

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Analýza systému hromadné obsluhy zákazníků
ve vybrané společnosti**

Hana Jehlíková

© 2018 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hana Jehlíková, DiS.

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Analýza systému hromadné obsluhy zákazníků ve vybrané společnosti

Název anglicky

Analysis of system of customer in selected company

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnotit současný stav obsluhy pacientů ve vybrané nemocnici a navrhnout její zlepšení. Konkrétně se jedná o způsob organizace práce recepce, která zajišťuje administrativní podporu více specializovaným ambulancím. Hodnocení se zaměří na konkrétní parametry recepce jako systému hromadné obsluhy a v případě zjištěných problémů budou navržena opatření vedoucí ke zlepšení nevyhovujících charakteristik.

Metodika

- nastudování odborné literatury
- analýza stávajícího stavu
- provedení měření, sběr dat
- zpracování a zhodnocení dat
- interpretace výsledků
- zhodnocení úrovně obsluhy pacientů, návrhy na zlepšení

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

System hromadné obsluhy, pacienti, nemocnice, fronta, zlepšení provozu

Doporučené zdroje informací

FÁBRY, J. *Matematické modelování*. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

LUKÁŠ, Ladislav. *Pravděpodobnostní modely v managementu: Markovy řetězce a systémy hromadné obsluhy*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2009. 136 s. ISBN 978-80-200-1704-8.

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 ZS – PEF (únor 2019)

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2018

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 11. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza systému hromadné obsluhy zákazníků ve vybrané společnosti" 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 použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 11. 2018

Hana Jehlíková

Poděkování

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

Analýza systému hromadné obsluhy zákazníků ve vybrané společnosti

Souhrn

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu systému hromadné obsluhy pacientů na Gynekologicko-porodnické klinice. Práce se skládá z teoretické a praktické části.

Teoretická část je zaměřena na interpretaci systému hromadné obsluhy, jeho struktury, základních charakteristik, klasifikace modelů, metod řešení modelů a výpočtů modelů hromadné obsluhy. V praktické části jsou na základě získaných dat vypočteny výchozí hodnoty současného stavu systému, kde je zejména sledován počet objednaných a obslužených pacientek, čas strávený pacientkou v systému a intenzita provozu za určité období na jednotlivých specializovaných ambulancích Gynekologicko-porodnické kliniky. Cílem této práce je posoudit současnou situaci provozu na vybrané klinice a navrhnout její optimalizaci.

V závěru této práce jsou metodou syntézy vyhodnoceny vypočtené výsledky z navržených scénářů.

Klíčová slova: systém hromadné obsluhy, fronta, intenzita vstupu, pacientka, ambulance, počet objednaných a obslužených pacientek, vytíženost systému.

Analysis of the mass customer service system in the selected company

Summary

This bachelor thesis focuses on the analysis of the mass customer service system of patients at the Gynecology and Obstetrics Clinic. The thesis consists of theoretical and practical part.

The theoretical part is focused on the interpretation of the system of mass service, its structure, basic characteristics, classification of models, methods of solving models and calculations of models of mass customer service. Based on the acquired data, the practical part contains the baseline values of the current state. In particular, the number of ordered and served patients is monitored, the time spent by the patient in the system and the intensity of operation during a certain period of time at the specialized ambulances of the Gynecology and Obstetrics Clinic. The aim of this work is to evaluate the current situation of operation at the selected clinic and propose its optimization.

At the end of this thesis, the calculated results from the proposed scenarios are evaluated by the synthesis method.

Keywords: system of mass customer service, queue, entry intensity, patient, ambulance, number of ordered and served patients, system occupancy.

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Systémy hromadné obsluhy a jejich vznik.....	12
3.2 Struktura systému hromadné obsluhy	12
3.3 Základní pojmy teorie hromadné obsluhy.....	14
3.3.1 Zákazník.....	15
3.3.2 Zdroj požadavků	15
3.3.3 Příchod požadavků do systému.....	16
3.3.4 Fronta	17
3.3.5 Chování ve frontě.....	19
3.3.6 Počet a uspořádání obslužných linek	19
3.3.7 Doba obsluhy	22
3.3.8 Výstup z obsluhy	22
3.4 Klasifikace modelů hromadné obsluhy	22
3.5 Metody řešení modelů hromadné obsluhy	23
3.5.1 Přehled základních proměnných.....	24
3.5.2 Model M/M/1.....	24
3.5.2.1 Vztahy pro výpočty v modelech M/M/1	25
4 Případová studie.....	26
4.1 Představení Fakultní nemocnice	26
4.1.1 Recepce a ambulance	27
4.1.2 Modelová situace	29
4.2 Vstupní data	30
4.3 Současný stav	31
4.4 Scénáře řešení.....	39
4.4.1 Optimalizace objednávání pacientek do jednotlivých hodinových intervalů specializovaných ambulancí.....	40
4.4.2 Vyhledávání zdravotních karet objednaných pacientek recepční při noční směně	42
4.4.3 Zavedení vyvolávacího systému do čekárny Gynekologicko-porodnické kliniky	42
5 Závěr.....	44
6 Seznam použitých zdrojů	46

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Obecná struktura systému hromadné obsluhy	13
Obrázek 2 - Složky systému hromadné obsluhy	14
Obrázek 3 - Uspořádání fronty FIFO	17
Obrázek 4 - Uspořádání fronty LIFO	18
Obrázek 5 - Uspořádání fronty SIRO	18
Obrázek 6 - Uspořádání fronty PRI	19
Obrázek 7 - Jedna obslužná linka	20
Obrázek 8 - Paralelně uspořádané linky s jednou frontou	21
Obrázek 9 - Paralelně uspořádané linky s více frontami	21
Obrázek 10 - Sériově uspořádané obslužné linky	22
Obrázek 11 - Fakultní nemocnice Plzeň (Lochotín)	27
Obrázek 12 - Sériové uspořádání obslužné linky ambulantního traktu	30

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Příklady systémů hromadné obsluhy	14
Tabulka 2 - Příklady systémů hromadné obsluhy (Kendalova klasifikace)	23
Tabulka 3 - Přehled základních proměnných systému hromadné obsluhy	24
Tabulka 4 - Počet objednaných a obslužených pacientek v jednotlivých objednacích dobách	31
Tabulka 5 - Základní hodnoty současného stavu systému recepce	32
Tabulka 6 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 1	32
Tabulka 7 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 2	33
Tabulka 8 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 3	33
Tabulka 9 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 4	33
Tabulka 10 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 5	33
Tabulka 11 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 6	34
Tabulka 12 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 1	40
Tabulka 13 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 3	40
Tabulka 14 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 2	41
Tabulka 15 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 5	41
Tabulka 16 - Změna hodnot stavu systému recepce při vyhledávání karet při noční směně	42

Seznam grafů

Graf 1 - Počet objednaných a obslužených pacientek v jednotlivých objednacích dobách	31
--	----

Seznam grafů

event. – eventuálně

např. – například

s. r. o. – společnost s ručením omezeným

tj. – to je

tzv. – takzvaně

USA – United States of America (česky: Spojené státy americké)

1 Úvod

Systémy hromadné obsluhy se vyskytují téměř na každém kroku každodenního moderního života. Typickými příklady jsou pošty, úřady, banky kadeřnictví, nemocnice, obchody nebo restaurace. Základem systémů hromadné obsluhy jsou vstupující požadavky do systému. Požadavky mohou být například pacienti. Požadavky po vstupu do systému chtějí být obslouženy. Systém hromadné obsluhy by měl dosáhnout ideálního využití času a zároveň využít všechny kanály obsluhy, aby nedocházelo ke tvorbě front. V případě, kdy jsou všechny kanály obsluhy obsazeny, požadavky čekají na obsluhu a začínají se vytvářet fronty. V tomto případě má pacient dvě možnosti. Pacient se zařadí do fronty a bude čekat nebo nechce čekat a odchází ze systému neobsloužen. Cílem teorie hromadné obsluhy je koncept a optimalizace systémů hromadné obsluhy. Návrh následné optimalizace lze realizovat po provedení analýzy současného stavu systému.

V první část, teoretické, je zařazeno vysvětlení základních pojmů, které jsou potřebné k pochopení jednotlivých metod řešící modely hromadné obsluhy.

V druhé části, praktické, je výběr vhodné nemocnice k aplikaci modelů hromadné obsluhy. Vybrána byla Fakultní nemocnice v Plzni, která je krátce charakterizována, pro praktický příklad přesněji Gynekologicko-porodnická klinika. Nyní jako bývalý zaměstnanec se autorka s problematikou systémů hromadné obsluhy setkávala denně. Systémy recepcí a ambulance Gynekologicko-porodnické kliniky jsou v určitých hodinových intervalech přetíženy, přestávají stíhat obsloužit příchozí pacienty a dochází ke tvorbě dlouhé fronty. Důsledkem dlouhé fronty je odchod některých pacientů ze systému bez obsloužení. Z důvodu zamezení tvorby front a odchodu pacientů je důležitá optimalizace počtu objednaných pacientek v jednotlivých časových intervalech obslužného dne.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této práce je na základě analýzy obsluhy pacientů navrhnout vhodné schéma provozu na Gynekologicko-porodnické klinice ve Fakultní nemocnici v Plzni.

Prvním dílčím cílem je vysvětlení dané problematiky na Gynekologicko-porodnické klinice.

Druhým dílčím cílem je zaměření se na současný stav vytíženosti obsluhy recepce a specializovaných ambulancí.

Po analýze dostupných dat, jejich zpracování pomocí metody systémů hromadné obsluhy a zhodnocení současného stavu vytíženosti bude závěrem navrženo a doporučeno řešení, která povedou k optimalizaci vytíženosti systémů recepce a specializovaných ambulancí, a dále také k efektivnímu fungování těchto systémů.

2.2 Metodika

Práce je rozdělena na dvě části - teoretickou a praktickou.

Literární rešerší bude teoretická část rozčleněna do jednotlivých kapitol, kde bude čerpáno z odborné literatury vztahující se k teorii hromadné obsluhy. Bude detailně popsána teorie hromadné obsluhy, její struktura a základní charakteristiky, vzorce, které jsou využity pro výpočty v praktické části.

V praktické části bude nejprve popsána stručná charakteristika Fakultní nemocnice v Plzni včetně Gynekologicko-porodnické kliniky. Následně bude představena problematika vytížení systémů hromadné obsluhy. Dále bude využita metoda sběru dat. Zjištěná data budou dosazena do příslušných vzorců modelu M/M/1. Na základě vypočtených dat bude provedena analýza současného stavu systémů hromadné obsluhy. V závěru praktické části budou navrženy scénáře řešení.

Všechna jednotlivá zjištění z předchozích šetření budou vyhodnocena metodou syntézy.

3 Literární rešerše

3.1 Systémy hromadné obsluhy a jejich vznik

Teorie hromadné obsluhy se zabývá studiem systémů, v nichž dochází k realizaci obsluhy příchozích požadavků. Vědecká disciplína, která tyto systémy zkoumá, se nazývá teorie hromadné obsluhy. V systémech hromadné obsluhy často dochází k hromadění požadavků a jejich čekání ve frontě. Z toho důvodu se pro tuto oblast matematického modelování používá alternativních názvů teorie front či modely front.¹

Teorie front se začala rozvíjet ve 20. století, kdy ji začal hlouběji studovat a danou problematikou se zabývat dánský matematik a technik Agner Krarup Erlang. Poprvé se o ní už zmínil v roce 1909, kdy vydal svou knihu „Teorie pravděpodobnosti a telefonní konverzace“. Vycházel hlavně z teorie pravděpodobnosti, kterou prvně aplikoval ruský matematik Andrej Andrejevič Markov. O následné rozvíjení modelů hromadné obsluhy se přičinili nadcházející ruští matematici Kolgonov a Chinčin, v Německu Pollaczek anebo v USA Fry či Molina. Velký počet matematiků po celém světě se začal zabývat teorií hromadné obsluhy po druhé světové válce. Vývoj teorie front byl však pomalý, jelikož většina prací se zajímala zejména o analytickou část systému hromadné obsluhy.²

3.2 Struktura systému hromadné obsluhy

„Teorii front lze charakterizovat jako souhrn matematických metod používaných k modelování a optimalizaci procesů, ve kterých se vyskytují proudy objektů procházejících určitými zařízeními, od nichž vyžadují obsluhu.“³

Jedná se o systémy, ve kterých dochází k procesu obsluhy mezi požadavky, které za účelem obsluhy do systému přicházejí a kanály obsluhy. V systémech hromadné obsluhy se nacházejí dva typy jednotek. Prvním typem jsou požadavky, které přicházejí do systému za účelem obsluhy, kdy postupně procházejí tímto systémem a nakonec jej opouštějí. Druhým typem jednotek jsou obslužná zařízení (obslužné linky), která v systémech zajišťují obsluhu požadavků.⁴

¹ Fábry, 2011

² Hušek, Mañas, 1989

³ Sixta, Žižka, 2009

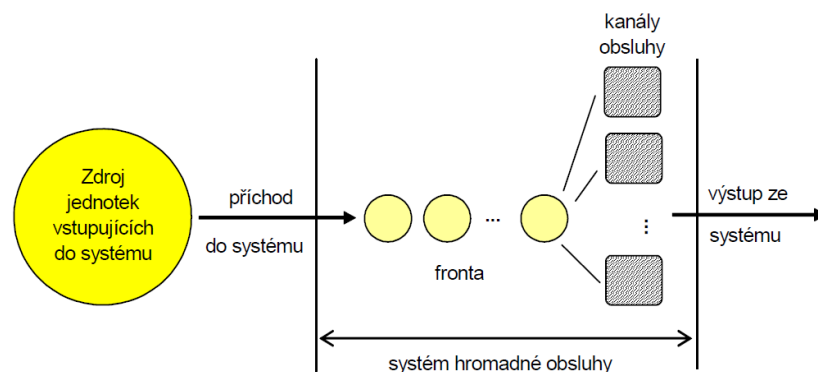
⁴ Fábry, 2011

Požadavky (zákazníci), které vstupují do systému, vytvářejí vstupní potok. Po příchodu požadavku do systému, je buď požadavek ochotný čekat potřebnou dobu nebo odchází ze systému neobsloužený. Potřebná čekací doba záleží i na dalších požadavcích (zákaznících), které přišly do systému dříve a dále na zatížení obslužného systému. Počet zákazníků v systému je na rozdíl od časových údajů znázorněn celými nezápornými čísly.⁵ „Časové údaje, jako je okamžik vstupu do systému nebo doba obsluhy, mohou nabývat nezáporných reálných čísel.“⁶

Obslužné systémy pracují nerovnoměrně. Je to zapříčiněno tím, že požadavky vstupují do systému v různých intervalech nebo trvání doby obsluhy má velkou variabilitu či dokonce proto, že mají omezenou kapacitu. A proto se u jedné linky obsluhy může sejít více než jeden požadavek (zákazník). Za předpokladu, že současně může být obsluhován výlučně jen jeden požadavek, musejí ostatní požadavky čekat na obsluhu, a proto se tvoří fronty, dokud se některá z obslužných zařízení neuvolní. V případě, že se v systému nenachází žádný požadavek na obsluhu, obsluha nepracuje a je ve stavu prostoje.⁷

Účelem systémů hromadné obsluhy je jejich analýza a poznání zákonitostí, podle kterých celý systém funguje. To znamená, aby se nevytvářely nadměrně dlouhé fronty čekajících požadavků na obslužná zařízení a systém byl dostatečně vytížený. Z toho důvodu teorie hromadné obsluhy užívá teorii pravděpodobnosti, teorii náhodných procesů a toků, matematickou statistiku. Dříve než se provede analýza systémů hromadné obsluhy, je nezbytné popsat strukturu systému a jeho komponentů.⁸

Obrázek 1 - Obecná struktura systému hromadné obsluhy



Zdroj: Sixta, Žižka (2009)

⁵ Šubrt a kol., 2011

⁶ Šubrt a kol., 2011

⁷ Šubrt a kol., 2011

⁸ Šubrt a kol., 2011

V běžném životě je možné se setkat se systémy hromadné obsluhy takřka na každém kroku. Následující tabulka uvádí příklady reálných systémů hromadné obsluhy spolu se specifikací požadavku a obslužného zařízení.

Tabulka 1 - Příklady systémů hromadné obsluhy

Systém hromadné obsluhy	Požadavek	Obslužné zařízení
lékařská pohotovost	pacient	lékař
autoservis	auto	mechanik
banka	klient	úředník
křižovatka	auto	semafor
telefonní ústředna	hovor	operátor
letišť	cestující	pasová kontrola
stanice záchranné služby	dopravní nehoda	ambulance
hasičská stanice	požár	záchranná skupina
benzínová stanice	auto	stojan
restaurace	host	sedadlo
síťová tiskárna	tisková úloha	řídící jednotka

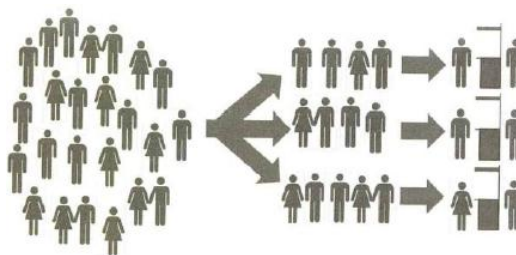
Zdroj: Fábry (2011)

Tabulka 1 ukazuje, že požadavkem může být například člověk, stroj, předmět, událost nebo informace. Obslužné zařízení nemusí mít pouze technický charakter, jak by se na první pohled mohlo zdát. Velice často se jedná o člověka či skupinu lidí. Navíc nejde vždy o statickou jednotku. Existují situace, kdy obslužné zařízení se fyzicky pohybuje, kdežto požadavek zůstává na místě. Příkladem mohou být návštěvy praktického lékaře u pacientů.⁹

3.3 Základní pojmy teorie hromadné obsluhy

Při tvorbě různorodých matematických modelů a analýzy systémů hromadné obsluhy je třeba zobrazit všechny základní prvky systému.

Obrázek 2 - Složky systému hromadné obsluhy



Zdroj: Šubrt a kol. (2011)

⁹ Fábry, 2011

3.3.1 Zákazník

„Zákazník (jednotka, prvek, požadavek) představuje pasivní prvek systému, požadující obsluhu. Důležitou vlastností zákazníků je jejich chování ve frontě, jejich trpělivost při čekání na obsluhu. Míra netrpělivosti jednotky je vyjádřena délkou ochoty jednotky čekat ve frontě na obsluhu. Rozlišujeme jednotky trpělivé a netrpělivé (i s nulovou délkou trpělivosti). Pokud by jednotka musela čekat déle, než je její míra trpělivosti, ze systému odchází neobsloužena.“¹⁰

3.3.2 Zdroj požadavků

„Zdroj požadavků je množina potenciálních zájemců o obsluhu. Zajímá nás její početnost event. struktura.“¹¹

Za zdroj požadavků lze považovat skupinu lidí nebo jiných nositelů požadavků, ze kterých pochází potenciální zákazník. Ten vstupuje do systému za účelem být obsloužen. Zdroj požadavků může být konečný nebo nekonečný, a to podle toho, zda má jeden nebo více zdrojů. Příkladem konečného zdroje požadavků jsou stroje ve výrobní hale. Ve výrobní hale je k dispozici jen určitý počet strojů, které je potřeba udržovat a opravovat. Jako příklad nekonečného zdroje lze považovat počet zákazníků v obchodě nebo počet obyvatel města. Systém, jehož zdroje obsahují nekonečně mnoho jednotek a jednotky se po ukončení obsluhy nevracejí zpět do zdroje, se nazývá otevřený systém hromadné obsluhy. Opakem otevřeného systému je uzavřený systém. Uzavřený systém má konečný počet jednotek ve zdroji, které se po ukončení obsluhy vracejí zpět do zdroje.¹²

Čekací prostor – místo, kde vstupující požadavky do systému čekají na obsluhu.

- a) Nulový – systém je vytížený, jednotku nelze neprodleně obsloužit, je nezbytné ji odmítnout.
- b) Nenulový – dělí se na omezený a neomezený.¹³

¹⁰ Šubrt a kol., 2011

¹¹ Dömeová, Beránková, 2004

¹² Šubrt a kol., 2011

¹³ Jablonský, 2007

Do fronty nenulového omezeného čekacího prostoru může vstoupit pouze určitý počet zákazníků. Kdežto v neomezeném nenulovém čekacím prostoru je fronta nekonečně dlouhá.¹⁴

3.3.3 Příchod požadavků do systému

„Při příchodu požadavků do systému nás zajímají okamžiky vstupu jednotlivých požadavků a intervaly mezi vstupy.“¹⁵

Daný popis je velmi důležitý pro chod celého systému. *„Jednotky vstupují do systému ze zdroje v pevných nebo náhodných časových okamžicích. Proces vstupu jednotek se nazývá vstupní tok. Jsou-li okamžiky vstupu pevné, deterministické, jedná se o potok regulární. Při náhodném vstupu se vstupní tok nazývá podle rozdělení pravděpodobností, např. Poissonovský.“* Požadavky do systému mohou vstupovat individuálně nebo ve skupinách. Vstupy jednotek do systému se charakterizují jako intenzity příchodů (λ) nebo pomocí intervalu mezi vstupy po sobě jdoucích jednotek (X_N). Intenzita vstupů jednotek do systému je počet požadavků, které vstoupí do systému za jednotku času.¹⁶

„Předpokládáme, že vstup jednotek je ordinární, tj. že v každém časovém okamžiku vstupuje do systému právě jedna jednotka. Pokud jednotky vstupují ve skupinách (dávkách), můžeme tuto skupinu považovat za jednu jednotku nebo počítáme s nekonečně malými intervaly vstupu.“¹⁷

Vstupní (i výstupní) potok jednotek:

- regulární - okamžiky vstupů (výstupů) jednotek do systému jsou deterministické,
- náhodný - jednotky přicházejí (odcházejí) v náhodných intervalech.¹⁸

¹⁴ Jablonský, 2007

¹⁵ Dömeová, Beránková, 2004

¹⁶ Šubrt a kol., 2011

¹⁷ Šubrt a kol., 2011

¹⁸ Šubrt a kol., 2011

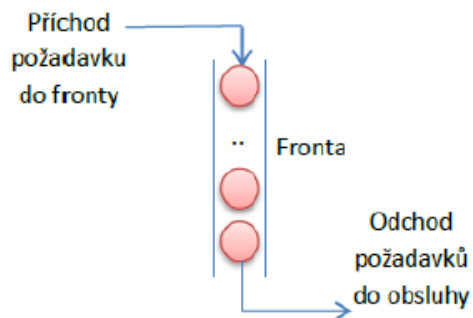
3.3.4 Fronta

„V literatuře též mechanismus obsluhy, řád fronty, disciplína obsluhy. Jedná se o pravidla, podle kterých jsou požadavky přijímány do obsluhy, tj. jde o způsob fungování obslužných kanálů.“¹⁹

Jestliže je obslužné místo obsazeno, přichozí požadavky se řadí do fronty. Kapacita fronty je omezená anebo neomezená a to většinou závisí na časových a prostorových parametrech daného systému, jako je třeba např. kapacita čekárny nebo délka pracovní doby. Podstatnou vlastností fronty je pořadí, ve kterém budou čekající požadavky obslouženy. Hovoříme o tzv. režimu fronty. Režim fronty se dělí:²⁰

- FIFO (first - in, first - out) – tento typ je běžně používán. Požadavky jsou obsluhovány v pořadí, ve kterém do systému vstoupily. Například se tato metoda využívá při vyskladňování materiálu a to od nejstaršího data.²¹

Obrázek 3 - Uspořádání fronty FIFO



Zdroj: Pražský, 2012

- LIFO (last - in, first - out) – je opakem FIFO. Požadavky jsou obsluhovány v opačném pořadí, než ve kterém do systému vstoupily. Tento režim se nejčastěji používá při skladovém hospodářství - vyskladňování přijatého materiálu ze skladu, který byl přijat jako poslední a je expedován jako první.²²

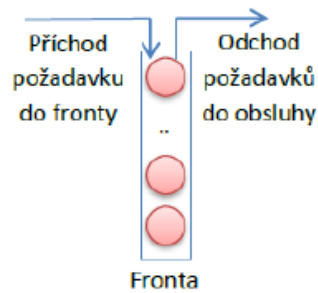
¹⁹ Dömeová, Beránková, 2004

²⁰ Fábry, 2011

²¹ Fábry, 2011

²² Fábry, 2011

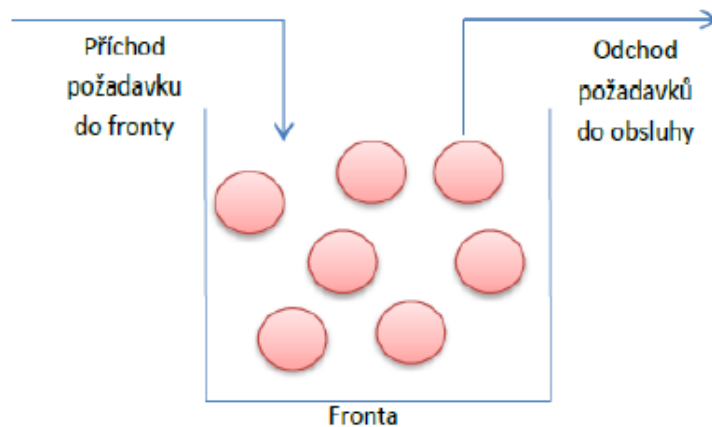
Obrázek 4 - Uspořádání fronty LIFO



Zdroj: Pražský, 2012

- SIRO (selection in random order) – požadavky mají stejnou pravděpodobnost, že budou vybrány. Například v divadle po skončení představení návštěvníci využívají východ v náhodném pořadí.²³

Obrázek 5 - Uspořádání fronty SIRO



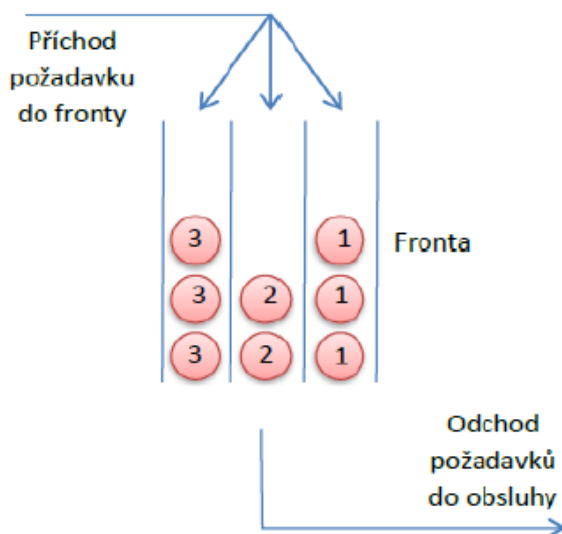
Zdroj: Pražský, 2012

- PRI (priority) – na řadě je takový zákazník, který má nejvyšší prioritu. Například přednost při ošetření před ostatními pacientkami mají akutní pacientky nebo těhotné ženy.²⁴

²³ Fábry, 2011

²⁴ Fábry, 2011

Obrázek 6 - Uspořádání fronty PRI



Zdroj: Pražský, 2012

3.3.5 Chování ve frontě

„Charakteristika „chování ve frontě“ se týká ochoty jednotek čekat ve frontě, případně pravidel pro výběr fronty, přecházení do jiné fronty apod.“²⁵

- Absolutně netrpělivá - požadavek vstoupí do systému, a když zjistí, že jsou všechny obslužné kanály obsazeny, ihned bez obsluhy opouští systém.
- Bez netrpělivosti - požadavky čekají na obsluhu bez ohledu na délku doby tohoto čekání.
- Částečně netrpělivá – požadavek je ochoten čekat ve frontě jen určitou dobu, pokud po tuto dobu nedojde k jeho obslužení, pak systém opouští.²⁶

3.3.6 Počet a uspořádání obslužných linek

„Nejjednodušším případem je systém s jedním kanálem obsluhy. Složitější systémy počítají s více kanály obsluhy, které mohou být různě uspořádané, specializované, nestejně rychlé.“²⁷

²⁵ Dömeová, Beránková, 2004

²⁶ Žižka, 2003

²⁷ Dömeová, Beránková, 2004

Počet a uspořádání obslužných linek ovlivňuje též efektivní fungování systému hromadné obsluhy. V systému hromadné obsluhy je velmi důležitý počet otevřených obslužných míst. Při otevření nízkého počtu obslužných míst se začínají tvořit fronty. Zatímco při otevření velkého počtu kanálů dochází k nevyužití obslužných míst, tím k nevytížení systému a k následnému objevení ztráty. Podstatné je dosažení kompromisu mezi počtem otevřených obslužných míst a délkou fronty.²⁸

Kanály obsluhy mohou být homogenní nebo nehomogenní. V případě homogenních kanálů může být zákazník obsloužen u jakékoliv přepážky. Homogenní kanály jsou například pokladny v supermarketech. Příkladem nehomogenních kanálů jsou pošty, kde každá přepážka poskytuje jiné služby.²⁹

Uspořádání obslužných kanálů v systému:

- jedna obslužná linka,
- paralelně uspořádané obslužné linky,
- sériově uspořádané linky.

Jedna obslužná linka

Jedná se o nejjednodušší systém hromadné obsluhy, jelikož se v něm nachází pouze jedna obslužná linka. Po příchodu do systému se požadavky jednotek řadí do jedné fronty před jednu obslužnou linku.³⁰

Obrázek 7 - Jedna obslužná linka



Zdroj: Jablonský, 2007

²⁸ Šubrt a kol., 2011

²⁹ Šubrt a kol., 2011

³⁰ Jablonský, 2007

Paralelně uspořádané obslužné linky

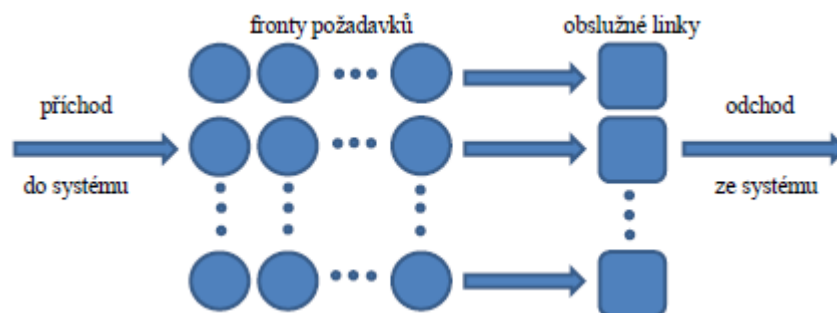
Paralelní uspořádání obslužných linek je takové uspořádání, kdy je vedle sebe několik homogenních linek, čili linky poskytují stejnou službu. Z toho důvodu je jedno, u které linky bude zákazník obslužen. Příkladem paralelně uspořádané obslužné linky mohou být pokladny v samoobsluze, stojany u benzinové pumpy apod. U paralelního uspořádání záleží na tom, zda se jedná o systémy s jednou frontou (obr. č. 8) nebo o systémy s více frontami (obr. č. 9). V systémech s jednou frontou jednotka přichází k obslužnému kanálu, který se právě uvolní. Zatímco u systémů s více frontami se před každým obslužným kanálem vytváří samostatná fronta.³¹

Obrázek 8 - Paralelně uspořádané linky s jednou frontou



Zdroj: Jablonský, 2007

Obrázek 9 - Paralelně uspořádané linky s více frontami



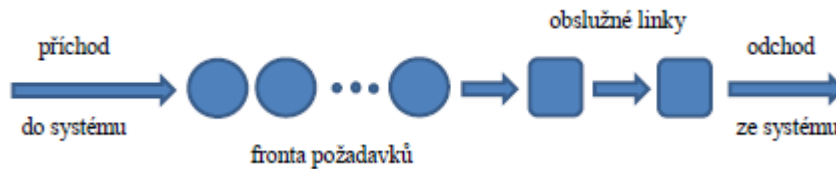
Zdroj: Jablonský, 2007

³¹ Jablonský, 2007

Sériově uspořádané obslužné linky

Sériové uspořádání obslužných linek představuje uspořádání tzv. za sebou. To znamená, že pokud má být požadavek uspokojen, musí projít postupně všemi obslužnými linkami. Příkladem sériově uspořádané obslužné linky může být výrobní linka.³²

Obrázek 10 - Sériově uspořádané obslužné linky



Zdroj: Jablonský, 2007

3.3.7 Doba obsluhy

„Doba obsluhy je doba potřebná k vyřízení jednoho požadavku. Od této doby se obvykle odvíjí interval, ve kterém jednotky obsluhu opouštějí.“³³

Dalším rozhodujícím vlivem na činnost ve frontě je doba obsluhy (T_s), po kterou je požadavek obsluhován obslužnou linkou. Parametr (μ) je možné označit jako intenzitu obsluhy, tj. průměrný počet obslužených požadavků za určitý čas.³⁴

3.3.8 Výstup z obsluhy

Jednotky, které byly v systému obslouženy, opouštějí kanál obsluhy. Obslužené jednotky tvoří náhodný potok jednotek, kterému se říká výstupní potok. *„Výstupní potok je posloupnost okamžiků, ve kterých jednotky opouštějí systém po ukončení obsluhy.“* U sériového systému může být výstupní potok vstupním potokem do jiného kanálu obsluhy.³⁵

3.4 Klasifikace modelů hromadné obsluhy

„Existuje celá řada typů modelů hromadné obsluhy. Pro lepší orientaci byla zavedena jednotná klasifikace.“³⁶

³² Jablonský, 2007

³³ Dömeová, Beránková, 2004

³⁴ Dömeová, Beránková, 2004

³⁵ Šubrt a kol., 2011

³⁶ Dömeová, Beránková, 2004

Systemy hromadné obsluhy lze konkrétně klasifikovat na základě specifikace jejich základních prvků. Pro jednoduchý popis systému hromadné obsluhy se používá standardní klasifikace, základních typů systému hromadné obsluhy, kterou navrhl Angličan David George Kendall. Tato standardní klasifikace se nazývá Kendallova klasifikace. Původně trojmístná klasifikace, byla později rozšířena o další tři parametry.³⁷

Kendalova klasifikace uplatňuje posloupnost šesti symbolů A/B/C/D/E/F.

Tabulka 2 - Příklady systémů hromadné obsluhy (Kendalova klasifikace)

Symbol	Význam	Může obsahovat
A	Typ pravděpodobnostního rozdělení intervalů mezi vstupy požadavků do systému	M - Markovský vstup, tj. exponenciální rozdělení intervalů mezi vstupy, Poissonovo rozdělení počtu jednotek, které vstoupily za jednotku času E _k - Erlangovo rozdělení intervalů mezi vstupy požadavků D - pravidelné vstupy požadavků G - obecný případ, jakékoliv rozdělení
B	Typ pravděpodobnostního rozdělení doby trvání obsluhy	M - markovská obsluha E _k - Erlangovo rozdělení doby trvání obsluhy D - konstantní doba obsluhy G - jakékoliv rozdělení trvání obsluhy
C	Počet paralelních obslužných linek	1, 2, ... (celé kladné číslo)
D	Kapacita systému hromadné obsluhy tj. místa v obsluze a ve frontě	Celé kladné číslo, pokud není omezena, užívá se symbol ∞
E	Početnost zdroje požadavků	Celé kladné číslo nebo ∞
F	Režim fronty	FIFO, LIFO, PRI, SIRO

Zdroj: Šubrt a kol., 2011

3.5 Metody řešení modelů hromadné obsluhy

V zásadě existují dvě různé metody zkoumání systémů hromadné obsluhy, analytické metody a simulační metody.

Analytické metody

Při aplikaci analytické metody se činnost systému zobrazuje pomocí soustavy funkcí. Nejčastěji se vyjadřují soustavou diferenciálních a integrálních rovnic, ze kterých se poté odvozují přesné vztahy (vzorce) pro výpočet jednotlivých charakteristik systému. Pak již jenom stačí dosadit do těchto vzorců konkrétní parametry systému (např. počet obslužných míst c , intenzitu obsluhy μ , intenzitu vstupů λ). Uvedené řešení je pro uživatele velmi

³⁷ Šubrt a kol., 2011

jednoduché, jelikož stačí dosadit do konkrétních vzorců a charakteristiky systému jsou neprodleně k dispozici.³⁸

Simulační metody

Při řešení složitějších systémů hromadné obsluhy se aplikují simulační modely, poněvadž se činnost systému modeluje na počítači. Výsledkem je řešení, které spočívá v experimentování s příslušným modelem daného systému na počítačích. Za pomoci programových prostředků se na počítačích napodobuje chod reálného modelovaného systému. Na základě těchto simulací odhadneme parametry modelu, které nás zajímají.³⁹

3.5.1 Přehled základních proměnných

Tabulka 3 - Přehled základních proměnných systému hromadné obsluhy

Název proměnné	Symbol
Intenzita obsluhy	μ
Intenzita vstupu jednotek do systému	λ
Interval mezi vstupy po sobě následujících jednotek	X_N
Počet kanálů obsluhy	m
Intenzita provozu systému HO	ρ
Pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka	p_0
Pravděpodobnost, že v systému je n jednotek	p_n
Střední hodnota celkové doby v systému, tj. doba čekání plus doba obsluhy	T
Střední doba ve frontě	T_0
Střední doba obsluhy	T_S
Střední počet jednotek v systému	L
Střední počet jednotek ve frontě	L_Q
Střední počet jednotek v kanálech obsluhy	L_S

Zdroj: Šubrt a kol., 2011

3.5.2 Model M/M/1

Systém hromadné obsluhy M/M/1 je Markovským vstupním i výstupním potokem jednotek, ve kterém mají intervaly mezi příchody požadavků a dobou trvání obsluhy exponenciální rozdělení s jedním kanálem obsluhy. Jednotky vstupují z nekonečného zdroje a předpokládá se neomezený počet jednotek v systému (ve frontě i v obsluze).⁴⁰

³⁸ Jablonský, 2007

³⁹ Jablonský, 2007

⁴⁰ Jablonský, 2007

Pro tento model systému hromadné obsluhy existují dva parametry. Jsou to intenzita vstupu λ a intenzita obsluhy μ . Z uvedených parametrů lze zjistit vytíženost kanálu obsluhy (intenzita provozu). Pro zajištění fungování systému musí být intenzita provozu ρ menší než jedna. To znamená, že kanál obsluhy musí mít vždy nějakou rezervu a proto není možné, aby vytíženost kanálu obsluhy byla 100 %. Pro optimální využití systému se považuje hodnota v rozmezí 60 - 80 %. Pod 60 % je obsluha nevytížena a nad 80 % přestává systém správně fungovat. „Pro rostoucí hodnoty intenzity provozu se výrazně zvyšuje doba, po kterou musí zákazník čekat ve frontě, a samozřejmě i délka fronty.“⁴¹

3.5.2.1 Vztahy pro výpočty v modelech M/M/1

Tomáš Šubrt (a kolektiv) ve své knize Ekonomicko-matematické metody uvádí následující vztahy:

Intenzita provozu:	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
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:	$T_Q = \frac{\lambda}{\mu*(\mu-\lambda)}$
Pravděpodobnost, že v systému je alespoň jedna jednotka:	$p\{L \geq 0\} = (1 - p_0) = \rho$
Pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka:	$p_0 = 1 - \rho$
Pravděpodobnost, že v systému je právě k jednotek:	$p_k = (1 - \rho) * \rho^k$
Pravděpodobnost, že v systému je k nebo více jednotek:	$p\{L \geq k\} = \rho^k$
Pravděpodobnost, že v systému je více než k jednotek:	$p\{L > k\} = \rho^{k+1}$
Pravděpodobnost, že v systému je k nebo méně jednotek:	$p\{L \leq k\} = 1 - \rho^{k+1}$

⁴¹ Šubrt a kol., 2011

4 Případová studie

4.1 Představení Fakultní nemocnice

Pro praktickou část této práce - využití modelů hromadné obsluhy byl vybrán ambulantní trakt Gynekologicko-porodnické kliniky, který se nachází ve Fakultní nemocnici v Plzni.

Fakultní nemocnice v Plzni zajišťuje pro oblast Plzeňského kraje nemocným základní, specializovanou i takzvaně „superspecializovanou“ medicínskou péči ve všech oblastech, s výjimkou popáleninové medicíny, transplantací kostní dřeně u dětí, nesložitějších transplantací orgánů srdce u dětí. V některých oborech dokonce zajišťuje zdravotní péči také pro obyvatele přilehlých regionů, zejména pak jižních a severních Čech, Karlovarska a části středních Čech. Kupříkladu v oblasti umělého oplodnění, transplantací kostní dřeně, operací jater, prostaty či ledvinových nádorů je význam Fakultní nemocnice Plzeň celorepublikový. Nemocnice je provázána s Lékařskou fakultou Univerzity Karlovy v Plzni. Obzvláště v oblasti takzvané speciální a superspeciální lůžkové i ambulantní péče je její úloha v Plzeňském kraji a okolí nezastupitelná.

Fakultní nemocnice se v současné době skládá ze dvou rozsáhlých, od sebe několik kilometrů vzdálených areálů v Plzni na Borech a na Lochotíně.

Fakultní nemocnice zahájila na podzim roku 2005 výstavbu pavilonu Gynekologicko-porodnické kliniky a Neonatologického oddělení, který se nachází v lochotínském areálu. V tomto případě se jednalo o první stavbu rozvrženou přímo pro potřeby jmenovaných pracovišť. Pavilon začal fungovat k 3. září 2007. Pavilon Gynekologicko-porodnické kliniky a Neonatologického oddělení je označen písmenem P a nachází se v něm pouze lůžková část. Naproti pavilonu P se nachází vchod do ambulantního traktu, který je označen písmenem R.

Obrázek 11 - Fakultní nemocnice Plzeň (Lochotín)



Zdroj: <http://gpk.fnplzen.cz/cs/node/280>

4.1.1 Recepce a ambulance

Recepce a ambulance jsou situovány v ambulancním traktu lochotínského areálu. Recepce a ambulance byly zvoleny z toho důvodu, jelikož sem denně přicházejí pacientky na ambulantní ošetření do jednotlivých specializovaných ambulancí a aplikování systému hromadné obsluhy zde bude adekvátní.

Na recepci recepční vyhledává či zhotovuje zdravotní kartu pacientky, kterou následně předá do příslušné specializované nebo příjmové ambulance, kde zdravotní sestra provede s pacientkou kontrolu anamnézy nebo jí s pacientkou sepíše. Na příjmové ambulanci zdravotní sestra zjistí důvod příchodu pacientky, to se hlavně týká neobjednaných pacientek s akutními potížemi. V ambulancním traktu se nachází velké množství specializovaných ambulancí.

Specializované ambulance ambulancního traktu:

- všeobecná gynekologická - akutní ambulance,
- poradna pro fyziologické těhotenství,
- poradna pro rizikové těhotenství,
- ambulance pro dědičná onemocnění v onkologii,
- poradna pro onemocnění děložního hrdla,
- poradna pro onemocnění zevních rodidel,

- onkologická ambulance,
- laparoskopická ambulance,
- hysteroskopická ambulance,
- urogynekologická ambulance,
- endokrinologická ambulance.

V ambulantním traktu se nachází celkem šest ambulancí, do kterých jsou rozděleny výše uvedené specializace.

Ambulance č. 1

- všeobecná gynekologická - akutní ambulance

Ambulance č. 2

- poradna pro fyziologické těhotenství
- poradna pro rizikové těhotenství

Ambulance č. 3

- ambulance pro kardiokografické vyšetření

Ambulance č. 4

- urogynekologická ambulance

Ambulance č. 5

- poradna pro onemocnění děložního hrdla
- laparoskopická ambulance
- hysteroskopická ambulance

Ambulance č. 6

- ambulance pro dědičná onemocnění v onkologii
- poradna pro onemocnění zevních rodidel

- onkogynekologická ambulance

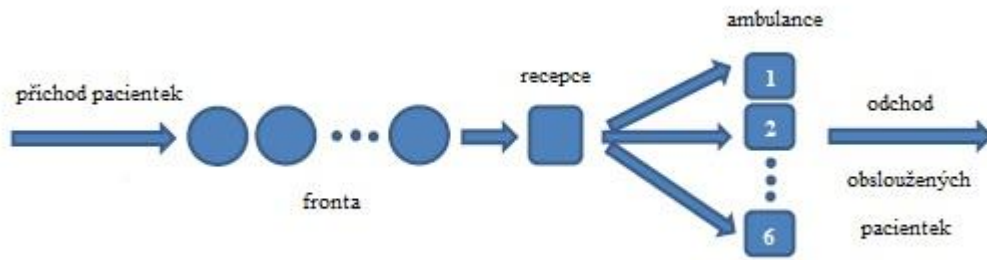
Ordinační hodiny vyjmenovaných ambulancí jsou v pracovní dny od 8:00 hodin do 15:00 hodin. Výjimkou je všeobecná gynekologická – akutní ambulance, která plní i funkci pohotovostní ambulance a má tak nepřetržitý provoz 24 hodin denně, každý den v týdnu (i o víkendu). Pohotovostní ambulance slouží pro pacientky při akutních potížích nebo nastávající maminky rodičky, které v případě hospitalizace na porodní sál jsou právě přijímány přes ambulantní trakt kliniky. Stejně jako pohotovostní ambulance, má i recepce nepřetržitý provoz 24 hodin denně, každý den v týdnu (i o víkendu). Jelikož je na Gynekologicko-porodnické klinice nepřetržitý provoz, je zde práce zaměstnanců rozdělena do směn.

4.1.2 Modelová situace

Vstupní potok je náhodný, stochastický, podle typu rozdělení pravděpodobnosti Poissonovský. To znamená, že je stanoven počtem příchozích pacientek na jednotlivé ambulance v různých časových intervalech. Z tohoto důvodu byla data rozdělena do hodinových intervalů. Zdroj požadavků je považován za nekonečný, a to z důvodu velkého počtu obyvatel v kraji.

Každá nově příchozí pacientka se zařadí se svým požadavkem do fronty, kde čeká, až bude obsloužena recepcí a následně i na příslušné ambulance. Jedná se o sériové uspořádání se sedmi obslužnými linkami. Jelikož jsou ambulance nehomogenní, tedy nezastupitelné, bude pro každou ambulance jednotlivě proveden výpočet modelu M/M/1. Uvedený model bude aplikován i při výpočtu recepce. V případě obsazenosti recepce a následně i ambulance se začíná tvořit fronta. Pro recepci i ambulance se tvoří jedna fronta. Pacientky čekající ve frontě jsou z fronty do obsluhy vybírány dle režimu fronty Priority. To znamená, že na řadě je taková pacientka, která má nejvyšší prioritu. Za dané situace prioritu posuzuje lékař na ambulance. Výstupem ze systému je považován okamžik ukončení obsluhy, tedy odchod z ambulance. Dle Kendallovy klasifikace se jedná o model hromadné obsluhy M/M/1/∞/∞/PRI.

Obrázek 12 - Sériové uspořádání obslužné linky ambulantiho traktu



Zdroj:vlastní zpracování

4.2 Vstupní data

Pro zpracování praktické části bylo velmi důležité získání potřebných dat a informací. Data pro analýzu a vyhodnocení závěrů byla poskytnuta pověřeným pracovníkem Gynekologicko-porodnické kliniky. Data byla obdržena v analogové podobě a to z důvodu nezbytných úprav osobních údajů ošetřených pacientek.

Získaná data obsahují:

- objednací dobu,
- počet objednaných pacientek,
- počet obslužených pacientek.

Tato data byla rozepsána po jednotlivých dnech, aby bylo patrné kolik pacientek bylo objednaných a kolik bylo obsluženo navíc, dále i které pacientky opustily frontu bez obslužení. Obslužené pacientky navíc jsou ty, které přišly s akutními obtížemi nebo byly odeslány jejich lékařem. Jejich data byla specificky upravena a zanesena do předloženého analogového reportu.

Pro prováděnou analýzu byla zvolena data z jednoho dne v měsíci září roku 2018.

Všechna data byla zpracována přehledně do tabulek, které naleznete na následujících stránkách.

4.3 Současný stav

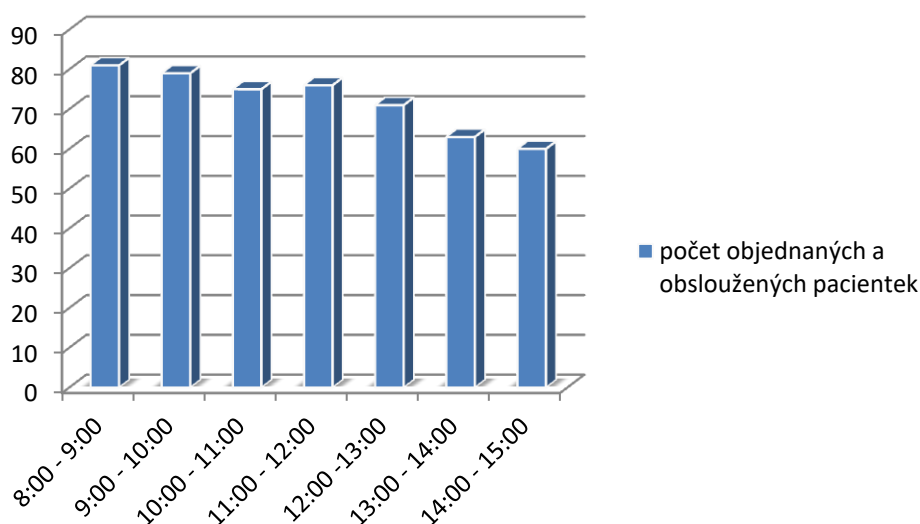
V tabulce 4 je uveden celkový součet objednaných a obslužených pacientek recepcí a následně jednotlivými ambulancemi, a to v jednotlivých hodinových intervalech za jeden týden v měsíci září roku 2018.

Tabulka 4 - Počet objednaných a obslužených pacientek v jednotlivých objednacích dobách

objednací doba	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00
počet objednaných a obslužených pacientek	81	79	75	76	71	63	60

Zdroj: vlastní zpracování

Graf 1 - Počet objednaných a obslužených pacientek v jednotlivých objednacích dobách



Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 4 a v grafu 1 jsou uvedené týdenní průměrné hodnoty objednaných a obslužených pacientek. Úhrny objednaných a obslužených pacientek jsou pro následující výpočty na jednotlivých ambulancích zprůměrovány.

V uvedených hodnotách za jeden týden je zahrnutý celkový součet objednaných, včetně obslužených pacientek navíc, které přišly s akutními obtížemi nebo byly odeslány jejich lékařem. To znamená, že recepce a jednotlivé ambulance obslouží více pacientek, než jich bylo předem objednaných. V poskytnutých datech je také zahrnutý počet pacientek, které opustily frontu, aniž by byly obsluženy nebo počet neobjednaných

pacientek. V grafu 1 je zřetelně vidět, že největší počet příchozích pacientek je v časovém intervalu mezi 8 - 12 hodinou. Ve zmíněném intervalu dochází ke skluzu v obslužení, objednané pacientky nejsou obslouženy a přesouvají se do dalších časových intervalů. To je způsobeno příchodem neobjednaných pacientek, které mají akutní potíže a jsou obslouženy dříve než objednané pacientky. Od 12:00 do 15:00 začíná počet objednaných a obsloužených pacientek klesat, a to je i z důvodu, že některé pacientky již nebyly ochotny ve frontě déle čekat a tak jí opustily bez obslužení. Ještě jsou obslouženy pacientky z jiných časových intervalů, ale i zbylé objednané pacientky v tomto intervalu, které zůstaly a neopustily frontu bez čekání jako některé objednané pacientky v tomto intervalu.

V tabulce 5 jsou uvedeny zprůměrované hodnoty objednaných a obsloužených pacientek jednoho obslužného dne současného stavu systému hromadné obsluhy recepcy, které jsou vypočítány z dat poskytnutých pracovníkem Gynekologicko-porodnické kliniky.

Tabulka 5 - Základní hodnoty současného stavu systému recepcy

	λ	T_s (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	m
8:00 - 9:00	16,1	3,33	18	0,8944	89,44	0,11	10,56	28,25	31,58	8,47	7,58	1
9:00 - 10:00	15,9	3,33	18	0,8833	88,33	0,12	11,67	25,24	28,57	7,57	6,69	1
10:00 - 11:00	15,0	3,33	18	0,8333	83,33	0,17	16,67	16,67	20,00	5,00	4,17	1
11:00 - 12:00	15,2	3,33	18	0,8444	84,44	0,16	15,56	18,10	21,43	5,43	4,58	1
12:00 - 13:00	14,1	3,33	18	0,7833	78,33	0,22	21,67	12,05	15,38	3,62	2,83	1
13:00 - 14:00	12,6	3,33	18	0,7000	70,00	0,30	30,00	7,78	11,11	2,33	1,63	1
14:00 - 15:00	12,1	3,33	18	0,6722	67,22	0,33	32,78	6,84	10,17	2,05	1,38	1

Zdroj: Gynekologicko-porodnická klinika (vlastní zpracování)

V následujících tabulkách 6 až v tabulce 11 jsou uvedeny zprůměrované hodnoty objednaných a obsloužených pacientek jednoho obslužného dne současného stavu systému hromadné obsluhy jednotlivých specializovaných ambulancí, které jsou vypočítány z dat poskytnutých pracovníkem Gynekologicko-porodnické kliniky.

Tabulka 6 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 1

	λ	T_s (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	m
8:00 - 9:00	3,5	15,00	4	0,8750	87,50	0,13	12,50	105,00	120,00	7,00	6,13	1
9:00 - 10:00	3,6	15,00	4	0,9000	90,00	0,10	10,00	135,00	150,00	9,00	8,10	1
10:00 - 11:00	3,5	15,00	4	0,8750	87,50	0,13	12,50	105,00	120,00	7,00	6,13	1
11:00 - 12:00	3,4	15,00	4	0,8500	85,00	0,15	15,00	85,00	100,00	5,67	4,82	1
12:00 - 13:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
13:00 - 14:00	2,8	15,00	4	0,7000	70,00	0,30	30,00	35,00	50,00	2,33	1,63	1
14:00 - 15:00	2,0	15,00	4	0,5000	50,00	0,50	50,00	15,00	30,00	1,00	0,50	1

Zdroj: Gynekologicko-porodnická klinika (vlastní zpracování)

Tabulka 11 - Základní hodnoty současného stavu systému ambulance č. 6

	λ	T_S (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	m
8:00 - 9:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
9:00 - 10:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
10:00 - 11:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
11:00 - 12:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
12:00 - 13:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
13:00 - 14:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
14:00 - 15:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1

Zdroj: Gynekologicko-porodnická klinika (vlastní zpracování)

Legenda k tabulce 5 až k tabulce 11

λ - průměrný počet objednaných a obslužených pacientek (vstupů) během 1 hodiny

T_S - celková průměrná doba obsluhy v minutách

μ - intenzita obsluhy během 1 hodiny

ρ - vytížení systému

p_0 - pravděpodobnost, že v systému není žádná pacientka

T_Q - průměrná doba strávená pacientkou ve frontě

T - doba strávená pacientkou v systému (doba čekání + doba obsluhy)

L - střední počet pacientek v systému

L_Q - střední počet pacientek ve frontě

m - počet obslužných míst

Intenzita obsluhy za jednu hodinu μ a počet obslužných míst x byly získány z Gynekologicko-porodnické kliniky. Průměrný počet objednaných a obslužených pacientek λ byl spočten z celkového počtu objednaných a obslužených pacientek za týden. Zbývající základní hodnoty současného stavu systému uvedené v tabulce 5 až v tabulce 11, byly spočítány pomocí vzorců uvedených v části literární rešerše této práce.

Zjištěné hodnoty ve výše uvedených tabulkách jsou zaokrouhleny, a tudíž se nemusí přesně shodovat s výsledky u vzorců.

Vypočtené vzorce slouží jako ukázka pro výpočet prvního řádku výše uvedených tabulek, tedy interval mezi osmou a devátou hodinou ranní. Hodnoty pro ukázku byly použity z tabulky 5 (recepce).

Intenzita provozu celého systému:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} * 100 = \frac{16,1}{18} * 100 = 89,44 \%$$

Střední doba obsluhy:

$$T_s = \frac{1}{\mu} = \frac{1 * 60}{18} = 3,33 \text{ min}$$

Pravděpodobnost, že v systému není žádná pacientka:

$$p_0 = 1 - \rho = 10,56 \%$$

Střední počet pacientek v systému:

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{0,8944}{1 - 0,8944} = 8,47$$

Střední počet pacientek ve frontě:

$$L_Q = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,8944^2}{1 - 0,8944} = 7,58$$

Střední doba strávená pacientkou v systému:

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1 * 60}{18 - 16,1} = 31,58 \text{ min}$$

Střední doba strávená jednotkou ve frontě:

$$T_Q = \frac{\lambda}{\mu * (\mu - \lambda)} = \frac{16,1}{18 * (18 - 16,1)} * 60 = 28,25 \text{ min}$$

Z tabulky 5 je patrné, že intenzita obsluhy je ve všech hodinových intervalech osmnáct pacientek, takže recepce je schopna každou hodinu obsloužit osmnáct pacientek. Vytíženost celého systému se mezi 8 - 15 hodinou nachází v rozmezí 67 - 89 %. Pro optimální využití systému by se hodnoty vytíženosti měly pohybovat v rozmezí 60 - 80 %, pod 60 % je obsluha nevytížena a nad 80 % přestává systém správně fungovat. V intervalu mezi 8 - 12 hodinou se vytíženost systému nachází v rozmezí 84 - 89 %, což tedy znamená, že recepce je přetížena a systém přestává správně pracovat. Od 12:00 do 15:00 se vytíženost systému pohybuje v rozmezí 67 - 78 %, což je optimální vytíženost systému.

Čím vyšší je hodnota intenzity provozu, tím vyšší je doba, po kterou pacientka čeká ve frontě a z toho důvodu se také tvoří delší fronty. Průměrná doba strávená pacientkou

ve frontě v intervalu mezi 8 - 12 hodinou, což je interval, kdy je recepce přetížena, se pohybuje od 17 do 28 minut. V intervalu od 12:00 do 15:00, kdy je recepce optimálně vytížena, je průměrný čas, který stráví pacientka ve frontě od 7 do 12 minut. Celková doba strávená pacientkou v systému, což je doba čekání plus doba obsluhy mezi 8 - 12 hodinou, kdy je systém přetížen a přestává správně pracovat, se pohybuje od 20 do 32 minut. Intervalu od 12:00 do 15:00, kdy je systém optimálně vytížen, se celková doba strávená pacientkou v systému pohybuje od 10 do 15 minut.

Pokud by se hodnoty vytíženosti systému pohybovaly v rozmezí 60 - 80 %, což je tedy optimální stav využití recepce, pak by se i celková doba strávená pacientkou v systému pohybovala v rozmezí od 10 do 15 minut a v systému by se tak netvořily dlouhé fronty.

Intenzita obsluhy pro tabulku 6 je ve všech hodinových intervalech čtyři, tedy ambulance č. 1 je schopna každou hodinu obsloužit čtyři pacientky s průměrnou dobou obsluhy 15 minut. Z dat uvedených v této tabulce lze vysledovat, že vytíženost systému se mezi 8 - 15 hodinou pohybuje v rozmezí 50 - 90 %. V intervalu od 8:00 do 12:00 se vytíženost systému nachází v rozmezí 85 - 90 %, ambulance č. 1 je tudíž přetížena a systém přestává správně pracovat. To je zapříčiněno tím, že na ambulanci č. 1 jsou jednak objednané pacientky, a zároveň se jedná o příjmovou ambulanci, která ošetřuje i akutní neobjednané pacientky. V uvedeném intervalu se průměrná doba strávená pacientkou ve frontě pohybuje od 85 do 135 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 100 do 150 minut. V intervalu od 12:00 do 14:00 se vytíženost systému pohybuje v rozmezí 70 - 75 %, průměrná doba strávená pacientkou ve frontě je od 35 do 45 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 50 do 60 minut. V posledním intervalu je vytíženost systému 50 % a obsluha ambulance je nevytížená. Pacientka stráví ve frontě 15 minut a celková doba, kterou pacientka stráví v systému je 30 minut.

Abychom se přiblížili k podobným hodnotám vytíženosti, jaké jsou dosahovány v intervalu od 12:00 do 14:00, bylo by vhodné, aby byl v intervalech od 8:00 do 12:00 snížen počet objednaných pacientek.

Intenzita obsluhy pro tabulku 7 je ve všech hodinových intervalech tři, tzn., že ambulance č. 2 je schopna každou hodinu obsloužit tři pacientky s průměrnou dobou

obsluhy 20 minut. Z dat uvedených v této tabulce vyplývá, že vytíženost systému se mezi 8 – 15 hodinou pohybuje v rozmezí 57 - 87 %. V intervalu od 8:00 do 10:00 se vytíženost systému nachází v rozmezí 83 - 87 %. V uvedeném intervalu se průměrná doba strávená pacientkou ve frontě pohybuje od 100 do 130 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 120 do 150 minut. V následujících intervalech od 10:00 do 12:00 a od 13:00 do 14:00 se vytíženost systému pohybuje v rozmezí 67 - 73 %, průměrná doba strávená pacientkou ve frontě je od 40 do 55 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 60 do 75 minut. Od 12:00 do 13:00 dochází ke zvýšení vytíženosti, a to na 83 %, pacientka stráví ve frontě 100 minut a celková doba strávená v systému je 120 minut. V posledním intervalu je vytíženost systému 57 % a obsluha ambulance č. 2 je poněkud nevytížena. Pacientka stráví ve frontě 26 minut a celková doba, kterou pacientka stráví v systému je 46 minut.

Aby se hodnoty vytíženosti systému podobaly těm, které jsou uvedené v intervalech od 10:00 do 12:00 a od 13:00 do 14:00, bylo by vhodné snížit počet objednaných pacientek v intervalech od 8:00 do 10:00 a od 12:00 do 13:00.

Intenzita obsluhy pro tabulku 8 je ve všech hodinových intervalech čtyři, tedy ambulance č. 3 je schopna každou hodinu obsloužit čtyři pacientky s průměrnou dobou obsluhy 15 minut. Z dat uvedených v této tabulce lze vysledovat, že vytíženost systému se mezi 8 - 15 hodinou pohybuje v rozmezí 55 - 85 %. V intervalu od 8:00 do 12:00 se vytíženost systému nachází v rozmezí 80 - 85 %, ambulance č. 3 je tudíž přetížena a systém přestává správně pracovat. To je zapříčiněno tím, že na ambulanci č. 3 jsou jednak objednané pacientky, ale tato ambulance ošetřuje i neobjednané pacientky. V uvedeném intervalu se průměrná doba strávená pacientkou ve frontě pohybuje od 60 do 85 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 75 do 100 minut. V intervalech od 12:00 do 13:00 a od 14:00 do 15:00 se vytíženost systému pohybuje v rozmezí 65 - 73 %, průměrná doba strávená pacientkou ve frontě je od 28 do 40 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 43 do 55 minut. V intervalu od 13:00 do 14:00 je vytíženost systému 55 % a obsluha ambulance je poněkud nevytížena. Pacientka stráví ve frontě 18 minut a celková doba, kterou pacientka stráví v systému je 33 minut.

Pro přiblížení se k podobným hodnotám vytíženosti, které jsou dosahovány v intervalech od 12:00 do 13:00 a od 14:00 do 15:00, by bylo vhodné, aby byl v intervalech od 8:00 do 12:00 snížen počet objednaných pacientek.

Intenzita obsluhy pro tabulku 9 a 11 je ve všech hodinových intervalech tři, tzn., že ambulance č. 4 a ambulance č. 6 jsou schopny každou hodinu obsloužit tři pacientky s průměrnou dobou obsluhy 20 minut. Vzhledem k jejich specializaci, kdy pacientka potřebuje více času na vyšetření a prodiskutování dané problematiky, jsou na uvedené ambulance objednávány jen dvě pacientky za jednu hodinu. Z uvedených dat v těchto tabulkách se dá vypožorovat, že vytíženost systému jednoho obslužného dne je 67 %. V jednotlivých hodinových intervalech je průměrná doba strávená pacientkou ve frontě 40 minut a celková doba, kterou pacientka stráví v systému je 60 minut.

V případě těchto dvou ambulancí je vytíženost systému jednoho obslužného dne 67 %, tzn., že ambulance jsou optimálně vytíženy.

Intenzita obsluhy pro tabulku 10 je ve všech hodinových intervalech tři, tedy ambulance č. 5 je schopna každou hodinu obsloužit tři pacientky s průměrnou dobou obsluhy 20 minut. Z dat uvedených v této tabulce vyplývá, že vytíženost systému se mezi 8 - 15 hodinou pohybuje v rozmezí 50 - 87 %. V intervalu od 8:00 do 10:00 se vytíženost systému nachází v rozmezí 80 - 87 %. V uvedeném intervalu se průměrná doba strávená pacientkou ve frontě pohybuje od 80 do 130 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 100 do 150 minut. V následujících intervalech od 10:00 do 11:00 a od 12:00 do 13:00 se vytíženost systému pohybuje v rozmezí 67 - 70 %, průměrná doba strávená pacientkou ve frontě je od 40 do 47 minut a celková doba strávená pacientkou v systému je od 60 do 67 minut. Od 11:00 do 12:00 dochází ke zvýšení vytíženosti, a to na 83 %, pacientka stráví ve frontě 100 minut a celková doba v systému je 120 minut. V posledních dvou intervalech je vytíženost systému 50 % a obsluha ambulance č. 5 je poněkud nevytížena. Pacientka stráví ve frontě 20 minut a celková doba, kterou pacientka stráví v systému je 40 minut.

Aby se hodnoty vytíženosti systému podobaly těm, které jsou uvedené v intervalech od 10:00 do 11:00 a od 12:00 do 13:00, bylo by vhodné snížit počet objednaných pacientek v intervalech od 8:00 do 10:00 a od 11:00 do 12:00.

4.4 Scénáře řešení

V předešlé kapitole byl za pomoci základních hodnot systému hromadné obsluhy určen současný stav provozu recepce a jednotlivých ambulancí. Jelikož by bylo vhodné, aby vytíženost systému jednoho obslužného dne byla v rozmezí 60 - 80 %, je zapotřebí, aby bylo objednáváno méně pacientek do jednotlivých hodinových intervalů.

S ohledem na různé specializace jednotlivých ambulancí, kdy případné vyšetření objednané pacientky může trvat déle, než si ambulance představovala nebo musí mezi objednanými pacientkami řešit akutní případy či pacientka potřebuje více času na projednání svých potíží, je třeba také zohlednit schopnost obsluhy každé ambulance. Jak můžeme vidět ve výše uvedených tabulkách, ambulance č. 1 a č. 3 jsou schopny obsloužit za jednu hodinu čtyři pacientky, ambulance č. 2, č. 4, č. 5 a č. 6 jsou schopny obsloužit tři pacientky v hodinovém intervalu. V tomto případě by bylo vhodné, aby počet objednaných pacientek vycházel přibližně na dvě až tři pacientky za hodinu dle jednotlivých ambulancí.

Z uvedených tabulek v předchozí kapitole vyplynulo, že v objednávkovém systému je mnohdy objednáno více pacientek za hodinu než je ambulance schopna obsloužit. Poté se stává, že recepce a jednotlivé ambulance nestíhají obsloužit objednané pacientky, které se řadí do fronty. Za problematické ambulance by se daly považovat, ambulance č. 1, č. 2, č. 3 a č. 5. Ambulance č. 4 a č. 6 zpravidla objednávají méně pacientek, než jsou schopny obsloužit. Hlavním důvodem je to, že pacientka potřebuje více času na vyšetření a prodiskutování dané problematiky.

Jak je v této práci zmíněno, u nové pacientky musí recepční zadat veškeré osobní údaje do počítače a poté vyhotovit osobní zdravotní kartu, kterou dále předá do příslušné ambulance. U zaevidované pacientky, kdy recepční hledá již vyhotovenou osobní zdravotní kartu. Může se stát, že vyhledávání vyžaduje více času. Ambulance jí vyžaduje a bez ní nemůže pacientku obsloužit. Jakmile se nestihne obsloužit daný počet objednaných pacientek v hodinovém intervalu, neobsloužené pacientky se přesouvají do dalších časových intervalů, než dojde k jejich obslužení. Některé dokonce i opouštějí frontu bez obslužení, jelikož už déle nechtějí čekat.

Níže jsou navrženy tři scénáře řešení, které by měly směřovat k optimálnímu vytížení systému jednoho obslužného dne.

Druhy scénářů:

- optimalizace objednávání pacientek do jednotlivých hodinových intervalů,
- vyhledávání zdravotních karet objednaných pacientek recepční při noční směně,
- zavedení vyvolávacího systému do čekárny Gynekologicko-porodnické kliniky.

Podle prvního a druhého scénáře jsou následně přepočítány základní hodnoty systému hromadné obsluhy a porovnány se současným stavem provozu recepce a jednotlivých ambulancí. U posledního scénáře je jen popsáno, jak by pomohl k optimálnímu vytížení systému.

4.4.1 Optimalizace objednávání pacientek do jednotlivých hodinových intervalů specializovaných ambulancí

Optimalizaci objednávání pacientek je zapotřebí provést u ambulancí č. 1, č. 2, č. 3 a č. 5.

Tabulka 12 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 1

	λ	T_S (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	c
8:00 - 9:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
9:00 - 10:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
10:00 - 11:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
11:00 - 12:00	3,1	15,00	4	0,7750	77,50	0,23	22,50	51,67	66,67	3,44	2,67	1
12:00 - 13:00	3,1	15,00	4	0,7750	77,50	0,23	22,50	51,67	66,67	3,44	2,67	1
13:00 - 14:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
14:00 - 15:00	2,8	15,00	4	0,7000	70,00	0,30	30,00	35,00	50,00	2,33	1,63	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 13 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 3

	λ	T_S (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	c
8:00 - 9:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
9:00 - 10:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
10:00 - 11:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
11:00 - 12:00	3,1	15,00	4	0,7750	77,50	0,23	22,50	51,67	66,67	3,44	2,67	1
12:00 - 13:00	3,1	15,00	4	0,7750	77,50	0,23	22,50	51,67	66,67	3,44	2,67	1
13:00 - 14:00	3,0	15,00	4	0,7500	75,00	0,25	25,00	45,00	60,00	3,00	2,25	1
14:00 - 15:00	2,8	15,00	4	0,7000	70,00	0,30	30,00	35,00	50,00	2,33	1,63	1

Zdroj: vlastní zpracování

Na ambulance č. 1 a č. 3 se jednak pacientky objednávají, ale také se zde ošetřují i neobjednané pacientky. Bylo by tedy vhodné, aby to zdravotní personál bral v potaz a neobjednával pacientky nad rámec kapacity obsluhy ambulance, tedy myslel i na rezervu pro neobjednané pacientky. V navržených scénářích zmíněné ambulance během jednoho dne obslouží jednadvacet pacientek. Vytíženost systému jednoho obslužného dne v průměru poklesla a nyní se pohybuje v rozmezí 70 - 78 %. V průměru stráví pacientka ve frontě okolo 50 minut. Ve srovnání se současným stavem těchto ambulancí, se průměrná doba, kterou pacientka stráví v systému, snížila zhruba o polovinu.

Tabulka 14 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 2

	λ	T_S (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	c
8:00 - 9:00	2,3	20,00	3	0,7667	76,67	0,23	23,33	65,71	85,71	3,29	2,52	1
9:00 - 10:00	2,3	20,00	3	0,7667	76,67	0,23	23,33	65,71	85,71	3,29	2,52	1
10:00 - 11:00	2,2	20,00	3	0,7333	73,33	0,27	26,67	55,00	75,00	2,75	2,02	1
11:00 - 12:00	2,2	20,00	3	0,7333	73,33	0,27	26,67	55,00	75,00	2,75	2,02	1
12:00 - 13:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
13:00 - 14:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1
14:00 - 15:00	2,0	20,00	3	0,6667	66,67	0,33	33,33	40,00	60,00	2,00	1,33	1

Zdroj: vlastní zpracování

Při obslužení patnácti pacientek během jednoho obslužného dne, se vytíženost systému ambulance č. 2 pohybuje mezi 67 - 77 % a průměrný čas strávený pacientkou ve frontě je v tomto případě maximálně 65 minut. Oproti hodnotám současného stavu, kdy průměrná doba strávená pacientkou ve frontě byla i 130 minut, došlo ke snížení přibližně na polovinu.

Tabulka 15 - Optimalizace (změna) hodnot stavu ambulance č. 5

	λ	T_S (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	c
8:00 - 9:00	2,3	20,00	3	0,7667	76,67	0,23	23,33	65,71	85,71	3,29	2,52	1
9:00 - 10:00	2,3	20,00	3	0,7667	76,67	0,23	23,33	65,71	85,71	3,29	2,52	1
10:00 - 11:00	2,4	20,00	3	0,8000	80,00	0,20	20,00	80,00	100,00	4,00	3,20	1
11:00 - 12:00	2,4	20,00	3	0,8000	80,00	0,20	20,00	80,00	100,00	4,00	3,20	1
12:00 - 13:00	2,2	20,00	3	0,7333	73,33	0,27	26,67	55,00	75,00	2,75	2,02	1
13:00 - 14:00	2,2	20,00	3	0,7333	73,33	0,27	26,67	55,00	75,00	2,75	2,02	1
14:00 - 15:00	2,2	20,00	3	0,7333	73,33	0,27	26,67	55,00	75,00	2,75	2,02	1

Zdroj: vlastní zpracování

V případě, že ambulance č. 5 obslouží šestnáct pacientek během jednoho obslužného dne, pak se vytíženost systému nachází v rozmezí 73 - 80 % a průměrný čas strávený pacientkou ve frontě se pohybuje od 55 do 80 minut. Oproti hodnotám současného stavu,

kdy průměrná doba strávená pacientkou ve frontě byla až 130 minut, došlo k viditelnému snížení.

4.4.2 Vyhledávání zdravotních karet objednaných pacientek recepční při noční směně

Tabulka 16 - Změna hodnot stavu systému recepce při vyhledávání karet při noční směně

	λ	T_s (min)	μ	ρ	ρ (%)	p_0	p_0 (%)	T_Q (min)	T (min)	L	L_Q	c
8:00 - 9:00	14,6	2,73	22	0,6636	66,36	0,34	33,64	5,38	8,11	1,97	1,31	1
9:00 - 10:00	14,6	2,73	22	0,6636	66,36	0,34	33,64	5,38	8,11	1,97	1,31	1
10:00 - 11:00	14,6	2,73	22	0,6636	66,36	0,34	33,64	5,38	8,11	1,97	1,31	1
11:00 - 12:00	14,8	2,73	22	0,6727	67,27	0,33	32,73	5,61	8,33	2,06	1,38	1
12:00 - 13:00	14,4	2,73	22	0,6545	65,45	0,35	34,55	5,17	7,89	1,89	1,24	1
13:00 - 14:00	14,2	2,73	22	0,6455	64,55	0,35	35,45	4,97	7,69	1,82	1,18	1
14:00 - 15:00	13,8	2,73	22	0,6273	62,73	0,37	37,27	4,59	7,32	1,68	1,06	1

Zdroj: vlastní zpracování

Při vyhledávání zdravotních karet objednaných pacientek recepční při noční směně vypadá systém následovně. Vytížení systému jednoho obslužného dne se nyní nachází v rozmezí 63 - 67 %. Při tomto scénáři se fronty netvoří. Pacientka v systému recepce maximálně stráví 8 minut. Průměrná doba obsluhy se také zkrátila, a to na 2, 73 minuty. Takhle by mohl vypadat tento scénář za předpokladu, že recepční při noční směně vytiskne seznamy objednaných pacientek na druhý den a všechny karty vyhledá a připraví na příslušné ambulance. Pokud nějakou zdravotní kartu v danou chvíli nenajde, vystaví duplikát, dotiskne lékařské zprávy, aby ambulance mohla pracovat. Tím ušetří průměrný čas obsluhy, který pak může věnovat při vystavování zdravotních karet neobjednaným pacientkám.

4.4.3 Zavedení vyvolávacího systému do čekárny Gynekologicko-porodnické kliniky

V případě zavedení vyvolávacího systému lékaři uvidí v počítači, kolik je v čekárně pacientek, jak dlouho čekají, popřípadě i určitou specifikaci důvodu jejich příchodu.

Systém lze dále ještě využít i pro potřeby uchování a zpracování dat, se kterými se následně dá ještě pracovat. Typickým příkladem je délka doby, kterou konkrétní pacientka strávila v systému.

Na LCD panelech se v čekárně zobrazuje číslo vyvolané pacientky k vyšetření spuštěné sestrou z ambulance. Vyvolání probíhá tak, že sestra zadá číslo volané pacientky přímo do nemocničního informačního systému, to se ukáže na LCD panelu, kde je uvedeno

číslo pacientky s číslem ambulance, na kterou je pacientka volána. Vyvolávání doprovází zvukové znamení, které upozorní na to, že je vyvolávána další pacientka. Prostřednictvím nemocničního informačního systému sestra eventuálně může odeslat obecnou informaci, například o odvolání lékaře na sál a o příchodu jeho zástupu nebo o jiných záležitostech, které ovlivňují chod ambulance a i dobu čekání. V rámci vyvolávacího systému existuje na LCD panelech možnost promítat jednotlivá oddělení, hlavně porodní sál nebo reklamní spoty, které propagují sponzora. Sponzorský příspěvek od sponzora může být věcný, například vybavení čekárny Gynekologicko-porodnické kliniky LCD panely. Reklamní spoty se pozastaví a zobrazí se číslo volané pacientky na vyšetření. Pro lepší orientaci se ve spodní části LCD panelů zobrazují poslední volaná čísla.

Vhodným produktem je například Vyvolávací systém produktové řady FONS od společnosti STAPRO, s. r. o.

V tomto scénáři přichází pacientka do čekárny, kde se na recepci nahlásí a předloží kartičku zdravotní pojišťovny či lékařskou zprávu. Recepční pacientce přidělí kartičku s číslem (podobně jako např. v bance) a sdělí číslo ambulance. Recepční zapíše do nemocničního informačního systému přidělené číslo pacientky k příslušné ambulanci. Pacientka vyčkává, na své vyvolání prostřednictvím LCD panelu, kde je uvedeno číslo pacientky i s číslem ambulance. Oznámení je doprovázeno zvukovým signálem.

Přínosy vyvolávacího systému:

- nápomoc v plynulosti hektického provozu,
- možnost prezentovat zdravotnické zařízení a informovat pacientky o novinkách,
- možnost zpříjemnit pacientce čekání na vyšetření a zvýšit komfort a vnímanou kvalitu pracoviště,
- věcný sponzoring.

5 Závěr

Cílem práce bylo zanalyzovat současný stav systémů hromadné obsluhy pacientů na recepci a specializovaných ambulancí Gynekologicko-porodnické kliniky V Plzni, posoudit získané hodnoty a navrhnout řešení, aby došlo ke snížení vytíženosti systému v určitých hodinových intervalech obslužného dne a netvořily se tak dlouhé fronty.

Podstatné bylo získání potřebných dat z interních zdrojů kliniky, jejich zpracování a následné zmapování situace. Pro výpočty základních charakteristik byl zvolen model M/M/1. Podle modelu M/M/1 byly provedeny výpočty současného stavu recepce a jednotlivých specializovaných ambulancí. Hlavně bylo třeba zhodnotit intenzitu provozu neboli vytíženost celého systému. Z vypočtených hodnot bylo pro jednotlivé ambulance a recepci zjištěno, že v určitých hodinových intervalech docházelo k přetížení systému a tím i k tvorbě front. K přetížení systému docházelo v důsledku většího počtu objednaných pacientek v objednávkovém systému, než jaký byly ambulance a recepce schopny za určitý interval obsloužit. A to bylo hlavním důvodem pro tvorbu front. Za značně vytížené ambulance by se daly považovat, ambulance č. 1, č. 2, č. 3 a č. 5.

Byly navrženy tři scénáře řešení, optimalizace objednávání pacientek do jednotlivých hodinových intervalů specializovaných ambulancí, vyhledávání zdravotních karet objednaných pacientek recepční při noční směně, zavedení vyvolávacího systému do čekárny Gynekologicko-porodnické kliniky. V prvním a druhém scénáři byly přepočítány základní hodnoty systému hromadné obsluhy, které byly porovnány se současným stavem provozu recepce a jednotlivých ambulancí. U posledního scénáře bylo jen popsáno, jak by mohl pomoci k optimálnímu vytížení systému. Optimalizace objednávání pacientek byla zapotřebí provést u ambulancí č. 1, č. 2, č. 3 a č. 5. Z výpočtů bylo zjištěno, že pokud by zdravotní personál dobře rozvrhnul objednávání pacientek do celého obslužného dne a neobjednával by pacientky nad rámec kapacity obsluhy, pak by se vytíženost systému pohybovala v rozmezí 60 - 80 %, tedy systém by byl optimálně využitý. I průměrná doba, kterou by pacientka strávila v systému, by se snížila zhruba o polovinu. Podle druhého scénáře by recepční měly vyhledávat zdravotní karty objednaných pacientek při noční směně. Pokud by tomu tak bylo, pak by se zvýšila intenzita obsluhy recepce, vytíženost systému by se pohybovala v rozmezí 63 - 67 % a průměrná doba, kterou by pacientka strávila v systému, by se také snížila. Při tomto scénáři by se fronty netvořily. Třetí scénář, neboli zavedení vyvolávacího systému

do čekárny, by přinesl přínosy v podobě nápomoci při plynulosti hektického provozu nebo možnost zpříjemnit pacientce čekání na vyšetření a zvýšit komfort a vnímanou kvalitu pracoviště.

6 Seznam použitých zdrojů

Bibliografické

BROŽOVÁ, HELENA, HOUŠKA, Milan. *Základní metody operační analýzy*, první vydání, Praha: Credit, 2003, 244 s., ISBN 80-213-0951-2.

DÖMEOVÁ, Ludmila, BERÁNKOVÁ, Martina. *Systémy hromadné obsluhy I*, první vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004, 57 s, ISBN 80-213-1193-2.

FÁBRY, Jan. *Matematické modelování*, první vydání. Praha: PROFESIONAL PUBLISHING, 2011, 180 s, ISBN 978-80-7431-066-9.

HUŠEK, Roman, MAŇAS Miroslav. *Matematické modely v ekonomii*, první vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989, 402 s, ISBN 80-03-000982-X.

JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*, třetí vydání, Praha: PROFESIONAL PUBLISHING, 2007, ISBN 978-80-86946-44-3.

KOPP, Roman. *Analýza systému hromadné obsluhy zákazníků ve vybrané společnosti*. Praha, 2015. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

LUKÁŠ, Ladislav. *Pravděpodobnostní modely managementu: Markovovy řetězce a systémy hromadné obsluhy*, první vydání, Praha: Academia, 2009, 135 s., ISBN 978-80-200-1704-8.

PRAŽSKÝ, Tomáš. *Uplatňování metod teorie front při řízení vybraných podnikových procesů*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce doc. RNDr. Ing. Ladislav Lukáš. CSc.

ŠUBRT, Tomáš et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

SIXTA, Josef, ŽIŽKA Miroslav. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*, první vydání, Brno: Computer Press, 2009, 238 s., ISBN 978-80-251-2563-2.

ZACHOVSKÁ, Hana. *Analýza provozu na vybrané pobočce úřadu nebo pošty*. Praha, 2015. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

ŽIŽKA Miroslav. *Vybrané statě z operačního výzkumu*, první vydání, Liberec: Technická univerzita, 2003, 155 s., ISBN 80-7083-691-1.

On-line zdroje a elektronické dokumenty

Fakultní nemocnice Plzeň [online] [cit. 2018-9-20] Dostupné z <https://www.fnplzen.cz/>

Fakultní nemocnice Plzeň [online] [cit. 2018-9-20] Dostupné z <http://gpk.fnplzen.cz/cs/node/280>

Vyvolávací systém pro čekárnu [online] [cit. 2018-11-27] Dostupné z <http://www.stapro.cz/wp-content/uploads/Fons-akord-cekarna.pdf>