

Zvýšení produktivity zvoleného výrobního pracoviště ve vybrané firmě

Jakub Hadač

Bakalářská práce
2017



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: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub Hadač**
Osobní číslo: **M14117**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zvýšení produktivity zvoleného výrobního pracoviště ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum literárních pramenů a zpracujte teoretické poznatky týkající se dané problematiky.

II. Praktická část

- Provedte analýzu stávajícího výrobního procesu.
- Návrhněte možnosti zvýšení produktivity stávajícího výrobního procesu.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: cca 40 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

GEORGE, Ján, Dave ROWLANDS a Bill KASTLE. Co je Lean Six Sigma?. 1. vyd. Brno: SC and C Partner, 2004, 94 s. ISBN 80-239-5172-6.

KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. 1. vyd. Žilina: inFORM, 2001, 408 s. ISBN 8096858319.

SCHUTTA, James. Business Performance through Lean Six Sigma: Linking the Knowledge Worker, the Twelve Pillars, and Baldrige. 1st ed. Milwaukee: Quality Press, 2006, 336 s. ISBN 978-0-87389-658-0.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 15. prosince 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. května 2017

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že


- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 2.5.2017

Jméno a příjmení: Jakub Hadač


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního pracoviště a zvýšením produktivity na něm, ve vybrané firmě. Zkoumáno bylo zejména pracoviště mechanického dělení vztužných materiálů, konkrétně textilního kordu, dále to byly procesy jim předcházející, čili pogumování textilního kordu.

Práce se dělí na část teoretickou a praktickou. V teoretické části je obsažen rozbor literárních pramenů jako základ pro zpracování následné analytické části. V praktické části je nejdříve popsána firma a nadále analyzováno pracoviště. Jsou zjištěny nedostatky a navržena opatření na jejich odstranění.

Klíčová slova: DMAIC, layout, SIPOC diagram, plýtvání, měření práce

ABSTRACT

This bachelor's thesis pursues an analysis of a production workplace in a selected company and its productivity improvement. The subject of the research was particularly the workplace of mechanical cutting of reinforcing materials, precisely fabric belt. Furthermore, the preceding processes, specifically fabric calendering processes, were examined.

The thesis incorporates two parts; theoretical and practical. There is a literature sources breakdown as the basis for processing the subsequent analytic part. The company is described at the beginning of the practical part, followed by the analysis of the workplace. Drawbacks are discovered and steps are suggested to their elimination.

Keywords: DMAIC, Layout, SIPOC Diagram, Waste, Work Measurement

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD, za její užitečné rady při vypracovávání práce, a to od samotného počátku.

Děkuji dále společnosti XY s.r.o., která mi zpracovat bakalářskou práci umožnila. Poděkovat chci především paní Ing. Markétě Romanině a panu Ing. Petru Hlaváčovi, kteří obratem řešili každou situaci, nejen za vstřícnost, ale hlavně za cenné připomínky. Svůj vděk bych chtěl také vyjádřit i ostatním zaměstnancům společnosti za ochotnou spolupráci.

OBSAH

ÚVOD	8
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PROCES	11
1.1 ČINNOST.....	11
1.2 ÚČASTNÍCI PROCESU	12
1.3 ČAS TAKTU.....	12
1.4 ČLENĚNÍ PROCESU PODLE FUNKČNÍHO HLEDISKA.....	13
2 DMAIC	14
2.1 DEFINOVAT	14
2.1.1 Nástroj SIPOC diagram.....	14
2.2 MĚŘIT	16
2.2.1 Procesní doba činností a efektivita práce	16
2.3 ANALYZOVAT	16
2.3.1 Mapování procesu	17
2.3.2 Paretův diagram.....	18
2.3.3 Korelační analýza.....	18
2.4 ZLEPŠÍT	19
2.4.1 Design of Experiment (DoE)	20
2.5 ŘÍDIT.....	20
3 DRUHY PLYTVÁNÍ	22
3.1 NADBYTEČNÉ ZÁSoby	22
3.2 ČEKÁNÍ	22
3.3 DOPRAVA	22
3.4 POHYB.....	23
3.5 ZMETKY	23
3.6 ZBYTEČNÁ PRÁCE	23
3.7 NADPRODUKCE	23
3.8 NEVYUŽITÉ SCHOPNOSTI PRACOVNÍKŮ	24
4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	25
4.1 OTÁZKY NA MOŽNÉ ZLEPŠENÍ A IDENTIFIKACE PROBLÉMU.....	25
4.2 ZAVEDENÍ NOVÉHO POSTUPU ČI METODY	26
4.3 MANAGEMENT ÚZKÝCH MÍST	26
4.4 VARIABILITA V PROCESECH	26
5 SYSTÉM RYCHLÝCH ZMĚN (SMED)	27
5.1.1 Užití.....	27
5.2 DESATERO RYCHLÉ ZMĚNY	27
5.3 FAKTORY SNIŽUJÍCÍ EFEKTIVITU RYCHLÉ VÝMĚNY	27
6 VYHODNOCENÍ PRODUKTIVITY	29

6.1	CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ (CEZ).....	29
6.2	PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITA	30
II PRAKTICKÁ ČÁST		32
7 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI		33
7.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI	33
7.2	STRUČNÝ POPIS VÝROBY	33
8 DMAIC		35
8.1	DEFINOVAT	35
8.1.1	Cíl zlepšení.....	35
8.2	MĚŘIT	36
8.2.1	Plán měření práce	36
	(V tabulce jsou pro ukázkou uvedeny fiktivní hodnoty).....	38
8.2.2	Realizace měření	38
8.3	ANALYZOVAT	40
8.3.1	Mapování procesu	40
8.3.2	Využití časového fondu.....	41
8.3.3	Paretova analýza.....	43
8.3.4	Testování vlivu pásků na rychlost.....	44
8.3.5	Vliv přehození kordu na výskyt zmetků	45
8.4	ZLEPŠIT	45
8.4.1	Návrhy na eliminaci konkrétních druhů plýtvání.....	46
8.4.2	Další návrhy na zlepšení	49
8.4.3	DoE	50
8.4.4	Časové vyhodnocení	51
8.5	ŘÍDIT	52
9 PRODUKTIVITA A EFEKTIVNOST ŘEZACÍHO STROJE		53
9.1	VÝPOČET CEZ	53
9.2	VÝPOČET PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITY (PP) ŘEZACÍHO STROJE.....	54
10 DOPORUČENÍ.....		56
10.1	POGUMOVÁNÍ KORDU	57
ZÁVĚR		58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		59
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		62
SEZNAM OBRÁZKŮ		63
SEZNAM TABULEK.....		64
SEZNAM GRAFŮ		65
SEZNAM PŘÍLOH.....		66

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je pomocí měření, pozorování a statistických nástrojů snížit plýtvání ve firmě XY s.r.o., přijít na nejčastější příčiny plýtvání, zjednodušit práci operátorům, aplikování jednoduché výměny nástrojů a vůbec standardizace a zvýšení podílu automatizace napříč organizací pracovníků, technologickým postupem i IT technikou.

Výroba pneumatiky je technologicky náročný proces. Jedním ze základních procesů, které musí být realizovány, je mechanické dělení pogumovaného textilního kordu na řezacím stroji. Řezání probíhá podle požadavků na výsledný produkt s různými šířky, materiály a postupy.

V současné době firma aktivně eliminuje nynější i budoucí úzká místa ve výrobě a pracoviště řezání kordu není výjimkou. Výroba je intenzivní a probíhá na čtyři směny. Po pracovnících se požaduje zvládnutí spousty úkonů v požadované kvalitě v časovém presu.

Teoretická část zpracována formou literární rešerše. Popisuje metody a terminologii užitou v praktické části. Je v ní popsán typ výroby, úvod do řízení procesů a jejich zlepšování, rychlá výměna nástrojů a redukce plýtvání. Základ práce tvoří metoda DMAIC, jež si klade za cíl rozvoj a zlepšení procesu. Tato metoda řeší problematiku definování jak procesu, tak cíle projektu a jeho základní výstupy. Říká nám, že pro vyhodnocení projektu musíme mít měřitelný výstup, proto je součástí metody také měření a analýza dat. Na jejich základě se odstraňují příčiny problémů týkající se standardizace a organizace práce, kvality, produktivity, popř. ergonomie. V neposlední řadě nastupuje zavádění opatření a zabezpečení trvalého udržení zlepšeného stavu.

V praktické části je představena samotná společnost. Následuje aplikace již zmíněné metody DMAIC. Definují se zde základní faktory procesu, mezi něž patří zejména vstupy, realizované činnosti a výstupy. Dále bylo konkretizováno měření a aplikovány metody analýzy. Data byla zpracována a vyhodnocena. Na základě pozorování a zjištěných informací byla navrhnutá doporučení. Produktivita byla rovněž vyčíslena. Na závěr bude zhodnocení návrhů pro pracoviště řezání kordu i doporučení pro jejich dodavatele neboli pogumování kordu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cíle

Hlavním cílem bakalářské práce je pomocí metod analyzovat výrobní pracoviště mechanického dělení výstužných materiálů společnosti XY s.r.o. Na základě analýz navrhnout doporučení pro eliminaci plýtvání. Navrhnuo bude také přizpůsobení pracoviště pro pohodlnější a výkonnější práci. Dalším cílem je vytvořit co nejproduktivnější využití času obsluhy zařízení.

Metodika práce

V práci je použito několik metod sběru a zpracování dat:

Pozorování a měření - Základní empirickou metodou zde bylo pozorování činnosti operátorů a pracoviště samotného. Bylo provedeno měření časů jednotlivých operací a zvláště neproduktivních činností po dobu výroby jednoho výrobku, tedy kazety navinuté kordem.

Pro zpracování byla použita DMAIC metoda - Pro výpočet podílů neproduktivních činností byl použit Paretův diagram. Dále v analytické části této metody byla použita analýza rozptylu pro výpočet statistického vlivu použití dalšího materiálu (pásků) na rychlost výroby a korelační analýza pro propočtení závislosti výskytu zmetků po výměně materiálu (kartuše s kordem) ve stroji. Ve fázi zlepšení bylo užito plánování experimentů (DoE) na ověření funkčnosti některých zavedených opatření.

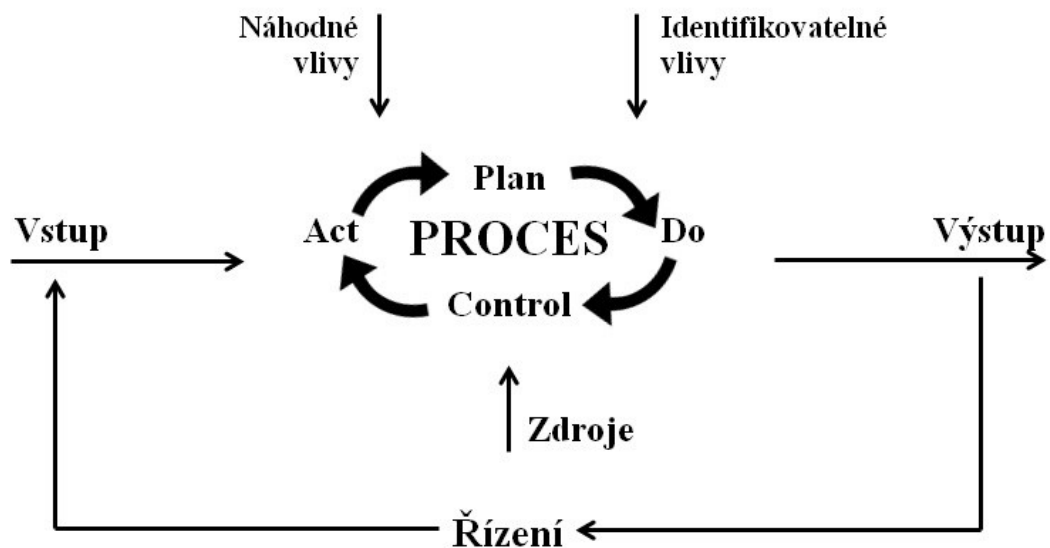
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROCES

Proces je označení pro postupné a nějakým způsobem zaměřené děje nebo změny, pro posloupnost stavů nějakého systému. Pokud jsou činnosti nenadálé nebo náhodné, nepoužíváme slovo proces. Pro vysvětlení pojmu proces existuje řada obecných definic. Můžeme říci, že je to řada po sobě jdoucích kroků, které vedou k předem definovanému cíli.

Každý proces je charakteristický následujícími atributy:

- Vstupem – Co vyvolá (zapříčiní) zahájení procesu?
- Výstupem – Co má být dosaženo a proč?
- Aktivitou – Činnosti naplňující výstup procesu
- Rolí (zákazník, interní, externí; vlastník) – Které role jsou dány, jejich zodpovědnosti, jejich zájmy?
- Uspořádáním – Které fáze a sekvence se během procesu uplatňují?
- Zdroji – Nutné náklady na průběh procesu
- Metriky – Konkrétní číselné měřené hodnoty určené pro další zpracování (Šefčík a Konečný, 2013, s. 8)



Obrázek 1 – Rozšířený model procesu (Vlastní zpracování dle Šefčíka a Konečného)

1.1 Činnost

Činnost, úkol nebo aktivita je podle Svozilové (2011, s. 5) měřitelná jednotka práce, jejímž účelem je transformace vstupu do předem definovaného výstupu.

Z pohledu projektového nebo procesního managementu můžeme s pojmem činnost, úkol nebo aktivita pracovat v několika dalších pohledech podle měřitelných údajů, které k dané činnosti logicky přiřadíme. Potom mluvíme o nejmenší měřitelné jednotce práce, která má:

- a) určité trvání,
- b) logické souvislosti s jinými činnostmi projektu nebo procesu,
- c) přiřazeny zdroje, které spotřebovává a které se následně odrazí v čerpaných nákladech na provedení

1.2 Účastníci procesu

Můžeme je třídit podle jejich specifických rolí, podle vztahu k procesu, podle znalostí a rozsahu odpovědnosti do následujících kategorií:

- Zákazník – někdo, kdo má potřebu, přání, či požadavek, který lze splnit službou, hmotným nebo nehmotným výrobkem.
- Dodavatel – zajišťuje vstupy.
- Sponzor – má zájem o bezproblémovou funkčnost procesu a efektivní plnění požadavků. Podílí se také na taktickém řízení procesu tím, že poskytuje podporu projektu.
- Vlastník podniku – má zájem o zvýšení kapacity procesu, jeho profitability a kvality.
- Manažer – odpovídá za výsledky procesu.
- Šampión procesu – procesu se účastní dlouhodobě, podílí se na jeho řízení, stejně tak působí i jako operátor. Svým působením zajišťuje také zlepšování procesů.
- Operátor – osoba, která je přímým účastníkem procesu. Zpravidla dokáže ovlivnit pouze výkonnost a kvalitu u činnosti, kterou provádí. (Svozilová, 2011, s. 17)

1.3 Čas taktu

Čas taktu je zjednodušeně tempo, kterým zákazník odebírá daný výrobek nebo službu. Čas taktu definuje, jak rychle by měl daný proces probíhat, aby došlo ke splnění požadavků zákazníka (Academy of Productivity and Innovation, 2016)

Semjon taktový čas definuje také jako tempo, se kterým zákazník odebírá daný výrobek, přičemž při jeho výpočtu je potřeba uvést pracovní čas na den a počet požadovaných kusů na den. (Semjon a Evin, 2009)

Je průměrná hodnota realizace pracovní operace. Jde o kombinaci disponibilního operačního času na pracovišti a počtu požadavků zákazníka na jednotku času. Čas taktu pak udává, kolik jednotek produktu je možné realizovat v rámci disponibilního času pracoviště za konkrétní jednotku času.

Čas taktu je podmíněn kapacitní výkonností užitých technologií, které dávají procesu svůj disponibilní časový fond pro výkon konkrétní operace. Rovněž je čas taktu podmíněn pracností konkrétní operace. Když navrhujeme čas taktu, zásadním momentem je zohlednění času přípravného a času čekání na vstup/výstup dané operace.

Bez standardizované práce nelze uvažovat o optimalizaci hodnotového toku z dlouhodobého hlediska a rovněž nelze operativně plánovat a řídit výrobní a administrativní procesy. (Chromjaková, 2017, s. 35)

1.4 Členění procesu podle funkčního hlediska

Podle Bobáka (1999, s. 11) můžeme rozdělit procesy na hlavní, pomocné a obslužné.

Hlavní procesy jsou takové, jejichž výsledkem je produkt s přidanou hodnotou, tedy tou, za kterou je zákazník ochoten platit. Mění se nám rozměry, kvalita či složení výrobku.

Pomocné (vedlejší) procesy nám umožňují provádění hlavních procesů. Mezi tyto procesy řadíme plánování, personální činnost, výroba nástrojů, do jisté míry řízení).

Poslední skupinou, obslužné procesy, jsou činnosti doprovázející hlavní proces. Řadíme mezi ně údržbu, opravy, manipulaci s materiálem a výrobky a další.

2 DMAIC

Define, Measure, Analyze, Improve a Control (definovat, měřit, analyzovat, zlepšit a řídit) je pěti-krokový návod pro změnu procesů. Je součástí technik Six Sigma, vyvinuta společností Motorola v 80. letech minulého století. DMAIC ale také můžeme v obecném rámci použít na jakýkoliv projekt a nemusí být specifický, co se týče procesů Six Sigma.

První tři kroky se zabývají identifikací problému, zatímco analýza ještě ukazuje kroky, kterými bychom se měli ubírat v následující fázi - zlepšování (inovace). Čtvrtý krok je už prováděná skutečná změna či zlepšení a následně řídíme výsledek naší změny. (Technopedia, ©2017)

2.1 Definovat

Fáze definovat začíná s identifikací problému, který vyžaduje řešení s jasným porozuměním rozsahu problému a důkazu pro podporu managementu, kteří jsou oprávněni projekt řídit. (Shankar, 2009, s. 1)

V počáteční fázi procesu DMAIC se tým musí dohodnout na tom, čeho se projekt týká. Mimo jiné budete dělat následující:

- Prodiskutování návrhu projektu v týmu.
- Získání dat o zákaznících.
- Přezkoumání současných dat o procesu nebo problému.
- Sestavení plánu a pokynů pro váš tým.

(George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 64)

Odpovídáme zde v první řadě na otázku, co je cílem projektu soustředěného na vybraný proces a proč vůbec tento projekt uskutečnit a jaké by mělo následky tak neučinit. Projekt by tedy měl mít předpokládaný cíl např. snížení nákladů, zvýšení zisku, redukce ztrát, či snížení variability. (Gitlow, Melnyck a Levine, 2015, s. 294)

2.1.1 Nástroj SIPOC diagram

V Lean Six Sigma se neshody mohou vztahovat ke všemu, s čím je zákazník nespokojený: dlouhá průběžná doba výroby, její variabilita, špatná kvalita nebo vysoké náklady. Pokud se začnete zabývat jedním z uvedených problémů, nejdříve bychom se měli z pohledu procesu podívat na to, jak společnost daný požadavek zákazníka uspokojuje. Nástroj pro vytváření mapy procesu pohledem z vyšší úrovně se nazývá SIPOC, což znamená:

Dodavatelé (Suppliers): jednotlivci, či skupiny.

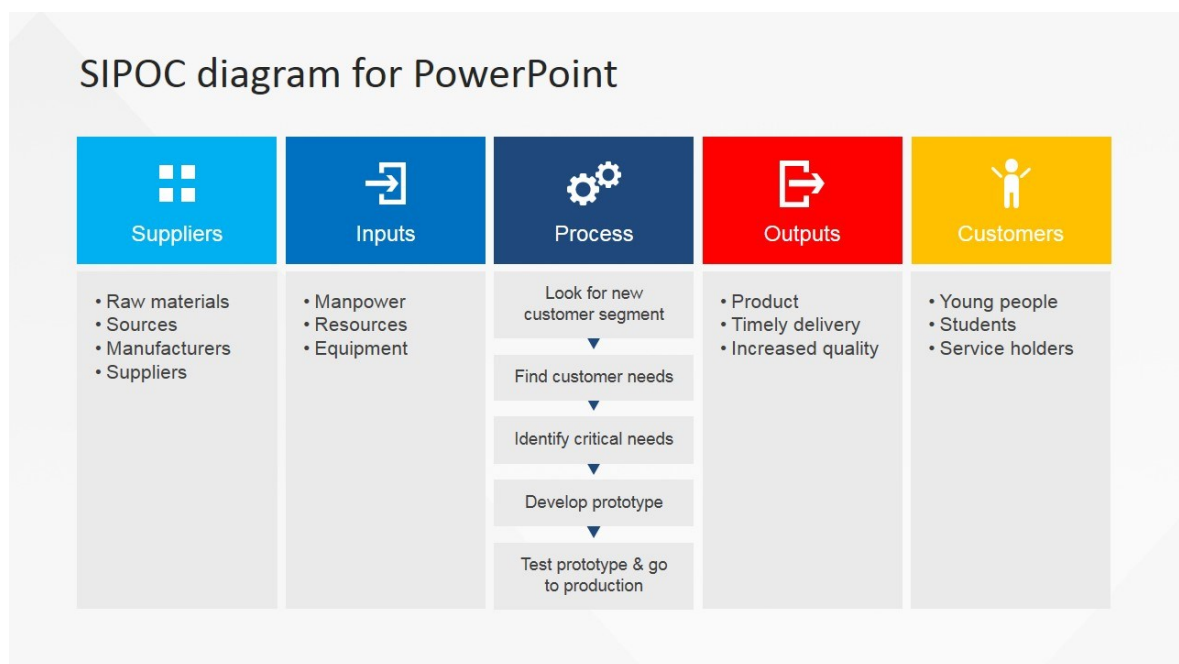
Vstup (Input): poskytnuté informace nebo materiál.

Proces (Process): kroky použité k provedení práce.

Výstup (Output): výrobek, služba nebo informace posílané zákazníkům.

Zákazníci (Customers): další krok v procesu.

(George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 65)



Obrázek 2 - Ukázka SIPOC Diagramu (Slidemodel, © 2017)

SIPOC analýza je tedy prostý nástroj určený k identifikaci těchto skupin. Systémově vidíme skrz proces a dokážeme si již utvořit nějakou představu o identifikaci potřeb.

Schutta (2006, s. 72) uvádí, že jakmile je projekt definován, organizace může zřídít proces a vlastníka procesu, takže v procesu můžeme měřit jeho výkonnost. Stanovíme se definici problému a jeho rozsah. Je žádoucí vytvořit také procesní mapu. Tyto mapy by měly poskytnout skutečný tok operací a všech aktivit nezbytných k dokončení celého procesu, jenž zahrnuje problémové oblasti.

2.2 Měřit

Fáze měření se skládá výběrem metrik, vytvořením plánu sběru dat, sbíráním dat a vizualizace výsledků. (Vavruška, 2007, s. 4)

Pozorování procesu, sběr dat, zlepšování systému měření práce nám umožňuje:

- Věřit svým datům
- Založit rozhodnutí na faktech a realitě
- Dokumentovat to, co se skutečně děje v procesu
- Pochopit, co je důležité zlepšit (George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 68)

V první řadě je nutné si stanovit kritéria, jež budou měřena. Je třeba vytvořit si plán, jakým způsobem se budou data měřit s ohledem na kvalitu pro zákazníka. Definujeme si, co budeme měřit, jak a v poslední řadě kdo bude měřit. (Gitlow, Melnyck a Levine, 2015, s. 312)

U sběru dat si musíme být jisti, že informace, které z nich získáme, budou platné a relevantní. Řekněme, že informace je spolehlivá, pokud získáme stejnou informaci z více než jednoho zdroje. Co se relevance týče, informace musí dostatečně dobře pokrýt oblast zájmu tak, abychom mohli říct, že tuto oblast zároveň i reprezentuje. (Pyzdek, 2003, s. 113)

2.2.1 Procesní doba činností a efektivita práce

Některé projekty mohou být definovány směrem na úpravu procesní doby, efektivity nebo jakýchkoliv problémů s rychlostmi. V metrikách pro štíhlou výrobu jde tedy o poměr mezi časem přidávajícím hodnotu a celkovým procesním časem.

Až se posbírají všechna potřebná data (naměřené časy, zmetkovitost, odpovědnost předáků za nekvalitu, množství rozpracovaných kusů), tým by měl prodiskutovat výsledky. Až tým zhodnotí, jak v popsaném procesu rozdělit čas mezi operace přidávající hodnotu a ty, které hodnotu nepřidávají, je vše připraveno na kalkulaci cyklové efektivnosti. (George, 2002, s. 186)

2.3 Analyzovat

Cílem je najít smysl v informacích a datech, ověřit příčiny zpoždění, plývání a špatné jakosti. Zde se musí zejména dát pozor na:

- Nenáhodná seskupení v datech

- Místa, kde se ztrácí hodně času
- Skutečnou podstatu příčin a nalezení klíče k jeho řešení
- Zrychlování procesů, aniž by utrpěla kvalita
- Nejkritičtější faktory pro řízení procesu

(George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 72)

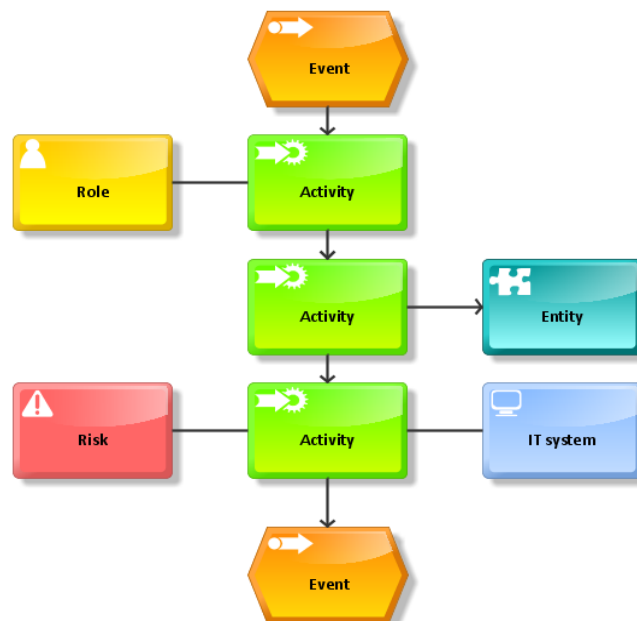
Musíme stanovit X proměnných, které ovlivňují závislou Y. Používáme statistické shrnutí dat, abychom našli určitý vzor. (Kane, 2008, s. 33)

U fáze Analyzuj bychom měli mít nashromážděny spousty dat a informací. Cílem je pochopit všechny tyto informace a zachytit vztah příčin a následků, které produkují sledované neshody, zdržení, atd. Na konci měření by měl mít tým mnohem lepší představu toho, k čemu přesně v procesu dochází a jaké kroky nejvíce přispívají ke zdržením a problémům s kvalitou. (George, 2002, s. 174)

2.3.1 Mapování procesu

Význam procesní mapy k jakékoliv snaze zlepšení může být přeceňovaný. Je zkrátka příliš složité pracovat na procesu bez jeho vizualizace. Procesní mapa, vytvořena na základě procesní analýzy, jednoznačně ilustruje kroky, vstupy nezbytné k vykonání každého kroku a výstupy, které vedou z každého z nich. Kromě toho je velmi přínosné k indikaci možností, časů a klíčových aspektů procesu na mapě. (George, 2002, s. 186)

K mapování procesu je užíván například software ARIS. Slouží k analýze a optimalizování procesů, zobrazení souvislostí mezi nimi a k následnému zvýšení produktivity. Umožňuje nám navrhnout procesy a zároveň brát v úvahu zákaznickovy požadavky. Snižuje komplexitu a pomáhá redukovat náklady. (Softwareag, ©2017.)



Obrázek 3 – Ukázkový diagram procesní mapy
(Ariscommunity, 2017)

2.3.2 Paretův diagram.

Paretův diagram je sloupcový graf, v němž každý sloupeček reprezentuje příspěvek každé příčiny problému. Slouží k posouzení frekvence a významu poruch, chyb, reklamací, apod.

Identifikují se všechny položky související s procesem, určí se srovnávací kritérium a vypočtou absolutních četnosti jednotlivých položek. Seřadí se a určí relativní četnosti. Určí se kumulativní četnosti jednotlivých položek a vše je připraveno na sestavení Paretova diagramu. (Svět produktivity, 2012)

2.3.3 Korelační analýza

Párový korelační koeficient

Je součástí korelační analýzy, která nám rozhoduje, zdali dva a více faktorů mají mezi sebou nějakou korelaci. Musí se jednat o náhodné veličiny, u kterých už nerozlišujeme závislé a nezávislé proměnné. Obor hodnot je z intervalu $<-1;1>$ a znaménka určuje směr závislosti. Pokud je kladné, jedná se o kladnou závislost (při zvýšení faktoru X roste faktor Y), pokud je záporné, je o zápornou závislost (při zvýšení faktoru X klesá faktor Y). Absolutní hodnota koeficientu nám udává velikost závislosti. (Klímek, 2008, s. 82)

Test významnosti

Stanovíme si 2 hypotézy:

- H_0 : Mezi faktory X a Y není žádná korelace
- H_A : Mezi faktory X a Y existuje korelace

Vypočítanou hodnotu testového kritéria porovnáme s tabulkovou hodnotou o hladině spolehlivosti $P = 0,05$. Pokud je vypočtená hodnota menší než tabulková, zamítneme nulovou hypotézu a přikloníme se k alternativní hypotéze H_A (mezi faktory existuje korelace). Pokud je však vypočítaná hodnota vyšší než tabulková, poté se rozhodneme pro nulovou hypotézu, že zamítáme korelaci mezi oběma faktory. (Shankar, 2009, s. 48)

2.4 Zlepšit

Cílem této fáze je přinést do procesu změny, které budou odstraňovat jeho nedostatky, plýtvání, zvýšené náklady, atd. spojené s potřebami zákazníka určenými ve fázi definovat. Tým musí zjistit, že příčiny zkoumané ve fázi inovovat ovlivňují problém nebo potřebu definovanou v návrhu projektu. Provedené změny musí ovlivňovat příčiny potvrzené ve fázi analyzovat, je nutno:

- Nalézat řadu možných řešení s použitím kreativity.
- Propracovávat kritéria pro výběr řešení.
- Zavádět pilotní projekty pro vybraná řešení.
- Plánovat úplnou implementaci.
- (George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 75)

Podle Shankara (2009, s. 48) je to dále:

- Dořešení vstupů a výstupů.
- Nastavení hodnoty pro každý vstup.
- Odhadnutí času a nákladů.
- Uskutečnění zkušebního testu pro ověření našich metrik.
- Vykonání experimentu.

Máme-li shromážděnu sadu potenciálních řešení pro náš problém, pak musíme vyhodnotit a vybrat tu, která má největší šanci na úspěch. Jednotlivá řešení budeme posuzovat jak z pohledu jejich schopnosti eliminovat náš problém, tak z pohledu jednoduchosti jejich implementace. Pro vybrané varianty pak můžeme posílit hodnocení pilotními studii nebo zkouškami, abychom si byli co nejvíce jistí, že naše výsledné doporučení bude tou nejlepší možnou variantou.

Je-li vybráno, pak nezbývá než připravit odpovídající implementační plán s časovým rozvrhem a hlavními milníky, který se prezentuje vlastníkům procesů spolu s výsledky šetření. (Svozilová, 2011, s. 103)

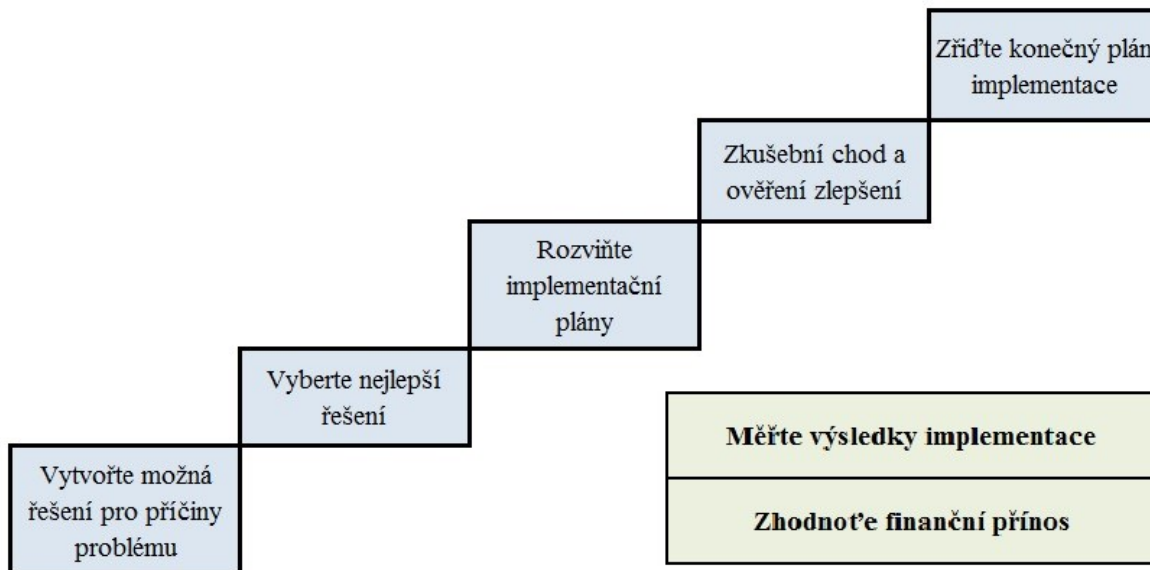
2.4.1 Design of Experiment (DoE)

Využívá statistických proměnných a proces řízených experimentů k dosažení požadovaného výstupu na vyvíjeném objektu – výrobním procesu. V průběhu aplikace dochází k testování různých experimentů z pohledu dosažitelných efektů, přičemž se testují různé možnosti výrobních technologií, vstupních surovin, pracovních postupů pro dosažení co nejlepšího výsledného produktu nebo procesu. (Chromjaková, 2013, s. 57)

Pro vykonání experimentu, musíme střídat u faktorů takové kombinace, aby byl u každého testu měřen jeden výstup. Po otestování faktorů ve všech kombinacích proběhne interpretace výsledků. Následně se vypočítají průměry pro jednotlivé proměnné a výsledky se nanesou do grafu. Čím prudčeji bude úsečka stoupat nebo klesat, tím je vstup významnější. Kombinací jednotlivých faktorů s žádoucím výsledkem testu je modifikace s nejspokojivějším výsledkem. (George, 2002, s. 219)

2.5 Řídit

Nakonec jsou to lidé, kteří uvádějí procesy v provoz efektivně, nehledě na to, jak moc automatizované procesy jsou. Pokud lidé nepřijmou projekt či nový proces, pak jej nebudou vykonávat svědomitě a buď nebude proces fungovat vůbec, nebo bude, ale neefektivně. (Jeston, 2008, s. 180)



Obrázek 4 – Procesní tok pro implementaci (Vlastní zpracování dle Schutta, 2006, s. 75)

Když úspěšně zvládneme předchozí fáze a již můžeme plně řídit parametry procesu, pomůže to organizaci nepřetržitě splňovat či předčít požadavky zákazníka. Konečné změny v dokumentaci, školení, monitoring procesu jsou již implementovány. (Schutta, 2006, s. 76)

Jedním z nezbytných bodů jsou potřebná školení pro porozumění implementovaných změn. Nejběžnější nástroj pro sledování funkčnosti změn je regulační diagram, ve kterém sledujeme změny v procesu a jeho variability. (George, Rowlands a Kastle, 2005, s. 79)

3 DRUHY PLÝTVÁNÍ

3.1 Nadbytečné zásoby

Jsou definovány jako zásoby, které přesahují minimum nezbytné pro splnění výrobních požadavků. Přebytek zásob je skladování většího množství materiálu, součástek, rozpracovaných výrobků než potřebujeme. Tato situace nastává, když máme omezený tok materiálu nebo když naše výroba není propojená s taktem (pull princip). (Dennis, 2016, s. 32; Strouhal, 2012, s. 114)

Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 47) ovlivňují vysoké zásoby výrobu bez výpadků, promptní dodávku produktů zákazníkovi, konstantní vytížení kapacit, snadnější překlenování poruch. Vysoké zásoby mohou mít ale také negativní dopad na plynulost výroby. Velké množství zásob (jako např. palet, kazet, apod.) a jejich nízká unifikace mohou znamenat pro proces zátěž kvůli přebírání se v nich a časového přetížení.

3.2 Čekání

Jde o zbytečné čekání na součástky, materiál, informace, čekání zaměstnanců na další práci. Kvalifikovaná pracovní síla není levná, proto její nedostatečné využití v rámci pracovní doby firmě nese nemalé ztráty. Čekání nastává také, když zaměstnanci musí stát u stroje a čekat, než dojde ke zpracování. (Dennis, 2016, s. 30; Strouhal, 2012, s. 114)

3.3 Doprava

Jakákoli zbytečná přeprava či manipulace je ztrátou pro podnik. Veškerá výrobní zařízení by měla být umístěna v těsné blízkosti, měla by mít blízko sklad, čímž lze eliminovat přepravu zásob ze skladu do výroby na minimum. (Strouhal, 2012, s. 114)

Doprava zahrnuje plýtvání většího rozsahu způsobeného neefektivním layoutem, příliš velkého vybavení. Takové plýtvání nastává například, když velké výrobní dávky musí být přemístěny z procesu do procesu. Produkce menších výrobních dávek a přemístění procesů blíže k sobě, může redukovat dobu transportu.

Doprava, čekání a nadbytečný pohyb jsou úzce spjaty. Doprava je nezbytný druh plýtvání. Zásoby přepravovat továrnou musíme, ale je možné je minimalizovat. (Dennis, 2016, s. 31)

3.4 Pohyb

Důležitým elementem je správné uspořádání pracoviště; je-li nevhodně uspořádané, způsobuje vznik zbytečných pohybů jako např. ohýbání, chůzi či hledání. (Strouhal, 2012, s. 114)

Nadbytečný pohyb je záležitostí jak člověka, tak stroje. Zbytečný pohyb úzce souvisí s ergonomií pracoviště. Špatný ergonomický design negativně ovlivňuje produktivitu, kvalitu a stejně tak bezpečnost. Dochází ke snížení produktivity. Snižuje se také kvalita, když se musí pracovník namáhat k oprávnění či kontrole kvůli již zmíněnému natahování se, otáčení se, nebo nedostatečným environmentálním podmínkám.

Špatná ergonomie má možná největší dopad na bezpečnost. Ergonomická zranění tvoří více než 50% všech zranění na pracovišti v Jižní Americe. Nejdůležitější rizikové faktory ergonomie jsou postoj, vyvíjení síly a opakování. Všechny tyto faktory závisí na designu pracoviště. Ergonomie je proto klíčem pro redukování plýtvání. (Dennis, 2016, s. 30)

3.5 Zmetky

Tento druh plýtvání také souvisí s opravami produktů. To zahrnuje všechny materiály, časy a energie upotřebené v děláním a opravě zmetků. (Dennis, 2016, s. 33)

3.6 Zbytečná práce

Jde o mírnější formu plýtvání, související se děláním více úkonu, než náš zákazník vyžaduje. Pokud sledujeme jen technické cíle, pak můžeme ztratit kontrolu nad tím, co zákazník přesně chce. (Dennis, 2016, s. 34)

3.7 Nadprodukce

Nadprodukce se sestává z následujícího:

- Stavba obrovských skladů
- Nadbyteční pracovníci a stroje
- Nadbytečné součásti a materiály
- Nadbytečné palety

Nadprodukce je také hlavní příčinou i dalšího plýtvání

- Pohyb: pracovníci jsou zaměstnáni děláním věcí, které nikdo nepotřebuje.

- Čekání: Souvisí s výrobními dávkami.
- Doprava: Nepotřebné zboží musí být přepraveno so skladu.
- Zmetky: Včasná detekce zmetků je náročnější s většími výrobními dávkami.
- Zásoby: Nadprodukce tvoří nepotřebné materiály, součástky a WIP. (Dennis, 2016, s. 35)

3.8 Nevyužité schopnosti pracovníků

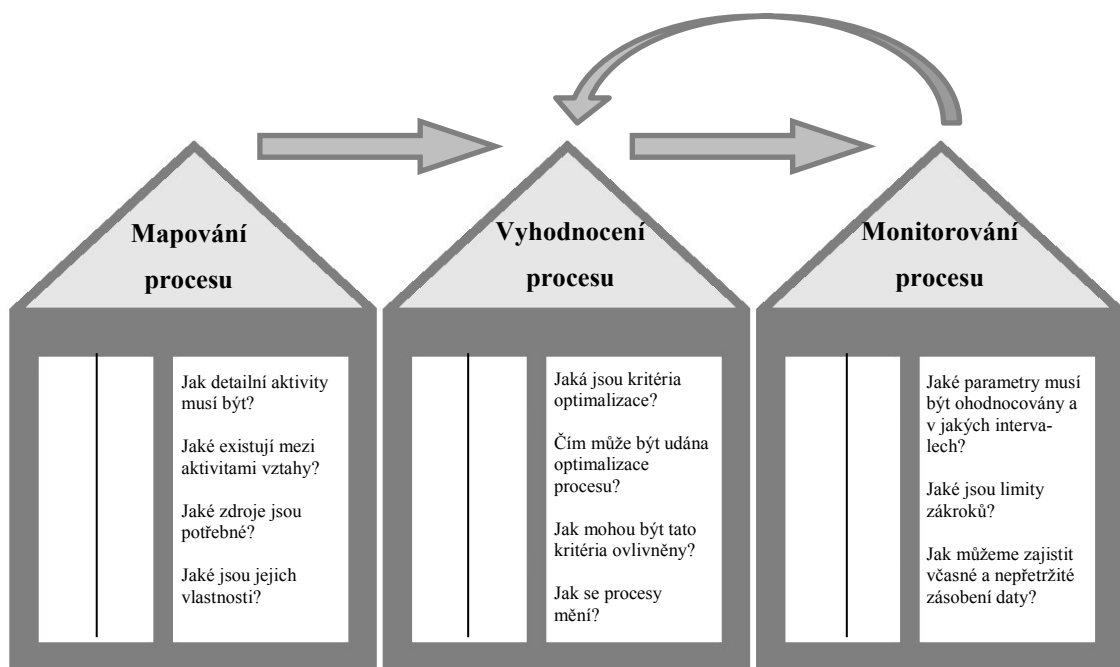
Toto plýtvání nastává, když máme nesoudržnost ve společnosti nebo mezi společností a jejími zákazníky. Toto nepropojení může být horizontální nebo vertikální. Takové zpomalení toku znalostí, nápadů, kreativity, vytváří frustraci a ušlou příležitost.

Pokud je společnost propojena s hlasem zákazníka, začne produkovat produkty, které budou uspokojovat jeho potřeby. Pokud je společnost a její dodavatelé jsou sladění, pak společně identifikují plýtvání a budou jednat pro vzájemný prospěch. Poté bude existovat méně ušlých příležitostí. (Dennis, 2016, s. 35)

4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

K dosažení větší schopnosti transformace je nezbytné kontrolovat efektivitu procesu neustále s ohledem na současnou rychlost změn. Jestliže mají být procesy úspěšně a komplexně zvládnuty, není dostačující pouze zmapovat procesy jednou, ale spíše používat integrovaný a holistický přístup.

Je nezbytné, aby všichni zúčastnění v procesu rozuměli modelu procesu. Ve fázi hodnocení a optimalizace jsou struktury procesního modelu hodnoceny a optimalizovány z odlišných úhlů pohledu, než se přesunou do fáze kontinuálního monitorování procesu. (Salvendy, 2001, s. 318)



Obrázek 5 – Model Holistické optimalizace procesu (Vlastní zpracování dle Salvendyho)

4.1 Otázky na možné zlepšení a identifikace problému

- Co se bude zlepšovat?
- Proč bychom měli zlepšovat? Bude investice rentabilní?
- Kdy s projektem začít a kdy skončit?
- Jak toho dosáhneme?
- Kde je třeba udělat změny?

- Kdo bude odpovídat za projekt?

4.2 Zavedení nového postupu či metody

Pokud jsou pracovníci, jejichž operace budou novou metodou ovlivněny, zapojeni do procesu zlepšování, neměly by při zavádění nastat potíže. Pracovníci mají většinou přínos z následujících bodů

- Snížená námaha
- Snížení stresu
- Zvýšený zájem o práci
- Odměna za zvýšenou produktivitu
- Zlepšení bezpečnosti práce (Bobák, 1999, s. 98)

4.3 Management úzkých míst

Jedna z nutných věcí je zabezpečit kvalitu před úzkým místem. Pokud máme mnoho neshodných kusů, snižujeme tomuto místu kapacitu. Dále je nebytné, aby úzké místo vždy pracovalo. (Zicha, 2011, s. 20)

4.4 Variabilita v procesech

Není pravděpodobně žádný aspekt vývoje výrobku, který bývá nepochopen více než variabilita. Protože variabilita někdy vede ke špatným výsledkům, je nevyhnutelné, že někteří pozorovatelé chybně generalizují variabilitu tak, že vždy vede ke špatným výsledkům. Míchají tuto chybnou logiku zdůvodňování, že pokud přítomnost variability vede ke špatným výsledkům, tak absence variability musí vést k dobrým výsledkům. Stalo se tedy běžným úkolem snížit variabilitu způsoby jako např.: udělej to správně napoprvé, strategie nulové chyby, six sigma, atd.

Variabilita může také vytvořit přidanou hodnotu. Pokud je menší šance, že se projekt podaří, může mít však mnohem větší šanci na úsporu peněz či růst výnosů z něj. Nemůžeme maximalizovat ekonomickou hodnotu eliminací všech nejistých výsledků. Vyšší vznik variability nám může také zapříčinit růst získaných informací.

Jsou dva hlavní přístupy zlepšování ekonomiky variability. Zaprvé, můžeme změnit množství variability. Zadruhé, můžeme změnit ekonomické následky variability. (Reinertsen, 2009, s. 85-92)

5 SYSTÉM RYCHLÝCH ZMĚN (SMED)

Redukce časů a prostojů na přetypování může pro firmu znamenat až 75 až 80% redukci výrobních nákladů. Zkracování těchto časů je podmínkou u malých výrobních dávek, které zajišťují krátké průběžné doby výrobků.

5.1.1 Užití

1. krok – Oddělit práci, která musí být prováděna nevyhnutně po dobu vypnutého zařízení, od práce, kterou je možné vykonat po dobu provozu zařízení.
2. krok – Vykonávat co nejvíce práce po dobu, kdy je zařízení v chodu (zjednodušení upevňování, pomocný pracovník, příprava pracoviště, apod.).
3. krok – Redukovat čas přetypování, kdy je stroj v provozu. To docílíme správnou organizací pracoviště a ostatních činností v dílně.
4. krok – Redukovat celkový čas pro přetypování jak za chodu, tak při vypnutém zařízení. Odstranění přetypování prostřednictvím standardizace dílců tak, aby nebylo nutné. (Košturiak a Gregor, 2002, s. E/1-1)

5.2 Desatero rychlé změny

Košturiak a Gregor (2002, s. E/1-1) uvádí desatero takto:

1. *Výměna a seřizování je plýtvání.*
2. *Nikdy neříkej „je to nemožné“.*
3. *Zkrácení času seřízení je práce týmu, tým je třeba odměnit.*
4. *Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.*
5. *Standardizuj proces seřízení.*
6. *Připrav pomůcky a nástroje předem.*
7. *Při výměně se pohybují ruce, a ne nohy.*
8. *Šrouby jsou nepřátelé – otočení každého závitu stojí čas – přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychle upínací pomůcky.*
9. *Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.*
10. *Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává.*

5.3 Faktory snižující efektivitu rychlé výměny

Mezi takové faktory řadíme:

- Věnování mála pozornosti v plánovací a rozvrhovací fázi, což vede k neorganizovanému vykonávání různých příkazů ve výrobní hale.
- Nedostatek standardizace v procesech pro seřizování. V mnoha organizacích, má každý sklon provádět přetypování strojů svým způsobem, což podkopává kvalitu a také kvantitu produktu.
- Ve firmách je nedostatek znalostí kvantitativních metod, které mohou být užity pro výpočet požadavků na kratší přetypování
- Nedostatek pořádku na pracovišti, řešený konceptem 5S. (Singh a Khanduja, 2009 s. 2)

6 VYHODNOCENÍ PRODUKTIVITY

6.1 Celková efektivnost zařízení (CEZ)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) je ukazatel, jenž nám intuitivně a srozumitelně podává informace o procesu. Skládá se z nejdůležitějších zdrojů snižování produktivity ve výrobě, rozděluje je do tří základních kategorií a přiděluje jim metriky, které poskytují měřítko toho, kde se právě nacházíme a co můžeme zlepšit. OEE je používána jako klíčové metrika pro lean výrobu.

Začíná se disponibilním časem zařízení.

Tabulka 1 – Schéma OEE (Vlastní zpracování dle Vorne Industries, 2008, s. 6)

Disponibilní čas zařízení

Od toho se odečtou plánovaná vypnutí stroje, což se týká všech případů, které by měly být vyloučeny, protože se v tomto čase neočekávala žádná výroba (např. přestávky, plánovaná údržba). Z toho nám vyšla plánovaná doba výroby.

Plánovaná doba výroby

Plánované prostoje

Míra využití

Ta počítá s odečtením doby neplánované nečinnosti, skládající se z činností, které pozastavili plánovanou dobu produkce po určitý čas. Po odečtení této doby od plánované doby produkce získáme skutečnou dobu výroby. Mezi tyto prostoje řadíme poruchy na zařízení, seřizování, výměna nástroje, logistikou vstupního materiálu a další.

Pro míru využití platí následující vztah:

$$\text{Míra využití} = \frac{\text{skutečná doba výroby}}{\text{plánovaná doba výroby}}$$

Skutečná doba výroby

Neplánované prostoje

Míra výkonu

Míra výkonu bere v potaz ztrátu rychlosti, což se týká jakýchkoliv faktorů, které způsobují, že proces pracuje na nižší, než je maximální rychlost (např. neefektivnost operátora, špatný technický stav stroje, materiál ve špatné kvalitě). Čas očištěný od této ztráty rychlosti se nazývá čistá skutečná doba výroby.

Ve výsledku je míra výkonu poměr mezi ideálním výstupem a skutečným vstupem. Vypočítáme ji následovně:

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{čistý čas výroby jednoho kusu}}{\frac{\text{skutečný čas výroby}}{\text{celkem kusů}}}$$

Čistá skutečná doba výroby	Ztráty rychlosti
----------------------------	------------------

Míra kvality

V této části se počítá se ztrátou kvality, což představuje podíl kusů, které nesplňují požadavky na kvalitu, včetně opravovaných kusů.

Míra kvality nám udává poměr vyrobených kvalitních výrobků a všech výrobků. Pro výpočet se používá tento vzorec:

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kvalitních kusů}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}}$$

Plně produktivní čas	Ztráta kvality
----------------------	----------------

Celková efektivita zařízení je vyjádřena tímto vztahem jednotlivých veličin uvedených výše:

$$CEZ = \text{míra využití} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}$$

(Vorne Industries, 2008, s. 6; MES centrum, 2013)

6.2 Parciální produktivita

Parciální produktivita je podle Mašina a Vytlačila (1996, s. 27) jedním možným vyjádřením poměrů, kterým můžeme produktivitu posuzovat. Pomocí ní posuzujeme produktivitu každého zdroje individuálně. Zde, u parciální produktivity personálu se jedná o kvantifikování výstupu (například počet vyrobených kusů), jehož podělíme jednotkou měřitelného vstupu (například hodinami). Tato měření nám v dlouhodobějším rozsahu pomohou srovnat výsledky a utvořit nadále i standard produktivity, se kterým stávající hodnoty budeme srovnávat.

Rozlišujeme tři druhy parciální produktivity: personálu, zařízení, materiálu.

$$\textit{Parciální produktivita} = \frac{\textit{celkový měřitelný výstup}}{\textit{1 třída měřitelného vstupu}}$$

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Vybraná společnost má v České republice několik výrobních závodů automobilového průmyslu. Jedním ze závodů je i XY s.r.o. Na ploše necelého kilometru čtverečního s více než 2 500 zaměstnanci vyrábí desítky tisíc pláštů pneumatik denně. (Interní materiály)

7.1 Historie společnosti

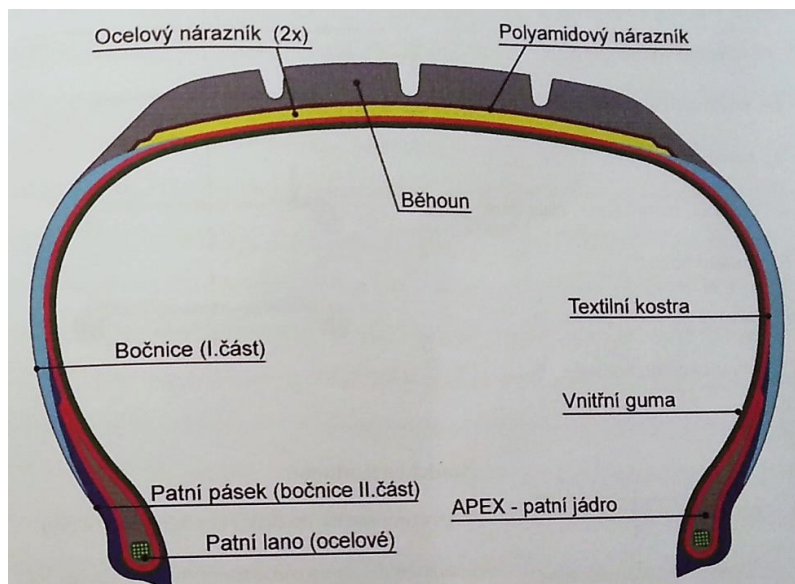
Koncem 19. stol. byla v Německu založena tato akciová společnost a vyráběla tehdy ještě bezdezenové pneumatiky. Vyvíjela neustále novinky, jako například pneumatiky s ocelovým kordem pro nákladní automobily. Počátkem dvacátého století začala jako první na světě vyvíjet pláště s dezénem. Ve třicátých letech začala také výroba pneumatik v České republice. Tou dobou měl už podnik obrovský podíl na trhu. V šedesátých letech se už pláště pneumatiky začaly vyrábět sériově. V následujících letech společnost koupila několik dalších podniků, a to z celého světa. Dnes vyrábí pneumatiky pro osobní, zemědělské i nákladní automobily, jízdní kola, ale i závodní pneumatiky. (Interní materiály)

7.2 Stručný popis výroby

Pro výrobu pneumatických pláštů jsou hlavními surovinami ocelová lana, kord, přírodní a syntetický kaučuk. Gumárenské saze a další chemické látky. Kordy jsou zde jako výztužný materiál. Základní surovinou je bavlna. Rozlišujeme dva druhy: textilní a ocelový. Šířky tkanin textilního kordu jsou do délky přesahující 2 000 m.

Výrobní proces začíná přípravou směsi, jejím mícháním prvního a následně druhého stupně, kde se smíchá kaučuk s chemikáliemi v hnětiči a poté se do základové směsi přidá i vulkanizační činidla, aby splňovala předepsané mechanicko-fyzikální vlastnosti. Směsi se dále využívají pro výrobu polotovarů, což budou komponenty pneumatiky. Ty se zpracovávají vytlačováním, válcováním, nanášením, výrobou lan a výrobou membrán. Právě některé činnosti u fáze nanášení jsou předmětem zkoumání této bakalářské práce. Jedná se především o dělení kordu s již nanesenou kaučukovou směsí, ale i o nánosování na čtyřválcí. Nejnáročnější pracovní operaci je následná konfekce pláštů pneumatik. Zde se první vyrobí kostra pláště a na druhém stroji je tato kostra vytvarována a je na ni uložen nárazníkový prsteneček s běhounem. Pláště pneumatik obdrží konečný tvar a požadované fyzikálně-mechanické vlastnosti procesem lisování a vulkanizace. Oba děje probíhají současně za přítomnosti vulkanizačních činitelů teploty, tlaku a času. Při jisté teplotě probíhá proces vulkanizace, při níž vzniká elastická pryž s potřebnými vlastnostmi. V závěru je produkt

podroben výstupní kontrole a testu uniformity, kdy se zkoumá jeho stejnoměrnost, aby měla po celém obvodu v rámci tolerance obdobnou pevnost a pružnost. Příklady vyskytující se vad jsou například házivost – nestejně rozměry po obvodu, boule a prohlubně, nevyváženost, přetoky, nedolisované pláště, zvltněné kordy a další.



Obrázek 6 – Řez osobním radiálním pláštěm (Interní materiály)

Z metod průmyslového inženýrství a metod štíhlé výroby je v závodu použita filozofie TQM - celkové řízení kvality, TPM – totálně produktivní údržba, JIT – just in time, Kaizen, systém zlepšovacích návrhů všech zaměstnanců, SMED – rychlé změny. (Interní materiály)

8 DMAIC

8.1 Definovat

Definice procesu = kontinuální mechanické dělení pogumovaného textilního kordu, jehož účelem je získat přesný rozměr a úhel řezu. Pro tento účel je zde řezací stroj. Ten kord kotoučovým nožem nadělí. Pro kord na identických řezacích strojích 3 a 3a jsou úhly řezu 90°. Takto dělené dílce se ručně nebo mechanicky spojují v nekonečný pás, který je navíjen do kazet se zábalem.

Práce operátora je tedy navézt kartuši pogumovaného kordu na navíječku, nalepit spoj na předchozí kartuši k vytvoření souvislého pásu, kontrolovat kvalitu kordu, obstarat na kord lemovací pásky a výměna navinuté kazety za prázdnou.

8.1.1 Cíl zlepšení

Jako cíl projektu je zajistit úsporu času 5% na řezacím stroji. (To bude realizováno eliminací plýtvání. Dále je to zvýšit podíl automatizace činností operátora.)

Kvůli zajištění objektivit budou provedena 4 měření.

Pro identifikaci procesu byl použit SIPOC diagram.

Tabulka 2 – SIPOC diagram (Vlastní zpracování)



Linka pro nanášení textilního kordu	Materiál (kord a pásy)	Zapojit nové kazety	Kazeta	Konfekce
Skladník (pásy)	Průvodka materiálu	Kontrolovat	Průvodka materiálu	Obsluha vozíku
Zákazník	Výrobní plán	Vyměnit kartuši		
	Řezací stroj, PC, místo na odkládání zmetků	Nastavit parametry v PC		
	Prázdná kazeta se zábalem	Ručně nastavit některá hradítka		
		Vyměnit pásky podle potřeby		
		Měřit kord a rozteče mezi pásy		
		Odnést zmetky na vyhrazené místo		
		Odvézt kazety do zakladače		

8.2 Měřit

8.2.1 Plán měření práce

Před samotným měřením je nutnost proces dobře odpozorovat. Člověk tím získává podrobnější přehled o jednotlivých činnostech a toku materiálu.

Řezací stroj je v chodu vždy na maximální možné rychlosti, kterou dovoluje samotná rychlost kotoučového nože. Jde také o hlavní faktor, jenž nám určuje takt zařízení.

Pro vykonání měření bylo zpozorováno několik faktorů bezprostředně ovlivňujících procesní čas. Sledované příčiny plýtvání budou měřeny časově. Jedná se hlavně o interní činnosti, kdy je stroj pozastaven. Na tyto faktory je třeba se primárně zaměřit, zpozorované příčiny jsou následující:

Tabulka 3 – Činnosti, u kterých dochází k plýtvání (Vlastní zpracování)

Čís- lo	Plýtvání	Popis
1	Měření	Provádí se ručně v závislosti na výměně kartuše, či jestli jsou do výrobku zakomponovány i pásy. Někdy jsou u jednoho výrobku měřeny rozměry dvakrát. Stroj musí být zastaven.
2	Výměna kordu	Když je materiál navinutý na kartuši spotřebován, musí ji operátor odvléct z odvíjecího zařízení, přivést nový a připravit ho na nové odvíjení. Stroj musí být zastaven.
3	Přehoz pásu	To se provádí ve dvou případech; když je nynější pásek spotřebován nebo když se přechází na jiný pásek. Stroj díky zásobníku může být po nějaký čas v chodu, pak je automaticky zastaven.
4	Utržení folie na pásku	V místě nanášení pásu na kord dochází k přetrhnutí folie, která slouží jako mezivrstva pro správné nalepení pásu. Stroj musí být zastaven.
5	Zmetky, slepený kord	Kontrola zmetků je prováděna vizuálně. K nadměrnému zvýšení nekvalitních částí kordu dochází pravděpodobně na začátku a konci odvinutého kordu. Každá neshodná část musí být vyhozena na vyhrazené místo. Stroj musí být opakovaně na krátký okamžik zastaven.
6	Čekání na kazetu	Od zákazníka nedorazí prázdná požadovaná kazeta pro uskladnění kordu. Stroj je zastaven a nemůže pokračovat v práci.
J	Jiné	Dochází k nadměrné práci s kazetami.

Dále jde o činnosti, které nelze ovlivnit, ani předpovídat. V měření nebudou zvláště zkoumány. Jde především o: přechod na jinou šířku (posuv hradítek), práce s PC, komunikace s mistrem, užívání kanban tabule, WC

Dále u měření bude pozorováno, jestli byly použity podélné pásky nebo ne.

Měření bude prováděno stopkami. Bude se najednou klasickými stopkami měřit hrubý čas operace výroby jedné kazety kordu a zároveň stopkami v mobilu měřena každá jednotlivá příčina zastavení stroje. Tím bude zajištěna vyšší přesnost měření. Čas stroje v chodu se pak snadno dopočítá odečtením všech faktorů, jež činnost stroje zastavují. Z této veličiny bude propočítáváno množství metrů za jednu jednotku času. Tím bude také zajištěna zpětná kontrola správnosti měření.

Pro zachycení výsledků měření v provozu bude použita tabulka, do které se bude evidovat doba výměny každé kazety, celkový čas procesu, délka a šířka kazety pro další analýzu. V neposlední řadě budou zapisovány podle čísel uvedených v tabulce 3 všechny činnosti, u kterých musí operátor stroj vypnout. V tabulce 4 je příklad jejího vyplnění.

Tabulka 4 Příklad zapisovací tabulky v provozu (Vlastní zpracování)

Výměna kazety (s)	31	38	34
Hrubý čas (s)	460	325	384
Délka kazety (m)	120	180	130
Šířka kazety (mm)	410	670	670
Příčina prostoje	1; 2; 5	1	1; 3; J
Čas prostoje (s)	15; 75; 410	10	9; 14; 27

(V tabulce jsou pro ukázkou uvedeny fiktivní hodnoty)

8.2.2 Realizace měření

V rozsahu čtyř měření bylo zachyceno navinutí 65 kazet. Byly měřeny kazety o různých délkách, většinou 130, 150, 180, 220 m, v závislosti na kapacitě kazety, která je také ovlivněna přítomností pásků nebo šířkou kordu. Kompletní soubor měření se nachází v příloze.

Tabulka 5- Výsledky měření (Vlastní zpracování)

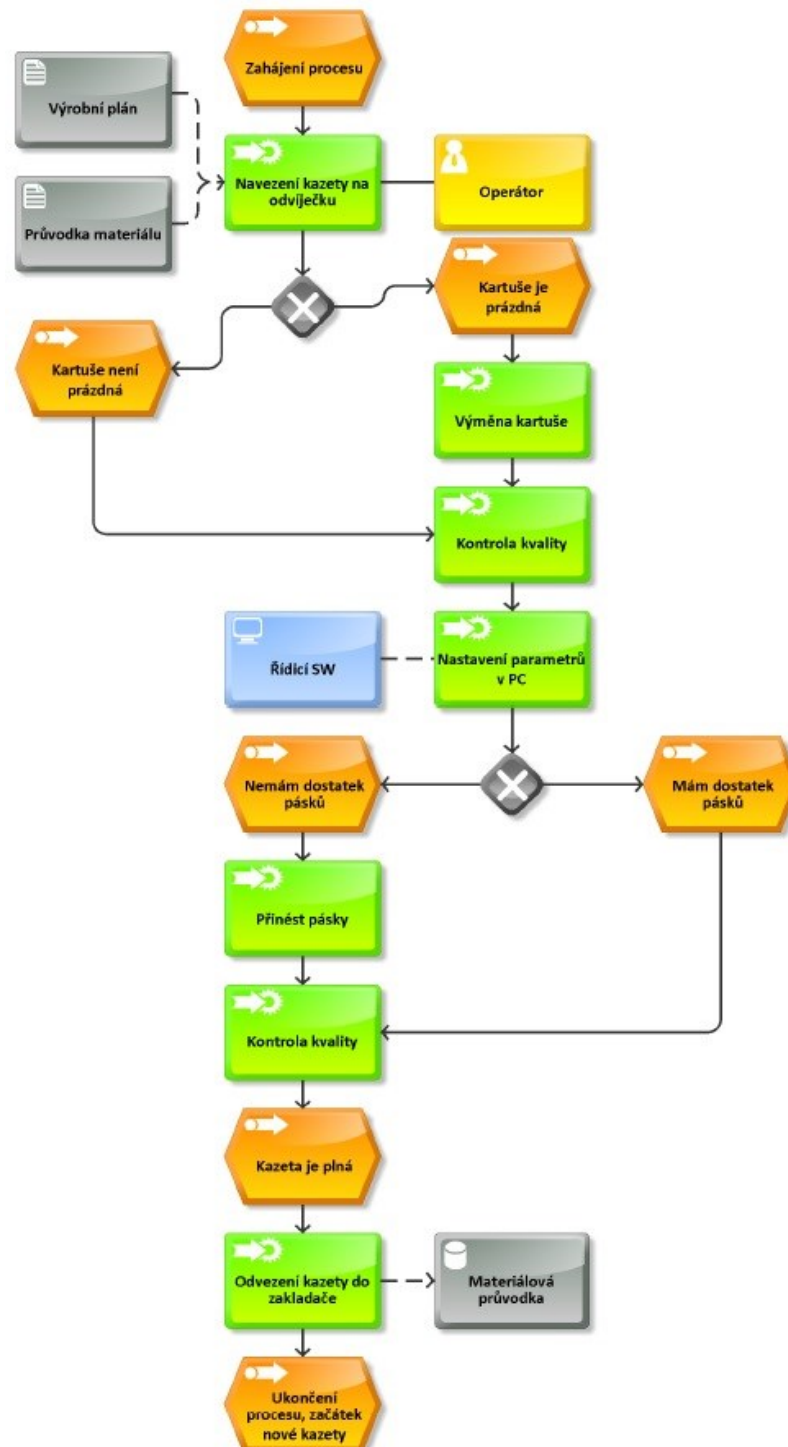
Číslo měření	Pásky Ne(=0)/A NO(=1)/d vojitě (=Z)	Výměna kazety	Plytvání Měření	2	3	4	5	6	J	Další měření
1	1	3,40%	1,94%	8,25%				49,51%		
2	1	10,61%	2,73%							
3	1	10,12%	2,60%		1,16%				6,65%	
4	1	5,15%	4,68%		7,26%	4,22%	7,03%		3,51%	
5	1	9,88%	4,84%		31,78%					
6	1	3,78%	2,63%	21,01%	11,55%		27,84%		3,15%	1,05%
7	1	9,52%	1,59%						29,37%	
8	1	5,68%	2,23%				6,09%		3,04%	4,87%
9	1	7,06%	1,88%		1,41%					
10	1	7,89%			7,68%					
11	1	4,79%	2,87%	16,77%	1,20%		23,23%	14,97%	8,38%	
12	1	13,24%	6,47%							
13	1	10,53%	1,05%						5,53%	
14	1	8,53%	1,67%		9,46%	11,13%			12,99%	
15	1	18,75%	1,82%							
16	0	10,71%		14,10%			15,04%		2,07%	
17	0	12,68%							0,92%	
18	0	9,66%							6,93%	
19	0	7,51%							1,19%	
20	0	6,02%		16,25%			3,50%		9,94%	
21	0	6,37%							6,55%	
22	0	5,07%							27,25%	
23	1	14,97%	2,17%				3,25%		11,06%	
24	1	7,38%		18,30%			6,24%			
25	1	5,28%							12,50%	
26	1	6,56%	1,64%		9,63%				2,46%	
27	1	7,41%	1,62%		2,78%					
28	1	21,64%			9,04%				0,55%	
29	1	5,84%	1,24%	21,24%	0,88%		4,25%			
30	1	11,49%							3,60%	
31	0	5,19%								
32	0	5,49%								
33	0	4,71%		14,00%			5,43%		14,29%	
34	0	15,25%	2,91%						15,98%	
35	1	5,95%					11,50%			
36	1	3,74%	1,20%	19,65%			22,33%			
37	1	11,43%	2,08%			7,69%				
38	1	7,53%	2,12%						1,41%	
39	1	4,14%	2,66%		18,61%		12,56%			1,33%
40	1	5,18%	0,53%	11,42%	8,00%	18,28%	31,53%		1,29%	0,76%
41	1	17,61%								0,00%
42	1	14,56%								
43	1	6,68%	1,96%		4,91%	13,75%	3,93%		9,82%	1,96%
44	1	12,82%					0,00%			
45	1	5,16%	1,26%	18,13%	12,55%		27,89%			
46	1	13,23%	1,89%						28,18%	
47	1	20,40%	1,40%		10,40%				8,00%	
48	1	9,32%	2,54%							
49 REZ 3	0	8,67%	0,79%				17,35%		2,10%	1,31%
50	0	5,60%							2,24%	
51	0	4,52%	1,81%						2,71%	
52	0	6,27%					4,24%			
53	0	3,56%	0,71%	15,08%			9,10%		1,00%	
54	0	5,83%								
55	0	6,52%			7,83%				8,70%	
56	1	16,05%	4,12%		1,44%			4,12%	4,73%	
57	1	3,49%	1,44%	9,24%	16,53%		23,92%		12,63%	
58	1	6,21%					27,57%			
59	1	7,00%							10,16%	
60	1	8,33%			1,90%				8,10%	
61	2	7,77%	0,85%		17,34%				43,30%	0,74%
62	2	6,75%	4,92%	12,66%	2,11%		38,54%		7,59%	0,70%
63	2	7,55%	5,40%							
64	2	14,62%	4,68%		11,99%					
65	2	7,13%	3,67%		19,87%				11,88%	3,24%

Naměřené konkrétní hodnoty v tabulce 5 jsou přepočteny na procenta.

8.3 Analyzovat

8.3.1 Mapování procesu

V této fázi došlo k podrobnějšímu zachycení jednotlivých aktivit v procesu.



Obrázek 7 – Mapa procesu (Vlastní zpracování)

8.3.2 Využití časového fondu

V naměřených hodnotách pozorujeme značnou variabilitu v naměřených časech.

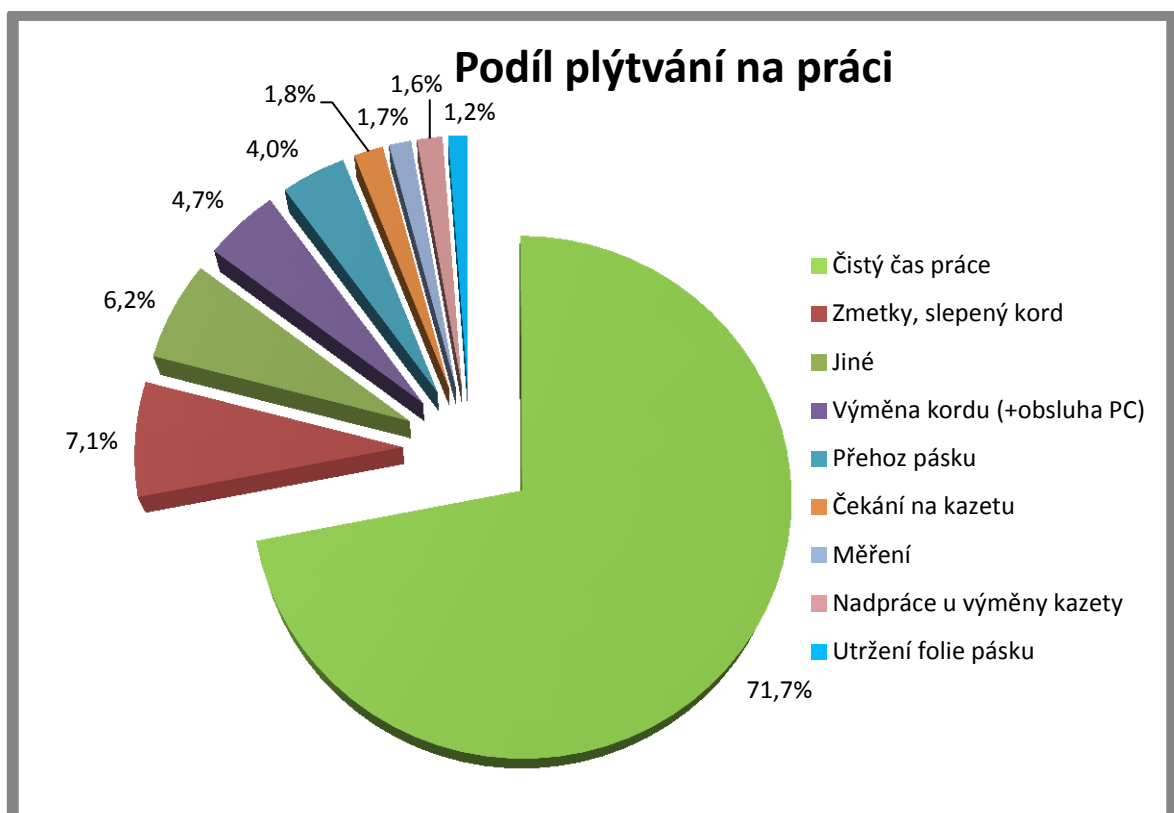
V úvodní části procesu, u výměny kazety, se nachází rozdíly v časech způsobené jak neuspořádaností navezených kazet, tak nedostatečnou komunikací mezi operátorem řezacího stroje a zákazníkem, který mu zpětně dodává kazety k použití. Pracovník často musí přesouvat těžké kazety nebo na jejich dovezení dokonce čekat. Stroj je během této operace v klidu, tudíž nám vzniká ztráta.

Z naměřených hodnot byl vypočítán čistý čas práce neboli plýtvání odečtené od celkového času procesu.

Jednotlivé složky v časovém fondu jsou následující:

Tabulka 6 – Podíly činností na řezacím stroji (Vlastní zpracování)

Čistý čas práce	Měření	Výměna kordu (+obsluha PC)	Přehoz pásku	Utržení folie pásku	Zmetky, slepený kord	Čekání na kazetu	Jiné	Nadpráce u výměny kazety
71,7%	1,7%	4,7%	4,0%	1,2%	7,1%	1,8%	6,2%	1,6%



Graf 1 - Grafické znázornění rozložení využití času řezacího stroje (Vlastní zpracování)

Na grafu 1 pozorujeme velký podíl činností prováděných v průběhu zastavení stroje. Je evidentní, že by měl být snížen počet činností nepřidávajících hodnotu. Přepracovaná tabulka obsahující naměřené plýtvání je v příloze.

Pro další výpočty je nutno poznamenat, že z kategorie „jiné“ tvoří přibližně 0,4 % ztrát úprava hradítek podle šířky kordu na dopravníku.

Měření šířek

Z údajů je také patrné časté zastavování stroje, jež nám také ovlivňuje průměrnou rychlost stroje, kvůli někdy pomalejšímu rozjezdu či zastavení stroje. Například průměrně máme 4,8 zastavení stroje za hodinu při měření šířek a rozteče.

Přehoz pásků

U přehozu pásků záleží na tom, jestli je má operátor zrovna po ruce. U odvíjecího zařízení pásků je místo pro dva kotouče s pásky. Pokud je operátor nemá po ruce při vyšším vytížení, tak pro ně musí dojít a přehazovat je. Toto činí spotřebu 4% z procesního času. Tuto operaci jde zvládnout i za chodu.

Pásky se z meziskladu nosí k řezacímu stroji podle systému FIFO.

Čekání na kazety

Při čekání na kazety čeká operátor na dodavatele materiálu s kazetami a nedokáže ho sehnat.

Utržení folie pásku

V neposlední řadě se podílí na zpomalení práce přetrhávání folie u pásku, kterou musí operátor zasukovat, aby mohl být odvinuta nadále pryč.

Když k tomuto případu dojde, stříhač musí projít průchodem pod dopravníkem, zavázat uzel v místě protržení a folii odmotat. Poté se vrací zpátky průchodem a zapíná stroj.

Zmetky způsobené kvalitou materiálu

Odtržené zmetkové části operátor dává přímo za sebe na paletu, ale poté je musí vlastnoručně odnést na vzdálenou váhu. Příčinou je zpracování dodavatele. Když kontrolou prochází závadná část kordu a musí se vyzmetkovat několik částí, potom je stroj pozastavován na moment vždy po každém metru.

Nadpráce u výměny kazety

Prázdnou kazetu vyjme operátor z navijecího zařízení a naveze na něj novou. Kazet ale bývá mnohdy mnoho, bývají neuspořádané a ledabyly rozházené. Byla dopočítána nadpráce podle mediánu naměřených hodnot, který je 36 sekund. Vzhledem k nadměrnému přemísťování a vysoké variabilitě dob výměny je vše nad tuto hranici považováno za plýtvání.



Obrázek 8 – Úložiště kazet (Vlastní zpracování)

Výměna kordu

Pracovník odtáhne prázdnou kartuši ze zařízení přes uličku na volné místo asi 10 m vzdálené. O kousek blíže, opět přes uličku, má uloženou kartuši s novým materiálem.

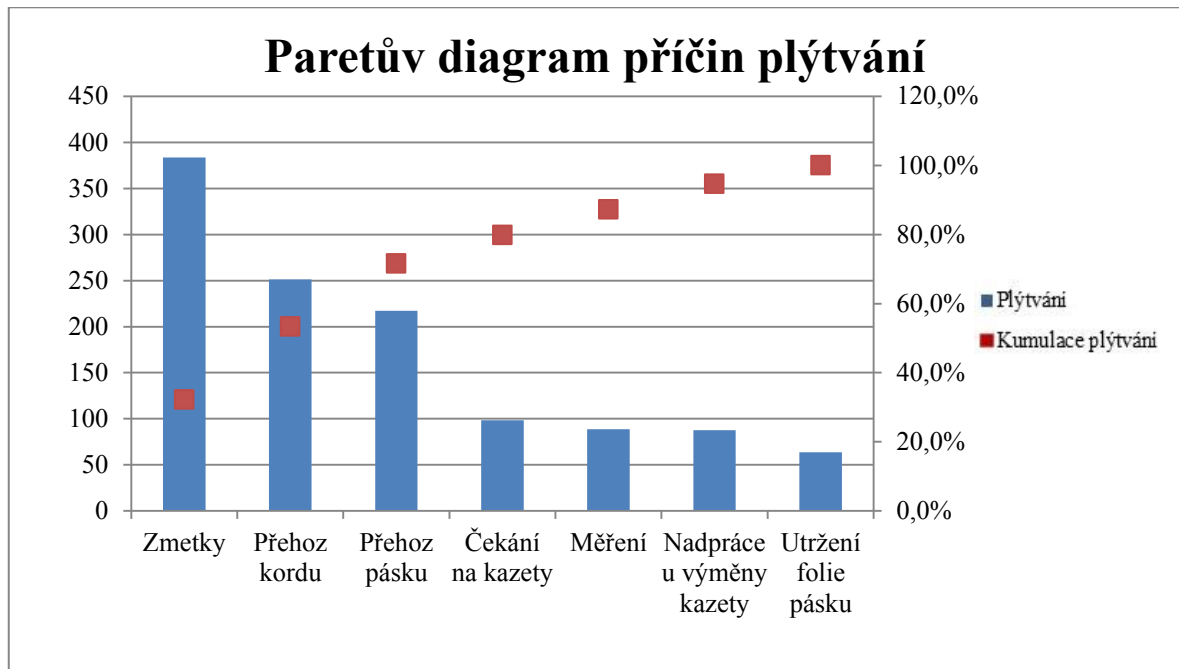
8.3.3 Paretova analýza

Tabulka 7 – Paretova analýza (Vlastní zpracování)

Plýtvání celkem (s)		kumulace	% kumulace
Zmetky	384	384	32,2%
Přehoz kordu	251	635	53,3%
Přehoz pásku	217	852	71,6%
Čekání na kazety	98	950	79,8%
Měření	89	1039	87,3%
Nadpráce u výměny kazety	88	1127	94,6%
Utržení folie pásku	64	1191	100,0%

nelze ovlivnit	334	
celkem plýtvání (s)	1524	
celkem přepočtený procesní čas (s)	5380	
plýtvání	28,33%	
čistý čas	71,67%	

Hodnoty, vč. kumulace, byly přepočteny na celkový neznámý čas měření v daném poměru.



Graf 2 - Grafické znázornění výskytu plýtvání (Vlastní zpracování)

V grafu 2 byly přepočteny časy dle konkrétní celkové jednotky času, z něj je patrné, že největší podíl na plýtvání má za příčinu vznik nekvality na kordu. To je také jedna z nejnáročnějších příčin na eliminaci. U ostatních veličin, kromě utržení folie, má drtivý vliv na čas operace lidský faktor.

8.3.4 Testování vlivu pásků na rychlost

Výsledek tohoto testu by měl pomoci při plánování výroby. Podle požadavků zákazníka se na kord dávají nebo nedávají podélné dva pásy. V této analýze se bude testovat statistický vliv nalepování pásků na kordech na rychlost stroje. Pásy jsou lepeny na kord za chodu hned po perforování před navinutím na kazetu. Stroj by v tu dobu měl jet pomaleji

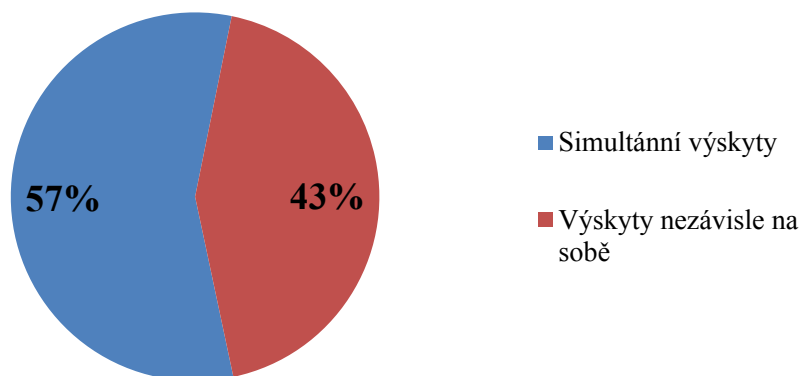
Analýzu rozptylu časů naměřených při chodu stroji s pásky z jedné strany nebo bez nich (což je drtivá většina výroby) naleznete v příloze. V závěru vyšlo, že pásy nemají statistický vliv na rychlost stroje, neboť kritická hodnota F vyšla vyšší než tabulková, stejně tak hodnota P je vyšší než hladina významnosti. Celý ANOVA test je v příloze.

8.3.5 Vliv přehození kordu na výskyt zmetků

V této části se bude zkoumat vliv činnosti přehození kordu na začátku procesu na přítomnost zmetků, což nám indikuje, že se zmetková část nachází na konci nebo na začátku kartuše. To představuje informaci pro dodavatele, jestli se má zaměřit zejména na kvalitu nějaké konkrétní části.

První si odpovíme na otázku, jaký je podíl případů, kdy se zmetky objeví ve chvíli, když dojde k přehození kordu na odvíjecím zařízení.

Souběžné výskyty zmetků a přehození materiálu (kordu)



Graf 3 – Souběžnost výskytů zmetků a přehozů

(Vlastní zpracování)

Z grafu 3 je patrné, že četnost výskytu zmetků je vyšší, když přehazujeme kord. Z naměřených časů lze také zjistit, jaká je závislost mezi simultánními výskyty těchto dvou jevů. K tomu bude využit korelační koeficient. Z důvodu diskrétnosti dat nebyla v příloze uvedena žádná skutečná čísla. Ten má hodnotu **0,7275**, což indikuje vyšší přímou závislost, což je při bližším prozkoumání dat patrné.

Z výsledků jsme tedy zjistili, že většina zmetků se objevuje právě v době, kdy se najíždí na novou kartuši (nebo dojíždí ta stará). Právě tímto částem výrobku by měl věnovat dodavatel řezacího stroje zvýšenou pozornost a snažit se nedostatky odstranit.

8.4 Zlepšit

Ve fázi analyzovat byly zjištěny nedostatky řezacího zařízení, které je třeba odstranit.

8.4.1 Návrhy na eliminaci konkrétních druhů plýtvání

Zmetky

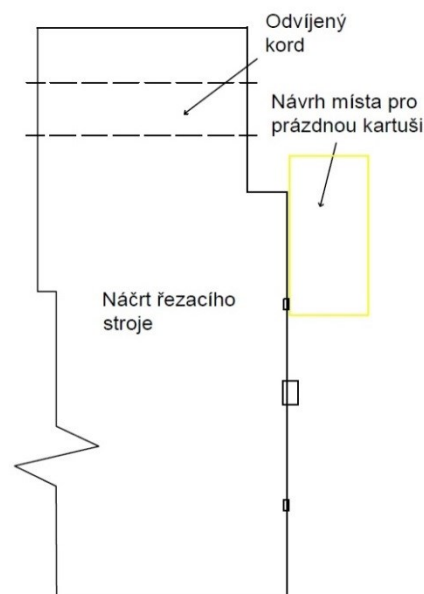
Největší příčinou ztráty času je oprava zmetků: 7,1% z celého časového fondu. To bude vyřešeno pořízením nového stroje pro dodávající linku pogumování textilního kordu.

Ve stávajícím řešení navrhujeme pořídit nožní spínač k místu lisu, kde se odstraňují zmetky, místo tlačítka, ke kterému se musí opakovaně natahovat, aby uvedl stroj v chod a následně hned zastavil, po zmetkových částech. Nožní spínače by byly nejlépe dva, 1 na roz-pohybování dopravníku č. 2 a druhá pro chod nože a dopravníku č. 1. Nožní spínače by bylo třeba barevně či mechanicky odlišit, aby nedošlo k jejich záměně. Například jedna by měla na sobě krytku, pod níž by musel operátor dát nohu k sešlápnutí.

Výměna kordu

Při dovážení kartuší s kordem někdy nechá dodavatel kartuši otočenou obráceně, takže ji musí namáhavě otáčet o 180 stupňů, aby ji mohl zapojit do zařízení. To se děje v průměru jednou za tři čtvrtě hodiny. Návrhem je zde standardizace navážení kartuše právě v takovém směru, aby ji operátor nemusel přetáčet. Ušetřila by se námaha operátorovi a zároveň by stroj mohl být za směnu přibližně o minutu déle v chodu (10 výměn za směnu).

Také navrhují změnit místo pro ukládání prázdného kordu přímo vedle stroje. Snížila by se tak námaha i doba pro tento přesun.



Obrázek 9 – Návrh organizace pracoviště (Vlastní zpracování)

Pro rychlejší výměnu kartuše by také bylo přínosné navařit zesponu u podlahy vodicí lišty. Manipulátor tak při navážení nebude muset pracně mířit s těžkou kartuší do zařízení.

Přehoz pásku

Zastavení stroje kvůli přehozu pásku představuje 4% plýtvání. To by se nedělo, kdyby měl operátor dostatek pásků poblíž a mohl si je dopředu nanosit na místo odvíjecího zařízení podle potřeby. Přímou u tohoto místa by mohly být zřízeny dva přídavné kolíky pod těma dvěma nynějšíma. Kdyby se dva kotouče s pásky posunuly nahoru, bylo by zde další místo. Také je možné zřídít prostor pro zásobu až čtyř pásek pomocí drobné změny layoutu pracoviště. Úpravami by došlo k ušetření tohoto plýtvání. Stůl včetně palet se zmetky by se posunul směrem od odvíjecího zařízení, tím by se vytvořilo místo pro stěnu u stolu na zavěšení zásoby pásků.



Obrázek 10 – Prostor pro umístění dalších pásků (Vlastní zpracování)

Další způsob jak urychlit tento přehoz je implementovat systém Andon, konkrétně světelné zařízení indikující blížící se konec pásy, aby mohl operátor včas zkontrolovat, jestli má k dispozici nový kotouč pásy na výměnu a také aby mohl okamžitě včas zahájit výměnu pásy a ne až bude odvíjecí systém čerpat ze zásobníku, což nemusí vždy stíhat.

Další možností zvýšení plynulosti chodu stroje je zvětšit zásobník na pásky.

Čekání na kazety

Čekání na kazety způsobuje také ztráty. K takovým případům by nemuselo docházet, pokud by fungovala efektivní komunikace mezi operátorem řezacího stroje a zákazníkem či dodavatelem materiálu. I tuto příčinu plýtvání je možné eliminovat. K zavolání tohoto dodavatele by stačil pouhý stisk tlačítka umístěného blízko pracovníka, např. na některém ovládacím panelu u stroje.

Měření

Měření roztečí a šířek kordu zdržuje jak celou výrobu na řezacím stroji, tak pracovníka samotného u kontroly kvality kordy. Toto by bylo možno podle vedení vyřešit nainstalováním kamery se senzory, které by toto měření za chodu provádělo za něj. Ušetřilo by se tak 1,7 % výrobního času, stejně tak by zjednodušilo práci operátorovi, jenž by se mohl věnovat jiným činnostem pro zajištění kvality výroby.

Náklady na obsluhu řezačky: X Kč ročně. Z těch by se ušetřilo 1,7 % času při zavedení opatření.

Cena vybrané kamery: Y Kč.

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Cena investice}}{\% \text{ uspořeného času} \times \text{roční náklady na obsluhu}} = \frac{X}{0,017 \times Y}$$

Pro výpočet konkrétní hodnoty, necht' si společnost dosadí cenu investice a roční náklady na obsluhu.

Koupě měřicí kamery je na základě návratnosti nevýhodnou investicí. Pokud společnost stojí o to, být World Class Manufacturing podnikem, je ale podobné zvyšování automatizace nezbytné. To nejen z hlediska ušetření času, ale také z hlediska přesnosti a kvality vykonané práce.

Nadpráce u výměny kazety

Správné uspořádání navezených kazet by vedlo k 1,6% úspoře času. Pracovník často musí přesunout i několik těchto kazet, aby si udělal prostor a dostal se k té, co potřebuje. Zdokonalení vizualizace v rámci 5S v této části pracoviště by mohlo vézt k požadované maximální úspoře času a reálné zrealizování výměny kazety podle mediánu dob výměny.

Další návrh je zavedení světelného signálu (systém Andon) pro ohlášení blížícího se dokončení kazety, aby se mohl operátor včas dozvědět a připravit se na výměnu kazety, zatímco je zaměstnán kontrolou nebo jinou činností.

Utržení folie

Redukce případů, kdy se přetrhne odvíjená folie nanášeného pásku, může přinést až úsporu 1,2% času. Tady doporučuji používat pásy s odolnější folií.

Pro ušetření času by se mohlo u části stroje, kde se navíjí folie, nacházet tlačítko pro jeho spuštění. Pracovník by tak nemusel spěchat průchodem pro opětovné zapnutí celého zařízení.

8.4.2 Další návrhy na zlepšení

Tento návrh se týká IT oddělení. Jde o zvětšení délky rozbalovacího seznamu desetimístního PROSI kódu, který musí operátor v systému hledat. Změna probíhá 60x za směnu. Ten je po rozkliknutí příliš krátký a pracovníkovi může způsobit časovou ztrátu.

Dát operátorům malý ruční vozík (třeba i patrový), aby nemusel zmetky odnášet daleko na váhu v rukách, ale mohl si vše pohodlně odvézt. Toto ergonomické zlepšení sníží námahu pracovníka.

Standardizace a její kontrola u konfekce, odkud mohou přicházet reklamace na výrobky na hraně tolerance, přičemž někdy vadnou výrobní dávku ještě uvolní, někdy ne.

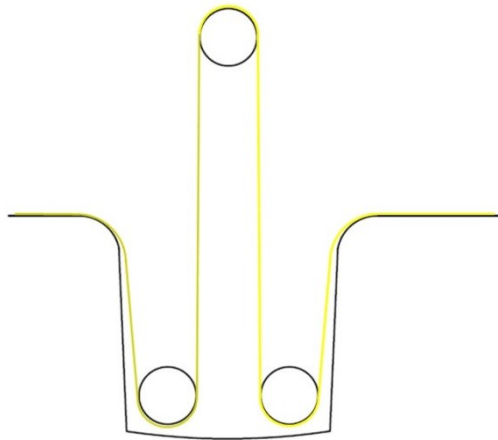
Pro čtyřsměnný provoz, je k vyšší produktivitě vhodnější zajistit střídače pro práci u řezacího stroje během přestávky. Když vezmeme v úvahu, že si operátor jednoho zařízení udělá přestávku 30 minut, za tu dobu by střídač stihl udělat:

$$\frac{\text{délka přestávky (s)} \times \text{průměrné tempo } \left(\frac{m}{s}\right)}{\text{průměrná délka kazety (m)}} = \frac{1\,800 \times X}{Y} = Z \text{ množství kazet}$$

Pro konkrétní výsledek si společnost může dosadit do vzorečku.

Zrychlit přizpůsobení elektricky řízených hradítek u dopravníku při změně rozměru na větší šířku kordu v systému. Nebude se tam muset čekat na jejich nastavení, kdy stroj musí být v klidu. Ušetřil by se tak čas v řádu několika málo minut na jednu směnu.

Pro redukci ztrát výkonu by přispělo k zajištění plynulosti chodu zařízení pořízení zásobníku v části dopravníku mezi lisem a perforací. Na schématu je ukázka nákresu zásobníku.



Obrázek 11 – Náskres možnosti přidání zásobníku (Vlastní zpracování)

8.4.3 DoE

Tabulka 8 – Příčiny plýtvání řešené pomocí DoE (Vlastní zpracování)

Plýtvání	Procento
Zmetky	32,30%
Přehoz kordu	53,47%
Přehoz pásku	71,74%
Čekání na kazety	80,02%
Měření	87,50%
Nadpráce u výměny kazety	94,63%
Utržení pásku	1

Pro test řešení jednotlivých příčin, zdali každé skutečně funguje, může být použit nástroj DoE (design of experiment). Zde je návrh osmi testů pro zkušební běh aplikovaných zlepšovacích návrhů.

Tabulka 9 – Experimentální testy (Vlastní zpracování)

Test	Přemístění vstupního materiálu	Přehoz pásku	Uspořádání kazet a zlepšení komunikace
1	před realizací	před realizací	před realizací
2	před realizací	před realizací	po realizaci
3	před realizací	po realizaci	před realizací
4	před realizací	po realizaci	po realizaci
5	po realizaci	před realizací	před realizací
6	po realizaci	před realizací	po realizaci
7	po realizaci	po realizaci	před realizací
8	po realizaci	po realizaci	po realizaci

V prvním testu bude kartuše umístěna na stávajícím místě. V další části bude vstupní materiál ustaven podle nově navrhnutého místa, vyznačeného na obrázku 10.

Druhý test proběhne za stejných podmínek s výjimkou zakomponování nového přehledného pořádku mezi kazetami. Měřit se bude čas, za který se zpracuje 1200 m kordu. A tak dále.

Na základě testů uvidíme, která varianta měla nejlepší výsledek, jenž bude směrodatný pro vyhodnocení opatření, jež chceme užít.

8.4.4 Časové vyhodnocení

Tabulka 10 - Přehled uspořenéno času zavedením implementovatelných opatření v krátkém časovém období (Vlastní zpracování)

Zlepšení	Procento z celkového času	Počet ušetřených min za hodinu	Počet ušetřených min za směnu
Zavedení kamery na měření kordu	1,7 %	0,99	7,3
Aplikace 5S na uspořádání čekajících	1,6 %	1,0	7,2
Zvýšení počtu pásků u řezačky	4,0 %	2,4	17,8
Celkem	7,3 %	4,4	32,2

Tabulka 11 – Implementace dalších návrhů (Vlastní zpracování)

Zlepšení	Procento z celkového času	Počet ušetřených min za hodinu	Počet ušetřených min za směnu
Zlepšení komunikace se zákazníkem	1,8 %	1,1	8
Používání pásku s kvalitnější fólií	1,2 %	0,7	5,2
Pořízení nového stro- je	7,1 %	4,3	31,4
Celkem	10,1 %	6,1	44,6

8.5 Řídit

Zde je důležité sledovat, jestli opatření měly svůj účinek. To zjistíme pomocí množství hotových výrobků (ať už počtem kazet, „cyklů“ nebo metrů) a zpětnou vazbou od pracovníků. Tu získáme například na poradách nebo osobním kontaktem nadřízených s nimi. Musíme v budoucnu také pravidelně provádět další měření pro následné optimalizování systému.

S provedenými změnami je nutné seznámit všechny pracovníky, jichž se proces týká. Je nezbytné jim vysvětlit zaváděné změny tak, aby je nejen pochopili, ale i přijali, protože jimi nejen zvýšíme jejich efektivitu, ale i snížíme námahu.

9 PRODUKTIVITA A EFEKTIVNOST ŘEZACÍHO STROJE

9.1 Výpočet CEZ

Disponibilní čas zařízení = 8 hodin (480 min)

Plánovaná doba výroby

Disponibilní čas – Plánované prostoje = 480 min – 30 min = 450 min

Plánovaná doba výroby tedy nezahrnuje přestávku.

Míra využití

Skutečnou dobu výroby, což je plánovaná doba výroby odečtená od neplánovaných prostojů, jako např. seřizování, výměna nástrojů, atd., podělíme plánovanou dobou výroby.

Do neplánovaných prostojů způsobených seřizovací činností můžeme zařadit výměnu přepravních kazet, navezení a výměna vstupního materiálu – kordu, přehoz dalšího materiálu - pásků a úpravu hradítek na dopravníku. Tato plýtvání tvoří 10,7 % plánovaného času.

10,7 % z 450 je rovno 397,4.

$$\text{Míra využití} = \frac{397,4 \text{ min}}{450 \text{ min}} = 0,883 = 88,3 \%$$

Míra výkonu

Vzhledem k charakteru výroby je příliš složité počítat s počtem vyrobených kusů, proto byl vzorec matematicky upraven následujícím způsobem:

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\frac{\text{čistý čas výroby}}{\text{počet kusů}}}{\frac{\text{skutečná doba výroby}}{\text{počet kusů}}} = \frac{\text{čistá skutečná doba výroby}}{\text{skutečná doba výroby}}$$

Ke ztrátám výkonu bylo přiřazeno utržení folie pásku, měření, vyřizování nekvality, čekání na kazetu a další (jiné). Dohromady tyto ztráty tvoří 17,6 % plánovaného času výroby. Po odečtení všeho plýtvání nám čistá doba výroby vyjde na 71,7 % z disponibilního času. 71,7 % z 397,4 je rovna 319.

$$\text{Míra výkonu} = \frac{319 \text{ min}}{397,4 \text{ min}} = 0,8 = 80,3 \%$$

Míra kvality

Na základě vlastního pozorování a následné konzultace zmetků ve společnosti, se dá říci, že zmetky tvoří zanedbatelnou část vyrobeného objemu výrobků. Míra kvality x se tedy velmi blíží 100 %, proto se s ní při výpočtu CEZ nebude počítat.

CEZ (OEE)

$$CEZ = 88,3 \% \times 80,3 \% = 71 \%$$

Ukazatel CEZ je roven 71 %, což odpovídá čistému času práce, řešeném v kapitole DMAIC. Při dodržení navržených opatření by bylo možné v krátkodobém měřítku zvýšit tuto hodnotu v řádu jednotek procent.

9.2 Výpočet parciální produktivity (PP) řezacího stroje

Produktivita personálu (PP)

Opracovaný kord, tedy výrobek, je vzhledem k počtu jeho různých modifikací a rozměrů velmi nepřesný na počítání v kusech. Z toho důvodu jsou jako objektivní jednotka použity metry. Podle tabulky 5 můžeme říct, že se za jednu směnu opracuje průměrně X m kordu. Jako vstup máme 1 pracovníka, pracujícího 450 minut (7,5 h).

$$PP \text{ personálu} = \frac{X}{7,5} = Y \text{ m/h}$$

Pro konkrétní výsledek si společnost může dosadit za X počet metrů do vzorečku.

Produktivita zařízení

Jelikož 1 pracovník v rámci pracoviště pracuje na 1 stroji, je produktivita zařízení stejná jako u produktivity personálu.

Produktivita materiálu

Produktivita materiálu je opět vzhledem k charakteru výroby náročná a nepřesná na určení. Jak již bylo řečeno v předchozí podkapitole, míra kvality se blíží téměř 100 % u tohoto

stroje, tudíž neočekává se žádné dramatické zlepšení v této oblasti a výpočet produktivity, kolik kusů (kazet) výrobků vyrobíme na jednotku materiálu, nebude mít v tomto ohledu přílišnou váhu pro budoucí porovnání.

10 DOPORUČENÍ

Ve fázi zlepšit bylo navrženo pořízení nového stroje dodavatele procesu. Zároveň pro eliminaci dalších ztrát pořízení nožního spínače pro ergonomické zastavování a rozjíždění dopravníků.

Návoz kordu k opracování je třeba dovážet s větší pečlivostí a správným natočením materiálu pro usnadnění manipulace. K ještě většímu urychlení této činnosti by pomohla změna úložiště pro prázdný kord (viz obr. 10). Další návrh je použít vodící lišty k odvíjecímu zařízení.

Dále je pro dosažení plynulejšího chodu stroje třeba zvýšit kapacitu úložiště pro pásy, které slouží k nanášení a díky jejich neustálému přenášení na poslední chvíli a zastavování stroje dochází ke ztrátám. Operátor by také mohl vykonávat práci efektivněji, kdyby ho o blížícím se konci pásu upozornilo nějaké viditelné zařízení.

Čekání na kazety je potřeba řešit efektivnější komunikací mezi operátorem řezacího stroje a zákazníkem, jenž mu tyto kazety naváží. Pomohl by i nějaký signál zákazníkovi, například tlačítka, když operátor uvidí, že nebude mít včas k dispozici kazetu.

Vzhledem k častému zastavování stroje pro účel manuálního změření, nabízí se zde možnost pořízení kamery, která bude potřebné rozměry měřit automaticky za chodu stroje.

S kazetou před umístěním k navíjecímu zařízení souvisí časové ztráty, jež lze eliminovat zdokonalením uspořádáním jejich zásoby pro usnadnění práce a zkrácení doby manipulaci s nimi. Pořízení zařízení, které by světelným signálem zavčas upozornilo, že se blíží konec kazety, by rovněž redukovalo časové ztráty.

S neustále odtrhující se folií na páscích nelze dělat nic lepšího než materiál vyměnit za kvalitnější. Zřízení tlačítka pro spuštění stroje u navíjení folií by vedlo ke zkrácení procesního času.

Další návrh se týká usnadnění práce s počítačem, konkrétně rozšířením rozbalovacího seznamu, který by byl uživatelsky přívětivější, a zkrácením doby hledání jednoho čísla v rozsáhlém seznamu.

Odnášení zmetků probíhá ručně, zde by bylo vhodnější užít malého vozíku k jejich přepravě.

U zákazníka konzultovat standardizaci mezioperační kontroly, zejména pak posuzování tolerance.

Určení střídače by pro jeden stroj za jednu směnu zvýšilo produkci o 3,5 kazety za operátora.

Nastavení vyšší rychlosti elektronicky řízených hradítek.

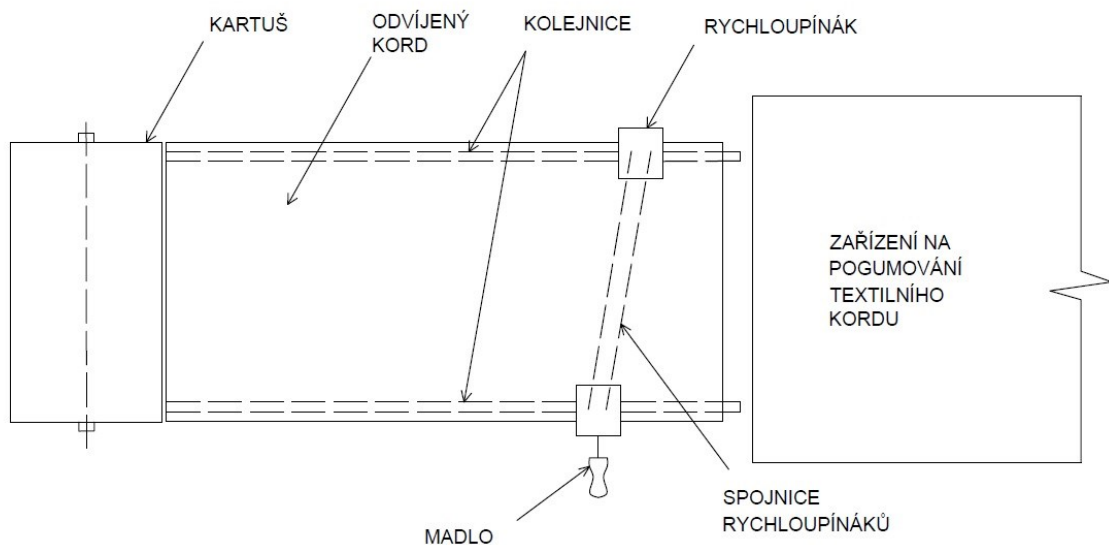
Další doporučení bylo zřízení zásobníku na řezacím stroji.

10.1 Pogumování kordu

Učinit opatření, jako zlepšit zpětnou vazbu pracovníkům, na odstranění případů, kdy kvůli nedbalosti máme chybně vystředěný kord na kartuši. Nekvalitní spoj se musí u Řezacího stroje ihned odstranit nebo tato odchylka způsobí ještě více zmetků.

Dbát na včasné doplňování zásob baterií do stříhaček kordu zlepšením komunikace mezi operátorem a mistrem.

Pro ušetření času jednoho pracovníka, který musí přijít asistovat při napojení každého dalšího kordu k tomu předcházejícímu za účelem vytvoření nekonečného pásu, by bylo možné vytvořit zařízení pohybující se na kolejničích, k němuž by jeden operátor rychloupínacím mechanismem (ve výšce dopravníku pogumovacího stroje) připevnil kord po obou stranách, přičemž by zde nechal přesah pro spojení obou druhů materiálu. Vzápětí by ručně odvinul část kordu z kartuše, aby na mechanismus nebyl vyvíjen takový tah. Madlem by pak jednoduše posouval zařízení, dokud by neměl kord v dostatečné blízkosti lisu. Ručně by pak spojil materiály. K tomu by měl mít díky vychýlení rychloupínáků od osy souměrnosti dostatek prostoru. Při zaškolení operátora s mechanismem by měla být doba napojení kordu díky zásobníku dostačující pro kontinuální chod stroje.



Obrázek 12 – Návrh pomocného zařízení na odvíjení kordu (Vlastní zpracování)

ZÁVĚR

Předmětem této bakalářské práce bylo zanalyzovat výrobní proces a navrhnout možnosti zvýšení produktivity ve společnosti XY s.r.o. Tímto procesem bylo zvoleno řezání textilního kordu. Pracovníci jsou zde často vytíženi a vykonávají nadbytečné činnosti s přílišným vydaným úsilím. Po odhalení nedostatků a identifikaci plýtvání byla navržena doporučení pro zefektivnění činností, uspořádání pracoviště a zvýšení kvality práce. Součástí pozorování i doporučení se nakonec stal i jeho dodavatel; linka na pogumování textilního kordu.

V teoretické části byly zpracovány literární zdroje a poznatky z ní byly užity v části praktické. Analýza procesu se uskutečňovala pomocí metody DMAIC. V ní byl nadefinován proces a cíle celého projektu. Byl nastaven postup pro co nejpřesnější měření a sledované metriky taktéž. Na základě pozorování byly stanoveny konkrétní příčiny snižování produktivity na pracovišti. Z důvodu širokého výčtu úkonů, které má operátor v jednu chvíli na starosti, se mnohdy při práci vyskytovalo zatížení stresem. Každé z těchto plýtvání bylo zvlášť měřeno. Celkem tedy proběhlo měření 65 cyklů. Z nich byly vypočteny podíly jednotlivých plýtvání, určen čistý čas produktivní práce na časovém fondu pracovníka a stanoveny souvislosti mezi výskyty některých případů. K tomuto účelu posloužilo pozorování, Paretova a korelační analýza.

V rámci části Zlepšit v metodě DMAIC byly utvořeny návrhy na eliminaci měřeného plýtvání. Ty byly směřovány na uspořádání práce, přidání nových komponentů na pracoviště, čímž by se zvýšila kapacita úložišť pro materiál, urychlily by se jednotlivé operace nebo také snížila námaha pro obsluhu zařízení. Nakonec byla opatření sepsána přehledně do tabulek, kde je možné vidět zařazení opatření i v krátkodobém horizontu. Nadále se ovšem musí dbát na to, že je systém třeba neustále zlepšovat, provádět další měření a poskytovat zpětnou vazbu na všech úrovních řízení. Na výpočet současné produktivity byl použit výpočet parciální produktivity řezacího stroje, rovněž byl aplikován výpočet celkové efektivnosti zařízení.

V závěru byla shrnuta opatření z již zmiňovaného DMAIC, ke kterým byly přidány další návrhy týkající se dodavatele zkoumaného pracoviště. Velké množství návrhů lze implementovat za nízkých nákladů. Cíl ušetřit nejméně 5 % disponibilního času je reálně splnit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ŠEFČÍK, Vladimír a Jiří KONEČNÝ, 2013. *Procesní inženýrství: bezpečné a spolehlivé vedení procesů*. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-280-0.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

Jednotlivé metody a nástroje: Takt time, 2016. *Academy of Profuctivity and Innovations* [online]. [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>

SEMJON, Vladimír a Emil EVIN, 2009. Zvyšovanie produktivity montážnej linky vybalansovaním montážnych staníc pomocou metódy Yamazumi. *Transfer inovácií* [online]. 5 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/073-077.pdf>

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5.

BOBÁK, Roman, 1999. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.

Technopedia Define, ©2017. Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC). [online]. [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/30954/define-measure-analyze-improve-control-dmaic>

SHANKAR, Rama, 2009. *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide* [online]. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press [cit. 2017-03-26]. ISBN 9780873897525. Dostupné z: https://my.filesfetcher.com/?m={q}&lp=empty_gray&sid=Uvj5huKNHhohC7apFKDFQkQ4W0&aid=A424671952-1644562488-487073534&pctx=1297926925.514242.1b3f87cde8.19085.bb0ad0be9cb2e629cb699b062bb55cd5&cus_trim=1&var3=19085

GEORGE, Michael L., Dave ROWLANDS a Bill KASTLE, 2005. *Co je Lean Six Sigma?*. Brno: SC&C Partner. ISBN 80-239-5172-6.

GITLOW, Howard, Richard MELNYCK and David LEVINE, 2015. *A Guide to Six Sigma and Process Improvement for Practitioners and Students* [online]. 2nd ed. New Jersey:

Pearson Education [cit. 2017-03-27]. ISBN 9780133925364. Dostupné z: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/a-guide-to/9780133925463/ch05.html#ch05>

SCHUTTA, James T., 2006. *Business performance through lean six sigma: linking the knowledge worker, the twelve pillars, and Baldrige*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, xxii. ISBN 978-0-87389-658-0. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip059/2005007651.html>

VAVRUŠKA, Jakv, 2013. *DMAIC*. Technická univerzita v Liberci, Prcesiosa a TOS Varnsdorf. [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné také z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY_03_018-Six%20Sigma-DMAIC_MZ_5.pdf

PYZDEK, Thomas, 2003. *The Six Sigma Project Planner: a Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma Project Through DMAIC* [online]. London: McGraw-Hill Education [cit. 2017-03-27]. ISBN 9780071411837. Dostupné z: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/the-six-sigma/9780071411837/title.html>

GEORGE, Michael L., 2002. *Lean six sigma: combining six sigma quality with lean speed*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0071385215.

KANE, Victor E., 2008. *Six sigma proces improvement workshop*. Kennesaw State University. [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné také z: <http://documents.tips/documents/six-sigma-process-improvement-workshop-dr-victor-e-kane-lorraine-starks-gamble.html>

Pareto diagram, 2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Pareto-diagram.htm>

KLÍMEK, Petr, 2008. *Aplikovaná statistika*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-777-4.

JESTON, John and Johan NELIS, 2008. *Business process management: practical guidelines to successful implementations*. 2nd ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-7506-8656-3.

STROUHAL, Jiří, 2012. *Ekonomika podniku*. Praha: Institut certifikace účetních. ISBN 978-80-86716-83-1.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-0887-6.

- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley. ISBN 0-471-33057-4.
- ZICHA, Ondřej, 2011. *Lean management v konkrétním podniku*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Michal Kozub.
- REINERTSEN, Donald G, 2009. *The principles of product development flow: second generation lean product development*. Redondo Beach, CA: Celeritas Publishing. ISBN 978-1-935401-00-1.
- KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: INFORM. ISBN 8096858319.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- SINGH, Bikram J. and Dines KHANDUJA, 2009. SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management* [online]. 20 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1108/17410401011006130. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17410401011006130>
- Vorne Industries, 2008. *The fast guide to OEE* [online]. 27 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.vorne.com/pdf/fast-guide-to-oeo.pdf>
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223508.
- OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE, 2013. *MES centrum* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/133-oeo>
- Flat SIPOC PowerPoint Diagram, ©2017. *SlideModel* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://slidemodel.com/templates/flat-sipoc-powerpoint-diagram/>
- Better business processes begin here, ©2017. *Softwareag* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www2.softwareag.com/corporate/products/aris_alfabet/bpa/default.aspx
- Business process, ©2017. *Aris community* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.ariscommunity.com/business-process>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANOVA	Analýza rozptylu
ARIS	Business Process Analysis Platform (software)
CEZ	Celková efektivnost zařízení
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
DoE	Design of Experiments
JIT	Just in Time
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PP	Parciální produktivita
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Rozšířený model procesu (Vlastní zpracování dle Šefčíka a Konečného).....	11
Obrázek 2 - Ukázka SIPOC Diagramu (Slidemodel, © 2017)	15
Obrázek 3 – Ukázkový diagram procesní mapy (Ariscommunity, 2017)	18
Obrázek 4 – Procesní tok pro implementaci (Vlastní zpracování dle Schutta, 2006, s. 75).....	21
Obrázek 5 – Model Holistické optimalizace procesu (Vlastní zpracování dle Salavendyho)	25
Obrázek 6 – Řez osobním radiálním pláštěm (Interní materiály).....	34
Obrázek 7 – Mapa procesu (Vlastní zpracování).....	40
Obrázek 8 – Úložiště kazet (Vlastní zpracování)	43
Obrázek 10 – Návrh organizace pracoviště (Vlastní zpracování)	46
Obrázek 11 – Prostor pro umístění dalších pásků (Vlastní zpracování).....	47
Obrázek 12 – Nákres možnosti přidání zásobníku (Vlastní zpracování).....	50
Obrázek 13 – Návrh pomocného zařízení na odvíjení kordu (Vlastní zpracování).....	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Schéma OEE (Vlastní zpracování dle Vorne Industries, 2008, s. 6).....	29
Tabulka 2 – SIPOC diagram (Vlastní zpracování).....	36
Tabulka 3 – Činnosti, u kterých dochází k plýtvání (Vlastní zpracování).....	37
Tabulka 4 – Příklad zapisovací tabulky v provozu (Vlastní zpracování).....	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 5- Výsledky měření (Vlastní zpracování).....	39
Tabulka 6 – Podíly činností na řezacím stroji (Vlastní zpracování).....	41
Tabulka 7 – Paretova analýza (Vlastní zpracování).....	43
Tabulka 9 – Příčiny plýtvání řešené pomocí DoE (Vlastní zpracování).....	50
Tabulka 10 – Experimentální testy (Vlastní zpracování).....	51
Tabulka 11 - Přehled uspořeného času zavedením implementovatelných opatření v krátkém časovém období (Vlastní zpracování).....	51
Tabulka 12 – Implementace dalších návrhů (Vlastní zpracování).....	52

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Grafické znázornění rozložení využití času řezacího stroje (Vlastní zpracování)	41
Graf 2 - Grafické znázornění výskytu plýtvání (Vlastní zpracování).....	44
Graf 3 – Souběžnost výskytů zmetků a přehozů (Vlastní zpracování).....	45

SEZNAM PŘÍLOH

P I ANOVA vlivu pásků na rychlost stroje

P II Tabulka měření přehozu kordu a zmetků a jejich souběžný výskyt

PŘÍLOHA P I: ANOVA VLIVU PÁSKŮ NA RYCHLOST STROJE

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
čistý m/s s P	42	17,7441	0,42248	0,00029775
čistý m/s bez P	18	7,63103	0,42395	0,00057241

ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	2,7105E-05	1	2,7E-05	0,0716592	0,78989	4,006873
Všechny výběry	0,02193867	58	0,00038			
Celkem	0,02196578	59				

**PŘÍLOHA P II: TABULKA MĚŘENÍ PŘEHOZU KORDU A ZMETKŮ
A JEJICH SOUBĚŽNÝ VÝSKYT**

Měření	Přehoz kordu (+obsluha PC), (s)	Zmetky, slepený kord (s)	Výskyt souběžně Ano/Ne
1	x	0	n
2	0	0	
3	0	0	
4	0	x	n
5	0	0	
6	x	x	a
7	0	0	
8	0	x	n
9	0	0	
10	0	0	
11	x	x	a
12	0	0	
13	0	0	
14	0	0	
15	0	0	
16	x	x	a
17	0	0	
18	0	0	
19	0	0	
20	x	x	a
21	0	0	
22	0	0	
23	0	x	n
24	x	x	a
25	0	0	
26	0	0	
27	0	0	
28	0	0	
29	x	x	a
30	0	0	
31	0	0	
32	0	0	
33	x	x	a
34	0	0	
35	0	x	n
36	x	x	a
37	0	0	
38	0	0	
39	0	x	n
40	x	x	a
41	0	0	
42	0	0	
43	0	x	n
44	0	0	
45	x	x	a
46	0	0	
47	0	0	
48	0	0	
49	0	x	n
50	0	0	
51	0	0	
52	0	x	n
53	x	x	a
54	0	0	
55	0	0	
56	0	0	
57	x	x	a
58	0	x	n
59	0	0	
60	0	0	
61	0	0	
62	x	x	a
63	0	0	
64	0	0	
65	0	0	