

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Modelování a simulace – Projekt
SHO v logistice

1 Úvod

1.1 Téma

Projekt rieši modelovanie [1] (s. 8) a simuláciu [1] (s. 8) tzv. systému hromadnej obsluhy [1] (s. 136) (ďalej len "SHO") v oblasti logistiky. Za riešený SHO bol vybraný logistický systém prijímania a vybavovania objednávok v reštaurácii Pizza23 v meste Nové Zámky (SR).

Systém rieši prijímanie objednávok, prípravu jedla, balenie objednávok a následnú dopravu zákazníčkovi.

1.2 Zdroje informácií

Hlavnými zdrojmi pre obsah SHO boli informácie od zamestnancov danej pobočky podniku Pizza23. Zdrojmi informácií pre implementačné riešenie boli výukové materiály predmetu Modelování a simulace (VUT FIT v Brně) a dokumentácia knižnice SIMLIB.

1.3 Validita informácií

Informácie boli získané od zamestnancov reštaurácie, avšak vzhľadom na dĺžku praxe opýtaných zamestnancov a stálosť časových údajov systému sa tieto informácie dajú považovať za dôveryhodné a použiteľné pre model systému.

1.4 Validita modelu

Údaje získané pomocou experimentov vykonaných nad vytvoreným modelom vo veľkej miere odpovedajú aktuálnemu stavu skúmaného systému, to znamená, že vytvorený model môžeme považovať za validný - spĺňa validitu modelu [1] (s. 37).

2 Koncepcia modelu

2.1 Parametre

Medzi sledované parametre systému, ktoré budeme sledovať v experimentoch patria : počet kuchárov, počet rozvozárov, trvanie prípravy jedla a trvanie dopravy online objednávky.

2.2 Petriho sieť modelu

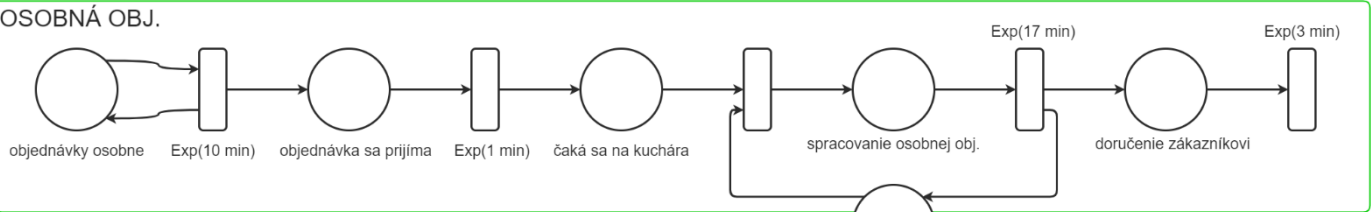
Petriho sieť modelu popisuje proces objednávky. pričom pobočka má systém pre osobné a systém pre online objednávky. Tieto dva sú modelované ako samostatné procesy.

Časť *osobná obj.* popisuje proces objednávky objednanej priamo v reštaurácii. Táto objednávka zahŕňa prijatie čašníkom, prípravu jedla a následné servírovanie zákazníkovi.

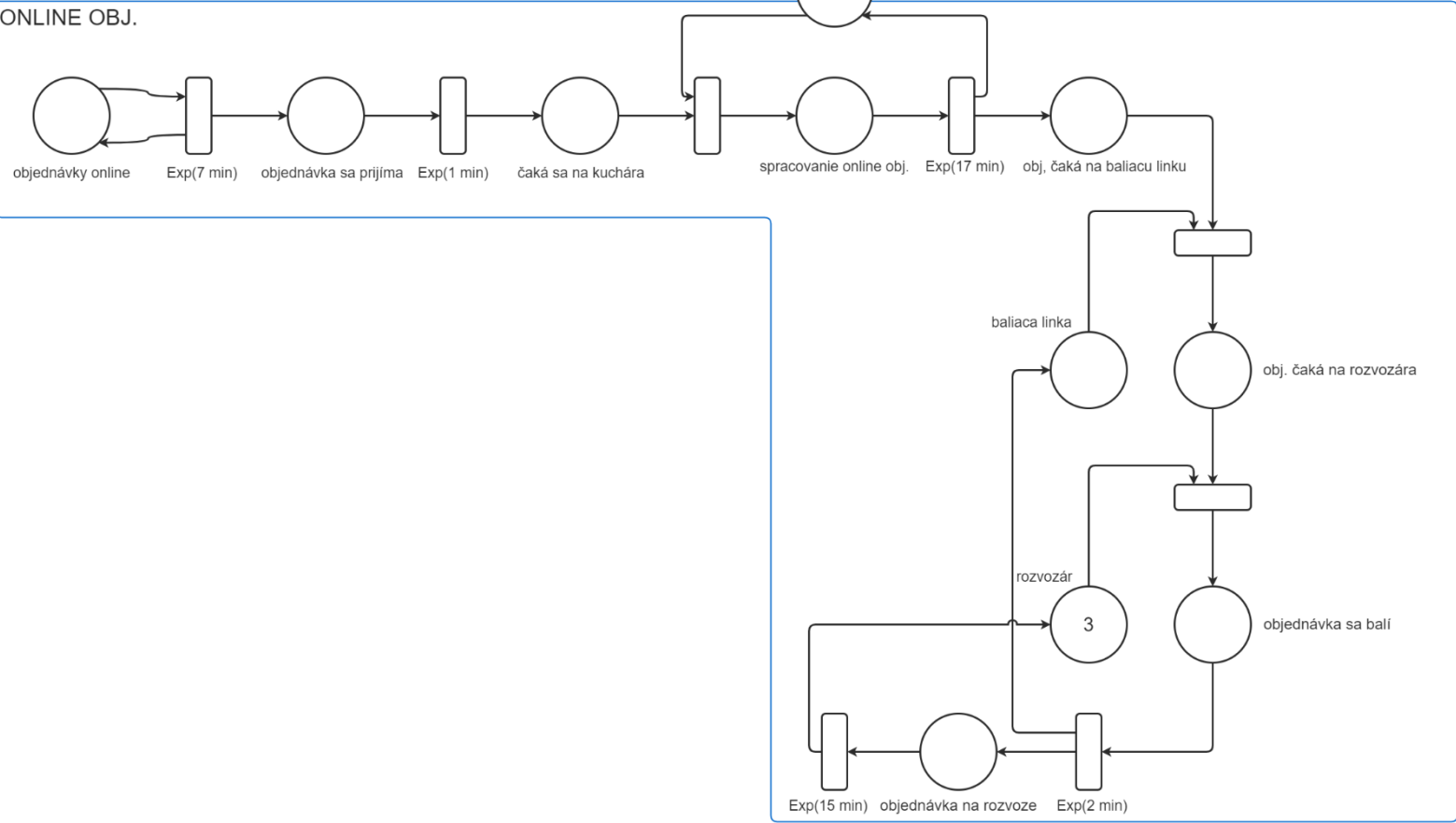
Časť *online obj.* popisuje objednávku prijatú cez webovú stránku reštaurácie. Od osobnej sa odlišuje nutnosťou zabalenia jedla, kvôli jeho udržaniu počas prepravy a dopravou objednávky na určené miesto.

Obidva procesy zdieľajú spoločnú časť modelu, ktorou sú samotní kuchári, keďže jedlo je pripravované na jednom mieste (v kuchyni).

OSOBNÁ OBJ.



ONLINE OBJ.



3 Simulačný model

3.1 Prevod na simulačný model

Prevod na simulačný model [1] (s. 44) bol vykonaný pomocou najnovšej verzie SIMLIB-u [2] v jazyku C++. Simulačný model je obsiahnutý v súbore `ims.cpp`.

Program sa dá spustiť :

- v základnom režime (so zistenými hodnotami) ako : `make run`
- s nastavením počtu kuchárov : napr. `./ims -k 8`
- s nastavením počtu rozvozárov : napr. `./ims -r 9`
- s nastavením doby prípravy jedla : napr. `./ims -j 15`
- s nastavením doby dopravy jedla : napr. `./ims -d 20`
- s nastavením časového rozostupu osobných obj. : napr. `./ims -a 10`
- s nastavením časového rozostupu online obj. : napr. `./ims -b 7`

Parametre sa dajú ľubovoľne kombinovať.

3.2 Popis implementovaného modelu

Model obsahuje dva procesy: `OsobnaObjednavka` a `OnlineObjednavka`. Kuchári a rozvozári (čiže pracovníci) sú navrhnutí cez tzv. `Store()`, pričom kapacita každého `Store()` predstavuje počet pracovníkov a je možné ju meniť cez parametre programu. Obslužná baliaca linka je implementovaná ako `Facility BaliacaLinka`.

Procesy sa generujú v určitých intervaloch. Jeden vygenerovaný proces označuje 1 objednávku, avšak 1 objednávka sa nerovná 1 jedlu, ale celému zoznamu objednaného jedla z danej objednávky. (Kuchár, ktorý si danú objednávku berie, ju väčšinou pripravuje naraz.)

Metóda `Behavior()` v oboch procesoch implementuje ich chovanie, teda činnosti, ktoré vykonávajú. Využívajú sa funkcie `Enter()` a `Leave()`, ktoré popisujú zaberanie a uvoľňovanie kuchárov alebo rozvozárov. Pre obslužnú linku sa za tým istým účelom využívajú metódy `Seize()` a `Release()`.

Všetky časové údaje sú obsiahnuté v definovaných premenných a sú implementované s exponenciálnym [1] (s. 91) rozdelením. Tieto časové údaje sú využívané v metóde `Wait()`, ktorá je použitá na označenie doby vykonávania určitej činnosti, alebo pri časovom rozstupe generovaných procesov v modeli.

4 Simulácie

4.1 Popis experimentov

Pred návrhom experimentov sme simulovali chod systému so skutočnými získanými údajmi a sledovali sme jednotlivé prvky systému a ich chovanie. Medzi sledované údaje patrí hlavne vyťaženie pracovníkov, t.j. ako stíhajú spracovávať objednávky v jednotlivých miestach systému a tiež vyťaženie baliacej linky.

4.2 Motivácia experimentov

V realite je skúmaný systém funkčný, ale vzhľadom na momentálnu ekonomickú situáciu sa reštaurácia snaží ušetriť finančné prostriedky vo všetkých bodoch systému. Vlastnosti ako cena jedál, alebo výplata pracovníkov v tomto modeli skúmať nebudeme, ale je možné pracovať so zmenou počtu zamestnancov.

Vzhľadom na to, že znižovanie počtu zamestnancov na úplné prijateľné minimum je bežná praktika vo viacerých firmách, tak môžeme zistiť, či je v skúmanom systéme možné vykonávať tieto zmeny (a v akej miere).

4.3 Postupy experimentov

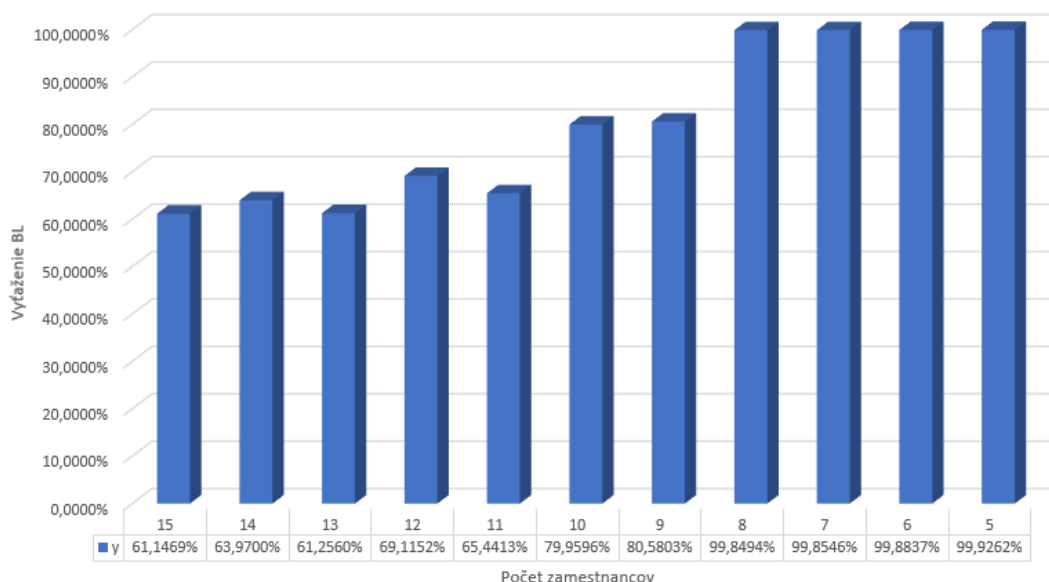
4.3.1 Experiment 1

Príkaz: `./ims -k K`, pričom $K \in \langle 3, 6 \rangle$, $K \in \mathbb{Z}$

V prvom experimente upravujeme hodnotu počtu kuchárov a to postupným znižovaním z reálnej hodnoty. Sledujeme hlavne čakanie objednávok na prevzatie ľubovoľným kuchárom.

Zisťujeme, že.

- Objednávky sú bez čakania vo fronte do hodnoty 4 kuchári.
- Na hodnote 3 a nižšie nastáva čakanie vo fronte.



Obr. 1: Experiment 1

Vzhľadom na získané údaje sme zistili, že je možné znížiť počet kuchárov na 4 bez predĺženia čakania na objednávku, ale pokiaľ je reštaurácia ochotná zvýšiť čakanie, aj napriek možnej nespokojnosti zákazníkov, tak je možné znížiť počet na menšiu hodnotu, pričom hodnoty čakania sú uvedené v grafe 1

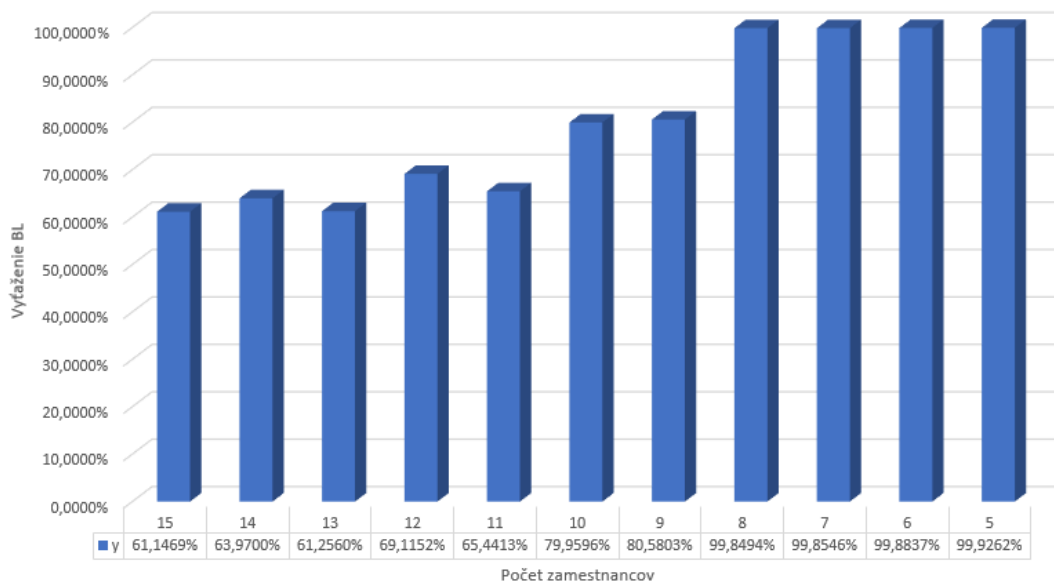
4.3.2 Experiment 2

Príkaz: `./ims -r R`, pričom $R \in \langle 3, 6 \rangle$, $R \in \mathbb{Z}$

V druhom experimente upravujeme hodnotu počtu rozvozárov a to postupným znižovaním z reálnej hodnoty. Sledujeme čakanie pripravených objednávok na zabalenie a následnú dopravu k zákazníkovi.

Zisťujeme, že.

- Objednávky sú bez čakania vo fronte do hodnoty 5 rozvozárov.
- Na hodnote 4 a nižšie sa čakanie postupne zvyšuje.



Obr. 2: Experiment 2

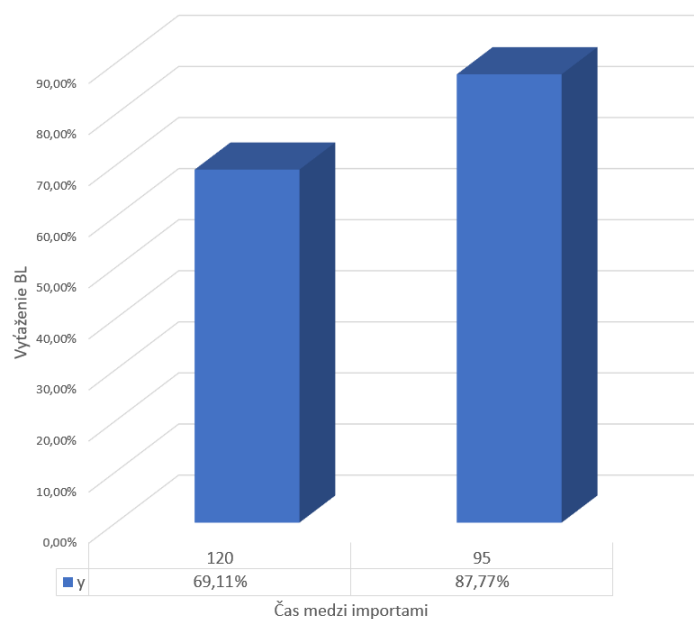
Vzhľadom na získané údaje sme zistili, že aj počet rozvozárov je možné znížiť na 4 bez predĺženia čakania na objednávku. Avšak znovu je možné tento počet znížiť na menšiu hodnotu, čo však znamená znížený štandard služieb pre zákazníka.

4.3.3 Experiment 3

Príkaz `./ims -a A -b B`, pričom $A = 8$, $B = 6$

V treťom experimente testujeme chovanie systému počas kritických období, napr. začiatok zimného obdobia, kedy je záťaž systému o niečo vyššia.

Zvýšenie záťaže sa dá jednoducho napodobniť zvýšením frekvencie generovaných objednávok. Pre experiment znížime časový rozstup osobných objednávok na 8 min. a online objednávok na 6 min.



Obr. 3: Experiment 3

todo

5 Záver

Základná verzia systému, ktorá používa reálne získané hodnoty bola schopná vykonať simulácie s výsledkami blízкими realite. V experimentoch sa nám podarilo potvrdiť myšlienku ohľadom nadbytočného množstva pracovníkov ale nie ohľadom nadbytočného množstva kamiónov v systéme a následne sme na základe druhého experimentu načrtli smer riešenia tohto problému. Tretí experiment sa podarilo simulovať úspešne, avšak jeho výsledky nepotvrdili naše očakávania a predpoklady, ale po ďalšej úvahe nad experimentom to mohlo byť spôsobené chybnými predpokladmi a nie chybou v systéme.

Literatúra

- [1] Peringer P., Hrubý M., *Modelování a simulace*, 2021
<http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
- [2] Peringer P., *SIMulation LIBrary for C++*, 1991
<http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/.cs>