, že v simulačnom modeli neboli viac menej žiadne problémy, netvorili sa rady a zákazníci boli vybavovaní rýchlo v reálnom systéme by to nemuselo byť presne tak. Tým, že boli zanedbané viaceré poznatky ktoré sa pravidelne v realite stávajú, aj keď nie veľmi často dokážu chovanie systému veľmi ovplyvniť.

Simulačná aplikácia je schopná nasimulovať, beh okresanej verzie abstraktného modelu. Jej návrh sa dá však rozširovať, aby boli výsledky presnejšie a predpoklad výsledkov bližší k realite prípadne je možné ju rozšíriť na pozorovanie viacerých faktorov ako napríklad aj penážny zisk, pomocou ktorého by mohli vlastníci reštaurácií podľa výsledkov maximalizovať svoje výnosy.

Zdroje

- [1] PERINGER, Petr. *Prezentácia z predmetu IMS*. Brno: FIT VUT, 2016 online:
<https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
- [2] REISIG, W. *Petri nets*. Berlin: Springer, 1985, 161 s. ISBN 3-540-13723-8.
- [3] PERINGER, Petr. MARTINEK, David. LESKA, David. *SIMLIB 3.02*. dokumentácia
dostupná online: <http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/doc/html/>

Príloha A

Petriho siet'

