

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Diplomová práce**

**Analýza provozu na vybrané stanici technické kontroly**

**Tomáš Pavlík**

© 2017 ČZU v Praze

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Pavlík

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

**Analýza provozu na vybrané stanici technické kontroly.**

Název anglicky

**Analysis of traffic on selected technical inspection station.**

---

## **Cíle práce**

Cílem diplomové práce je zhodnocení současného provozu stanice technické kontroly pomocí vhodně vybraných metod a případně navrhnout jeho zlepšení. Přesněji se bude jednat o čekací doby zákazníků při odbavování na lince stanice technické kontroly a zajištění plynulého chodu při obsluhování.

## **Metodika**

V úvodu této části diplomové práce bude popsán provoz STK i s ohledem na vybrané ekonomické ukazatele. Z nich pak budou vyvozeny závěry vedoucí ke zkvalitnění práce STK – a to pomocí některé z metod teorie front, které řeší problematiku systémů hromadné obsluhy.

**Doporučený rozsah práce**

60-70 s.

**Klíčová slova**

Teorie front, systém hromadné obsluhy, zdroj požadavků, obslužná linka, stanice technické kontroly, modely a modelování

---

**Doporučené zdroje informací**

- DŮMENOVÁ Ludmila, BERÁNKOVÁ Martina. 2004. Systémy hromadné obsluhy I. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2004. str. 58. ISBN 80-213-1193-2.
- JABLONSKÝ, Josef. 2002. Operační Výzkum, Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 1. vydání. Praha: Professional Publishing, 2002. str. 321. ISBN 80-86419-23-1.
- LUKÁŠ, Ladislav. Pravděpodobnostní modely v managementu: Markovovy řetězce a systémy hromadné obsluhy. Praha: Academia, 2009. Lanna. ISBN 978-80-200-1704-8.
- Ministerstvo dopravy. Statistika Ministerstva dopravy ČR. <https://www.mdcz.cz/> [online]. © Copyright 1992-2017 Ministerstvo dopravy ČR. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Statistiky?mssfd=Silni%C4%8Dn%C3%AD%20doprava&mssff=Srovn%C3%A1n%C3%AD>
- STORDAHL, Kjell. 2007. The History Behind the Probability Theory and the Queuing Theory. místo neznámé: Teletronikk, 2007. stránky 123-140. ISBN 0085-7130.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2016/17 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2017

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2017

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2017

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Analýza provozu na vybrané stanici technické kontroly" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Ing. Romanu Kvasničkoví, Ph.D. za cenné připomínky, trpělivost a odbornou pomoc při vedení této diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat svým rodičům Mgr. Iloně Pavlíkové a Ing. Jiřímu Pavlíkovi za odbornou pomoc a podporu.

# Analýza provozu na vybrané stanici technické kontroly

---

## Analysis of traffic on selected technical inspection station.

### Souhrn:

Diplomová práce je zaměřena na analýzu konkrétní stanice technické kontroly. Analýza se zabývá provozem dané STK, po níž následuje modelování systému hromadné obsluhy, vhodného pro tento podnik. Analýza je pohledem na chování zákazníků jakožto fronty požadavků a na činnost obsluhy jako protipólu práce techniků v systému hromadné obsluhy.

Úlohou obsluhy na lince je, v dané době, provést technickou prohlídku dopravního prostředku a přitom minimalizovat čekací doby zákazníků. Na 4 pracovních stáních řešit tak, aby nedocházelo k prostojům obslužné linky. Nepříjemným výsledkem by byl nárůst požadavků ve frontě, které by iniciovalo nespokojenost zákazníka.

Diplomová práce má 2 části, které na sebe navazují. V úvodu se jedná o teoretickou část práce, v pokračování a závěru o praktickou část. V teoretické části jsou, pospány a vysvětleny základní termíny a klasifikace pojmů. Následují informace o modelování SHO, což je praktické řešení teorie front. Pak byla vybrána vhodná metoda řešení – typu M/M/n a vhodné řešení modelace systému. Pro tuto část řešení modelů SHO byly využity statistické údaje firmy o činnostech v minulých letech. Jejich interpretace do propočtu vybraného modelu byla základem pro další postup v práci autora. Pro analyzovanou STK byl vybrán model M/M/1/∞/PRI.

V praktické části byl model, vázaný na praktické podmínky v STK, zpracován ve třech variantách. Použity byly interní technické a ekonomické informace společnosti ABA STKáčko, s.r.o.

Výsledkem diplomové práce je kompromisní řešení úkolu a návrh některých dalších opatření vhodných pro chod této společnosti.

**Klíčová slova:** teorie front, systém hromadné obsluhy, zdroj požadavků, obslužná linka, stanice technické kontroly, technická prohlídka, modely

## **Summary:**

The thesis is focused on the analysis of the particular technical inspection station. The analysis deals with the operation of that technical inspection station. It is followed by modeling of a queuing system suitable for this company. The analysis views the consumers' behavior in the role of requesters as well as the proceeding of the service crew that functions as the counterpart of technicians working in the queuing system.

The main task of the service crew at the inspection line is to make technical inspection of a vehicle at stated time and minimize waiting time of the customers, to organize work at four stalls so as not to cause downtime at the serving line. The increase of the requests in the queue, which would initiate discontent of customers, would be an unacceptable result.

The thesis consists of two follow-up parts. The theoretical part describes and explains essential terminology and classification of concepts followed by information concerning Queuing Systems modeling, which is the practical solution of queues theory. Then M/M/n method was chosen as a suitable method of solution and suitable solution of model system. Statistics figures of the company concerning their activities in a few past years were used for this part of solution of Queuing Systems models. Interpretation of these figures into costing of the chosen model was the basis for other steps of the author's work. Model M/M/1/∞/PRI was chosen for the analyzed technical inspection station.

In the practical part, the model linked to practical conditions in technical inspection station was utilized in three versions. Internal technical and economic information of ABA STKáčko, s.r.o. Company were used there.

The result of the thesis is the compromise solution of the task and scheme of some other arrangements suitable for functioning of this company.

**Keywords:** Queuing theory, queuing system, resource requirements, the serving line, technical inspection station, technical inspection, models

## Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl diplomové práce.....	13
3. Plán postupu a metodika práce.....	14
3.1 Plán postupu prací.....	14
3.2 Literární rešerše.....	14
3.3 Vlastní práce .....	14
4. Stanice technické kontroly v České republice. ....	15
4.1 Stanice technické kontroly – všeobecně .....	15
5. Stanice technické kontroly společnosti ABA STKáčko, s.r.o., Šumperk .....	20
5.1 Historie a současnost ABA STKáčko, s.r.o. ....	20
5.2 Počty technických kontrol v STK .....	21
5.3 Tržby z kontrol provedených v roce 2016 (v jednotlivých měsících) .....	23
5.4 Přehled o vývoji hospodaření společnosti ABA STKáčko, s.r.o. v letech 2012 -2015 .....	25
6. Výpočet kapacity kontrolních linek v STK – pro technické prohlídky .....	27
6.1 Výpočet teoretické kapacity kontrolní linky STK ABA. ....	27
7. Problematika činností v ABA STKáčko, s.r.o. ....	28
8. Systém hromadné obsluhy na kontrolních pracovištích STK.....	29
8.1 Zdroj požadavků SHO .....	29
8.2 Příchod požadavku do SHO .....	29
8.3 Režim fronty SHO a chování ve frontě.....	30
8.4 Obslužné linky SHO (sít' OL).....	30
8.5 Doba obsluhy prohlídek .....	32
9. Systémy hromadné obsluhy – teorie front .....	35
9.2 Pojmy a jejich charakteristika .....	36
9.3 Zdroje požadavků.....	38
9.4 Příchod požadavků do SHO .....	39
9.5 SHO – přehled základních proměnných .....	40
9.6 Režim fronty .....	40
9.7 Chování ve frontě .....	41



9.8	Obslužné linky – počty a uspořádání .....	42
9.9	Doba a intenzita obsluhy .....	46
9.10	Výstup ze systému hromadné obsluhy .....	46
9.11	Cíle řešení SHO .....	46
9.12	SHO a jejich klasifikace .....	47
9.13	Hodnocení SHO .....	49
10	Modely systémů hromadné obsluhy .....	50
10.1	Model M/M/1 s čekáním .....	51
10.2	Intenzita provozu .....	52
10.3	vstup požadavků do systému .....	53
10.4	Obsluha v modelu M/M/1 .....	56
10.5	Markovovy systémy SHO .....	56
10.6	Vyřízení obslužného kanálu .....	57
11	Souhrn pojmů užívaných v systému M/M/1 .....	57
11.1	Optimalizace nákladů v modelech hromadné obsluhy .....	58
12	Společnost ABA Stáčko, s.r.o. – vlastní práce .....	60
12.1	Popis problémové situace v STK .....	61
12.2	Klasifikace modelu hromadné obsluhy .....	66
12.3	Výpočet kapacity linky hromadné obsluhy pro rok 2017 (4 pracovníci obsluhy) ..	73
12.4	Výpočet kapacity linky SHO pro rok 2017 – 5 pracovníků obsluhy .....	77
12.5	Výpočet kapacity linky – zapojení vedoucího .....	78
13	Výsledky hodnocení základních charakteristik modelů a ekonomických výpočtů .....	81
13.1	Předpokládané ekonomické výsledky, dle jednotlivých variant modelů .....	82
13.2	Minimalizace nákladů .....	86
14	Závěr .....	87
15	Seznam použité literatury: .....	91
16	Seznam tabulek .....	93
17	Seznam obrázků: .....	93
18	Seznam grafů: .....	94

## **Seznam zkratek:**

STK – stanice technické kontroly

SHO – systém hromadné obsluhy

ČR – Česká republika

MD – Ministerstvo dopravy České republiky

NA – nákladní automobil

OA – osobní automobil

PRI – systém priority

FIFO – systém first in / first out

SIRO – systém selection in random order

LIFO – systém last in / first out

EK – evidenční kontrola

Kč – Koruna česká

ks – počet kusů

L – motocykl

M – osobní automobil

min. – minuta

N – nákladní automobil do 3,5 t

O – přívěsný vozík

PTP – pravidelná technická prohlídka

SME – stanice měření emisí

HO – hromadná obsluha

TPr – technické prohlídky

CIS – centrální informační systém Ministerstva dopravy ČR

# 1. Úvod

Systémy hromadné obsluhy nás provází téměř denně v našem běžném životě. Setkáváme se s nimi při vyřizování občanských povinností vůči státním úřadům a institucím – např. při řízeních o vydání občanských průkazů, řidičských průkazů, ale i při plnění svých daňových, stavebních a dalších povinností. Velmi často jsou systémy hromadné obsluhy použity při řešení potřeb zákazníků bank, pošt, ale i energetických firem.

Pokusy o využití SHO můžeme vidět v nemocnicích a zdravotních zařízeních s větší klientelou, ale i v komerční sféře – v nákupních centrech nebo na jiných místech hromadného uspokojování zákazníků (např. benzínová čerpadla).

Hlavním těžištěm však jsou zmíněné úřady a instituce, kde je občas nutné řešit, kromě věcí odborných, i požadavky těch, kteří spěchají na vyřízení své věci. Jsou přitom v domnění, že jsou opomíjeni, zdržováni či nějakým způsobem šikanováni. Pak řešením jsou právě opatření, která vzejdou z řešení pomocí systému hromadné obsluhy.

Častou z prvních reakcí klientů ve frontě systému hromadné obsluhy je poté, co zaujmou své místo ve frontě, obhlídka počtu obslužných míst, jež jsou klientům k dispozici – jestli jsou všechna v provozu, zda obsluhují současně a hlavně jak rychle. Poté ve svých hlavách rychle kalkulují, kdy na ně „přijde řada“ a zda je vůbec vhodné vyčkat ve frontě na řešení svého problému.

Zákazníci by uvítali, kdyby všechna možná místa obsluhy byly v činnosti a tedy svým zákazníkům se věnovala současně a „naplno“. To by pro ně bylo výhodné – ne tak však pro provozovatele systému. Provozovatel systému má zájem na tom, aby v provozu bylo co nejméně obslužných míst a přitom aby bylo uspokojeno co nejvíce zákazníků – tedy s co nejmenšími provozními náklady.

To, jakým způsobem provozovatel systému hromadné obsluhy problém vyřeší, pak ovlivní nejen kvalitu systému, ale ovlivňuje i následující vývoje efektivnosti a prosperity. To platí pro všechny organizace soukromého i státního sektoru. Z toho všeho vyplývá, že pro řešení uvedených problémů je vhodné a výhodné použít matematické teorie front. Teorie front je tedy nástrojem řešení problému hospodaření a činnosti v dané společnosti.

Skoro každý zákazník, který vstoupí do systému hromadné obsluhy Stanice technické kontroly, si přeje být obsloužen co nejrychleji a s kladným výsledkem. Nikdo ze zákazníků si nepřeje být ve frontě dlouho. Nespokojení se cítí tehdy, když se mu čekání jeví neodůvodněně dlouhé – jsou i takoví zákazníci, kteří odejdou dřív, než je možné uspokojit jejich přání či požadavky. Proti tomu stojí povinnost každého majitele či provozovatele dopravního prostředku mít platnou technickou prohlídku svého osobního automobilu, nákladního automobilu o celkové hmotnosti do 3,5 t, dále se povinnost týká i motocyklů a přívěsů za těmito vozidly. Dopravní vozidla zde uvedená jsou v oboru činnosti ABA STKáčko, s.r.o. Šumperk. Podobné povinnosti se týkají i ostatních dopravních prostředků – NA, přívěsy a návěsy všeho druhu a autobusy. Pro naplnění povinnosti výše uvedené jsou zákazníci „ochotní“ čekat ve frontě déle než v jiných systémech hromadné obsluhy.

Služba STK je stejná podnikatelská záležitost, jakými jsou i jiné. Stejný je i cíl – podnikatel (provozovatel) STK se snaží o dosažení maximálně možného zisku. Cestou je minimalizace nákladů a maximalizace příjmů (tržeb). Výsledek těchto snah, resp. realizace optimalizačních opatření, však může být náročný na čas, pracovní síly a může být i finančně nákladný. Stane se tedy, že i přes reálnou vidinu efektu se některé systémy hromadné obsluhy a jejich řešení nerealizují v praxi. To však už „ má ve svých rukou“ provozovatel či podnikatel.

Diplomová práce bude řešit činnost stanice technické kontroly ve společnosti ABA STKáčko, s.r.o. v Šumperku, kde je autor práce pověřen vedením společnosti nad odbornou činností STK a místa měření emisí motorových a některých nemotorových vozidel (přívěsné vozíky). Touto činností se zabývá déle než rok, když předtím pracoval v jiných sektorech společností ABA. Získané informace budou vyhodnoceny právě jako systém hromadné obsluhy a závěry i řešení budou předány majiteli ABA STKáčko, s.r.o. k eventuálnímu posouzení vhodnosti řešení a snad i k realizaci.

## 2. Cíl diplomové práce

V současné době je ve společnosti ABA STKáčko, s.r.o. zaveden ověřený způsob provozu uvedené Stanice technické kontroly. Tento stav bude podrobně popsán – zejména s ohledem na zásadní změnu činnosti kontrol, která byla nařízením Ministerstva dopravy zavedena ve všech STK v České republice. Bude popsán současný systém obsluhy zákazníků a jeho problémy.

Pomocí vhodných metod budou označena místa problémů. Především v souvislosti s tím, že bude sledována hlavně čekací doba ve frontě – při dodržení plynulosti práce techniků (a jimi obsluhovaných přístrojů a strojů). To je první hledisko – ošetřit zákazníka tak, aby posoudil dobu strávenou ve frontě kladně, t.j., aby z ní neodešel.

Proti tomu stojí zájem provozovatele vést systém hromadné obsluhy tak, aby linka kontrol byla maximálně vytížena, přitom však, aby počet obsluhujících zaměstnanců (techniků) byl minimální. Vždy jde totiž o totéž:

- Maximalizace tržeb z výkonů linky kontrol,
- Minimalizace nákladů na provoz linky (zde jde o mzdovou náročnost vyplývající z počtu nutných pracovníků na lince).

Systém, který bude vyhovovat oběma požadavkům, bude zřejmě kompromisem řešení obou kritérií. Podklady, z nichž se vychází, jsou majetkem společnosti, a proto s nimi bude nakládáno dle jejich požadavků. Vybranými metodami budou problémy, respektive jejich řešení uvedeny do uceleného přehledu celého systému hromadné obsluhy zmíněné STK, včetně návrhu možného řešení, který bude předán vedení společnosti.

## **3. Plán postupu a metodika práce**

### **3.1 Plán postupu prací**

Autor této práce, jak již bylo zmíněno, je seznámen s činností Stanice technické kontroly a měření emisí společností ABA STKáčko, s.r.o., a to zejména po odborné stránce. Ekonomikou střediska se dosud nezabývá, když účetnictví a jiné činnosti jsou v GISu (geografický informační systém) vedení společností ABA. Musí být tedy popsán nejen provoz stanice, ale i některá ekonomická hlediska řízení stanice.

V úvodu této části diplomové práce bude tedy popsán provoz STK i s ohledem na vybrané ekonomické ukazatele. Z nich pak budou vyvozeny závěry vedoucí ke zkvalitnění práce STK – a to pomocí některé z metod teorie front, které řeší problematiku systémů hromadné obsluhy.

### **3.2 Literární rešerše**

V této části diplomové práce se autor práce podrobně seznámí s odbornou literaturou řešící systémy hromadné obsluhy, včetně seznámení se se základními pojmy a metodami teorie hromadné obsluhy. Nastudovány budou základní charakteristiky modelů a jejich klasifikace. V této literatuře zřejmě lze nalézt i příklady obdobných SHO použití v praxi. Zjištěny budou i zákonitosti, dle nichž je hromadná obsluha činná a úspěšná.

### **3.3 Vlastní práce**

Práce se zabývá řešením SHO ve společnosti ABA STKáčko, s.r.o. Šumperk. Dalším krokem pak bude konkrétní zpracování vybraných způsobů řešení systému hromadné obsluhy v STK a to s ohledem na:

- Zájmy zákazníka,
- Zájmy provozovatele STK

Zhodnocení těchto výsledků bude uvedeno v závěru diplomové práce.

## 4. Stanice technické kontroly v České republice.

### 4.1 Stanice technické kontroly – všeobecně

Stanice technické kontroly a stanice měření emisí motorových vozidel jsou účinným nástrojem státu ve 2 oborech:

- Měření emisí – předchází kontrole technického stavu a je nástrojem ke zkvalitnění ovzduší na území ČR,
- Bezpečnost silničního provozu.

STK mají tedy za úkol účinně napomoci zlepšování bezpečnosti provozu v silniční dopravě. Je známo, že v provozu jsou u nás automobily nové, ale z velké části i staré a značně ojeté. Technické prohlídky tedy hlídají stav dopravních prostředků tak, aby se v provozu neobjevovala vozidla těžko říditelná, nebrzdící, špatně osvětlená, rozpadající se atd.

K tomu jsou stanoveny lhůty, v nichž musí být vozidla zkontrolována (1. prohlídka nového automobilu se provádí po 4 letech provozu, dále však po 2 letech). Vyhovující vozidla opatří STK kontrolní známkou, jež slouží ke kontrolám prováděných dopravní policií.

STK musí vyhovět nárokům na přístrojové vybavení, a to:

- Fotodokumentační zařízení napojené na elektronický systém (přes internet)
- Válcová zkušebna brzd
- Zkušebna geometrie řízení
- Optické zařízení pro kontrolu činnosti světlometů

Je také stanovena doba min. trvání prohlídky. Od 1. 1. 2016 byla např. pro osobní automobily stanovena na 45 minut, když před tímto datem prohlídka „trvala“ pouze 30 min. Tato lhůta je taktéž elektronicky sledována a kontrolována na centrálním pracovišti Ministerstva dopravy (její dodržení). (Česko, 2012, str. 24)

### 4.1.1 Oprávnění k provozu STK

Stanice technické kontroly, jakožto specializované pracoviště k provádění technických kontrol, musí v ČR vyhovovat příslušným zákonům a vyhláškám. Svoji činnost STK provádí na základě „oprávnění k provádění technické kontroly jednotlivých druhů vozidel a výměnných nástaveb nebo malých sérií vozidel před schválením jejich technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích, pokud splňují předepsané požadavky“. Toto oprávnění nyní vydává příslušný krajský úřad (dříve Ministerstvo dopravy) ve správním obvodu budoucího provozovatele STK, a to na základě Osvědčení k provozování zkušební stanice, které vydává Ministerstvo dopravy ČR. (Kostík, 2014)

Je nutné poznamenat, že v současnosti jsou kritéria MD ČR v souladu s normami EU, jejich kontrolní instituce sledují způsob, jakým jsou předpisy EU uplatňovány v ČR.

Oprávnění Ministerstva dopravy ČR jsou dána zákonem č. 56/2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, který byl novelizován zákonem č. 168/1999 Sb. – tedy o změně v pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. (Kostík, 2014)

Stejná oprávnění musí mít jak STK, tak i její zaměstnanci. Každý technik STK je povinen úspěšně složit zkoušky na Ministerstvu dopravy ČR. Poté obdrží technik STK své osvědčení o odborné způsobilosti k výkonu funkce. Přitom se tyto pracovníci zavazují být neúplatnými a potvrzují svůj závazek k dodržování základních postupů v STK.

Pro zaměstnavatele techniků z toho plyne povinnost zákazu normování práce a takové odměňování techniků, které by mohlo vést k diskreditaci techniků STK. STK musí být vybaveny podle téhož předpisu stejně, tedy základní vybavení stroji a nástroji musí odpovídat požadavkům MD, stejné musí být i stavební uspořádání, zajištěno musí být i metrologické kontrolování a seřízení strojů a přístrojů. Dán je i rozsah pokrytí obvodu činnosti STK a určeny jsou i podmínky nestrannosti, nezávislosti a věrohodnosti (viz předpisy MD ČR). (Kostík, 2014)

STK si s Ministerstvem dopravy dohodne přístup do Centrálního informačního systému (CIS) a do systému „Základní technické popisy k typově schváleným vozidlům k provozu



na pozemních komunikacích v ČR“. Ministerstvo dopravy též schvaluje i způsob internetového připojení k výše uvedeným systémům. Přitom je určeno, i jakým způsobem musí být zpracována dokumentace k technickým prohlídkám, včetně fotografií. Tak má MD ČR stálou on-line kontrolu nad činnostmi všech STK. Kromě MD provádí trvalý dohled nad STK i příslušné krajské úřady (v našem případě Olomouckého kraje). (Kostík, 2014)

Krajské úřady provádí kontroly státního odborného dozoru dle § 81 zákona č. 56/2001 Sb. – o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a dle změněného zákona č. 168/1999 Sb. o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a též vedle zákona č. 307/1999 Sb., ve znění následných předpisů – s ohledem na zákon č. 2055/2012 Sb. o kontrole. (Kostík, 2014)

Tyto kontroly v obvodu KÚ provádí pracovníci odboru dopravy a silničního hospodářství KÚ. Kontrolují se dodržování povinností provozovatele STK – pokud jsou zjištěna neplnění, jsou kontroloři oprávněni udělit sankci (provozovateli, ale i konkrétnímu technikovi) a to až k maximu – tj. k odebrání oprávnění k provozování zkušební STK. Odbor auditu, kontroly a dozoru MD ČR vykonává státní odbor nad STK (dle § 81 a § 82 zákona a č. 56/2001 Sb a zákona č. 168/1999 Sb.). Namátkové kontroly směřují k vybavení STK, dodržování technologických postupů a předpisů o evidenci kontrol). S výsledkem těchto kontrol musí být seznámen jak provozovatel, tak i příslušný krajský úřad. (Kostík, 2014)

#### **4.1.2 Povinnosti provozovatele Stanice technické kontroly**

Tyto povinnosti jsou provozovateli STK dány zákonem č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích v § 58. Technické prohlídky mohou vykonávat pouze osoby vlastníci Profesní osvědčení kontrolního technika.

Technické vybavení a uspořádání STK je dáno rozhodnutím krajského úřadu (vydaného dle § 56 a dle provádějícího právního předpisu. Také technické vybavení pro práci v STK musí schválit KÚ a musí být zajištěna jejich metrologická kontrola a seřízení podle zvláštního předpisu. Provozovatel STK je také povinen oznámit nadřízeným úřadům změny týkající se údajů v dokladech – podle § 55 odst. 1 a 2. (Česká republika, 2012 str. 24).

### 4.1.3 Druhy kontrol prováděných v STK

STK, ve většině případů, provádí pravidelné technické prohlídky, následně pak opakované kontroly – při kontrole odstraněných závad zjištěných pravidelnou kontrolou – dle zákona č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích - § 40. Kontroly se provádí podle následné vyhlášky č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Technické prohlídky se provádí v režimu plném či částečném v následujících rozsazích:

- **Pravidelná technická kontrola:**

Pravidelná technická prohlídka se dělá ve lhůtách stanovených zákonem. S tím se majitelé či provozovatelé dopravních prostředků setkávají nejčastěji. Např. u osobních automobilů se 1 prohlídka provádí po 4 letech po zakoupení vozidla – dále pak vždy po 2 letech. Stanovená doba trvání prohlídky od 1. 1. 2016 činí 45 minut. Zde se dodržuje nařízení o provedení povinné fotodokumentace vozidla (na fotce musí být přítomen i technik, který kontrolu provede). Podle vyhlášky č. 302/2001 Sb., § 8 o provádění technických prohlídek a měření emisí se provádí v plném rozsahu). (Šimonovský, 2006)

- **Opakovaná technická prohlídka**

Tou se rozumí prohlídka (dle vyhlášky č. 302/2001 Sb., § 8) následující po předchozí technické prohlídce, při níž byly na vozidle zjištěny závady, které ještě nevyklučují vozidlo z provozu.

Podle typu závad jsou určeny závady vážné (stupně B) a závady nebezpečné (stupně C). Závady „C“ vylučují vozidlo z provozu ihned. Opakovaná technická prohlídka musí být provedena do 30 dnů od předchozí prohlídky – tehdy se provede v rozsahu částečném (zjišťuje se odstranění závad) nebo, po uplynutí 30 dnů, se technická prohlídka provede v plném rozsahu. (Česko, 2012, str. 95)

- **Technická prohlídka před schválením technické způsobilosti vozidla**

Tento typ prohlídky je prováděn před schválením technické způsobilosti vozidla, jehož technická způsobilost nebyla dosud schválena a které dosud nebylo v ČR registrováno. Prohlídka, při respektování zvláštností vozidla, se provede v plném rozsahu.

- **Technická prohlídka ADR.**

Technická prohlídka ADR je vyžadována u vozidel určených k přepravě nebezpečných věcí. Je nutná jako plnění požadavků vyhlášky č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). Pověření pro tento druh technických prohlídek vydává příslušné ministerstvo. (Šimonovský, 2006)

- **Evidenční kontrola**

Evidenční kontrola je druh technické prohlídky, jež je účelově zaměřena na kontrolu souladu provedení vozidla s údaji v technickém průkazu vozidla a osvědčení o registraci vozidla. Tato kontrola je povinná při každé pravidelné technické prohlídce. Je také často používána při prodeji / nákupu vozidla a jeho následném přepsáním na úřadě. (Česko, 2012, str. 95)

- **Technická prohlídka na žádost zákazníka**

Technická prohlídka na žádost zákazníka je provedena v plném nebo částečném rozsahu – podle přání zákazníka.

- **Technická prohlídka před registrací**

Tou se rozumí kontrola vozidla, jehož technická způsobilost byla již dříve schválena, vozidlo však dosud nebylo registrováno v ČR. Provádí se v plném rozsahu. (Česko, 2012 str. 96)

- **Nařízená technická prohlídka**

Řádně se nazývá Technická prohlídka v rámci silniční kontroly technického stavu a je provedena dle vyhlášky o technických silničních kontrolách. Provádí se v rozsahu stanoveném vyhláškou o technické silniční kontrole na žádost Policie ČR nebo celní správy (jejich pracovníků). (Česko, 2012, str. 96)

## **5. Stanice technické kontroly společnosti ABA STKáčko, s.r.o., Šumperk**

### **5.1 Historie a současnost ABA STKáčko, s.r.o.**

Kontrolní zařízení ABA STKáčko, s.r.o., vzniklo cca před 25 lety na místě bývalého autoservisu pro automobily značky SEAT, jež firma ABA také prodávala. Přeměna na STK byla důsledkem toho, že ve městě Šumperk i v okolí do té doby nefungovala žádná STK a firma tedy využila poptávky po tomto zařízení ve městě a STK zřídila. Zájem provozovatelů automobilů byl velký. A tak stanice, s využitím svých pracovníků (automechaniků), uspěla. K tomu samozřejmě zřídila místo k měření emisí, protože tato měření musí technickým kontrolám předcházet a ve městě tato služba také nebyla.

V současnosti se o motoristickou klientelu firma dělí s další STK, která vznikla přibližně před 4 lety. Jde o STK stejné velikosti, proto se dá říci, že si stávající klientelu rozdělily v poměru 1:1

Dopravní odbor Městského úřadu, jakožto Obec s rozšířenou působností, se stará o oblast, které tyto dvě STK pokryjí. Daná oblast je Okres města Šumperk, a její zbývající poměrnou část pokrývají STK v Zábřehu n. M. a v Jeseníku.

Přes velké obtíže se získáváním statistických údajů u Českého statistického úřadu a na Ministerstvu dopravy (údaje nebyly získány), se pomocí Krajského úřadu v Olomouci podařilo zjistit přibližné počty motorových vozidel v evidenci odboru dopravy MÚ v Šumperku:

- Osobní automobily – cca 29 515 ks
- Nákladní automobily o celkové hmotnosti do 3,5 t – cca 1214 ks
- Motocykly, přívěsné vozíky – počet se nepodařilo zjistit

Celkem jde tedy u motorových vozidel dvoustopých o cca 30 729 ks automobilů. Jde však o vozidla, která jsou téměř z 95% hlavní náplní práce obou STK.

Na stanici ABA STKáčko, s.r.o., tak připadá přibližně 15 365 ks automobilů obou druhů J (N1 a M). Později bude určeno, zda je toto množství pro stanici dostatečné – i když praxe

říká, že ano. Obě kontrolní stanice (STK + Emise) jsou vybaveny odpovídající kontrolní technikou, pracovníky i výpočetní elektronickou technikou. (Ministerstvo dopravy, 2016)

## 5.2 Počty technických kontrol v STK

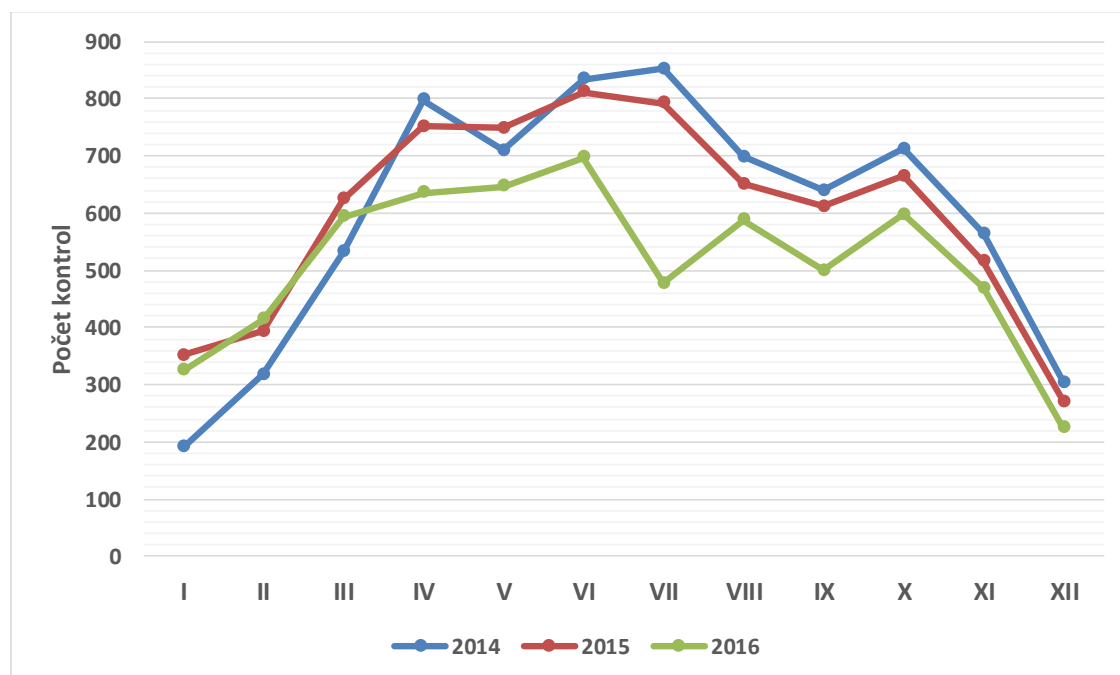
Stanice technických kontrol plní své úkoly s pracovníky v těchto funkcích:

- Vedoucí STK (zároveň kontrolní technik)
- Zástupce vedoucího (zároveň kontrolní technik)
- 3 kontrolní technici (jeden navíc vlastní osvědčení pro kontrolu emisí)
- 2 pracovnice příjmové kanceláře (operátorky a pokladní)

Celkem se tedy 7 pracovníků věnuje práci v STK.

Jelikož tato stanice je poměrně malá svým počtem pracovníků, zaměřených právě na chod a činnosti v STK, je zřejmé, že statistika výkonů je tady zcela na okraji zájmů. Ostatní činnost nutná pro provoz STK, jakou je např. účetnictví, zajišťuje mateřská firma ABA, s.r.o., Šumperk. I přesto autorovi firma poskytla některá čísla svědčící o výkonnosti stanice, co do počtu kontrol, které budou uvedeny v následujícím grafu č. 1.

*Graf 1- Pravidelné kontroly v letech 2014-2016 (v jednotlivých měsících).*



*Zdroj: interní dokumenty firmy ABASTKáčko, s.r.o.*

Celkem pravidelné kontroly:

- Rok 2016 (povinná pracovní doba 45 minut): 6092 prohlídek
- Rok 2015 (povinná pracovní doba 30 minut): 7 185 prohlídek
- Rok 2014 (povinná pracovní doba 30 minut): 7 150 prohlídek

Vliv prodloužení povinné delky kontroly z 30' na 45' je zřejmý:

- V roce 2015 bylo provedeno o 17% prohlídek více než v roce 2016
- V roce 2014 bylo provedeno o 17,4% prohlídek více než v roce 2016

Pravidelné kontroly jsou největším segmentem na grafu všech kontrol – jejich podíl činil v roce 2016 až 65,3 % - viz. tab č. 1 níže. (zdroj: interní dokumenty podniku)

*Tabulka 1 - Podíl kontrol pravidelných na kontrolách celkem v roce 2016*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
<b>Kontroly celkem</b>	545	659	805	899	863	1051	751	845	783	888	807	439	<b>9.355</b>
<b>Z toho pravidelné</b>	325	415	593	636	646	697	477	533	500	577	469	224	<b>6.092</b>

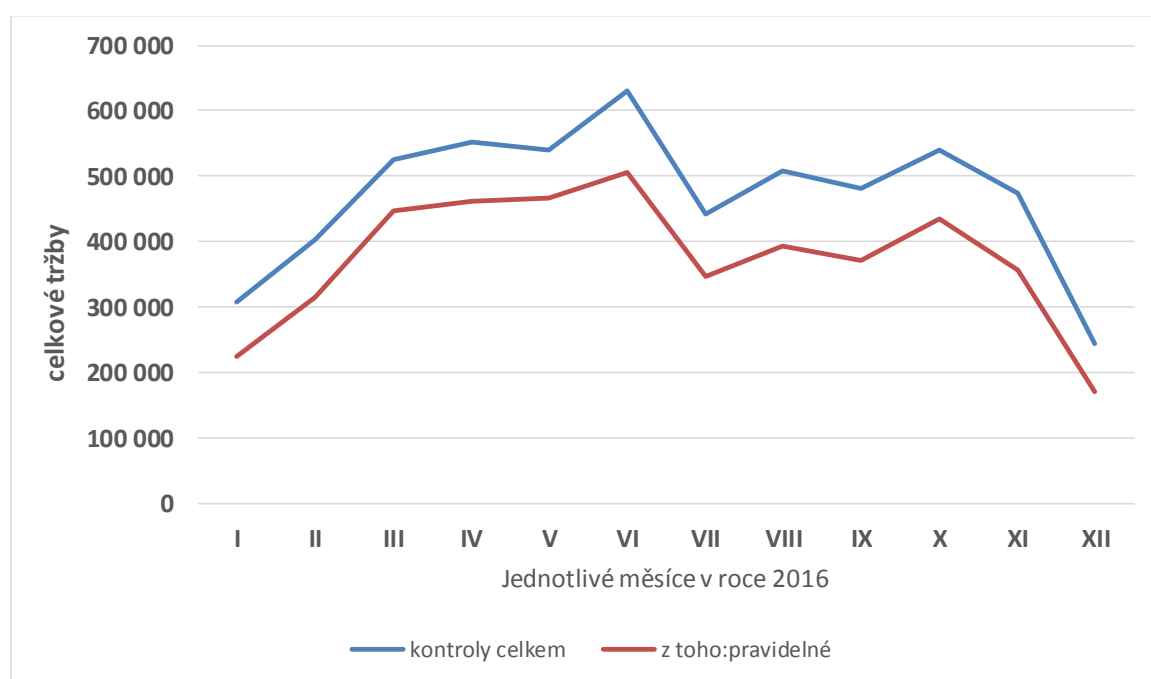
*Zdroj: interní dokumenty firmy ABASTKáčko, s.r.o.*

Z uvedených výsledků vyplývá, že v průměru bylo provedeno (každý pracovní den) 39 kontrolních prohlídek – z toho pravidelných kontrol bylo cca 25.

### 5.3 Tržby z kontrol provedených v roce 2016 (v jednotlivých měsících)

Protože rok 2016 je ovlivněn novými pracovními podmínkami, jsou výsledky hospodaření uvedeny (na grafu č. 2 níže) samostatně za tento rok – lze z nich vycházet i pro prognózy let příštích.

Graf 2 - Vývoj tržeb z kontrol v jednotlivých měsících v roce 2016 (v Kč)



Zdroj: interní dokumenty firmy ABASTKáčko, s.r.o.

Celková  $\Sigma$  kontrol celkem tedy za celý rok činí 5 648 480 Kč a  $\Sigma$  tržeb z pravidelných kontrol je 4 507 900 Kč. Jestliže je značný podíl počtu pravidelných kontrol na kontrolách celkem, pak vyjádření v tržbách ukazuje, že tento podíl v Kč činí cca 79,8 % ze všech kontrolních tržeb. Zde leží největší efekt práce STK. Tyto kontroly jsou však nejnáročnější nejen na čas, ale i ve využití potřebné techniky linky kontroly v STK. Úplný přehled o jednotlivých kontrolách dle druhů, v počtech a tržbách pak jsou uvedeny v tabulce č. 2. (zdroj: interní dokumenty podniku)

Tabulka 2 - Vyúčtování tržeb za prohlídky vozidel v roce 2016

P = počet kontrol, T = tržby v Kč

Typ kontroly	Leden		Únor		Březen		Duben		Květen		Červen	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
Evidenční	139	48 720	159	55 360	109	38 300	103	35 490	91	32 190	162	55 960
Na žádost zákazníka	2	450	4	150	5	1 250	8	2 200	3	900	9	2 700
Opakovaná	65	12 530	64	16 280	82	26 850	139	40 080	113	32 150	159	46 200
Pravidelná	325	233 440	415	315 830	593	446 750	636	462 920	646	467 540	697	505 850
Před registrací	13	11 510	17	15 270	14	11 340	13	10 900	10	8 210	23	19 010
PŘ - opakovaná	1	100	-	-	2	400	-	-	-	-	1	300



Typ kontroly	Červenec		Srpen		Září		Říjen		Listopad		prosinec		Σ2016	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
Evidenční	144	49270	178	62160	154	52530	170	58370	139	47520	87	30610	1635	566480
Na žádost zákazníka	4	1200	3	750	8	2050	5	1500	7	1950	3	900	61	16800
Opakovaná	105	29400	109	31000	97	28850	122	34050	173	49150	113	32650	1341	379190
Pravidelná	477	345940	533	304380	500	372450	577	434800	469	357810	224	170110	6092	4,507.900
Před registrací	19	15250	21	18830	24	25830	13	11520	18	18340	11	9900	196	175910
PR - opakovaná	2	400	1	100	-	-	1	300	1	300	1	300	10	220

Zdroj: interní dokumenty firmy ABASTKáčko, s.r.o.

Z tabulky jde vyčíst, že celková suma  $\sum P$  za všechny kontroly činí 9 355 kontrol za rok 2016 a celková suma  $\sum T$  (součet všech tržeb) za rok 2016 činí 5 648 480 Kč.

## 5.4 Přehled o vývoji hospodaření společnosti ABA STKáčko, s.r.o. v letech 2012 -2015

Uvedený přehled je velmi jednoduchý proto, že i dostupné podklady jsou velmi stručné (účetní výsledovky). Je tomu tak zřejmě proto, že některé nákladové položky jsou ve výsledcích centrály ABA. Důvodem je, že tyto náklady jsou společné více firmám společnosti ABA. Na tento přehled se lze podívat na tabulce č. 3 níže.

*Tabulka 3 - Stručný přehled o vývoji hospodaření společnosti ABA STKáčko v letech 2012-2015 (v tis. Kč)*

	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Tržby celkem,</b>	5 720	4 985	6 101	5 848
<b>Náklady celkem</b>	5 219	4 513	5 483	5 236
<b>Hosp. výsledek</b>	+ 521	+ 472	+ 618	+ 612

*Zdroj: interní dokumenty firmy ABA STKáčko, s.r.o.*

Hospodářský výsledek (HV) roku 2016 není v době zpracování DP znám. Účetní uzávěrka r. 2016 je zpožděna důvodem vyčerpání účetní, která nemá tento rok ještě uzavřený. Odhad HV je však optimistický a činí min cca + 100 tis. Kč. To, že výsledek zřejmě bude nižší než v minulých letech, je známo – zde se projevuje vliv změny v nařízení délce kontroly. Povinná lhůta se proti minulým letům, kdy činila 30 minut, prodloužila na 45 minut – tedy o 50%. Tím se zákonitě snížila prostupnost kontrolního kanálu a následoval pokles ve výkonech (viz. výše). (zdroj: interní dokumenty podniku)

Z ostatních údajů ekonomiky společnosti vybírám přehled o mzdové náročnosti – jde o vývoj osobních nákladů celkem. Náklady jsou zveřejněny v tabulce č. 4 níže.

*Tabulka 4 - Vývoj osobních nákladů celkem v letech 2012 - 2015 (v tis. Kč)*

	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Mzdové náklady</b>	1 665	1 756	1 781	1 870
<b>Náklady na soc. a zdravotní zabezpečení</b>	599	643	641	673
<b>Osobní náklady celkem</b>	2 264	2 399	2 422	2 543

*Zdroj: interní dokumenty firmy ABA STKáčko, s.r.o.*

Vývoj mezd v roce 2016 není také dosud znám – bude však ovlivněn tím, že k 1.1.2016 byly pracovníkům navýšeny mzdy o cca 4,5 % proti roku 2015.

## 6. Výpočet kapacity kontrolních linek v STK – pro technické prohlídky

Pro stanovení počtu technických prohlídek na kontrolních linkách STK je používán výpočet kapacity podle předpisu uvedeného ve Sbírce zákonů pod číslem 9/2006 Sb. Tímto předpisem byla změněna vyhláška Ministerstva dopravy ČR č. 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí ve znění vyhlášky č. 99/2003 Sb. Tento výpočet lze použít, jak pro stanovení teoretické, tak i skutečné kapacity prohlídek na kontrolních linkách STK. V případě stanice technické kontroly ABA STKáčko, s.r.o. se jedná o linku se čtyřmi kontrolními stánkami – bude použito v teoretickém výpočtu.

### 6.1 Výpočet teoretické kapacity kontrolní linky STK ABA.

Pro výpočet fondu pracovního času jsou použita následující data v tabulce č. 5.

*Tabulka 5 - Údaje pro teoretickou kalkulaci pracovního času*

Počet pracovních dní v roce (2017)	249
Počet dnů řádné dovolené / 1 pracovník	25
Plánovaný počet dnů nemocnosti / 1 pracovník	3
Úklidové dny (seřízení strojů, apod.)	20
Produktivní dny v roce (d)	201
Pracovní doba kontrolních dní (h)	8
<b>Osobní automobily (LOA) :</b>	
Pracnost TPr osobních automobilů – 45 min	$t_{LOA4}$
Počet kontrolních techniků na lince (p)	4
Ztráta počtu TPr (z)	1

*Zdroj: interní dokumenty firmy ABA STKáčko, s.r.o.*

Z uvedených údajů pak, za použití vzorce  $K_{LOA4} = \left( \frac{p \cdot h}{t_{LOA4} - z} \right) \cdot d$  vyjde teoretická kapacita kontrolní linky pro kontroly osobních automobilů  $K_{LOA4} = \left( \frac{4 \cdot 8}{0.75 - 1} \right) \cdot 201 = \sim 8.375$  TPr/rok.

Pro výpočet skutečné roční kapacity kontrolní linky STK se použijí skutečné hodnoty efektivního denního pracovního času (h), upraví se i počet dnů (d) nebo počet techniků (p.).

Předpoklad skutečné kapacity kontrolní linky firmy ABA STKáčko, s.r.o. pro rok 2017 – efektivní pracovní doba = 9 hod. Pak:  $K_{LOA4} = (4.9 / 0.75 - 1) \times 201 = 9.447$  TPr/rok. Tato kapacita, pro kontroly osobních automobilů, je více než dostatečná.

Skladba prohlídek, dle jednotlivých kategorií, je tak různorodá, že lze říci, že kapacita bude úplně využita jinde. Ovšem nesmíme zapomínat na to, že kontrolní prohlídky mají jakýsi sezonní vliv. Z počátku roku (leden až březen) a na konci roku (listopad – prosinec) jsou požadavky zákazníků slabé, zatímco v období duben až říjen je provoz vytížen a v letních měsících i přetížen (nutná je i jistá míra práce techniků přesčas). (zdroj: interní dokumenty podniku)

## **7. Problematika činností v ABA STKáčko, s.r.o.**

Problémem provozovatele linky STK je zájem na tom, aby z činnosti vyplynul co největší zisk, tedy aby tržby z kontrolních činností byly co nejvyšší, přitom však, aby náklady byly co nejmenší. Náklady lze snižovat jen velmi sporadicky, naopak lze zvyšovat tržby jen za cenu navýšené pracovní doby kontrolní linky. Tuto záležitost provozovatel řešil tím, že zahájení pracovní doby je pro prvního zákazníka v 7:00 hod. a příchod druhého je posunut na 7:30 hod. Tím se zrychlil pohyb vozidel na lince. Zákazníci si přejí, aby jim provozovatel zajistil 2 věci:

- Nástup v domluvenou dobu
- Trvání kontroly jen ve stanovené době

Proto se zákazníci snaží telefonicky nebo osobně přeobjednat na jim vyhovující termín. Tomu se technici snaží vyhovět, neboť jde o to, aby zákazník byl spokojen a nepřecházel (z důvodu nespokojenosti) do jiné STK.

Současný systém hromadné obsluhy ve stanici ABA STKáčko, s.r.o. má danou určitou kapacitu kanálu – ta podniku zatím vyhovuje v plnění proudu vstupujících požadavků. Kapacita není vyčerpána a lze konstatovat, že má i jisté rezervy.

## **8. Systém hromadné obsluhy na kontrolních pracovištích STK**

Pro plynulost práce na lince, pro kvalitní uspokojení požadavků zákazníků a pro dosažení co nejlepšího ekonomického výsledku STK je systém hromadné obsluhy (a jeho řešení) zřejmě možným řešením této práce

### **8.1 Zdroj požadavků SHO**

V dané oblasti působnosti STK je tak velký počet zákazníků (značně převyšují možnosti STK), že jej lze označit jako neohraničený zdroj. Podle našich zákonů musí majitelé (resp. provozovatelé) předvést ke kontrole své dopravní prostředky ve lhůtách daných zákonem (tedy u OA nových 4 roky po uvedení do provozu a poté vždy po 2 letech k dalším kontrolám).

Počet zákazníků je samozřejmě konečný, ale vzhledem k tomu, že ke kontrolám se měsíčně dostávají stovky zákazníků, lze zdroj považovat co do počtu za nekonečný. Počet existujících zákazníků STK je vždy vyšší než kapacita systému hromadné obsluhy v STK.

### **8.2 Příchod požadavku do SHO**

Voliteli požadavků jsou zákazníci STK. Jejich vstup do systému je v náhodných časových okamžicích. Jejich požadavky mají různý obsah (viz. druhy kontrolních prohlídek prováděných v STK).

V téměř 100% přistupují zákazníci k objednání termínu osobně nebo telefonicky (výjimkou jsou ti, které na STK poslala dopravní policie kvůli závadám zjištěným při silniční kontrole – obvykle velmi spěchají).

Pokud zákazník přijede na kontrolu neobjednan, např. proto, že se nestihl včas objednat, musí čekat v čekárně, buď až na něj přijde řada, nebo využije toho, že se nedostaví objednaný zákazník. Limitovaná vytiženost kontrolní linky a přesně dohodnuté vstupní časy prohlídek jsou tedy omezujícím faktorem.

Příchod požadavků do systému hromadné obsluhy v uvedené STK je stochastického rázu (je náhodný). To proto, že i zákazníci se chovají náhodně – posouvají, resp. zkracují či prodlužují si kontrolní intervaly a nelze je donutit k plánovanému navštěvování STK.

Obsluhovací jednotce (zákazníkovi) je přidělen technik STK, který převezme všechny potřebné dokumenty (automobilu, motocyklu, přívěsu) a s ním pak vstoupí na začátek kontrolní linky. V daném časovém okamžiku vstupuje do systému pouze a právě jen jednotka – proto je tento způsob vstupu považován za ordinární.

### **8.3 Režim fronty SHO a chování ve frontě**

Podobně jako většina STK pracuje ABA STKáčko, s.r.o. tak, že postupně obsluhuje zákazníky v objednacím systému a to přednostně před zákazníky, kteří se dostavili ke kontrole bez předchozího objednání. V tomto případě se tedy jedná o obsluhu klientů metodou PŘI (priority), kdy je prováděn výběr požadavků podle různého režimu v prioritách. Zákazníci ve frontě jsou čekajícími jednotkami.

### **8.4 Obslužné linky SHO (sít' OL)**

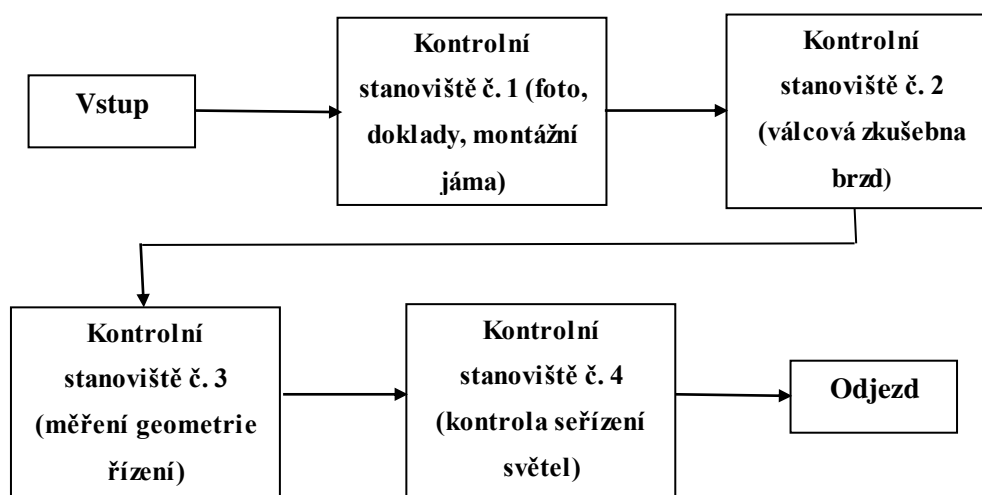
STK společnosti ABA provozuje jednu schválenou kontrolní linku, kterou obsluhuje 5 techniků – v činnosti jsou však jen 4, když 5 je vedoucím technikem STK a je schopen nahradit technika, který se nedostavil v případě nemoci apod. Postup práce na kontrolní lince je dán rozmístěním kontrolních stanovišť na lince, když:

- 1. stanoviště = je zaměřeno na kontrolu dokladů vztahujících se k vozidlu a údajů v nich uvedených (např. VIN vozidla, barva, atd.), vozidlo a technik jsou vyfotografováni – vše je zavedeno do systému počítačového zpracování napojeného do systému CIS umístěného na serveru MD ČR. Technik se přihlásí svým kódem a systém CIS pak buď technikovi povolí zahájení kontrolních prací, nebo jej vyloučí (v případě, že jeho oprávnění je pro kontrolu nedostatečné). Stanoviště je v části montážní jámy, kde příslušnými přístroji jsou také hodnoceny (i zespodu) vůle v kloubech a čepech
- 2. stanoviště = je pracovištěm válcové zkušebny brzd. Na tomto místě je přezkoušena účinnost brzdového systému
- 3. stanoviště = je určeno ke kontrole geometrie řízení. Zde se kontroluje symetrický úhel, který svírají podélné osy vozidla
- 4. stanoviště = provede kontrolu osvětlení vozidla a jeho světlometů

Těmto kontrolám je obvykle zákazník přítomen, není to však nutností. Pokud jsou na jednotlivých stanovištích zjištěny závady, jsou technikem oklasifikovány a následně zapsány do protokolu o prohlídce.

Vstupem na 1. stanoviště vozidlo opouští frontu a pokračuje na kanále obsluhy. Obsluha končí provedením poslední kontroly na 4. stanovišti. Následuje ukončení prohlídky technikem svým čarovým kódem. Dále sepsání protokolu a vylepení či eventuální nevylepení kontrolní známky.

*Obrázek 1 - Schéma kontrolní linky STK společnosti ABA STKáčko, s.r.o.*



*Zdroj: vlastní zpracování*

Kontrolní linka má sériová uspořádání a technici do ní vstupují v řadě za sebou – tedy každý technik kontroluje vozidlo tak, že s ním projede postupně všechna kontrolní stání. Na každém stanovišti provede předepsané kontrolní úkony a výsledek zapíše do protokolu. Takže vozidla (a technici) postupují na lince vždy, když se uvolní následující kontrolní stanoviště. Technici jsou atributem, který neomezuje 1 kanál obsluhy.

## 8.5 Doba obsluhy prohlídek

Časová náročnost obsluhy na kontrolní lince, tedy doba, kterou je nutné věnovat celé kontrole na lince tak, jak následují jednotlivé kroky na stanovištích, je různě velká a je dána především tím, jaký druh kontroly si zákazník přeje.

Základním měřítkem je nečastější kompletní kontrola osobního automobilu či kontrola nákladního automobilu o celkové hmotnosti do 3,5 tuny, která je od 1. 1. 2016 stanovena předpisem Ministerstva dopravy, v kategorii M1 a N1 na 45 minut pro linky o 4 stáních. Takto je stanoven minimální čas těchto prohlídek.

V praxi je dosahováno jiných časových údajů, často i menších dob, než je stanoveno. Bylo tedy nutné změřit alespoň 5 prohlídek od každého druhu kontrol. Průměrné délky kontrol pak byly vypočítány prostě – aritmetickým průměrem. Časové měření a jeho výsledek byly označeny jako „čistý čas“ kontroly. Měření byla provedena v jednotlivých kategoriích dopravních prostředků:

- M – osobní automobily
- N1 – nákladní automobily do celkové hmotnosti 3,5 t
- L – motocykl
- O – přívesný vozík

Měřením a výpočtem bylo dosaženo těchto průměrných hodnot:

- Technická prohlídka PRAVIDELNÁ vozidel kategorií M a N1 = 35 minut
- Technická prohlídka PRAVIDELNÁ vozidel kategorie L = 20 minut
- Technická prohlídka PRAVIDELNÁ vozidel kategorie O = 15 minut
- OPAKOVANÁ technická prohlídka vozidel kategorií M, N1, L, O – v částečném rozsahu = 20 minut
- OPAKOVANÁ technická prohlídka vozidel kategorií M a N1 – v plném rozsahu = 35 minut
- OPAKOVANÁ technická prohlídka vozidel kategorií L a O – v plném rozsahu = 20 minut
- Technická prohlídka PŘED SCHVÁLENÍM TECHNICKÉ ZPŮSOBILOSTI u vozidel kategorií M a N1 = 40 minut



- Technická prohlídka PŘED SCHVÁLENÍM TECHNICKÉ ZPŮSOBILOSTI u vozidel kategorií L a O = 20 minut
- Technická prohlídka PŘED SCHVÁLENÍM TECHNICKÉ ZPŮSOBILOSTI u vozidel kategorií M a N1 – OPAKOVANÁ: 25 minut pro částečný rozsah a 35 minut pro plný rozsah kontroly
- Technická prohlídka PŘED SCHVÁLENÍM TECHNICKÉ ZPŮSOBILOSTI u vozidel kategorií L a O – OPAKOVANÁ: 20 minut pro částečný rozsah i pro plný rozsah kontroly
- Technická prohlídka PŘED REGISTRACÍ VOZIDLA kategorie M a N1 = 40 minut
- Technická prohlídka PŘED REGISTRACÍ VOZIDLA kategorie L a O = 15 minut
- Opakovaná technická prohlídka PŘED REGISTRACÍ VOZIDLA kategorie M a N1 = 20 minut (v částečném rozsahu) a 40 minut v plném rozsahu
- Opakovaná technická prohlídka PŘED REGISTRACÍ VOZIDLA, kategorie L a O = 20 minut (v částečném rozsahu) a 30 minut v plném rozsahu
- Technická prohlídka NA ŽÁDOST ZÁKAZNÍKA – čas strávený ve frontě zaleží podle počtu kontrolních úkonů, které si přál zákazník (cca 20 minut)
- Technická prohlídka NARÍZENÁ: čas podle počtu kontrolních úkonů v dané kategorii vozidla. Čas podle počtu požadovaných kontrolních úkonů, dle kategorie vozidla

Výpis druhů jednotlivých kontrol v STK napovídá, že existuje až 20 druhů kontrol různé odborné a různé časové náročnosti, což samozřejmě komplikuje využití kontrolní linky – nasazování jednotlivých vozidel zákazníků do systému.

Kromě odborných činností na kontrolní lince se vyskytují činnosti administrativního rázu. Jsou jimi požadavky na vystavení různých protokolů pro vozidla, která však nejsou kontrolována na lince:

- Vystavení Technického protokolu (vč. přílohy) pro schválení tech. způsobilosti jednotlivě dovezeného vozidla k provozu na pozemních komunikacích: až 180 minut

- Vystavení Technického protokolu vozidla nově postaveného či přestavěného: až 240 minut
- Vystavení Výpisu z technických údajů vozidel dovezených: až 90 minut

Tyto administrativní záležitosti nejsou hlavní pracovní náplní techniků a jejich řešením je pověřen vedoucí STK. Pro lepší názornost a přehlednost budou uvedeny všechny činnosti provádění na STK do tabulky č. 6 – při uvedení časové náročnosti jednotlivých druhů kontrol (dle normy).

*Zdroj: vlastní zpracování*

*Tabulka 6 - Stručný přehled časové náročnosti jednotlivých druhů kontrol (v minutách)*

Úkony/kategorie vozidel	M		N1		O		L	
	Na lince	Mimo linku	Na lince	Mimo linku	Na lince	Mimo linku	Na lince	Mimo linku
<b>Pravidelná TPr</b>	45		45		25		25	
<b>Opakovaná TPr -část. rozsah</b>	25		25		20		20	
<b>Opakovaná TPr -plný. rozsah</b>	45		45		25		25	
<b>TPr před schválením tech. zp. vozidla</b>	45	90	45	90	25	50	25	50
<b>TPr před schválením – opak (část. roz.)</b>	25		25		25		25	
<b>TPr před schválením – opak (plný roz.)</b>	45		45		25		25	
<b>Evidenční TPr</b>	20		20		20		20	
<b>TPr na žádost</b>	45		45		25		25	
<b>TPr před registrací</b>	45		45		25		25	
<b>TPr před registrací – opakovaná (část. roz.)</b>	20		20		20		20	
<b>TPr před registrací – opakovaná (plný roz.)</b>	45		45		25		25	
<b>TPr nařízená</b>	45		45		25		25	

*Zdroj: vlastní zpracování*

Tolik normou stanovené časové lhůty jednotlivých druhů kontrol dle jednotlivých druhů vozidel (M – osobní automobily, N1 – nákladní automobily o celkové hmotnosti do 3,5 t, L – motocykly, O – přívěsné vozíky).

Při měření skutečných prodlev vozidla na jednotlivých stanovištích (dle druhů vozidel a dle počtu požadovaných kontrolních úkonů) jsem došel k závěru, že vozidla procházejí linkou a dodržující normovaný čas prohlídky (elektronicky sledovaný) různým způsobem „brzdí“ provoz na lince. To je dáno tím, že požadavky řazené metodou PŘI, řešené postupně, mají různou dobu kontroly. Skutečná prodleva pak je kratší než normovaná a tím se zpožďuje nástup dalších vozidel na linku. Využití linky by bylo vyšší, kdyby normovaná doba prohlídky nebyla až tak absolutně nelogicky nastavená. Pro chod kontrolní linky je nutné řešit:

- Spokojenost zákazníka
- Využití kontrolních techniků ve směně

To bude předmětem dalších kapitol této diplomové práce.

## **9. Systémy hromadné obsluhy – teorie front**

Ve svých každodenních činnostech se setkáváme se situacemi, které jsou jednoduše řešitelné, také však s takovými, které jsou v souhrnu složité. Tyto situace řeší různé obory aplikované matematiky, matematické analýzy a jiné metody.

Pro řešení problémů mezi zákazníky a jejich obsluhou byly již v počátcích 20. století rozvíjeny metody, které usnadňují rozhodování těch, kterým právě tyto problémy dělají nepříjemnosti v jejich práci (např. podnikání, vedení továren, provozů, apod.) Právě při setkávání se skupin zákazníků se skupinou obsluhujících velmi často vznikají fronty. Je zájmem obou skupin dosáhnout takového stavu, kdy zákazník je uspokojen a obsluha je vlastně spokojena s výsledkem své práce, která byla provedena kvalitně a včas. Tyto problémy tedy lze řešit pomocí systému hromadné obsluhy.

Definice dle (Brožové a Houšky, 2003): „*Teorie hromadné obsluhy (též teorie front) se zabývá studiem systémů, ve kterých dochází k procesům obsluhy mezi zákazníky a*

*obsluhujícími centry – kanály obsluhy. Cílem teorie hromadné obsluhy je poznání zákonitostí, podle kterých systém funguje. Činnost systému posuzujeme ze dvou hledisek. Z hlediska zákazníka, který se zajímá zejména o dobu strávenou čekáním ve frontě a rozhoduje se, zda se do fronty zařadí a vyčká obsluhy nebo zda odejde do jiného systému, který poskytuje stejnou službu. Z hlediska obsluhy je důležité, jak jsou kanály vytížené, jak je využita jejich pracovní doba a jak velké jsou jejich prostoje, jaký zisk plyne z obsluhy zákazníka, jakou ztrátu představuje jeho přechod ke konkurenci, jaké jsou případné náklady na zvýšení počtu kanálů obsluhy nebo prodloužení pracovní doby (se zohledněním fixních a variabilních nákladů).“*

Problematika teorie hromadných obsluh se v minulosti zabývali i „zakládající“ Teorie analýz a řešení vedoucích k výsledným řešením. Např. již v roce 1909 publikoval dánský matematik A. K. Erlanger knihu „The Theory of Probabilities and Telephone conversation“, když řešil Teorii pravděpodobnosti a telefonní konverzace, kde se zabýval problémy s čekáním na telefonních ústřednách. Podobnými problémy se zabývali další vědci, jakými byli Tore Olaus Engset (1865 – 1959), Andrej Markov (1856 -1922) a Alesander Khinchin (1894 – 1959). Teorií hromadných obsluh se vědci zabývají dodnes. (Stordahl, 2007, str. 123-140)

## **9.2 Pojmy a jejich charakteristika**

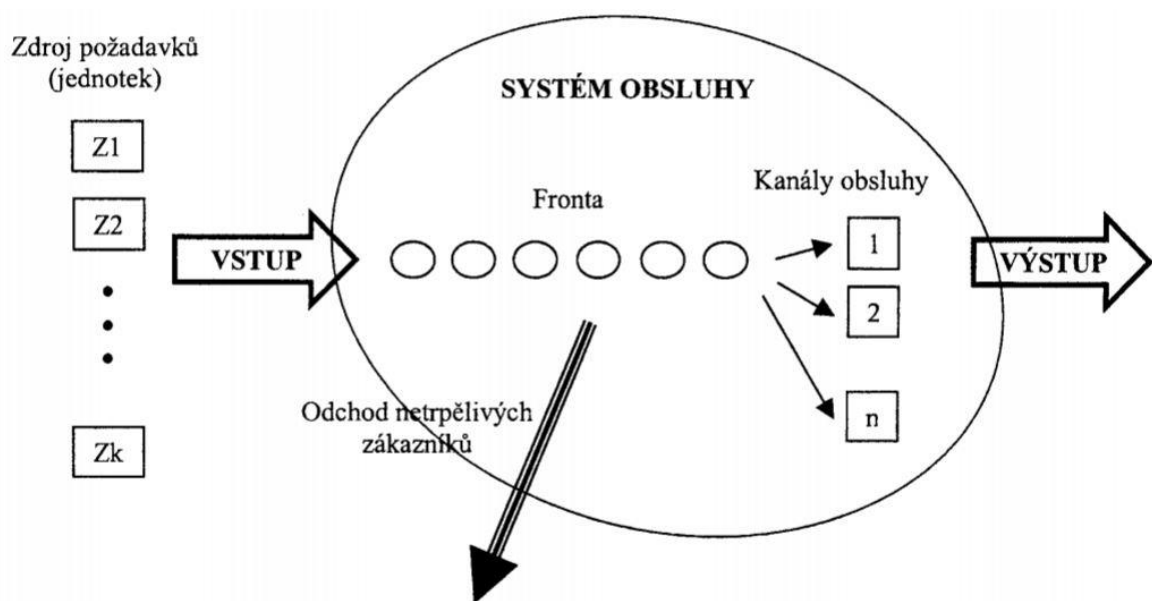
Systém hromadné obsluhy se tedy zabývá vztahy mezi zákazníky a jejich obsluhou. Zákazníci čekají ve frontě (což je nepříjemné) a obsluze mohou vznikat prostoje, což je pro změnu nepříjemné obsluze. Cílem modelování a analýzy SHO je pak nalezení vhodné struktury a chování tak, aby bylo dosaženo maximálního efektu systému. Což je u provozovatele systému zisk (maximální) a u zákazníků minimalizace špatné nálady, eventuálně jejich ztrát způsobených čekáním. Základními prvky systému jsou:

- Zákazník – jde o pasivní prvek systému – požaduje obsluhu
- Zdroj zákazníků – je jím množina zákazníků (též množina požadavků)
- Otevřený systém – ve zdroji je nekonečný počet jednotek, které se po ukončení obsluhy do systému nevracejí

- Uzavřený systém – zdroj má konečný počet jednotek, které se po obsluze vrací do zdroje
- Vstupní potok jednotek – představuje požadavky jednotek na vstupu, které jsou buď deterministické, nebo stochastické
- Intenzita vstupu ( $\lambda$ ) - je dána průměrným počtem jednotek, jež vstoupí v konstantním čase (vstup může být jednotlivý nebo dávkový)
- Míra trpělivosti – popisuje disciplínu a chování zákazníků, hlavně ochotu čekat ve frontě – neochota čekat ve frontě znamená odchod z fronty
- Kanály obsluhy homogenní – jednotka může být obsloužena kterýmkoliv z nich
- Kanál obsluhy nehomogenní – obsluha může být provedena pouze na tomto kanále
- Vstupní potok – proces vstupu jednotek do systému
- Výstupní potok – jednotky opouští systém (charakterizuje účinnost systému)

Procesy v systému hromadné obsluhy lze znázornit v následujícím schématu č. 2.

*Obrázek 2 - Základní struktura systému hromadné obsluhy*



*Zdroj: BROŽOVÁ Helena, 2008 str. 210*

Na schématu lze vidět soubor: vstupní potok (fronta) – obsluha (kanál) – výstupní potok (fronta): vyjadřuje se tím posloupnost činností a vztahů v systému. Pro představu o tom,

s jakými druhy se setkáváme v praxi, jsou v následující tabulce č. 7 uvedeny příklady možných SHO.

*Tabulka 7 - Příklady nejčastějších systémů hromadné obsluhy*

Systém	Zákazníci	Obslužné linky	Obsluha
Pošta	Klienti	Přepážky pošt. Úřadu	Přepážka pracovníka
Obchodní centra	Zákazníci	Pokladny	Pokladní
Zdrav. zařízení	Pacienti	Ordinace	Zdravotní personál
Letiště a nádraží	Cestující	Odletové přepážky	Letecký personál
Myčka automobilů	Řidiči	Myčka	Obsluha
Výrobní linka	Výrobní firma	Stroje, linky	Technici
Úřady, instituce	Občané	Odb. oddělení	Pracovní oddělení
STK	Majitelé	Pracovní linka	technici

*Zdroj: vlastní zpracování (Jablonský, 2002, str. 204)*

Z příkladů růzností systémů hromadných obsluh je zjevné, že tyto systémy mají různou strukturu. Lze najít zcela jednoduché systémy, tedy ty, které mají pouze jednu obslužnou linku, až po ty složitější nebo velmi složité, které se vyskytují např. u složitých výrobních linek (více vstupních toků, více linek a více obsluh). Ty vedou k jednomu cíli, jakým je např. výroba osobních automobilů ve ŠKODĚ Mladá Boleslav.

### 9.3 Zdroje požadavků

Definice dle (Dömeová, Beránková, 2004, str. 9): „Zdroj požadavků je množina zájemců o obsluhu. Zajímá nás její početnost, event. struktura.“

Většinou jsou zdroje požadavků jednotlivci nebo skupiny, z nichž budoucí zákazník pochází. Zdroje mají tu vlastnost, že jsou konečné nebo nekonečné. Konečný zdroj (též uzavřený) má omezený počet vstupních jednotek Naopak nekonečný zdroj má počet vstupních jednotek tak velký, že násobně překonává možnosti obsluhy. Například zákazníci obchodního centra ve městě představují zdroj o známém počtu obyvatel, který by měl představovat konečnou veličinu, ve skutečnosti však svojí velikostí představuje zdroj nekonečný. (Brožová, Houška, 2003, s. 210-211)

## 9.4 Příklad požadavků do SHO

Požadavky, které reprezentují jednotky vstupující do systému ze zdroje, v pevných nebo náhodných časových momentech. Proces vstupu – vstupní tok – definovány jsou dva druhy:

- Tok regulární: okamžiky vstupu jsou pevně dané, deterministické, intervaly příchodů jsou fixní (trvale stejné) – např. automatické výrobní linky
- Tok s náhodnými vstupy: okamžiky vstupu jsou dány náhodnými jevy (proměnlivé intervaly mezi příchody podléhající pravděpodobnostnímu rozdělení). Charakterizuje je typ rozdělení a hodnoty parametrů

Příchody požadavků se popisují dvěma způsoby:

- Pomocí intenzity vstupu ( $\lambda$ ) – jde o počet požadavků, které do systému vstoupí za konstantní jednotku času
- Pomocí intervalu mezi příchody ( $X_N$ ) – čas mezi dvěma po sobě následujícími příchody

Vstupuje-li, v každém časovém okamžiku, do systému právě jedna jednotka, uvažuje se tento vstup za ordinální.

V případě, že jednotky vstupují do systému ve skupinách (dávkách), můžeme je považovat za jednu jednotku nebo počítáme s nekonečně malými intervaly mezi vstupy.

## 9.5 SHO – přehled základních proměnných

V následující tabulce č. 8 lze najít stručný přehled základních proměnných systémů SHO a jejich symboly.

*Tabulka 8 - Přehled základních proměnných systému HO*

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 hromadné obsluhy	$\rho$
Střední doba čekání ve frontě	$T_Q$
Střední doba obsluhy	$T_S$
Střední hodnota celkové doby v systému, tj. doba čekání plus doba obsluhy	$T$
Pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka	$P_0$
Pravděpodobnost, že v systému je $n$ jednotek	$p_n$
Střední počet jednotek ve frontě	$L_Q$
Střední počet jednotek v kanálech obsluhy	$L_S$
Střední počet jednotek v systému	$L$

*Zdroj: (Dömeová, Beránková, 2004, str. 10)*

## 9.6 Režim fronty

Frontou nazýváme řadu jednotek vstupujících do systému HO. Při řešení dalšího postupu do systému je nutné respektovat kapacitu systému. Pak rozdělujeme fronty konečné a nekonečné. Ze života víme, že většina má objem omezený – pokud je dostatečně velký, pak můžeme považovat toto omezení za zanedbatelné. Režim fronty je tedy souborem pravidel, podle kterých jsou zákazníci zváni do obsluhy. Vyplývá z toho, že správně zvolený režim je podmínkou ovlivňující efektivnost celého systému obsluhy. Základními typy režimu jsou:

- **FIFO** (first in –first out): jednotky jsou obsluhovány v pořadí, v jakém vstoupily do systému



- **LIFO** (last in – first out): pořadí obsluhy je opačné jako u FIFO
- **SIRO** (selection in random order): představuje náhodný výběr jednotek z fronty
- **PRI** (priority): výběr určují priority předem dané

Režim FIFO je zřejmě nejčastěji používaný systém – určuje klid ve frontě. Režim LIFO je užíván tam, kde je jedno, z kterého konce se vybírá, přednost mají jednotky uložené jako poslední, např. náhradní díly uložené ve skladu. Režim SIRO je asi nejméně používaný – může ve frontě způsobovat neklid a odsun z ní. Režim PŘI – jednotky jsou (některé) vybírány k postupu do SHO přednostně, např. invalidé vstupující do kanceláří za účelem jednání apod.

Krmě těchto „jednoduchých“ režimů se vyskytují i režimy vícenásobné (např. pokladny v obchodních centrech), které umožňují jednotkám operativně změnit vstup do jiného systému. (Zwillinger, 2000, str. 637)

## 9.7 Chování ve frontě

Důležité je také chování jednotek ve frontě. Jsou zákazníci trpěliví (většinou), ale jsou i zákazníci netrpěliví – u nich často „hrozí“ odchod k jinému SHO. Mírou netrpělivosti mohou být různé faktory – např. zákazník je v časové tísní proto, že v krátké době musí být přítomen na jednání v jiném místě. Právě podle trpělivosti se SHO dělí na:

- **Systémy bez čekání:** všechna místa (zařízení) obsluhy jsou obsazena. Činnost však je ukončena dřív, než nastoupí další jednotka do systému (pro zákazníky ideální)
- **Systémy s čekáním:** každá jednotka vstupující do fronty buď trpělivě čeká a odchází teprve tehdy, až je obsloužena. Nebo jednotka čeká nějakou dobu a pak teprve opustí frontu a tím i systém
- **Systémy ztrátové:** i ty se vyskytují. Jsou to například lidé čekající na zastávce na autobus, který má ovšem omezenou kapacitu. Když bude mít autobus už skoro naplněnou kapacitu, nemůže a ani nesmí pojmout všechny lidi na zastávce, když jich je více než počet volných míst v autobuse

Požadavky jednotek ve frontě lze také označit jako:

- **Nulový požadavek:** je ten, který nelze obsloužit a je tedy odmítnut
- **Nenulový požadavek:** může být omezený, tzn., že situace dovoluje vstup jednotky v době, kdy systém má maximální přípustnou délku. Přes tuto míru je požadavek odmítnut, nebo může být neomezený – tehdy situace v systému povoluje svou délkou neomezený vstup.

Vstupní a výstupní potoky jednotek lze charakterizovat podle doby vstupů:

- **Regulární:** okamžiky vstupů, resp. výstupů jednotek do a ze systému jsou deterministické (předem určené)
- **Náhodné:** jednotky vstupují nebo vystupují (do a ze) systému v náhodných intervalech
- **Ordinární:** v každém časovém momentu vstupuje, resp. vystupuje (do a ze) systému pouze jedna jednotka.

(Šubrt, 2011 s. 320-324)

V praxi např. na STK je upřednostňován způsob ordinární.

## 9.8 Obslužné linky – počty a uspořádání

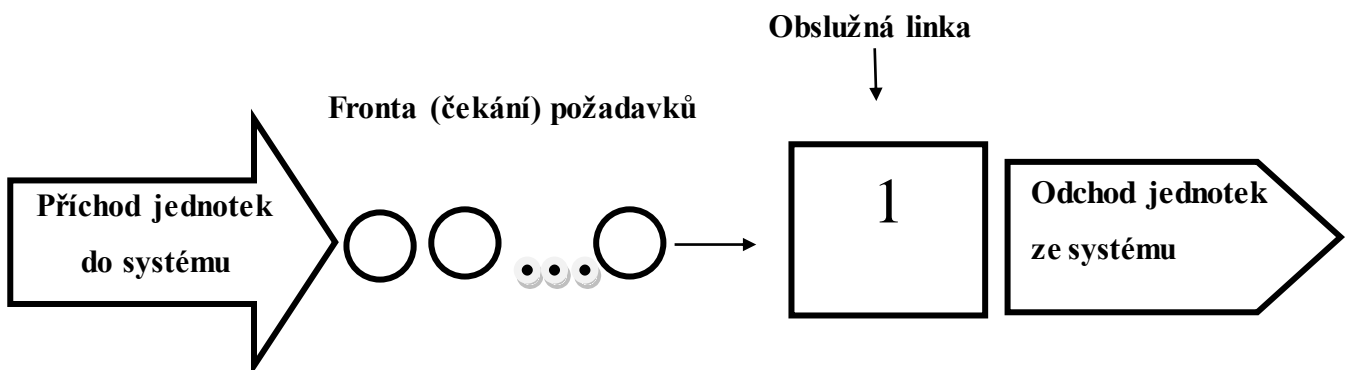
Existují obslužné linky jednoduché a složité. Jednoduché linky mají v SHO pouze jeden obslužný kanál. U složitých systémů je používáno více kanálů obsluhy a to tak, jak např. systém výroby vyžaduje – obvykle pro zvýšenou produkci výrobků. Tedy počet a uspořádání linek ovlivňuje práci celého systému. To je výzvou k provedení optimalizačních opatření konaných za účelem zvýšení efektivnosti (ziskovosti) obslužných linek (kanálů). Výsledkem těchto opatření musí být samozřejmě kompromis mezi stupněm vytížení linky a uspokojováním délky fronty, a pokud je to možné, i s minimalizací čekacích dob ve frontě. (Duchoň, 2007, str. 157)

Dalším rozdělením obslužných linek je hodnocení podle možných způsobů obsluhy jednotky:

- **Homogenní:** neboli „stejné“ – jednotka může být obsloužena na kteréhokoliv z těchto linek
- **Nehomogenní:** jednotka může být obsloužena jen na dané lince (svým způsobem specializované)

Graficky lze obslužné linky znázornit podle následujícího obrázku č. 3.

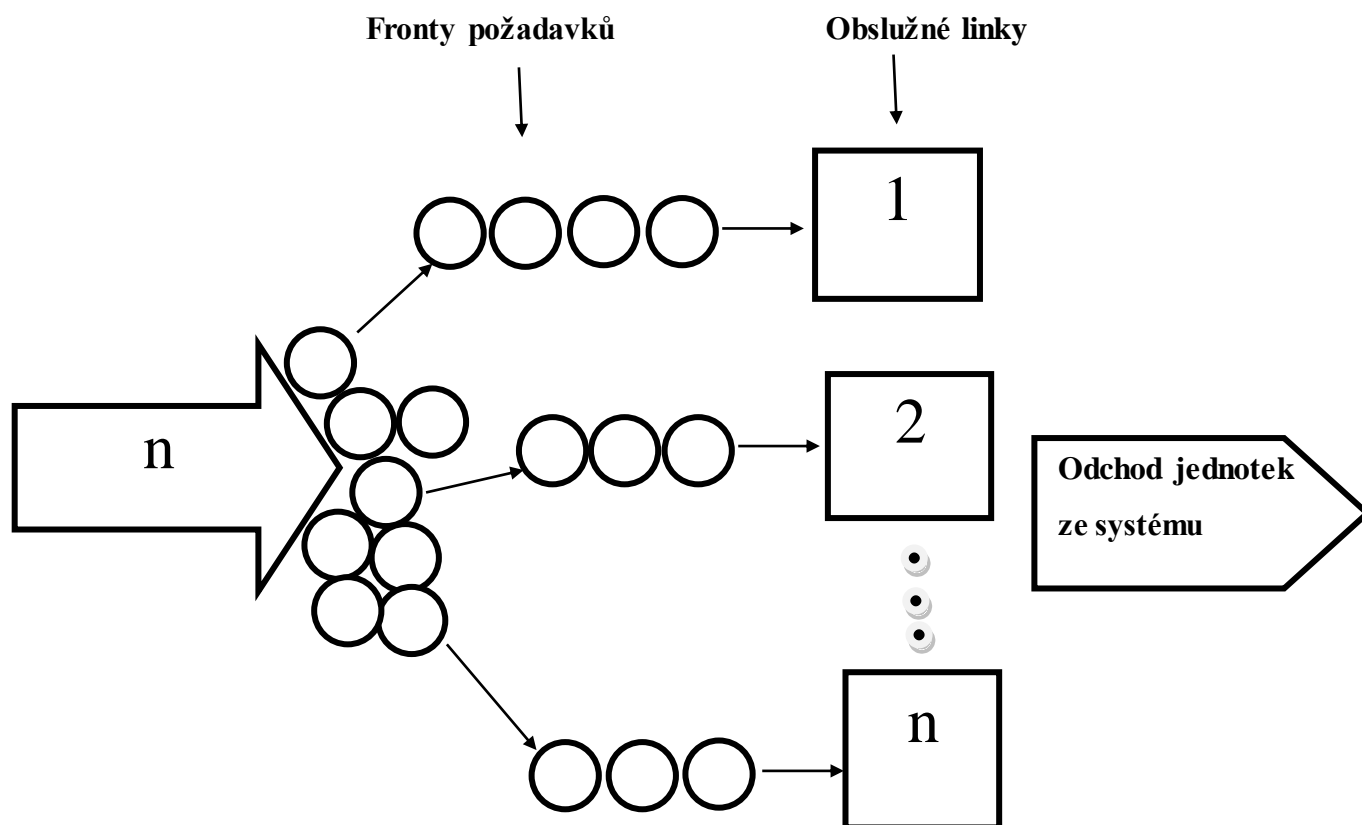
*Obrázek 3 - Schéma obslužné linky*



*Zdroj: vlastní zpracování (Šubrt, 2011, s. 322)*

Systémy, které mají za jednu společnou frontou požadavků pouze jednu obslužnou linku. Provádí-li se obsluha pouze na jedné obslužné lince, jde o systém s jednoduchou obsluhou – též jednokanálový systém obsluhy. Pokud lze v systému obsluhovat více požadavků současně (na více kanálech) – jde o systém s vícenásobnou obsluhou (vícekanálový systém obsluhy). Obvykle jde o systém s paralelním uspořádáním linek obsluhy. Tyto linky jsou homogenního typu, stejně velké a poskytují stejné služby. Požadavek (zákazník) má možnost výběr té linky, která se mu jeví výhodnější (např. podle délky front zákazníků před pokladnami, či na „rychlosti práce“ pokladních). Záleží na tom, zda se vytvoří jedna fronta HO s jednou frontou jednotek, či se vytváří více front jednotek – pak jde o SHO s více frontami, viz následující schéma č. 4.

Obrázek 4 - Paralelně uspořádané linky



Zdroj: vlastní zpracování (Šubrt, 2011, s. 322-324)

Paralelní linky obsluhy v homogenním uspořádání se dále dělí takto:

- Linky s **proměnným** počtem kanálů obsluhy. Ty zná každý zákazník obchodních center, která mají vybavení řadou pokladen, ty jsou však otevírány v závislosti na počtu zákazníků v obchodě a před pokladnami
- Linky s **konstantním** počtem kanálů obsluhy, jejichž představitelem jsou stanice pro čerpání pohonných hmot. Stanice mají stálé stejný počet výdejních stojanů.

Kromě výše uvedených linek obsluhy se vyskytují i linky sériového uspořádání. V tomto provedení jsou obslužné linky uspořádány za sebou a požadavek musí projít všemi linkami postupně od začátku až ke konci systému. Toto uspořádání je používáno ve výrobě celků, jejichž díly musí při výrobě postupovat určitou trasou (od jedné linky ke druhé). (Duchoň, 2007, str. 158)

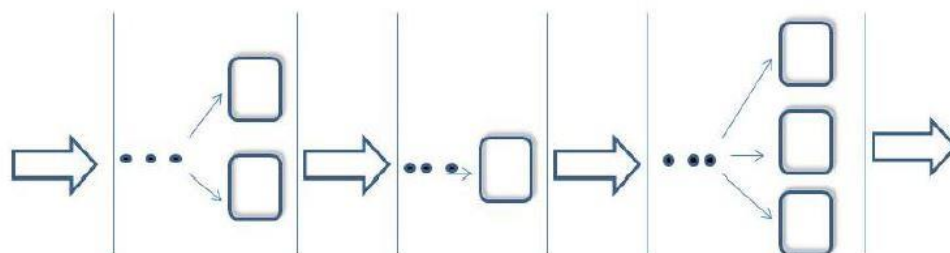
Někdy se také vyskytují linky serio-paralelní, když systém obsluhy je uspořádán jako kombinace sériových a paralelních systémů (množství linek obou druhů určuje náročnost a množství požadovaných výrobků).

SHO lze také rozdělit i podle počtu a způsobu využití obslužných linek takto:

- **Systémy jednokanálové:** všechny požadavky obsluhuje jedna obslužná linka (např. ordinující lékař a příjem pacientů z čekárny)
- **Systémy vícekanálové:** požadavky se rozdělují do většího počtu obslužných linek a jejich vyřešení je buď sériové nebo paralelní (benzínová čerpadla, pokladny v obchodě, apod.) – viz obrázek č. 5 níže
- **Systémy adaptabilní:** systémy se přizpůsobují velikosti fronty požadavků pomocí otevírání či zavírání jednotlivých linek obsluhy (pokladny v obchodním centru)

(Duchoň, 2007, str. 158)

*Obrázek 5 - Vícekanálový systém HO*



*Zdroj: vlastní zpracování (CHASE, AQUILANO, 1995, str. 120)*

Posledním kritériem hodnocení SHO dle obsluhy je rozdělení právě podle druhu obsluhy:

- **Systém stejnorodý:** všechny požadavky žádají stejný druh obsluhy (např. prodej jistého druhu zboží),
- **Systém nestejnorodý:** jsou požadovány různé druhy obsluhy (např. ženy v kadeřnictví – jedna chce vlasy umýt a ostříhat, druhá žádá barvení, apod.)

(Duchoň, 2007, str. 159)

## 9.9 Doba a intenzita obsluhy

Definice dle Dömeové a Beránkové (2004) zní: „Doba obsluhy je doba potřebná k vyřízení jednoho požadavku. Od této doby se obvykle odvíjí interval, ve kterém jednotky obsluhu opouštějí“.

Doba, v níž obslužná linka obslouží jednoho zákazníka je „dobou obsluhy  $T_S$ “ – tento údaj je významný pro hodnocení systému HO. Za tuto dobu (čas) obslužná linka vyřídí jeden požadavek a jde o střední hodnotu jevu s náhodnou veličinou – ovlivňujících faktorů může být více opět náhodných. Doba obsluhy pak není stejně velká. Délka doby obsluhy pak má vliv na interval, ve kterém požadavky obsluhu opouští, a tak umožňují obsluhu dalšího příchozího požadavku z fronty. Neméně důležitou veličinou je intenzita obsluhy ( $\mu$ ), což je počet vyřízených požadavků za jednotku času. (Muláčová, Mulač, 2013, str. 428)

## 9.10 Výstup ze systému hromadné obsluhy

Poté co obsloužené jednotky opustí systém obsluhy, vytvoří zase náhodný tok jednotek, který se nazývá vystupující potok. Požadavek odchází vyřízen a uspokojen, nebo je toto uspokojení jen částečné a pak se tentýž požadavek zařadí do jiného vstupního potoku, který směřuje k jiné lince SHO – ta vyřeší buď zcela nebo částečně požadavek.

Výstupní tok může ovlivňovat tok vstupující – stává se to v případech, kdy napřed musí být uvolněno místo důležité pro příchozí požadavek. Příkladem může být skladování náhradních dílů – nový díl nemůže být přijat, pokud je jeho skladovací sektor plný. Pokud je SHO uzavřený, stávají se odchozí požadavky znovu příchozími (např. v STK se zákazníci-majitelé osobních automobilů zastaví povinně opět za 2 roky). (Dömeová, Beránková, 2004, str. 14).

## 9.11 Cíle řešení SHO

Pomocí teorie front řešíme efektivní působení SHO na uspokojení požadavků, kterým tento systém pomůže zvládnout potřebné činnosti hospodárně a efektivně. Cíle jsou dva (základní):

- Analýza stávajících SHO, a to jak ve vývoji, tak v současnosti
- Návrh optimalizace SHO

Zjednodušeně: obsluha požadavků by měla být uspořádaná tak, aby se před obslužnými kanály nevytvářely nevládnutelné fronty a přitom aby byla obslužná zařízení co nejvíce využita. (Muláčová, Mulač, 2013, str. 429)

## 9.12 SHO a jejich klasifikace

Klasifikace SHO je prováděna jednotným způsobem. Vychází z původní klasifikace, kterou určil autor anglického původu D. G. Kendall, proto se jí říká Kendallova klasifikace. Původní 3 parametrová klasifikace však byla později rozšířena na dnešní klasifikaci 6 parametrovou (je tak obsažnější a určitější a je nyní častěji používána). Jednotlivé druhy pak jsou označovány symboly A, B, C, D, F, které jsou vyznačeny na následující tabulce č. 9. (Šubrt, 2011, s. 325)

*Tabulka 9 - Kendallova klasifikace SHO*

Symbol	Význam	Může obsahovat
<b>A</b>	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>B</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
<b>C</b>	Počet paralelních obslužných linek	1,2, ....(celé kladné číslo)
<b>D</b>	Kapacita SHO, tj. místa v obsluze a ve frontě	Celé kladné číslo, pokud není omezena, užívá se symbol $\infty$
<b>E</b>	Početnost zdroje požadavků	Celé kladné číslo nebo $\infty$
<b>F</b>	Režim fronty	FIFO, LIFO, PRI, SIRO

*Zdroj: (Šubrt, 2011, s. 325)*

V jednodušších případech jsou používány první tři parametry A, B, C, což znamená, že systém je typu FIFO a kapacita systému D a zdroj požadavků E jsou neomezené ( $\infty$ ).

Příklad úplné klasifikace systému:  $M/M/3/32/\infty/LIFO$ :

- A: intervaly mezi příchody požadavků do SHO mají exponenciální rozdělení
- B: doby trvání obsluhy mají exponenciální dobu trvání
- C: v systému jsou 3 paralelní linky obsluhy
- D: maximální počet jednotek v systému je 32,
- E: zdroj požadavků má nekonečnou velikost
- F: režim fronty je LIFO

Z toho, že kritérií hodnocení je celkem 6 (každá v jiném počtu druhů hodnocení) lze usuzovat na to, že existuje vícero druhů (z kombinací výše uvedených kritérií a podkritérií) a tím také existuje více možných řešení a jejich modelů. Nejčastějším modelem, který se v praxi vyskytuje, je model  $M/M/S/\infty/FIFO$ , ten pak představuje (S = označuje počet linek v systému):

A, B - označují exponenciální dobu příchodů do systému a exponenciální rozdělení trvání obsluhy

C- homogenní paralelní obslužné kanály (linky), z nichž každý má určitou intenzitu obsluhy  $\mu$ . Pro dva obslužné kanály bude intenzita obsluhy  $2\mu$ , pro tři pak  $3\mu$ , maximálně lze tedy dosáhnout intenzity  $S\mu$ . V SHO se začne vytvářet fronta, až vstoupí S+1 požadavek.

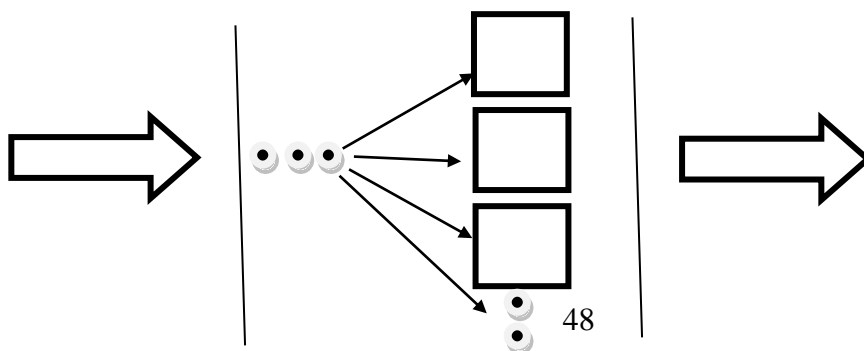
D – například 4 = znamená, že v systému jsou 4 paralelní obslužné linky

E – zdroj požadavků je nekonečně velký

F – systém je v režimu FIFO (obsluha probíhá v pořadí od 1. požadavku k poslednímu)

Tento model ( $M/M/S/\infty/FIFO$ ) lze vidět níže na obrázku č. 6. (Šubrt, 2011, s. 325-326)

*Obrázek 6 - Model  $M/M/S/\infty/FIFO$*





*Zdroj: vlastní zpracování (Dömeová, Beránková, 2004, str. 16).*

Model M/M/S/ $\infty$ /FIFO je výhodný pro praxi tím, že umožňuje přizpůsobení kapacity obsluhy intenzitě vstupního potoku požadavků na řešení.

## **9.13 Hodnocení SHO**

Při hodnocení SHO provádí analýza konkrétních charakteristik, které popisují, jak modely v systému konkrétně účinkují.

### **9.13.1 Časové charakteristiky týkající se požadavků**

Je hodnocena průměrná doba čekání požadavků ve frontě čekání na obsluhu ( $T_q$ ) a průměrná doba strávená v celém SHO (příchod ► odchod) – ( $T$ )

### **9.13.2 Charakteristiky počtů požadavků**

Charakterizují je hodnoty průměrné délky fronty nebo průměrný počet požadavků v systému.

### **9.13.3 Pravděpodobnostní charakteristiky**

Pomocí pravděpodobnostních analýz se zkoumají:

- Jaká je pravděpodobnost, že linka pracuje a je využita nebo naopak zda nepracuje a je nevyužita?
- Jaká je pravděpodobnost, že požadavek vstupující do SHO bude čekat ve frontě?
- Jaké je pravděpodobnost, že požadavek nebude obsloužen kvůli plné kapacitě?

### **9.13.4 Nákladové charakteristiky**

Jsou-li známy veličiny nákladových položek, lze tyto položky optimalizovat a nákladově řešit tak, aby náklady na provoz byly optimální. Lze měřit:

- Náklady na provoz celého SHO za jednotku času s cílem jejich minimalizace
- Počet obslužných linek, aby tyto linky byly provozovány s minimem nákladů

### 9.13.5 Hodnocení použitých charakteristik SHO

Pokud se mění nebo nově budují SHO, lze využít výše uvedené charakteristiky pro stanovení počtů obslužných linek, jejich obsazení pracovníky obsluhy i potřebným technickým vybavením. Lze tak předem stanovit optimální velikost linek s cílem minimalizovat jejich prostoje a přitom dosáhnout maximálního počtu požadavků (předpokládaných). Také tím lze předcházet ztrátám zákazníků a ztrátám na zisku.

Mezi uvedenými charakteristikami existují stálé vazby, jakými jsou symbolem  $\lambda$  označené příchody požadavků do systému a symbolem  $\mu$  označené intenzity obsluhy.

Převrácená hodnota  $\frac{1}{R}$  udává průměrnou dobu mezi příchody požadavků, a hodnota údaje  $\frac{1}{\mu}$  udává průměrnou dobu trvání obsluhy (Jablonský, 2002, str. 247).

Stanovit průměrnou dobu, kterou požadavek stráví v systému ( $T$ ), vyjadřuje součet průměrné doby ve frontě ( $T_q$ ) a průměrné doby trvání obsluhy ( $\frac{1}{\mu}$ ):  $T = T_q + \frac{1}{\mu}$

Přímý vztah mezi časovými charakteristikami a charakteristikou počtu požadavků, lze v jednoduchých případech určit ze vztahu, který říká, že průměrný počet požadavků v systému (frontě) je roven průměrnému času, který požadavek stráví v systému vynásobenému hodnotou  $\lambda$ :

$$L = \lambda \times T$$

$$L_q = \lambda \times T_q$$

Tak lze, pokud je známa alespoň jedna z charakteristik označených symboly  $T$ ,  $T_q$ ,  $L$  a  $L_q$ , vypočítat ostatní veličiny – předpokladem je znalost hodnot  $\lambda$  a  $\mu$ . (Jablonský, 2002, str. 248)

## 10 Modely systémů hromadné obsluhy

Jde o modely matematické. Je totiž problematické řešit jednotlivé případy SHO pomocí experimentálních metod. Postupně jsou vyhledávány a analyzovány (posuzovány) případy závislosti mezi povahou vstupních požadavků, náročností a produktivitou jednotlivých

zařízení na obslužné lince při posuzování počtu potřebných linek a počtu pracovníků obsluhy na nich. Matematické modely jsou dvěma cestami vedoucími k řešení:

- **A: Analytické řešení** – náročný způsob, kdy jsou do postupů výpočtů vkládány parametry reálného systému a pak jsou tyto údaje transformovány do soustav vzorců odvozených ze soustavy funkcí diferenciálních rovnic.

Nevýhodou tohoto postupu je, že zatím jsou známy jen postupy pro jednoduché případy.

- **B: Simulační řešení** – zjednodušují složité případy skutečných SHO na vztahy jednodušší, které lze odvodit k zobecnění. To však vyžaduje využití výpočetních programů na výpočetní technice.

Hlavní ideou simulace je nahrazení reálného stavu zkoumaného systému simulačním modelem, na němž lze experimentálně řešit různé způsoby řešení. Vzhledem k tomu, že nyní jsou počítače a jejich řešící programy na vysoké úrovni, lze řešení reálné situace získávat v krátkém čase (otázka vteřin či minut). Touto cestou lze analyzovat i složité systémy pro hromadnou obsluhu. Při obou metodách je cílem spočítat (určit) efektivnost kanálů obsluhy, určit (a vyloučit), že jednotka důsledkem netrpělivosti odejde, naopak jak dlouho bude čekat (tedy průměrnou dobu čekání ve frontě, kterou lze zákazníkům avizovat, a to, co zajímá provozovatele linky obsluhy – průměrnou délku prostoje kanálu).

Závěr: účelem modelů SHO je:

- Zjistit, jak analyzovaný systém vyhovuje předpokládaným požadavkům (kontrola) a pak vyvození rozhodnutí, zda je nutné systém upravit nebo nahradit jiným.
- Většinou jde o ekonomické zhodnocení ve smyslu optimalizace struktury a chování systému obsluhy. Z ekonomického hlediska jsou náklady podrobeny hodnocení nákladů na pořízení a provozní náklady (mzdy, údržba, opravy, aj.). Posouzeny jsou i ztráty, které vznikly následkem neobsloužení požadavku.

(Dömeová, Beránková, 2004, s. 6-8)

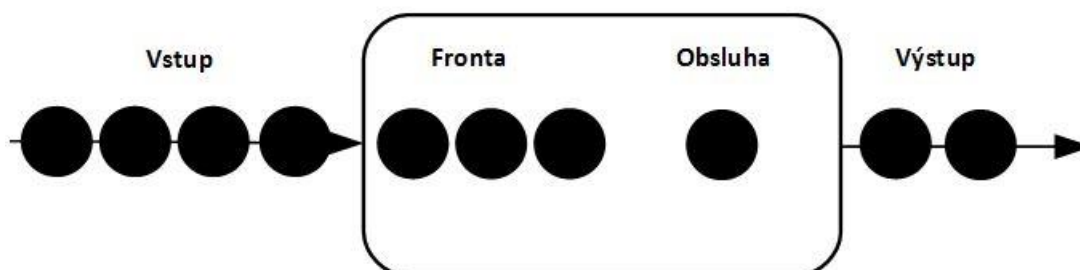
## 10.1 Model M/M/1 s čekáním

Jednoduchý případ modelování má i zjednodušené předpoklady. Případ zapsaný symboly M/M/1 představuje takový model HO, v němž intervaly mezi příchody, stejně jako doby

obsluhy, mají exponenciální rozdělení a využívá se pouze jedna obsluhující linka. Protože v názvu chybí další označení, upřesňující činnosti v modelu obvykle určené, vzniká předpoklad neomezeného počtu jednotek v systému (ve frontě i v obsluze) a zdroj požadavků je nekonečný, včetně toho, že režim fronty je FIFO. Jde o modelování stochastických jevů a procesů. Zjednodušeně se dá říct, že jde o množinu náhodných veličin, závislých na určitém počtu parametrů, když každý je definován na množině reálných čísel. (Kořenáč, 2002, s. 7)

Tento jednoduchý model hromadné obsluhy má pouze dva parametry. Jsou jimi: intenzita příchodu  $\lambda$  a intenzita obsluhy  $\mu$ . Jde o Markovský systém, protože v každém okamžiku  $t$  je systém v určitém stavu – tzn., že ve frontě je určitý počet jednotek požadavků a obsluha se provádí jen na jedné lince. Schéma tohoto systému je na obrázku č. 7 níže.

*Obrázek 7 - Schéma systému M/M/1*



*Zdroj: (Šubrt, 2011, str. 328)*

## 10.2 Intenzita provozu

Vytížení kanálu obsluhy je dána vztahu  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ . Aby kanál obsluhy pracoval bez problémů, je nutné, aby intenzita provozu  $\rho$  byla vždy menší než 1 – je nutné, aby kanál měl jistou provozní rezervu. Pokud by se  $\rho = 1$ , znamenalo by to, že obsluha je využita na 100% (nepřetržitý provoz). Podmínkou by bylo, že v systému je v každém okamžiku minimálně jeden požadavek (zákazník). Nepravidelnost příchodů zákazníků, která je v systému běžná, způsobuje nechtěné prostoje (systém je prázdný a pracovní doba není využita). (Asmussen, 2003, str. 115-118)

Pokud hodnota intenzity provozu vzrůstá, zvyšuje se doba čekání požadavku ve frontě a také roste délka fronty. Dosáhne-li intenzita  $\rho$  hodnot vyšších  $> 1$ , jde o růst fronty nad všechny meze a systém zkolabuje. V praxi se doporučuje hodnota intenzity provozu  $\rho \leq 0,8$ . (Asmussen, 2003, str. 115-118)

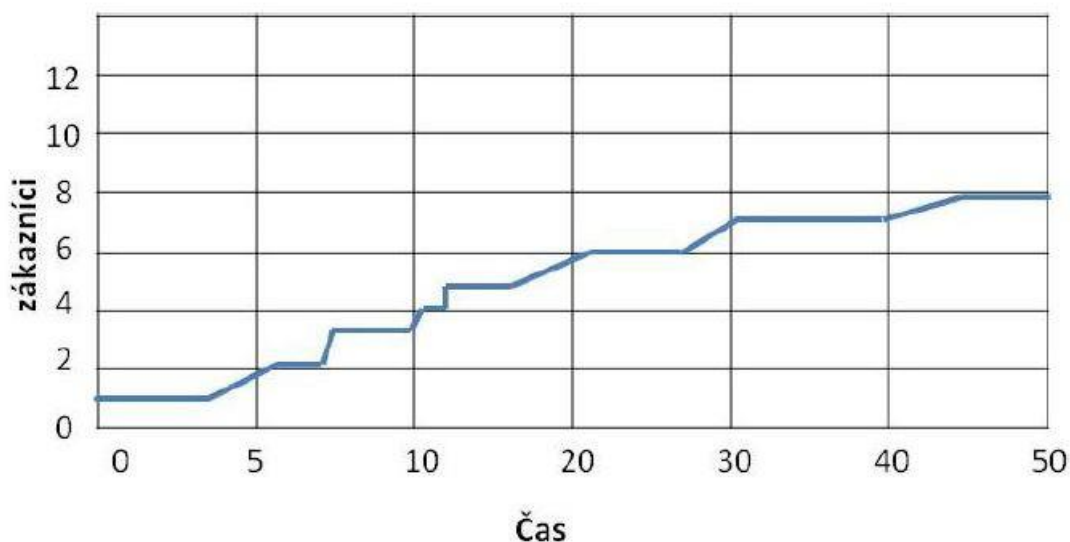
### 10.3 vstup požadavků do systému

Uspokojení požadavků skrytých ve frontě je cílem každé obsluhy. Důležitým je proto vstupní tok požadavků. Jde o posloupnost homogenních požadavků tak, jak do systému přicházejí jeden za druhým v určitých časových momentech. Pro posuzování je nutné určení kvantitativních parametrů vstupního toku. Okamžik vstupu  $t_0 = 0$  je počátkem zkoumání. Za okamžik  $t_0$  považujeme otevření brány do systému, např. otevření obchodu. Potom následují vstupy dalších požadavků, které se vyznačují tím, že vstup zákazníků v řadě za sebou má rozdílné intervaly, tedy různé okamžiky času vstupu do systému – jde o náhodné veličiny různě velkých hodnot.

Vstupní tok se vyjadřuje náhodnou funkcí  $X_t$ , která určuje požadavky v určitém časovém intervalu  $< 0, t >$ . Vlastností  $X_t$  je, že funkce pro libovolné hodnoty  $t (>0)$  nabývá celé kladné hodnoty a se vzrůstem  $t$  neklesá. Počet vstupujících požadavků závisí na hodnotě intervalu, tj. na hodnotě  $t$ . (Dömeová, Beránková, 2004, s. 17-18)

Grafické znázornění okamžiků vstupu skutečného stavu, např. v jednom dni, se určitě nebude shodovat s grafem jiného (nebudou se shodovat hodnoty  $X_t$ , protože jde právě o nahodilosti ve vstupech do jednotlivých momentů toku). Právě zákazníci např. obchodu přicházejí náhodně (jak potřebují), a to je v každém sledování jev náhody. Proto se taková funkce nazývá realizací náhodné funkce. Znázornění skutečných zákazníků v reálném čase je v následujícím grafu č. 3. níže:

Graf 3 - Realizace náhodného procesu



Zdroj: (Dömeová, Beránková, 2004, str. 18)

Graf zachycuje příchod 1. zákazníka a v 2. minutě po otevření, 2. zákazník se dostavil v 5. minutě, 3. zákazník v 10. minutě atd. Samozřejmě je, že graf ukazuje situaci v jednom konkrétním dni – v jiném dni bude graf vypadat jinak (vždy půjde o konkrétní realizaci náhodného procesu)

### 10.3.1 Elementární vstupní tok

Elementární vstupní tok je sledem homogenních událostí, které splňují tři podmínky:

(A) = Stacionárnost: podmínka uvádí, že pro libovolné  $t > 0$  a celé  $k \geq 0$  je pravděpodobnost, že za časový interval  $\langle a, a + t \rangle$  nastane  $k$  událostí, je stejná pro všechna  $a \geq 0$  – označuje se jako  $P_k(t)$ . Při výpočtech se neuvažují jiné případy než ty, při nichž za konečný časový interval nastane, s pravděpodobností = 1. Konečný počet událostí – pak platí pro libovolné  $t$ :

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

Stacionárnost vstupního toku (tato podmínka) vyjadřuje jeho nezávislost na čase. V praxi se volí omezená časová období. (Asmussen, 2003, str. 119-121)

(B) = Beznáslednost (neexistence následků): Rozumí se pravděpodobnost  $P_k(t)$ , nastane při  $k$  události, v časovém intervalu  $\langle a, a + t \rangle$ , což nezávisí na okamžiku  $a$ . Potom podmíněná pravděpodobnost je rovna pravděpodobnosti nepodmíněné. Podmínkou vstupu bez následných účinků vyjadřuje vstup požadavků do systému bez závislosti jednoho na druhém. (Asmussen, 2003, str. 119-121)

(C) = Ordinárnost: Tato podmínka znamená, že požadavky vstupují do systému jednotlivě. Aby byla podmínka ordinárnosti splněna, může být časový interval  $t$  nekonečně malý. Nutně však musí platit pravděpodobnost, že za časový interval délky  $t$  nastanou alespoň dvě události  $P_k(t)$ , pro  $k \geq 2 = 0$  a pro nekonečně malé  $t$ :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left( \frac{P_k(t)}{t} \right) = 0, \text{ kde } k \geq 2.$$

(Asmussen, 2003, str. 119-121)

### 10.3.2 Poissonovo rozdělení

Poissonovo rozdělení počtu vstupů za jednotku času  $P_k(t)$  vyjadřuje za splnění podmínek stacionárnosti, beznáslednosti a ordinárnosti pravděpodobnost, že elementární tok událostí se chová tak, že v něm za časový interval délky  $t$  nastane právě  $k$  událostí:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k \times e^{-\lambda t}}{k!}, \text{ pro } \lambda > 0.$$

Tento vzorec je výrazem pro rozdělení pravděpodobnosti Poissonovy náhodné proměnné o parametru  $\lambda_t$ . Lze ho formulovat: Počet událostí, které nastanou v elementárním vstupním toku, za časový interval délky  $t$ , je Poissonova náhodná proměnná s parametrem  $\lambda_t$ . (Ugarte, Milino, Arnholt, 2008, str. 221)

### 10.3.4 Erlangovo rozdělení.

Erlangovovo rozdělení popisuje vstupní elementární tok jako dobu do výskytu  $k$ . událostí, za použití dvou parametrů:  $k$  – počet událostí a  $\lambda$  – intenzita výskytu. Erlangovovo rozdělení se označuje následovně:  $X_k \rightarrow \text{Erlang}(k, \lambda)$ . „Náhodnou veličinu s Erlangovým rozdělením si můžeme představit jako součet  $k$  nezávislých exponenciálních náhodných veličin (doba do výskytu  $k$ . události je součtem dob mezi 0. a 1. událostí, 1. a 2. událostí, .....  $(k-1)$  a  $k$ . událostí“. (dle Briš, 2007, str. 11-20)

## 10.4 Obsluha v modelu M/M/1

Zjiž uvedeného vyplývá, že modely M/M/1 předpokládají vstupní údaje: dobu trvání obsluhy, kapacitu obsluhy = 1 a dostupnost obsluhy. (Jablonský, 2002, str. 249)

**Doba trvání obsluhy** - většinou předpokládáme, že údaje o trvání obsluhy jsou nezávislé hodnoty, náhodné proměnné, které mají stejné rozdělení pravděpodobnosti.

**Kapacita obsluhy** - je určena jako maximální počet požadavků, které mohou být v daném čase.

**Dostupnost obsluhy** - je dána využitím linky obsluhy. Je-li volná, přijímá požadavek, zpracuje ho a přijímá okamžitě další požadavek do linky. Linky, které přijímají požadavek a plní ho ihned po příchodu k systému linky, se nazývají - „plně dostupné“. (Dömeová, Beránková, 2004, str. 23)

## 10.5 Markovovy systémy SHO

Jsou to SHO s  $m$  obslužnými linkami ( $m > 1$ ), do nichž vstupuje elementární tok požadavků s intenzitou  $\lambda$ , trvání obsluhy s exponenciálním rozdělením a s parametrem  $\mu$ . Tedy v každém okamžiku  $t$  je systém v určitém stavu – ve frontě je určitý počet požadavků a je provozován určitý počet linek obsluhy. (Brémaud, 1999, str. 41)

Počet požadavků:  $N(t_0) = t$  značí, že v okamžiku  $t_0$  je v systému právě  $i$  požadavků. Následující průběh obsluhy je nezávislý na všem, co předcházelo okamžiku  $t_0$  – průběh určují tyto faktory:

- Okamžiky ukončení obsluh požadavků – obsluha byla zahájena před  $t_0$ ,
- Okamžiky vstupu nových požadavků – po  $t_0$ ,
- Dobami obsluhy požadavků – obsluha začala po  $t_0$ .

Z těchto faktorů vyplývá, že je-li známa přítomnost, pak budoucnost nezávisí na minulosti. Náhodné procesy výše uvedených vlastností jsou *Markovovy procesy*. (Brémaud, 1999, str. 42)



## 10.6 Vytížení obslužného kanálu

Bylo již zmíněno, že z parametrů  $\lambda$  (intenzita vstupu jednotek) a  $\mu$  (intenzita obsluhy) lze vypočítat intenzitu provozu  $\rho$  (vytíženost kanálu) Tedy pro řádné fungování systému musí být  $\rho < 1$ , aby měl kanál rezervu pro řešení nahodilých jevů – pokud by rezervu neměl, nemohl by pojmout vstupní tok a nastal by jeho kolaps. Z praxe se nedoporučuje hodnota  $\rho < 0,8$  (tj. 80%). Podmínkou stabilního chodu SHO je: intenzita příchodu je menší než intenzita obsluhy ( $\lambda < \mu$ ). Intenzitu provozu tedy vyjádříme vzorcem:  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ . (Šubrt, 2011, str. 329)

## 11. Souhrn pojmů užívaných v systému M/M/1

Na následující tabulce č. 10. lze vidět souhrn pojmů, které se využívají v modelu M/M/1.

*Tabulka 10 - Vztahy pro výpočty v modelech M/M/1*

Charakteristika	Značka/Vzorec
Intenzita vstupu	$\lambda$
Intenzita obsluhy	$\mu$
Intenzita provozu	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
Pravděpodobnost, že v systému (ve frontě a obsluze) je alespoň jedna jednotka	$p\{L > 0\} = (1 - p_0) = \rho$
Pravděpodobnost, že jednotka bude čekat ve frontě nulovou dobu, tj. že v systému není žádná jednotka	$p_0 = 1 - \rho,$
Pravděpodobnost, že v systému je právě $k$ jednotek	$\rho_n = (1 - \rho)\rho^n$
Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo více jednotek	$p\{L \geq n\} = \rho^n$
Pravděpodobnost, že v systému je více než $k$ jednotek	$p\{L > k\} = \rho^{n+1}$
Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo méně jednotek	$\rho\{L \leq n\} = 1 - \rho^{n+1}$
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	$T_S = \frac{1}{\mu}$

*Zdroj: (Šubrt, 2011, str. 330)*

Pomocí těchto vlastností lze vytvořit představu o systému HO.

## **11.1 Optimalizace nákladů v modelech hromadné obsluhy**

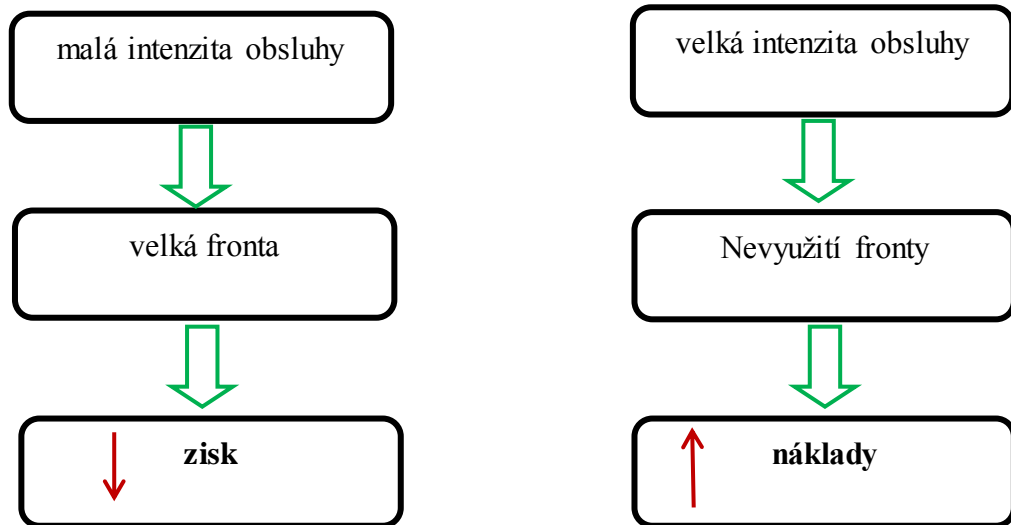
Všechny uvedené postupy by byly jaksi samoučelné, pokud by neměly využití v praxi při obsluze linek. Naopak jsou to velmi účelné nástroje pro rozhodování o činnosti linek obsluhy či při následné optimalizaci linek, vedoucí buď k zvýšení komfortu jednotek (zákazníků) nebo při snaze maximalizovat zisk z provozu obslužných linek.

Optimalizace jednotlivých článků systému obsluhy vede přes poznání a ovlivnění chování jednotlivých článků systému. To umožňuje explicitně formulovat kvantitativní kritéria funkcí. (Kořenáč, 2002, str. 179)

Obslužné systémy s více kanály obsluhy mají velký prostor pro optimalizace. Nejčastěji se posuzuje počet kanálů v paralelním uspořádání. Pomocí těchto posouzení se určuje vhodný počet obslužných linek s ohledem na minimalizaci nákladů spojených s jejich provozem, přitom se stále bere ohled na spokojenost klientů užívajících linku obsluhy, resp. celého systému těchto linek. Předpokládá se znalost velikostí jednotlivých nákladových položek při užití linek (od prostojů, po plné využití). (Jablonský, 2002, str. 256)

Jednokanálové SHO se při známých hodnotách počtu vstupních jednotek a při znalosti nákladových položek většinou uvažují se změnou počtu pracovníků obsluhy (buď zmenšením – u nevyužitých linek, nebo zvětšením při nezvládnání fronty požadavků). Nespokojenost ve frontě se projeví odchodem klientů, někdy i trvalým, což obvykle vede ke ztrátě „dobrého jména“ obslužného systému. Pokud se budeme zabývat optimalizací nákladů v modelech SHO, lze si „práci“ zjednodušit tím, že budeme trvat na tom, že náklady na provoz kanálu obsluhy je stejný, jak v době obsluhy, tak i v době prostoje (někdy prostě zákazníci nepřijdou včas). K nim patří provozní náklady na teplo v příjmové kanceláři a hale, v nichž je linka umístěna, mzdy pracovníků, atd.). K vyčísleným nákladům je však třeba přičíst i odhadované ztráty vzniklé odchodem zákazníka ke konkurenci. Výše uvedené údaje lze graficky vyjádřit na obrázku č. 8. níže. (Dömeová, Beránková, 2004, str. 38)

Obrázek 8 - Optimalizace systému hromadné obsluhy



### CÍL

**Optimální kapacita obsluhy?**

**Optimální počet obslužných linek?**

**→ maximální zisk, minimální náklady**

*Zdroj: vlastní zpracování (Dömeová, Beránková, 2004, str. 38-40)*

## 12. Společnost ABA STKáčko, s.r.o. – vlastní práce

Společnost ABA STKáčko, s.r.o., Šumperk je majitelem a provozovatelem STK a měření emisí, jak lze poznat z názvu firmy. Je evidována v obchodním rejstříku vedeném pod číslem IČO: 285 81 784 a DIČ: CZ285 81 784.

Společnost vznikla za účelem provozování služeb spojených s činností stanice technické kontroly a měření emisí pro motorová vozidla kategorie osobních automobilů, vozidel pro nákladní dopravu o celkové hmotnosti do 3,5 tuny, přívěsných vozíků a v neposlední řadě pro motocykly. Motorová vozidla v současnosti mají různé druhy pohonu. Nejčastěji jsou vozidla s benzinovými a dieselvými motory, občas jsou benzinové motory upraveny pro využití plynového paliva.

Uvedené kontroly na vozidlech provádí společnost na základě „Oprávnění k provádění technické kontroly jednotlivých druhů vozidel a výměnných nástaveb nebo malých sérií vozidel před schválením jejich technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích, pokud splňují určité požadavky“ – toto povolení jí bylo vydáno Krajským úřadem Olomouckého kraje, včetně evidenčního čísla stanice technické kontroly č. 48-09-12.

Své kontrolní činnosti může STK a měření emisí provádět podle podmínek, které jsou uvedeny v zákoně č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a podle zákona č. 168/1999 Sb. o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla, také podle novely některých souvisejících zákonů (např. zákona o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla (viz zákon č. 307/1999 Sb.).

K provozování STK a měření emisí jsou zapůjčeny stavební prostory, které jsou součástí objektů mateřské společnosti ABA, s.r.o. Šumperk. Pronájem je tedy bezplatný. Objekt je napojený na energetické soustavy mateřské společnosti a jejich provoz také financuje tato společnost.

Stanice technické kontroly je pro svoji činnost vybavena odpovídajícím zařízením:

- Pro kontrolu stavu řízení vozidla a podvozku

- Válcovou zkušebnou pro kontrolu stavu a seřízení brzdových systému vozidel
- Mechanickým zařízením pro kontrolu geometrie kol na vozidlech
- Optickým zařízením pro kontrolu osvětlení vozidla (hlavně předních světlometů)

Celý systém tak, jak je seřazen na kontrolní lince, je pod kontrolou foto-evidence a počítačového zajištění, které všechny požadované informace přenáší centrálního informačního systému Ministerstva dopravy ČR. Pod touto kontrolou jsou vozidla, ale i obsluhující technici. Personální rozdělení provozu čítá 7 pracovníků STK:

- Vedoucí STK (současně také „nouzový“ technik)
- 2 pracovnice příjmové kanceláře (evidenční a administrativní práce)
- 4 technici STK (z nich jeden má oprávnění i pro měření emisí)

Měřením emisí se zabývá samostatné pracoviště s jedním pracovníkem. Služba měření emisí předchází povinně službě v STK – vozidlo, které při měření emisí neuspěje, již nesmí:

- a) na linku STK
- b) do silničního provozu

Vozidla, která projdou kontrolou STK:

- Buď úspěšně absolvují kontrolu a jsou uvolněna do dalšího silničního provozu
- Uspějí částečně a s malým počtem povolených závad mohou do provozu na dobu 30 dní a pak se musí vrátit k opakované kontrole
- Neuspějí (není jim vylepena „známka“) a dále již nesmí do silničního provozu

## 12.1 Popis problémové situace v STK

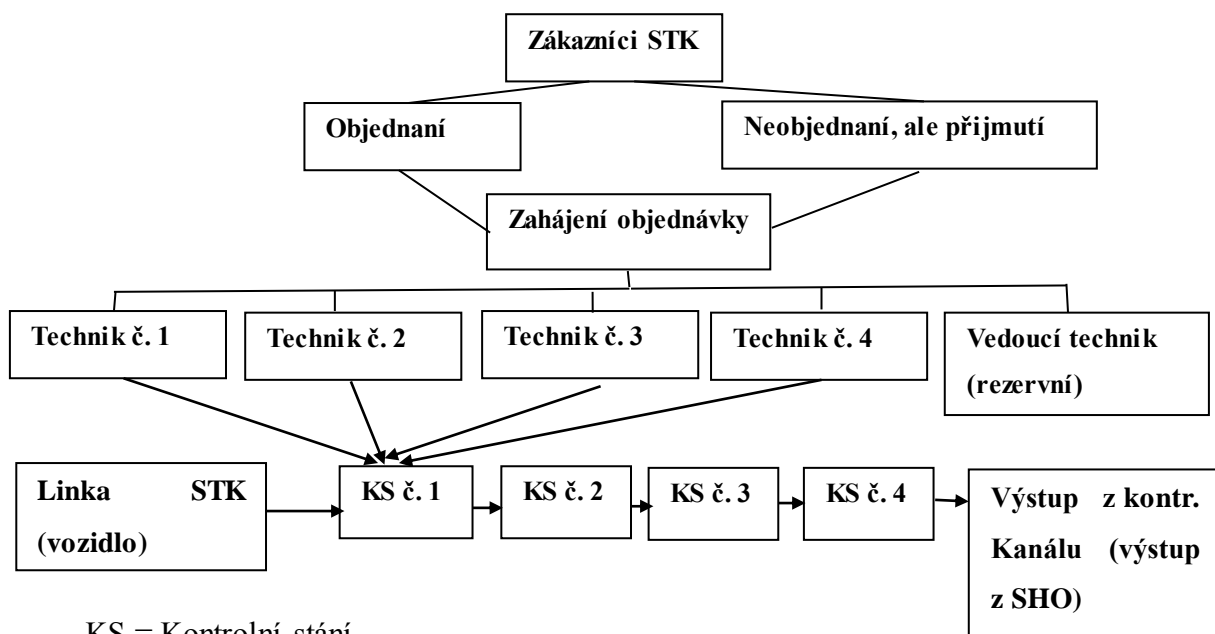
Jako člen společnosti ABA, s.r.o. má provozovatel obslužné linky za povinnost přispívat do společné pokladny – samozřejmě s tím, že ABA STKáčko, s.r.o. bude zisková, a to s maximálně možnou mírou zisku, to je spojeno s minimalizací nákladů. Tyto ekonomické předpoklady však nesmí způsobovat ztrátu zákazníků, jejich dostatek je podmínkou plynulého provozu kontrolní linky. Dbát se musí tak na splnění oprávněných požadavků zákazníků, spočívajících zejména v požadavku na co nejkratší „pobyt“ ve frontě čekání.

Cestou, kterou zákazníci používají ve většině případů, je možnost objednání předem (telefonicky nebo při osobní návštěvě STK).

Činnost STK v městě Šumperk a jeho okolí je dána zdrojem kontrolovatelných dopravních prostředků, kterých je v oblasti 29 515 ks v kategorii OA a 1214 ks v kategorii NA +3,5t. Protože ve městě působí 2 STK – připadá na ABA STKáčko, s.r.o. cca 15 365 ks motorových vozidel obou kategorií, jež se dosud jeví jako více než dostatečná.

Stávající systém hromadné obsluhy v ABA STKáčko, s.r.o. má určitou kapacitu, resp. prostupnost, která umožňuje vyrovnávat se s tokem vstupujících požadavků. Provoz (SHO) řešené STK lze graficky znázornit obrázkem č. 9, který se nachází níže.

*Obrázek 9 - Schéma SHO ve firmě ABA STKáčko, s.r.o.*



*Zdroj: vlastní zpracování*

Vedoucí technik STK (technik č. 5) nahrazuje ostatní techniky, kteří jsou např.: na dovolené, v nemoci, na školení, apod. Vlastně tak zajišťuje plynulý provoz na lince. Jinak plní své povinnosti vedoucího STK.

### **12.1.1 Zdroj požadavků na SHO**

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, zdroj požadavků je větší než může uvedené STK zvládnout (s odvoláním na výkony roku 2016) – lze konstatovat, že zdroj je neohraničený a neomezený. Zákazníci mají povinnost přistavovat své dopravní prostředky ke kontrole v zákonem stanovených lhůt (vč. opakovaných), či v případech speciálních kontrol (např. evidenční kontrola a kontrola před uvedením vozidla do provozu). Přitom ve skutečnosti je zdroj zákazníků velikostí konečný, protože však v běžných měsících jde o stovky zákazníků, lze tyto počty považovat za nekonečně velké.

### **12.1.2 Příchod požadavků do SHO**

Příchod zákazníku do STK je stochastický (náhodný) v náhodných časových intervalech, také požadavky zákazníků jsou různé podle katalogu služeb STK, které chce zákazník provést.

Zákazníci STK se většinou objednávají telefonicky (dohodnou si přibližný čas nástupu na kontrolu s uvážením doby strávené na předchozí službě – povinném měření emisí) nebo si čas kontroly dohodnou při osobní návštěvě STK. Pokud zákazník nevyužije této služby (např. proto, že nutnost kontroly nastane náhle – dle příkazu hlídky dopravní policie k okamžité kontrole), musí zákazník vyčkat v přijímacím prostoru až se místo na vstupu do linky uvolní. Vytíženost linky obsluhy a předjednané časy prohlídek jsou v tomto případě limitující. Jak již bylo uvedeno výše, příchod zákazníků je stochastický a v používaném systému ordinální.

### **12.1.3 Režim fronty chování čekajících zákazníků ve frontě SHO**

V případě ABA STKáčko, s.r.o. se jedná o systém hromadné obsluhy **PRI** (priority), kde prioritou jsou dohodnuté přesné časy vstupu klientů na linku obsluhy. Kromě tohoto kritéria lze jako prioritní uznat i přednostně provedená obsluha zdravotně postižených spoluobčanů.

Chování čekajících ve frontě je dáno časem jednotlivých prohlídek. Pokud vše jde podle programu – tedy doby obsluhy jsou dodrženy, je i chování zákazníků ve frontě klidné. S tím, jak dlouho jsou již stanice technické kontroly součástí motoristického života, je zkušeností zákazníků, že vše má svůj čas a nějaké „rozčilování“ obsluhu neurychlí.

#### **12.1.4 Obslužný systém**

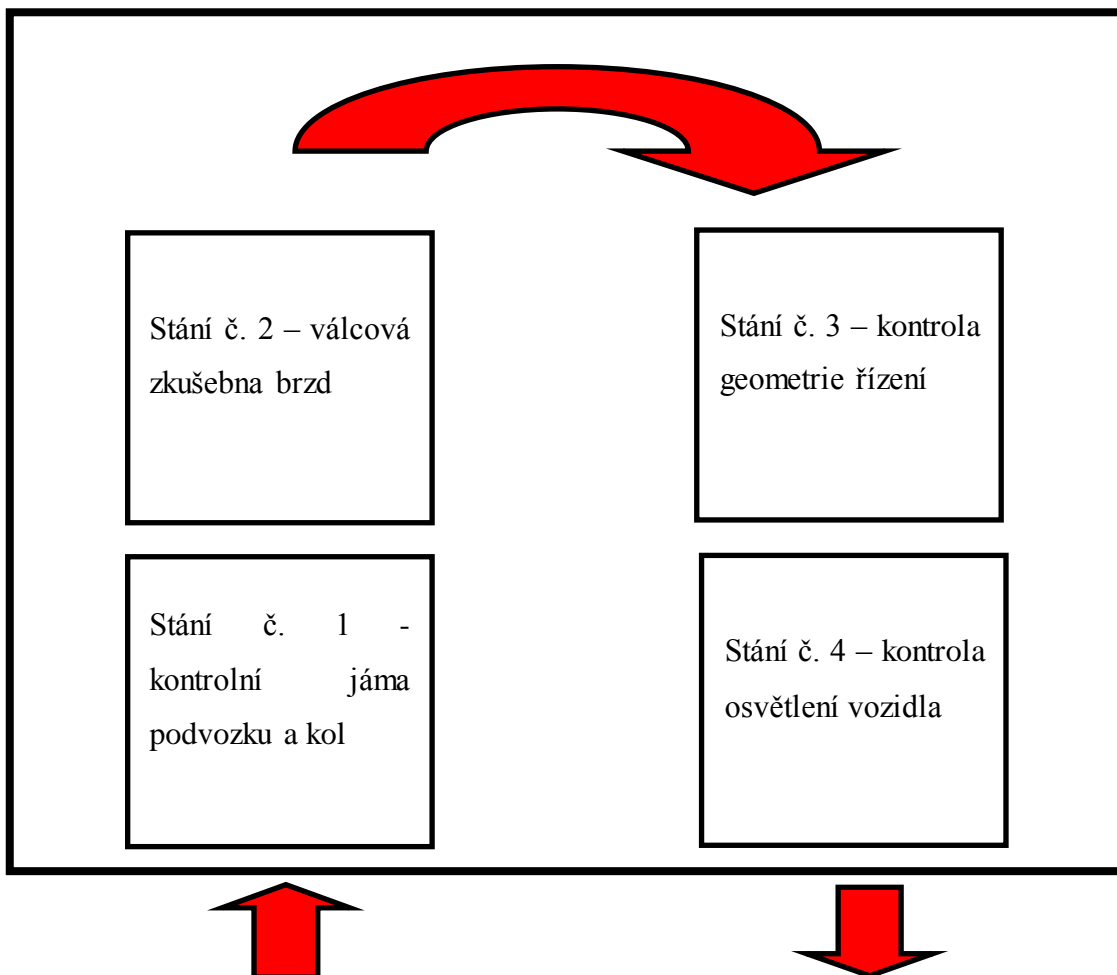
Stanice ABA STKáčko, s.r.o. má schválenou jednu zkušební linku, k tomu také 7 zaměstnanců (z toho 5 techniků). Pro provedení analýzy SHO v této STK je nutné tento systém popsat.

Zahájení kontroly dopravního prostředku začíná odevzdáním technického průkazu od zákazníka vozidla a protokolem od měření emisí (pokud je PTP) u obsluhy, která to zapíše přes program CIS do protokolu, který si bere technik. Prohlídka začíná fotodokumentací, přihlášením technika do CIS Ministerstva dopravy ČR (pomocí internetové sítě), kde je také nahlášena doba zahájení prohlídky. Následně technik provede kontrolu údajů, jestli souhlasí s Technickým průkazem, který se porovná s údaji na vozidle (VIN vozidla, číslo motoru, atd.).

Dalším krokem je přistavení vozidla na 1. stanoviště linky. Většinou bývají zákazníci přítomni kontrole a v některých fázích i aktivními účastníky kontroly (např. kontrola světel a jejich následné seřízení technikem). Potom již následují kontrolní činnosti na 2., 3., 4. kontrolním stanovišti. Je zřejmé, že prodleva na jednotlivých stanovištích je různě velká – to závisí na technickém stavu kontrolovaného vozidla (nové projde linkou třeba i za polovinu času vozidla, které má více roků a tedy i více opotřebovanějšího rázu). Je nutné připomenout, že vozidlo musí také na lince pobýt předepsaný čas. (dáno MD ČR). Linka podniku ABA STKáčko, s.r.o., která provádí kontrolní práce lze znázornit i graficky a to na obrázku č. 10.



Obrázek 10 - Rozdělení linky ABA STKáčko, s.r.o.



Zdroj: vlastní zpracování

Pokud je kontrola provedena a ukončena, je vozidlo odstaveno mimo linku a zákazník vyčká a převezme protokol o provedené kontrole (výstupní fronta) a odjíždí.

### 12.1.5 Doby trvání prohlídek na lince obsluhy

Jakkoliv jsou skutečné doby trvání jednotlivých fází kontrol na kontrolní lince, pro různé druhy dopravních prostředků a při různých druzích typů kontrol, ve skutečnosti často kratší a jejich součet je často i krátký proti normám, je délka těchto kontrolních prohlídek jednoznačně určena nařízením MD ČR. Stanovená doba na kontrolu vozidla musí být dodržena a vozidlo nesmí linku předčasně opustit.

Přesná kontrolní doba jednotlivých prohlídek pro různá motorová vozidla je uvedena v kapitole 8.5 Doba prohlídek a obsluhy výše v této práci.

Doba trvání kontrolních prohlídek je tedy ovlivněna zákonem stanovenými dobami trvání jednotlivých prohlídek, také však různorodostí požadavků – viz 18 možných druhů požadavků v kapitole 8.5. Pokud by v denní směně byly například kontrolovány pouze osobní automobily s náročností 45 minut v plném rozsahu, bude dosaženo maximálního využití linky s relativně malým počtem obsluh. V praxi však jsou prohlídky různého typu, a tedy i různé doby trvání obsluhy, které v důsledku vedou k vyššímu využití obslužného systému. Jistým uměním je tyto požadavky seřadit k co nejvyššímu využití linky, zvláště je-li používán SHO typu **PRI** (případ linky ABA STKáčko, s.r.o.)

## 12.2 Klasifikace modelu hromadné obsluhy

Model hromadné obsluhy M/M/n klasifikuje systém v jednotlivých položkách:

- A. – typ pravděpodobnostního rozdělení intervalů mezi vstupy požadavků do systému,
- B. – typ pravděpodobnostního rozdělení trvání obsluhy,
- C. – počet paralelních linek,
- D. – kapacita systému hromadné obsluhy (místa v obsluze a ve frontě požadavků),
- E. – početnost zdroje požadavků,
- F. – režim fronty.

Pro hodnocení STK pak lze tyto klasifikace seřadit do následující tabulky č. 11:

*Tabulka 11 - Klasifikace SHO pro podnik ABA STKáčko, s.r.o.*

Symbol	Obsah	Poznámka
A	M	
B	M	
C	1	
D	60	Podle měsíce 6/2016, kdy bylo dosaženo maxima výsledků
E	$\infty$	
F	PRI	

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z této tabulky plyne závěr, že systém řešené linky je model: M/M/1/60/∞/PRI.

### 12.2.1 Model systému hromadné obsluhy M/M/1/60/∞/PRI

Pro modelaci SHO v ABA STKáčko, s.r.o. jsou využity známé výsledky jednotlivých činností roku 2016, kdy byly v systému změněny některé zákonem dané doby trvání prohlídek a zejména údaje o výsledcích za měsíc červen téhož roku (jeden z nejvytíženějších měsíců v roce 2016).

Vzorce výpočtů a značení jednotlivých charakteristik budou použity z výsledků literární rešerše provedené před zahájením diplomové práce.

### 12.2.2 Vytížení celého systému hromadné obsluhy v roce 2016

Z podkladů o provozu SHO na hodnoceném STK za rok 2016 již byl zpracován přehled o počtech kontrol a výši tržeb z nich vzniklých, který je uveden na tabulce č. 2 výše v této diplomové práci. Z již zmíněných 18 typů technických prohlídek pracoval systém s 6 druhy požadovaných zákazníky, které jsou zobrazeny v následující tabulce č. 12.

*Tabulka 12 - Stručný přehled 6 nejčastějších prohlídek a jejich celkový počet (podíl)*

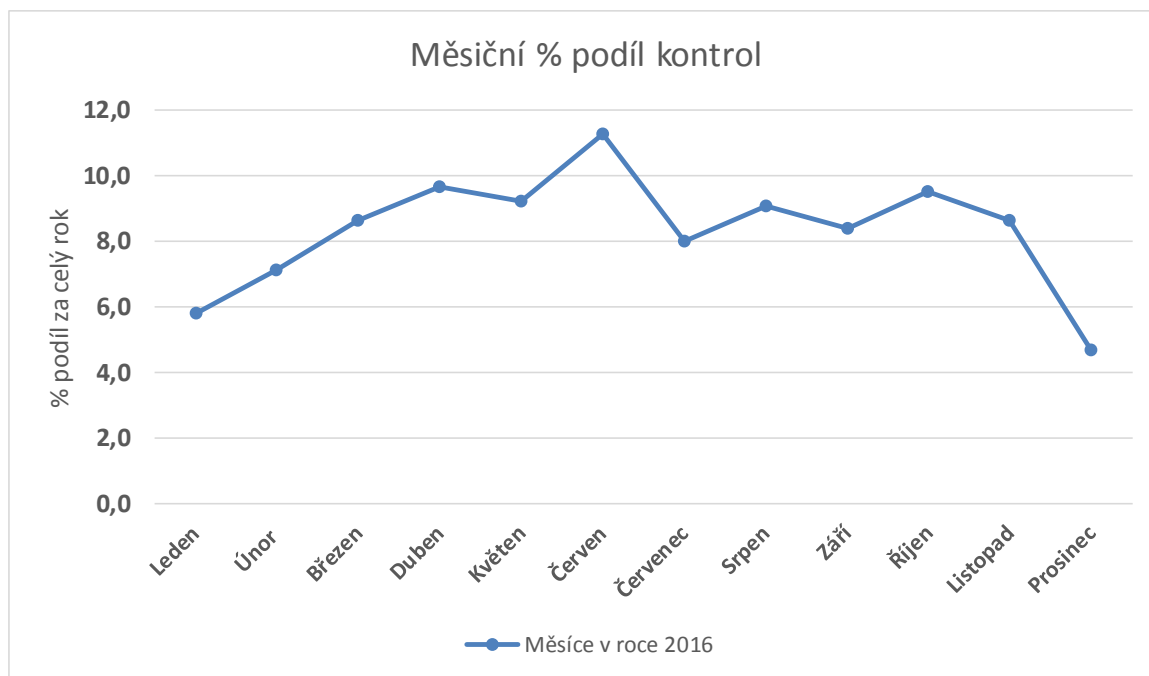
Typ prohlídky	Celkový počet / rok	Roční podíl v %
TPr evidenční	1 635	17,5
TPr na žádost zákazníka	61	0,7
TPr opakovaná	1 341	14,4
TPr pravidelná	6 092	65,2
TPr před registrací vozidla	169	1,8
TPr před registrací - opakovaná	10	0.1

*Zdroj: vlastní zpracování*

Technických prohlídek za rok 2016 bylo 9335 – 100%. Rozhodující podíl mají tedy prohlídky pravidelné (65,2 %). Neznámý je však podíl typů vozidel na prohlídkách, tedy kolik bylo M, N1, L, O – bohužel takovou evidenci STK nemá. Přesto všechno však lze hodnotit činnost STK podle měsíce června roku 2016, kdy byly provedeny kontroly

v největším měsíčním objemu 1051 vyřízených požadavků (to představovalo podíl na ročním výkonu ve výši 11,3 %). Podíl celkových výkonů tohoto měsíce a dalších v daném roce lze vidět na grafu č. 4.

*Graf 4 - Průběh počtu kontrol podle měsíců v roce 2016 (procentuální podíl)*



*Zdroj: vlastní zpracování*

Z grafu je vidět, že v měsících březnu až říjnu je počet kontrol na téměř stejné úrovni (s výjimkou června). Měsíce počátku a konce roku jsou výkonově pod běžnou normou. Tento průběh však STK nemá možnost ovlivnit. Možným vysvětlením je, že nákup a přihlašování vozidel se uskutečňuje převážně v jarních a letních měsících.

### 12.2.3 Vytížení kanálu obsluhy v ABA STKáčko, s.r.o.

Vytížení obslužného kanálu hodnoceného STK  $\rho$  se vypočítá z parametrů  $\lambda$  (intenzita vstupu jednotek do systému) a  $\mu$  (intenzita obsluhy). Celková kapacita systému obsluhy je určena z maximálních dosažených hodnot ve 3 dnech měsíce června 2016 – 60 prohlídek různého druhu za den (v dvousměnném provozu).

Domnívám se, že toho bylo dosaženo i za cenu přesčasové práce, ale toto není možné doložit z důvodu neumožněného přístupu ke mzdovým podkladům zaměstnanců. Jisté

je, že po celý měsíc pracoval denně i vedoucí technik (K. K.) a tím rozšířil obsluhu na 5 techniků, když běžný stav je 2 + 2 technici v 2 posunutých směnách (posun cca o dvě hodiny). Tím bylo dosaženo zvýšení celkové pracovní doby z 8 hodin na 10 hodin – to vedlo k přijetí zvýšeného počtu požadavků (techniků) v pracovním dni a následně v pracovním měsíci (21 pracovních dní).

Rozdělení výkonů obsluhy podle techniků a počtu provedených kontrol vidíme v následující tabulce č. 13.

*Tabulka 13 - Rozdělení výkonů obsluhy podle techniků a počtu provedených kontrol*

<b>Technici</b>	<b>H. M.</b>	<b>K. K.</b>	<b>Z. S.</b>	<b>F. O.</b>	<b>D. L.</b>	<b>Celkem</b>
1. 6.	9	11	14	10	-	44
2. 6.	18	9	12	11	-	50
3. 6.	8	10	11	12	-	41
6. 6.	10	9	11	14	10	54
7. 6.	13	9	16	11	11	60!
8. 6.	14	10	12	12	10	58
9. 6.	9	13	17	9	12	60!
13. 6.	11	19	14	-	15	59
14. 6.	11	9	6	13	15	54
15. 6.	11	9	14	12	9	55
16. 6.	16	9	8	8	10	51
17. 6.	6	8	9	9	8	40
20. 6.	8	7	6	11	9	41
21. 6.	6	11	16	11	-	44
22. 6.	10	10	8	9	12	49
23. 6.	14	13	12	11	10	60!
24. 6.	8	10	13	9	-	40
27. 6.	8	6	13	12	11	50
28. 6.	9	8	8	13	11	49
29. 6.	9	12	14	9	10	54
30. 6.	10	6	14	8	13	51
<b>Celkem</b>	<b>218</b>	<b>208</b>	<b>248</b>	<b>214</b>	<b>176</b>	<b>1064</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Intenzita vstupu  $\lambda$  = měsíční počet požadavků / 21 pracovních dní, to znamená:

$$\lambda = \frac{1064}{21} = \sim 51 \text{ požadavků / den}$$

Intenzita vstupu požadavků je uvedena v průměrném počtu klientů vstupujících do SHO ABA STKáčko, s.r.o. za 1 pracovní den. Pokud v systému (v červnu 2016) pracovalo 5 techniků, jejichž pracovní doba je 8 hodin, bylo jimi denně odpracováno celkem  $5 \times 8 = 40$  hodin. Z toho vyplývá průměrná doba vyřízení požadavku  $40/51 = 0,78$  hod., tj. 47 minut / 1 požadavek.

Tento extrémně vyčíslený měsíc „posloužil“ ke stanovení hodnoty  $D$  – maximální plánované kapacity systému hromadné obsluhy a byl stanoven na  $D = 60$ .

Intenzita obsluha  $\mu$  udává celkový počet proveditelných kontrol na obslužné lince STK. Pokud budeme počítat tento ukazatel z předpokladů pro OA, tedy 45 minut na řádnou kontrolu v plném rozsahu, zjišťujeme, že uvedených 5 techniků může „dosáhnout“ na výkon:

$$\mu = \frac{5 \times 8 \text{ hod}}{45 \text{ min}} = \sim \frac{2400 \text{ min}}{45 \text{ min}} = \frac{53 \text{ kontrol}}{1 \text{ prac. den}}$$

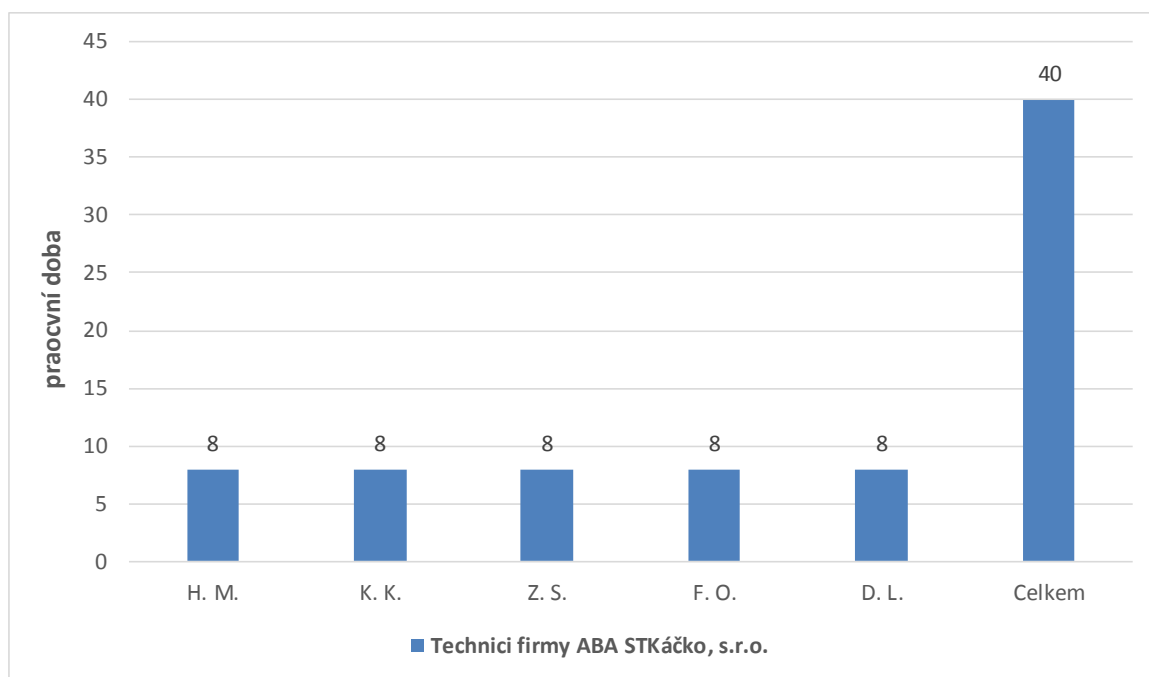
Ve skutečnosti jsou prováděny kontroly, které vykazují dobu obsluhy také 25 min. (motocykly, přívěsné vozíky), při opakovaných prohlídkách i kratší, než je dáno zákonem. Zjišťováním ve výrazech o tržbách (jiné měřítko není k dispozici) a přepočtením 25 minutových prohlídek na prohlídky 45' pak průměrný počet ( $\mu$ ) klesá na 42 ( $\lambda$ ). Intenzita provozu v hodnoceném měsíci tedy je:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{42}{53} = 0,79 = 79\%$$

Tím byla splněna podmínka, že  $\rho < 1$ , aby systém HO byl funkční.

Činnost obsluhy lze znázornit i graficky na grafu č. 5., kde je uvedena doba pracovního nasazení techniků v jednom pracovním dni.

Graf 5 - Maximální teoretická vytiženost (v hod.)



Zdroj: vlastní zpracování

Postup techniků při obsluze (též postup obsluhované jednotky) lze také znázornit na časové tabulce č. 14, která se týká kontrolovaného osobního automobilu o délce obsluhy 45 minut).

Tabulka 14 - Časový postup obsluhy techniků k TPr osobního automobilu

	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
A	→																
B		→															
C			→														
D				→													
E					→												

*Zdroj:vlastní zpracování*

—————→ = 45 minutová prohlídka osobního automobilu , ztráta =  $z = 3$

Při této obsluze, kdy požadavky nastupují v 15 minutových intervalech na linku obsluhy, dochází k minimalizaci prostojů obsluhy linky. Což je dáno tím, že na jednotlivých stanovištích obslužné linky musí být ukončena kontrola předchozí jednotky. Z této tabulky lze vysledovat, že:

- Technik A provedl 9 Technických prohlídek
- Technik B provedl 9 Technických prohlídek
- Technik C provedl 10 Technických prohlídek
- Technik D provedl 10 Technických prohlídek
- Technik E provedl 10 Technických prohlídek

To znamená, že bylo celkem provedeno 48 kontrol. Je nutno poznamenat, že technici se každý týden střídají (proměňují) v nástupu do práce ( $A > B > C > D > E > A$ ). Tento stav je ovšem ideální – na lince obsluhy nevznikly skoro žádné problémy a postup požadavků následoval za sebou (bez prostojů). Tomu by odpovídala intenzita provozu:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{48}{53} = \sim 0,9.$$

V praxi tomu tak není a je dosahováno  $\rho = \sim 0,7 - 0,8$ .

Podmínkou stabilizace systému hromadné obsluhy platí pro praktické hodnoty:  $\lambda = 42$  a  $\mu = 53$  a v tom případě platí, že  $\lambda < \mu$ .

To bude asi vše k nejexponovanějšímu měsíci v roce 2016. Pro další výpočty je třeba uvažovat celý rok 2016 – poskytně to objektivnější pohled na systém hromadné obsluhy v hodnoceném STK.



## 12.3 Výpočet kapacity linky hromadné obsluhy pro rok 2017 (4 pracovníci obsluhy)

- Předpoklady délky obsluhy – vždy 45 minut / 1 požadavek
- Pracovníci čerpají celou dovolenou v průběhu roku
- Nemocnost je minimální
- Úklidových dnů je minimální počet (1 v měsíci)
- Počet obsluhujících techniků je 4.

Nemocnost a úklidové práce stanoviště jsou minimální tím, že „scházející“ pracovník obsluhy je nahrazen vedoucím technikem, který má ovšem své úkoly spojené s řízením provozu STK. V následující tabulce č. 15 jsou zobrazeny základní údaje pro výpočet kapacity linky s 4 techniky.

*Tabulka 15- Souhrnné údaje pro výpočet kapacity linky obsluhy (4 technici)*

Počet pracovních dní v roce	249
Počet dnů řádné dovolené / 1 pracovník	25
Plánovaný počet dnů nemocnosti / 1 pracovník	3
Úklidové dny (seřízení strojů, apod.)	12
Produktivní dny v roce (d)	209
Pracovní doba kontrolních dní (h)	9
<b>Osobní automobily (LOA) :</b>	
Pracnost TPr osobních automobilů – 45 min	$t_{LOA4} = 0,75$ hod
Počet kontrolních techniků na lince (p)	4
Ztráta počtu TPr (z)	3

*Zdroj: vlastní zpracování*

Teoretická kapacita kontrolní linky pro  $L_{OA}$ :

$$K_{LOA4} = \left( \frac{p \times h}{t_{LOA4}} - z \right) \times d = \left( \frac{4 \times 9}{0,75} - 3 \right) \times 209 = 9\,405 \text{ TPr} / \text{rok}$$

Z toho vychází, že intenzita příchodů požadavků:

- $\lambda = \frac{9\,405}{209} = 45/\text{den}$ ,
- Doba obsluhy  $T_S = 45$  minut,
- Intenzita obsluhy  $\mu = \frac{1}{T_S} \times 60 \times 45 = 60$  požadavku / den,
- Intenzita provozu  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{45}{60} = 0,75$ .

Tak byly určeny teoretické možnosti SHO v ABA STKáčko, s.r.o. pro rok 2017 při obsluze 4 techniky.

### 12.3.1 Střední počet jednotek v systému

Střední nebo také průměrný počet jednotek v systému ukazuje na průměrné obsazení kanálu obsluhy kontrolovanými jednotkami ( $L$ ):

$$L = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{0,75}{1-0,75} = \frac{0,75}{0,25} = 3$$

V obslužném kanále se pohybují průměrně 3 jednotky požadavků.

### 12.3.2 Střední počet jednotek ve frontě

Střední nebo též průměrný počet jednotek ve frontě lze určit podle vzorce ( $L_q$ ):

$$L_q = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{0,75^2}{1-0,75} = \frac{0,56}{0,25} = 2,25$$

V systému se netvoří fronty před vstupem na linku obsluhy, protože cca 2 jednotky ve frontě ukazují na to, že  $L > L_q$  splňují požadavek na jistý zákaznický komfort. Někdy tohoto faktu využívají „znalí“ zákazníci a dostaví se ke kontrole s vědomím, že budou ve frontě čekat (není to moc častý jev).

### 12.3.3 Střední doba strávená jednotkou v systému

Jde o údaj o průměrné době, kterou jednotka stráví v systému obsluhy:

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{60 - 45} = \sim 0,07 \text{ pracovní doby linky / den, tj. cca 36 minut.}$$

### 12.3.4 Průměrná intenzita vstupu jednotek do SHO

Tuto hodnotu stanoví vzorec pro  $T$ , z něhož vyplývá:

$$\lambda = \frac{T \times \mu - 1}{T} = \frac{0,07 \times 60 - 1}{0,07} = \sim 46 \text{ požadavků / den}$$

To odpovídá a ověřuje předpokládanou průměrnou dobu trvání obsluhy, tedy předpokládaných 45 požadavků za 1 pracovní den.

### 12.3.5 Střední doba strávená jednotkou ve frontě

Průměrnou dobu pobytu jednotky ve frontě lze spočítat z:

$$T_q = \frac{\lambda}{\mu \times (\mu - \lambda)} = \frac{45}{60 \times (60 - 45)} = \frac{45}{900} = 0,05 \text{ pracovní doby linky, tj. 27 minut.}$$

Tato doba čekání je pro zákazníky ještě velmi přijatelná.

### 12.3.6 Střední doba obsluhy v SHO

Pro výpočet tohoto ukazatele je použit vzorec:

$$T_s = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{60} = \sim 0,017 \text{ pracovního dne, tj. cca 9 minut.}$$

### 12.3.7 Pravděpodobnost, že v systému je alespoň 1 jednotka

Jde o pravděpodobnost, že alespoň 1 jednotka je ve frontě či obsluze:

$$p \{L > 0\} = (1 - p_0) = \rho,$$

$$\rho = 0,75 \text{ a pro } p_0 = 0,25 = 25\%$$

Na lince pracuje alespoň 1 pracovník obsluhy.

### 12.3.8 Pravděpodobnost, že jednotka nebude čekat ve frontě

Také v systému není žádná jednotka a tím je vyjádřena pravděpodobnost, že jednotka má nulovou čekací dobu ve frontě a též pravděpodobnost, že obslužná linka stojí.

$$p_0 = 1 - \rho = 1 - 0,75 = 0,25, \text{ tj. } 25\%$$

Z toho vychází, že v systému je prostor o velikosti 25% pracovního času, kdy na lince není žádný požadavek.

### 12.3.9 Pravděpodobnost, že v systému je právě $k$ jednotek

Také: pravděpodobnost, že v systému budou alespoň 2 požadavky – dle:

$$p_n = (1 - \rho) \times \rho^n$$

$$p_2 = (1 - 0,75) \times 0,75^2 = 0,25 \times 0,5625 = \sim 14,1\%$$

Pravděpodobnost, že v systému budou 2 požadavky je cca 14%.

### 12.3.10 Pravděpodobnost, že v systému je více než $k$ jednotek

$$p \{L > K\} = \rho^{n+1}$$

$$p \{45 > 2\} = \rho^{2+1} = 0,75^3 = 42,18 = \sim 42 \%$$

Pravděpodobnost, že v hodnoceném systému HO se budou pohybovat 2 a více požadavků je cca 42 %.

### 12.3.11 Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo méně jednotek:

$$p \{L \leq n\} = 1 - \rho^{n+1}$$

$$p \{45 \leq 47\} = 1 - \rho^{47+1} = 1 - \rho^{48} = 1 - 0,75^{48} = 1 - 0,000134 \text{ (cca)} = 0,9999, \text{ tj. } 99,99\%$$

### 12.3.12 Hodnocení SHO ve 4 pracovnících obsluhy STK

Z hodnocených kritérií je zřejmé, že systém má rezervy ve využití celé linky, když limitující je právě nedostatečný počet pracovníků obsluhy.

## 12.4 Výpočet kapacity linky SHO pro rok 2017 – 5 pracovníků obsluhy

Úpravou (zvýšením) počtu techniků na celkem 5 pracovníků obsluhy (+1), se změni údaje uvedené v tabulce č. 15 výše a to následovně:

- Počet kontrolních techniků na lince obsluhy ( $p$ ) = 5
- Ztráta počtu TPr v pracovní směně ( $z$ ) = 1

Potom se změni i teoretická kapacita kontrolní linky pro  $L_{OA}$ :

$$K_{LOA5} = \left( \frac{p \times h}{t_{LOA5}} - z \right) \times d = \left( \frac{5 \times 9}{0,75} - 1 \right) \times 209 = 12\,331 \text{ TPr} / \text{rok}, \text{ z toho:}$$

- Intenzita příchodu požadavků  $\lambda = \frac{12\,331}{209} = 59 / \text{den}$
- Doba obsluhy 1 požadavku zůstává  $T_S = 45 \text{ minut}$
- Intenzita obsluhy  $\mu = 69 \text{ požadavků} / \text{den}$  (zůstává stejná)
- Intenzita provozu  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{59}{69} = \sim 0,85$

### 12.4.1 Střední počet jednotek v systému

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{0,85}{1 - 0,85} = \frac{0,85}{0,15} = \sim 6 \text{ jednotek}$$

### 12.4.2 Střední počet jednotek ve frontě

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,85^2}{1 - 0,85} = 4,8 = \sim 5 \text{ jednotek}$$

### 12.4.3 Střední doba strávená jednotkou v systému

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{69 - 59} = \sim 0,1 \text{ dne, tj. cca } 53 \text{ minut}$$

Předčasný závěr je:

Trvalé nasazení 5. technika ukazuje na zvýšení intenzity provozu na hodnotu 0,85, která je nereálná a je vyšší než doporučených 0,8. Střední počet jednotek v systému nelze

realizovat, protože 4 kontrolní stání umožňují obsluhu právě 4 jednotek současně. Neuskutečnitelný je také pobyt jednoty v délce 53 minut. Propočtení navýšení počtu kontrolních techniků bude tedy znovu realizován pro jiný počet kontrolních techniků.

## 12.5 Výpočet kapacity linky – zapojení vedoucího

Zpokladů o práci techniků v SHO na uvedeném STK vyplývá, že podíl práce vedoucího technika – při práci kontrolního technika na lince obsluhy – činí v roce průměrně 18 % jeho pracovní doby. Potom se údaje v tabulce č. 15. změny následovně:

- Počet kontrolních techniků na lince obsluhy ( $p$ ) = 4,18

Změny dosáhne i teoretická kapacita kontrolní linky pro  $L_{OA}$ :

$$K_{LOAH} = \left( \frac{p \times h}{t_{LOAH}} - z \right) \times d = \left( \frac{4,18 \times 9}{0,75} - 3 \right) \times 209 = \sim 9\,856 \text{ TPr} / \text{rok}, \text{ z toho:}$$

- Intenzita příchodu požadavků  $\lambda = \frac{9\,856}{209} = \sim 47 / \text{den}$
- Doba obsluhy 1 požadavku zůstává  $T_S = 45 \text{ minut}$
- Intenzita obsluhy  $\mu = \frac{1}{T_S} \times 60 \times 45 = 60 \text{ požadavku} / \text{den}$
- Intenzita provozu  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{47}{60} = 0,78, \text{ tj. (78\%)}$

### 12.5.1 Střední počet jednotek v systému

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{0,78}{1 - 0,78} = \frac{0,78}{0,22} = 3,54 \text{ jednotek}$$

### 12.5.2 Střední počet jednotek ve frontě

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,78^2}{1 - 0,78} = \frac{0,6084}{0,22} = \sim 2,76 \text{ jednotek}$$

### 12.5.3 Střední doba strávená jednotkou v systému

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{60 - 47} = \sim 0,077 \text{ pracovního dne, tj. cca 42 minut.}$$

#### 12.5.4 Střední doba strávená jednotkou ve frontě

$$T_q = \frac{\lambda}{\mu \times (\mu - \lambda)} = \frac{47}{60 \times (60 - 47)} = \frac{47}{780} = 0,06 \text{ pracovní doby linky, tj. 33 minut.}$$

#### 12.5.5 Střední doba obsluhy v SHO

$$T_S = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{60} = \sim 0,017 \text{ pracovního dne, tj. cca 9 minut}$$

#### 12.5.6 Pravděpodobnost, že v systému (frontě a obsluze) je alespoň 1 jednotka

$$p \{L > 0\} = (1 - p_0) = \rho,$$

$$\rho = 0,78 \text{ a pro } p_0 = 0,22 = 22\%$$

#### 12.5.7 Pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka (není čekání ve frontě)

$$p_0 = 1 - \rho = 1 - 0,78 = 0,22, \text{ tj. } 22\%$$

#### 12.5.8 Pravděpodobnost, že v systému je právě $k$ jednotek

$$p_n = (1 - \rho) \times \rho^n, n = 2$$

$$p_2 = (1 - 0,78) \times 0,78^2 = 0,22 \times 0,6084 = \sim 13,38\%$$

#### 12.5.9 Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo více jednotek

$$p \{L \geq n\} = \rho^n, \text{ pro } n = (2) - \text{ to znamená, že } \rho^2 = 0,78^2 = 60,8 \%$$

#### 12.5.10 Pravděpodobnost, že v systému je více než $k$ jednotek

$$p \{L > K\} = \rho^{n+1}, \text{ pro } n = 2$$

$$\rho^{2+1} = 0,78^3 = 47,45 = 47,45 \%$$

### 12.5.11 Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo méně jednotek:

$$p \{L \leq n\} = 1 - \rho^{n+1}$$

$$p \{47 \leq 48\} = 1 - \rho^{n+1} = 1 - \rho^{49} = 1 - 0,78^{49} = 0,9999, \text{ tj. } 99,99\%$$

### 12 5.12 Výsledek analýzy modelu

Tento model hromadné obsluhy zákazníků nejlépe odpovídá požadavkům na systém hromadné obsluhy v hodnoceném STK.



### 13. Výsledky hodnocení základních charakteristik modelů a ekonomických výpočtů

Pro lepší přehlednost minulých podkapitol uvádím stručnou tabulku výsledků č. 16.

*Tabulka 16- Stručné výsledky základních charakteristik modelů HO*

STKáčko, s.r.o.	Snížený stav - 4 techniků	Zvýšený stav – 5 techniků	Reálný stav - 4,18 techniků
$\lambda$ – intenzita vstupu jednotek do systému	45 / den	59 / den	47 / den
$\mu$ - intenzita obsluhy	60 / den	69 / den	60 / den
P – intenzita provozu	0,75	0,85	0,78
L – střední počet jednotek v systému	~ 3	~ 6	~ 3,5
$L_q$ – střední počet jednotek ve frontě	2,25	~ 5	~ 2,8
T – střední hodnota celkové doby v systému	36 min	18 min	42 min
$T_q$ – střední doba čekání ve frontě	27 min	*	33 min
$T_s$ – střední doba obsluhy	9 min	*	~ 9 min
$p$ – pravděpodobnost, že linka pracuje	0,75 = 75%	*	0,78 = 78 %
$p_0$ – pravděpodobnost, že v systému není žádná jednotka	0,25 = 25%	*	0,22 = 22%
$p_2$ – pravděpodobnost, že v systému je právě $k$ jednotek, $n = 2$	~ 14,1%	*	13%
Pravděpodobnost, že v systému je více než $k$ jednotek, $n = 2$	~ 42%	*	~ 47,5%
Pravděpodobnost, že v systému je $k$ nebo méně jednotek, $n = L + 1$	99,99%	*	99,99%

*Zdroj: vlastní zpracování*

\* - Hodnocení systému 5 techniků nebylo dokončeno, protože v již úvodu výpočtu se hodnoty dostávaly do nereálných a v praxi nerealizovatelných hodnot. Proto bylo pokračováno hodnocením reálného stavu.

System, tak jak je v současnosti provozován, je **kompromisem** mezi úvahami k využití 4 nebo 5 techniků na lince obsluhy. **Kompromis** uspokojivě řeší požadavky jednotek (zákazníků) i s ohledem na minimalizaci jejich čekání ve frontě požadavků a mezi možnostmi obsluhy linky, která je tak využita optimálně a s ohledem na obsluhující techniky i s přiměřenou „náročností“ práce. Je nutno poznamenat, že pro zjednodušení byl systém upraven na obsluhu jednoho druhu vozidel (OA) a pouze jeden druh prohlídky (pravidelná TPr).

### **13.1 Předpokládané ekonomické výsledky, dle jednotlivých variant modelů**

Pro zjišťování ekonomických výsledků v jednotlivých variantách modelů SHO v podniku ABA STKáčko, s.r.o. bylo možné získat jen velmi málo účetních podkladů, důvodem byl velmi zjednodušený podklad „výsledovka“ za uplynulá léta a také to, že ve společnosti ABA, s.r.o. dosud probíhají práce na účetní uzávěrce roku 2016. Přesto lze usuzovat na to, jakých výsledků, dle variant, lze dosáhnout, a to s poměrně dobrou mírou pravděpodobnosti. (cca 50%)

Rozdíly variantních řešení jsou v počtech pracovníků obsluhy, které pro tyto varianty byly uvažovány. Jedním z ukazatelů, které ovlivňují hospodářský výsledek, jsou mzdy zaměstnanců STK, včetně ostatních osobních nákladů, kterými jsou zejména odvody na zdravotní a sociální zabezpečení zaměstnanců STK.

Zatímco v předchozích letech se mzdy pohybovaly na přibližně stejné úrovni, pro rok 2016 byly mzdy zaměstnanců zvýšeny v průměru o 4,5 % - přitom došlo ke snížení počtu prohlídek celkem (za rok 2016), vlivem prodloužení zákonem nařízených lhůt pro provedení jednotlivých typů technických prohlídek (o 50%).

V úvodu výpočtů (kalkulací) práce připomíná výkon STK podle počtu provedených TPr a cen těchto výkonů. Ceník je velmi rozsáhlý (podrobný) – jsou použity ty ceny, které se používají u šesti nejčastějších druhů kontrol – viz následující tabulka č. 17.

*Tabulka 17- Stručný přehled 6 nejčastějších prohlídek, jejich  $\phi$  cena a výnosy*

<b>Druh prohlídky</b>	<b>Počet prohlídek za rok 2016 celkem</b>	<b>Cena prohlídky (průměrně v Kč)</b>	<b>Celkem výkony (v Kč)</b>
Evidenční prohlídka	1 635	~ 415,-	566.480,-
Prohlídka na žádost zákazníka	61	~ 275,-	16.800,-
TPr opakovaná	1341	~ 283,-	379.190,-
TPr pravidelná	6092	~ 740,-	4,507.900,-
TPr před registrací	196	~ 898,-	175.910
TPr před registrací opakovaná	10	~ 220,-	2.200
<b>Celkem</b>	<b>1 335</b>	<b>~ 605,-</b>	<b>5,648.480</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

### **13.1.1 Výpočet mzdových nákladů v letech 2012 – 2016 (v tis. Kč)**

Mzdové náklady v tabulce č. 18 jsou mzdovými náklady produktivních zaměstnanců STK – vyloučeny byly mzdy administrativních pracovníků příjmové kanceláře.

*Tabulka 18 - Výpočet mzdových nákladů v letech 2012 - 2016 (v tis. Kč)*

<b>Náklady</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Předpoklad 2016</b>
Mzdové náklady	1377	1468	1493	1582	1653
Ostatní osobní náklady	496	528	537	570	595
Osobní náklady celkem	1873	1996	2030	2152	2248

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z předpokládaného vývoje mezd v roce 2016 lze určit následující:

- Vedoucí technik – roční výdělek činí 381.461,- Kč, měsíční cca 31.790,- Kč
- 1 až 4 technici průměrně – roční výdělek činí 317.884,- Kč, měsíční cca 26.490,- Kč

### 13.1.2 Výpočet kritérií pro jednotlivé návrhy modelů SHO

Při hodnocení variantních řešení nebylo možné vzít v úvahu různosti v plnění pracovních povinností techniků (s ohledem na jejich nepřítomnost v zaměstnání z důvodu čerpání řádné dovolené, nemoci apod. – tyto podrobné údaje nebyly zpřístupněny – viz výše). Přesto z údajů o mzdových nákladech lze vycházet pro vývoj kritérií jednotlivých variant modelů SHO v hodnocení této STK.

Také údaje o tvorbě front požadavků lze použít podle výsledků minulých let. Otázka, zda a jakým způsobem se budou měnit požadavky, je přesně neurčitelná. Lze předpokládat, že vývoj počtu zákazníků bude také stejný, jako v minulých letech. Počty nově nakupovaných dopravních prostředků se budou pomalu zvyšovat se sílící kupní silou obyvatel a tím se bude snižovat počet starých vozidel. Na práci STK to bude v příštích cca 5 letech mít jen velmi omezený vliv. Lze tedy očekávat, že i počty kontrol budou stagnovat na stejných číslech. Podle těchto kroků jsou tedy postaveny předpoklady variantních řešení pro rok 2017 v jednotlivých modelech SHO. Tyto výpočty jsou uvedeny v tabulce č. 19.

*Tabulka 19 - Předpoklady variantních řešení modelů a jejich počty*

<b>Kritéria</b>	<b>Variant 1 – 4 technici</b>	<b>Varianta 2 – 5 techniků</b>	<b>Varianta 3 – 4,18 techniků</b>
Počet techniků	4	5	4,18
Počet techniků × průměrné mzdové náklady na 1 den (v Kč)	$4 \times (432.308 : 209) = 8\,274,-$	$5 \times (432.308 : 209) = 10\,342,-$	$4,18 \times (432.308 : 209) = 8\,646,-$
Max. možný počet požadavků / den	60	69	60
Možné denní požadavky × průměrná cena na 1 požadavek (v Kč)	$60 \times 609 = 36\,540,-$	$69 \times 609 = 42\,021,-$	$60 \times 609 = 36\,540,-$
Intenzita vstupu požadavků (ks)	45	59	47
Intenzita požadavků × průměrná cena 1 požadavku = tržby celkem	$45 \times 609 = 27\,405,-$	$59 \times 609 = 35\,931,-$	$47 \times 609 = 28\,623,-$

*Zdroj: vlastní zpracování*

Již v předchozí kapitole č. 13. byla z hodnocení vyloučena varianta č. 2 pro nerealizovatelný tok požadavků linkou SHO – linka by byla utěsněna vozidly čekajícími mezi jednotlivými stáními linky a počet čekajících zákazníků (nespokojených) ve frontě požadavků by rostl nad možný počet uspokojitelných požadavků.

Z výsledných kritérií varianty č. 1. je zřejmé, že tento systém by hodnocené STK mohl vyhovovat – předpokladem úspěšnosti však je rovnoměrnost příchodu požadavků k obsluze ve stejném měsíčním (a denním) počtu příchozích požadavků (zákazníků).

Variantský model č. 3. nejlépe vyhovuje dané STK tím, že je vhodným kompromisem mezi počty vstupujících požadavků a možnostmi linky obsluhy dle její kapacity.

### **13.1.3 Ekonomické hodnocení variant modelů SHO v řešeném STK**

Pro nedostatek potřebných údajů lze ekonomicky hodnotit varianty pouze dle celkových mzdových nákladů této STK. Tyto údaje jsou na následující tabulce č. 20.

*Tabulka 20 - Srovnání tržeb z výkonů (+) a mzdových nákladů (-) v roce 2017*

<b>Kritéria</b>	<b>Varianta 1.</b>	<b>Varianta 2.</b>	<b>Varianta 3.</b>
Tržby z výkonů TPr roku 2017 (předpoklad)	+ 5,727.645 Kč	+ 7,509.579 Kč	+ 5,982.207 Kč
Úplné mzdové náklady (předpoklad)	- 2,248.000 Kč	- 2,810.000 Kč	- 2,248.000 Kč
Hospodářský výsledek	+ 3,479.645 Kč	+ 4,699.579 Kč	+ 3,734.200 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

- + = zisk
- - = ztráta

Vyjma neuskutečnitelné varianty č. 2. lze konstatovat, že výhodnější je varianta č. 3. (s částečným zapojením vedoucího technika STK do systému obsluhy). Mzdové náklady zůstávají na stejné úrovni jako u varianty č. 1., zisk společnosti ale vzroste o cca 255 tis. Kč. Jde tedy o kompromis přijatelný i v oblasti ekonomiky firmy.

Takto vykazované výsledky hospodaření zřejmě vyhovují vedení společnosti ABA, s.r.o. (mateřská s.r.o.). Pokud by však vedení společnosti chtělo znát přesné výsledky, mělo by být zavedeno ekonomické hodnocení ve způsobu „baťovských“ hospodářských středisek. Nutné by bylo zavést vykazování přímých nákladů, jakými jsou elektrická energie, teplo, aj. – to by však vyžadovalo do provozovny instalovat potřebná podružná měřidla. Dále by bylo vhodné sledovat odpisování základních prostředků a v neposlední části výkaznictví by bylo vhodné stanovit podíl na výrobní a správní režii mateřské s.r.o. – např. pomocí tzv. „odměn“, čili podílu na režii podle počtu pracovníků společnosti ABA, s.r.o., včetně pracovníků společnosti ABA STKáčko, s.r.o. Pak by ukazatel hospodářského výsledku měl daleko větší vypovídací schopnosti. Následně by bylo možné zlepšit hospodaření STK právě v nákladových položkách.

## **13.2 Minimalizace nákladů**

Při stanovení cílů této diplomové práce se počítalo s tím, že jednou z možností bude snížení nebo minimalizace nákladů. Hlavním problémem řešením tohoto cíle bylo to, že jediné materiály, které se podařilo získat (od firmy ABA s.r.o.), byly účetní uzávěrky (ty obsahovaly pouze mzdové a osobní náklady).

Po diskusi s majitelem podniku ABA, s.r.o. a vedoucím technikem STK bylo zjištěno, že náklady na nákup nového technického vybavení pro obsluhu linky nebo měřících zařízení, které by měly snížit nebo minimalizovat náklady, jsou nerealizovatelné (stávající fungují na stejném principu jako nové). Firma se během let snažila minimalizovat náklady všemi možnými prostředky, a jediný náklad, který může momentálně snížit, jsou mzdy zaměstnanců, což je ovšem naprosto nepřijatelné, protože mzdy zaměstnanců, specializovaných techniků STK a SME, nelze snížit vzhledem k jejich vysoké odbornosti a jejich nedostatku na trhu práce.

Naopak náklady během let rostou jak z důvodů podmínek Ministerstva dopravy, ať je to prodloužení technické prohlídky z 30 minut na 45 minut, online propojení s MD, Krajskými úřady a obcemi s rozšířenou působností, nebo pořízení fotodokumentace (tzn. fotoaparátů, počítačů, monitorů a všech dalších věcí s tím spojených). Za dobu existence ABA STKáčko, s.r.o. vzrostly výrazně ceny vstupů a to jak elektřiny, vody a plynu. Dalším nákladem bude během roku 2017 zavedení internetu a fotodokumentace do Stanice emisního měření dle novely zákona 56/2001 Sb.

## 14. Závěr

Práce na diplomové práci mě přinutila podívat se na provoz ABA STKáčko, s.r.o. z jiného pohledu, než jakým jsem se ve svém zaměstnání dosud zabýval. Dohled nad technickou částí provozu vykonávám déle než rok. Přitom jsem zjistil, že na činnost STK je třeba se podívat i z jiných úhlů. Jde o to, jak jsou s naší činností spokojeni zákazníci (to zejména), jak naši činnost vidí vedení mateřské firmy ABA, s.r.o. a důležitý je i pohled zaměstnanců – jak oni vidí klady a zápory v naší práci. Zájem zákazníků a vedení společnosti musí být sladěn tak, aby spokojenost byla na obou stranách.

K posouzení a návrhu zlepšujících opatření výrazně napomůže analýza těchto názorů v konfrontaci s realitou v činnostech STK. Byla tedy provedena analýza všech aspektů, z nichž se činnosti STK skládají, a byl vyvozen závěr v podobě návrhu řešení pro vedení společnosti. Činnostmi, které práci STK provádí, se zabývají postupy matematické analýzy, jichž je známa celá řada. Pro svoji analýzu jsem zvolil využití teorie front v systému hromadné obsluhy těchto front.

V teoretické části jsem provedl analýzu kritérií SHO tak, jak jsou v odborné literatuře doporučovány. Musím konstatovat, že jde o problém jak získat potřebná fakta a údaje, když v hodnocené STK jsou evidovány výkony velmi zjednodušeně – pomocí různých výkazů, které mají vypovídací schopnost pro interní uživatele a pro pohled „zvenku“ jsou velkou komplikací, např. evidence výkonu přes počty provedených kontrol a tržby z výkonů sdružené do 6 typů kontrol (ve skutečnosti jich je až 18). Přesto se podařilo zjistit potřebné údaje a ty následně vyhodnotit podle užívaných kritérií. I nedokonalé údaje (z účetnictví) o ekonomice STK byla nakonec použitelná.

Pro hodnocení systému obsluhy jsem vybral analytický model systému hromadné obsluhy typu  $M/M/n$  s čekáním. Tento model zcela vyhovuje podmínkám STK a jeho řešení dává potřebné výsledky, z nichž lze vyvodit potřebné závěry. Protože v STK je používána pouze jedna pracovní linka (obsluhy), byl použit model  $M/M/1$  s dalšími údaji, které doplňují klasifikaci modelu:

- linka má maximální kapacitu denních kontrol 60ks (podle výkonů nejexponovanějšího měsíce 6/2016)
- fronta požadavků je nekonečně velká

- systém využívá upřednostňování telefonických objednávek zákazníků

Potom celý název modelu je M/M/1/∞/PRI.

Aby bylo dosaženo cíle diplomové práce (po analýze SHO navrhnout možné změny vedoucí k zvýšení efektivity činností STK) byl model zpracován ve třech variantách. Variantní řešení byla tedy zaměřena na využití linky obsluhy, která by měla být objektivně co nejvyšší, při dosažení jistého komfortu zákazníků (tedy požadavků ve frontě čekání a ve frontě obsluhy).

STK celkem zaměstnává 7 pracovníků, z toho 2 pracovnice (operátorky) mají drobné administrativní úkoly, hlavně však organizují zákazníky (tok požadavků ve frontě) a zapisují protokol v systému CIS. Činnost řídí vedoucí technik a systém obsluhy doplňují 4 řadoví technici. Důležitým faktem je, že vedoucí technik je, stejně jako řadoví technici, vybaven příslušným povolením, které je nutné k práci technika STK. Tak může vedoucí technik svým nástupem do linky obsluhy řešit případné výpady v účasti na lince z důvodu nemoci, čerpání dovolené, apod. Tím výrazně omezuje případné prostoje linky obsluhy a následný růst požadavků ve frontě příchozích požadavků.

Pro modelování SHO na lince obsluhy v STK jsem vybral následující možnosti:

- **1. varianta** – práce na lince provádí 4 technici, což je normální stav
- **2. varianta** – počet techniků je zvýšen na 5
- **3. varianta** – počet techniků není v celých číslech, vlivem přepočtu využití vedoucího technika na linku v době, kdy pracovala na maximální výkon (z dokladů bylo zjištěno, že jeho účast je v měsíčních výkazech v průměrné výši 18% z ročního nasazení celkem), tento počet techniků má hodnotu **4,18**.

Modelování systému hromadné obsluhy v kategorii M/M/1/∞/PRI pak mělo následující výsledky:

- **1. varianta:** intenzita vstupů jednotek do systému  $\lambda = 45$  (za den) a intenzita obsluhy  $\mu = 60$  (za den – jako maximálně možná) – pak intenzita provozu  $\rho = 0,75$ , což je ještě v mezích doporučených (až 0,8). Přitom střední doba čekání ve frontě ( $T_q$ ) byla 36 min při délce obsluhy 45 minut, což je pro zákazníky přijatelná doba



- **2. varianta:** zvýšením počtu techniků na 5 by došlo (podle kritérií) k tomu, že linka by byla přeplněna vozidly a fronta čekajících by rostla nade všechny meze – linka by pracovala s prostoji, zákazníci by raději odcházeli ke konkurenci. Proto byla tato varianta vyloučena z dalšího zkoumání a modelování.
- **3. varianta:** původní počet 4 obsluhujících techniků je zvyšován dle potřeby, a to v případech nárůstu počtu požadavků ve frontě, když je možné ještě navýšit počet obslužených požadavků, aby přítomní zákazníci byli také uspokojeni. Z ročního celkového výsledku, kdy byl podíl pracovního nasazení (18%) vedoucího technika jako 5. na linku, vznikl průměr nasazení 4,18 techniků na lince. ( $\lambda = 47$ ,  $\mu = 60$ ,  $\rho = 0,78$ ,  $T_q = 33$  minut). Jde o dny, kdy se STK snaží vyhovět náporů zákazníků.

Je nutné uvést, že skladba požadavků skutečně realizovaných v praxi neodpovídá realitě proto, že skutečné provedení požadavků není uvažovaných 45 minut, jak je v modelech uvažováno (dle zákona), ale že počet vyřízených požadavků je vyšší, když důvodem jsou kontroly menšího rozsahu a tím i kratší doby obsluhy na lince – tehdy je využití 5. technika optimální.

Porovnáním 1. a 3. varianty docházím k závěru, že obě jsou v praxi použitelné:

- 4 technici v měsících, které byly pod běžnou normou (jde o zimní měsíce)
- 5 techniků pak v měsících, které byly zase naopak nad běžnou normou (jaro + léto)

Po diskusi s majitelem podniku ABA, s.r.o. a vedoucím technikem STK bylo zjištěno, že náklady na nákup nového technického vybavení pro obsluhu linky nebo měřících zařízení, které by měly snížit nebo minimalizovat náklady, jsou nerealizovatelné (stávající fungují na stejném principu jako nové). Firma se během let snažila minimalizovat náklady všemi možnými prostředky, a jediný náklad, který může momentálně snížit, jsou mzdy zaměstnanců, což je ovšem naprosto nepřijatelné, protože mzdy zaměstnanců, specializovaných techniků STK a SME, nelze snížit vzhledem k jejich vysoké odbornosti a jejich nedostatku na trhu práce.

Vedení společnosti ABA, s.r.o. může toto řešení doporučit k dalšímu používání v praxi. Zvláštní doporučení bych směřoval k ekonomickému hodnocení práce v STK. Dosud užívané výkaznictví je velmi jednoduché a nedává ucelený přehled o skutečném

hospodaření ABA STKáčko, s.r.o. Doporučuji tento problém řešit, například dle způsobů střediskového hospodaření, které je obvyklé ve větších podnicích.

## 15. Seznam použité literatury:

**ASMUSSEN, Søren.** *Applied probability and queues.* 2nd ed. New York: Springer, c2003. str. 438. ISBN 978-0-387-00211-8.

**BRÉMAUD, Pierre.** *Markov Chains Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues.* New York, NY: Springer New York, 1999. str. 444. ISBN 9781475731248.

**BRIŠ Radim, LITSCHMANNOVÁ Martina.** 2007. *Statistika II.* 1. vydání. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2007. str. 163. ISBN 978-80-248-1482-7.

**BROŽOVÁ Helena, HOUŠKA Milan.** 2008. *Základní metody operační analýzy.* 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2008. str. 244. ISBN 80-213-1193-2.

**DÖMENOVÁ Ludmila, BERÁNKOVÁ Martina.** 2004. *Systémy hromadné obsluhy I.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2004. str. 58. ISBN 80-213-1193-2.

**DUCHOŇ, Bedřich.** *Inženýrská ekonomika.* Praha: C.H. Beck, Praha. 2007. Beckovy ekonomické učebnice. str. 320. ISBN 978-80-7179-763-0.

**HOUŠKA, Milan.** 2009. *Simulační modely I.* 1. vydání dotisk. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009. str. 58. ISBN 978-80-213-1334-7.

**JABLONSKÝ, Josef.** 2002. *Operační Výzkum, Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování.* 1. vydání. Praha: Professional Publishing, 2002. str. 321. ISBN 80-86419-23-1.

**KOŘENÁČ, Václav.** 2002. *Stochastické procesy.* 1. vydání. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2002. str. 228. ISBN 80-245-0311-5.

**KOSTÍK.** *Provozování stanice technické kontroly - podmínky pro získání oprávnění.* <http://www.businessinfo.cz/> [online]. © Copyright 1997-2017 CzechTrade. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/stanice-technicke-kontroly-podminky-1521.html#b1>

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

**Ministerstvo dopravy.** *Statistika Ministerstva dopravy ČR.* <https://www.mdcz.cz/> [online]. © Copyright 1992-2017 Ministerstvo dopravy ČR. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Statistiky?mssfd=Silni%C4%8Dn%C3%AD%20doprava&mssff=Srovn%C3%A1n%C3%AD%20z%C3%A1kladn%C3%ADch%20ukazatel%C5%AF%20mez%C3%AD%20regiony%20C4%8CR&aliaspath=/Statistiky>

**MULAČOVÁ, Věra a Petr MULAČ.** *Obchodní podnikání ve 21. století.* Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4780-4.

**ŠIMONOVSKÝ.** *Vyhláška č. 9/2006 Sb.* <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]. © Copyright AION CS, s.r.o. 2010-2017. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-9>

**STORDAHL, Kjell.** 2007. *The History Behind the Probability Theory and the Queuing Theory.* místo neznámé: Teletronikk, 2007. stránky 123-140. ISBN 0085-7130.

**UGARTE, María Dolores, Ana F. MILITINO a Alan T. ARNHOLT.** *Probability and statistics with R.* Second edition. CRC Press. London. 2008. str. 726. ISBN 978-1-4665-0439-4.

**ZWILLINGER, Daniel a Stephen. KOKOSKA.** *CRC standard probability and statistics tables and formulae.* Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, c2000. New York. ISBN 1584880597.

## 16. Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Podíl kontrol pravidelných na kontrolách celkem v roce 2016 .....	22
Tabulka 2 - Vyúčtování tržeb za prohlídky vozidel v roce 2016.....	24
Tabulka 3 - Stručný přehled o vývoji hospodaření společnosti ABA STKáčko v letech 2012-2015(v tis. Kč) .....	26
Tabulka 4 - Vývoj osobních nákladů celkem v letech 2012 - 2015 (v tis. Kč).....	26
Tabulka 5 - Údaje pro teoretickou kalkulaci pracovního času.....	27
Tabulka 6 - Stručný přehled časové náročnosti jednotlivých druhů kontrol (v minutách) ..	34
Tabulka 7 - Příklady nejčastějších systémů hromadné obsluhy .....	38
Tabulka 8 - Přehled základních proměnných systému HO .....	40
Tabulka 9 - Kendallova klasifikace SHO .....	47
Tabulka 10 - Vztahy pro výpočty v modelech M/M/1.....	57
Tabulka 11 - Klasifikace SHO pro podnik ABA STKáčko, s.r.o. ....	66
Tabulka 12 - Stručný přehled 6 nejčastějších prohlídek a jejich celkový počet (podíl) .....	67
Tabulka 13 - Rozdělení výkonů obsluhy podle techniků a počtu provedených kontrol .....	69
Tabulka 14 - Časový postup obsluhy techniků k TPr osobního automobilu .....	71
Tabulka 15- Souhrnné údaje pro výpočet kapacity linky obsluhy (4 technici) .....	73
Tabulka 16- Stručné výsledky základních charakteristik modelů HO.....	81
Tabulka 17- Stručný přehled 6 nejčastějších prohlídek, jejich $\phi$ cena a výnosy .....	83
Tabulka 18 - Výpočet mzdových nákladů v letech 2012 - 2016 (v tis. Kč) .....	83
Tabulka 19 - Předpoklady variantních řešení modelů a jejich počty .....	84
Tabulka 20 - Srovnání tržeb z výkonů (+) a mzdových nákladů (-) v roce 2017.....	85

## 17. Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Schéma kontrolní linky STK společnosti ABA STKáčko, s.r.o. ....	31
Obrázek 2 - Základní struktura systému hromadné obsluhy.....	37
Obrázek 3 - Schéma obslužné linky.....	43
Obrázek 4 - Paralelně uspořádané linky .....	44
Obrázek 5 - Vícekanálový systém HO.....	45
Obrázek 6 - Model M/M/S/ $\infty$ /FIFO .....	48

Obrázek 7 - Schéma systému M/M/1 .....	52
Obrázek 8 - Optimalizace systému hromadné obsluhy.....	59
Obrázek 9 - Schéma SHO ve firmě ABA STKáčko, s.r.o. ....	62
Obrázek 10 - Rozdělení linky ABA STKáčko, s.r.o. ....	65

## **18. Seznam grafů:**

Graf 1- Pravidelné kontroly v letech 2014-2016 (v jednotlivých měsících).....	21
Graf 2 - Vývoj tržeb z kontrol v jednotlivých měsících v roce 2016 (v Kč) .....	23
Graf 3 - Realizace náhodného procesu .....	54
Graf 4 - Průběh počtu kontrol podle měsíců v roce 2016 (procentuální podíl) .....	68
Graf 5 - Maximální teoretická vytiženost (v hod.).....	71