

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Analýza provozu ve společnosti Cinestar, s. r. o.**

**Romana Brůčková**

© 2015 ČZU v Praze

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Brůčková Romana

Provoz a ekonomika

Název práce

**Analýza provozu ve společnosti Cinestar, s.r.o.**

Anglický název

**Queuing system analysis in Cinestar Inc.**

---

## **Cíle práce**

Cílem této práce je vyhodnotit současný stav obsluhy zákazníků multikina Cinestar, s.r.o. Navrhnout řešení, které by přispělo k lepšímu a rychlejšímu odbavování zákazníků na pokladnách multikina.

## **Metodika**

Tato práce má dvě části – teoretickou a praktickou. Teoretická část bude zpracovávána nastudováním odborné literatury a internetových zdrojů. V praktické části budou vyhodnocována a interpretována získaná data.

## **Harmonogram zpracování**

5/2014-2/2015 – studium odborné literatury, zpracování teoretické části

6/2014 – 11/2014 – zpracovávání praktické části

12/2014 – cíl, metodika a závěr práce

3/ 2015 – odevzdání práce

**Rozsah textové části**

30 - 40 stran

**Klíčová slova**

Intenzita vstupu, intenzita výstupu, kanál obsluhy, intenzita provozu, doba čekání ve frontě

---

**Doporučené zdroje informací**

DŮMEOVÁ, L.; BERÁNKOVÁ, M. Systémy hromadně obsluhy I. 1. vydání, 2004. ISBN 80-213-1193-2

LUKÁŠ, L. Pravděpodobnostní modely v managementu: Markovy řetězce a systémy hromadně obsluhy. 1. vydání Praha: Academia, 2009. 136 s. ISBN 978-80-200-1704-8.

JABLOŇSKÝ, J. Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-42-8

HUŠEK, R.; MAŇAS, M. Matematické modely v ekonomii. Praha: SPN, 1989. 402 s. ISBN 80-03-00098-x.

---

**Vedoucí práce**

Houška Milan, doc. Ing., Ph.D.

**Konzultant práce**

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

**Termín odevzdání**

březen 2015

---

Elektronicky schváleno dne 20.10.2014

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10.11.2014

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan fakulty

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza provozu ve společnosti Cinestar, s. r.o." jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16. 3. 2015

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultace při zpracování práce.

# Analýza provozu ve společnosti Cinestar, s. r. o.

---

## Queuing system analysis in Cinestar Inc.

### Souhrn

Tato práce je zaměřena na teorii hromadné obsluhy, jsou zde popsány základní charakteristiky, základní modely a vztahy mezi nimi. Cílem této práce je analyzovat současný stav systému v multikině Cinestar, s. r. o., konkrétně na pražské pobočce na Andělu. Dále pak vybrat vhodnou četnost nabízení doplňkového prodeje tak, aby se netvořily dlouhé fronty a naopak, aby na pracovišti nebyli zaměstnanci, co nemají práci.

V této práci jsou dvě části. V teoretické části je podrobně popsána problematika systému hromadné obsluhy, základní charakteristiky a modely, které se zde vyskytují. V praktické části jsou pak tyto poznatky využity na konkrétní reálné modelové situaci. Na základě veškerých výpočtů jsou pak navržena řešení, která by v situaci byla nejlepší.

V závěru práce jsou navržena řešení, která by mohla pozitivně ovlivnit obsluhu a spokojenost zákazníků.

### Summary

This bachelor thesis is focused on a queuing theory. It describes basic characteristics, and elementary models together with relationships between them. The main aim of this work is to analyse the current situation in multiplex cinema Cinestar Inc., especially the division on Anděl in Prague. Moreover, it aims to choose the convenient frequency of secondary offering in order to avoid either long queues or employees being idle.

The thesis is separated into two parts. The theoretical part describes the phenomenon of a queuing theory, basic characteristics, and related models. In the practical part the obtained data is applied to create a concrete situation model. On the basis of all the calculations, it also suggests the most suitable resolution for the current situation.

Finally, resolutions which might have a positive impact on the service and customers' satisfaction has been suggested in the conclusion.

**Klíčová slova:** intenzita provozu, intenzita obsluhy, intenzita vstupu, kanály obsluhy, vstupní požadavky, režim fronty, doba čekání ve frontě, čekací prostor, systém

**Keywords:** traffic intensity, intensity of service, arrival rate, channel operator, entry requirements, queue mode, queuing time, waiting area, system

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl a metodika práce .....	10
3	Literární rešerše .....	11
3.1	Základní pojmy teorie hromadné obsluhy .....	12
3.1.1	Zdroj požadavků .....	12
3.1.2	Příchod požadavků do systému.....	13
3.1.3	Doba trvání obsluhy.....	14
3.1.4	Síť obslužných linek .....	14
3.1.5	Čekací prostor .....	16
3.1.6	Režim fronty .....	17
3.1.7	Chování ve frontě.....	17
3.2	Klasifikace systému hromadné obsluhy .....	18
3.3	Výstup z obsluhy .....	19
3.4	Základní proměnné systému hromadné obsluhy .....	19
3.5	Typy modelů hromadné obsluhy .....	21
3.6	Charakteristika rozdělení .....	21
3.6.1	Poissonovo rozdělení .....	21
3.6.2	Exponenciální rozdělení .....	22
3.6.3	Erlangovo rozdělení .....	22
3.7	Model M/M/1 .....	23
3.8	Model M/M/c.....	24
3.9	Optimalizace nákladů .....	25
4	Vlastní práce .....	27
4.1	Modelová situace .....	28
4.2	Vstupní data .....	29
4.3	Doba obsluhy .....	29
4.4	Doplňkový prodej .....	30
4.5	Analýza scénářů.....	31
4.5.1	Pondělí .....	32
4.5.2	Úterý .....	36
4.5.3	Středa .....	38
4.5.4	Čtvrtek .....	39
4.5.5	Pátek.....	41
4.5.6	Sobota .....	42
4.5.7	Neděle .....	44
5	Zhodnocení výsledků.....	47
6	Závěr .....	48
7	Seznam použitých zdrojů.....	49
8	Seznam obrázků, grafů a tabulek .....	51
9	Přílohy.....	52



# 1 Úvod

Se systémy hromadné obsluhy se setkává denně každý z nás. Tyto modely jsou využívány pro uspokojení lidí, kteří mají určité požadavky. V systému hromadné obsluhy se nachází kanály obsluhy, které obsluhují vstupující požadavky (tedy lidi). Kanály obsluhy jsou většinou v omezeném počtu, takže by jich mělo být optimální množství, které obsluhu zvládne. V případě, že je v systému více požadavků než kanálů obsluhy, začne se tvořit fronta. Vstupující požadavek si může do fronty stoupnout, anebo odejít pryč, protože není ochoten na obsluhu ve frontě počkat. V některých systémech se tvoří i více front, a pokud všechny kanály obsluhy nabízejí homogenní obsluhu, tak v tom případě záleží na požadavku, jakou frontu si vybere. Stoupnout si může do fronty nejbližší, anebo do té nejkrajší, u které doufá v nejkrajší čekací dobu a brzké obsloužení. Jestliže by příchod požadavků byl dlouhodobě vyšší než počet kanálů obsluhy, tak by fronta rostla nade všechny meze a systém by se přehltl. Vstupy požadavků jsou náhodné, a pokud jich v krátkém časovém intervalu přijde hodně tak se tvoří fronta.

Jeden z nejčastějších případů systému hromadné obsluhy je například samoobsluha, kam vstupujeme za účelem nákupu a u pokladny si mnohdy musíme vystát frontu, protože v samoobsluze je více zákazníků než pokladních, které nás obsluhují. Dále se s hromadnou obsluhou setkáváme u lékaře, čerpacích stanic nebo třeba na úřadech. S těmito systémy se můžeme setkat i ve výrobní sféře, kde mohou výrobní linky čekat na opravu od mechanika, který je zde kanálem obsluhy. Pokud se například porouchá na výrobní lince jeden stroj, tak je důležitá jeho rychlá oprava, aby vše mohlo dále a bez problémů fungovat.

Mezi systémy hromadné obsluhy patří i obsluha v multikině. Požadavky sem vstupují za účelem shlédnout film, ale nejdříve si na pokladnách musí koupit lístek. Jsou situace, kdy kanály obsluhy nejsou vytížené, takže požadavek nemusí čekat, ale spíše se setkáme se situací, kdy se tvoří fronta. Fronty se tvoří, pokud do čekacího prostoru přijde více zákazníků, než je obsazených pokladen. Většinou se tvoří jen jedna fronta, ale pokud jsou zmatení z ostatních návštěvníků, kteří nevědí kam si stoupnout, tak se může i stát, že u každého obslužného místa je fronta a pak může nastat situace, že zákazník co přišel později než jiný, může být obsloužen dříve a pak mohou mezi zákazníky vznikat konflikty.

## 2 Cíl a metodika práce

Cílem této práce je vyřešit problém s nabízením doplňkového prodeje v multikině Cinestar, s. r. o., konkrétně na pražské pobočce na Andělu. Provést analýzu aktuálního stavu a aplikovat na něj různé četnosti nabídky a dále pak vybrat četnost nabízení, která je vzhledem k vytíženosti obsluhy nejideálnější. Nabízení zákazníkům se projeví ve změně doby obsluhy. Pomocí interních dat od společnosti je možné zjistit návštěvnost kina a poté zjistit kolik zákazníků je potřeba obsloužit a jestli se při takovém provozu zvládne nabízet. Data byla poskytnuta vedením společnosti a jsou za období červenec 2014.

Tato práce se skládá ze dvou částí. V teoretické části je popsána problematika systémů hromadné obsluhy, základní charakteristiky, jednotlivé modely a vztahy mezi nimi.

V praktické části je podrobně zkoumán reálný problém modelu hromadné obsluhy. Ze získaných dat od společnosti, je možné zjistit počet návštěvníků, které bude potřeba na pokladně obsloužit. Z těchto údajů lze pomocí vzorečků uvedených v teoretické části vypočítat základní charakteristiky daného systému. Celý den je rozdělen do časových intervalů, jelikož návštěvnost se hodinu od hodiny mění, tak aby údaje byly co nejpřesnější.

Z vypočítaných charakteristik je vybraná intenzita provozu a doba strávená zákazníkem v systému. Tyto údaje jsou dále znázorněny na grafu a komentovány s doporučením, jaká četnost nabízení je pro daný časový interval nejvhodnější. V případě, že v daný časový úsek je intenzita provozu nízká, tak je doporučeno zavřít alespoň jednu z pokladen. V opačném případě, pokud obsluha nestíhá nabízet každému zákazníkovi, tak je doporučeno nabízet méně nebo vůbec pro plynulou obsluhu se spokojenými zákazníky, kteří nemusí čekat dlouhou dobu ve frontě.

### 3 Literární rešerše

V reálném životě se setkáváme se systémy hromadné obsluhy často. Jedná se o systémy, do kterých vstupují požadavky za účelem obsluhy, která je v systémech realizovaná kanály obsluhy. V systému hromadné obsluhy jsou základní dva druhy jednotek. Jedná se o požadavky, které do systému vstupují za účelem obsluhy a o obslužná zařízení, které poskytují požadovanou obsluhu. Požadavky vstupují do systému s různou intenzitou a obslužná zařízení mají omezenou kapacitu obsluhy. [1]

Systém hromadné obsluhy je složen z jednoho a více kanálů obsluhy, které uspokojují požadavky. V mnoha případech dochází k situaci, že kanály obsluhy nestíhají obsluhovat, jelikož příchozích požadavků je vyšší počet než počet obslužných míst. V takovém případě se začne tvořit fronta, anebo zákazník systém opouští bez obsluhy. Příkladem systému hromadné obsluhy je např. obchod, kde požadavky jsou tvořeny lidmi, kteří vstupují do systému za účelem nákupu zboží a kanály obsluhy jsou prodavačky, které zákazníky obsluhují. [2]

Čekání v systému má několik příčin. K tvoření fronty dochází v případě, že kapacita obsluhujících zařízení je trvale menší než počet vstupních požadavků. Pokud je tato situace trvalá, tak fronta roste nade všechny meze. Častým důvodem, proč se tvoří fronty, je fakt, že požadavky vstupují do systému v nepravidelných intervalech. Pokud tedy v určité chvíli přijde více požadavků, tak požadavek musí čekat ve frontě, jelikož kanály obsluhy jsou obsazené. [3]

V reálném životě se setkáváme nejčastěji s těmito systémy hromadné obsluhy:

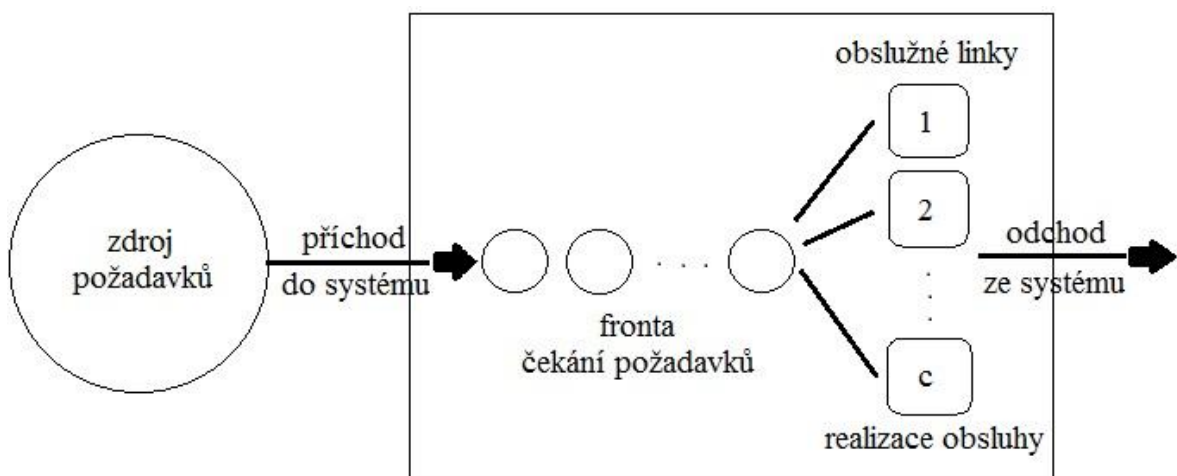
- zákazníci v samoobsluhách a supermarketech
- doprava (silniční, železniční, lodní)
- pacienti v nemocnicích
- komunikační sítě [4]

### 3.1 Základní pojmy teorie hromadné obsluhy

Pro pochopení celého fungování systému hromadné obsluhy je důležité si definovat strukturu systému a jeho komponenty. [5]

Systémy hromadné obsluhy mají různou obsluhu. Setkáváme se jak s těmi nejjednoduššími s jednou obslužnou linkou (např. ordinace lékaře), až po systémy s velmi komplikovanou strukturou (výrobní linky). Struktura systému není ovšem jediná, která systém popisuje. [1]

Obrázek 1 – systém hromadné obsluhy



Zdroj: [1]

#### 3.1.1 Zdroj požadavků

Zdroj požadavků je jedna z nejdůležitějších charakteristik, která je důležitá při analýze systému hromadné obsluhy. V případě systému, jako je například samoobsluha, pumpa nebo banka se jedná o nekonečný zdroj požadavků. Samozřejmě, že počet požadavků je omezen např. počtem obyvatel žijících v okolí nebo počtem klientů, ale vzhledem k tomu, že se jedná o stovky nebo občas i tisíce možných vstupů, lze tento systém považovat za nekonečný. V případě výrobní haly, kde se setkáváme jen s několika málo desítkami strojů, které se musí opravovat a udržovat, je zdroj požadavků konečný. [1]

Pokud je zdroj, ze kterého požadavky přicházejí omezený (konečný), jde o uzavřený systém, v případě opačném jde o systém otevřený. [3]

### 3.1.2 Příklad požadavků do systému

Tato charakteristika má vliv na fungování celého systému. Pokud se zajímáme o příchod požadavků, lze ho popsat pomocí intenzity příchodů, kde se jedná o počet požadavků, které přijdou za určitý čas do systému. Čas mezi dvěma po sobě následujícími příchody udává charakteristika intervalů mezi příchody. Tyto veličiny spolu blízce souvisí. Jestliže za hodinu přijde průměrně 10 požadavků, potom je průměrný interval mezi příchody 1/10 (6 minut). Setkáváme se s dvěma druhy těchto veličin:

- a) deterministické – intervaly mezi příchody požadavků jsou stejné. S tímto případem se moc v praxi nesečkáme, ale můžeme je pozorovat u výrobních linek.
- b) pravděpodobnostní (stochastické) – intervaly jsou mezi příchody proměnlivé. V této situaci se pro popis intervalů mezi příchody využívají některé z pravděpodobnostních rozdělení. V tomto případě, aby se určilo, o jaké rozdělení jde, se využívá statistické analýzy empirických údajů. V mnohých praktických aplikacích ovšem nejčastěji vyhovuje rozdělení exponenciální. Kdy se bere v úvahu jediný parametr a to intenzita příchodů  $\lambda$ . Jedná se o střední počet požadavků, které přijdou do systému za časovou jednotku. [1]

Při získání dat některého systému z praxe, se z těchto dat specifikuji příslušné pravděpodobnostní veličiny. Tato situace má z hlediska vstupního toku tyto vlastnosti:

- a) stacionárnost – intervaly mezi vstupy do systému jsou většinou náhodné veličiny. V různých částech dne mohou být intervaly mezi vstupy dosti rozdílné a v tom případě by docházelo ke zkreslování výsledků. Z toho důvodu se den rozdělí do více intervalů, aby se odlišily časy ve špičku a mimo špičku a pak lze tento vstupní tok považovat za stacionární. K popsání stacionárnosti slouží také vzorec, u kterého je pravděpodobnost, že za určitý časový okamžik nastane  $k$  jevů je rovna 1.

$$\sum_{k=0}^{\infty} P_k(t) = 1$$

- b) beznáslednost – aby se daly vstupy považovat za beznásledné, tak na sebe nesmí být závislé. Pokud do obchodu přijde více zákazníků, jsou tyto vstupy nezávislé, protože každý přišel koupit něco jiného.

- c) ordinálnost – aby vstupy byly ordinální, tak musí mít svého předchůdce i následovníka. Pro splnění této vlastnosti musí být intervaly, které jsou mezi dvěma vstupy nejlépe nekonečné. Pak je pravděpodobnost, že v časovém intervalu  $t$  dojde k dvěma a více jevům rovna nule. [5] [6]

V praxi se setkáme i se systémy, kdy je jedna z těchto vlastností nesplněna. V případě, že do systému vstupují požadavky po skupinách, tak je porušena vlastnost ordinálnost. Pokud se mění intenzita příchodů v některých intervalech, tak není splněna vlastnost stacionárnosti. [3]

### **3.1.3 Doba trvání obsluhy**

Tato charakteristika se označuje pomocí písmen  $T_s$ . Jedná se o dobu, za kterou linka obslouží jednoho zákazníka. Jde o střední hodnotu náhodné veličiny. [5]

Existují dva způsoby obslužení jednotky. Jednokanálová obsluha a vícekanálová. U vícekanálové se setkáváme s obsluhou paralelní (současná obsluha), nebo se sériovou (několik obsluh za sebou), kdy jednotka projde více kanály. [7]

Doba trvání obsluhy je požadována za náhodnou veličinu, jelikož doba obsluhy jednotlivých požadavků může být ovlivněna řadou náhodných faktorů. [3]

### **3.1.4 Síť obslužných linek**

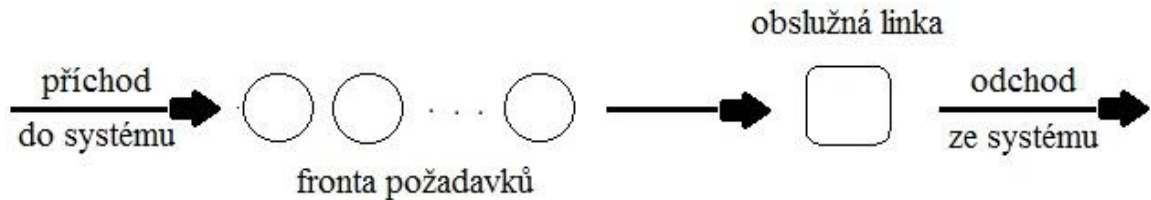
Systém je ovlivněn počtem obslužných linek, i jejich uspořádáním. V praxi se mnohokrát hledá kompromis mezi vytížením obslužných linek a délkou fronty čekajících zákazníků v systému. Cílem je najít takové optimální množství obslužných linek, aby nebyly přetížené a požadavky by dlouho čekaly na obsluhu. Naopak by také nemělo být otevřeno více obslužných míst, než je potřeba a vytíženost obsluhy by byla nízká. [1]

Kanály obsluhy jsou homogenní a nehomogenní. Kanály s homogenní obsluhou nabízejí stejné služby a tím pádem může být vstupní požadavek obsloužen jakýmkoliv kanálem obsluhy. V případě nehomogenních kanálů obsluhy se setkáváme u každého s rozdílnou službou. S homogenními kanály obsluhy se setkáváme například v samoobsluze, kde každá pokladna nabízí stejnou službu. Nehomogenní obsluhu nabízejí například pobočky pošty, kde u každého okýnka je nabízena jiná služba. [8]

Linky mají tři druhy uspořádání:

- a) jedna samostatná obslužná linka – systémy s tímto uspořádáním jsou nejjednodušší. V systému se nachází pouze jedna obslužná linka, u které se tvoří jedna fronta. [1]

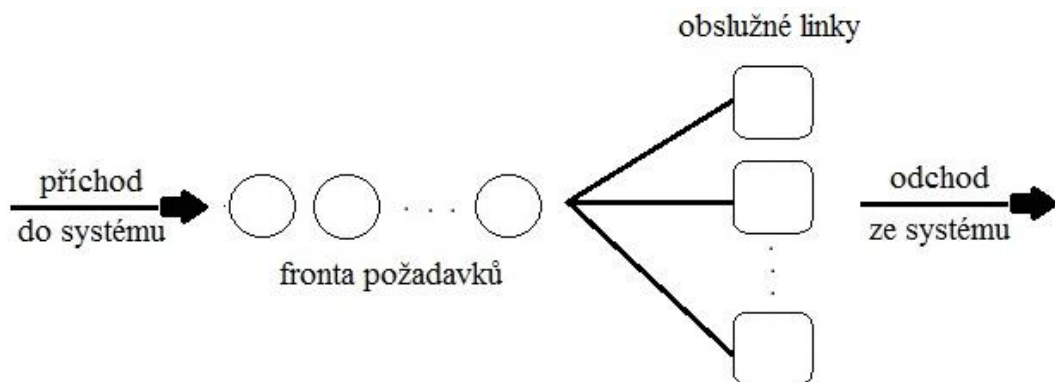
Obrázek 2 – jedna obslužná linka



Zdroj: [1]

- b) paralelní uspořádání – v tomto případě je vedle sebe několik obslužných linek, které poskytují stejnou obsluhu. Příchozí požadavek může tedy jít k jakékoliv obsluze a dostane se mu požadované služby. V paralelním uspořádání se rozlišuje fungování s jednou frontou nebo s více frontami. [1]

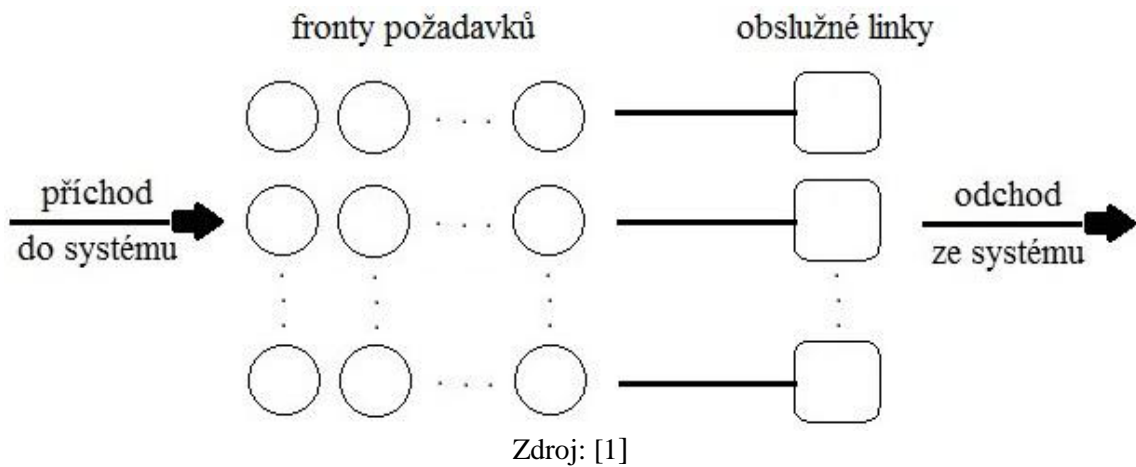
Obrázek 3 – paralelní uspořádání (jedna fronta)



Zdroj: [1]

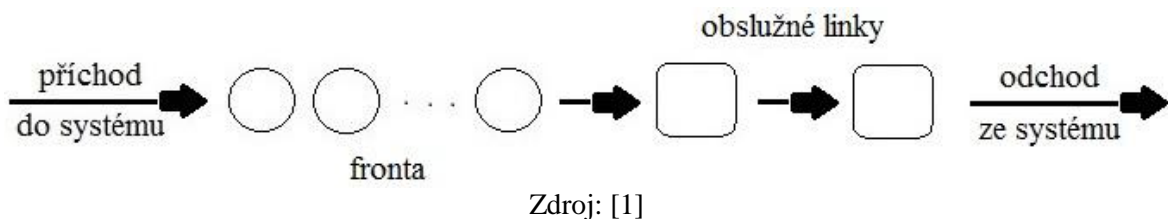
Více front je v případě, že se u každého obslužného místa tvoří fronta zvlášť. Pokud je pouze fronta jedna, tak po uvolnění obslužného místa jde z fronty první příchozí na řadu.

Obrázek 4 - paralelní uspořádání (více front)



- c) sériové uspořádání - uspořádání obslužných linek je za sebou. Pro uspokojení požadavku je potřeba, aby prošel všemi obslužnými linkami.

Obrázek 5 – sériové uspořádání



### 3.1.5 Čekací prostor

Jedná se o prostor, kam přicházejí požadavky a čekají na své obsloužení. Čekací prostor má dvě podoby:

- nulový – čekací prostor není žádný, a tedy nemůže ani vzniknout fungující systém hromadné obsluhy.
- nenulový – tento čekací prostor lze rozdělit na dva druhy a to na nulový omezený a nenulový neomezený. Prostor nenulový neomezený je v systémech, kde může čekat na obsloužení v podstatě neomezené množství zákazníků (např. banka). U omezeného prostoru je určený počet vstupů, které zde mohou čekat. [9]



### 3.1.6 Režim fronty

V literatuře se můžeme také setkat s názvem mechanismus obsluhy, řád fronty, disciplína obsluhy. Požadavky jsou přijímány podle určitého pravidla. Podle určených pravidel, která se dodržují v systému, je pak vybírán další zákazník do obsluhy. [5]

V praxi se setkáváme s těmito režimy front:

- a) **FIFO** (first in / first out) – obsluha zákazníka je určena podle jeho příchodu. Pokud požadavek jako první vstoupil, tak je také jako první obsloužen. S tímto řazením se můžeme setkat například v samoobsluze
- b) **LIFO** (last in / first out) – opak režimu FIFO. Požadavek, který přijde poslední, tak je jako první obsloužen. Setkat se s tímto režimem fronty můžeme například ve skladu, kde se skládají výrobky na sebe a první se využívá ten ze shora, který tam byl dán jako poslední.
- c) **PRI** (priority) – obsloužen je ten požadavek, který má největší prioritu. Priority mohou být v každém systému odlišné. Například v nemocnici mají přednost pacienti s vážným úrazem a pacienti s méně urgentním ošetřením musí počkat, i když přišli dříve.
- d) **SIRO** (served in random order) – požadavky jsou obsluhovány podle náhodného pořadí, takže nezáleží na času příchodu požadavku. [4]

### 3.1.7 Chování ve frontě

Tato charakteristika se týká ochoty jednotek čekat ve frontě. V případě netrpělivosti může zákazník frontu a zároveň systém opustit, anebo si může stoupnout do fronty jiné. Pokud se v systému tvoří více front, tak zákazník podle vlastního uvážení vybírá frontu. Může si stoupnout do té nejbližší, ale také si může vybrat tu nejkratší a doufat, že bude obsloužen co nejdříve. Zákazník také může fronty měnit v průběhu čekání, pokud to tedy systém umožňuje. [5]

V systému hromadné obsluhy se setkáváme s těmito druhy chování ve frontě:

- a) absolutně netrpělivé – když zákazník přijde do systému, chce být hned obsloužen. Takže jsou-li všechna obslužná místa obsazená, opouští systém bez obsluhy.
- b) bez trpělivosti – požadavek čeká na obsluhu do té doby, dokud není obsloužen.
- c) částečně netrpělivé – požadavek je ochoten čekat, ale jen určitou dobu. Pokud je tato doba delší, než je jeho limit, systém opouští. [9]

### 3.2 Klasifikace systému hromadné obsluhy

Profesor D. G. Kendall zavedl standardní označení pro systémy hromadné obsluhy. Obvykle se setkáváme s třemi druhy standardního rozdělení. Jedná se o označení tři, pěti a šestisymbolové. V podstatě se jedná stále o to samé označení, jelikož označení tři a pětisymbolové jsou zvláštní případy již uváděného šestisymbolového označení. [4]

Šestisymbolové označení A/B/C/D/E/F :

**A** – označuje pravděpodobnostní rozdělení intervalů mezi příchody požadavků

**B** – označuje pravděpodobnostní rozdělení dob trvání obsluhy

- Tyto dvě hodnoty mohou nabývat těchto hodnot:

**D** – nepravděpodobnostní, tzn. deterministický proud vstupních požadavků

**M** – exponenciální (Poissonovo) rozdělení

**E<sub>k</sub>** – Erlangovo k-fázové rozdělení

**G** – obecné rozdělení

**GI** – obecné rozdělení a náhodné veličiny jsou navzájem nezávislé

**C** – počet paralelně uspořádaných obslužných míst s homogenní obsluhou

**D** – označuje kapacitu systému

**E** – početnost zdroje požadavků. Pokud není udána, tak se předpokládá, že je  $\infty$  a jedná se tedy o otevřený systém. V případě, že je tato charakteristika dána konečným číslem, jde o uzavřený systém.

**F** – režim fronty (FIFO, LIFO, SIRO, PRI)

U třísymbolového rozdělení je nejjednodušší varianta A/B/C a nejjednodušším stochastickým modelem systému hromadné obsluhy je M/M/1. Nejsou-li zbylé 3 symboly udány, předpokládá se, že D a E jsou  $\infty$  a režim fronty je FIFO. [4]

### **3.3 Výstup z obsluhy**

Po ukončení obsluhy vytvářejí obsloužené jednotky náhodný tok jednotek. Tento tok označujeme pojmem vystupující tok. Vystupující tok se může stát vstupním tokem pro jiné kanály obsluhy (sériové systémy). Může ovlivňovat také vstupní tok, jelikož kapacita systému může být omezená. Například v nemocnici jsou přijímaní pacienti omezeni počtem lůžek a pokojů. [5]

### **3.4 Základní proměnné systému hromadné obsluhy**

Intenzita vstupu  $\lambda$  popisuje příchod požadavků do systému. Říká nám, kolik požadavků vstoupí do systému za jednotku času. Počet vstupujících požadavků lze popsat i pomocí intervalů mezi příchody  $X_N$ , který nám říká, kolik času uběhlo mezi dvěma po sobě jdoucími příchody. [5]

Písmenko  $\mu$  nám udává intenzitu obsluhy, která říká, kolik zákazníků obslouží jeden kanál obsluhy za jednotku času. Pokud například střední hodnota obsluhy  $T_S$  bude 2 minuty, tak jeden kanál obsluhy zvládne za jednu hodinu obsloužit 30 zákazníků. [5]

**Tabulka 1 - přehled základních proměnných**

Název proměnné	Symbol
Intenzita vstupu jednotek do systému	$\lambda$
Interval mezi vstupy po sobě následujících jednotek	$X_1, X_2 \dots$
Intenzita obsluhy	$\mu$
Počet kanálů obsluhy	$m$
Intenzita provozu systému HO	$\rho$
Střední doba čekání ve frontě	$T_Q$
Střední doba obsluhy	$T_S$
Střední hodnota celkové doby v systému	$T$
Pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka	$p_0$
Střední počet jednotek ve frontě	$L_Q$
Střední počet jednotek v kanálech obsluhy	$L_S$
Střední počet jednotek v systému	$L$

Zdroj: [5]

V systému hromadné obsluhy jsou důležité pro zkoumání systému také následující pravděpodobnosti:

- jaká je pravděpodobnost, že obslužná linka pracuje, anebo naopak že je neobsazena a tím pádem nevyužita
- jaká je pravděpodobnost, že příchozí požadavek bude muset na obsluhu čekat ve frontě
- jaká je pravděpodobnost, že v systému je právě  $n$  požadavků
- v případě, že je v systému omezená kapacita čekacího prostoru, tak jaká je pravděpodobnost, že požadavek nebude moci být obsloužen z důvodu přeplněné kapacity fronty. [1]

## 3.5 Typy modelů hromadné obsluhy

Existují dvě hlavní kategorie, do kterých se dělí modely řešení systému hromadné obsluhy:

- a) analytické – tento způsob řešení je založen na vkládání parametrů reálného systému do odvozených vzorců soustavy funkcí integrálních a diferenciálních rovnic. Podrobné charakteristiky se získají pomocí dosazení základních prvků systému do odvozených vzorců. Tímto způsobem se dají řešit pouze jednodušší modely systémů hromadné obsluhy, ale více se setkáváme v praxi s těmi složitějšími, takže analytickým způsobem se dá vypočítat jen menší množství modelů.
- b) simulační – tyto modely se používají v případě, že nestačí ty analytické. Reálný systém je napodobován pomocí programů v počítači. Tyto programy pak dokážou napodobit situaci, která by měla odpovídat té reálné. Vyhodnocují se také výsledky při různých průchodech požadavků systémem. Oproti analytické metodě je zde nevýhoda vyšší nákladnosti, díky používaným programům, ve kterých je množství výpočtů, které jsou důležité pro přesnost. [10]

## 3.6 Charakteristika rozdělení

Pro zpracování dat je důležité určit, o jaké rozdělení vstupních požadavků se jedná a jaké jsou jeho parametry.

### 3.6.1 Poissonovo rozdělení

Toto rozdělení charakterizuje počet požadavků za určitý časový interval. V praxi je toto rozdělení velice časté a používá se u vstupů i výstupů jestliže:

- střední intenzita vstupu a obsluhy je konstantní v dlouhém časovém intervalu
- počet obslužených požadavků v předchozím intervalu neovlivňuje počet vstupních požadavků intervalu následujícího
- v dostatečně malém časovém intervalu  $t$  je pravděpodobnost, že do systému vstoupí více než jedna jednotka, téměř nulová
- v dostatečně malém časovém intervalu  $t$  je pravděpodobnost, že do systému vstoupí či ze systému vystoupí jednotka přímo úměrná délce tohoto intervalu. [11]

### 3.6.2 Exponenciální rozdělení

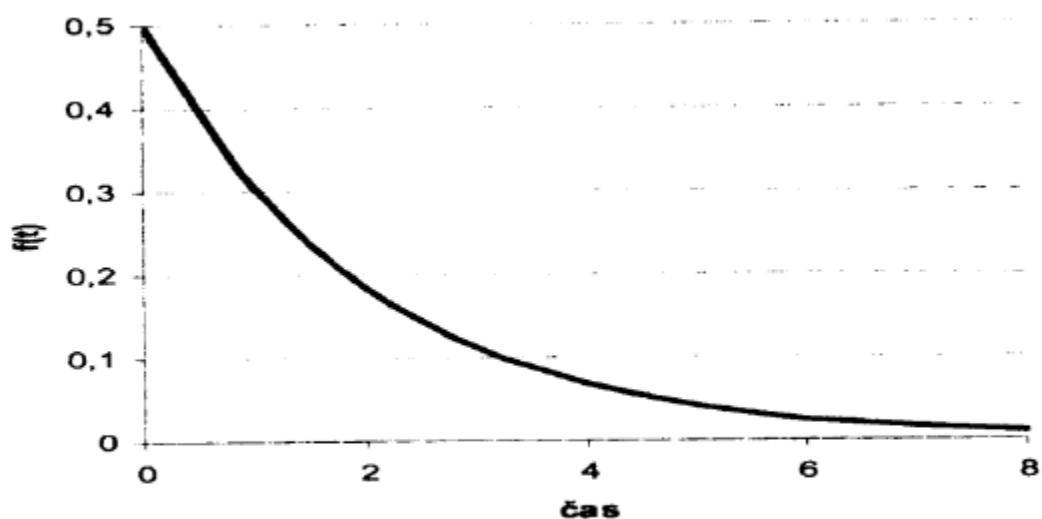
Exponenciální rozdělení je inverzní k poissonově rozdělení. V Poissonově rozdělení se zkoumá počet událostí, které se vyskytnou za určitý časový interval. V tomto případě se ovšem zabýváme časovým intervalem, který je mezi dvěma po sobě následujícími vstupy požadavků do systému obsluhy.

Interval  $X_N$  lze zjistit pomocí rovnice:  $X_N = \frac{1}{\lambda}$

Hustota pravděpodobnosti exponenciální náhodné proměnné se vypočítá podle:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} [5]$$

Obrázek 6 - Graf hustoty pravděpodobnosti exponenciální náhodné proměnné



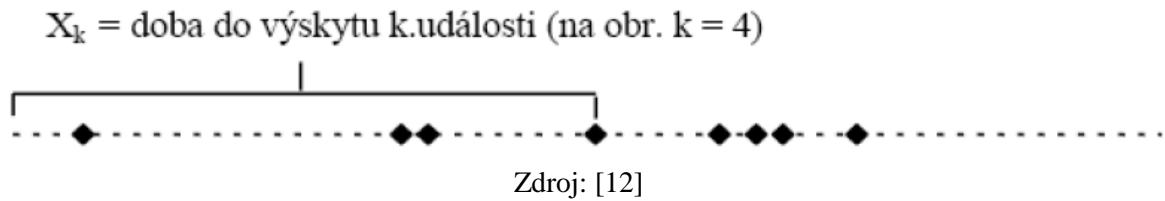
$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \lambda = 0,5$$

Zdroj: [5]

### 3.6.3 Erlangovo rozdělení

Toto rozdělení se zabývá dobou výskytu k-té události. Využívají se zde dva parametry a to k – počet událostí a  $\lambda$  – intenzita výskytu. U veličin, které se řídí Erlangovým rozdělením, se používá toto označení:  $X_k \rightarrow \text{Erlang}(k, \lambda)$ . [12]

Obrázek 7 - Doba do výskytu k-té události



### 3.7 Model M/M/1

Tento model v systému hromadné obsluhy znamená, že intervaly mezi příchody a dobou obsluhy mají exponenciální rozdělení a v systému je jeden kanál obsluhy. Je zde použito třísymbolové označení, takže se předpokládá, že existuje nekonečný zdroj požadavků, které mohou vstoupit do neomezeného čekacího prostoru a režim fronty je FIFO. [5]

Intenzita provozu  $\rho$  vyjadřuje vytíženost kanálu obsluhy a aby mohl systém fungovat, tak musí být menší než 1 (100 %). V situaci, že by byla hodnota intenzity provozu vyšší než 1, se říká, že fronta roste nade všechny meze a systém nemůže fungovat. Tato charakteristika se vypočítá z intenzity vstupu  $\lambda$  a z intenzity obsluhy  $\mu$ . Optimální intenzita provozu je mezi 70 – 80 %, Pokud by kanál obsluhy měl být využit na 100 %, tak by musel být neustále v provozu a nezastavit se. Tato situace v praxi nenastává, jelikož by musel v systému být neustále alespoň jeden zákazník. Příchod požadavků je nepravidelný, a proto se stává, že v systému není žádný požadavek a tím je kanál obsluhy nevyužit. Část pracovní doby je v tom případě pak nevyužita. Čím se zvyšuje intenzita provozu, tak zákazník musí déle čekat ve frontě a fronty se prodlužují. [5]

Intenzita provozu se vypočítá podle:  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$

Z intenzity provozu můžeme dále vypočítat další důležité charakteristiky:

Střední počet jednotek v systému:  $L = \frac{\rho}{1-\rho}$

Střední počet jednotek ve frontě:  $L_Q = \frac{\rho^2}{1-\rho}$

Střední doba strávená jednotkou v systému:  $T = \frac{1}{\mu-\lambda}$

Střední doba strávená jednotkou ve frontě:  $T_Q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$

Střední doba obsluhy:  $T_S = \frac{1}{\mu}$  [8]

Dále se můžeme setkat s různými pravděpodobnostmi:

Pravděpodobnost, že jednotka nebude čekat ve frontě:  $p_0 = (1 - \rho)$

Pravděpodobnost, že je v systému alespoň jedna jednotka:  $p(L > 0) = 1 - p_0$

Pravděpodobnost, že je v systému právě n jednotek:  $p_n = (1 - \rho) * \rho^n$  [5]

### 3.8 Model M/M/c

Vlastnosti toho modelu jsou stejné jako u toho předchozího, jen je zde více kanálů obsluhy c. Obslužná místa jsou identická a intervaly mezi příchody požadavků lze popsat exponenciálním rozdělením s parametrem  $\lambda$ . Pokud jsou všechny kanály obsluhy obsazeny, tak se začíná tvořit fronta a požadavky přistupují k obsluze v pořadí, v jakém přišli. Jelikož každý kanál obsluhy má svojí intenzitu obsluhy  $\mu$ , tak se celková intenzita vypočítá jako  $c * \mu$ . [1]

Poměr intenzity vstupu a intenzity obsluhy se značí písmenkem r:

$$r = \frac{\lambda}{\mu}$$

Intenzita provozu celého systému se spočítá podle:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu * c}$$

Intenzita provozu musí být stejně jako u předchozího modelu nižší než 1, aby systém mohl fungovat. Pro stabilizaci systému M/M/c je důležité, aby intenzita obsluhy celého systému  $c\mu$  byla vyšší než intenzita příchodů požadavků  $\lambda$ . [1]



Pro výpočet dalších parametrů systému je potřeba vypočítat pravděpodobnost, že v systému není žádný požadavek:

$$p_0 = \left[ \sum_{k=0}^{c-1} \frac{r^k}{k!} + \frac{c * r^c}{(c-r) * c!} \right]^{-1}$$

Nyní již lze spočítat čas strávený jednotkou ve frontě:

$$T_Q = \frac{r^c * \mu * p_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2}$$

Čas strávený jednotkou v systému:

$$T = T_Q + \frac{1}{\mu}$$

Střední počet jednotek ve frontě:

$$L_Q = T_Q * \lambda$$

Střední počet jednotek v systému

$$L = T * \lambda$$

Pravděpodobnost, že v systému je  $n$  požadavků ( $n \leq c$ ). V této situaci jsou všechny požadavky obsluhované, takže se netvoří fronta.

$$p_n = \frac{r^n}{n!} * p_0$$

Pravděpodobnost, že je v systému  $n$  požadavků, kdy  $n$  je větší, než počet obslužných linek  $c$ . Všechny obslužné linky jsou obsazené a zbytek požadavků ( $n - c$ ) čeká ve frontě.

$$p_n = \frac{r^n}{c! * c^{n-c}} * p_0 \quad [1]$$

### 3.9 Optimalizace nákladů

Každý kanál obsluhy stojí peníze. Pro zjednodušení se předpokládá, že náklady jsou stejné, ať obsluha probíhá, nebo ne. Například v supermarketu pokladní dostane zapláceno stejné peníze ať má frontu zákazníků, nebo jen sedí a nemá co dělat. Čekací prostor stojí také

peníze. Je potřeba provádět zde úklid, zařídit příchozím parkovací místa a případně prostory vytápět.

Kromě těchto vyčíslitelných nákladů existují i náklady spojené s odchodem zákazníka bez obsluhy. Pokud zákazník musí čekat dlouhou frontu, může se odebrat ke konkurenci. V každém systému by měl existovat optimální stav. Neměly by se tvořit dlouhé fronty, ale také by neměla vznikat situace, že kanály obsluhy jsou po delší část dne nevyužity. Pokud požadavků není mnoho, je zapotřebí mít otevřené optimální množství obslužných míst, aby podnik neplatil zbytečné peníze za nevyužité zaměstnance. [8]

## 4 Vlastní práce

K praktické části této práce byla vybraná společnost Cinestar, s.r.o., která provozuje síť multikin. Tato společnost má dohromady po celé České republice 12 poboček a z toho jsou dvě v Praze. Síť multikin Cinestar je u nás od roku 2001 a patří mezi největší komplexy multikin u nás. V každé pobočce se nachází nejmodernější promítací technika s dokonalým zvukem Dolby Digital. Od roku 2009 mohou diváci vidět filmy díky nejkvalitnějším projektorům i s 3D technologií.

Všechny pobočky multikina jsou v obchodních centrech, jedinou výjimkou je kino na Andělu. Kina v obchodních centrech mají velkou výhodu, jelikož zákazníci mohou spojit nepříjemné (nákup potravin a jiných věcí) s užitečným (návštěva kina). Největší návštěvností se můžou chlubit multikina v Praze, tedy Anděl a Černý most. Není na tom nic zvláštního, jelikož v Praze je největší koncentrace lidí. O víkendech jsou dalšími tahouny také Hradec králové a Ostrava, jejichž návštěvnost je dost blízká té pražské. Pobočka v Jihlavě má oproti ostatním kinům nejmenší návštěvnost, ale vzhledem k tomu, že má pouze 4 sály, tak je v kině neustálý nával. Mezi nejméně navštěvovaná kina pak patří Pardubice a Opava. Všechny pobočky se zaměřují na prodej občerstvení, jelikož to je hlavní činnost, ze které kino vydělává, protože z tržeb za vstupenky jde hodně peněz pro distributory a na další poplatky.

V této práci budou využita data a informace z pobočky v Praze na Andělu, která má dohromady 14 sálů. Tato pobočka má menší nevýhodu a tou je nedaleké obchodní centrum s konkurenčním multikinem Cinema City. Parkovací místa jsou sice zařízena, ale lidé, kteří to v Praze moc neznají, tak spíše zamíří do obchodního centra, kde stráví den nakupováním a pak navštíví kino přímo tam. Z tohoto důvodu je důležité aby Cinestar měl viditelné reklamy a dokázal upoutat speciálními akcemi i na internetu.

Anděl se může chlubit jedinečným komplexem Gold Class, kde mají návštěvníci pohodlná elektronická křesla se stolky a pohodlí s obsluhou až do sálu i během představení. Tento komplex je svého druhu jediný ve střední Evropě a mezi zákazníky je velice oblíbený. Nachází se zde dva sály s kapacitou 48 míst a bývá často využíván i na speciální akce či předpremiéry.

Na tomto multikině bude demonstrován příklad využití systému hromadné obsluhy při prodávání vstupenek na pokladně. Zákazníci přicházejí v náhodných intervalech a jedná se převážně o vícekanálový systém obsluhy. Pokud jsou všechny kanály obsluhy obsazeny a stále přicházejí noví zákazníci, začíná se tvořit fronta.

Cílem vlastní práce je pomoci s vyřešením problému, který se týká nabídky doplňkového prodeje na pokladně multikina. V práci budou zkoumány scénáře při různých četnostech nabídky doplňkového prodeje a jeho optimální četnost nabízení. V práci bude také zkoumán počet zaměstnanců na pokladně. Nemělo by docházet k situacím, kdy je na pokladně více, či méně zaměstnanců než je potřeba. Pokud je zaměstnanců nedostatek, tak se tvoří fronty, které mohou být až nepřiměřené pro zákazníky a naopak pokud je zaměstnanců mnoho, tak nemají práci a jejich činnost není dostatečně efektivní a kino by mohlo jejich absencí ušetřit peníze.

Pro tuto práci byl vybrán měsíc červenec v roce 2014. O prázdninách není návštěvnost obvykle tak vysoká, jelikož je hezké počasí a lidé tráví svůj volný čas spíše venku. V nepříznivém počasí pak občas navštíví kino. Vzhledem k tomu, že má v červenci mnoho lidí dovolenou, tak je návštěvnost mnohdy i v pracovním týdnu vyšší než o víkendu. V práci bude hodnocení scénářů rozděleno do každého dne zvlášť, aby byla vidět odlišnost návštěvnosti, která není každý den stejná.

## **4.1 Modelová situace**

Příchod požadavků do systému (do kina) je stochastický. Zákazníci přicházejí v náhodných intervalech. Vstupní tok je charakterizován Poissonovým rozdělením. Je určen počtem příchodů do multikina za časový interval, v této situaci počítáme s jednou hodinou. Můžeme počítat s velkým počtem potenciálních zákazníků, proto se tedy jedná o nekonečný zdroj požadavků.

Zákazníci mají pro obsluhu k dispozici 5 pokladen (obslužných míst). Ne vždy jsou všechny pokladny otevřeny, a proto pokud je více zákazníků, než počet obslužných míst, začíná se tvořit fronta. Na jedné z pokladen mají zákazníci Gold Class přednost před ostatními. Počet takto obslužených zákazníků je za celý den tak malý, že počítáme s jednou jedinou frontou, kde funguje režim fronty FIFO. Kdo přijde první do fronty, je tedy jako první obslužen. Pokladny jsou uspořádány paralelně a každá nabízí homogenní

obsahu. Vzhledem k velikosti kina, je čekací prostor nenulový a nekonečný, může zde čekat velké množství zákazníků.

## **4.2 Vstupní data**

Potřebná data k analýze byla poskytnuta z interních dat od vedení multikina. Tato data byla poskytnuta v souboru Microsoft Excel a dále zpracována na přehlednější tabulku. Data zaznamenávají počet návštěvníků podle času v průběhu dne. Z dostupných dat můžeme tedy zjistit počet návštěvníků. Bohužel poskytnutá data neumožňují přesně zjistit, kolik lístků nakupuje jeden zákazník. Pokud tedy známe počet návštěvníků, neznamená to, že známe přesný počet zákazníků, kteří si stoupnou do fronty. Na jednu transakci je totiž možné nakoupit více vstupenek. Zákazníci mohou kupovat i lístky online přes internet, ale takto nakoupené vstupenky nejsou k návštěvnosti připočteny, aby nezkreslovaly výsledky. V souboru nalezneme tedy pouze součet zákazníků, co si kupovali lístky na pokladně. Obsazenost pokladen byla zjišťována podle rozpisu směn, které v měsíci červenec byly naplánované.

## **4.3 Doba obsluhy**

Ze získaných dat od firmy nelze zjistit přesná doba obsluhy jednoho zákazníka. Z tohoto důvodu je nejdříve nutné si zákazníky rozdělit do skupin, podle kterých poté můžeme lépe určit průměrný čas strávený zákazníkem na pokladně. Pokud zákazník přijde s jasným požadavkem a nemá zájem o nic jiného než o lístky, může doba obsluhy trvat půl minuty. Většina zákazníků se ale na pokladně zdrží déle. Je to buď z důvodu, že nevědí film, na který jít, vyplňují věrnostní program anebo se ptají na doplňující informace ohledně představení a kina. Během dne se také objeví zákazníci, se kterými se řeší problémy se vstupenkami nebo jiné záležitosti, které jsou potřeba vyřešit okamžitě. V tomto případě hodně záleží na zkušenosti zaměstnance, jak rychle problém zvládne vyřešit. Řešení problémů nemusí být na dlouhou dobu, ale je možné že se čekání zákazníka protáhne třeba až na 5 minut. Je to způsobeno složitostí problémů a občas i potřebou zákazníků ověřit si získané informace i od manažera kina. Takto dlouhá obsluha zákazníka není tolik častá, výjimečně se objeví i závažnější problém, který se řeší déle jak 5 minut, ale není to každý den pravidlem. Pro stanovení průměrné doby obsluhy jsou zákazníci rozděleni do tří skupin, kdy každá skupina má svoje procentuální zastoupení. Rozdělení do skupin je

stanoveno podle dlouhodobého pozorování přímo na pokladnách a sledováním chování zákazníků.

**Tabulka 2 - skupiny zákazníků a jejich procentuální zastoupení**

Zkrácená doba obsluhy (0,5 min.)	10%
Standardní doba obsluhy (1,5 min.)	85%
Prodloužená doba obsluhy (5 min.)	5%

*Zdroj: vlastní zpracování*

V tabulce č. 2 je zaznamenáno rozdělení zákazníků, kteří v průběhu dne přicházejí. Podle tohoto rozdělení si můžeme stanovit průměrnou dobu obsluhy pomocí váženého průměru. Pokud budeme mít 25 zákazníků za hodinu, tak z toho 10 % budou bezproblémoví zákazníci, kteří nechtějí nic než lístky a shlédnout svůj film, 85% bude obslouženo za standardní dobu obsluhy a 5 % zákazníků bude vyžadovat dobu obsluhy kolem 5 minut. Výsledná průměrná doba obsluhy je tedy 1,57 minuty.

#### **4.4 Doplnkový prodej**

Kromě prodeje lístků zaměstnanci na pokladnách nabízejí doplnkový prodej, kterým se snaží zákazníky nalákat častěji do našeho kina. Četnost nabízení je náhodná podle vytíženosti zaměstnanců a počtem zákazníků čekajících na obsluhu. Tato práce se bude zabývat optimální četností nabídky.

Jedná se o dárkové poukázky a speciální akce, které se zde konají. Akce jsou většinou zaměřeny na speciální skupinu lidí, takže je důležité dobře zákazníka odhadnout a poté mu nabídnout daný program tak zajímavě, aby o něm minimálně začal uvažovat. Dámy jsou lákány na dámské jízdy s ochutnávkou vína a programem, který je přímo pro ně. Pro seniory jsou připravené přímé přenosy z Metropolitní opery. Veškerý záznam je živě z New Yorku a v poslední době se opery stávají čím dál více oblíbené, a proto se kino snaží její program stále vylepšovat, aby tuto akci navštěvovalo více spokojených zákazníků.

Nabídka doplnkového prodeje trvá přibližně 20 sekund. Z celkového počtu zákazníků, kterým je nabídnut program se 20 % více zajímá a vyptává na podrobnosti, takže výsledný

čas jejich obsluhy je prodloužen o 1 minutu. Průměrný čas nabídnutí doplňkové prodeje je tedy 28 sekund. Doba nabídnutí doplňkového prodeje byla zjištěna z vyslechnutí nabídky od jedné z pracovnic na pokladně.

V této práci se budeme zabývat různými scénáři, které prodlouží dobu obsluhy a bude zkoumáno, jaká četnost nabízení je optimální. V práci budou hodnoceny tyto scénáře:

- a) žádný doplňkový prodej
- b) nabídnutí doplňkového prodeje každému zákazníkovi
- c) nabídnutí doplňkového prodeje každému druhému zákazníkovi
- d) nabídnutí doplňkového prodeje každému pátému zákazníkovi.

Tyto scénáře mezi sebou budou hodnoceny v grafech a následně komentovány. Na dnu pondělí bude ukázáno vypočítání jednotlivých charakteristik potřebných pro tuto práci a sestavení grafu. U ostatních dnů v týdnu budou jednotlivé tabulky uvedeny v příloze a v práci se objeví pouze okomentovaný graf.

## 4.5 Analýza scénářů

V tabulce č. 3 je zpracovaná průměrná denní návštěvnost měsíce červenec. Data byla poskytnutá vedením společnosti a dále zpracována do této přehlednější tabulky podle dnů v týdnu a časových intervalů. Ve všední den je otevírací doba kina kratší, proto údaje nejsou v období pondělí – pátek vyplněna od 11 do 13 hodin. O prázdninách lidé ve všední den chodí do kina skoro jako o víkend, ale i tak se v některé dny setkáváme s vyšší návštěvností a někdy s nižší.

**Tabulka 3 - Průměrná denní návštěvnosti za měsíc červenec v roce 2014**

	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
Pondělí	-	-	62	30	73	38	130	80	190	145	54	22
Úterý	-	-	80	52	88	80	157	142	225	155	59	27
Středa	-	-	67	40	59	55	112	134	151	139	62	24
Čtvrtek	-	-	79	37	73	42	150	145	217	154	77	47
Pátek	-	-	82	37	58	48	100	76	163	154	85	26
Sobota	18	12	58	48	89	58	106	76	130	127	77	37
Neděle	17	20	68	45	81	57	125	62	128	87	43	20

*Zdroj: materiály od vedení společnosti*

Z dat o návštěvnosti tedy můžeme přibližně určit, kolik zákazníků bude potřeba obsloužit na pokladně multikina. Z vlastního pozorování a vyhodnocení je zjištěno, že průměrně člověk zakoupí 2,5 vstupenky na jednu transakci. Je to způsobeno tím, že někdo chodí do kina sám, někdo ve dvojici, ale setkáváme se i se skupinami, které kupují vstupenky dohromady, a jedná se tedy na pokladně pouze o jednoho zákazníka, který nakupuje vstupenky za ostatní.

Ze získaných informací můžeme tedy zjistit, kolik zákazníků se muselo obsloužit a jaká četnost nabízení doplňkového prodeje by byla nejideálnější vzhledem k obsazeným pokladnám a počtu příchozích zákazníků. Je potřeba navrhnout takové řešení, aby v případě fronty zákazník nečekal moc dlouho, což by ho mohlo donutit opustit kino a svůj volný čas by mohl strávit jinde.

#### 4.5.1 Pondělí

V tabulce č. 4 jsou vypočítané základní charakteristiky pro den pondělí. Jedná se o situaci, kdy není žádnému zákazníkovi nabízen doplňkový prodej.

Tyto charakteristiky byly vypočítané pomocí vzorečků uvedených v teoretické části práce. Počet obslužných míst  $c$  byl zjištěn podle naplánovaných směn a intenzita vstupu  $\lambda$  byla spočítaná jako průměrná návštěvnost / 2,5, protože jeden zákazník nakupuje v průměru 2 a půl vstupenky. Průměrná doba obsluhy  $T_s$  byla již vypočítaná výše na základě pozorování a roztřídění si zákazníků do skupin podle složitosti transakce.

**Tabulka 4 - základní charakteristiky pro den pondělí (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	$T_s$ (min)	$T$ (min)	$T_Q$ (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	$r$	$p_0$	$L$	$L_Q$	$c$
13-14	25	1,57	4,54	2,97	38,22	65,41	0,654	0,346	1,89	1,237	1
14-15	12	1,57	1,61	0,04	38,22	15,7	0,314	0,727	0,32	0,008	2
15-16	29	1,57	1,6	0,03	38,22	25,29	0,759	0,466	0,77	0,015	3
16-17	15	1,57	1,57	0,01	38,22	13,08	0,393	0,675	0,39	0,001	3
17-18	52	1,57	1,75	0,18	38,22	45,35	1,361	0,247	1,52	0,160	3
18-19	32	1,57	1,61	0,04	38,22	27,91	0,837	0,430	0,86	0,023	3
19-20	76	1,57	2,25	0,68	38,22	66,28	1,988	0,113	2,85	0,860	3
20-21	58	1,57	1,83	0,26	38,22	50,58	1,518	0,210	1,77	0,250	3
21-22	22	1,57	1,71	0,14	38,22	28,78	0,576	0,550	0,63	0,050	2
22-23	9	1,57	2,05	0,49	38,22	23,55	0,236	0,756	0,31	0,070	1

*Zdroj: vlastní zpracování*



Zde jsou pro ukázkou vypočítané hodnoty z prvního řádku, tedy mezi 13. – 14. hodinou, při jedné otevřené pokladně a 25 obslužených zákaznících. Hodnoty z tabulky č. 4 jsou zaokrouhlené, takže nemusí přímo korespondovat s těmito výpočty. Z toho důvodu jsou výpočty zaokrouhlené na správné výsledky.

$$\text{Intenzita obsluhy se počítá podle: } \mu = \frac{1}{T_s} * 60 = \frac{1}{1,57} * 60 = 38,22$$

Intenzita provozu neboli vytížení daného systému podle:

$$\rho = \frac{\lambda}{c * \mu} * 100 = \frac{25}{1 * 38,22} * 100 = 65,41 \%$$

Poměr intenzity vstupu a intenzity obsluhy neboli střední počet zákazníků v obsluze podle:

$$r = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{25}{38,22} = 0,654$$

Pravděpodobnost, že v systému není žádný zákazník podle:

$$p_0 = \left[ \sum_{k=0}^{c-1} \frac{r^k}{k!} + \frac{c * r^c}{(c-r) * c!} \right]^{-1} = \left[ \sum_{k=0}^{c-1} \frac{0,654^k}{k!} + \frac{1 * 0,654^1}{(1-0,654) * 1!} \right]^{-1} = 0,34$$

Je tedy skoro 35% pravděpodobnost, že v systému se nebude nacházet žádný zákazník.

Průměrný čas strávený zákazníkem ve frontě podle:

$$T_Q = \frac{r^c * \mu * p_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} = \frac{0,654^1 * 38,22 * 0,346}{(1-1)! * (1 * 38,22 - 25)^2} = 0,0495$$

Čas strávený zákazníkem v systému podle:

$$T = T_Q + \frac{1}{\mu} = 0,0459 + \frac{1}{38,22} = 0,0756$$

Hodnoty T a  $T_Q$  jsou ve výpočtech uváděny v hodinách. Pro jednodušší zpracování a přehlednost jsou tyto hodnoty v tabulkách uváděny v minutách.

Střední počet zákazníků ve frontě podle:

$$L_Q = T_Q * \lambda = 0,0495 * 25 = 1,237$$

Střední počet zákazníků v systému podle:

$$L = T * \lambda = 0,0756 * 25 = 1,89$$

Zbylé charakteristiky, které jsou pro jednotlivé scénáře, jsou vypočítány v tabulkách a dané do přílohy. U ostatních scénářů se doba obsluhy mění v závislosti na intenzitě nabízení doplňkového prodeje. Pokud je nabízen doplňkový prodej každému zákazníkovi, tak se výsledná doba obsluhy z 1,57 minuty prodlouží o 28 sekund, které trvá nabídnutí doplňkového prodeje.

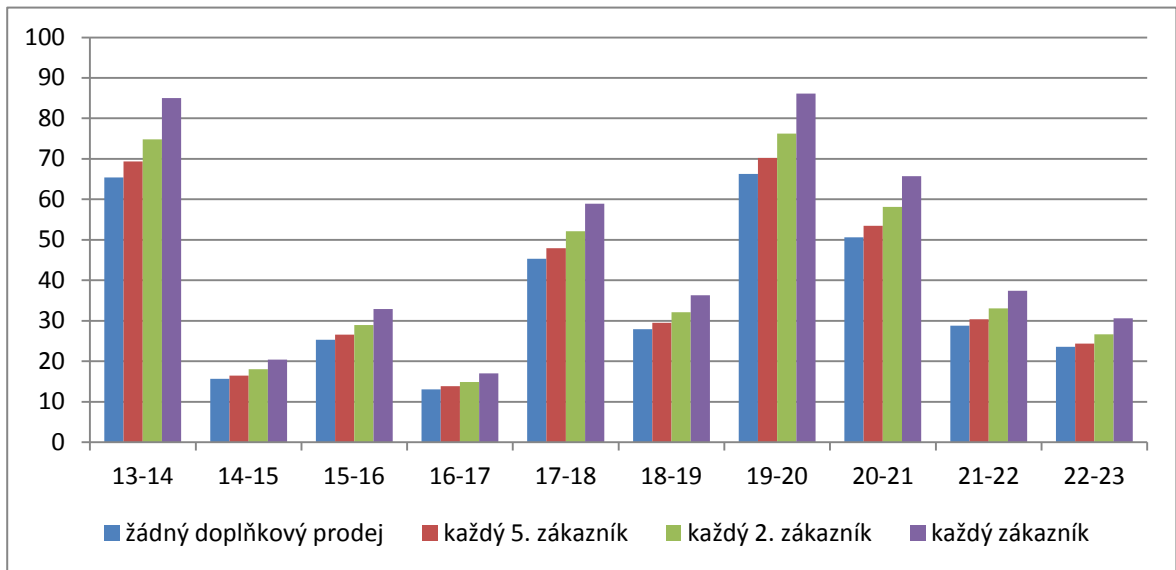
V situaci, kdy se nabízí jen každému druhému zákazníkovi, je předpokládáno, že doba obsluhy prvního zákazníka trvá 1,57 minuty a druhý zákazník, který si vyslechne nabídku, je obsluhován o 28 sekund déle, tedy 2,04 minuty. V tabulkách je uvedena střední doba obsluhy, která je vypočítána jako součet všech dob obsluhy / počet zákazníků.

V případě, že je obsluhováno 25 zákazníků a každému druhému zákazníkovi je nabídnut doplňkový prodej, tak 13 zákazníků je obsluhováno 1,57 minuty a 12 zákazníků 2,04 minuty. Střední doba obsluhy je tedy 1,796 minuty.

Z grafu č. 1 je patrné, že v časových intervalech 13. – 14. a 19. – 20. by se v případě nabídnutí doplňkového prodeje každému zákazníkovi systém přehltl. Intenzita provozu by byla u obou časů vyšší než 80 % a zákazníci by museli na obsluhu dlouho čekat. Po 13. hodině je obsazena pouze jedna pokladna, proto by došlo k prodloužení doby obsluhy až skoro na 14 minut, což je vidět v grafu č. 2. Kromě těchto dvou časů je intenzita provozu při nabídnutí každému zákazníkovi do 60 % nebo maximálně lehce přes 60 % a to je vyhovující. V době od 15 do 17 hodin je dokonce tak nízká, že už by stálo za to zavřít minimálně jednu pokladnu, jelikož intenzita provozu se pohybuje kolem 30 %.

V případě, že by se nabízel doplňkový prodej celý den každému zákazníkovi, musela by se v intervalech 13. – 14. a 19. – 20. otevřít ještě jedna pokladna, aby se zvládli obsloužit všichni zákazníci. V případě otevření další pokladny po 13. hodině by se pak intenzita provozu snížila na 42,5 % a zákazník by v systému nebyl déle jak 3 minuty.

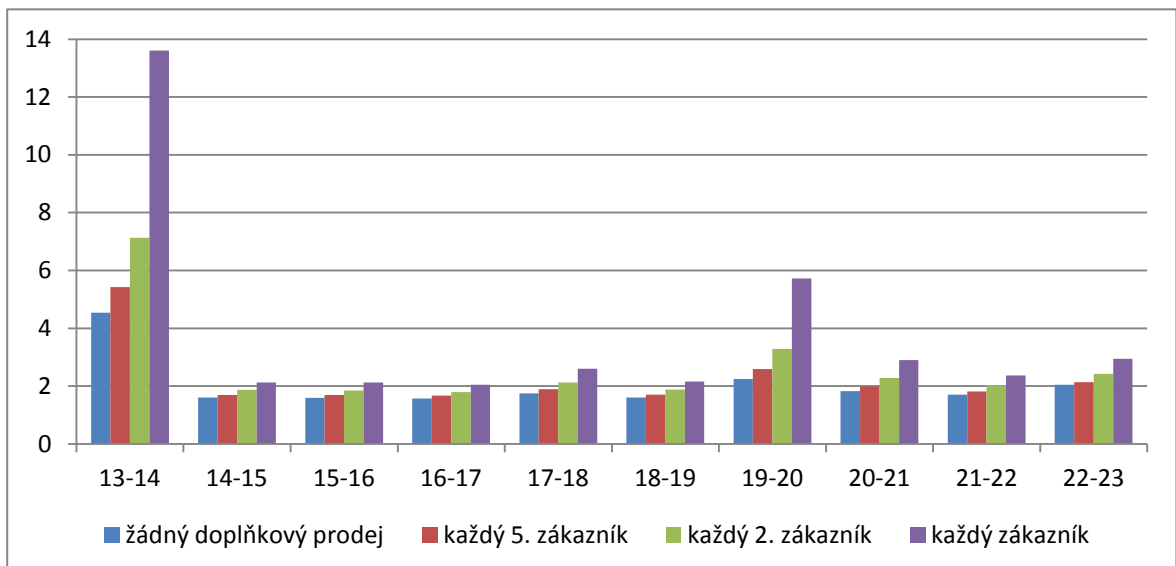
**Graf 1 - intenzita provozu v pondělí (v procentech)**



*Zdroj: vlastní zpracování*

Z grafu č. 2 je vidět, že skoro celý den je doba strávená v systému zákazníkem ideální i při nabízení každému zákazníkovi, kolem 2 - 3 minut. Po 13. hodině by bylo nejlepší nabízet jen každému 5. zákazníkovi, aby zákazník v systému nestrávil tolik času, anebo aby nenastala situace, že by z kina odešel, protože čekat na obsluhu déle jak 6 minut by zákazník nemusel tolerovat.

**Graf 2 - Doba strávená zákazníkem v systému v pondělí (v minutách)**



*Zdroj: vlastní zpracování*

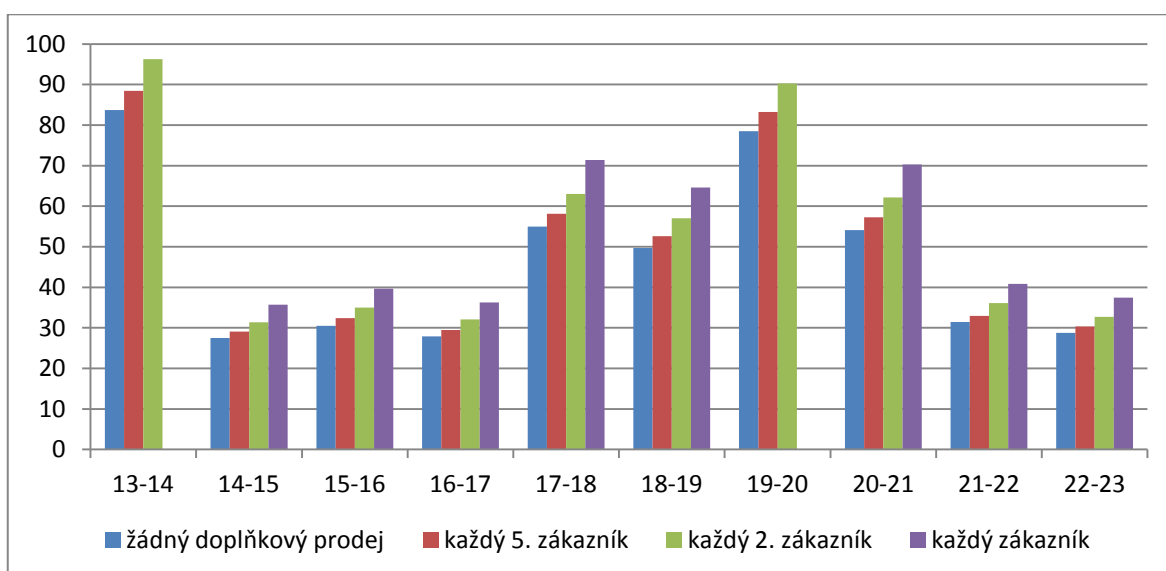
## 4.5.2 Úterý

V grafu č. 3 chybí intenzita provozu v intervalech 13. – 14. a 19. – 20. pro nabídnutí každému zákazníkovi. Tyto hodnoty neexistují, jelikož systém by nemohl fungovat při takovém zatížení. Aby systém byl schopný pojmout všechny zákazníky a zároveň každému nabídnout doplňkový prodej, musela by se otevřít další pokladna.

V případě, že by mezi 13. – 14. hodinou zůstala otevřena pouze jedna pokladna, muselo by se obsluhovat bez doplňkového prodeje, protože jak je vidět na grafu č. 4 i tak by zákazník v systému strávil 9,65 minuty. Z doby strávené v systému zákazníkem po 13. hodině je tedy vidět, že je zapotřebí, aby pokladníkovi někdo pomohl, protože sám by obsluhu sice zvládl, ale zákazníci by byli nepříjemní a určitě by stoupl i riziko stížností na nedostatečnou obsazenost pokladen.

Pro přehlednost grafu č. 4 je zvolené logaritmické měřítko, aby hodnoty byly rozeznatelné. Přesné hodnoty daných sloupců lze nalézt v přílohách č. 4-7. Nastává zde stejná situace jako u pondělí, kdy již u zmiňovaných intervalů, by nešlo nabízet každému zákazníkovi, ale jinak po celý den ano, jelikož se skoro po celý den doba obsluhy pohybuje pod 3 minuty.

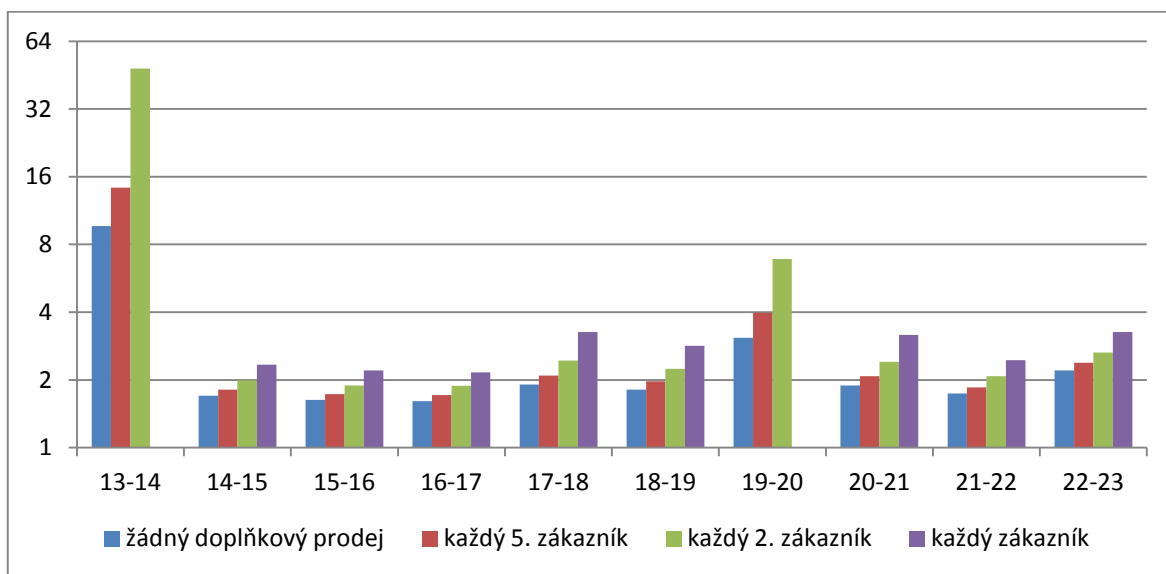
Graf 3 - intenzita provozu v úterý (v procentech)



Zdroj: vlastní zpracování

V čase 13. – 14. a 19. – 20. by se musela otevřít další pokladna, anebo nenabízet každému. Po otevření kina je situace nejhorší, kdy na pokladně sedí jeden zaměstnanec a i bez doplňkového prodeje by měl co dělat všechny zákazníky obsloužit.

**Graf 4 - doba strávená zákazníkem v systému v úterý (v minutách)**

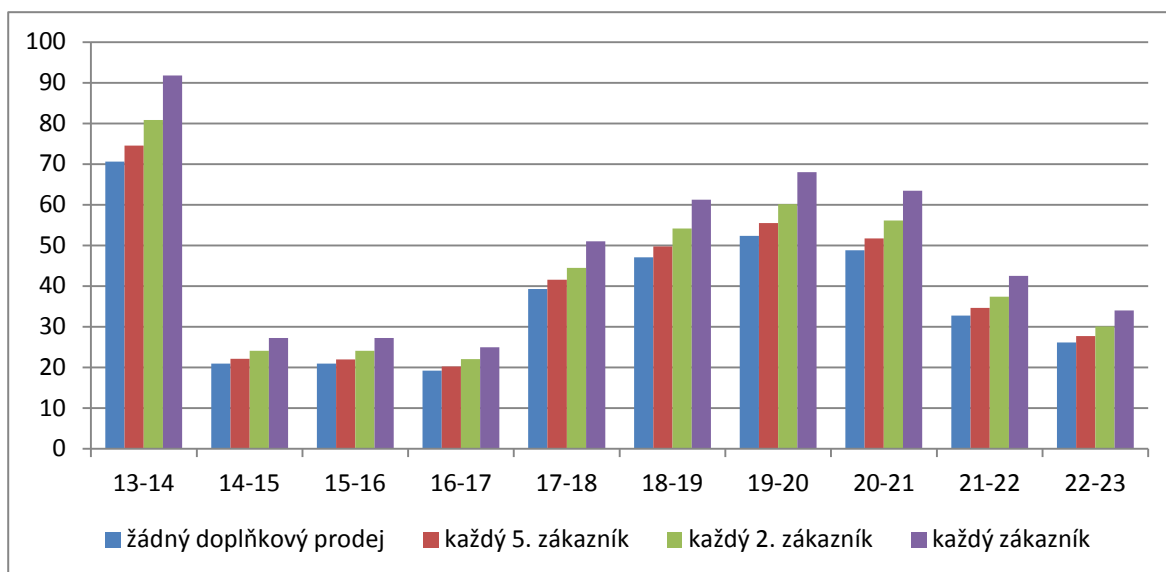


*Zdroj: vlastní zpracování*

Pokud by se po 19. hodině neotevřela další pokladna, nabídka by byla optimální pro každého 5. zákazníka a využití systému by byla 83 %, což by bylo zvládnutelné. V čase od 14 do 19 hodin je intenzita provozu do 40 %, což je málo a měla by se zavřít jedna pokladna a i bez ní by se zvládalo nabízet každému zákazníkovi.

### 4.5.3 Středa

Graf 5 - intenzita provozu ve středu (v procentech)

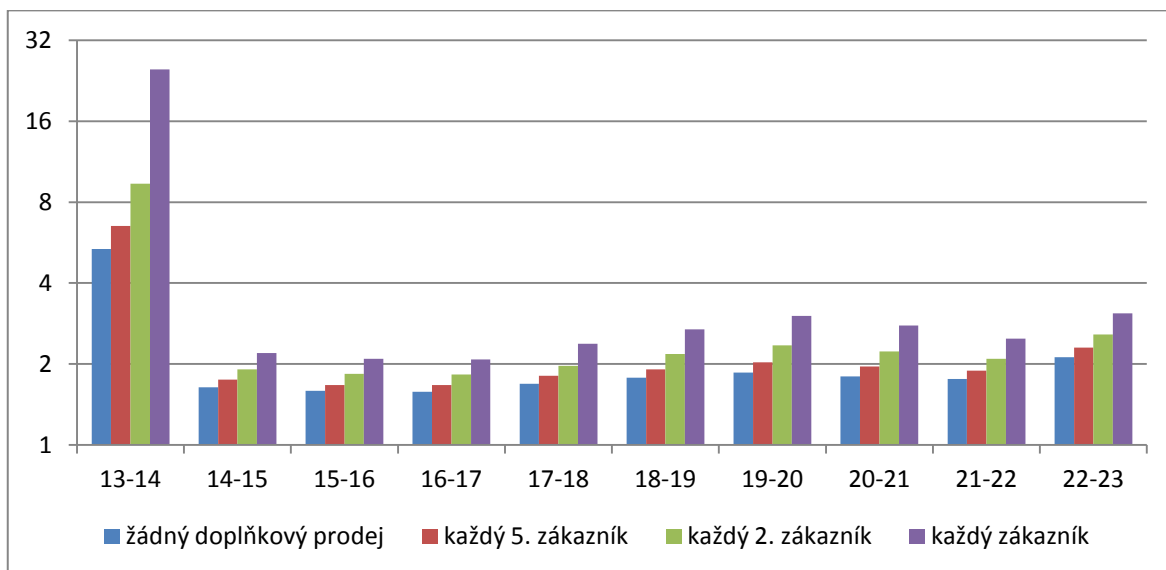


Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu č. 5 lze vyčíst, že intenzita provozu při nabídnutí každému zákazníkovi je celý den až na interval 13. – 14. pod 70 %, takže by bylo možné nabízet po 14. hodině každému zákazníkovi po celý den. V čase 13. – 14. by musela být otevřena další pokladna, anebo by se mohlo nabízet každému druhému zákazníkovi. Pokud by se ale nabídka nechala každému druhému zákazníkovi, tak z grafu č. 6 lze postřehnout, že doba strávená zákazníkem v systému by byla 9,36 minuty. Pro spokojenost zákazníků, které zajímá hlavně rychlá obsluha, by bylo tedy lepší nechat obsluhu bez nabídky a tím by se doba strávená v systému snížila na 5,35 minut. V případě, že by se po celý den mělo nabízet každému zákazníkovi, tak by se v intervalu 13. – 14. musela otevřít druhá pokladna.

V případě otevření druhé pokladny po 13. hodině by byla intenzita provozu 45,9 % a zákazník by odcházet ze systému po 2,59 minutách i s nabídnutím doplňkového prodeje. Ke spokojenosti zákazníků by tato situace byla určitě optimálnější než jedna pokladna a žádný doplňkový prodej.

**Graf 6 - doba strávená zákazníkem v systému ve středu (v minutách)**



*Zdroj: vlastní zpracování*

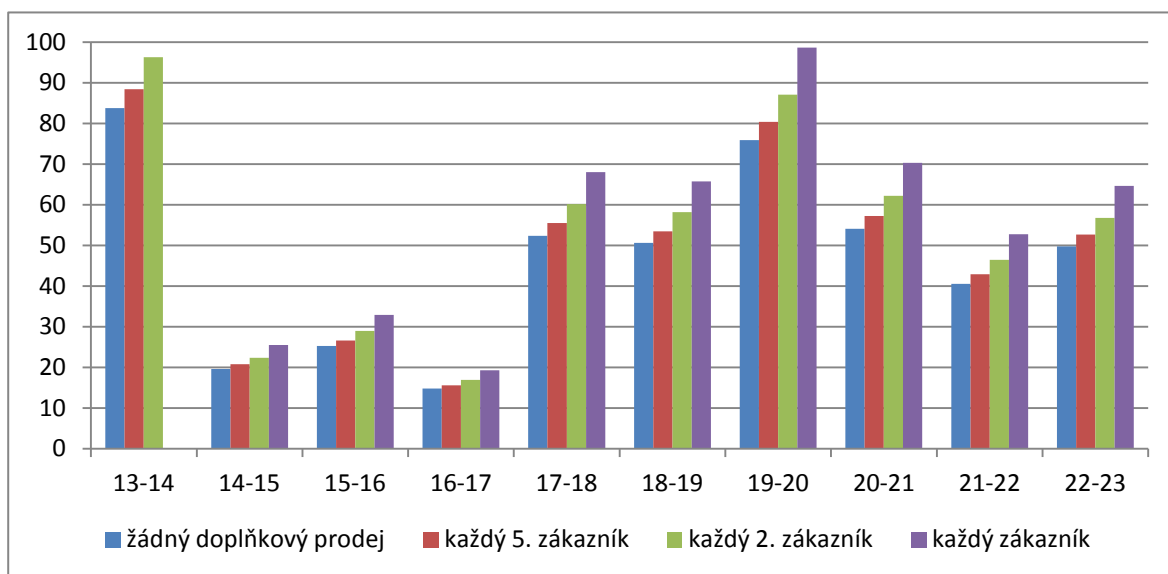
V grafu č. 6 je zde také pro přehlednost údajů upraveno měřítko, aby hodnoty u ostatních intervalů byly rozeznatelné. Přesné hodnoty jsou k nalezení v přílohách č. 8-11. Mezi 14. – 17. hodinou by mělo dojít k zavření alespoň jedné pokladny. V případě, že by mezi 14. – 15. hodinou byla otevřena pouze jedna pokladna místo dvou, intenzita provozu by byla 54,4 % a doba strávená zákazníkem v systému 4,48 minut, což by mělo být z pohledu zákazníka přijatelné. Jeden ušetřený zaměstnanec by se mohl využít na jiném pracovišti, anebo by kino ušetřilo za jeho odpracované hodiny.

Za předpokladu, že by se otevřela druhá pokladna v intervalu 13. – 14., tak by se doba strávená zákazníkem v systému snížila na 2,59 minut a intenzita provozu by klesla na 45,9 % a nabídka by mohla být tedy každému zákazníkovi.

#### **4.5.4 Čtvrtek**

V grafu č. 7 není uvedena intenzita provozu v intervalu 13. – 14., jelikož hodnota neexistuje. Jeden pokladní by nezvládl obsloužit 32 zákazníků a ještě každému nabídnout doplňkový prodej, jelikož intenzita obsluhy při nabídnutí každému je 29,41. Po 13. hodině by jeden zaměstnanec nemohl nabízet nikomu a stejně by intenzita provozu byla skoro 84 % a jak je vidět na grafu č. 8, i tak by zákazník strávil čekáním a obsluhou 9,65 minut. Po 13. hodině je zapotřebí pokladnímu pomoci a pak by se zvládalo i nabízení zákazníkům.

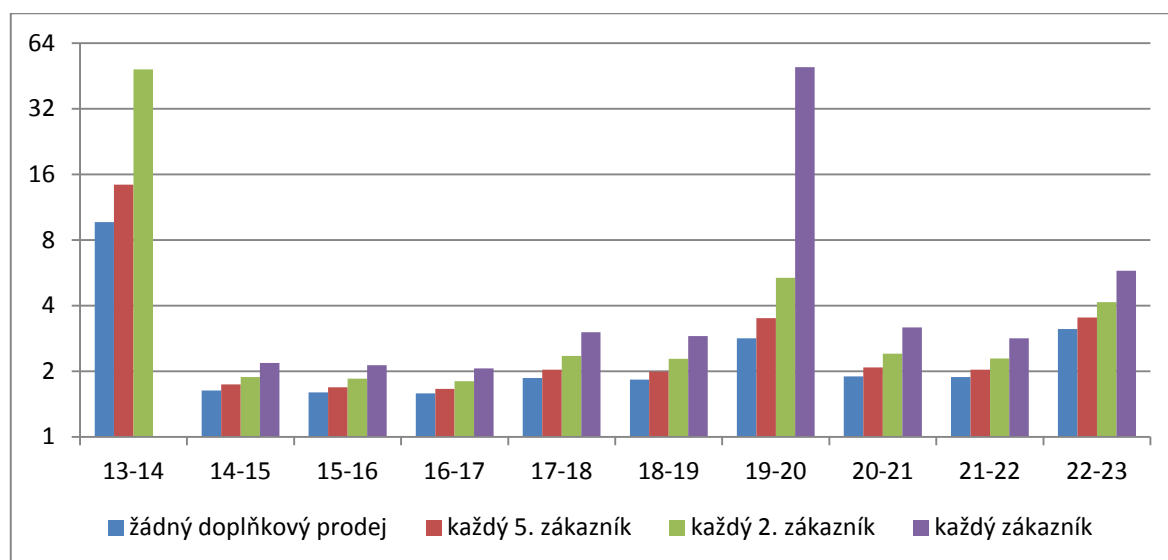
**Graf 7 - intenzita provozu ve čtvrtkách (v procentech)**



*Zdroj: vlastní zpracování*

V grafu č. 8 je zvoleno měřítko pro přehlednost údajů a přesné hodnoty jsou k nalezení v přílohách č. 12-15. Po 19. hodině by 3 zaměstnanci nemohli nabízet každému zákazníkovi doplňkový prodej, jelikož by doba strávená zákazníkem v systému byla skoro 50 minut, což nepřipadá v úvahu, jelikož zákazník chce jen lístky a 50 minut je skoro polovina filmu, který je čeká.

**Graf 8 - doba strávená zákazníkem v systému ve čtvrtkách (v minutách)**



*Zdroj: vlastní zpracování*

Během celého dne by se mohlo nabízet každému přichozímu, ale bylo by zapotřebí, aby po 13. a 19. hodině byl zvýšen počet zaměstnanců, kteří by to zvládli.

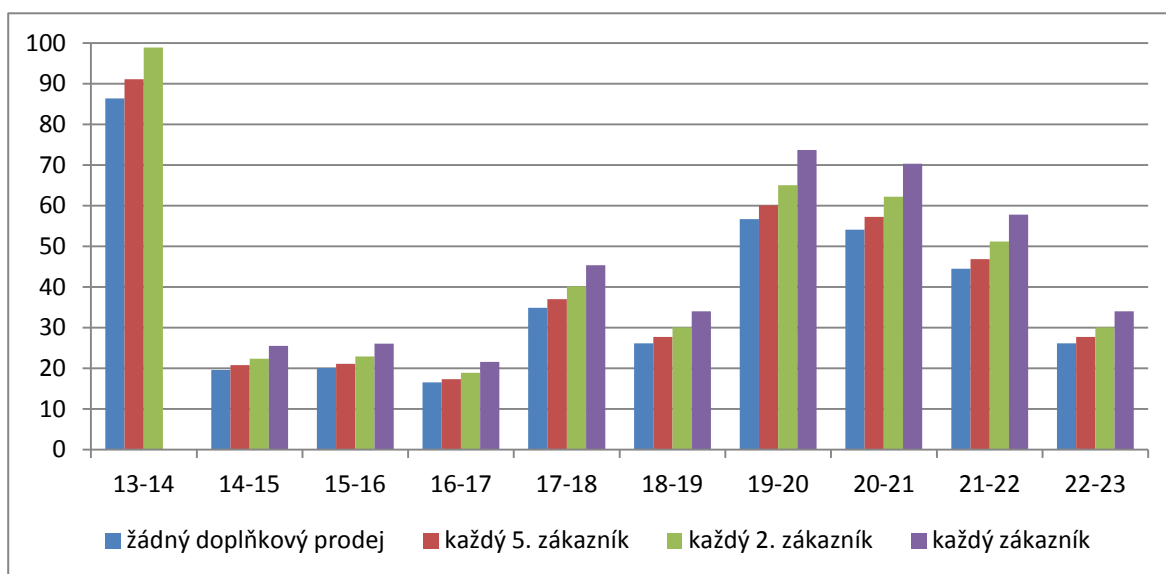


Mezi 14. – 19. hodinou by bylo možné zavřít jednu pokladnu, protože intenzita provozu není u žádného času vyšší než 40 %. V tomto intervalu je nejvíce vytížená doba mezi 15. - 16. Při uzavření jedné poklady by byla intenzita provozu 49,3 %, takže stále pod hranicí optimální intenzity a každý zákazník by si vyslechl nabídku.

#### 4.5.5 Pátek

V grafu č. 9 v intervalu 13. – 14. není zaznamenán sloupec pro nabídnutí každému zákazníkovi, jelikož tato hodnota neexistuje. Po 13. hodině při jedné obsazené pokladně by se musely prodávat lístky bez nabídky, jelikož i tak by byla intenzita provozu 86,34 %. A jak je vidět na grafu č. 10, doba strávená zákazníkem v systému by byla 11,50 minut. Pro spokojenost zákazníků a plynulý prodej by se měla tedy v tuto dobu otevřít ještě jedna pokladna. S další otevřenou pokladnou by se mohlo nabízet každému zákazníkovi a intenzita provozu by byla 56,1 %.

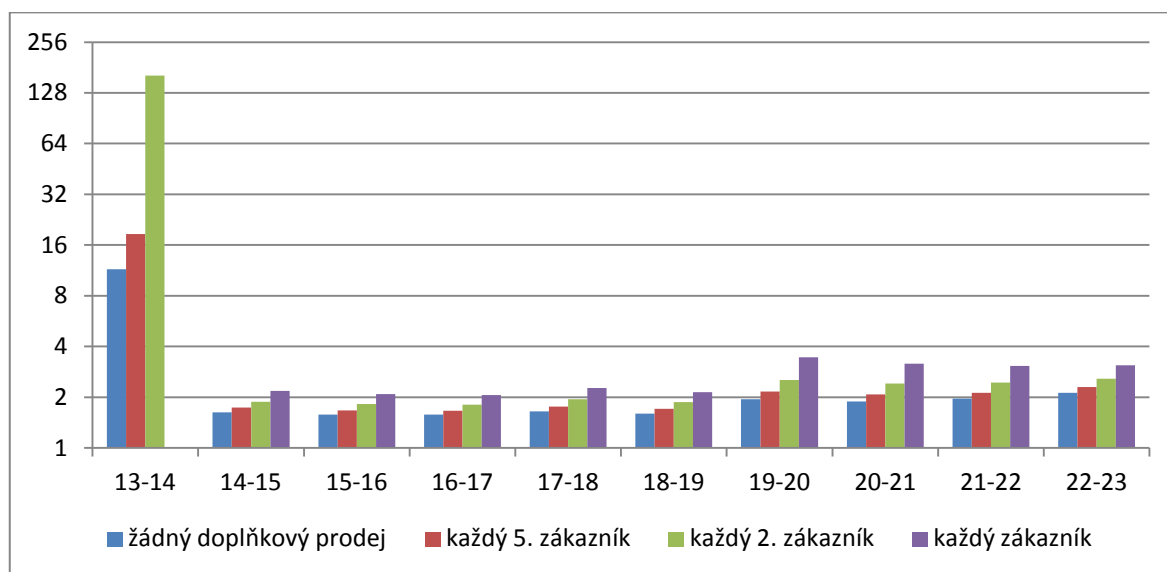
Graf 9- intenzita provozu v pátek (v procentech)



Zdroj: vlastní zpracování

Po 14. hodině zákazník nestráví v systému déle jak 4 minuty i za předpokladu, že si každý zákazník vyslechne nabídku doplňkového prodeje. V grafu č. 10 je zde také upravené měřítko a hodnoty ke sloupcům jsou v přílohách č. 16-19.

**Graf 10 - doba strávená zákazníkem v systému v pátek (v minutách)**



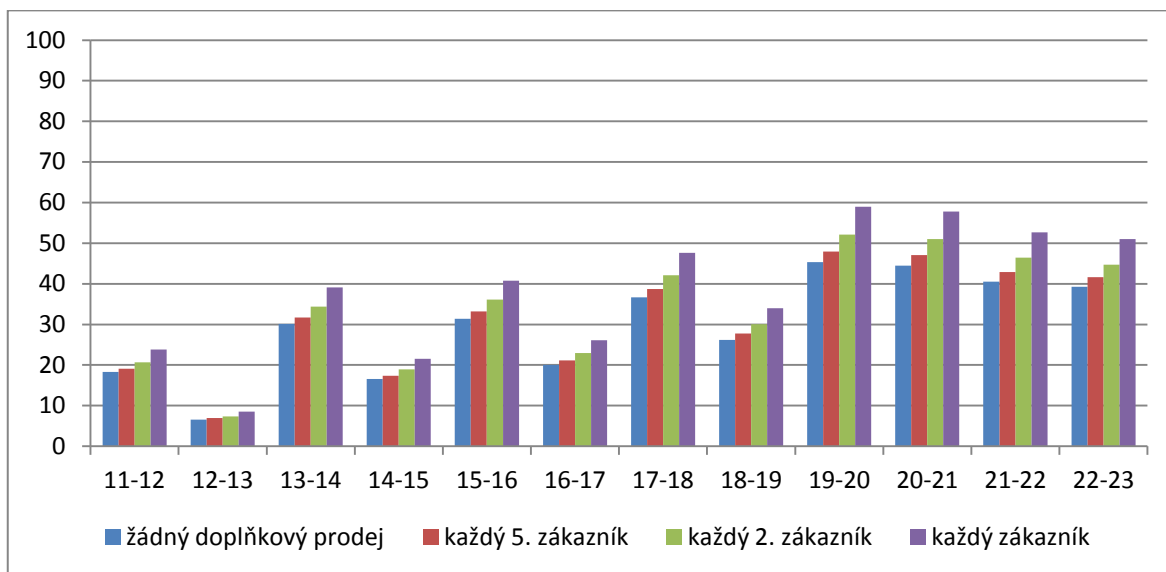
*Zdroj: vlastní zpracování*

Mezi 14. a 19. hodinou při nabídnutí každému zákazníkovi nepřekročí intenzita provozu 50 %. Pro efektivnější využití zaměstnanců by bylo nejlepší nějakou pokladnu uzavřít. V tomto časovém úseku je největší intenzita mezi 17. – 18., kdy jsou obsazené 3 pokladny a je potřeba obsloužit 40 zákazníků. Pokud by se jedna z pokladen uzavřela a lístky by se tedy prodávaly pouze na 2 otevřených pokladnách, intenzita provozu by se zvýšila při nabízení každému na 68 % a zákazník by v systému strávil místo 2,27 minut 3,8 minut, což z pohledu zákazníka by neměla být dlouhá doba, jelikož z toho je doba obsluhy 2,04 minuty. Mezi 14. a 19. je tedy zbytečné, aby byly otevřeny tři pokladny, jelikož dva zaměstnanci by obsluhu zákazníků zvládli.

#### **4.5.6 Sobota**

Jak je vidět na grafu č. 11, intenzita provozu je odlišná od té během všedního dne. Zatímco během všedních dnů docházelo k problémům s obsluhou po otevření multikina, o víkendu je situace jiná, jelikož v těchto brzkých hodinách není potřeba obsloužit tolik zákazníků. Intenzita provozu po otevření kina nepřevyšuje 30 % i za předpokladu, že zaměstnanci budou nabízet doplňkový prodej každému zákazníkovi.

**Graf 11- intenzita provozu v sobotu (v procentech)**



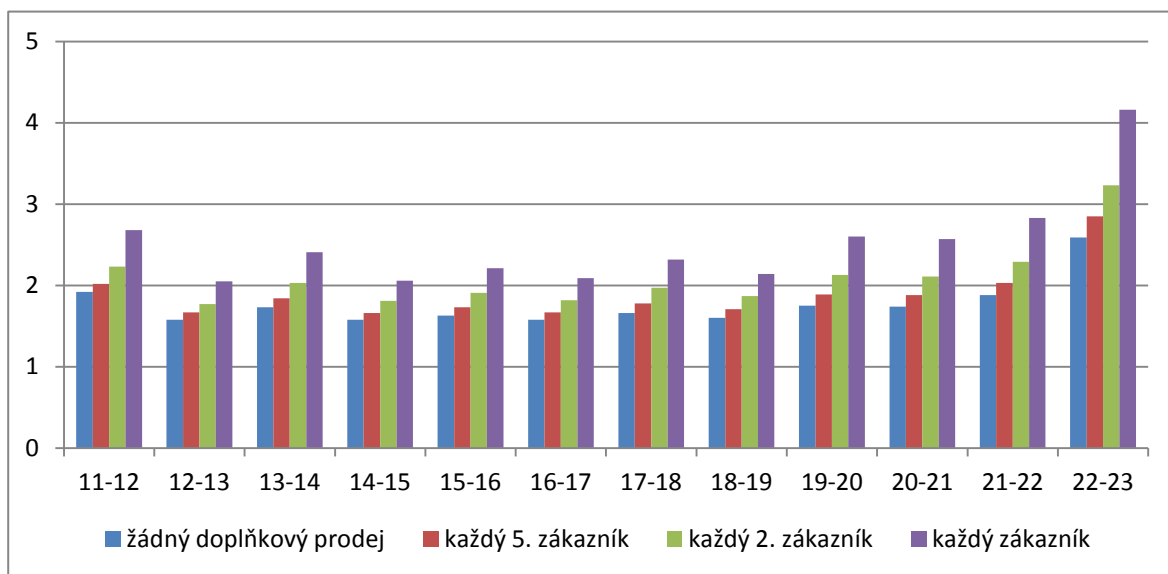
*Zdroj: vlastní zpracování*

Po 12. hodině jsou obsazeny už 2 pokladny, ale jelikož je potřeba obsloužit méně zákazníků než hodinu předtím a to zvládl jeden zaměstnanec, je tedy zbytečné tuto pokladnu otvírat tak brzy.

Mezi 14. – 15. je potřeba obsloužit 19 zákazníků, pro které jsou otevřeny 3 pokladny a intenzita provozu je tím pádem pouze 21,53 %. Pokud by v provozu byly pouze 2 pokladny, intenzita provozu by byla 32,3 % a zákazník by prostor pokladny opouštěl po 2,28 minutách i s nabídnutím doplňkového prodeje. Tento scénář s nabídnutím každému zákazníkovi by zvládl v tuto hodinu i jeden zaměstnanec, který by byl vytížen na 64,6 %, ale zákazník by strávil v systému 5,77 minut. Mohl by se tedy využít scénář nabídnutí každému druhému zákazníkovi a tím pádem by se doba strávená v systému zákazníkem snížila na 4,15 minut.

V čase 16. – 17. je situace velice podobná, jelikož jsou také otevřeny 3 poklady a je potřeba obsloužit pouze o 4 zákazníky více, tedy 23. V případě, že by v tomto čase byly otevřeny jen dvě pokladny, intenzita provozu by byla 39,1 % a zákazník by strávil v systému 2,41 minuty.

**Graf 12 - doba strávená zákazníkem v systému v sobotu (v minutách)**



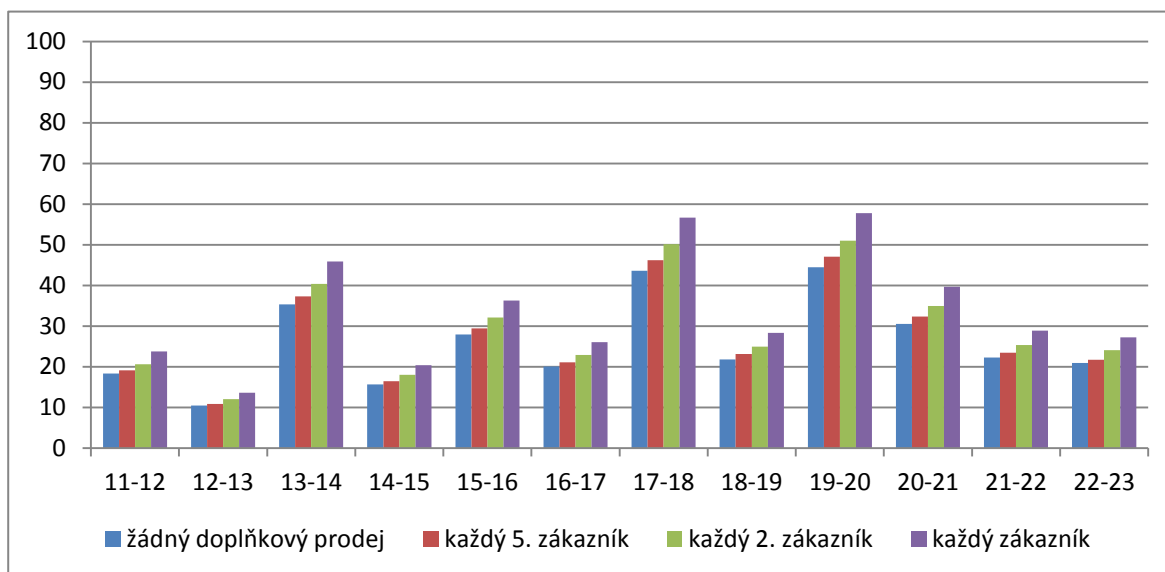
*Zdroj: vlastní zpracování*

Po 22. hodině je již obsazena poslední pokladna, jelikož provoz kina je skoro u konce. V grafu č. 12 je vidět, že zákazník by musel strávit v systému 4,16 minut v případě, že by zaměstnanec nabízel každému zákazníkovi. V tuto dobu by bylo vhodnější zvolit variantu nabízení každému druhému zákazníkovi, protože by pak zákazník nebyl v systému déle jak 3,5 minuty.

#### **4.5.7 Neděle**

Po otevření kina je situace stejná jako v sobotu. Jak je vidět na grafu č. 13, není po otevření pokladen problém s obsluhou, jelikož intenzita provozu není ani nad 30 %. Druhá pokladna by zde také stačila otevřít až po 13. hodině, kdy se návštěvnost začíná lehce zvyšovat. Kdyby obsluha zákazníků byla v intervalu 12. – 13. na jednom zaměstnanci, intenzita provozu by byla 13,6 % a zákazník by musel vystát frontu pouze 0,04 minuty, jelikož v tento čas je potřeba obsloužit jen 8 zákazníků.

**Graf 13- intenzita provozu v neděli (v procentech)**

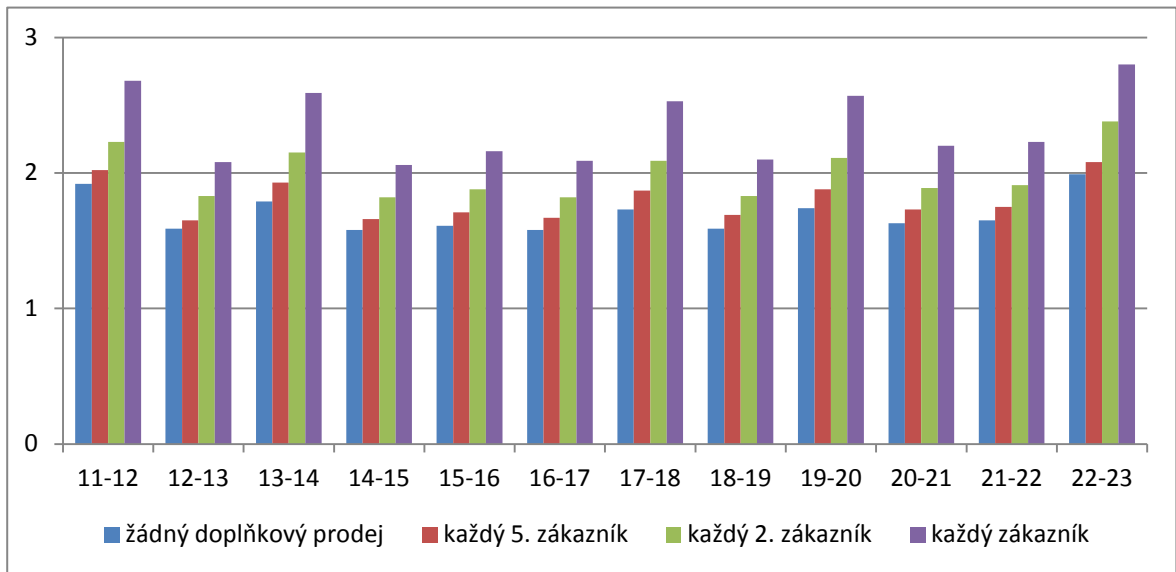


*Zdroj: vlastní zpracování*

Po celý den není intenzita provozu vyšší než 60 % a zákazníci jsou venku ze systému do 3 minut. Ze strany zákazníka je tento čas ideální z toho důvodu, že ve frontě nestráví skoro žádný čas a jdou skoro hned na řadu. Pro efektivnější využití zaměstnanců by se v některých úsecích měla minimálně jedna pokladna uzavřít.

Mezi 14. – 15. Jsou otevřeny 3 poklady, což je na obsluhu 18 zákazníků zbytečně moc. Pokud by obsluhovali 2 zaměstnanci a i nabízeli doplňkový prodej každému zákazníkovi, intenzita provozu by byla 30,6 % a zákazník by v systému byl 2,25 minuty. V tuto dobu by zákazník dokázal obsloužit i jeden zaměstnanec. Pokud by nabízel každému zákazníkovi, tak už by doba strávená zákazníkem v systému byla moc vysoká, bylo by to 5,26 minut. Pokud by se ale zvolil scénář nabízení každému druhému, tato doba by se zkrátila na 3,94 minuty.

Graf 14 - doba strávená zákazníkem v systému v neděli (v minutách)



Zdroj: vlastní zpracování

Večer po 21. hodině jsou stále otevřeny 2 pokladny, ale na tento provoz by stačil zaměstnanec jeden. Je potřeba obsloužit 17 zákazníků a toto množství je jeden zaměstnanec schopen obsloužit s intenzitou provozu 57,8 %, i kdyby každému nabídl doplňkový prodej. V této situaci by zákazník v systému strávil 4,84 minuty a za předpokladu, že by nabídka proběhla pouze u každého druhého zákazníka, tak 3,64 minuty.

## 5 Zhodnocení výsledků

V praktické části této práce byly vyhodnocovány scénáře, které se mohou během obsluhy zákazníků využít. V pracovním týdnu je při otevření kina otevřena pouze jedna pokladna, která obsluhu podle vypoítané doby obsluhy většinou nestíhá i bez nabídky zákazníkům. Směny jsou ovšem většinou plánované tak, aby při otevření kina byl na pokladně zkušený zaměstnanec, který obsluhu zvládne rychleji a dokáže si poradit s problémy. V kině se zaměstnanci stále mění, takže stálých zkušených zaměstnanců není mnoho. V případě, že se tvoří fronty, tak je vždy po ruce manažer, který může pomoci s prodejem a vše tak urychlit.

Jedna z věcí, která na pokladnách hodně zdržuje, je vyplňování věrnostního programu, kdy zákazník musí vyplnit osobní údaje a vyplnění trvá přibližně minutu, ale někteří lidé se mohou zdržet i déle. Řešením by bylo, aby se věrnostní kartička pouze načetla a zákazník by veškerou aktivaci mohl provést doma přes internet v pohodlí domova. Zaměstnanci by se tak nemuseli zdržovat čekáním na formulář a pouze by podali potřebné informace a obsluha by byla plynulejší. Z vlastního pozorování je zřejmé, že by si pak i více lidí kartičku zařídilo, protože mnoho lidí odradí nutnost vyplňování formuláře, která by v tomto případě odpadla, a kino by mohlo získat více věrnějších návštěvníků.

Po většinu dne na pokladnách je intenzita provozu velice nízká, a proto je potřeba, aby se snížil počet zaměstnanců. Řešením by mohla být tzv. „multi směna“, která by mohla obstarávat vše. Zaměstnanec na multi směně by v případě front mohl vypomáhat a kdyby nebylo na pokladně co dělat, dělal by jinou činnost, která by byla zrovna potřeba.

V časových intervalech, kdy by se musela otevřít další pokladna, aby se mohl nabízet doplňkový prodej každému zákazníkovi, je nutno zvážit, jestli náklady na dalšího zaměstnance nejsou vyšší než očekávané výnosy. Bohužel přesné výnosy z přímé nabídky nelze vyčíslit, jelikož většina zákazníků na nabídku nezareaguje hned, ale až po nějakém uvážení, zda má o nabídku zájem. Nabídka zákazníkům má určitě smysl, ale pokud jsou dlouhé fronty, tak zákazník nemá chuť poslouchat doplňující informace, takže by bylo lepší nenabízet a ušetřené peníze za zaměstnance by se dali investovat například do další reklamy daných nabízených produktů.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo vyřešit problém s nabízením doplňkového prodeje na pobočce multikina. Pomocí výpočtů provést analýzu současného stavu a navrhnout takovou četnost nabídky, která by byla pro kino nejefektivnější.

Z dostupných interních dat byly vypočítané základní charakteristiky, které se mezi sebou porovnávají v různých časových intervalech. Pro zhodnocení situace byly využity analytické metody, které jsou méně citlivé na přesné chování systému. Přesnější analýza by byla při využití simulačních metod vzhledem k přesné definici systému.

Při výpočtech charakteristik bylo zjištěno, že téměř po celé dny je v kině intenzita provozu pod optimální hodnotou. V mnoha časových intervalech se tato hodnota pohybuje pod 60 %, takže zaměstnanci nejsou dostatečně využiti a stálo by za to jejich množství redukovat. Během dne se ovšem občas vyskytují situace, kdy je intenzita provozu nad 80 %, a proto je potřeba zvážit možnost otevření další pokladny nebo vynechat nabídku doplňkového prodeje. V pracovní dny je nejhorší situace při otevření kina, kdy je otevřena pouze jedna pokladna, takže je potřeba počítat s případnou výpomocí.

Při porovnávání různých scénářů bylo zjištěno, že optimální četnost nabídky není pro každou denní hodinu stejná. Po většinu dne jsou sice zaměstnanci schopni nabízet každému zákazníkovi, ale pro spokojenost zákazníků je občas potřeba nabídku vynechat, aby prodej vstupenek byl plynulejší a návštěvníci si nestěžovali na dlouhé fronty. Doba nabídky doplňkového prodeje není tak dlouhá, ale pokud probíhá u každého zákazníka, tak je potom poznat, kdy to zdržuje a tvoří se fronty.

V případě, že by se kino rozhodlo pro jednodušší způsob zakládání věrnostních kartiček, které dobu obsluhy také prodlužují, tak by mohl zbývat čas na nabídku od zaměstnanců, kteří by ušetřený čas z vyplňování formulářů mohli věnovat právě nabídce, která by se stíhala častěji.



## 7 Seznam použitých zdrojů

- [1] JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vydání. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING, 2007. Modely hromadné obsluhy, s. 239-270. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [2] UNČOVSKÝ, Ladislav. Stochastické modely operačnej analýzy. Bratislava: ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, 1980. Modely hromadnej obsluhy, s. 81-91.
- [3] HUŠEK, Roman; MAŇAS, Miroslav. Matematické modely v ekonomii. Praha: SNTL, 1989. Modelování systémů hromadné obsluhy, s. 287-332. ISBN 80-03-00098-X.
- [4] LUKÁŠ, Ladislav. Pravděpodobnostní modely v managementu: Markovovy řetězce a systémy hromadné obsluhy. Praha: Acedemia, 2009. 136 s. ISBN 978-80-200-1704-8.
- [5] DÖMEOVÁ, Ludmila; BERÁNKOVÁ, Martina. Systémy hromadné obsluhy I. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra operační a systémové analýzy, 2004. 58 s. ISBN 80-213-1193-2.
- [6] ZIMOLA, Bedřich. Operační výzkum. 5. nezměněné vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, 2009. Modely hromadné obsluhy, s. 86-114. ISBN 978-80-7318-878-8.
- [7] DUČHOŇ, Bedřich. Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. Modelování hromadných procesů, s. 156-169. ISBN 978-80-7179-763-0.
- [8] ŠUBRT, Tomáš et al. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011. Systém hromadné obsluhy, s. 320-335. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [9] ŽIŽKA, Miroslav. Vybrané statě z operačního výzkumu. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Hospodářská fakulta, Katedra podnikové ekonomiky, 2003. Teorie front s. 96-116. ISBN 80-7083-691-1.
- [10] LAUBER, Josef; Hušek, Roman. Operační výzkum: určeno pro posluchače fakulty řízení. Praha: SPN, 1984. Modely hromadné obsluhy, s. 119-150.

- [11] SIXTA, Josef; ŽUKOVÁ, Helena. Systémové inženýrství a operační analýza: Sběrka příkladů I. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, Fakulta textilní, Katedra prádelnictví a ekonomiky, 1986. Teorie hromadné obsluhy s. 200-222.
- [12] BRIŠ, Radim; LITSCHMANNOVÁ, Martina. Statistika II. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2007. Vybrané pravděpodobnostní modely, s. 11-12. ISBN 978-80-248-1482-7.

## 8 Seznam obrázků, grafů a tabulek

### Seznam obrázků:

Obrázek 1 – systém hromadné obsluhy .....	12
Obrázek 2 – jedna obslužná linka .....	15
Obrázek 3 – paralelní uspořádání (jedna fronta) .....	15
Obrázek 4 - paralelní uspořádání (více front) .....	16
Obrázek 5 – sériové uspořádání .....	16
Obrázek 6 - Graf hustoty pravděpodobnosti exponenciální náhodné proměnné .....	22
Obrázek 7 - Doba do výskytu k-té události .....	23

### Seznam tabulek:

Tabulka 1 - přehled základních proměnných .....	20
---	----

### Seznam grafů:

Graf 1 - intenzita provozu v pondělí (v procentech) .....	35
Graf 2 - Doba strávená zákazníkem v systému v pondělí (v minutách) .....	35
Graf 3 - intenzita provozu v úterý (v procentech) .....	36
Graf 4 - doba strávená zákazníkem v systému v úterý (v minutách) .....	37
Graf 5 - intenzita provozu ve středu (v procentech) .....	38
Graf 6 - doba strávená zákazníkem v systému ve středu (v minutách) .....	39
Graf 7 - intenzita provozu ve čtvrtek (v procentech) .....	40
Graf 8 - doba strávená zákazníkem v systému ve čtvrtek (v minutách) .....	40
Graf 9- intenzita provozu v pátek (v procentech) .....	41
Graf 10 - doba strávená zákazníkem v systému v pátek (v minutách) .....	42
Graf 11- intenzita provozu v sobotu (v procentech) .....	43
Graf 12 - doba strávená zákazníkem v systému v sobotu (v minutách) .....	44
Graf 13- intenzita provozu v neděli (v procentech) .....	45
Graf 14 - doba strávená zákazníkem v systém v neděli (v minutách) .....	46

## 9 Přílohy

### Příloha 1: Základní charakteristiky - pondělí (nabídka každému zákazníkovi)

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	25	2,04	13,61	11,57	29,41	85,01	0,85	0,15	5,67	4,82	1
14-15	12	2,04	2,13	0,09	29,41	20,40	0,41	0,66	0,43	0,018	2
15-16	29	2,04	2,13	0,09	29,41	32,87	0,99	0,37	1,03	0,043	3
16-17	15	2,04	2,05	0,01	29,41	17,00	0,51	0,60	0,51	0,003	3
17-18	52	2,04	2,60	0,56	29,41	58,94	1,77	0,15	2,26	0,49	3
18-19	32	2,04	2,16	0,12	29,41	36,27	1,09	0,33	1,15	0,06	3
19-20	76	2,04	5,72	3,68	29,41	86,14	2,58	0,04	7,24	4,66	3
20-21	58	2,04	2,90	0,86	29,41	65,74	1,97	0,12	2,80	0,83	3
21-22	22	2,04	2,37	0,33	29,41	37,40	0,75	0,46	0,87	0,12	2
22-23	9	2,04	2,94	0,90	29,41	30,60	0,31	0,69	0,44	0,14	1

Zdroj: vlastní zpracování

### Příloha 2: Základní charakteristiky - pondělí (nabídka každému 2. zákazníkovi)

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	25	1,796	7,13	5,34	33,41	74,83	0,75	0,25	2,97	2,220	1
14-15	12	1,805	1,87	0,06	33,24	18,05	0,36	0,69	0,37	0,012	2
15-16	29	1,797	1,85	0,08	33,39	28,95	0,87	0,42	0,89	0,030	3
16-17	15	1,789	1,79	0,01	33,54	14,91	0,45	0,64	0,45	0,002	3
17-18	52	1,805	2,13	0,33	33,24	52,15	1,56	0,20	1,85	0,280	3
18-19	32	1,805	1,88	0,07	33,24	32,09	0,96	0,38	1,01	0,040	3
19-20	76	1,805	3,29	1,48	33,24	76,21	2,29	0,07	4,17	1,880	3
20-21	58	1,805	2,28	0,47	33,24	58,16	1,75	0,16	2,21	0,460	3
21-22	22	1,805	2,03	0,22	33,24	33,09	0,66	0,50	0,74	0,080	2
22-23	9	1,779	2,42	0,65	33,73	26,68	0,27	0,73	0,36	0,090	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 3: Základní charakteristiky - pondělí (nabídka každému  
5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	25	1,664	5,42	3,76	36,06	69,33	0,69	0,31	2,26	1,570	1
14-15	12	1,648	1,69	0,05	36,41	16,48	0,33	0,72	0,34	0,010	2
15-16	29	1,651	1,69	0,04	36,34	26,6	0,80	0,45	0,82	0,020	3
16-17	15	1,664	1,67	0,01	36,06	13,87	0,42	0,66	0,42	0,002	3
17-18	52	1,660	1,89	0,23	36,15	47,96	1,44	0,23	1,64	0,200	3
18-19	32	1,658	1,71	0,05	36,19	29,47	0,88	0,41	0,91	0,030	3
19-20	76	1,663	2,59	0,92	36,08	70,21	2,11	0,09	3,28	1,170	3
20-21	58	1,659	1,99	0,32	36,17	53,45	1,60	0,19	1,92	0,320	3
21-22	22	1,656	1,82	0,17	36,23	30,36	0,61	0,53	0,67	0,060	2
22-23	9	1,622	2,14	0,52	36,99	24,33	0,24	0,76	0,32	0,080	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 4: Základní charakteristiky - úterý (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,57	9,65	8,08	38,22	83,73	0,84	0,16	5,15	4,31	1
14-15	21	1,57	1,70	0,13	38,22	27,47	0,55	0,57	0,59	0,05	2
15-16	35	1,57	1,63	0,05	38,22	30,53	0,92	0,40	0,95	0,03	3
16-17	32	1,57	1,61	0,04	38,22	27,91	0,84	0,43	0,86	0,02	3
17-18	63	1,57	1,91	0,34	38,22	54,95	1,65	0,18	2,01	0,36	3
18-19	57	1,57	1,81	0,25	38,22	49,71	1,49	0,21	1,72	0,23	3
19-20	90	1,57	3,08	1,52	38,22	78,49	2,36	0,06	4,63	2,27	3
20-21	62	1,57	1,89	0,32	38,22	54,07	1,62	0,18	1,96	0,33	3
21-22	24	1,57	1,74	0,17	38,22	31,4	0,63	0,52	0,70	0,07	2
22-23	11	1,57	2,20	0,64	38,22	28,78	0,29	0,71	0,41	0,12	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 5: Základní charakteristiky - úterý (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	2,04	x	x	29,41	x	1,09	x	x	x	1
14-15	21	2,04	2,34	0,30	29,41	35,70	0,71	0,47	0,82	0,10	2
15-16	35	2,04	2,20	0,16	29,41	39,67	1,19	0,30	1,28	0,09	3
16-17	32	2,04	2,16	0,12	29,41	36,27	1,09	0,33	1,15	0,06	3
17-18	63	2,04	3,26	1,22	29,41	71,40	2,14	0,09	3,42	1,28	3
18-19	57	2,04	2,84	0,80	29,41	64,60	1,94	0,12	2,70	0,76	3
19-20	90	2,04	x	x	29,41	x	3,06	x	x	x	3
20-21	62	2,04	3,17	1,13	29,41	70,27	2,11	0,10	3,28	1,17	3
21-22	24	2,04	2,45	0,41	29,41	40,80	0,82	0,42	0,98	0,16	2
22-23	11	2,04	3,26	1,22	29,41	37,40	0,37	0,63	0,60	0,22	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 6: Základní charakteristiky - úterý (nabídka každému 2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,805	48,39	46,58	33,24	96,27	0,96	0,037	25,81	24,84	1
14-15	21	1,794	1,99	0,20	33,45	31,39	0,63	0,520	0,70	0,07	2
15-16	35	1,798	1,89	0,10	33,37	34,96	1,05	0,350	1,10	0,06	3
16-17	32	1,805	1,88	0,07	33,24	32,09	0,96	0,380	1,00	0,04	3
17-18	63	1,801	2,44	0,64	33,32	63,03	1,89	0,130	2,56	0,67	3
18-19	57	1,801	2,24	0,44	33,32	57,02	1,71	0,160	2,13	0,42	3
19-20	90	1,805	6,88	5,07	33,24	90,25	2,71	0,020	10,31	7,61	3
20-21	62	1,805	2,41	0,61	33,24	62,17	1,87	0,130	2,50	0,63	3
21-22	24	1,805	2,08	0,27	33,24	36,10	0,72	0,470	0,83	0,11	2
22-23	11	1,784	2,65	0,87	33,63	32,71	0,33	0,670	0,49	0,16	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 7: Základní charakteristiky - úterý (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,658	14,32	12,66	36,19	88,42	0,88	0,12	7,64	6,75	1
14-15	21	1,66	1,81	0,15	36,15	29,05	0,58	0,55	0,63	0,05	2
15-16	35	1,664	1,73	0,07	36,06	32,35	0,97	0,38	1,01	0,04	3
16-17	32	1,658	1,71	0,05	36,19	29,47	0,88	0,41	0,91	0,03	3
17-18	63	1,660	2,09	0,44	36,15	58,09	1,74	0,16	2,20	0,46	3
18-19	57	1,661	1,97	0,31	36,12	52,60	1,58	0,19	1,87	0,30	3
19-20	90	1,664	3,97	2,31	36,06	83,19	2,50	0,05	5,96	3,47	3
20-21	62	1,661	2,08	0,41	36,12	57,22	1,72	0,16	2,14	0,43	3
21-22	24	1,648	1,85	0,20	36,41	32,96	0,66	0,50	0,74	0,08	2
22-23	11	1,656	2,38	0,72	36,23	30,36	0,30	0,70	0,44	0,13	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 8: Základní charakteristiky - středa (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	27	1,57	5,35	3,78	38,22	70,64	0,71	0,3	2,41	1,70	1
14-15	16	1,57	1,64	0,07	38,22	20,93	0,42	0,65	0,44	0,02	2
15-16	24	1,57	1,59	0,02	38,22	20,93	0,63	0,53	0,64	0,01	3
16-17	22	1,57	1,58	0,01	38,22	19,19	0,58	0,57	0,58	0,01	3
17-18	45	1,57	1,69	0,11	38,22	39,25	1,18	0,30	1,27	0,09	3
18-19	54	1,57	1,78	0,20	38,22	47,10	1,14	0,23	1,60	0,18	3
19-20	60	1,57	1,86	0,29	38,22	52,33	1,57	0,19	1,86	0,29	3
20-21	56	1,57	1,80	0,23	38,22	48,84	1,47	0,22	1,68	0,21	3
21-22	25	1,57	1,76	0,19	38,22	32,71	0,65	0,51	0,73	0,08	2
22-23	10	1,57	2,12	0,56	38,22	26,16	0,26	0,74	0,35	0,09	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 9: Základní charakteristiky - středa (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	27	2,04	24,89	22,85	29,41	91,81	0,92	0,08	11,2	10,29	1
14-15	16	2,04	2,20	0,16	29,41	27,20	0,54	0,57	0,59	0,04	2
15-16	24	2,04	2,09	0,05	29,41	27,20	0,82	0,44	0,84	0,02	3
16-17	22	2,04	2,08	0,04	29,41	24,93	0,75	0,47	0,76	0,02	3
17-18	45	2,04	2,38	0,34	29,41	51,00	1,53	0,20	1,79	0,26	3
18-19	54	2,04	2,69	0,65	29,41	61,20	1,84	0,14	2,42	0,58	3
19-20	60	2,04	3,02	0,98	29,41	68,00	2,04	0,11	3,03	0,99	3
20-21	56	2,04	2,78	0,74	29,41	63,47	1,90	0,13	2,60	0,70	3
21-22	25	2,04	2,49	0,45	29,41	42,50	0,85	0,40	1,04	0,19	2
22-23	10	2,04	3,09	1,05	29,41	34,00	0,34	0,66	0,52	0,18	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 10: Základní charakteristiky - středa (nabídka každému  
2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	27	1,796	9,36	7,57	33,41	80,81	0,81	0,19	4,21	3,40	1
14-15	16	1,805	1,91	0,11	33,24	24,07	0,48	0,61	0,51	0,03	2
15-16	24	1,805	1,84	0,03	33,24	24,07	0,72	0,48	0,74	0,01	3
16-17	22	1,805	1,83	0,02	33,24	22,06	0,66	0,52	0,67	0,01	3
17-18	45	1,780	1,97	0,19	33,71	44,5	1,34	0,25	1,48	0,15	3
18-19	54	1,805	2,18	0,37	33,24	54,15	1,63	0,18	1,96	0,34	3
19-20	60	1,805	2,35	0,54	33,24	60,17	1,81	0,15	2,34	0,54	3
20-21	56	1,805	2,23	0,42	33,24	56,16	1,69	0,17	2,08	0,39	3
21-22	25	1,796	2,09	0,29	33,41	37,41	0,75	0,46	0,87	0,12	2
22-23	10	1,805	2,58	0,77	33,24	30,08	0,30	0,70	0,43	0,13	1

Zdroj: vlastní zpracování



**Příloha 11: Základní charakteristiky - středa (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	27	1,657	6,52	4,86	36,21	74,57	0,75	0,25	2,93	2,19	1
14-15	16	1,658	1,75	0,08	36,19	22,11	0,44	0,64	0,47	0,02	2
15-16	24	1,648	1,67	0,02	36,41	21,97	0,66	0,52	0,67	0,01	3
16-17	22	1,656	1,67	0,02	36,23	20,24	0,61	0,54	0,61	0,01	3
17-18	45	1,664	1,81	0,15	36,06	41,60	1,25	0,28	1,36	0,11	3
18-19	54	1,657	1,91	0,26	36,21	49,71	1,49	0,21	1,72	0,23	3
19-20	60	1,664	2,03	0,37	36,06	55,46	1,66	0,17	2,04	0,37	3
20-21	56	1,662	1,96	0,29	36,10	51,71	1,55	0,20	1,83	0,27	3
21-22	25	1,664	1,89	0,23	36,06	34,66	0,69	0,49	0,79	0,10	2
22-23	10	1,664	2,30	0,64	36,06	27,73	0,28	0,72	0,38	0,11	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 12: Základní charakteristiky - čtvrtek (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,57	9,65	8,08	38,22	83,73	0,84	0,16	5,15	4,310	1
14-15	15	1,57	1,63	0,06	38,22	19,62	0,39	0,67	0,41	0,020	2
15-16	29	1,57	1,60	0,03	38,22	25,29	0,76	0,47	0,77	0,020	3
16-17	17	1,57	1,58	0,01	38,22	14,83	0,45	0,64	0,45	0,002	3
17-18	60	1,57	1,86	0,29	38,22	52,33	1,57	0,19	1,86	0,290	3
18-19	58	1,57	1,83	0,26	38,22	50,58	1,52	0,21	1,77	0,250	3
19-20	87	1,57	2,83	1,26	38,22	75,88	2,28	0,07	4,11	1,830	3
20-21	62	1,57	1,89	0,32	38,22	54,07	1,62	0,18	1,96	0,330	3
21-22	31	1,57	1,88	0,31	38,22	40,55	0,81	0,42	0,97	0,160	2
22-23	19	1,57	3,12	1,55	38,22	49,71	0,50	0,50	0,99	0,490	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 13: Základní charakteristiky - čtvrtek (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	2,04	x	x	29,41	x	1,09	x	x	x	1
14-15	15	2,04	2,18	0,14	29,41	25,50	0,51	0,590	0,55	0,04	2
15-16	29	2,04	2,13	0,09	29,41	32,87	0,99	0,370	1,03	0,04	3
16-17	17	2,04	2,06	0,02	29,41	19,27	0,58	0,560	0,58	0,01	3
17-18	60	2,04	3,02	0,98	29,41	68,00	2,04	0,110	3,03	0,99	3
18-19	58	2,04	2,90	0,86	29,41	65,74	1,97	0,120	2,80	0,83	3
19-20	87	2,04	49,54	47,50	29,41	98,61	1,97	0,003	71,84	68,88	3
20-21	62	2,04	3,17	1,13	29,41	70,27	2,11	0,100	3,28	1,17	3
21-22	31	2,04	2,83	0,79	29,41	52,70	1,05	0,310	1,46	0,41	2
22-23	19	2,04	5,77	3,73	29,41	64,60	0,65	0,350	1,83	1,18	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 14: Základní charakteristiky - čtvrtek (nabídka každému 2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,805	48,39	46,58	33,24	96,27	0,96	0,04	25,81	24,840	1
14-15	15	1,789	1,88	0,10	33,54	22,36	0,45	0,64	0,47	0,020	2
15-16	29	1,797	1,85	0,05	33,39	28,95	0,87	0,42	0,90	0,030	3
16-17	17	1,791	1,80	0,01	33,50	16,92	0,51	0,60	0,51	0,003	3
17-18	60	1,805	2,35	0,54	33,24	60,17	1,81	0,15	2,34	0,540	3
18-19	58	1,805	2,28	0,47	33,24	58,16	1,75	0,16	2,21	0,460	3
19-20	87	1,802	5,36	3,56	33,30	87,09	2,61	0,03	7,78	5,170	3
20-21	62	1,805	2,41	0,61	33,24	62,17	1,87	0,13	2,50	0,630	3
21-22	31	1,797	2,29	0,49	33,39	46,42	0,93	0,37	1,18	0,260	2
22-23	19	1,793	4,15	2,36	33,46	56,78	0,57	0,43	1,31	0,750	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 15: Základní charakteristiky - čtvrtek (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	32	1,658	14,32	12,66	36,19	88,42	0,88	0,12	7,64	6,750	1
14-15	15	1,664	1,74	0,08	36,06	20,80	0,42	0,66	0,44	0,020	2
15-16	29	1,651	1,69	0,04	36,34	26,60	0,80	0,45	0,82	0,020	3
16-17	17	1,653	1,66	0,01	36,30	15,61	0,47	0,63	0,47	0,002	3
17-18	60	1,664	2,03	0,37	36,06	55,46	1,66	0,17	2,04	0,370	3
18-19	58	1,659	1,99	0,32	36,17	53,45	1,60	0,19	1,92	0,320	3
19-20	87	1,662	3,50	1,84	36,10	80,33	2,41	0,06	5,08	2,670	3
20-21	62	1,661	2,08	0,41	36,12	57,22	1,72	0,16	2,14	0,430	3
21-22	31	1,661	2,03	0,37	36,12	42,91	0,86	0,40	1,05	0,190	2
22-23	19	1,644	3,52	1,85	36,06	52,69	0,53	0,47	1,11	0,590	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 16: Základní charakteristiky - pátek (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	33	1,57	11,50	9,92	38,22	86,34	0,86	0,14	6,32	5,460	1
14-15	15	1,57	1,63	0,06	38,22	19,62	0,39	0,67	0,41	0,020	2
15-16	23	1,57	1,58	0,02	38,22	20,06	0,60	0,55	0,61	0,010	3
16-17	19	1,57	1,58	0,01	38,22	16,57	0,50	0,61	0,50	0,003	3
17-18	40	1,57	1,65	0,08	38,22	34,89	1,05	0,35	1,10	0,050	3
18-19	30	1,57	1,60	0,04	38,22	26,16	0,78	0,45	0,80	0,020	3
19-20	65	1,57	1,95	0,38	38,22	56,69	1,70	0,17	2,11	0,410	3
20-21	62	1,57	1,89	0,32	38,22	54,07	1,62	0,18	1,96	0,330	3
21-22	34	1,57	1,96	0,39	38,22	44,48	0,89	0,38	1,11	0,220	2
22-23	10	1,57	2,12	0,56	38,22	26,16	0,26	0,74	0,35	0,090	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 17: Základní charakteristiky – pátek (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	33	2,04	x	x	29,41	x	1,12	x	x	x	1
14-15	15	2,04	2,18	0,14	29,41	25,5	0,51	0,59	0,55	0,04	2
15-16	23	2,04	2,09	0,05	29,41	26,07	0,78	0,46	0,8	0,02	3
16-17	19	2,04	2,06	0,02	29,41	21,53	0,65	0,52	0,65	0,01	3
17-18	40	2,04	2,27	0,23	29,41	45,34	1,36	0,25	1,52	0,16	3
18-19	30	2,04	2,14	0,10	29,41	34,00	1,02	0,36	1,07	0,05	3
19-20	65	2,04	3,46	1,42	29,41	73,67	2,21	0,08	3,74	1,53	3
20-21	62	2,04	3,17	1,13	29,41	70,27	2,11	0,10	3,28	1,17	3
21-22	34	2,04	3,07	1,03	29,41	57,8	1,16	0,27	1,74	0,58	2
22-23	10	2,04	3,09	1,05	29,41	34,00	0,34	0,66	0,52	0,18	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 18: Základní charakteristiky – pátek (nabídka každému 2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	33	1,798	162	160	33,37	98,89	0,99	0,01	89,19	88,20	1
14-15	15	1,789	1,88	0,10	33,54	22,36	0,45	0,64	0,47	0,02	2
15-16	23	1,795	1,82	0,03	33,43	22,93	0,69	0,50	0,70	0,01	3
16-17	19	1,793	1,81	0,02	33,46	18,93	0,57	0,57	0,57	0,01	3
17-18	40	1,805	1,95	0,14	33,24	40,11	1,20	0,29	1,30	0,10	3
18-19	30	1,805	1,87	0,06	33,24	30,08	0,90	0,40	0,93	0,03	3
19-20	65	1,801	2,53	0,73	33,31	65,05	1,95	0,12	2,74	0,79	3
20-21	62	1,805	2,41	0,61	33,24	62,17	1,87	0,13	2,50	0,63	3
21-22	34	1,805	2,44	0,64	33,24	51,14	1,02	0,32	1,39	0,36	2
22-23	10	1,805	2,58	0,77	33,24	30,08	0,30	0,70	0,43	0,13	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 19: Základní charakteristiky – pátek (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
13-14	33	1,656	18,58	16,92	36,23	91,08	0,91	0,09	10,22	9,310	1
14-15	15	1,664	1,74	0,08	36,06	20,80	0,42	0,66	0,44	0,020	2
15-16	23	1,652	1,67	0,02	36,32	21,11	0,63	0,53	0,64	0,010	3
16-17	19	1,644	1,66	0,01	36,50	17,35	0,52	0,59	0,52	0,004	3
17-18	40	1,664	1,76	0,10	36,06	36,98	1,11	0,32	1,18	0,070	3
18-19	30	1,664	1,71	0,04	36,06	27,73	0,83	0,43	0,85	0,020	3
19-20	65	1,664	2,16	0,49	36,06	60,09	1,80	0,15	2,34	0,540	3
20-21	62	1,661	2,08	0,41	36,12	57,22	1,72	0,16	2,14	0,430	3
21-22	34	1,653	2,12	0,46	36,30	46,83	0,94	0,36	1,20	0,260	2
22-23	10	1,664	2,30	0,64	36,06	27,73	0,28	0,72	0,38	0,110	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 20: Základní charakteristiky – sobota (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,57	1,92	0,35	38,22	18,32	0,18	0,82	0,22	0,040	1
12-13	5	1,57	1,58	0,01	38,22	6,54	0,13	0,88	0,13	0,001	2
13-14	23	1,57	1,73	0,16	38,22	30,09	0,60	0,54	0,66	0,060	2
14-15	19	1,57	1,58	0,01	38,22	16,57	0,50	0,61	0,50	0,003	3
15-16	36	1,57	1,63	0,06	38,22	31,40	0,94	0,39	0,98	0,040	3
16-17	23	1,57	1,58	0,02	38,22	20,06	0,60	0,55	0,61	0,006	3
17-18	42	1,57	1,66	0,10	38,22	36,63	1,10	0,33	0,17	0,070	3
18-19	30	1,57	1,60	0,04	38,22	26,16	0,78	0,45	0,80	0,020	3
19-20	52	1,57	1,75	0,18	38,22	45,35	1,36	0,25	1,52	0,160	3
20-21	51	1,57	1,74	0,17	38,22	44,48	1,33	0,25	1,48	0,150	3
21-22	31	1,57	1,88	0,31	38,22	40,55	0,81	0,42	0,97	0,160	2
22-23	15	1,57	2,59	1,01	38,22	39,25	0,39	0,61	0,65	0,250	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 21: Základní charakteristiky – sobota (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	2,04	2,68	0,64	29,41	23,80	0,24	0,76	0,31	0,070	1
12-13	5	2,04	2,05	0,01	29,41	8,50	0,17	0,84	0,17	0,001	2
13-14	23	2,04	2,41	0,37	29,41	39,10	0,78	0,44	0,92	0,140	2
14-15	19	2,04	2,06	0,02	29,41	21,53	0,65	0,52	0,65	0,010	3
15-16	36	2,04	2,21	0,17	29,41	40,80	1,22	0,29	1,33	0,100	3
16-17	23	2,04	2,09	0,05	29,41	26,07	0,78	0,46	0,80	0,020	3
17-18	42	2,04	2,32	0,28	29,41	47,60	1,43	0,23	1,62	0,190	3
18-19	30	2,04	2,14	0,10	29,41	34,00	1,02	0,36	1,07	0,050	3
19-20	52	2,04	2,60	0,56	29,41	58,94	1,77	0,15	2,26	0,490	3
20-21	51	2,04	2,57	0,53	29,41	57,80	1,73	0,16	2,18	0,450	3
21-22	31	2,04	2,83	0,79	29,41	52,70	1,05	0,31	1,46	0,410	2
22-23	15	2,04	4,16	2,12	29,41	51,00	0,51	0,49	1,04	0,530	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 22: Základní charakteristiky – sobota (nabídka každému 2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,771	2,23	0,46	33,88	20,66	0,21	0,79	0,26	0,050	1
12-13	5	1,758	1,77	0,01	34,13	7,32	0,15	0,86	0,15	0,001	2
13-14	23	1,795	2,03	0,24	33,43	34,4	0,69	0,49	0,78	0,090	2
14-15	19	1,793	1,81	0,02	33,46	18,93	0,57	0,57	0,57	0,005	3
15-16	36	1,805	1,91	0,1	33,24	36,1	1,08	0,33	1,15	0,060	3
16-17	23	1,795	1,82	0,03	33,43	22,93	0,69	0,50	0,70	0,010	3
17-18	42	1,805	1,97	0,17	33,24	42,12	1,26	0,28	1,38	0,120	3
18-19	30	1,805	1,87	0,06	33,24	30,08	0,90	0,40	0,93	0,030	3
19-20	52	1,805	2,13	0,33	33,24	52,15	1,56	0,20	1,85	0,280	3
20-21	51	1,800	2,11	0,31	33,33	51,01	1,53	0,20	1,79	0,260	3
21-22	31	1,797	2,29	0,49	33,39	46,42	0,93	0,37	1,18	0,260	2
22-23	15	1,789	3,23	1,45	33,54	44,72	0,45	0,55	0,81	0,360	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 23: Základní charakteristiky – sobota (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,637	2,02	0,38	36,65	19,10	0,190	0,81	0,24	0,050	1
12-13	5	1,664	1,67	0,01	36,06	6,93	0,140	0,87	0,14	0,001	2
13-14	23	1,652	1,84	0,19	36,32	31,66	0,630	0,52	0,70	0,070	2
14-15	19	1,644	1,66	0,01	36,50	17,35	0,520	0,59	0,52	0,004	3
15-16	36	1,661	1,73	0,07	36,12	33,22	0,997	0,37	1,04	0,050	3
16-17	23	1,652	1,67	0,02	36,32	21,11	0,630	0,53	0,64	0,010	3
17-18	42	1,660	1,78	0,12	36,15	38,73	1,160	0,31	1,24	0,080	3
18-19	30	1,664	1,71	0,04	36,06	27,73	0,830	0,43	0,85	0,020	3
19-20	52	1,660	1,89	0,23	36,15	47,95	1,440	0,23	1,64	0,200	3
20-21	51	1,662	1,88	0,22	36,10	47,09	1,410	0,23	1,60	0,180	3
21-22	31	1,661	2,03	0,37	36,12	42,91	0,860	0,40	1,05	0,190	2
22-23	15	1,664	2,85	1,19	36,06	41,60	0,420	0,58	0,71	0,300	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 24: Základní charakteristiky – neděle (žádný doplňkový prodej)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,57	1,92	0,35	38,22	18,32	0,18	0,82	0,22	0,040	1
12-13	8	1,57	1,59	0,02	38,22	10,47	0,21	0,81	0,21	0,002	2
13-14	27	1,57	1,79	0,22	38,22	35,32	0,71	0,48	0,81	0,100	2
14-15	18	1,57	1,58	0,01	38,22	15,70	0,47	0,62	0,47	0,002	3
15-16	32	1,57	1,61	0,04	38,22	27,91	0,84	0,43	0,86	0,020	3
16-17	23	1,57	1,58	0,02	38,22	20,06	0,60	0,55	0,61	0,006	3
17-18	50	1,57	1,73	0,16	38,22	43,61	1,31	0,26	1,44	0,130	3
18-19	25	1,57	1,59	0,02	38,22	21,80	0,65	0,52	0,66	0,010	3
19-20	51	1,57	1,74	0,17	38,22	44,48	1,33	0,25	1,48	0,150	3
20-21	35	1,57	1,63	0,05	38,22	30,53	0,92	0,40	0,95	0,030	3
21-22	17	1,57	1,65	0,08	38,22	22,24	0,45	0,64	0,47	0,020	2
22-23	8	1,57	1,99	0,41	38,22	20,93	0,21	0,79	0,27	0,060	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 25: Základní charakteristiky – neděle (nabídka každému zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	2,04	2,68	0,64	29,41	23,80	0,24	0,76	0,31	0,070	1
12-13	8	2,04	2,08	0,04	29,41	13,60	0,27	0,76	0,28	0,005	2
13-14	27	2,04	2,59	0,55	29,41	45,90	0,92	0,37	1,16	0,250	2
14-15	18	2,04	2,06	0,02	29,41	20,40	0,61	0,54	0,62	0,006	3
15-16	32	2,04	2,16	0,12	29,41	36,27	1,09	0,33	1,15	0,060	3
16-17	23	2,04	2,09	0,05	29,41	26,07	0,78	0,46	0,80	0,020	3
17-18	50	2,04	2,53	0,49	29,41	56,67	1,70	0,17	2,11	0,410	3
18-19	25	2,04	2,10	0,06	29,41	28,34	0,85	0,43	0,87	0,020	3
19-20	51	2,04	2,57	0,53	29,41	57,80	1,73	0,16	2,18	0,450	3
20-21	35	2,04	2,20	0,16	29,41	39,67	1,19	0,30	1,28	0,090	3
21-22	17	2,04	2,23	0,19	29,41	28,90	0,58	0,55	0,63	0,050	2
22-23	8	2,04	2,80	0,76	29,41	27,20	0,27	0,73	0,37	0,100	1

Zdroj: vlastní zpracování

**Příloha 26: Základní charakteristiky – neděle (nabídka každému 2. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,771	2,23	0,46	33,88	20,66	0,21	0,79	0,26	0,050	1
12-13	8	1,805	1,83	0,02	33,24	12,03	0,24	0,79	0,24	0,004	2
13-14	27	1,796	2,15	0,35	33,41	40,41	0,81	0,42	0,97	0,160	2
14-15	18	1,805	1,82	0,01	33,24	18,05	0,54	0,58	0,55	0,004	3
15-16	32	1,805	1,88	0,07	33,24	32,09	0,96	0,38	1,00	0,040	3
16-17	23	1,795	1,82	0,03	33,43	22,93	0,69	0,50	0,70	0,010	3
17-18	50	1,805	2,09	0,29	33,24	50,14	1,50	0,21	1,74	0,240	3
18-19	25	1,796	1,83	0,06	33,41	24,94	0,75	0,47	0,76	0,020	3
19-20	51	1,800	2,11	0,31	33,33	51,01	1,53	0,20	1,79	0,260	3
20-21	35	1,798	1,89	0,10	33,37	34,96	1,05	0,35	1,10	0,060	3
21-22	17	1,791	1,91	0,13	33,50	25,37	0,51	0,60	0,54	0,040	2
22-23	8	1,805	2,38	0,57	33,24	24,07	0,24	0,76	0,32	0,080	1

Zdroj: vlastní zpracování



**Příloha 27: Základní charakteristiky – neděle (nabídka každému 5. zákazníkovi)**

Hodina	$\lambda$	Ts (min)	T (min)	T <sub>Q</sub> (min)	$\mu$	$\rho$ (%)	r	p <sub>0</sub>	L	L <sub>Q</sub>	c
11-12	7	1,637	2,02	0,38	36,65	19,10	0,19	0,81	0,24	0,050	1
12-13	8	1,629	1,65	0,02	36,83	10,86	0,22	0,80	0,22	0,003	2
13-14	27	1,657	1,93	0,27	36,21	37,28	0,75	0,46	0,87	0,120	2
14-15	18	1,648	1,66	0,01	36,41	16,48	0,49	0,61	0,50	0,003	3
15-16	32	1,658	1,71	0,05	36,19	29,47	0,88	0,41	0,91	0,030	3
16-17	23	1,652	1,67	0,02	36,32	21,11	0,63	0,53	0,64	0,010	3
17-18	50	1,664	1,87	0,20	36,06	46,22	1,39	0,24	1,56	0,170	3
18-19	25	1,664	1,69	0,02	36,06	23,11	0,69	0,50	0,70	0,010	3
19-20	51	1,662	1,88	0,22	36,10	47,09	1,41	0,23	1,60	0,180	3
20-21	35	1,664	1,73	0,07	36,06	32,35	0,97	0,38	1,01	0,040	3
21-22	17	1,653	1,75	0,10	36,30	23,42	0,47	0,62	0,5	0,030	2
22-23	8	1,629	2,08	0,45	36,83	21,72	0,22	0,78	0,28	0,060	1

Zdroj: vlastní zpracování