

Projekt vytvoření výrobní linky s jednokusovým tokem ve firmě WOCO STV s.r.o.

Bc. Pavel Urbánek

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Urbánek**
Osobní číslo: **M11793**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt vytvoření výrobní linky s jednokusovým tokem ve firmě WOCO STV s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu výrobního procesu ve společnosti WOCO STV s.r.o.
- Na základě analýzy navrhněte úpravu vybraného pracoviště v zásadách toku jednoho kusu a vyhodnoťte její přínosy.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, Ján. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

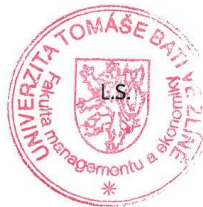
MANN, David. Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. 2nd ed. New York: Productivity Press/Taylor, c2010, xx, 296 p. ISBN 9781439811412.

SAYER, Natalie J a Bruce WILLIAMS. Lean for dummies: tools to sustain lean conversions. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2007, xviii, 362 p. ISBN 04-700-9931-3.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Briš, CSc.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromáková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 29. 4. 2014

W. W. W.

⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce je návrh vytvoření výrobní linky s jednokusovým tokem ve firmě WOCO STV s.r.o. V teoretické části jsou shromážděny poznatky z oblasti průmyslového inženýrství, se zaměřením na metodu jednokusového toku. Praktická část je rozdělena do dvou částí. První část obsahuje analýzu současného stavu na vybraném procesu. K charakterizování současného stavu i k odhalení příležitostí k optimalizaci byly použity především metody měření práce, Basic MOST, VSM a pozorování procesu. Ve druhé, projektové, části byl s ohledem na dílčí zlepšení vypracován návrh výrobní linky a vybalancovány pracovní činnosti pomocí metody Basic MOST. Závěrem práce je vyhodnocení přínosů navrhovaného řešení.

Klíčová slova: Jednokusový tok, layout, balancování, Basic MOST, mapování hodnotového toku,

ABSTRACT

The aim of this postgraduate dissertation is to design a one piece flow production Line in WOCO STV s.r.o. The teoretical part contains a research of various industrial engineering methods with the focus on one piece flow. The practical part is divided into two sections. The first section is the current state analysis of the selected process. Time measurement, Basic MOST, VSM and process observation is used to describe the current state and to discover potential opportunities for optimisation as well. The second section is the optimisation project. With regard to parcial improvements new production line layout is designed and balanced by Basic MOST. The dissertation concludes with a summary of project benefits.

Keywords: One-Piece-Flow, Layout, Balancing, Basic MOST, Value Stream Mapping

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Doc. Ing. Petru Brišovi, CSc. za cenné rady a vedení při vypracování této práce.

Děkuji také společnosti WOCO STV s.r.o. za poskytnutí zázemí pro zpracování diplomové práce a panu Milanu Rusnokovi za užitečné informace a čas, který mi věnoval.

Srdečné díky patří mým blízkým za podporu během celého studia.

I malými věcmi se napomáhá velkým.

Horatius

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBNÍ SYSTÉMY	12
1.1 DEFINICE VÝROBNÍHO SYSTÉMU	12
1.2 VÝROBNÍ PROCES	12
1.3 TYPOLOGIE VÝROBNÍHO PROCESU.....	12
1.4 JEDNOKUSOVÝ TOK	14
1.5 TECHNOLOGICKÝ POSTUP	17
2 ZAVÁDĚNÍ METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY	19
2.1 DEFINICE ŠTÍHLÝCH KONCEPTŮ	19
2.2 KLÍČOVÉ PRINCIPY	19
2.3 ZAVÁDĚNÍ METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY	20
3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	21
3.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	21
3.2 NOVÉ TRENDY V PRŮMYSLOVÉM INŽENÝRSTVÍ	21
3.3 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ	22
3.4 MĚŘENÍ PRÁCE	23
3.4.1 Historické přístupy k měření práce	23
3.4.2 Systém předem určených časů MOST	24
3.4.3 MOST – varianty.....	25
3.5 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT	25
3.6 ŠTÍHLÝ LAYOUT A BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	27
3.6.1 Výrobní buňky	28
3.6.2 Tvorba výrobních buněk	29
4 ERGONOMIE A CHARAKTER PRÁCE	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
5 CHARAKTERISTIKA FIRMY WOCO STV S.R.O.	38
5.1 SWOT ANALÝZA	39
5.2 PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY VE WOCO STV S.R.O.....	41
5.3 LINKA X.....	42
6 ANALYTICKÁ ČÁST	43
6.1 PŘEDSTAVENÍ TYPU VÝROBKU	43
6.2 PŘEDSTAVENÍ LINKY X.....	44
6.3 CÍLE PRO ZAVEDENÍ JEDNOKUSOVÉHO TOKU.....	45
6.4 PODMÍNKY PRO VYPRACOVÁNÍ NÁVRHU	46
6.5 STRUKTURA VÝROBY NA Lince X.....	46
6.6 POPIS PRACOVIŠŤ A TECHNOLOGICKÝ POSTUP	47
6.7 SOUČASNÝ LAYOUT.....	50
6.8 ANALÝZA ČINNOSTÍ OPERÁTORŮ.....	51
6.8.1 MOST Nýtování táhla	52

6.8.2	MOST Lisování spodního dílu.....	52
6.8.3	MOST Předmontáž lemování.....	53
6.8.4	MOST Lemování	54
6.8.5	MOST Strojní kontrola	55
6.9	SROVNÁNÍ MOST A CHRONOMETRÁŽE	56
6.10	VÝKONOVÉ NORMY	58
6.11	MAPOVÁNÍ SOUČASNÉHO HODNOTOVÉHO TOKU	59
6.12	DETEKCE NESHOD	61
6.13	VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ	62
6.14	ERGONOMIE	62
6.15	SHRnutí VÝSLEDKŮ ANALÝZY	63
6.15.1	Jednotlivé operace	63
6.15.2	Proces Linka X.....	63
7	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	65
7.1	OPTIMALIZACE JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ.....	65
7.1.1	Nýtování táhla	65
7.1.2	Lisování spodního dílu.....	65
7.1.3	Předmontáž lemování.....	65
7.1.4	Lemování.....	66
7.1.5	Strojní kontrola.....	66
7.2	NOVÝ LAYOUT	67
7.3	BALANCOVÁNÍ LINKY X	68
7.3.1	Linka pro 3 operátory.....	68
7.3.2	Linka pro 2 operátory.....	70
7.3.3	Linka pro 1 operátora	72
7.4	MAPOVÁNÍ NAVRHOVANÉHO HODNOTOVÉHO TOKU.....	72
7.5	ZHDNOCENÍ PŘÍNOSŮ REALIZACE NÁVRHŮ.....	74
7.5.1	Náklady na přestavbu linky.....	74
7.5.2	Úspora mzdových nákladů.....	74
7.5.3	Další přínosy	76
7.5.4	Shrnutí přínosů	77
	ZÁVĚR	78
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

Od počátků průmyslové výroby se podniky snažily překonat konkurenci dvěma rozdílnými přístupy. Nízkou cenou nebo vysokou kvalitou svých výrobků. Postupem času, jak rostly nároky spotřebitelů, se začaly oba tyto v podstatě protichůdné cíle v různé míře kombinovat. V dnešní době však pro mnohé firmy vysoká kvalita a nízká cena už není ani tak konkurenční výhodou, jako spíše nezbytnou podmínkou podnikání. Snad nejlépe lze tuto skutečnost pozorovat v automobilovém průmyslu, obzvláště u dodavatelů velkých automobilů. Tlaky na vysokou jakost jednotlivých součástí a snižování nákladů jsou v tomto oboru dnes již samozřejmostí. Pokud je však toto pouze základní podmínkou spolupráce, co poskytne firmě výhodu a náskok před konkurencí? Odpovědí je samozřejmě flexibilita. Ve své podstatě to není nic jiného, než další, novější spotřebitelský požadavek. Nejmodernější automobilky jsou schopny vyjít svým zákazníkům vstříc a produkovat několik rozdílných typů automobilů, s rozličnými technickými specifikacemi a výbavami, na jediné výrobní lince, v nízkém výrobním taktu a s krátkou průběžnou dobou výroby. To poskytuje nové možnosti těm dodavatelům, kteří jsou schopni pružně reagovat na proměnlivé požadavky takových výrobců.

Jedním, ne však jediným, nástrojem, který může pomoci firmě tohoto cíle dosáhnout, je jednokusový tok. Zredukování výrobních dávek, uvolnění prostředků vázaných v zásobách rozpracované výroby a zkracování průběžné doby výroby jsou jen některé přínosy, které lze zavedením této metody dosáhnout.

Firma WOCO STV s.r.o. již prakticky uplatnila jednokusový tok na několika výrobních linkách, s vysokými objemy produkce. Nyní se tuto metodu rozhodla uplatnit i na dalších pracovištích.

Cíl této práce reflektuje požadavky firmy: Vypracovat návrh na vytvoření výrobní linky s jednokusovým tokem na určeném výrobním procesu. Tento proces rozhodně není klasickým příkladem pro zavádění toku jednoho kusu. Vyznačuje se nízkými a variabilními zákaznickými objednávkami, i celkovým objemem produkce. Vyrábí se zde několik desítek variant výrobku, s většími či menšími rozdíly, a musí být vybalancován pro variabilní počty operátorů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ SYSTÉMY

1.1 Definice výrobního systému

„Výrobním systémem rozumíme soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod 'štíhlé výroby', které podporují dosažení podnikatelských cílů firmy. Je to právě výrobní systém, který realizuje výrobu – proces přeměny (transformace) a přizpůsobování zdrojů, vstupujících do výrobního systému a směřující k tvorbě hmotných statků nebo služeb (produktů).“ (Tuček a Bobák, 2006, s. 12)

1.2 Výrobní proces

„Základem optimálního fungování každé firmy, úřadu, servisní společnosti jsou procesy. Jejich podstatou je sled vzájemně obsahově i logicky navzájem propojených činností, které ve své podstatě tvoří kompaktní celek, který je schopen požadovanou kombinací vstupů, výstupů a činností přinést finální hodnotu zákazníkovi asoučasně uspokojovat nároky vlastníků i pracovníků firmy. Optimálně nastavené podnikové procesy generují přidanou hodnotu tak po stránce finanční (výnosy podnikových procesů, zisk), jakož i po stránce nefinanční (přidaná hodnota pro zákazníka, zlepšování podnikových procesů, inovace).“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 7)

1.3 Typologie výrobního procesu

Tuček a Bobák (2006, s. 41 – 45) člení výrobní procesy s ohledem na plynulost, nepřetržitost a rytmičnost na tři základní typy:

- **Proudová výroba**

Pracoviště jsou předmětně uspořádána dle návaznosti technologického postupu. Proces je ve stejných intervalech pravidelně opakován. Typickým znakem jsou proudové linky zaměřené na jediný nebo několik málo výrobků. Uplatnění nachází zejména v hromadné a velkosériové výrobě.

- **Skupinová výroba**

Výroba poměrně širokého spektra výrobků, přičemž se všechny podílejí na produkci přibližně stejným dílem. Pracoviště jsou soustředěna do skupin podle technologického určení. Tato výroba se vyznačuje univerzálností a dokáže snadno reagovat na změny ve výrobním programu.

- **Fázová výroba**

Pracoviště jsou organizována technologicky s využitím víceúčelových výrobních zařízení. Výrobní proces je velice závislý na požadavcích zákazníků, přičemž se opakuje buď nepravidelně, anebo vůbec. Tato výroba je vysoce přizpůsobivá, ale vyžaduje udržování velkých výrobních kapacit a zdrojů, se zvýšenými nároky na kvalifikaci pracovníků.

Podle opakovatelnosti nebo také podle stálosti výroby rozlišují Tuček a Bobák (2006, s. 46 – 47) tři typy výroby:

- **Kusovou výrobu** velkého počtu různých druhů výrobků v malých množstvích, jejíž průběh se opakuje nepravidelně, případně se neopakuje vůbec;
- **Jobbing** – můžeme charakterizovat jako výrobu, pro kterou je typické použití stejných vstupů, ale odlišnost finálních produktů (např. výstavba hnízda rodinných domů za použití stejných komponent a materiálů);
- **Sériovou výrobu** stejného druhu výrobků opakovanou v tzv. sériích, kterou podle velikosti rozlišujeme málo, středně a velkosériovou výrobu;
- **Hromadnou výrobu** velkého množství jednoho nebo málo druhů výrobků s vysokou mírou opakovatelnosti a relativně dlouhou ustáleností výroby těchto výrobků.

Kučerák (2007) uvádí rozlišení systémů podle výrobních principů:

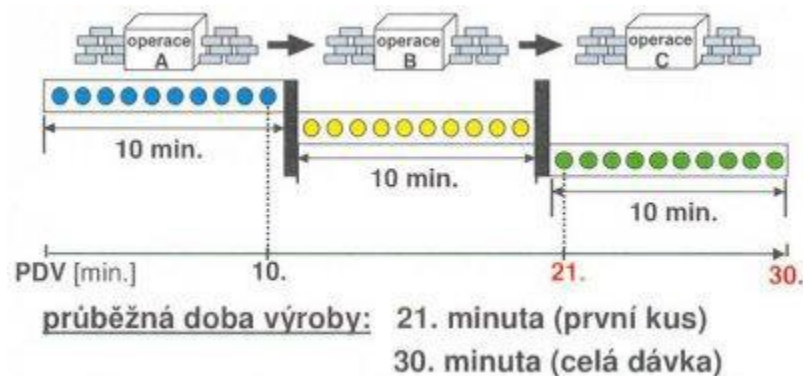
- **Dílenská výroba** – Technologický princip s neorientovaným materiálovým tokem. Výrobní zařízení stejného druhu jsou seskupena k sobě.
- **Výrobní ostrovy** – Princip pružných buněk s neorientovaným materiálovým tokem. Seskupování zařízení na zpracování podobných součástek.
- **Pevné linky** – Zařízení jsou seskupena podle výrobního postupu s pevným materiálovým tokem a výroba probíhá podle taktu zákazníka.
- **Proměnlivé linky** – Podobné jako pevné linky, ale některé operace lze vynechat. Linková výroba.
- **Stacionární výroba** – Podobné jako proměnlivé linky, ale pracoviště jsou stabilní, ačkoliv je možno některé operace vynechat.

1.4 Jednokusový tok

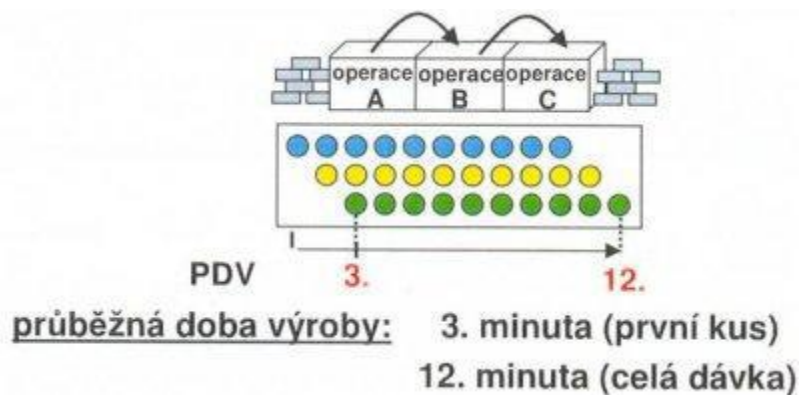
Průběh výroby můžeme dle způsobu rozlišit na dva typy:

- Dávková výroba
- Tok jednoho kusu (One-Piece-Flow, OPF)

Hlavní rozdíly mezi těmito způsoby výroby dobře ilustruje příklad na následujících obrázcích.



Obrázek 1: Dávková výroba (API, © 2005-2012)



Obrázek 2: Jednokusový tok (API, © 2005-2012)

V klasické dávkové a frontové výrobě se díly přesouvají z jednoho funkčního pracoviště na druhé v dávkách a každý procesní krok, nebo sada procesních kroků, je nezávisle kontrolován dle vlastního plánu. Je zde malá návaznost na předcházející nebo následující operace. To vede k dlouhým průběžným dobám výroby, velkému množství rozpracovaných zásob mezi operacemi, dlouhým dodacím lhůtám a vysokému množství oprav nebo odpadů z chybných výrobků, jelikož jsou chyby zjištěny až po vyrobení celé dávky. Naproti tomu dosažení jednokusového toku pomůže výrobcům dosáhnout výroby Just-in-time. Správné díly jsou vyrobeny, kdy jsou potřeba a v potřebném množství. Jednoduše řečeno, OPF zname-

ná, že díly se pohybují mezi navazujícími operacemi, pouze po jednom kusu nebo ve velmi malé dávce. Tento systém pracuje nejlépe v buňkovém uspořádání pracoviště, kde všechno nezbytné vybavení i nástroje je situováno uvnitř buňky, v takové sekvenci, v jakém je používáno. (Dolcemascolo, 2007)

Mezi výhody klasické dávkové výroby lze zařadit:

- Úspory z rozsahu
- Vyšší využití výrobních kapacit

Dolcemascolo (2010) označuje jednokusový tok jako ideální stav, ve kterém dodavatel a zákazník v rámci procesů jsou umístěni poblíž sebe a pracují ve stejném cyklovém času, zhruba stejném jako čas taktu, tedy míra poptávky zákazníka.

Liker (2007, s. 130 - 132) uvádí následující výhody jednokusového toku:

- Zajištění jakosti
- Vytvoření skutečné flexibilita
- Zajištění vyšší produktivity
- Úspora podlahové plochy
- Zvýšení bezpečnosti
- Zlepšení morálky
- Snížení nákladů vázaných v zásobách

Vzhledem k tomu, že tato práce měla jako jeden z definovaných cílů projektu snížení úrovně rozpracovanosti výroby na dané lince, je v souvislosti s těmito přínosy třeba podrobněji zmínit také efekty spojené se snížením úrovně rozpracovanosti výrobků. Je to proto, že snížení rozpracovanosti je aspekt, který prolíná v podstatě téměř všemi výše uvedenými výhodami:

- Usnadňuje zajištění vyšší úrovně kvality díky rychlejší detekci případných nekvalitních produktů
- Zvyšuje flexibilitu díky zkrácování průběžné doby výroby a díky snížení rozpracovanosti je v zásobách vázáno méně prostředků, což zvyšuje obrátkovost finančních prostředků.
- Zvyšuje produktivitu pracovníků, resp. snižuje časy potřebné k provedení operací díky eliminaci některých činností, které se ve firmách často vyskytují. Jmenujme některé:

- Vypisování identifikačních lístků, průvodek, apod. – není potřeba je provádět u každého procesního kroku, ale jen u hotového kusu nebo kompletního polotovaru
- Transport jednotlivých dávek mezi pracovišti nebo mezi pracovištěm a skladem
- Časy potřebné k vyhledání konkrétní dávky mezi mnoha dalšími aj.
- Spoří podlahovou plochu jak ve výrobních prostorách, tak i během procesu skladování
- Snižuje pravděpodobnost pracovních úrazů a nehod – méně manipulačních činností s přepravkami rozpracovaných dílů, méně transportních činností mezi výrobní halou a sklady, aj.

OPF je obvykle spojován s malým výrobním portfoliem a výrobou ve velkých dávkách nebo sériích. Nicméně OPF je možné také uplatňovat v podnicích s rozmanitou výrobou s nízkým objemem produkce. Obvykle toho bývá dosaženo vytvořením technologických výrobních buněk, na kterých mohou být zpracovávány podobné výrobky. Ačkoliv každá organizace má svá vlastní unikátní potřeby a úkoly, OPF může být dosaženo správnou aplikací podstaty této metody. (Dolcemascolo, 2005b)

Dolcemascolo (2007) doporučuje aplikaci jednokusového toku jen na takové procesy, které vykazují určitou míru stability:

- Procesní časy musí být opakovatelné. Pokud existuje příliš mnoho variant, není OPF možný.
- Vybavení, resp. zařízení musí být v co nejvyšší míře dostupné a vždy k dispozici. Není možné vytvářet tok na zařízeních, které jsou nedostupné nebo poruchové.
- Procesy musí být schopné přizpůsobit se času taktu, nebo míře zákaznických požadavků. Například pokud je zákaznický takt 10 minut, musí i proces být schopen produkovat jeden hotový výrobek nejpozději každých 10 minut.
- Procesy musí být schopné trvale vytvářet dobré výrobky. Pokud se vyskytuje velké množství nedostatků v kvalitě, není zavedení OPF možné.

K poslednímu bodu je třeba pro srovnání poskytnout odlišný názor. Vysoká kvalita výroby nemusí být nezbytně předpokladem pro zavedení jednokusového toku. Příkladem může být automobilový průmysl, především firma Toyota, která problémy v kvalitě mj. řešila právě zavedením toku. Přestože je zastavení procesu, linky nebo dokonce celé výroby zdánlivě

kontraproduktivní, slouží jako silný impuls pro řešení problémů, především v otázkách kvality a především vytváří myšlenkovou a morální základnu pro skutečně štíhlou firmu. „Když v procesu štíhlé výroby pracovník zastaví výrobní zařízení, aby vyřešil problém, brzy se zastaví také následující výrobní operace a nastává krize. A tak všichni pracovníci výroby neustále pocítují tento naléhavý tlak a potřebu řešit problémy společně, aby se výrobní zařízení udržovalo v provozuschopném stavu.“ (Liker, 2007, s. 60 – 61)

1.5 Technologický postup

Technologický postup nás v podstatě instruuje, jaké operace, pohyby a úkony máme provést, abychom vyrobili konkrétní výrobek. Z pohledu průmyslového inženýrství by technologický postup měl být souhrnem činností přidávajících hodnotu zákazníkovi.

Pro průmyslového inženýra je technologický postup:

- zdrojem informací, pro pochopení a analýzu při optimalizaci procesu,
- předmětem zkoumání - jelikož i technologický postup může být zeštíhlen o některé úkony,
- základem pro tvorbu pracovních standardů.

Technologický postup je podle Tomka a Vávrové (2007, s. 87) možno rozdělit do dvou částí:

- Materiálová část – obsahuje přesnou specifikaci použitého materiálu a polotovarů vyrobených v předchozích výrobních fázích, jejich limit spotřeby, případně označení dodavatelského místa (dílny či skladu). Přesnou specifikaci zde rozumíme jednoznačné určení z hlediska druhu, typu, rozměru a jakostní normy, event. provedení, barvy apod., jak jsou obecně identifikovatelné nákupem, případně pomocí podnikového výkresu.
- Výkonová část – obsahuje postupný popis jednotlivých operací, případně úkonů, s uvedením doby trvání, a to jak vlastního kusového (operačního) času, tak času přípravy a zakončení. Dalším důležitým údajem této části technologického postupu je označení provádějícího pracoviště (eventuálně dílny, provozu), zařízení (stroje), profese a předpokládané kvalifikace provádějícího pracovníka, specifikace nástrojů, náradí a přípravků.

Keřkovský a Valsa (2012, s. 16) dále uvádějí, že v závislosti na charakteru výrob bývají u jednotlivých operací v technologických postupech uváděny ještě některé další informace,

například ve strojírenské výrobě informace o použitém speciálním nářadí, přípravcích, spoluvyráběných dílech, upozornění na nutnost použití zvláštních výrobních postupů ve specifických případech atd. V technologických postupech se rovněž uvádějí potřebné plánovací údaje (např. plánované časy zpracování operace na určitém pracovišti) a údaje dokumentující průběh výrobního procesu (např. výsledky kontrolních operací).

2 ZAVÁDĚNÍ METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY

„Řízení a organizace výroby je dnes reprezentováno nejčastěji pod pojmem „štíhlá výroba“, přičemž je toto označení považováno za nejznámější a také nejfrekventovanější slovo ve výrobních kruzích. Pochází z Toyota Production System, anebo Just in Time Production, či od Henryho Forda.“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 30)

I v České republice se lze často setkat také s původním anglickým výrazem pro štíhlou výrobu – „Lean Production“ – nebo také s „Lean Manufacturing. Slovo „Lean“ bývá dále spojováno s jinými oblastmi, na které se průmyslové inženýrství zaměřuje, ať už se jedná o řízení štíhlosti (Lean Management), štíhlou administrativu (Lean Administration), nebo třeba štíhlou kulturu (Lean Culture).

2.1 Definice štíhlých konceptů

Štíhlé koncepty jsou hluboce zakořeněné ve výrobním systému firmy Toyota. Ve své nejčistší formě je Štíhlost odstraněním plýtvání a zvýšením rychlosti a toku. Ačkoliv je to velice zjednodušené, lze říci, že nejvyšším cílem Štíhlosti je odstranit plýtvání ze všech procesů. (Goldsby a Martichenko, 2005, s. 4)

2.2 Klíčové principy

Štíhlá výroba využívá pro produkci výrobků několik klíčových principů:

- výroba na objednávku
- plynulý tok materiálu a informací ve výrobě
- malé velikosti výrobních dávek
- standardizace rodiny dílců
- vykonávání výrobních operací správně napoprvé
- implementace buňkové výroby
- zavedení totálně preventivní údržby
- rychlé přetypování
- strategie nulové chyby v každém procese
- just-in-time
- redukce variability dílců, procesů
- aktivní zapojení a motivace pracovníků pro tvorbu přidané hodnoty
- multifunkční týmy

- znalí a zruční pracovníci
- vizuální signalizace a
- statistická kontrola procesů. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)

2.3 Zavádění metod štíhlé výroby

Při každém zavádění metod štíhlé výroby se lze setkat s odporem proti změnám, nedůvěrou nebo nesouhlasem, ať už ze strany některých výrobních nebo i vedoucích pracovníků. Aby bylo možno dlouhodobě zavést prakticky jakékoliv zeštíhlení procesů, je třeba myslet i na systém řízení štíhlosti (Lean Management System).

Dle Manna (2005, s. 4 - 5) tvoří fyzické změny související se zaváděním štíhlosti (prostorové uspořádání pracoviště, zavedení toku, tahová signalizace, aj.) ne více než 20 % celkového času a úsilí, který je potřeba pro dlouhodobé úspěšné zeštíhlení. Zbýlých 80 % tvoří „vnitřní práce“, tedy změna myšlení pracovníků, aby rozuměli principům a jednali v duchu štíhlé výroby.

Bez této vnitřní práce je nejtypičtějším výsledkem při zavádění štíhlosti pouze posílení starých zvyků a způsobů myšlení. S jakýmkoliv novým systémem, když se začne se štíhlým procesem, objeví se náhle množství problémů. Bez systému řízení štíhlosti, který by podpořil změnu, jsou lidé ponecháni, aby se spolehli na své staré triky a dostali se z problémů. (Mann, 2005, s. 5)

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

3.1 Definice Průmyslového inženýrství

„Průmyslové inženýrství je mladý multidisciplinární obor, který řeší aktuální potřeby podniků v oblasti moderního průmyslového managementu. Kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení a jejich pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje výrobní i nevýrobní procesy. Systematicky se zabývá metodologií orientovanou na projektování, plánování, zavádění a zlepšování průmyslových procesů (nejen výrobních) a implementační schopnost v oblasti inovací s cílem zajistit jejich vysokou efektivitu a konkurenceschopnost.“ (API, © 2005 – 2012)

Tuček a Bobák (2006, s. 106) poněkud přesněji definují průmyslové inženýrství jako obor syntetizující poznatky matematické statistiky, technických oborů, ale i psychologie a sociologie, který hledá optimální způsob jak zabezpečit produkci statků a služeb vysoké jakosti s minimálními náklady a optimálním využitím všech faktorů vstupujících do výrobního procesu. Jeho smyslem je navrhovat, organizovat a koordinovat součinnost výrobních systémů, lidí, materiálů, energií a informací s cílem maximalizovat produktivitu. Kromě tohoto aspektu však moderní pojetí Průmyslového inženýrství musí respektovat socioekonomický aspekt výroby. Tzn. brát ohled na zapojení lidského faktoru do produkčního procesu a zpětné působení výroby na člověka i jeho negativní vlivy.

V současnosti se lze také setkat s pojmem Procesní inženýrství.

Zatímco F. W. Taylor zaměřoval svoje studie výhradně na pracovní operace a jejich elementy, japonští průmysloví inženýři druhé poloviny minulého století svou pozornost orientovali na celé výrobní procesy. U průmyslového inženýra 21. Století musí důraz na podnikové procesy dominovat. Procesní inženýrství (jako nástupce průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, nesynchronností a iracionality ze všech podnikových procesů. Procesní inženýrství je zaměřeno na hledání globálního i ideálního ideálu (optima). (Mašín, 2004, s 73-74)

3.2 Nové trendy v Průmyslovém inženýrství

- **Předvýrobní etapy a vývoj** – vzhledem k povaze průmyslových inženýrů se je firmy snaží stále více zapojovat do vývojových a předvýrobních etap. Cenné znalosti z pohledu projektování produkčních systémů se snaží uplatnit ještě předtím,

než vznikne hotový produkt. Průmyslový inženýr je velmi dobrým oponentem navrhovaného řešení a moderátorem, který dokáže řešit potenciální problémy.

- **Administrativa, služby a servis** – dnes vznikají nové koncepty organizací a průmyslové inženýrství se již dostává také do oborů jako je zdravotnictví či bankovníctví. Novou výzvou je měření a standardizace práce v administrativě apod.
- **Tvorba pracoviště a nové požadavky na něj** – nové požadavky na pracoviště a návrh pracovního prostředí jsou dány věkem odchodu zaměstnanců do důchodu. Současná pracoviště musí být koncipována tak, aby v nich mohli pracovat i zaměstnanci, kterým je 60 a více let.
- **Zmenšující se produkční systém a větší specializace průmyslových inženýrů** – nastává velký rozdíl v pohledu na produkční systém 90. let a v dnešní době. Zařízení se stávají multifunkční a náročnost pochopení a sledování procesu je mnohem vyšší. Někdy nejsme schopni ani proces sledovat, protože se odehrává v části stroje, která je zakrytá. Větší náročnost produkčního systému bude nutit průmyslové inženýry se více specializovat. (Debnár, 2011, s. 6-9)

3.3 8 druhů plýtvání

Identifikace a odstraňování plýtvání prolíná a mělo by být denní součástí práce průmyslového inženýra. Je to základ, od kterého se může odrazit při optimalizaci prakticky jakéhokoliv procesu.

Liker (2007, s. 55 – 56) definuje osm typů plýtvání:

1. **Nadvýroba.** Nadvýroba, tedy výroba položek bez objednávky, způsobuje většinu dalších typů plýtvání, a jejími důsledky je mj. přezaměstnanost a ztráty v podobě vyšších nákladů na skladování a dopravu.
2. **Čekání.** Dělníci dohlížející na automatizovaná zařízení, nebo čekající na další krok v procesu, nástroj, dodávku, součást atd. nebo ti, kteří nemají co dělat v důsledku vyčerpání zásob, zpoždění procesu, prostojů a poruch zařízení.
3. **Doprava nebo přemísťování.** Rozložení jednotlivých kroků procesu na velkou vzdálenost, manipulace dílů, materiálu a výrobků mezi sklady a pracovišti.
4. **Nadměrné či nepřesné zpracování.** Nepotřebné kroky ke zpracování dílů. Neefektivní zpracování díky špatným nástrojům a chybným konstrukčním řešením, které jsou příčinou zbytečných pohybů a vad.

5. **Nadbytečné zásoby.** Zásoby surovin, rozpracované výroby, či hotových výrobků bývají příčinou delších průběhových dob, zastarávání, poškození zboží, a dalších nákladů a prodlev. Také mohou zakrývat nevyváženost výroby, opožděné zásilky, vady, prostoje a dlouhé časy seřízení.
6. **Zbytečné pohyby.** Vyhledávání dílů, nástrojů, natahování se pro ně nebo jejich urovnávání a skládání na sebe. Také zbytečná chůze.
7. **Vady.** Výroba vadných dílů a jejich úpravy, opravy, předělávky, vyřazené zmetky, náhradní výroba, kontrola a dohled jsou další ztrátou a vyvíjením zbytečného úsilí.
8. **Nevyužitá tvořivost zaměstnanců.** Ztráty času, nápadů, dovedností, nových zlepšení a příležitostí k učení v důsledku nezájmu vedení o své zaměstnance.

3.4 Měření práce

Průmyslový inženýr se ve své praxi dříve nebo později setká s potřebou stanovení časů potřebných na provedení jednotlivých operací nebo procesních kroků. Ať už se bude jednat o tvorbu pracovních norem, porovnávání výkonu práce jednotlivých pracovníků, nebo plánování budoucích činností, lze si vybrat z pestré nabídky nástrojů.

3.4.1 Historické přístupy k měření práce

Prvotní fázi ve vývoji metod a nástrojů měření práce byly v podstatě odhady. Odhady byly velmi subjektivní a přesnost závisela na zkušenostech. De facto se jednalo a odhady na bázi historických údajů, byť subjektivně vnímaných. S prvním průlomem do oboru měření práce je spojováno až jméno F. W. Taylora. Vycházel z předpokladu, že práci je možno řídit a přinesl několik nových koncepcí, které se uplatňují i v dnešní době. Velkým přínosem byl stanovení nejlepšího pracovního postupu a jeho rozdělení na dílčí úkony. Pomocí chronometráže byla každému úkonu přiřazená časová hodnota a tím byla vlastně stanovena jednotná metrika, pro vzájemné porovnávání výkonnosti dělníků na konkrétním pracovišti. Z naměřených údajů potom vznikaly pracovní časy na dané operace. Nevýhodami tohoto systému, byť už se dá označit za vědecký, byl pohled pouze do minulosti a přetrvávající subjektivita analytika.

Jako druhý velký průlom lze označit produkty výzkumů Franka a Lilian Gillbrethových, kteří pro měření manuální práce uvažovali vztah mezi pohybem a časem. Spojení studií času a pohybu později vyústilo v komplexní systém MTM (Methods – Time Measurement), kde jsou definovány základní pohyby a jim přiřazené tabulkové hodnoty v časových

jednotkách. Tato metoda se používá i v dnešní době, díky své výborné přesnosti, ale pracnost, resp. pomalá aplikace, je velkou nevýhodou.

Obecně jsou systémy předem určených časů uznávané pro své pečlivě vypracované tabulkové hodnoty (velmi objektivní) a použitelnost prakticky kdekoliv. Dobře se uplatňují při vytváření pracovních norem a stejně tak při srovnávání s normami podle chronometrů a jiných metod. Obrovskou výhodou je pak možnost určovat potřebu času podle pracovního postupu, což se uplatní především při plánování kapacit při projektování budoucích procesů nebo při normování práce ve firmách se širokým spektrem výrobků, s nízkou opakovatelností výroby.

3.4.2 Systém předem určených časů MOST

Systém předem určených časů MOST (Maynard Operating Sequence Technique) je následníkem systému MTM. Jeho základem je fyzikální vyjádření práce, tedy součin síly a vzdálenosti. Z tohoto vztahu vychází, že práce je v podstatě přemísťování objektů. Dalším důležitým poznatkem je, že přesouvání objektů vykazuje opakovatelnost, a to dává možnost sloučit jednotlivé pohyby do několika málo sekvencí a pokrýt tak v podstatě celé spektrum přesouvání objektů. Využívání sekvence pohybů, namísto jednotlivých pohybů představuje základní rozdíl mezi MOSTem a MTM.

Systémy předem určených časů pracují se speciálními časovými jednotkami TMU (Time Measurement Units). 1 TMU = 0,036 sekund.

MOST používá celkem čtyři sekvence přesouvání objektů. Jako základní jsou definovány tři (poslední sekvence uvažuje přemísťování ručními jeřáby):

- Obecné přemístění – objekt je přemístěn volným prostorem, vzduchem
- Řízené přemístění – objekt je při přemísťování v kontaktu s povrchem nebo je připojen k dalšímu objektu
- Použití nástroje – použití prstů, rukou, atd. a jiných běžných nástrojů

Činnosti jsou podle svého typu analyzovány dle sekvenčního modelu. Každé subaktivitě je přiřazen tabulkový index, podle pracovní náplně (pohybu) v rámci dané činnosti. Sečtením indexů a jejich vynásobením koeficientem získáme počet TMU potřebných na operaci. Z nich poté můžeme určit čas v sekundách potřebný na danou činnost.

Tabulka 1: Basic MOST (Vlastní zpracování podle Košturiak a Frolík, 2006)

Činnost	Sekvenční model	Subaktivity
Obecné přemístění	A B G A B P A	A - akce na určitou vzdálenost
		B - pohyb těla
		G - získání kontroly
		P - umístění
Řízené přemístění	A B G M X I A	M - přesun řízený
		X - procesní čas
		I - vyrovnání
Použití nástroje	A B G A B P * A B P A	F - utáhnout
		L - uvolnit
		C - dělit
		S - povrchová úprava
		M - měření
		R - zaznamenávání
		T - myšlení

3.4.3 MOST – varianty

Aby se dal MOST uplatnit při různých typech činností a zachoval si svou přesnost, existuje v několika variantách:

- Basic-MOST – operace opakované 150 – 1500 krát za týden. Trvání operace od několika sekund až do 10 minut. TMU se násobí koeficientem 10.
- Maxi-MOST – operace s opakováním asi 150 krát za týden. Trvání od 2 minut až do několika hodin. TMU se násobí koeficientem 100.
- Mini-MOST – operace opakované více než 1500 krát za týden s trváním méně než 1,6 minuty. TMU se nenásobí. Tato varianta se vyznačuje velkou přesností a podrobností, ale je také nejnáročnější na vypracování.
- Clerical-MOST – pro určování potřeby časů u administrativních činností.

(Mašín, Vytlačil, 2000, s. 103-119)

3.5 Mapování toku hodnot

Košturiak a Frolík (2006, s. 43) definují tok hodnot jako všechny procesy (zvyšující hodnotu a nezvyšující hodnotu), které jsou na cestě od materiálu k hotovému výrobku.

Hodnotový tok lze zachytit na diagram pomocí metody Mapování hodnotového toku (*Value Stream Mapping, zkr. VSM*), který představuje jeden ze základních nástrojů pro analýzu plynutí ve výrobě i v dalších procesech.

Mašín (c2003, s. 10) jmenuje, které informace nás při mapování toku hodnot nejvíce zajímají:

- Čas, kdy je hodnota přidávána
- Průběžná doba, po kterou produkt vzniká
- Poměr času přidávání hodnoty a průběžné doby
- Počet procesních kroků, kdy hodnota vzniká
- Celkový počet procesních kroků.

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů je třetí jmenovaný, poměr časů, kdy je produktu přidávána hodnota a celkové průběžné doby výroby (nebo jiného procesu). Tento ukazatel se nazývá index přidané hodnoty nebo také VA (*Value Added*) index.

$$VA \text{ index} = \frac{\text{Čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{Celková průběžná doba výroby}}$$

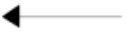







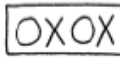












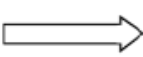

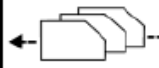
Mašín (c2003, s. 43) uvádí také upravený vzorec, určený přímo pro výrobní buňky:

$$VA \text{ index buňka} = \frac{\text{Součet časů přidávání hodnoty v operacích}}{\text{Celkový počet operací} \times \text{čas taktu}}$$

Mašín (c2003, s. 12) doporučuje zvyšovat VA index hlavně výrazným zkrácením celkové průběžné doby (zmenšováním jmenovatele). Snižování času, kdy je produktu přidávána hodnota (zmenšováním čitatele), je samozřejmě pozitivní, protože zvyšuje parciální produktivitu a snižuje náklady na tvorbu produktu, ale velikost VA indexu výrazně neovlivňuje.

Košťuriak a Frolík (2006, s. 45) uvádějí, kdy se mapování hodnotového toku využívá:

- U výrobku, jehož výroba se zavádí
- U výrobku, u kterého se plánují změny
- Při návrhu nových procesů
- Při novém způsobu rozvrhování výroby

	ruční přenos informací		kaizen akce		elektronický přenos informací
	výrobní proces		zásobník		výrobní plán
	dodavatelé, zákazníci		FIFO sekvence		výrobní mix
	data, parametry procesu		kanban zásobník		kanban pozice
	zásoba		Pull – odebrání materiálu		signální kanban
	dodávka autem		obsluha, pracovník		výrobní kanban
	push – tlačení materiálu		oprava, více práce		plánování podle situace – „go see“
	dodávka zákazníkovi		zmetky		kanban s dávkama

Obrázek 3: Základní značky pro mapování toku hodnot (Košturiak a Frolík, 2006, s. 44)

3.6 Štíhlý layout a buňkové uspořádání

V klasicky organizovaných podnicích existují obrovské zdroje plýtvání, které vycházejí z neefektivně navržených prostorových uspořádání (layoutů) výrobních zařízení. Pro průmyslového inženýra je to obrovská studnice, ze které může čerpat nejen při snižování nákladů, ale zároveň i při rozšiřování výrobních kapacit a tedy zvyšování výnosů. Správně rozvrženým a šikovně aplikovaným layoutem lze docílit obou cílů téměř najednou.

„Oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25 % pracovníků, zabírá 55 % ploch a tvoří až 87 % času, který stráví materiál v podniku.“ (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135.)

Správně navržený štíhlý layout by měl mít dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) tyto hlavní parametry:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici
- Minimální přepravní vzdálenosti mezi operacemi.
- Minimalizace ploch na zásobníky a mezisklady

- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům
- Krátké a přímočaré trasy
- Minimalizace průběžných časů
- Sklady v místě spotřeby, vizualizace dílů
- Odstranění dvojnásobné manipulace
- FIFO a systém tahu, DBR, kanban
- Buňkové uspořádání, segmentace
- Flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu
- Nízké náklady na instalaci.

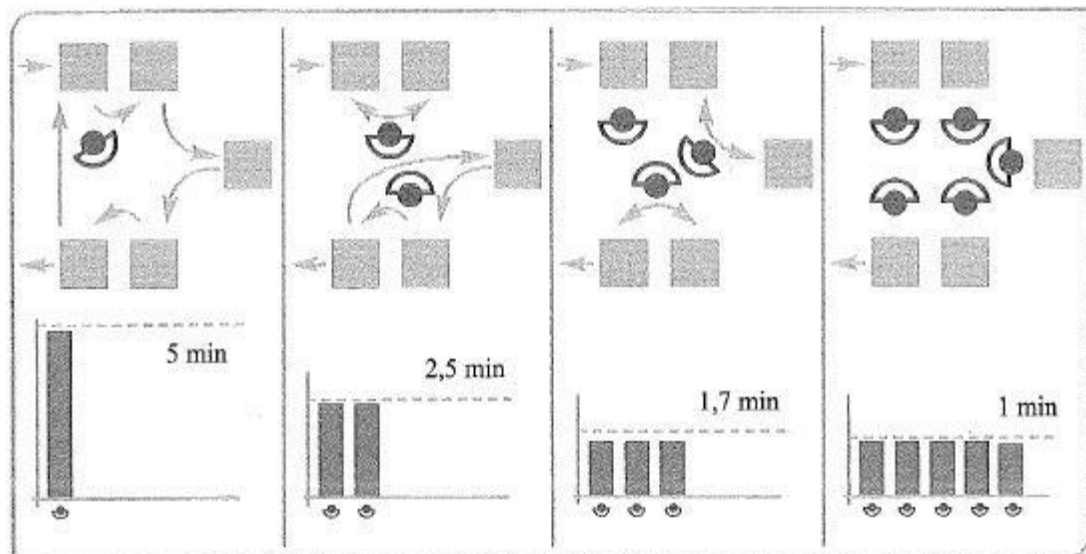
3.6.1 Výrobní buňky

Výrobní buňky nejsou nic jiného, než technologicky a prostorově efektivně uspořádaná pracoviště, určená pro zpracovávání výrobků s některými shodnými rysy, tzv. rodiny výrobků. Takovéto buňky jsou ideálním nástrojem pro aplikaci jednokusového toku a dosažení všech jeho výhod.

Košturiak a Frolík (2006, s. 146) dále uvádějí následující výhody buňkového uspořádání:

- Zkrácení průběžné doby výroby
- Zkrácení času dodávky výrobku na trh
- Zlepšení přesnosti dodávky
- Snížení rozpracované výroby
- Zvýšení produktivity práce
- Snížení nákladů na zabezpečení kvality
- Redukce potřeby ploch

Velkou výhodou buňkového uspořádání může být flexibilita podle zákaznických požadavků. V některých buňkách, za předpokladu zhruba vyrovnaných časů na jednotlivé operace, je možno změnou počtu operátorů pružně reagovat na výkyvy v požadavcích. Názorně to je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 4: Flexibilita buněk dle zákaznických požadavků (Košturiak a Frolík, 2006, s. 138)

3.6.2 Tvorba výrobních buněk

Tvorba výrobních buněk není a ani nesmí být chápána jako pouhé přesunutí zařízení či pracovišť blíže k sobě nebo seskupení do určitého tvaru. Dolcemascolo (2005a) upozorňuje na to, že v uplynulém desetiletí bylo vytvořeno mnoho buněk bez kontinuálního toku, přičemž většina změn proběhla pouze v uspořádání. Změna rozmístění sama o sobě nevytváří kontinuální tok.

Dolcemascolo (2005a) uvádí velice specifikovaný návod pro tvorbu výrobních buněk, rozdělený do sedmi kroků:

1. Rozhodněte, pro které výrobky nebo výrobkovou řadu budete buňku vytvářet a rozhodněte o typu buňky: zaměřenou na výrobek, nebo smíšený model seskupení stejných technologií. Mají-li produktově uspořádané buňky správně fungovat, je třeba, aby byla poptávka po daném výrobku dostatečně vysoká. Pro smíšené technologické modely, je třeba zkracovat časy potřebné na přetypování strojů a výrobních zařízení.
2. Vypočítejte čas taktu. Čas taktu, který je často zaměňován za cyklový čas, nezávisí na firemní produktivitě. Je to v podstatě měřítko zákaznické poptávky, vyjádřené v časových jednotkách.
3. Stanovte prvky práce a čas potřebný na vyrobení jednoho kusu. Tedy detailní dokument o aktuální práci, která je potřeba na jeden výrobek. Pro každý procesní krok

stanovte konkrétní čas. Do časů nezahrnujte plýtvání jako časy potřebné na chůzi a čekání.

4. Stanovte, zda je vaše strojní vybavení schopno splnit čas taktu. Je třeba rozhodnout o každém jednotlivém zařízení, které je pro buňku potřeba.
5. Vytvořte štíhlý layout. S největší pravděpodobností budete linku obsluhovat více než jeden člověk, to bude záviset na času taktu. Nicméně je vhodné, aby ji i jeden člověk mohl obsluhovat. Obecně nejlepší jsou buňky ve tvaru U, ale bude samozřejmě záležet na konkrétních prostorových omezeních.
6. Vybalancujte počet operátorů v buňce. Může se stát, že bude potřeba jen „část“ pracovníka, což je třeba řešit zlepšováním procesů a odstraněním plýtvání nebo přesunutím některých podpůrných operací mimo linku.
7. Rozdělte činnosti mezi operátory. Je zde několik přístupů, které je možno využít. Některé zahrnují:
 - Rozdělení práce rovným dílem mezi operátory
 - Nechat jednoho operátora vykonávat všechny pracovní kroky během pohybu celou linkou ve směru materiálového toku
 - Kombinace výše uvedených možností.

Tento postup je velmi detailní a obecně dobře použitelný. Nicméně vzhledem ke specifickým omezením a charakteru zkoumaného procesu v této diplomové práci, bude tento postup dle potřeby upraven. Určení konkrétního pracoviště bylo vybráno firmou WOCO STV a vzhledem k velice nízkému objemu poptávek a tedy i následné produkce, stejně jako vzhledem k časové náročnosti procesu, je zbytečné stanovovat čas taktu.

Abychom dosáhli opravdu jednokusového toku, je třeba postupovat metodicky podle následujících kroků:

1. Vytvořte linku ve tvaru U, tam kde je to možné. Když omezení nedovolí toto uspořádání, zkuste použít přímou linii, tvar S nebo tvar L.
2. Jednotlivá zařízení rozmístěte tak, aby každý proces byl co nejbližší k předcházejícímu, aby bylo možno vyrábět po jednom kusu nebo v malé dávce.
3. Vybalancujte časy jednotlivých operací v rámci celé buňky.
4. Při navrhování buňky zvažte pokročilejší technologie, preventivní údržbu a rychlou výměnu nástrojů. (Don Tapping, 2007, s. 18)

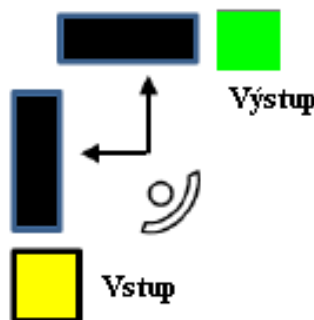
Jak je výše uvedeno, buňky (resp. linky) je možno navrhovat v různých tvarech dle seskupení zařízení:

- **Přímá linka** – zařízení jsou uspořádána rovně vedle sebe v jediné linii. Tok probíhá jediným směrem, vstupy a výstupy jsou jasně odděleny. Nevýhodou je menší efektivita linky, pokud operátor obsluhuje více zařízení, přičemž návrat na začátek linky zabere množství času.



Obrázek 5: Přímá linka (Vlastní zpracování dle *Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008*)

- **Linka ve tvaru L** – zařízení jsou uspořádána do dvou linií, přičemž svírají úhel cca 90 stupňů. Při práci jednoho operátora v lince o více než dvou strojích vyvstává stejný problém jako u přímé linky, ale v menší míře, jelikož L tvar zkracuje cestu na začátek linky po přeponě pomyslného trojúhelníku.



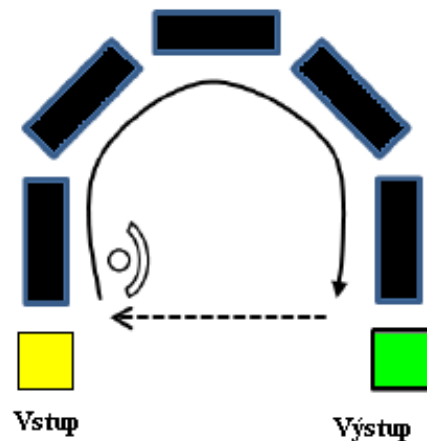
Obrázek 6: L buňka (Vlastní zpracování dle *Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008*)

- **Buňka ve tvaru rovnítka** – představuje v podstatě dvě přímé linky umístěné rovnoběžně, přičemž výstup jedné linky je poblíž vstupu druhé linky. To eliminuje přesun operátora mezi linkami na takřka na minimum.



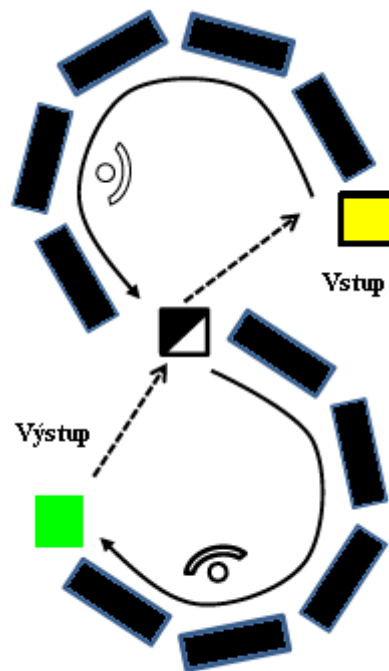
Obrázek 7: Buňka ve tvaru rovnítko (Vlastní zpracování dle *Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008*)

- **U buňka** – představuje asi nejlepší a nejuniverzálnější variantu. Vstup a výstup jsou umístěny velice blízko sebe, přes uličku, a i vnitřní umístění umožňuje dobrou rotaci pracovníků uvnitř buňky.



Obrázek 8: U buňka (Vlastní zpracování dle *Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008*)

- **S buňka** – je tvořena dvěma U buňkami, přičemž střed pomyslného S tvoří předávací místo pro výrobky nebo díly.



Obrázek 9: S buňka (Vlastní zpracování dle *Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008*)

Don Tapping (2007, s. 13 – 14) uvádí pro navrhování a zavádění buněk následující doporučení:

- Načrtněte rozmístění zařízení ve směru proti hodinovým ručičkám. Zvažte rozmístění jednotlivého vybavení pro každý proces.
- Umístěte stroj poblíž zařízení předcházejícího procesu, aby se mohlo vyrábět po jednom kusu nebo v malé dávce.
- Vytvořte proměnlivý pracovní standard, pro vysoký, nízký a průměrný takt.
- Cyklový čas nejpomalejší stroje musí být menší, nebo nejhůře stejný jako čas taktu. Ideální je, když všechny stroje v buňce pracují ve stejném tempu.
- Naplánujte, jak bude materiál dopravován na dosah k operátorům uvnitř linky (skluzy, kolejnice, atd.).
- Automatizaci uvnitř buňky používejte jen pro dosažení bezpečnosti či ergonomických požadavků, nebo když je třeba upravit procesní čas určité operace, aby nepřevyšoval čas taktu.

4 ERGONOMIE A CHARAKTER PRÁCE

Ergonomie je obor, který se zabývá vztahy mezi člověkem, strojem a pracovním prostředím. Hlavními cíli jsou zvýšení bezpečnosti práce, resp. eliminace pracovních úrazů a především nemocí z povolání, zvýšení produktivity práce, a obecně vytvoření harmonie mezi všemi třemi výše zmíněnými složkami. Způsobem jak toho dosáhnout je maximální přizpůsobení prostředí a strojů fyziologickým, antropometrickým, psychologickým, hygienickým a také estetickým požadavkům člověka.

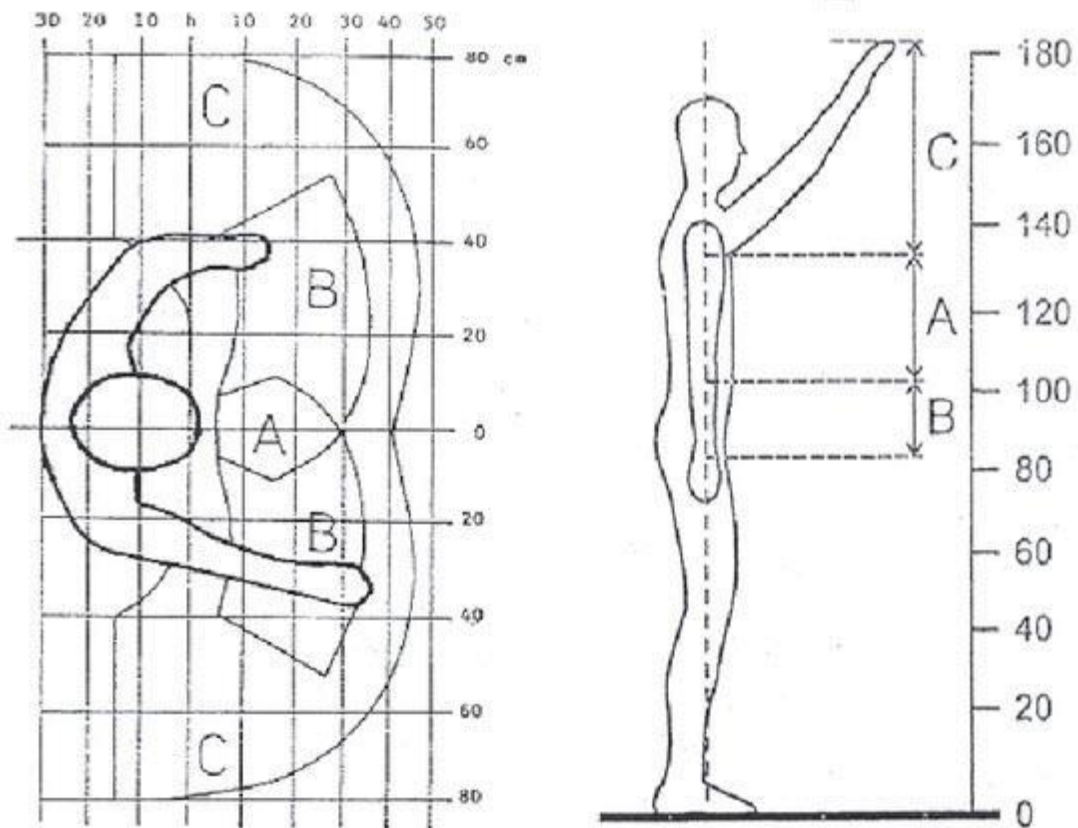
V současnosti existuje mnoho studií, knih a dokonce i norem pro ergonomii práce. Obecně je lepší vycházet z konkrétní situace, tedy prostředí konkrétní firmy. Průmyslový inženýr by však měl při své praxi, a při projektování výrobních buněk především, dbát a zohlednit určité minimální požadavky, které jsou legislativně stanoveny. V České republice jsou požadavky na práci a pracoviště v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

V tomto nařízení je možno nalézt několik údajů, týkajících se plošného, podlahového, a vzdušného prostoru pracoviště:

- Pro jednoho zaměstnance musí být v prostoru pro trvalou práci volná podlahová plocha nejméně dvou metrů čtverečních, mimo stabilní provozní zařízení a spojovací cesty.
- Šíře volné plochy pro pohyb nesmí být stabilním zařízením zúžena pod jeden metr.
- Vzdušný prostor je závislý na namáhavosti práce a je rozdělen do tří kategorií.

Optimální manipulační prostor se dělí na tři zóny:

- Zóna A – přesné a časté pohyby, úchop drobných předmětů prsty obou rukou
- Zóna B – pohyby předloktí bez nutnosti změny základní pracovní polohy (mírný předklon, pohyby do stran)
- Zóna C – maximální dosah končetin, pro méně časté a pomalejší pohyby, nutnost otáčet trup. (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007)



Obrázek 10: Dosahy horních končetin při práci ve stoji a v sedě (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007)

Kromě těchto požadavků na pracoviště samotné je dále důležité vzít v úvahu požadavky psychické, spojené s charakterem práce, obzvláště pracovního tempa. Při vytváření výrobních linek a buněk je nutné počítat s určitými negativními vlivy, jakými jsou vnucené pracovní tempo a práce spojená s monotonií.

„Práci ve vnuceném pracovním tempu se rozumí práce, při níž si zaměstnanec nemůže volit její tempo sám a musí se podřídít rytmu strojového mechanismu, úkolu nebo rytmu jiného zaměstnance.“ (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007, § 31)

Při některých pracovních činnostech je možné, aby si pracovník do určité míry volil tempo práce. Stabilního rytmu se dosahuje jen málokdy. Většinou je na začátku směny, po přestávce a na konci směny výkon pracovníka podprůměrný, ale může to dohnat v ostatním čase nadprůměrným výkonem. Ve výrobních linkách, obzvláště při obsluze výrobních zařízení, se pracovník musí přizpůsobit taktu.

Dalším negativním faktorem je práce spojená s monotonií. Pojmu monotónní práce se často užívá, nicméně ne vždy se musí, i při opakovaných činnostech, jednat právě o monoto-

nii. Nařízení vlády nabízí definici takovéto práce: „Práci spojenou s monotonií se rozumí práce, při níž je charakteristické opakování stejných pohybových nebo úkolových úkonů s omezenou možností zásahu zaměstnance do jejich průběhu. Monotonie se člení na

- a) pohybovou, kterou se rozumí taková činnost, při které se opakují jednoduché pohybové manuální úkony stejného typu,
- b) úkolovou, kterou se rozumí taková činnost, při které se vyskytuje nízký počet a malá proměnlivost úkolů.“ (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007, § 31)

Při vytváření výrobních linek a v tomto případě především pracovních standardů, je nutné se nějak s těmito negativními vlivy vyrovnat. Nařízení vlády nabízí minimální opatření, jak se s těmito problémy vyrovnat: „Práce spojené s monotonií, jakož i práce ve vnuceném pracovním tempu, musí být k omezení jejich nepříznivého vlivu na zdraví přerušovány bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách od započetí výkonu práce nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců.“ (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007, § 33)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CHARAKTERISTIKA FIRMY WOCO STV S.R.O.

Firma WOCO STV s.r.o. je jednou z mnoha firem koncernu WOCO industrietechnik GmbH, se sídlem v německém Bad Soden – Salmünsteru nedaleko Frankfurtu nad Mohanem. Její produkce je z velké části tvořena výrobky pro automobilový průmysl. Mezi její zákazníky patří takřka všechny světové automobilky, jmenujme jen některé: VW, Ford, Škoda, General Motors, Porsche, Jaguar, Bentley, aj.

WOCO bylo založeno v Německu v roce 1956 Franzem Josefem Wolfem jako rodinná firma vyrábějící především gumové díly. Dnes je WOCO středně velký, flexibilní podnik s moderní organizací, který působí celosvětově jako významný dodavatel komponentů pro automobilový průmysl. Za všechny země zmiňuji např. pobočky v Japonsku, Číně, Indii, Mexiku, Kanadě a v USA. Celkem WOCO zaměstnává kolem 4000 lidí. (interní zdroj firmy)

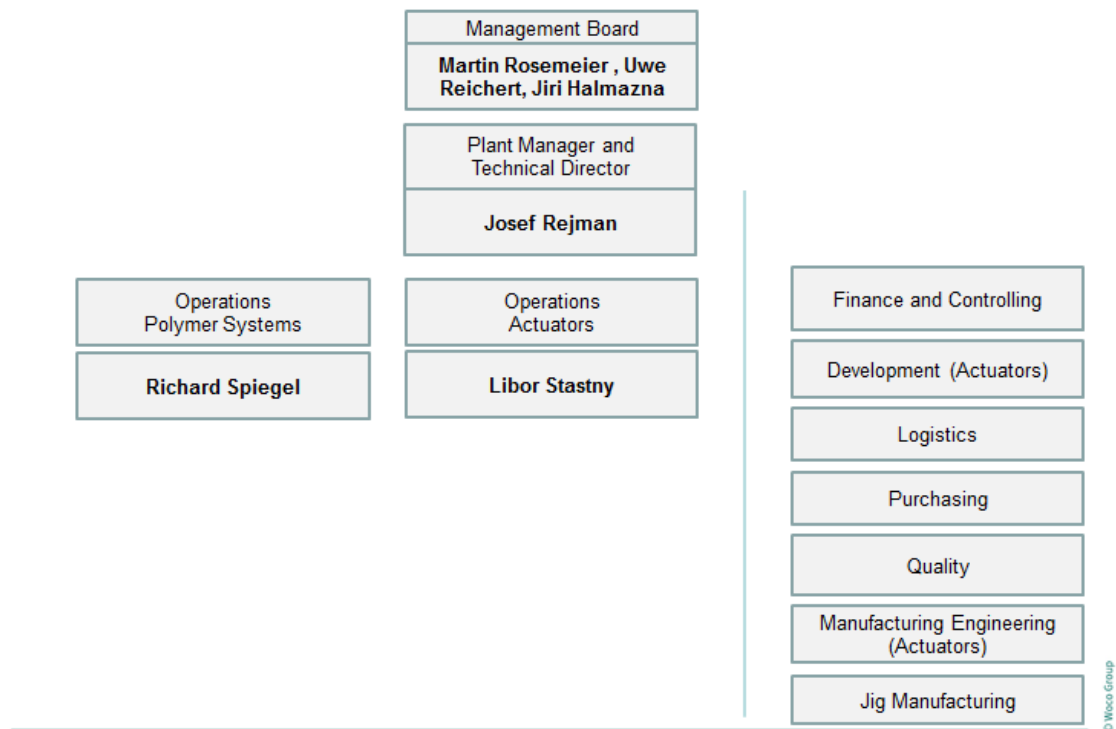
Firma WOCO působí ve Vsetíně od roku 1991. Nejprve jen spolupracovala s firmou MEZ Vsetín. V roce 1993 pak vznikla samostatná společnost WOCO spol. s r.o. a Systém technik Vsetín spol. s r.o. - dnes pod názvem WOCO STV s.r.o. S více než 900 zaměstnanci dnes WOCO STV představuje jednoho z největších zaměstnavatelů v okrese Vsetín. (interní zdroj firmy)

Výrobní závod ve Vsetíně se dělí na dvě divize:

- **„Výroba a montáž aktuatorů** (např. ovládací jednotky pro vzduchové pérování automobilů, vodní ventily a součásti pro klimatizace automobilů, řídicí moduly elektrické, pneumatické, mechanické, řídicí dózy pro turbodmychadla, řadící systémy, pneumatická vedení apod.)
- **Výroba gumových dílů pro automobilový a stavební průmysl** (výroba těsnění, membrán, průchodek apod., výroba dílů ze směsí EPDM i silikonových směsí na vstříkolisech a transferových lisech).

Kromě produkce samotné se WOCO STV podílí i na vývoji nových dílů – má vývojové centrum a vývojovou laboratoř. WOCO STV projektuje a programuje stroje pro vlastní výrobu a současně i pro ostatní Woco firmy (např. pro Mexico, Čínu apod.). Vývojové projekty jsou realizovány v úzké spolupráci se zákazníky a s ostatními kolegy na celém světě.“
(Woco Group, © 2014)

Woco STV s.r.o.



Obrázek 11: Organizační struktura firmy WOCO STV s.r.o. (interní zdroj firmy)

Firma WOCO STV s.r.o. je držitelem certifikátu ISO TS 16949. Jedná se o normu managementu kvality, která se zaměřuje na vysoké standardy kvality dílů pro automobilový průmysl. Udržení vysokého standardu v oblasti kvality je klíčovým pilířem firemní politiky. Aby se firma vyrovnala se stále vzrůstajícími požadavky trhu, je kladen důraz na neustálé zlepšování a prověřování systému jakosti prostřednictvím interních auditů.

Udržitelnost a využitelnost zdrojů je spolu se společenskou zodpovědností dalším z pilířů celkové politiky skupiny WOCO. Ochrana životního prostředí je zajišťována neustálými inovacemi na poli ekologicky šetrných výrobků. Jako potvrzení těchto snah získal závod ve Vsetíně certifikát ISO 14001, což jsou normy zabývající se environmentálním managementem a snižováním dopadu firemních činností na životní prostředí.

5.1 SWOT analýza

Analýza silných a slabých stránek poskytuje komplexní pohled na konkrétní podnik, v tomto případě tedy na WOCO STV s.r.o. Silné a slabé stránky zohledňují kvality a nedostatky uvnitř firmy, zatímco příležitosti a hrozby uvádějí externí možnosti pro další směro-

vání a vývoj. Pro určení významnosti jednotlivých položek byla každé přiřazena procentuální váha. Celkovou analýzu shrnuje následující tabulka:

Tabulka 2: SWOT analýza WOCO STV s.r.o. (Vlastní zpracování)

Silné stránky	Podíl %	Slabé stránky	Podíl %
Široké výrobní portfolio	30	Neefektivní využití pracovní plochy	55
Široké spektrum odběratelů	25	Převládá technologické uspořádání výroby	25
Kladný přístup vrcholového vedení k optimalizaci	25	Neutrální přístup nižšího managementu k optimalizaci	20
Vysoká kvalifikace pracovníků	15		
Flexibilní výrobní zařízení (z hlediska přestavby)	5		
Příležitosti		Hrozby	
Nové výrobní technologie	35	Závislost na automobilovém průmyslu	50
Trend Lean managementu a rozvoj PI	30	Asijská konkurence	25
Příznivý demografický vývoj ve vsetínském regionu	25	Další vlna finanční krize	20
Každoroční růst světové produkce automobilů	10	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků na trhu práce	5

Silným stránkám dominují hned tři položky, téměř stejné významnosti. Široké výrobní portfolio a široké spektrum odběratelů je pro firmu výhodné z důvodu relativní stability výroby i přes dočasné poklesy poptávek po určitých produktech. Díky velkému množství a rozličnosti dodávaných dílů je firma pro své odběratele i mnohem důležitější a hůře nahraditelná konkurencí – může lépe splňovat požadavky zákazníků a konkurence sice může efektivně zaútočit na pozici díky jednomu nebo dvěma levnějším výrobkům, ale jen těžko bude přebírat celou šíři její výroby. Toto má však i svou stinnou stránku, která se velmi výrazně projevuje v neefektivním využití výrobní plochy. Protože neexistuje pouze několik málo nosných produktů, které by se vyráběly prakticky nepřetržitě, je ve výrobní hale velké množství různorodých linek a pracovišť, které pracují třeba pouze několikrát za týden, a to kvůli nízkému objemu požadavků. Díky nevyužitým výrobním kapacitám není tedy vý-

roba tak zisková, jak by mohla být. Mimoto existuje ještě množství strojů a celých linek, které čekají na svou příležitost ve skladech. Jedná se především o taková pracoviště, na nichž jsou výrobky pro malosériové a unikátní vozidla. Podnik WOCO STV tedy balancuje mezi snahou uspokojit všechny své zákazníky na jedné straně a neefektivním využitím kapacit na straně druhé. Dalším faktorem, který se podílí na neefektivním využití výrobních prostor jsou zásoby materiálů a rozpracované výroby, které zabírají další plochy, které by mohly být použity pro umístění jiných výrobních zařízení.

Třetí silná stránka souvisí zároveň s příležitostmi a týká se PI. Silnou stránkou je kladný přístup nejvyššího vedení ke zlepšování a fakt, že i střední a nižší management pomalu přijímá tuto filosofii (byť zde stále panuje určitá nedůvěra). Samotný trend Lean managementu, rostoucí povědomí o štíhlých nástrojích a rozvoj PI, spolu s větší dostupností vyškolených průmyslových inženýrů, poskytuje velké příležitosti pro další rozvoj. Přední místo v příležitostech však náleží novým výrobním technologiím. Inovace i v tomto oboru poskytují stále větší a větší možnosti a WOCO STV může využívat jednak svého vlastního vývojového centra, ale v nemenší míře také externí technologie a nové poznatky v různých technologických oborech. Největší hrozbou je vnímána značná závislost na automobilovém průmyslu, jelikož výrobky pro toto odvětví tvoří velkou část celkové produkce. Existuje nebezpečí spojené s celkovým poklesem prodeje automobilů, tím pádem i pokles objednávek od výrobců automobilů, jako například během nedávné hospodářské krize.

5.2 Prvky štíhlé výroby ve WOCO STV s.r.o.

Firma WOCO STV působí už několik let v automobilovém průmyslu a je zaměřena na zavádění nástrojů a metod štíhlé výroby. Ne všechny techniky jsou užity v celé firmě (tedy ve všech divizích, nebo i pracovištích), a ne na všech pracovištích ve stejné míře. Vzhledem k celkové časové náročnosti nebylo provedeno důkladné hodnocení (např. Lean audit), ale je dobré zmínit alespoň některé metody, které se týkají divize aktuátorů:

- Standardizovaná práce je zavedena prakticky na všech pracovištích
- Značně rozvinutá vizualizace – od informačních a řídicích tabulí, přes vizualizovaná pracoviště a pravidelné porady vedení přímo v provozu
- Na některých pracovištích, kde je to možné funguje týmová práce
- Prakticky na všech pracovištích je velmi úspěšně zavedeno a udržováno 5S

- Některé pracoviště, především produktů s vysokým objemem výroby, byla uspořádána do výrobních buněk s tokem jednoho kusu nebo malé dávky. Další pracoviště postupně následují a příkladem toho je právě i tato diplomová práce.
- Postupné zavádění tahového systému se systémem doplňování metodou Kanban
- U výrobních buněk s jednokusovým tokem jsou další aktivity směřovány na rychlou výměnu nástrojů

5.3 Linka X

Cílem této diplomové práce je vytvořit v praxi uplatnitelný návrh pro zavedení metody toku jednoho kusu na zadané výrobní lince. Logický rámec realizace této práce je v příloze č. 1, riziková analýza RIPRAN pak v příloze č. 2. Z analýzy vyplynulo, jako nejvyšší riziko, nebezpečí získání zkreslených informací od zaměstnanců. Proto byly vždy údaje získávány od různých pracovníků a ve vlastní režii ověřovány, kdokoliv to bylo možné.

Pro ochranu firemních údajů nebude uvedeno číslo a název linky, čísla výrobních zařízení, ani konkrétní výrobky. Pro potřeby této práce bude linka označena jako Linka X, výrobky potom jako dózy. Linka X se nachází ve výrobní hale divize aktuátorů. Zde se mimo jiné vyrábí přetlakové a podtlakové dózy pro turbodmychadla. Některé typy dóz se vyrábějí právě na Lince X.

6 ANALYTICKÁ ČÁST

V této části práce budou shromážděny a vyhodnoceny poznatky a údaje, které budou vstupem pro následnou optimalizaci a vytvoření návrhu na zavedení jednokusového toku na Lince X. Nejdříve budou uvedeny základní informace o výrobcích a technologickém postupu na jednotlivých pracovištích. Jelikož bylo součástí úkolu také pomoci při vypracování jednotných norem práce, bude dalším krokem analýza MOST a chronometráž operací, a jejich vzájemné porovnání. Celou analýzou linky ve firmě WOCO STV prolínalo hledání a identifikace plýtvání.

6.1 Představení typu výrobku

Aktuátory jsou obecně opakem senzorů. Sensory snímají skutečnost a z ní vytváří informační hodnotu, zatímco aktuátory převádějí informaci na technickou část procesu. Přetlakové nebo podtlakové dózy jsou si vzhledově podobné, byť pracují na opačných principech. Oba typy se však používají v osobních i jiných vozidlech, kde plní své akuatorické funkce v různých zařízeních.



Obrázek 12: Dóza (Interní zdroj firmy)

6.2 Představení Linky X

Označení linka může být poněkud zavádějící. Současný stav je takový, že pracoviště sice jsou rozmístěna poblíž sebe, nicméně neexistuje plynulý jednokusový tok. Výroba probíhá formou dávek o různých objemech. Některá pracoviště či zařízení slouží i pro potřeby jiných linek. Příkladem může být Strojní zkouška, jejíž výrobní zařízení je po výměně forem schopno provádět kontrolu vlastností i jiných výrobků podobné typu, ale produkovaných na jiných linkách.

Zkoumaná linka není úplně typickým příkladem aplikace jednokusového toku (OPF). Jedná se o výrobu desítek různých typů produktu, ve velmi nízkých objemech a s nepravidelnou poptávkou. Přesto však i zde je možno OPF efektivně využít.

Linka X produkuje desítky různých dóz. Ty se mohou lišit rozměry, tvary a přídatnými zařízeními (což bude vysvětleno později). Na první pohled může takováto různorodost působit značné potíže při zavádění OPF. Nicméně skutečnost není až tak dramatická. Lze vytknout několik vlastností:

- Rozměry a tvary dílů dóz jsou z hlediska technologické a časové náročnosti montáže velmi malé. Pracnost složení jednotlivých komponent, či jejich uložení do přípravků ve strojích se v praxi liší pouze v řádu vteřin nebo desetin vteřin.
- Veškerou produkci linky lze v podstatě rozdělit do dvou typů:
 - Dózy s gumovým těsněním
 - Dózy bez těsnění

Zde už přidání či nepřidání těsnění ovlivňuje pracnost i čas potřebný k vyhotovení výrobku. Vyjma tohoto jediného dílu se dózy neliší v typu jednotlivých komponent, ani v jejich množství.

- Většinu (cca 90 %) typů dóz je po finální kontrole možno zabalit a expedovat. Zbylá část dále postupuje na jiné operace (viz dále).

V rámci linky existuje pro všechny výrobky několik společných operací, které se provádějí vždy, a několik specifických operací, které se vztahují jen na některé typy dóz. Každá dóza však musí nejdříve projít pěti operacemi:

- Nýtování táhla
- Lisování spodního dílu
- Předmontáž lemování, kde jsou jednotlivé díly složeny a zalisovány ručním lisem

- Lemování smontované dózy
- Strojní kontrola, kde se těsnost spojů a jiné vlastnosti komplexně vyzkoušejí na provozním zařízení.

Ve většině případů, zde výrobní proces končí a následuje pouze balení (a vizuální kontrola) a expedice. Několik málo typů dóz však poté čekají ještě další procesní kroky:

- Šroubování prodlouženého táhla
- Montáž přídatných komponent

Tyto speciální operace nejsou u všech výrobků stejné. K některým dózám se šroubují prodloužená táhla, k některým se pouze přidávají další komponenty a u některých výrobků se provádějí obě tyto činnosti. Společnou operací je potom další strojní kontrola, balení a expedice. Jak již bylo uvedeno výše, všechny výrobky musejí ve stejném pořadí projít přes pět pracovišť a poté se cesty rozdělí. Cca 90 % všech typů (jedná se o některé typy dóz S těsněním i některé typy Bez těsnění) je po Strojní kontrole zabaleno a expedováno. Zbývá část, zhruba 10 % všech typů, ještě postupuje na další operace. Přehledně to shrnuje následující tabulka:

Tabulka 3: Operace na Lince X (Vlastní zpracování)

90 % produkce	Číslo	10 % produkce
Nýtování táhla	1.	Nýtování táhla
Lisování spodního dílu	2.	Lisování spodního dílu
Předmontáž lemování	3.	Předmontáž lemování
Lemování	4.	Lemování
Strojní kontrola	5.	Strojní kontrola
<i>Balení a expedice</i>	6.	<i>Další operace</i>
	7.	<i>Strojní kontrola</i>
	8.	<i>Balení a expedice</i>

6.3 Cíle pro zavedení jednokusového toku

Pro optimalizaci Linky X byly stanoveny následující cíle:

- Buňka musí být flexibilní – obsluha jedním, dvěma nebo více operátory
- Návrh investice na přestavbu buňky max. jeden rok

6.4 Podmínky pro vypracování návrhu

Pro vypracování návrhu na zavedení OPF na Lince X bylo stanoveno několik specifických podmínek:

- Výrobní zařízení musí být rozmístěna do linky tak, aby nebyl omezen přístup k servisním prvkům (nacházejí se na různých stranách podle konkrétního zařízení)
- Tok bude probíhat po směru hodinových ručiček, vzhledem k tomu, že téměř všechny existující linky ve firmě WOCO STV jsou takto organizovány
- Operace Strojní kontrola bude provádět kontrolu i dalších typů dóz z jiných pracovišť, když Linka X nebude vyrábět
- Pro operaci Nýtování táhla bude třeba umístit do buňky dvě zařízení (starší a novější) – všechny formy pro tuto operaci ještě nejsou sjednoceny pro nové zařízení
- Buňka musí být vybalancována pro jednoho nebo více operátorů

6.5 Struktura výroby na Lince X

Na této lince se produkuje několik desítek typů dóz, které lze zjednodušeně rozdělit na dva hlavní typy:

- S těsněním
- Bez těsnění

Výroba probíhá většinou v malých dávkách, dle zákaznických požadavků. V dalších částech bude pracováno s údaji za celý rok 2013, který bude sloužit jako základní schéma objemu a struktury objednávek, i při hodnocení úspor v poslední části práce.

Dózy vyprodukované na Lince X lze rozdělit na dva druhy (S těsněním a Bez těsnění) a charakterizovat následujícími údaji:

Tabulka 4: Údaje o celkové produkci Linky X za rok 2013 (Vlastní zpracování)

	Celkový objem (ks)	Celkový počet dá- vek	Aritmetický průměr ks/dávka	Medián (ks)
S těsněním	70528	301	234,312292	196
Bez těsnění	36769	221	166,375566	130
Celkem	107297	522		

Podle firemních údajů (celkový čas na vyrobení jednoho kusu) zpracování tohoto objemu odpovídá zhruba 3 200 pracovním hodinám, přičemž průměrný počet pracovních hodin na jednoho pracovníka za rok je zhruba 1 800 hodin. Objem výroby je tak nízký, že během celého roku nedokáže plně vytížit ani dva operátory. Pro srovnání lze uvést dózy na jiných linkách, které se produkují téměř neustále, ve třísměnném provozu, přičemž linku obsluhuje kolem deseti operátorů. Ve srovnání s tím je produkce na Lince X skutečně nízká.

Co se týče velikosti dávky (resp. objednávky), je uveden jak aritmetický průměr, tak pro lepší charakteristiku i medián. Je to z toho důvodu, že většina dávek je podprůměrná, ale někdy přicházejí zakázky, které výrazně zvyšují průměr. Rozložení velikostí dávek je lépe vidět na následujícím histogramu, kde na ose X jsou intervaly počtu kusů v jedné dávce a na ose Y, kolik takto velkých dávek bylo v roce 2013 vyrobeno:



Obrázek 13: Histogram velikostí dávek (Vlastní zpracování)

6.6 Popis pracovišť a technologický postup

V této části budou popsány operace tak, jak jsou v současnosti, tedy před vypracováním zlepšovacích návrhů, prováděny. Cílem bude definovat procesní kroky, potřebné k vyhotovení výrobku, což poté poslouží pro časové analýzy a určení plýtvání.

Do operace **Nýtování táhla** vstupuje jako hlavní komponent táhlo, jež se vloží do přípravku nýtovacího zařízení. Na něj poté přijdou podložky a membránový talíř. Po vložení táhla do přípravku, je nutné čep táhla namazat lihem, pomocí štětce. Poté se oběma rukama na-

jednou (z důvodu bezpečnosti) stisknou tlačítka, uvádějící zařízení do chodu a po několika vteřinách je táhlo zanýtováno.

Výroba probíhá na dvou nýtovacích strojích, starším a novějším. Jak již bylo zmíněno výše v podmínkách pro vypracování, je třeba počítat s oběma zařízeními. Důvodem je postupné zavádění a nastavování prvků nového stroje pro všechny produkty. Některé výrobky se tedy zpracovávají na starším stroji, ale cílem je do dvou let přejít pouze na novější výrobní zařízení. Součástí pracovního postupu je přeměňování táhla pomocí posuvného měřidla. Pro každý produkt jsou určeny požadované rozměry, jakož i dovolené tolerance. Frekvence měření je zhruba při každém padesátém nebo stém kusu (podle konkrétní výrobkové specifikace).

Spodní díl výsledné dózy sestává pouze ze dvou částí, samotného spodního dílu a vodícího pouzdra. Obě součástky jsou zalisovány v ručním pákovém lisu.

První komplexnější a časově náročnější operace je **Předmontáž dózy** pro následné zalemování. Na tomto pracovišti se setkávají oba díly z předcházejících dvou operací. Na snýtované táhlo je nasunuta pružina a poté také spodní díl. Takováto sestava je vždy po dvou kusech vložena do ručního pákového lisu (zařízení má dvě pozice po stranách). Zatažením páky lisu dojde ke stlačení pružiny do koncové polohy. Stlačení trvá několik sekund. Aby si pružina po zalisování udržela tuto pozici, je nutné našroubovat montážní trubky, které zabrání zpětnému posunutí. Po našroubování trubek, je možno hotovou sestavu uvolnit z přípravku a oba kusy vložit do pětimístného zásobníku mezi operacemi. Poté se na spodní díly obou kusů umístí membrána a někdy také gumový těsnící kroužek. Dále je nahoru umístěn horní díl a takováto podsestava je připravena k zalemování.



Obrázek 14: Podsestavy v zásobníku připraveny na zalemování (Interní zdroj firmy)

Značné potíže působí na tomto pracovišti množství zásobníků, které je třeba přehazovat, když dojdou díly (táhlo a spodní díl) nebo doplňovat (pružiny a horní díly). Největší problémem a časovou ztrátou vidím v doplňování pružin, kdy má pracovník na pracovišti

k dispozici pouze malý zásobník na zhruba 30 kusů. Aby jej doplnil, musí přerušit práci, odejít z pracoviště asi 5 metrů a doplnit jej z velké krabice od dodavatele.

Předmontáž lemování a lemování jsou operace, které vždy pracují najednou, tedy s jedním operátorem na každém pracovišti a pracují s malou dávkou pěti kusů. Posledně vykonávané činnosti jako je nasazování těsnění nebo horního dílu před zalemováním může vykonávat operátor Lemování a někdy se tak také děje. Je to v závislosti na domluvě obou pracovníků a časové vytíženosti.

Podsestava z předcházejícího procesu je na operaci **Lemování** vložena do spodního přípravku hydraulického lisu a zajištěna pomocí páky. Takto usazený díl je poté pomocí štětce namazán tukem kolem celého lemu, zatímco pracovník musí druhou rukou přidržovat horní díl na svém místě. Je nutné z hlediska kvality, aby dovnitř dózy tuk nevnikl. Pokud výrobek obsahuje těsnění, je třeba ještě přiložit senzor, který zkontroluje přítomnost a usazení těsnění. Po namazání je z podsestavy odebrán horní díl a vložen do horního přípravku lisu. Stlačením obou tlačítek simultánně je hydraulický lis uveden do chodu. Po zalemování je hotový kus vyjmut z přípravku a po odšroubování montážní trubky (která se předává zpět k pozici předmontáže), může být hotový výrobek vložen do bedny na hotové kusy nebo předán dál ke **Strojní kontrole**.

Před vložením do stroje je třeba výrobek odmastit pomocí hadru. Po vložení do přípravku stroj automaticky přezkouší vlastnosti jako těsnost, délka táhla a zdvih dózy. Odpovídá-li výrobek předepsaným parametrům, zařízení automaticky natiskne na výrobek identifikační údaje. Poté může být výrobek vyjmut z přípravku a po vizuální kontrole vzhledu, čitelnosti a úplnosti popisu, je na táhlo našroubována matice a výrobek je hotov.

Zde většinou proces končí a hotové výrobky je možno zabalit k expedici. Někdy však je třeba dalších procesních kroků.

Operace **Šroubování prodlouženého táhla** navazuje na strojní zkoušku, ale pouze u některých výrobců. Podstatou operace je našroubování matice a následně i samotného prodloužení táhla pomocí elektrického šroubováku, uchyceného na pracovišti. Našroubování se neprovádí až na doraz, ale pouze z větší části závitu a poslední část se dotahuje ručně.

Hotové dózy jsou převezeny k pracovišti **Balení**, které je také společné pro několik linek. Má však tu výhodu, že je možné jej de facto rozdělit, jelikož neobsahuje žádné strojní zařízení, a přiřadit k jednotlivým linkám. Pracovník balení zároveň obstarává další vizuální kontrolu hotových výrobců. Dózy se balí do kartonových krabic. Tyto krabice včetně

vnitřních kartonů přicházejí na pracoviště v kompaktním nesloženém stavu. Pracovník balení skládá a ukládá vnitřní přepážky, které od sebe oddělují jednotlivé kusy a chrání je před poškozením. Dvě přepážky s kruhovými otvory jsou umístěny těsně po stranách a drží horní díly dóz a jedna přepážka je uprostřed a stabilizuje táhla dóz. Kusy jsou pak ukládány ve dvou řadách proti sobě a díky ukotvení na dvou koncích se vzájemně nedotýkají.

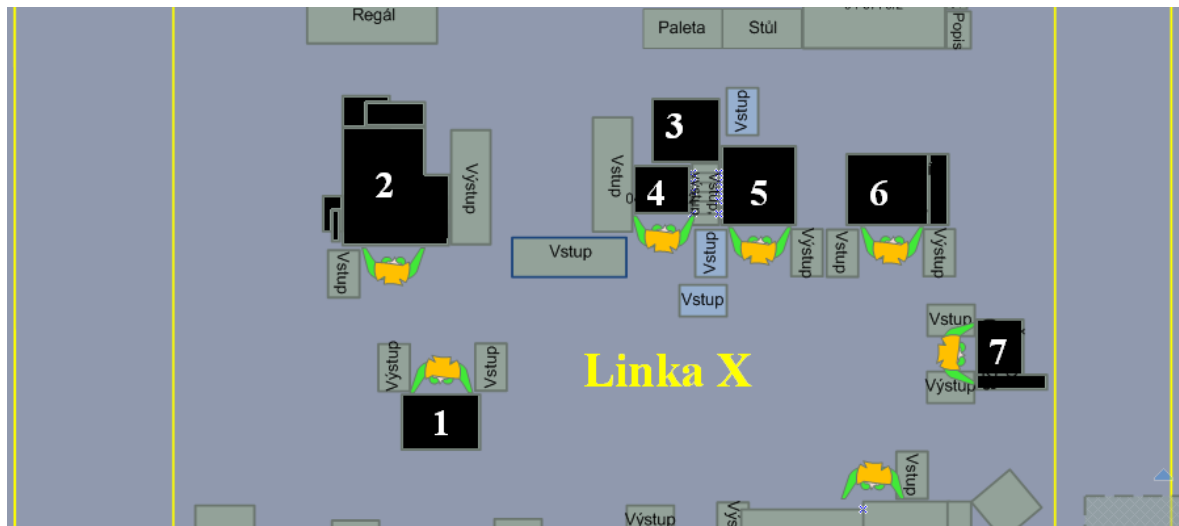


Obrázek 15: Balení dóz (Interní zdroj firmy)

6.7 Současný layout

Jak již bylo zmíněno výše, Linka X seskupuje převážnou většinu pracovišť svého procesu do jednoho prostoru na výrobní hale aktuátorů. Pro ilustraci stávajícího stavu i při modelování budoucího rozmístění pracovišť byl použit interně zpracovaný layout v programu Microsoft Visio. Černě značené jsou jednotlivé stoly nebo strojní zařízení. Šedé a modré obdélníky značí vstupy a výstupy různých pracovišť. Čísla značí jednotlivá zařízení, resp. pracoviště:

- 1) Stará nýtovačka
- 2) Nová nýtovačka
- 3) Lisování spodního dílu
- 4) Předmontáž lemování
- 5) Lemování
- 6) Strojní kontrola
- 7) Šroubování prodlouženého táhla



Obrázek 16: Současný layout Linky X (Vlastní zpracování dle Interního zdroje firmy)

Jak je vidět na tomto obrázku, linka zabírá celý prostor mezi manipulačními trasami (vyznačeny svislými žlutými čarami) a mezi dvěma dalšími pracovišti. Už na první pohled je zřejmé, že je zde množství nevyužitého prostoru, na levé straně u nýtovaček a manipulační trasy, a uprostřed celé linky. Tyto prostory není v podstatě možno využít, jelikož jsou moc malé a roztroušené, než aby se zde daly umístit jiné výrobní zařízení. Dalšími zbytečnými prostory se jeví množství zásobníků a spádových dopravníků pro materiál a rozpracovanou výrobu. Celkově linka zabírá plochu 57,12 m².

6.8 Analýza činností operátorů

Činnost operátorů bude analyzována prostřednictvím nástrojů:

- Chronometráže operací
- MOST analýzy operací
- Hledáním a identifikací plýtvání

Další nástroje PI jako snímkování pracovního dne nebo náběh směny nebyly použity. Bylo to z důvodu specifických vlastností Linky X, tedy nízkého a nepravidelného objemu zakázek. Výroba na lince probíhala pouze tehdy, když bylo možno uvolnit několik pracovníků a zpracování jedné dávky trvalo několik desítek minut nebo pár hodin (v závislosti na velikosti objednávky a časovým nárokům na danou operaci). Samotná práce v jednotlivých procesních krocích vykazovala spíše stacionární charakter. Operátor většinu času strávil u stroje, popřípadě si přehodil zásobníky. Při chronometráži i MOST analýza byla pozornost

zaměřena pouze na přímé výrobní činnosti přidávající hodnotu (bez logistických a jiných činností), jelikož pro budoucí balancování linky byly podstatné právě tyto časy. Doplňování zásobníků, odvoz hotových výrobků na sklad, apod. jsou činnosti, které se ve firmě WOCO STV stanovují specifickými přírážkami ke konkrétním normám.

Při analýze činností operátorů bylo možno jen v malé míře využít aktuální normy práce. Celkově byly tyto normy většinou nepřesné, jednak z důvodů použití odlišné metodiky jejich stanovování (starší výrobky byly určovány spíše odborným odhadem, méně nových bylo stanovováno dle chronometrů, někdy i pomocí MOST). Součástí praxe bylo pomoci při přesnějším a jednotném stanovení norem práce.

6.8.1 MOST Nýtování táhla

Operátorka, která byla natáčena pro vyhodnocování analýzy, byla podle informací průměrně zkušená. Jednotlivé činnosti probíhaly dle standardního postupu. Při podrobnějším zkoumání práce bylo zjištěno, že operátorka pracuje převážně pouze pravou rukou. Druhá ruka naproti tomu se zapojila pouze při získávání nového táhla (tento nový kus si stejně před vložením do stroje přehodila do pravé ruky) a při simultánním stlačení tlačítek stroje. Tempo práce bylo od pohledu značně rychlé.

Byla zaměřena pozornost na rozložení jednotlivých zásobníků na pracovišti a zjistilo se, že většina dílů je lépe přístupná pravé ruce.

Tabulka 5: MOST Nýtování táhla (Vlastní zpracování)

Nýtování táhla	
Činnost	Čas v s.
Stlačení tlačítek stroje	2,16
Získání hotového táhla a vložení dalšího do stroje	1,44
Získání podložky a uložení	1,44
Získání a nasazení talíře	2,16
Získání a uložení 2. podložky	2,16
Získání štětečku, namazání, odložení	2,16
Celkem	12,24

6.8.2 MOST Lisování spodního dílu

Lisování spodního dílu je jednoduchá operace a měla nejkratší čas potřebný na vyrobení jednoho kusu. Překážkou v ergonomii i produktivitě byl nízko umístěný zásobník spodních

dílů. Operátorka si tyto díly vždy po cca 20 ks vyskládala na stůl, aby je měla po ruce. Vyšší zásobník by byl vhodnější.

Tabulka 6: MOST Lisování spodního dílu (Vlastní zpracování)

Lisování spodního dílu	
Činnost	Čas v s.
Uložení spodního dílu do přípravku	2,16
Získání vodícího pouzdra a uložení do přípravku	1,44
Zalisování	1,08
Získání hotového ks a uložení do bedny	1,44
Celkem	6,12

6.8.3 MOST Předmontáž lemování

Na operaci předmontáž už na první pohled bylo vidět jeden z osmi druhů plýtvání. Operátorka po zatáhnutí páky lisu, získala montážní šrouby od následného pracoviště a čekala na stroj, až dokončí stlačení pružiny. Čekání jí vždy zabralo podle chronometráže asi 8 sekund. Jelikož je na operaci předmontáže přímo navázána operace lemování, je třeba, aby pracovnice stíhala dodávat hotové kusy do zásobníku mezi oběma pracovišti. To znamenalo zvýšené úsilí, které se podepsalo na nevyrovnaném pracovním tempu, jež bylo někdy opravdu zběsilé, a bylo prokládáno chvilkami naprosté nehybnosti při čekání na stroj. Operátorka byla schopna zásobovat následnou operaci jen do té doby, než si musela doplnit nebo vyměnit zásobníky s díly. Byla zde evidentní potřeba vyrovnat tempo, prováděním některých kroků v čase čekání.

Tabulka 7: MOST Předmontáž lemování bez těsnění (Vlastní zpracování)

Nýtování táhla	
Činnost	Čas v s.
Získání 2 táhel a přehození do pravé ruky	2,16
Získání 2 pružin	1,44
Navlečení 1. pružiny na táhla	0,72
Navlečení 2. pružiny na táhla	0,72
získání spodního dílu a nasazení na táhlo	1,44
Uložení do stroje	1,44
získání 2. spodního dílu a nasazení na táhlo	1,44
Uložení do stroje	1,44
Zatažení páky, spuštění stroje	1,8

Získání 2 montážních trubek	1,8
Čekání na stroj	8,64
SIMO našroubování trubek	2,52
Odtažení páčky	0,72
Získání dóz	0,36
Získání membrán	2,16
Nasazení membrány	1,44
Uložení dózy do zásobníku	1,44
Nasazení membrány	1,08
Uložení dózy do zásobníku	1,08
Získání 2 horních dílů, nasazení + návrat	2,52
Celkem	36,36

Výsledný čas je pro dva kusy, jelikož celý cyklus se vždy provádí pro dva výrobky, vzhledem ke dvěma pozicím pákového lisu.

Při přidávání těsnění (2 kusy) je ještě třeba přidat čas 3,6 sekund. Výsledný čas je pak 39,96 sekund.

6.8.4 MOST Lemování

Lemování je přímo navázáno na operaci předmontáže. Lemování má dva cyklové časy, které se pravidelně jeden po druhém střídají. Důvodem je mazání okolí formy, které se provádí u každého druhého kusu.

Tabulka 8: MOST lemování s mazáním (Vlastní zpracování)

Lemování s mazáním	
Činnost	Čas v s.
Odhození montážní trubky	0,36
Sebrání 1 ks dózy a vložení do stroje	3,24
Zatažení páky	1,8
Sebrání štětečku a mazání okolí formy + položení ště.	4,68
Umístění horního dílu	2,16
Stlačení tlačítek	2,16
Odtažení páky	1,8
Sebrání ks, odšroubování a uložení do bedny	3,96
Celkem	20,16

Tabulka 9: MOST Lemování bez mazání (Vlastní zpracování)

Lemování bez mazání	
Činnost	Čas v s.
Odhození montážní trubky	0,36
Sebrání 1 ks dózy a vložení do stroje	3,24
Zatažení páky	1,8
Umístění horního dílu	2,16
Stlačení tlačítek	2,16
Odtažení páky	1,8
Sebrání ks, odšroubování a uložení do bedny	3,96
Celkem	15,48

Při lemování dózy s těsněním je ještě před zalemováním potřeba přiložit k dóze čidlo, které zkontroluje přítomnost těsnění ve správné pozici pro zalemování. Tato operace zabere dalších 1,8 sekund.

6.8.5 MOST Strojní kontrola

Strojní kontrola je pátým krokem při produkci dóz. Zkušební zařízení kontroluje postupně několik parametrů. To se projevuje dlouhým cyklovým časem stroje, při němž není operátorka plně využita a musí čekat.

Tabulka 10: MOST Strojní zkouška (Vlastní zpracování)

Strojní kontrola	
Činnost	Čas v s.
Získání ks ze stroje	1,08
Vložení dalšího ks do stroje	0,72
Našroubování šroubku	4,68
Natočení a vizuální kontrola	1,44
Uložení do bedny	1,44
Získání nového ks	1,08
Získání hadříku, očištění, odložení hadříku	5,04
Získání matky	1,08
Čekání na stroj	11,52
Celkem	28,08

6.9 Srovnání MOST a chronometráže

Časy jednotlivých operací byly měřeny a stejně tak analyzovány pomocí MOST pouze z hlediska samotných činností přidávajících hodnotu, tedy opracování výrobků. Cílem bylo přesně změřit podstatu jednotlivých kroků. Do těchto měření nebylo zahrnuto doplňování dílů, přerovnávání hotových kusů, odvoz přepravek s výrobky, vypisování dokumentace, apod. Tyto činnosti měli za úkol vyčíslit technologové podle specifických požadavků jednotlivých výrobků.

Je třeba rovnou upozornit, že naměřené časy nemusí a pravděpodobně ani nejsou univerzálně platné. Díky charakteru výroby na Lince X bohužel existují odlišnosti v rámci desetin vteřin až několika vteřin, které jsou specifické pro jednotlivé výrobky. Např. montážní trubka pro operace lemování může mít různé šířky i různý počet závitů, což bude vytvářet odchylky od zde prezentovaných časů. Podle konzultací s technologi byly vybrány určité výrobky (které v té době byly aktuálně produkovány), které se dají označit jako průměrně náročné. Tyto skutečnosti byly patrné i při chronometráži, kdy se převážně u složitějších operací projevovaly několikavteřinové rozdíly mezi dvěma stejnými činnostmi.

Měření každé operace chronometráží bylo provedeno v různých počtech náměrů (minimálně však 30) a u různých pracovníků (minimálně 2 pro každou operaci) a různých výrobků. Následující tabulka přehledně shrnuje časy podle MOST a chronometráže:

Tabulka 11: Srovnání MOST a chronometráž (Vlastní zpracování)

Č.	Proces	MOST (s/ks)	Chronometráž (s/ks)
1	Nýtování táhla	12,24	11,96
2	Lisování spodního dílu	6,12	6,83
3a	Předmontáž lemování	18,18	17,05
3b	Předmontáž s těsněním	19,98	18,78
4a	Lemování	17,82	19,16
4b	Lemování s těsněním	19,62	21,14
5	Strojní kontrola	28,08	28,23

Časy podle obou metod měření práce jsou zhruba stejné. U nýtování táhla byly naměřené časy rychlejší, než podle MOST. Je to z důvodu rychlého tempa práce a šikovnosti operátorů. Tentýž stav je možno pozorovat u předmontáže lemování, kde i přes několikavteřinové čekání dokázaly operátorky stlačit časy pod hranici předem určených časů. Dalším z urychlujících faktorů bylo, že někdy sestavovaly dózu tak, že obě táhla držely v jedné

ruce a druhou rukou nasazovaly ostatní díly. Tento postup však není univerzální vzhledem k rozličným tvarům a velikostem spodních dílů. Spíše by bylo vhodné sestavovat kusy po jednom a vyvarovat se jejich možnému pádu na zem.

Opačný stav trendu časů se projevuje u Lisování spodního dílu, kde se negativně projevil fakt, že zásobník s díly není optimálně umístěn. Někdy se to obchází tak, že se dávka asi třiceti kusů vyskládá na pracovní stůl do příhodnější pozice. Z pohledu ergonomie přesun ze zóny C do zóny A (dle Nařízení vlády 361/2007). Ačkoliv je to značné usnadnění práce (operátorka se tolik nenaklání), je to časová ztráta, která v průměru způsobila delší průměrný čas. Operace Lemování také vykazuje průměrné naměřené časy vyšší. Jedním z faktorů je problém odhazování montážních trubek viz obrázek.



Obrázek 17: Přehazování montážních trubek (Vlastní zpracování)

Na tomto obrázku lze vidět pracoviště předmontáže vlevo a lemování vpravo. Uprostřed je bílý zásobník na dózy, kde se odloží, a pak se na ně skládají membrány, těsnění a horní díly. Tento zásobník je ukotven v černé přepravce a uvnitř ní je vidět menší modrou bedýnku. To je „předávací místo“ pro montážní trubky. Problémem je, že když operátorka

předmontáže pokládá díly na dózy, její ruce blokují prostor a pracovnice lemování nemůže odhodit montážní trubku. To pak způsobuje zdržení následné operace.

Strojní kontrola vykazuje téměř shodný čas v MOST i dle chronometráže. Je to proto, že pracovnice má dost času na manuální operace a čeká asi 11 sekund na dokončení strojních operací. Poté už jen stačí vyměnit jeden kus za druhý, což trvá necelé dvě vteřiny.

6.10 Výkonové normy

Součástí úkolu ve firmě WOCO STV bylo pomoci s jednotným vytvářením norem. Přestože tato kapitola svou náplní patří spíše do projektové části, je zde uvedena z důvodu logické a především časové návaznosti. Jak již bylo řečeno výše, původní výkonové normy nebyly moc přesné. Proto byl zvolen postup nejdříve sjednotit normy a až poté provést mapování hodnotového toku a další kroky, aby analýza současného stavu i budoucí návrhy reflektovaly skutečnou aktuální situaci v podniku.

V následující tabulce jsou uvedeny přepočtené výkonové normy na jeden výrobek, v nichž jsou zahrnuty veškeré tzv. nepravidelné činnosti (vypisování dokumentace, vychystávání materiálu, výměna zásobníků, měření posuvným měřidlem, manipulace hotových kusů na sklad nebo k další operaci, apod.), které stanovili technologové s ohledem na specifické požadavky každého pracoviště.

Tabulka 12: Aktuální výkonové normy na reprezentativní kus

(Vlastní zpracování)

Č.	Proces	MOST(s/ks)	Výkonová norma (s/ks)
1	Nýtování táhla	12,24	13,72
2	Lisování spodního dílu	6,12	6,42
3a	Předmontáž lemování	18,18	22,75
3b	Předmontáž s těsněním	19,98	24,63
4a	Lemování	17,82	22,75
4b	Lemování s těsněním	19,62	24,63
5	Strojní kontrola	28,08	30,16

Předmontáž lemování spolu s Lemováním (a stejně tak i obě operace s těsněním) mají stejné časy z toho důvodu, že jsou na sebe přímo napojena, a pracují v jakési „mini lince“. Proto mají jednotný čas, který je dán úzkým místem. Do těchto časů není započítán úklid

pracoviště, který nikdy nevstupuje do výkonových norem, ale je zaznamenáván samostatně.

6.11 Mapování současného hodnotového toku

VSM mapa (mapování hodnotového toku) současného stavu je umístěna v příloze č. 3 této práce. Mapování hodnotového toku na Lince X bylo poněkud problematické. Linka jako celek vyrábí pouze na požadavek zákazníka a pouze jeden druh z několika desítek výrobků. To znamená, že neexistuje žádná výroba na sklad a zákaznický takt by se sice dal vyjádřit určitým průměrem, ale skutečnost by zdaleka nevystihoval. Po poradě s technologií firmy WOCO STV bylo využito značně zjednodušené mapy. Tato mapa je zaměřena pouze na samotnou Linku X. Linka vyrábí samostatný produkt, přičemž jejím dodavatelem je sklad materiálů a odběratelem hotového výrobku je proces **Balení a expedice**. Při výpočtu VA indexu bylo použito aktuálních MOST analýz pro určení časů přidávajících hodnotu. Tyto časy byly sečteny a vyděleny průměrnou průběžnou dobou výroby za rok 2013. Ta činí zhruba **2,013 dne**. Tento údaj pochází z výrobních statistik linky. U operací Předmontáže a Lemování se místo dvou časů pro každý typ výrobku (S nebo Bez těsnění) využil vážený aritmetický průměr, ve kterém byla váha určena podílem dóz S těsněním a Bez těsnění na celkové produkci linky za rok 2013. Jednotlivé váhy jsou zhruba 0,657 pro dózy S těsněním a 0,343 pro dózy Bez těsnění.

Jednotlivé údaje použité ve VSM lze shrnout do tabulky:

Tabulka 13: VA index Linky X (Vlastní zpracování)

Součet časů přidávajících hodnotu	84,8 s
Průměrná průběžná doba výroby	173950 s
VA Index	0,04875 %

VA index je pouhých 0,04875 %, Jinými slovy necelých pět setin procenta celkového času průběžné doby výroby tvoří časy, kdy je výrobku přidávána hodnota pro zákazníka.

Na první pohled určitě zaujme údaj, týkající se průběžné doby výroby. Více než dva dny v procesu s pěti operacemi, přičemž každá trvá méně než půl minuty, působí velice abnormálně. Důvodem je charakter celého procesu Linky X. Jelikož objednávky (externí), resp. výrobní příkazy přicházejí velice nepravidelně a ve velice nízkém množství (jak bylo nastíněno výše), není pro firmu efektivní vyhradit určitý počet zaměstnanců pouze pro tuto

výrobu, přičemž obdobná situace se týká i mnoha dalších linek na divizi aktuátorů. Z těchto důvodů je nutno přiřazovat operátory na jednotlivá pracoviště podle současných personálních možností. WOCO STV se snaží tuto situaci řešit nasazováním agenturních pracovníků, ale i přes toto opatření je takřka nemožné efektivně reagovat na všechny výkyvy v objednávkách. To způsobuje problém, který je příčinou dlouhé průběžné doby výroby na Lince X. Symbolem „ruční přenos informací“ je zaznamenán proud pokynů (i pracovníků) od mistra k jednotlivým pracovištím podle potřeby.

Uvedme příklad. Když je k dispozici volný pracovník, mistr výroby jej pošle na Nýtování táhla Linky X, kde zpracuje dávku 300 ks. Po dokončení dávky je tento pracovník poslán na jinou linku, na jiné pracoviště, kde je potřeba výroby naléhavější. Zpracovaná dávka táhel čeká 7 hodin, než je dále zpracována jiným operátorem, již z jiné směny.

Další komplikace nastává u Předmontáže lemování a Lemování u Linky X, jelikož tato pracoviště jsou komponována do „mini linky“ a proto musí být vždy obsluhována dvěma operátory. Ne vždy to však musí být komplikace, jelikož během nízkých objemů výroby na více pracovištích je k dispozici více pracovníků najednou (většinou stálých zaměstnanců).

Ve VSM mapě není uveden přepočítaný počet velikosti zásob mezi operacemi na časové jednotky, jelikož se jedná o proměnnou hodnotu a jak bylo vysvětleno výše, není jediným faktorem, který ovlivňuje průběžnou dobu. Obecně platí, že zásoba před každým pracovištěm je stejně velká jako aktuálně zpracovávaná dávka, tedy konkrétní zákazníkům požadavek.

Pro potřeby kvantifikace přínosů zlepšení je však vhodné vypočítat také teoretický VA index. Předpokládejme, že ihned po zpracování na jednom pracovišti se dávka přesouvá na následnou operaci. Průměrná velikost zásoby mezi operacemi je 211 ks (vážená průměrná zásoba za rok 2013). Výjimkou je zásoba mezi operacemi Předmontáže a Lemování (2 ks). Po přepočtení získáme **teoretický VA index asi 0,9044 %**.

V souvislosti s výrobními dávkami je třeba zmínit jednu okolnost. Po zpracování na jednotlivých pracovištích je každá dávka buď operátorem odvezena do skladu (asi ve třech čtvrtinách případů) anebo je rovnou přesunuta na další výrobní krok, kde ovšem většinou také čeká na volného pracovníka. Přesun na následující krok se týká většinou pouze dávek z operací Nýtování táhla a Lisování spodního dílu, které se přesouvají na Předmontáž lemování a zde čekají na zpracování. Tato situace ovšem nenastává, pokud na Předmontáži jsou již umístěny kusy jiné dávky, takže operátor musí táhla nebo spodní díly odvézt na sklad. Zalemované kusy naopak většinou jdou nejdříve na sklad a až poté bývají opět při-

vezeny na strojní zkoušku. Tento fakt technologové také zohlednili v aktuálních pracovních normách, v „nepravidelných činnostech“.

Dalšími údaji, které nejsou ve VSM uvedeny, jsou zákaznický takt, celková efektivita zařízení a čas na přetypování strojů. Tyto údaje vzhledem k charakteru a specifikům výroby na Lince X, plní pro tuto konkrétní situaci spíše vedlejší úlohu. Čas na přetypování strojů, resp. výměnu forem, by v tomto kontextu mohl být zohledněn. Po konzultaci s technologi bylo dohodnuto tyto časy neuvádět, jelikož ve VSM aktuálního stavu v podstatě nefigurují. Je to také proto, že čas na výměnu trvá u všech pěti pracovišť dohromady pouze několik desítek minut a prostoje mezi výrobou dvou dávek jsou v řádu hodin a desítek hodin.

6.12 Detekce neshod

Dalším projevem aktuálního systému výroby na Lince X (tedy výroba v dávkách a dlouhé průběžné doby) je nekvalita, nebo spíše detekce nekvality. Ačkoliv je na kvalitu výsledných produktů kladen zvenčí i zevnitř firmy značný důraz, vždy se nějaké případy objeví.

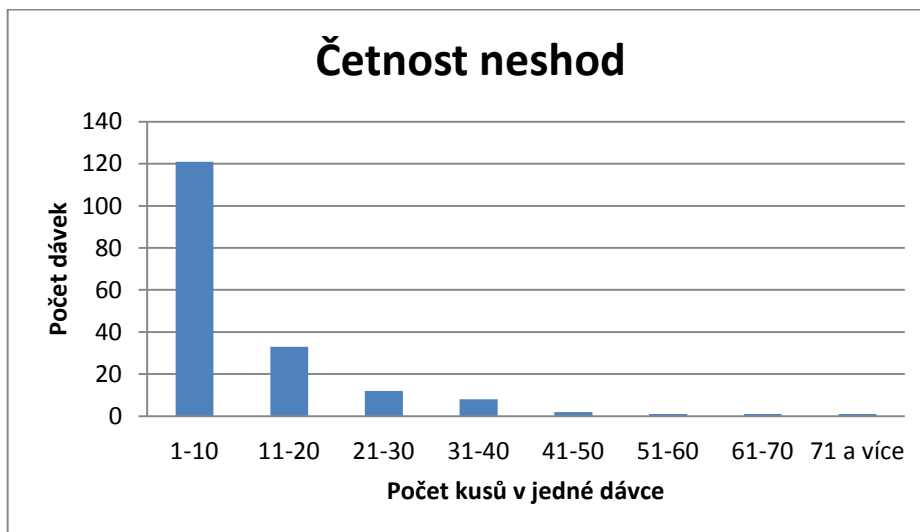
Přestože je na prvních čtyřech pracovištích vizuální kontrola (někdy i měření, např. u Nýtování táhla), jedině zařízení poslední operace (Strojní zkouška) provede komplexní kontrolu prakticky všech požadovaných parametrů, včetně závěrečné vizuální kontroly operátorem.

Problémem současné dávkové výroby je to, že je problém detekován většinou až tehdy, když již celá dávka prošla všemi kroky zpracování. Pokud je až tehdy odhalena nekvalita, je již pozdě na nějakou efektivní nápravu. Je to ztráta jak času a peněz vynaložených na výrobu ve čtyřech operacích, tak i nárůst dalších nákladů a personálních problémů na znovuzpracování nebo opravu nekvalitních výrobků.

Podle údajů ze zařízení na Strojní zkoušce bylo za rok 2013 detekováno 1 995 neshodných výrobků Linky X. Z celkového ročního objemu 107 297 vyrobených kusů to je asi 1,86 %. Přestože to není nijak vysoké číslo, znamená plýtvání časem a materiálem na produkci těchto výrobků a další náklady spojené s jejich napravováním.

V dávkách, ve kterých se neshody objevily, bylo v průměru 10 neshodných výrobků a tak tomu bylo ve většině případů. Zhruba ve třetině případů se však v jedné dávce vyskytlo více než deset neshodných výrobků.

Rozložení četností neshod v dávce za rok 2013 je v následujícím histogramu:



Obrázek 18: Histogram počtu neshod v jedné dávce (Vlastní zpracování)

6.13 Výrobní zařízení

Zařízení na Lince X nejsou primárně navržena, aby byla umístěna vedle sebe. Obě nýtovačky, hydraulický lis Lemování a zařízení pro Strojní zkoušku musí mít přístup nejen zepředu, ale i zezadu a z pravé strany pracoviště. Je to pro výměnu forem a nástrojů, nebo pro elektrické rozvodné sítě a některé servisní prvky. Pro tato zařízení bude třeba ponechat místo alespoň 40 cm na těchto stranách, ale je možné zařízení umístit rohy k sobě, aby svírala úhel asi 45 stupňů. Liniová, L-linka, nebo linka ve tvaru rovnítka bude hůře uplatnitelná a spíše za předpokladu, mezioperačních spádových dopravníků. Výhodnější bude použit buď buňku ve tvaru U nebo S, která díky svým úhlům umožní ponechat přístupy ke strojům.

6.14 Ergonomie

Z ergonomického pohledu se na zkoumaném procesu neobjevují žádné výrazné ergonomické nedostatky. Několik drobností však lze vytknout:

- U operace Předmontáže je zásobník s pružinami hůře přístupný, jelikož je umístěn vodorovně s plochou stolu. Nakloněním by se zlepšila dostupnost. Dále by bylo vhodné umístit velkou krabici s pružinami na doplňování (ze současného místa na

zemi poblíž pracoviště) na stojan nebo vozík, aby se pracovnice nemusela shýbat a měla pro doplňování lepší přístup.

- U operace Lisování spodního dílu není vhodně umístěn zásobník se spodními díly – je příliš nízko a daleko, což je neergonomické a zdržující
- Většina pracovišť je ve vhodné výšce pro vysoký sed nebo stoj. Výjimkou je především pracoviště Strojní kontrola, které by bylo třeba zvýšit pro práci ve stoje.

6.15 Shrnutí výsledků analýzy

Shrnutí je uvedeno ve dvou rovinách. Detailní pohled na jednotlivá pracoviště a celkový pohled na Linku X jako proces.

6.15.1 Jednotlivé operace

- Všech prvních pět operací je potřebných k vyhotovení výrobku, jsou na sebe technologicky návazné a není možné žádné vynechat
- V rámci jednotlivých operací nejsou žádné činnosti, které by bylo možno eliminovat
- Na dvou pracovištích operátorky čekají na dokončení strojního cyklu – u Předmontáže 8,64 s a 11,52 s u Strojní zkoušky
- U operace Nýtování táhla není rozvrženo rozmístění zásobníků tak, aby bylo možno získávat díly střídavě pravou a levou rukou, což způsobuje zdržení
- U operace Lisování spodního dílu není vhodně umístěn zásobník se spodními díly
- U operace předmontáže je hodně času ztraceno díky výměně zásobníků a především doplňování pružin (zásobník asi na 30 ks, tj. zhruba 10 minut). Dále by bylo vhodné vytvořit nějaký skluz nebo malý spádový dopravník pro vracení montážních šroubů zpět na operaci Předmontáž.

6.15.2 Proces Linka X

- Na lince se produkuje několik desítek výrobků, které lze rozdělit do dvou skupin (S těsněním a Bez těsnění)
- Vznikají problémy s kolísáním objemů výroby a s tím spojeným přiřazováním pracovníků
- Průběžná doba výroby je značně dlouhá (zhruba 2 dny)
- VA index 0,04875 %

- Všechny pracoviště Linky X včetně operace Šroubování zabírají plochu 57,12 m².
- Vážená průměrná výrobní dávka je 211 kusů
- Dávkový systém výroby
- Pozdní detekce zmetků – případné neshody jsou většinou detekovány na páté operaci Strojní zkouška, teprve, až když už je celá dávka vyrobena
- Některá výrobní zařízení potřebují přístupy ze zadu a z pravé strany, ale je možná je umístit na dosah, pokud v daném místě budou svírat úhel zhruba 45 stupňů
- Výška pracovních ploch výrobních zařízení je upravena podle potřeb stálých zaměstnanců firmy. Je možno pracovat v sedu na vysoké židli nebo vestoje. Jedinou výjimkou je Strojní zkouška, která je primárně definována pro práci v sedu na nízké židli.
- Na pracovišti je úspěšně zavedeno a udržováno 5S, pracovní standardy a velmi dobrá vizualizace

7 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Nejdříve budou uvedena jednotlivé optimalizace dílčích činností a až poté návrh nového layoutu, vybalancování operací a nová mapa hodnotového toku. Logikou tohoto postupu je odstranění co nejvíce činností nepřidávajících hodnotu z každé činnosti zvlášť, a teprve poté navrhnout nový layout s ohledem na flexibilitu linku (pro různý počet pracovníků) spolu s vybalancováním činností jednotlivých operátorů. Nejlepší návrh poté poslouží jako podklad pro novou mapu hodnotového toku.

7.1 Optimalizace jednotlivých pracovišť

7.1.1 Nýtování táhla

Na první operaci bylo vyzkoušeno a zmapováno jiné rozmístění zásobníků. Díky této úpravě dokázala operátorka pracovat o poznání rychleji a dalo by se říci vyváženěji, jelikož k získávání i ukládání dílů do stroje využívala střídavě obou rukou. Zaznamenaný čas chronometráží byl 8,75 s, ale čas dle MOST vycházel 9,36 s. Bylo to z důvodu výjimečné rychlosti a obratnosti operátorky, ale standardní výkon by spíše odpovídal MOSTu.

7.1.2 Lisování spodního dílu

Zásobník se spodními díly na této operaci by měl být umístěn na speciální stojan, které se ve firmě používají, a které umožní dosáhnout vyvýšení a náklonu zásobníku pro snadnější získávání dílů. Díky tomu se čas na zpracování jednoho kusu změní na 5,4 s a operátorky si již nebudou muset vždy připravit několik kusů na stůl, aby je měly po ruce, což je ve finále zdržující (jak ukázala chronometráž).

7.1.3 Předmontáž lemování

Na této operaci byl největším problémem čas čekání na dokončení cyklu stroje (8,64 s). Přímou nabízel řešení využít tento prostor a v překrytém čase vyvinout jinou činnost. Zřejmě nejlepší praktické řešení bylo náhodou objeveno o několik dnů později, kdy bylo zjištěno, že jedna (pouze jedna) operátorka už si v tomto směru svou činnost velice efektivně optimalizovala. Její postup byl zaznamenán do standardu a podle něj byl vytvořen nový MOST. Podstatou zlepšení bylo, že operátorka se po spuštění stroje pustila rovnou do spojování dílů do nové dózy. Vždy takto zpracovala jeden a poté druhý výrobek a odložila je na volné místo na stole. Stroj mezitím dokončil svůj cyklus, pracovnice našroubovala montážní šrouby, vyjmula oba hotové kusy a přidala membrány a horní díly. Poté vložila oba

předpřipravené kusy do stroje a cyklus začal znovu. Díky tomu byl výrobní čas zkrácen na 14,76 s/ks pro dózy bez těsnění a 16,56 s/ks pro dózy s těsněním. Na první pohled je patrné, že průběžný čas na jeden kus se nesnížil o celých 8,64 s, ale pouze o 3,42 s. Je to z toho důvodu, že dříve bylo spojování prováděno na dvou dílech najednou. Po diskusi jsme dali přednost předmontáži pouze jednoho ks najednou, jelikož některé dózy jsou větších rozměrů a hrozilo by riziko upuštění a poškození dílů.

7.1.4 Lemování

Na této operaci nebyl objeven žádný nedostatek, který by dal prostor pro zlepšení. Přesto by bylo dobré zaměřit se na mazání lihem, prováděné u každého druhého výrobku. Pracovnice spotřebuje na samotné namazání 2,16 s/ks. Kdyby existoval nějaký dávkovač, bylo by možné tento čas zredukovat přinejmenším na polovinu. Ideální by bylo, kdyby dávkovací zařízení bylo zakomponováno přímo do formy stroje čímž by úplně odpadla nutnost ručního mazání a dalo by se uspořit 4,68 s/ks.

7.1.5 Strojní kontrola

Na této poslední operaci není žádná činnost, která by šla zredukovat. Přesto je zde disponibilní čas čekání 11,52 s, který by bylo možné využít při budoucím balancování linky a operátorce, tak přidělit úkol, který by v tomto čase mohla vykonat.

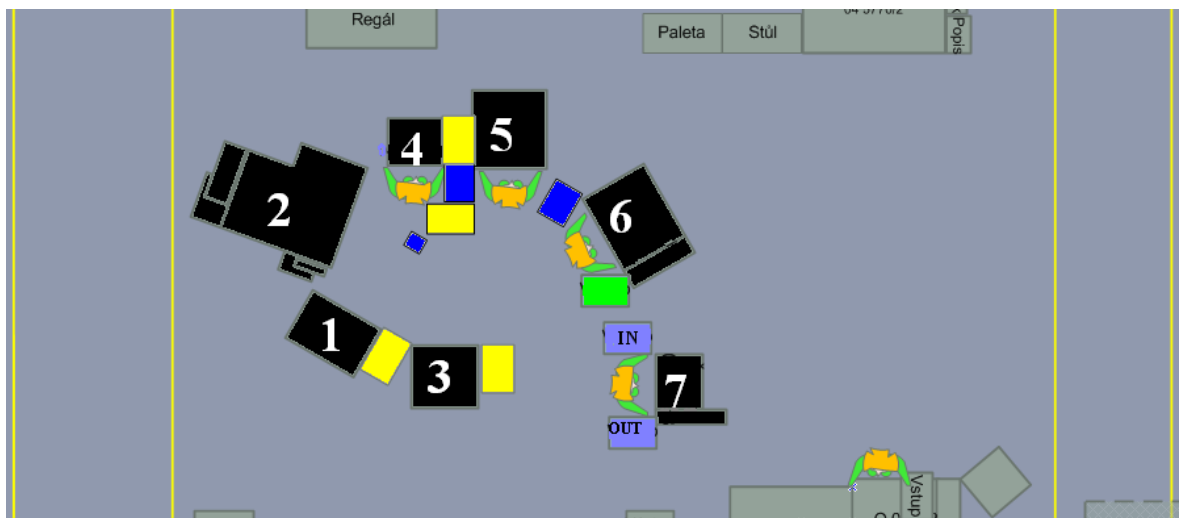
Všechny úpravy jsou zaznamenány v následující tabulce:

Tabulka 14: MOST operací po dílčích vylepšeních (Vlastní zpracování)

Č.	Proces	Původní MOST (s/ks)	Nový MOST (s/ks)
1	Nýtování táhla	12,24	9,36
2	Lisování spodního dílu	6,12	5,4
3a	Předmontáž lemování	18,18	14,76
3b	Předmontáž s těsněním	19,98	16,56
4a	Lemování	17,82	17,82
4b	Lemování s těsněním	19,62	19,62
5	Strojní kontrola	28,08	16,56+11,52

7.2 Nový layout

Po několika úpravách a konzultacích s technologi, ohledně nejvhodnějšího uspořádání, které bude maximálně reflektovat požadavky firmy, byl technologi a firemním průmyslovým inženýrem vybrán následující návrh. Kvůli omezením daným potřebou přístupů k určitým servisním prvkům nebylo možné využít jakoukoliv formu liniového uspořádání. Aby cesty mezi jednotlivými zařízeními byly co nejkratší a plocha celé linky byla co nejmenší, vznikla určitá varianta U-buňky, trochu připomínající ulitu šneka. Žlutou barvou jsou zvýrazněny zásobníky vstupního materiálu jednotlivých kroků, modře předávací body mezi pracovišti a zeleně finální výstup buňky. Vstup a výstup pro pracovníky je v nejužším místě 130 cm. V tomto uspořádání je možný přístup ke všem servisním prvkům. Tok materiálu bude probíhat po směru hodinových ručiček, přesně podle požadavků firmy. Na pracovišti 1 nebo 2 se budou nýtovat táhla a směřují k pracovišti Předmontáže (4). Lisování spodního dílu (3) taktéž směřuje k Předmontáže a dávka bude předávána na malém předávacím místě (ve firmě se používají úzké a vysoké stojany, které budou dobře vyhovovat). Na Předmontáži se oba díly spojí s pružinou, zalisují, a jdou dále na předávací bod k Lemování (5). Po zalemování operátorka odkládá dózu na další předávací bod ke Strojní kontrole (6). Zde je hotový výrobek ukládán do bedny pro hotové kusy. Poněkud bokem je operace Šroubování (7), která může pracovat naprosto nezávisle na lince.



Obrázek 19: Nový layout Linky X (Vlastní zpracování)

Prakticky všechnen vstupní materiál je možno zásobovat zvenčí linky, od hlavní ulice haly (zvýrazněna žlutými čarami vlevo). Výjimku představuje zásobník uprostřed linky u pracoviště 4, což jsou membrány. Tento zásobník má většinou kapacitu 400 kusů, což je téměř

dvakrát více než kolik je potřeba pro průměrnou dávku (211 kusů). Výstup hotových výrobků je na konci linky a bude možné jej odvézt opět přes střední ulici.

Nové uspořádání díky eliminaci některých zásobníků rozpracované výroby a lepšímu využití prostoru zabere plochu 38,76 m² oproti původním 57,12 m². Tím získáme prostor 18,36m², které můžeme využít pro umístění jiného výrobního zařízení.

Jak konkrétně budou rozděleny jednotlivé činnosti a pro kolik operátorů podrobně rozpracuji v následující podkapitole.

7.3 Balancování Linky X

V této části bude uvedeno rozdělení jednotlivých pracovních činností pro různé počty pracovníků. Při vypracovávání variant bylo zjištěno, že efektivně mohou v lince pracovat maximálně tři operátoři.

7.3.1 Linka pro 3 operátory

Tato varianta byla zpracována spíše jako teoretická možnost maximálního výkonu linky. V praxi většinou bude použito vybalancování pro jednu nebo dvě operátorky, z důvodu dostupnosti pracovníků, jak byl tento problém popsán výše.

Úzkým místem je operace Strojní kontrola, která trvá 28,08 s, přičemž větší část zabírá cyklový čas stroje, tudíž není možné tento čas nijak významně redukovat.

Pro tři operátory jsou operace rozděleny takto:

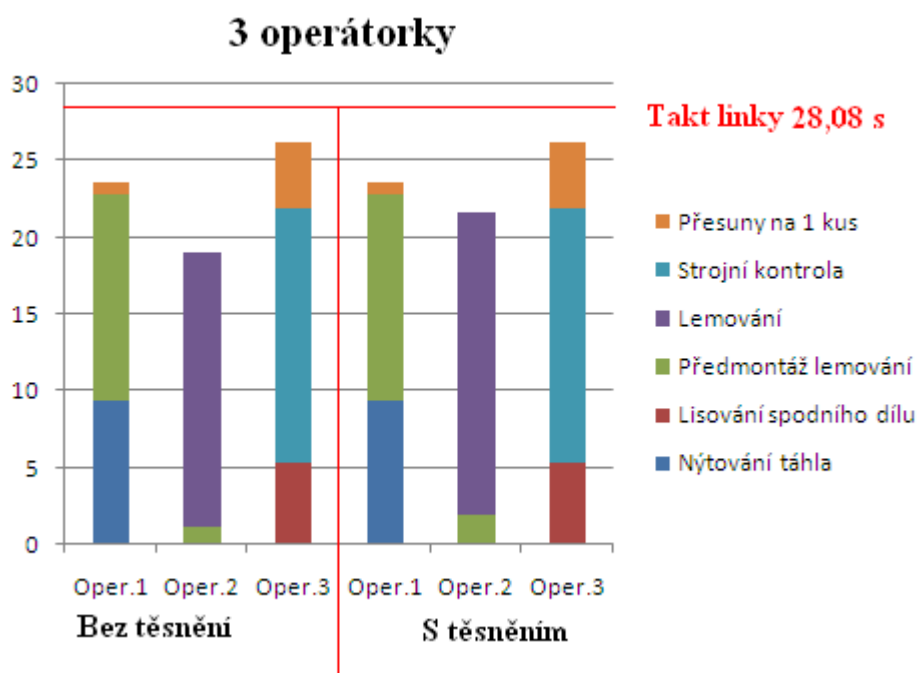
- Operátor 1 – Nýtování táhla a Předmontáž lemování, přičemž nasazování horního dílu a popřípadě i těsnění se přesouvá na druhého operátora
- Operátor 2 – Lemování a nasazování těsnění a horního dílu
- Operátor 3 – Strojní kontrola (tedy manuální operace s tím spojené) a v mezičase Lisování spodního dílu

Detailní pohled na časy je v následující tabulce (časy jsou uvedeny v sekundách na kus):

Tabulka 15: Vybalancování operací pro 3 operátorky (Vlastní zpracování)

	Nýtování táhla	Lisování spodního dílu	Předmontáž lemování	Lemování	Strojní kontrola	Přesuny na 1 kus	Celkem
Bez těsnění							
Operátorka 1	9,36		13,5			1,08	23,94
Operátorka 2			1,22	17,82			19,04
Operátorka 3		5,4			16,56	4,32	26,28
S těsněním							
Operátorka 1	9,36		13,5			1,08	23,94
Operátorka 2			2,02	19,62			21,64
Operátorka 3		5,4			16,56	4,32	26,28

Následující Yamazumi chart zachycuje rozdělení činností pro obě varianty, tedy bez těsnění i s těsněním:



Obrázek 20: Yamazumi chart pro 3 operátorky (Vlastní zpracování)

První operátorka bude vyrábět v malé dávce asi šesti kusů. Po předmontáži dávky dóz vezme z předávacího bodu vyprázdňený zásobník spodních dílů, přejde k pracovišti Lisování spodního dílu a vymění prázdný za naplněný. Poté i s ním přejde k jedné z nýtovaček a vyrobí dávku táhel, které bude odkládat do dalšího zásobníku. Poté i s oběma zásobníky přejde zpět k předmontáži. Časy na tyto přesuny jsou vyděleny šesti, ale je možné, aby operátorka pracovala i s vyšší dávkou (8, 10 kusů). Aby byly činnosti vyváženější, bude nasazování těsnění a horního dílu provádět druhá operátorka před vlastním lemováním. Třetí operátorka po vyhotovení manuálních operací u Strojní kontroly přejde k pracovišti Lisování, kde zhotoví právě jeden spodní díl, odloží jej do zásobníčku a vrátí se zpět ke Strojní kontrole. Pro pracoviště Lisování by mohl být umístěn jednoduchý spádový dopravník (který se ve firmě často používá) směrem k předmontáži. Zda se tento dopravník použije, ukáže až simulace s operátory.

Dle této varianty je nejméně vytížená druhá operátorka. To jí dává možnost v průběhu vyplňovat dokumentaci pro přepravky s hotovými kusy, aby se tímto nezdržovala třetí operátorka a linka jela bez přerušení. Pokud bude potřeba vyměnit zásobníky vstupního materiálu, může to stihnout, pokud budou nové uloženy poblíž. K dispozici má zhruba 30 až 40 vteřin na dávku šesti kusů.

7.3.2 Linka pro 2 operátory

Úzkým místem této varianty je pracoviště druhého operátora, které spojuje operace Lemování a Strojní kontrola. Pro variantu bez těsnění to dává takt linky 38,7 s nebo 40,5 s pro variantu s těsněním.

Podstatou je, že druhý operátor vykoná manuální činnosti u Strojní kontroly a poté se přesune k Lemování, zalemuje jednu dózu v překrytém čase a poté se s ní vrátí ke strojní kontrole. První operátor bude postupovat obdobně jako ve variantě pro tři operátory, ale navíc bude lisovat spodní díly.

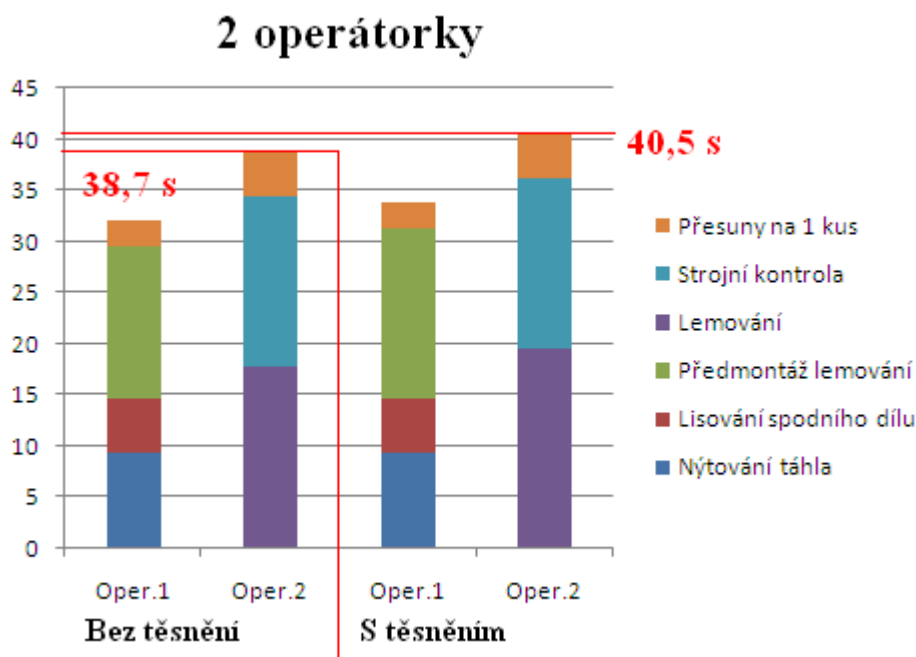
Detailní pohled na časy je v následující tabulce (časy jsou uvedeny v sekundách na kus):

Tabulka 16: Vybalancování operací pro 2 operátorky (Vlastní zpracování)

	Nýtování táhla	Lisování spodního dílu	Předmontáž lemování	Lemování	Strojní kontrola	Přesuny na 1 kus	Celkem
Bez těsnění							
Operátorka 1	9,36	5,4	14,76			2,52	32,04
Operátorka 2				17,82	16,56	4,32	38,7
S těsněním							
Operátorka 1	9,36	5,4	16,56			2,52	33,84
Operátorka 2				19,62	16,56	4,32	40,5

První operátorka potřebuje méně času na jeden kus, což jí dává zhruba stejné časové možnosti pro doplňování materiálu a vypisování dokumentace, jak bylo výše popsáno ve verzi pro tři operátory.

Následující Yamazumi chart zachycuje rozdělení činností pro obě varianty, tedy bez těsnění i s těsněním:



Obrázek 21: Yamazumi chart pro 2 operátorky (Vlastní zpracování)

7.3.3 Linka pro 1 operátora

Na požadavek firmy byla zpracována i varianta, kdy celou linku bude obsluhovat pouze jedna operátorka.

Tabulka 17: Časy operací pro jednu operátorku (Vlastní zpracování)

	Nýtování táhla	Lisování spodního dílu	Předmontáž lemování	Lemování	Strojní kontrola	Přesuny na 1 kus	Celkem
Bez těsnění							
Operátorka 1	9,36	5,4	14,76	17,82	16,56	8,64	72,54
S těsněním							
Operátorka 1	9,36	5,4	16,56	19,62	16,56	8,64	76,14

V tomto případě bude takt linky při výrobě dóz bez těsnění 72,54 s a 76,14 s pro dózy s těsněním. K tomu je ovšem třeba připočítat vypisování dokumentace, popř. doplňování materiálu. Tyto přírázky budou shrnuty až v kapitole kalkulace přínosů.

7.4 Mapování navrhovaného hodnotového toku

VSD mapa (mapa hodnotového toku) je uvedena v příloze č. 4. Vzhledem k tomu, že vybalancování pro různý počet operátorů mění i velikost zásob mezi některými procesy, ideální by bylo vytvořit tři mapy pro každý návrh. Pro zjednodušení bylo využito pouze jedné mapy, v ní nastíněny cyklové časy jednotlivých operací přidávajících hodnotu (u Předmontáže a Lemování opět vážené průměry) a mezioperační zásoby se změnami pro variantu se dvěma nebo jedním operátorem. První dvě mezioperační zásoby jsou vždy stejné, 6 kusů. Pokud pracuje linka ve třech pracovnících, pak mezi Předmontáží a Lemováním vzniká zásoba pouze 1 kus a 6 kusů mezi Lemováním a Strojní kontrolou. Při práci ve dvou operátorech se tyto zásoby mění na 5 kusů mezi třetí a čtvrtou operací a žádný kus mezi posledními dvěma operacemi, z důvodu, že operátor zalemuje kus a rovnou jej nese ke Strojní zkoušce.

Oproti původnímu stavu je první změna vidět v proudu informací. Mistr nyní již neplánuje a neřídí každé pracoviště zvlášť, nýbrž předává informace celé lince, tedy na začátek procesu, Nýtování táhla.

Dále se změnilы časy potřebné na jednotlivé operace. Mezi procesy se prakticky snížily zásoby rozpracované výroby. Mezioperační zásoby vznikající po operacích Nýtování a Lisování se zmenšily z původní celé dávky (průměr 211 kusů) na pouhých 6 kusů. Je to průměrná úroveň zásoby při výrobě v dávce 6 ks.

Pro jednoduchost výpočtu VA indexu, využiju VA index buňky dle Mašina (c2003, s. 43).

$$VA \text{ index buňka} = \frac{\text{Součet časů přidávání hodnoty v operacích}}{\text{Celkový počet operací} \times \text{čas taktu}}$$

Jelikož zákaznický takt není dán, a není možné dopředu určit, kolik pracovníků bude stále pracovat v Lince X, budou vypočítány tři VA indexy pro variabilní počet pracovníků a úzké místo (resp. výrobní takt linky s daným počtem operátorů) budu počítat jako zákaznický takt. Ke každé variantě bylo do VA indexu zahrnuto také množství mezioperačních zásob rozpracované výroby. Kvůli přehlednosti nejsou zásoby přepočítány ve VSD, ale v tabulce níže.

VA indexy i jednotlivé údaje uvádí přehledně následující tabulka:

Tabulka 18: VA indexy jednotlivých variant (Vlastní zpracování)

	Součet časů přidávání hodnoty v operacích (s)	Celkový počet operací	Velikost zásob	Čas taktu (s)	VA index buňky (%)
3 operátoři	77,79	5	19	28,08	11,54
2 operátoři			17	39,88	8,87
1 operátor			17	74,91	4,72

Při sčítání časů přidávajících hodnotu, bylo u operací Předmontáže i Lemování opět počítáno s váženým průměrem, pro zahrnutí vlivu podílu dóz s těsněním i bez těsnění. Jak je vidět, nejvyšší VA index získáme při nasazení tří pracovníků. Je to v důsledku toho, že výrazně snižujeme jmenovatele, tedy vlastně průběžný čas.

7.5 Zhodnocení přínosů realizace návrhů

7.5.1 Náklady na přestavbu linky

Náklady na přestavbu linky budou především mzdové, tedy čas, který bude tým zaměstnanců potřebovat k přestavbě pracovišť do nového uspořádání. Pro tuto akci se odhaduje potřeba jednoho technologa a dvou mechaniků na celou směnu (7,5 h). Dle firemních informací jsou náklady pro technologa 17,6 €/h a pro mechanika 11,6 €/h. Dohromady to na celou směnu bude činit 321,6 €.

Dalším nákladem je odhadovaná částka 100 € na zařízení standardů vizualizace a 5S v lince.

Žádné další náklady pro tento přesun firmě nevzniknou a proto celkové náklady na zavedení jednokusového toku na Lince X jsou 421,6 €. Firemní požadavek zněl, aby návratnost této investice byla do 1 roku.

7.5.2 Úspora mzdových nákladů

Je třeba mít na paměti, že vyjádření časových a mzdových úspor je pouze orientační. Vycházím z historických údajů za rok 2013 a je pouze nízká pravděpodobnost, že výroba v dalších letech bude stejně strukturovaná. Vzhledem k charakteru Linky X navíc není možné dopředu přesně určit, kolik firma opravdu uspoří. Je to dáno tím, že každá varianta s počtem operátorů bude jinak výhodná a nejsme schopni říci, kolik operátorů bude na lince stále pracovat (s nejvyšší pravděpodobností se bude střídát v lince jeden nebo dva operátoři). Proto aspoň pro představu návratnosti investice budu počítat s váženými průměry dávek (váhu určuje podíl typu s těsněním nebo bez těsnění na celkovém objemu za minulý rok) a počtu dávek za rok 2013. Jednotlivé váhy jsou zhruba 66 % dóz s těsněním a 34 % dóz bez těsnění. Vážený průměrný počet kusů v dávce je 211, čemuž odpovídá 509 dávek.

K některým operacím je potřeba ještě připočítat firemní příplatek za práci ve vnuceném tempu. Tento příplatek se týká tří posledních pracovišť, jelikož operátorky si nemohou určovat tempo práce, ale musí se podřídít druhé pracovníci (Předmontáž a Lemování) nebo stroji (Strojní kontrola). Při výpočtu se pracovalo s firemním průměrným mzdovým nákladem na jednu hodinu práce operátora 4,75 €/h. Jednotlivé údaje a celkové hodnoty uvádí následující tabulka:

Tabulka 19: Náklady na roční objem produkce linky před zlepšením (Vlastní zpracování)

Operace	Čas (s/ks)	Příplatky	Nový čas (s/ks)
<i>Nýtování táhla</i>	13,72	0	13,72
<i>Lisování spodního dílu</i>	6,42	0	6,42
<i>Předmontáž lemování</i>	23,99	5%	25,1895
<i>Lemování</i>	23,99	5%	25,1895
<i>Strojní kontrola</i>	30,16	5%	31,668
Celkový čas na jeden kus (s/ks)			102,19
Celkový čas na celý roční objem (h/ks)			3048,55
Mzdové náklady na celý roční objem (€)			14480,61

Při výpočtu mzdových nákladů na výrobní linku byly zváženy všechny tři varianty. K základním časům (vážené průměry) výrobního taktu bylo přičteno 5 % na jeden kus pro osobní potřeby. K tomuto času pak dále připočteny příplatky 5 % za práci ve stoje plus 5 % za práci ve vnuceném tempu. Tak byly získány nové časy na jeden výrobek. Poté bylo vypočteno, kolik minut bude potřeba na jednu dávku (211 ks) a k tomuto času bylo přidáno 5 minut pro verzi se třemi a dvěma operátory na odvoz hotových výrobků do skladu. Pro verzi s jedním operátorem bylo třeba přidat 15 minut, jelikož si sám musí vyměňovat zásobníky, vyplnit dokumentaci a také odvézt hotové dózy. Tento upravený čas na jednu dávku byl vynásoben počtem dávek v minulém roce (509) a přepočten na hodiny. Celková spotřeba času byla poté převedena na peněžní vyjádření podle průměrných mzdových nákladů na hodinu.

Tabulka 20: Náklady na roční objem produkce linky se zlepšeními (Vlastní zpracování)

Počet operátorů	Čas (s/ks)	Os. potřeby	Příplatky	Nový čas (s/ks)
3	28,08	5%	10%	97,2972
2	39,88	5%	10%	92,1228
1	74,91	5%	10%	86,52105
	<i>3 Oper.</i>	<i>2 Oper.</i>	<i>1 Oper.</i>	
Čas (s/ks)	97,2972	92,1228	86,5211	
Čas (min/dávku)	342,162	323,965	304,266	
Manipulace (min)	5	5	15	

Celkový čas na celý roční objem (h)	2945,09	2790,72	2708,44
Mzdové náklady na celý roční objem (€)	13989,2	13255,9	12865,1

Srovnáním zjistíme, že nejvýhodnější variantou je výroba s jedním operátorem. Je to dáno tím, že v této variantě je operátor stoprocentně vytížený, zatímco v předchozích variantách není linka ideálně vybalancovaná a někteří operátoři mají ztrátové časy díky čekání před úzkým místem. Přestože je tedy varianta s jedním operátorem nejvýhodnější, v praxi bude záležet na konkrétním zákaznickém taktu. 1 operátor pracuje v taktu asi 75 s/ks. Pokud bude potřeba vyrábět rychleji, je možné zapojit 2 operátory (takt 40 s/ks) nebo 3 operátory (takt 28 s/ks).

Tabulka 21: Porovnání ročních mzdových nákladů (Vlastní zpracování)

Náklady před OPF		14480,61€
Varianta	Náklady	Rozdíl
3 Oper.	13989,17€	491,44€
2 Oper.	13255,93€	1224,69€
1 Oper.	12865,08€	1615,54€

7.5.3 Další přínosy

Pravděpodobně největším přínosem je uvolnění plochy 18,36m² ve výrobní hale aktuátorů, kde bude možno umístit jiné výrobní zařízení. Bohužel však tento přínos není možné vyčíslit, jelikož firma v této době ještě není schopna říci, jaké pracoviště na tento prostor umístí. Tuto úsporu nelze v souladu s požadavky firmy vyjadřovat v peněžních jednotkách.

Redukováním zásob rozpracované výroby uspoříme skladovací plochy. Zatímco dříve rozpracovaná výroba jdoucí z Nýtování, Lisování a Lemování zabírala plochy ve skladu, s OPF veškeré tyto náklady odpadají. Produkty z Nýtování a z Lisování odcházejí ze skladu společně a poté přichází výrobky z Lemování, které čekají na kontrolu. Dle údajů technologů budeme počítat, že je na skladě průměrně jedna dávka výrobků rozpracované výroby (211 ks). Skladovací náklady se počítají na 200 € za rok na 1 m². Na 1 m² je možno umístit až 400 ks, nicméně i když je dávka téměř polovina tohoto množství, stejně tuto

podlahovou plochu zabere. Zredukováním zásob rozpracované výroby tedy firma ušetří v průměru 200 € za rok na skladovacích nákladech.

Zavedením OPF se výrazně sníží zásoby rozpracovaných výrobků. Pro vyjádření redukce těchto zásob uvažujeme neustálou výrobu a přesouvání jednotlivých dávek mezi operacemi (velikost dávky 211 ks). V tomto případě bude na pracovištích 638 rozpracovaných výrobků (211 ks za operacemi Nýtování, Lisování a Lemování a 5 ks za operací Předmontáže). Při OPF se tyto zásoby sníží na pouhých 19 nebo 17 ks v rámci celé linky. Tuto úsporu nelze v souladu s požadavky firmy vyjadřovat v peněžních jednotkách.

Dalším přínosem bude rychlejší detekce neshodných výrobků a příslušná reakce na danou situaci. Kritickým bodem pro nápravu neshody je operace Lemování. Je to z toho důvodu, že na této operaci je předmontovaná dóza pevně spojena a pokud je později objevena neshoda na jakémkoli dílu, je třeba složitě rozdělit zalemovanou dózu, pokud je to vůbec možné a efektivní. Z tohoto pohledu je obzvláště efektivní varianta se dvěma nebo jedním operátorem, jelikož je vždy pouze jeden kus zalemován a ihned zkontrolován. Pokud se tedy objeví neshoda, je možné předmontovaný díl rozebrat a ušetřit všechny součástky vyjma té nekvalitní. Za rok 2013 bylo 1,86 % neshodných výrobků a odhaduje se, že dosažením OPF by se počet neshodných výrobků snížil na 0,5 %, v důsledku včasné detekce nekvality. Tuto úsporu nelze v souladu s požadavky firmy vyjadřovat v peněžních jednotkách.

7.5.4 Shrnutí přínosů

Tabulka 22: Přínosy zavedení OPF na Lince X

Přínosy vyčíslitelné v penězích	
Roční úspora mzdových nákladů	491,44 - 1 615,54 €
Roční úspora skladovacích nákladů	200 €

Ostatní přínosy		
<i>Faktor</i>	<i>Původně</i>	<i>Po zavedení OPF</i>
Potřeba podlahové plochy	57,12 m²	38,76 m²
Zásoby rozpracované výroby	638 ks	17 - 19 ks
VA index	0,9044 %	4,72 - 11,54 %
Průběžná doba výroby 1 prům. dávky (211 ks)	262 min	105 - 272 min

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vypracovat návrh na vytvoření výrobní linky s jednokusovým tokem na určeném výrobním procesu ve firmě WOCO STV s.r.o. Nezbytným základem bylo formulovat teoretická východiska, jak pro analýzu současného stavu, tak i pro zavedení toku jednoho kusu.

V analytické části práce byl nejprve představen daný proces, tedy Linka X, jednotlivá pracoviště i jejich návaznost a stručný technologický postup výroby. Základem analýzy současného stavu bylo měření práce, konkrétně chronometráže i MOST analýzy jednotlivých operací. Během těchto činností byly objeveny jak některé formy plýtvání, tak i možnosti ke zlepšení na dílčích procesních krocích. Pomocí mapování hodnotového toku a zkoumání procesu jako celku, byly odhaleny a zaznamenány evidentní i skryté nedostatky současného systému výroby. Skutečný současný VA index byl **0,04875 %**. Avšak pro potřeby vyhodnocení návrhu byl vypočítán také teoretický VA index **0,9044 %** (za předpokladu, že procesní kroky na sebe navazují bez prostojů).

Problémů byla odhalena celá řada a často souvisely se specifickým charakterem tohoto procesu: několik desítek výrobků, nízké a nepravidelné objednávky, a z toho plynoucí problémy s disponibilitou personálních kapacit. Další problémy souvisely s drobnými formami plýtvání na pracovištích a se samotným způsobem produkce – dávkovou výrobou, a právě na tuto oblast se zaměřila projektová část práce.

V projektové části byla nejprve optimalizována jednotlivá pracoviště pomocí efektivnějšího uspořádání zásobníků a využití neefektivních časů operátorů, strávených čekáním na výrobní zařízení. S ohledem na firemní i bezpečnostní požadavky a servisní přístupnost jednotlivých zařízení byl vytvořen návrh nového layoutu pracovišť do výrobní linky. Toto rozmístění bylo zároveň navrženo s ohledem na vybalancování pracovních činností jednotlivých operátorů. Firemní situace vyžadovala, aby v lince mohl pracovat jeden, dva nebo tři operátoři, v závislosti na konkrétních zákaznických požadavcích a dostupnosti pracovníků. V mapě nového hodnotového toku byly znázorněny nové toky hodnot i interakce mezi pracovišti a nové úrovně mezioperačních zásob. Ze současného (teoretického) **0,9044%** se VA index může zvýšit minimálně na **4,72 %**. Zároveň budou redukovány zásoby rozpracované výroby, v průměru z **638 ks** na **17 - 19 ks**. Celkově může být průběžná doba výroby jedné průměrné dávky snížena z **262 min** až na **105 min**.

V závěru práce jsou uvedeny přínosy, které nové řešení přinese. Při výpočtu vyčíslitelných přínosů byly využity údaje o produkci za rok 2013. Některé přínosy nebyly s ohledem na požadavky firmy vyjádřeny v peněžních jednotkách. Náklady na přestavbu linky byly odhadnuty na **421,6 €**. Není možné přesně odhadnout, jaká bude návratnost investice, jelikož není znám objem produkce na další období, ani v jaké míře budou použity jednotlivé varianty s různým počtem operátorů. Očekávané úspory mzdových nákladů se mohou pohybovat mezi **491,44 - 1 615,54 €** za rok. Dalších **200 €** ušetří firma ročně na skladovacích plochách díky redukci zásob rozpracované výroby.

Další úspory firmě vzniknou díky redukci potřebné prostorové plochy na Linku X z **57,12m²** na **38,76 m²**. Tím firma získá nových **18,36m²**, které může využít pro umístění dalšího výrobního zařízení. Díky jednokusovému toku a rychlejší detekci neshodného kusu na kontrolním zařízení se odhaduje snížení počtu neshodných výrobků z **1,86 %** asi na **0,5%**.

Zpracováním tohoto projektu ve firmě WOCO STV s.r.o. jsem získal řadu cenných zkušeností a vyzkoušel si v praxi metody i práci průmyslového inženýra. Za tuto příležitost jsem velmi vděčný a doufám, že jsem firmě přispěl ke zvýšení konkurenceschopnosti a uspokojování potřeb jejích zákazníků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

DON TAPPING, Publisher, 2007. *The new lean pocket guide XL tools for the elimination of waste!*. Chelsea, Mich: MCS Media. ISBN 09-770-7201-0.

GOLDSBY, Thomas J a Robert MARTICHENKO, 2005. *Lean Six Sigma logistics: strategic development to operational success*. Boca Raton, Fl.: J. Ross Pub., xvii, 282 p. ISBN 19-321-5936-3.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 3. Praha: C.H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.

LIKER, Jeffrey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, ISBN 978-80-7261-173-7.

MANN, David, c2005. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. New York: Productivity Press. ISBN 15-632-7322-5.

MAŠÍN, Ivan, c2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. Století*. Liberec: Institut technologií a managementu. 101 s. ISBN 8090353304.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008. *Systém tahu ve výrobním prostředí*. Brno: SC&C Partner. ISBN 9-788090-409903.

Periodika

DEBNÁR, Peter, 2011. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 1. ISSN 1803-5183.

Elektronické zdroje

API, © 2005 – 2012. Průmyslové inženýrství. *E-api.cz* [online]. [cit. 2014-03-01].

Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>

DOLCEMASCOLO, Darren, 2005a. Implementing One Piece Flow Manufacturing Cells. In: *EMS Consulting Group* [online]. March 1, 2005 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd030105article1.html>

DOLCEMASCOLO, Darren, 2005b. One Piece Flow. In: *EMS Consulting Group* [online]. August 1, 2005 [cit. 2014-03-20]. Dostupné

z: <http://www.emsstrategies.com/dd080105article.html>

DOLCEMASCOLO, Darren, 2007. In: *EMS Consulting Group* [online]. April 1, 2005 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd040107article.html>

DOLCEMASCOLO, Darren, 2010. In: *EMS Consulting Group* [online]. April 1, 2005 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd040110article.html>

KUČERÁK, Dušan. 2007. Výrobné systémy. In: *IPA Slovakia* [online]. 19. 1. 2007 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/vyrobne-systemy>.

WOCO GROUP, ©2014. WOCO v ČR. *Woco-vsetin.cz* [online]. [cit. 2014-03-20].

Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=4>

Legislativní dokumenty

Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb. ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb., č. 93/2012 Sb. a č. 9/2013 Sb., 2007. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 111.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CT	Cycle Time – čas cyklu
DBR	Drum-Buffer-Rope
FIFO	First In – First Out
ISO	International Organization for Standardization -
ISO TS	International Organization for Standardization Technical Specifications - technická specifikace systému managementu jakosti pro automobilový průmysl
MOST	Manard Operating Sequence Technique – systém předem určených časů
MTM	Methods – Time Measurement
OPF	One-Piece-Flow– tok jednoho kusu.
PI	Průmyslové inženýrství.
RIPRAN	Riziková analýza.
SWOT	Analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb společnosti.
TMU	Time Measurement Units
VA	Value Added – přidaná hodnota
VSD	Value Stream Design – návrh toku hodnot
VSM	Value Stream Mapping – mapování toku hodnot

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Dávková výroba (API, © 2005-2012).....	14
Obrázek 2: Jednokusový tok (API, © 2005-2012)	14
Obrázek 3: Základní značky pro mapování toku hodnot (Košturiak a Frolík, 2006, s. 44).....	27
Obrázek 4: Flexibilita buněk dle zákaznických požadavků (Košturiak a Frolík, 2006, s. 138)	29
Obrázek 5: Přímá linka (Vlastní zpracování dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008)	31
Obrázek 6: L buňka (Vlastní zpracování dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008)	31
Obrázek 7: Buňka ve tvaru rovnítka (Vlastní zpracování dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008)	32
Obrázek 8: U buňka (Vlastní zpracování dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008)	32
Obrázek 9: S buňka (Vlastní zpracování dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008)	33
Obrázek 10: Dosahy horních končetin při práci ve stoji a v sedě (Nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb., 2007)	35
Obrázek 11: Organizační struktura firmy WOCO STV s.r.o. (interní zdroj firmy)	39
Obrázek 12: Dóza (Interní zdroj firmy)	43
Obrázek 13: Histogram velikostí dávek (Vlastní zpracování).....	47
Obrázek 14: Podsestavy v zásobníku připraveny na zalemování (Interní zdroj firmy).....	48
Obrázek 15: Balení dóz (Interní zdroj firmy)	50
Obrázek 16: Současný layout Linky X (Vlastní zpracování dle Interního zdroje firmy).....	51
Obrázek 17: Přehazování montážních trubek (Vlastní zpracování)	57
Obrázek 18: Histogram počtu neshod v jedné dávce (Vlastní zpracování).....	62
Obrázek 19: Nový layout Linky X (Vlastní zpracování).....	67
Obrázek 20: Yamazumi chart pro 3 operátorky (Vlastní zpracování).....	69
Obrázek 21: Yamazumi chart pro 2 operátorky (Vlastní zpracování).....	71

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Basic MOST (Vlastní zpracování podle Košturiak a Frolík, 2006)	25
Tabulka 2: SWOT analýza WOCO STV s.r.o. (Vlastní zpracování)	40
Tabulka 4: Operace na Lince X (Vlastní zpracování)	45
Tabulka 5: Údaje o celkové produkci Linky X za rok 2013 (Vlastní zpracování).....	46
Tabulka 6: MOST Nýtování táhla (Vlastní zpracování).....	52
Tabulka 7: MOST Lisování spodního dílu (Vlastní zpracování)	53
Tabulka 8: MOST Předmontáž lemování bez těsnění (Vlastní zpracování)	53
Tabulka 9: MOST lemování s mazáním (Vlastní zpracování)	54
Tabulka 10: MOST Lemování bez mazání (Vlastní zpracování).....	55
Tabulka 11: MOST Strojní zkouška (Vlastní zpracování)	55
Tabulka 12: Srovnání MOST a chronometrů (Vlastní zpracování)	56
Tabulka 13: Aktuální výkonové normy na reprezentativní kus.....	58
Tabulka 14: VA index Linky X (Vlastní zpracování)	59
Tabulka 15: MOST operací po dílčích vylepšeních (Vlastní zpracování).....	66
Tabulka 16: Vybalancování operací pro 3 operátorky (Vlastní zpracování).....	69
Tabulka 17: Vybalancování operací pro 2 operátorky (Vlastní zpracování).....	71
Tabulka 18: Časy operací pro jednu operátorku (Vlastní zpracování)	72
Tabulka 19: VA indexy jednotlivých variant (Vlastní zpracování).....	73
Tabulka 20: Náklady na roční objem produkce linky před zlepšením (Vlastní zpracování)	75
Tabulka 21: Náklady na roční objem produkce linky se zlepšeními (Vlastní zpracování)	75
Tabulka 22: Porovnání ročních mzdových nákladů (Vlastní zpracování).....	76
Tabulka 23: Přínosy zavedení OPF na Lince X.....	77

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA PI: LOGICKÝ RÁMEC.....	86
PŘÍLOHA PII: RIPRAN ANALÝZA.....	87
PŘÍLOHA PIII: VSM SOUČASNÉHO STAVU.....	88
PŘÍLOHA PIV: VSD BUDOUCÍHO STAVU.....	89

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

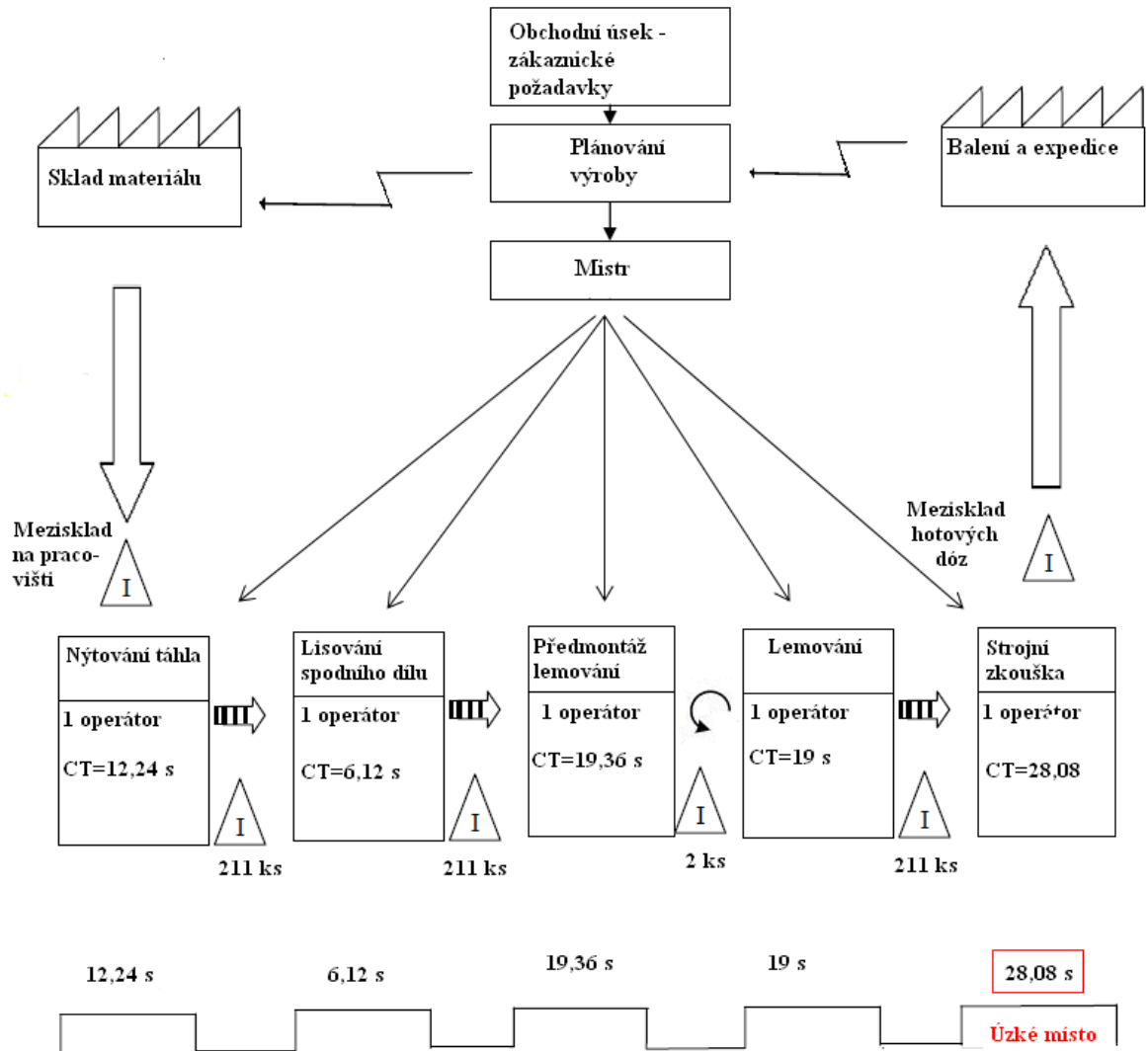
	Hierarchie cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl	Zvýšit konkurenceschopnost firmy	Efektivita plnění zákaznických požadavků	Reporty, výroční zprávy	<ul style="list-style-type: none"> • Plná podpora Top managementu • Dostatek času
Projektový cíl	Optimalizace Linky X v zásadách OPF	Průběžná doba výroby, VA index, počty neshodných výrobků	Reporty, výrobní plán, firemní VSM	<ul style="list-style-type: none"> • poskytnutí firmy pro poskytnutí potřebných údajů • Vedení firmy schvaluje návrh
Výstupy	1. Štíhlý layout výrobní buňky 2. Vybálcovaná buňka pro 1 a více operátorů 3. Diplomová práce	Podlahová plocha pro Linku X Časová vyváženost operací Práce o min. 70 stranách. Prostředky	Layout výrobní haly Y amazumi chart Diplomová práce Časový rámeček do 20.12.2013 do 6.1.2014 do 20.1.2014 do 3.2.2014 do 17.2.2014 do 24.2.2014 do 7.3.2014 do 2.5.2014	<ul style="list-style-type: none"> • Ztráta zájmu ze strany vedení podniku • Absence dat • potřebných k realizaci a vyhodnocení úkolu • Záměrné nebo nevědomé poskytnutí zkreslených informací ze strany zaměstnanců • Nevhodnost výrobních zařízení pro linkové uspořádání • Odmítnutí návrhu
Aktivity	1.1 Seznámení se s procesy na Lince X 1.2 Určení spotřeby času na dílčí operace 1.3 VSM 1.4 Návrh layoutu 2.1 VSD 2.2 Vybálcování operací 2.3 Prezentace vedení 3.1 Sepsání diplomové práce	PC, kamera, softwarové vybavení, stopky, technická a technologická data o pracovištích, data o produkci a standardech pracoviště.		

PŘÍLOHA P II: RIPRAN ANALÝZA

ID	Hrozba	ID	Scénář	Pravděpo- dobnost hrozby	Pravděpo- dobnost scénáře	Celková pravděpo- dobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Ztráta zájmu ze strany vedení podniku	1.I	Budu moci dokončit práci, bez podpory vedení firmy	10%	90%	9,0%	50%	4,5%	Pravidelná komunikace, průběžné přehledování reálných výsledků
		1.II	Nebudu moci dokončit práci		5%	0,5%	100%	0,5%	
2.	Absence dat potřebných k realizaci a vyhodnocení úkolu	2.I	Získání dat ve vlastní režii	5%	90%	4,5%	20%	0,9%	Včasné zajištění firemních dat, potřebných pro práci
		2.II	Nebudu moci dokončit práci		10%	0,5%	100%	0,5%	
3.	Záměrné nebo nevědomé poskytnutí zkreslených informací ze strany zaměstnanců	3.I	Odhalení zkreslené informace	20%	60%	12,0%	10%	1,2%	Pravidelná komunikace se zaměstnanci, ověřování informací
		3.II	Neodhalení zkreslené informace		40%	8,0%	90%	7,2%	
4	Nevhodnost výrobních zařízení pro linkové uspořádání	4.I	Uspořádání nebude optimální, ale bude možné se současnými zařízeními	25%	75%	18,8%	10%	1,9%	Včasné zjištění omezení jednotlivých zařízení a možnosti jejich úpravy nebo výměny
		4.II	Zařízení bude možno upravit pro umístění v lince nebo bude k dispozici jiné zařízení		20%	5,0%	25%	1,3%	
		4.III	Nebude možno vytvořit linku		5%	1,3%	100%	1,3%	
5	Odmítnutí návrhu	5.I	Nutnost přepracování návrhu	10%	95%	9,5%	20%	1,9%	Pravidelná komunikace, zohlednění všech možností, vyzdvíhnutí přínosů
		5.II	Nemožnost dokončit úkol		5%	0,5%	100%	0,5%	

VD			SD			MD			Hodnota		
VP	VVHR	VHR	VHR	SHR	SHR	Velká pravděpodobnost	30-100%	Velký dopad	30-100%		
SP	VHR	SHR	SHR	MHR	MHR	Střední pravděpodobnost	10-29%	Střední dopad	10-29%		
MP	SHR	MHR	VMHR	VMHR	VMHR	Malá pravděpodobnost	0-9%	Malý dopad	0-9%		

PŘÍLOHA P III: VSM SOUČASNÉHO STAVU



PŘÍLOHA P IV: VSD BUDOUCÍHO STAVU

