

Projekt optimalizace výrobní linky ve společnosti HP-Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava

Klára Ostrčilíková

Diplomová práce
2013



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: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Klára Ostrčilíková
Osobní číslo: M11788
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: prezenční

Téma práce: Projekt optimalizace výrobní linky Side Trim ve společnosti HP - Pelzer s.r.o. - odštěpný závod Ostrava

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu linky Side Trim ve firmě HP - Pelzer s.r.o. - odštěpný závod Ostrava.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte varianty pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte do projektové podoby ideový záměr zvolených variant.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. 2. upr. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Pivodová**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, 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 Zveřejnění závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledků obhajoby prostřednictvím databáze knižničních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané nezávisle k obhajobě musí být sáz nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo nosí-li tak název, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může se zveřejnění práce pohrdat na své náklady výpis, 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 nezahrnuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, které-li škola za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu či výuce nebo k vlastní potřebě dle vymezení zákona nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vypracovaných z jeho přímého vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu 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:

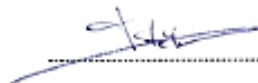
- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla učinit svolení bez záložního důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle n soudu. Ustanovení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

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou 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 6.5. 2013



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) Nemá-li srozuměno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školního či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školní či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z vydělnka jiného donáčeného v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přiměřeně k její vydělnka donáčeného školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na optimalizaci výrobní linky Side Trim ve společnosti HP – Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava. Obsahem teoretické části je vysvětlení a popsání oblastí průmyslového inženýrství, štihlé výroby, kaizenu a s nimi souvisejícími pojmy. Tyto poznatky jsem dále využila jako východisko pro další práci.

Analytická část je rozdělena do několika celků. Nejprve představím samotnou společnost, definuji obecná východiska, následuje analýza současného stavu a její zhodnocení. Projektová část pak obsahuje konkrétní řešení optimalizace výrobní linky.

Klíčová slova: Plýtvání, úzké místo, layout, mapování hodnotového toku, standard, vybalancování pracoviště, produktivita.

ABSTRACT

This thesis deals with Side Trim production line optimization in the company HP – Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava. The theoretical part content is explanation and description areas of industrial engineering, lean production, kaizen and their related ideas. I used this knowledge as a resource for next parts.

The analytical part is divided into several parts. First of all I introduce you the company, I define common resources, the present state analysis and its evaluation follows. The project includes specific solution of production line optimization.

Keywords: Waste, bottleneck, layout, value stream mapping, standard, workplace balancing, productivity.

Touto cestou bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Pavlíně Pivodové za její zájem, čas a cenné rady. Dále děkuji společnosti HP – Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava za možnost vypracování diplomové práce, ochotu a podporu všech zaměstnanců. V neposlední řadě děkuji svým blízkým za podporu a trpělivost.

„Překážky jsou ony obávané věci, které spatříte, když odvrátíte pohled od svého cíle.“

Henry Ford

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR	13
1.2 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	14
1.3 KLASICKÉ VS. MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	15
1.4 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	16
1.4.1 Analýza spotřeby času.....	16
1.4.1.1 Přímé měření.....	16
1.4.1.2 Nepřímé měření	18
1.4.1.3 Produktivita.....	21
1.4.2 Teorie omezení.....	22
1.4.2.1 Princip TOC.....	22
1.4.2.2 Metriky TOC.....	22
1.4.2.3 Drum-buffer-rope.....	23
1.4.2.4 Přínosy TOC	24
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	25
2.1 MANAGEMENT HODNOTOVÉHO TOKU	25
2.1.1 Mapování hodnotového toku.....	26
2.1.2 Postup při mapování toku hodnot	27
2.2 ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ	28
2.2.1 Analýza práce na pracovišti	28
2.3 ŠTÍHLÝ LAYOUT	29
2.4 STANDARDIZACE.....	31
3 SHRUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ	34
II ANALYTICKÁ ČÁST	35
4 CHARAKTERISTIKA FIRMY HP-PELZER S.R.O. – OSŠTĚPNÝ ZÁVOD OSTRAVA	36
4.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	37
4.2 HISTORIE.....	37
4.3 VÝROBNÍ PROGRAM	37
4.4 SWOT ANALÝZA	37
5 OBECNÁ VÝCHODISKA	39
5.1 VÝCHODISKA PRO ANALÝZU	39
5.2 POSTUP PŘI ANALÝZE	39
5.2.1 Analýza současného stavu.....	40
5.3 PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU	41
5.4 VOLBA REPREZENTANTA PRO ANALÝZU	43
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	44

6.1	ORGANIZACE PRÁCE.....	44
6.2	ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU	44
6.2.1	Layout	44
6.2.2	VSM.....	45
6.3	ANALÝZA PRACOVIŠTĚ.....	48
6.3.1	Pracoviště 1 – Tvarování.....	48
6.3.2	Pracoviště 2 – Výsek.....	51
6.3.3	Pracoviště 3 - Kompletace	53
6.3.4	Špagetový diagram.....	55
6.4	ANALÝZA ČINNOSTI PRACOVNÍKA.....	56
6.4.1	Pracovník 1.....	56
6.4.2	Pracovník 2.....	58
6.4.3	Pracovník 3.....	59
6.4.3.1	Srovnání produktivity	60
6.4.4	Cyklové časy	61
6.4.5	MOST.....	63
6.4.5.1	Pracoviště tvarování.....	63
6.4.5.2	Pracoviště výseku	64
6.4.5.3	Pracoviště kompletace	66
7	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	68
7.1	ORGANIZACE PRÁCE.....	68
7.2	ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU	68
7.3	ANALÝZA PRACOVIŠTĚ.....	68
7.3.1	Pracoviště 1 – tvarování	69
7.3.2	Pracoviště 2 – výsek.....	69
7.3.3	Pracoviště 3 – kompletace.....	69
7.4	NÁVRHY VARIANT.....	70
7.4.1	Okamžitá opatření	70
7.4.2	Dlouhodobější opatření	71
7.5	VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY	71
8	VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU	73
8.1	VÝCHODISKA PROJEKTU.....	73
8.2	STÁVAJÍCÍ PRODUKTIVITA	73
8.3	USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	74
8.3.1	Situace bez instalace automatického podavače.....	74
8.3.2	Situace při instalaci automatického podavače.....	75
8.3.2.1	Varianta č. 1	75
8.3.2.2	Varianta č. 2	76
8.4	VYBALANCOVÁNÍ LINKY.....	77
8.4.1	Vybalancování pracoviště při taktu 40 s	77
8.4.2	Vybalancování pracoviště při taktu 30 s	78
8.4.3	Vybalancování při taktu 25 s.....	79
8.4.3.1	Výpočet počtu operátorů.....	79
8.4.3.2	Cyklové časy operátorů	80

8.5	PRACOVNÍ STANDARDY	82
8.6	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	85
8.6.1	Z hlediska produktivity	85
8.6.2	Z hlediska nákladového.....	86
8.6.3	Z hlediska přínosů	87
8.7	DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	87
ZÁVĚR		89
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		90
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		93
SEZNAM OBRÁZKŮ		95
SEZNAM TABULEK.....		96
SEZNAM GRAFŮ		97
SEZNAM PŘÍLOH.....		98

ÚVOD

Automobilový průmysl v České republice představuje jedno z nejrozvinutějších automobilových odvětví v regionu střední a východní Evropy. Díky své dlouhodobé tradici a know-how se českému automobilovému sektoru podařilo vyvinout ve vyspělou automobilovou základnu i za předpokladu udržení si svého atraktivního poměru cena/výkon.

Po ozdravení tuzemského automobilového průmyslu z ekonomické recese roku 2010, vykazovaly automobilky v roce 2011 již příznivé výsledky. Důležitý je také opětovný růst u firem, které se zabývají výrobou dílů a příslušenství, protože právě tyto dodavatelé jsou základnou českého autoprůmyslu.

V dnešní době jsou přání zákazníka velmi rozmanitá. Stává se stále častěji, že zákazníci mění své požadavky ve velmi krátkém horizontu. Pro firmy to mohou být velké ztráty, protože neustále přetypování strojního zařízení znamená pro společnost ušlý zisk v podobě výrobních prostojů. Proto, aby firma obstála v dnešním konkurenčním prostředí, musí pružně reagovat na poptávku a přizpůsobit se tržním podmínkám.

Diplomová práce je rozčleněna do tří částí. V teoretické části vysvětlím a popíši pojmy, které mi následně budou sloužit k vypracování dalších částí. V analytické části se věnuji charakteristice společnosti, obecným východiskům a analýze současného stavu. Na základě výsledků analýzy a výběru variant vypracuji projekt a jeho zhodnocení.

Cílem této práce je optimalizace pracoviště výrobní linky Side Trim s důrazem na změnu layoutu pracoviště, zkrácení a napřímení materiálového toku a zvýšení produktivity.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

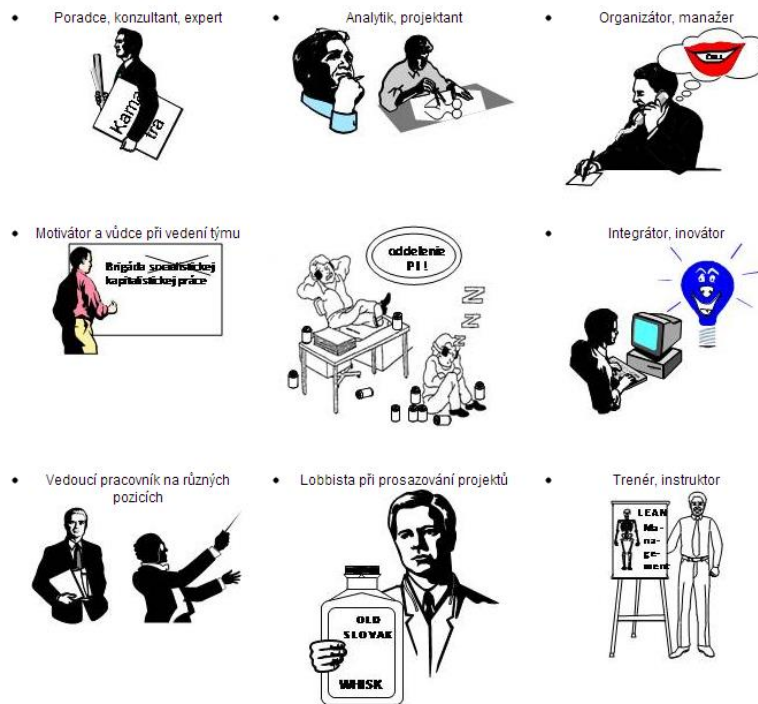
Existuje mnoho definic průmyslového inženýrství. Pro příklad uvádím definici Mašina a Vytlačila (2000, s. 81), kteří chápou průmyslové inženýrství jako: „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.*

Jedná se tedy o obor, který se zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionalitou a přetěžováním pracovišť. Výsledkem těchto je snadnější, rychlejší a levnější výroba vysoce kvalitních statků a poskytování vysoce kvalitních služeb. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 82).

1.1 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr je člověk, který má teoretický základ, praktické zkušenosti a osobní vlastnosti pro vykonávání činností z oblasti průmyslového inženýrství. Průmysloví inženýři projektují, implementují, plánují a řídí výrobní systémy, systémy pro poskytování služeb. Jejich cílem je vysoký zisk, vysoká produktivita a jakost a zaměřují se na neustálé zlepšování procesů, odstraňování plýtvání spojené s výrobky nebo službami po celou dobu životního cyklu. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 86; CPI, ©2010)

Je to člověk, který má výborné komunikační schopnosti, umí se dívat na problém s nadhledem a dokáže jej řešit ze stránky technické, finanční, informační a lidské (Obr. 1). (CPI, ©2010)



Obr. 1: Průmyslový inženýr (CPI, ©2010)

1.2 Historie průmyslového inženýrství

Za první práce průmyslového inženýrství se považují již některá díla Adama Smithe. Prvním průkopníkem se však stal matematik Charles Babbage, který v roce 1832 popsal problematiku časových nároků na zvládnutí pracovní úlohy nebo efekty rozdělení pracovní operace na menší části. (Úspěch, 2006)

Za otce průmyslového inženýrství se označuje F. W. Taylor, který se na přelomu 19. a 20. století při zvyšování produktivity zaměřil na její promyšlenou organizaci. V této oblasti uplatnil postupy, jež se označují jako studium pracovních metod. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 86)

Manželé Frank a Lilian Gilbrethovi jsou tvůrci pohybových studií, jejichž základním principem je předpoklad, že veškerá manuální práce vždy představuje určitou kombinaci omezeného počtu základních pohybů tzv. therbligů. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 87)

Přelomem v oblasti měření práce se stala metoda MTM, kterou vyvinul Harold B. Maynard v roce 1948. Tato metoda je založena na kombinaci časových a pohybových studií. Mezi další významné osobnosti patří W. E. Deming, J. Juran, W. A. Shewhart, A. Pritsker, J. White, D. Malcolm či T. Baťa. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 88; Úspěch, 2006)

Neopomenutelnou kapitolu připsali do průmyslového inženýrství bezesporu Japonci. V první řadě je to Shigeo Shingo, který je spojován s pojmy jako SMED, JIT, Poka-Yoke, Zero Defect, kanban aj. Přes 50 let pracoval v japonských, evropských a amerických podnicích. Vytvořil školu průmyslového inženýrství, ze které se dnes učí celý svět. Mezi další významná jména japonského průmyslového inženýrství řadíme například T. Ohna, K. Suzaku či K. Ishikawu. (Úspěch, 2006)

1.3 Klasické vs. moderní průmyslové inženýrství

Základem **klasického průmyslového inženýrství** je **studium práce a operační výzkum**. Cílem studie práce je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů. Jeho funkcí je získávání informací, které jsou následně využity jako prostředek pro zvyšování produktivity. Studium práce je založeno na využívání dvou technik (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 89 – 92):

- **studium metod** (pracovních) – jedná se o techniku, pomocí které lze rozložit lidskou činnost na elementy a ty následně analyzovat. Studium metod využívá pohybové studie, procesní analýzu, dotazníky, videozáznamy či fotografie.
- **měření práce** – jedná se o aplikaci technik, které byly vytvořeny pro určení času potřebného na vykonání specifikované práce kvalifikovaným dělníkem na dané úrovni výkonu. Výstupem jsou normy spotřeby času. Existuje několik postupů:
 - hrubé odhady;
 - kvalifikované odhady;
 - využití historických údajů;
 - časové studie pomocí přímého měření;
 - systémy předem určených časů.

Operační výzkum, který je rovněž základem klasického průmyslového inženýrství, se vyvinul z rozvoje exaktních přístupů pro vojenské rozhodování a vedení válečných operací a z rozvoje výpočetní techniky po 2. světové válce. Mezi nejvýznamnější techniky a metody operační analýzy patří:

- **síťové grafy** (CPM, PERT);
- **metody řešení sekvenčních úloh;**
- **metody matematické statistiky** (regresní a korelační analýza);
- **metody hromadné obsluhy;**

- metody teorie zásob;
- metody teorie obnovy a údržby.

Moderní průmyslové inženýrství zahrnuje komplexnější metody. Nejvýznamnějším rysem je spojování základních metod do celků. Vlastní obsah potom vychází z japonské školy. Předlohou pro moderní výrobní management byla práce Shigea Shinga. Metody jsou založeny na socio-technickém přístupu k utváření práce a podpoře trvalého rozvoje produktivity. Využívají se nejen v průmyslu, ale i ve službách, zdravotnictví či státní správě. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 96)

Mezi základní metody, které jsou používány v průmyslovém inženýrství, jsou Jidoka, Just in time (JIT), Kanban, Kaizen, MOST, 5S, Poka-Yoke, Projektové řízení, Průmyslová moderace, Rychlá změna (SMED), Six sigma, Standardizace, Lean Layout, Štíhlé procesy, Teorie omezení (TOC), Totálně produktivní údržba (TPM), Trvalé zlepšování procesů, Týmová práce, Vizualizace.

1.4 Vybrané metody průmyslového inženýrství

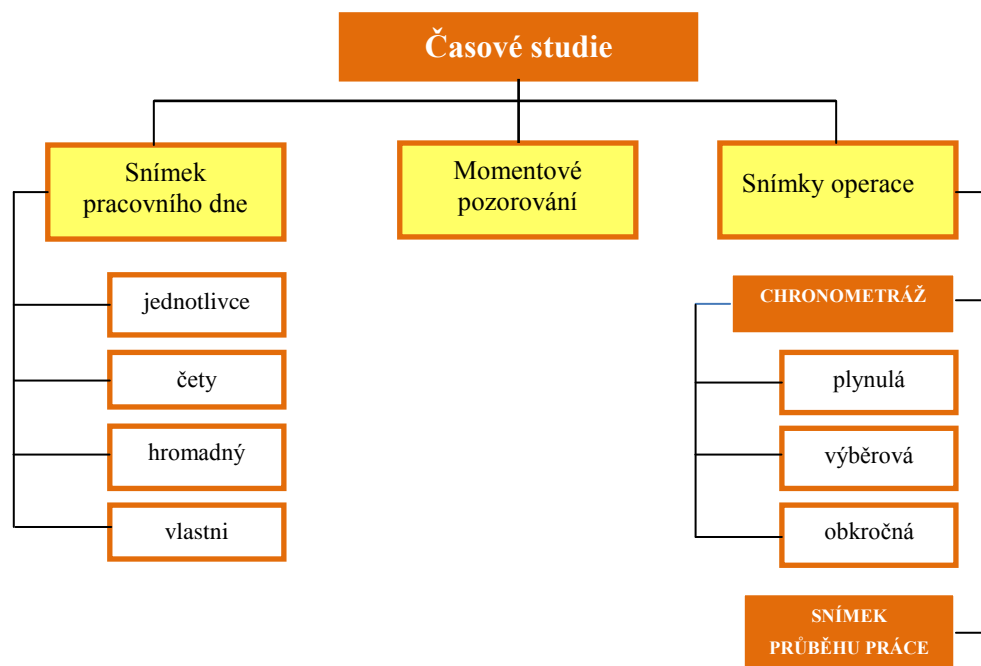
1.4.1 Analýza spotřeby času

Techniky pro analýzu a měření práce jsou dobrým nástrojem pro odstranění neefektivnosti při vykonávání práce. Hlavní myšlenkou je zjednodušení práce, odstranění zbytečných pohybů, vyšší využití zdrojů a následné definování normy spotřeby času. (Krišťák, 2007, s. 1)

1.4.1.1 Přímé měření

Základem časových studií jsou tradiční techniky měření spotřeby času. Jejich podstatou je zjištění velikosti spotřeby času nutné pro výkon dané činnosti.

Na následujícím obrázku (Obr. 2) jsou zobrazeny jednotlivé druhy časových studií.



Obr. 2: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, s. 65)

Snímek pracovního dne

Podstatou je nepřetržité měření a zaznamenávání druhu a velikosti spotřeby času po dobu celé pracovní směny pracovníka nebo výrobního zařízení. Cílem je zjistit druh a velikost přestávek, ztrát a jejich příčin a podíl jednotlivých činností.

Podle počtu pozorovaných pracovníků rozlišujeme snímek pracovního dne jednotlivce a čety. Hromadný snímek se používá tehdy, pokud jeden pozorovatel dokáže zaznamenat současně několik pracovišť. Vlastní snímek pracovního dne dělá sám pracovník. (Lhotský, 2005, s. 66)

Momentové pozorování

Touto metodou zjišťujeme podíl vybraných činností a ztrát na celkovém času směny. Tato metoda je založena na teorii pravděpodobnosti. Podstatou je, že reprezentativní počet náhodně vybraných údajů zpravidla vykazuje shodné rozdělení jednotlivých druhů údajů, jako je ve skutečnosti. (Lhotský, 2005, s. 68)

Snímky operace

Jedná se o měření skutečné spotřeby času při opakujících se pracovních operacích. Nejčastěji se používá chronometr a snímek průběhu práce.

Výstupem přímého měření je mimo jiné zachycení pohybu pracovníka na pracovišti. K analýze pohybu se používá špagetový diagram. Do layoutu pracoviště jsou zachyceny veškeré pohyby. Výsledkem je množství chůze mimo pracoviště a je to také dobrý podklad pro re-layout. (Lhotský, 2005, s. 73; API, ©2005 - 2012)

1.4.1.2 Nepřímé měření

Metody nepřímého měření slouží nejen ke stanovení normy spotřeby času, ale také k detailnímu rozboru operace. Jedná se o systémy předem určených časů, které kombinují jak časové, tak pohybové studie. Cílem je stanovení optimálního pohybového vzorce pro vykonávání úkonu a přiřazení příslušných časů jednotlivým pohybům. (Maynard, Zandin, 2004, s. 640)

Výhodou systémů předem určených časů je možnost stanovení spotřeby času budoucích operací a při racionalizaci pracovního postupu, organizaci a uspořádání pracoviště. Odpadá zde také problém subjektivity. (SVĚT PRODUKTIVITY Beta, ©2012b)

V praxi se využívají následující metody předem určených časů:

- **MTM** (Method Time Measurement);
- **UMS** (Universal Maintenance Standards);
- **USD** (Unified Standard Data);
- **UAS** (Universelles Analysier System);
- **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique).

Blíže se věnuji systému předem určených časů MOST, který využiji v analytické i projektové části.

MOST

Autorem systému MOST (Maynard Operation Sequence Technique) je Kjell Zandin. Koncepce MOST vychází z toho, že práce je vydávání energie za účelem vykonání nějakého úkolu. Ve fyzice je práce definována jako součin síly a vzdálenosti, jednoduše řečeno se jedná o přemístování hmoty či objektu. (Zandin, c2003, s. 9)

Objekty lze přemísťovat jedním ze dvou způsobů:

- zvednout a přemístit volně prostorem;
- přemístit a udržovat v kontaktu s jiným povrchem.

Pro každý typ přemístění existuje rozdílná sekvence. Existují čtyři základní sekvence aktivit MOST (Křišťák, 2007, s. 1):

1. **Obecné přemístění** – pro prostorové přemístování objektů volně vzduchem.
2. **Řízené přemístění** – přemístění objektu, který v průběhu přemístování zůstává v kontaktu s povrchem nebo je připojen k jinému objektu.
3. **Použití nástroje** – pro použití běžných ručních nástrojů.
4. **Ruční jeřáb** – přemístování objektů pomocí ručních jeřábů.

Obecné přemístění

Jedná se o přemístění objektů manuálně z jednoho místa na druhé. Aby bylo možné objasnit různé způsoby, jimiž se obecné přemístění uskutečňuje, je sekvence aktivity složena ze čtyř subaktivit (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 109 – 110):

- **A** – Action Distance, (horizontální) akce na určitou vzdálenost;
- **B** – Body motion, (vertikální) pohyb těla;
- **G** – Gaincontrol, získání kontroly;
- **P** – Placement, umístění;

Tyto subaktivity jsou uspořádány do sekvenčního modelu, který pro obecné přemístění vypadá následovně:

A	B	G	A	B	P	A
Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Získání kontroly	Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Umístění	Akce na určitou vzdálenost

K těmto subaktivitám jsou dále přiřazeny předdefinované indexy, které jsou dostupné z datové tabulky.

Řízené přemístění

Jedná se o přemístění objektu, který zůstává v kontaktu s povrchem, např. aktivování tlačítka stroje nebo vypínače, posunování objektu po ploše atd. Řízené přemístění zahrnuje tyto subaktivity (Zandin, c2003, s. 12):

- **M** – Move Controlled, řízený přesun;
- **X** – Process Time, procesní čas;
- **I** – Alignment; vyrovnání.

Sekvenční model pro řízené přemístění je znázorněn níže.

A	B	G	M	X	I	A
Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Získání kontroly	Přesun řízený	Procesní čas	Vyrovnění	Akce na určitou vzdálenost

Použití nástroje

Tento model pokrývá použití ručních nástrojů pro aktivity jako je, utahování, střihání, čištění, měření atd.

- **F** – Fasten, utáhnout;
- **L** – Loosen, uvolnit;
- **C** – Cut, dělit;
- **S** – Surface Treet, povrchová úprava;
- **M** – Measure, měření;
- **R** – Record, zaznamenání;
- **T** – Think, myšlení.

Sekvenční model pro použití nástroje vypadá následovně.

A	B	G	A	B	P	*	A	B	P	A
Získat nástroj			Položit nástroj			Použit nástroj		Položit nástroj stranou		Návrat

Systémy předem určených časů používají pro vyjádření času speciální jednotky. Jedná se o tzv. TMU (Time Measurement Units), kdy 1 TMU = 0,00001 hod = 0,036 s.

Druhy MOST

Z hlediska vztahu přesnost – časová náročnost, rozlišujeme tři základní druhy (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 117 – 188):

- **Mini MOST** – je to nejpodrobnější a nejpresnější analýza pracovních metod. Používá se u operací, které jsou opakovány více 1500x za týden a cyklový čas menší než 1,6 minuty.
- **Basic MOST** – operace na střední úrovni, které jsou vykonávány 150x – 1500x za týden a typický cyklový čas činí 0,5 – 3 minuty. Většina operací spadá právě do této kategorie.

- **Maxi MOST** – používá se při operacích, které jsou vykonávány méně než 150x za týden a jejich cyklový čas se pohybuje v rozmezí od méně jak 2 minut až po několik hodin.

1.4.1.3 Produktivita

Produktivita zjednodušeně vyjadřuje míru toho, jak dobře podnik využívá zdroje při tvorbě výstupu. Nejobecnějším vyjádřením je poměr výstupu z procesu ke vstupu zdrojů potřebných pro výrobu produktu.

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

Produktivita se vyjadřuje ve třech typech (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 27 – 34):

1. **Parciální (díličí) produktivita (PP)** – měří se jí produktivita každého zdroje individuálně. Musíme měřit výstup z procesu pomocí zvolených jednotek vůči každému vstupu.

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

2. **Index produktivity (IP)** – jedná se o poměr dosahované produktivity k standardu produktivity. Výpočet je znázorněn v následujícím vzorci:

$$IP = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} * 100$$

3. **Totální (celková) produktivita (TP)** – je vyjádřena jako podíl celkového měřitelného výstupu vůči celkovému měřitelnému vstupu.

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}}$$

Produktivita jakéhokoli procesu se dá zlepšovat pěti způsoby (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 27):

1. zvýšením vstupu a větším zvýšením výstupu;
2. stabilizace vstupu a současně zvýšení výstupu;
3. snížení vstupu při menším snížení výstupu;
4. snížení vstupu a zároveň stabilizace výstupu;
5. snížení vstupu a zvýšení výstupu.

1.4.2 Teorie omezení

Teorie omezení, neboli TOC (Theory of Constraints), byla rozvinuta dr. Eliyahem M. Goldrattem. Tato filozofie se zaměřuje na oblast úzkých míst ve výrobních systémech, které jsou představovány nedostatečnými kapacitami. Metoda TOC se snaží o maximalizaci průtoku úzkým místem. (Goldratt CZ)

1.4.2.1 Princip TOC

Teorie omezení vychází z několika principů (Basl, Majer, Šmíra, 2003, s. 37):

- **Sokratovská metoda** – jedná se o kladení otázek učitelem žákům s cílem přivést žáky k úvahám o řešení.
- **Princip pěti kroků TOC** (Dettmer, 1997, s. 14):
 - identifikace omezení systému – která součást systému je nejslabším článkem;
 - maximální využití daného omezení – co můžeme udělat pro to, abychom získali co nejvíce z daného omezení, aniž by bylo nutné zvyšovat náklady na rozšíření;
 - podřízení všeho v systému tomuto omezení – využití úzkého místa na maximum;
 - odstranění omezení;
 - jestliže je omezení odstraněno, návrat k zásadě č. 1;
- **Techniky na principu kauzality následek/příčina/následek:**
 - diagram (strom), který slouží k identifikaci toho, co, na co a jak změnit;
 - diagram konfliktu (diagram mizejícího mraku) zobrazující kořeny problémů.

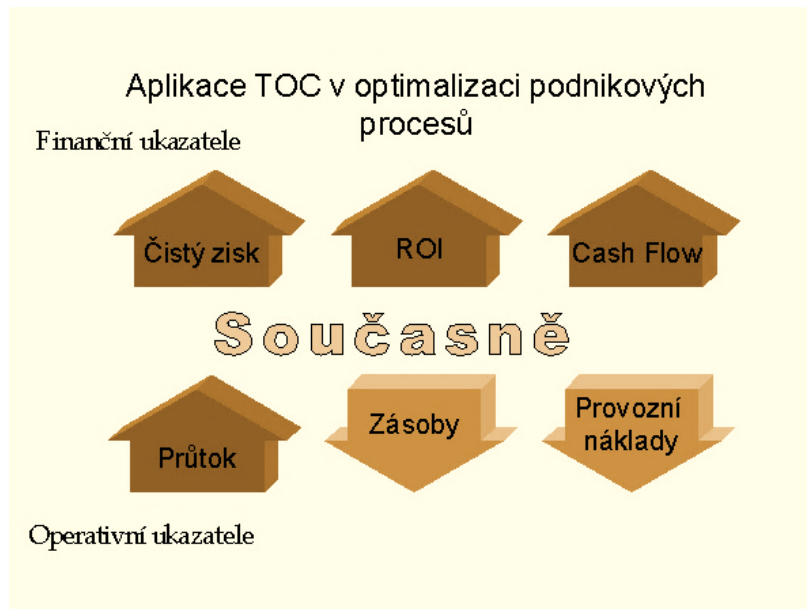
1.4.2.2 Metriky TOC

V rámci teorie omezení se definují tři základní finanční metriky (Basl, Majer, Šmída, 2003, s. 33):

1. **Průtok** (throughput) – peníze, které podnik inkasuje z prodeje svých výrobků nebo služeb, snížené o variabilní náklady.
2. **Investice** (inventory) – veškeré peníze vázané v podniku; peníze za zboží, které se kupuje za účelem prodeje.

3. **Provozní náklady** (operating expense) – peníze nutné k přeměně investic na průtok.

Vztahy mezi finančními metrikami jsou patrné z následujícího obrázku (Obr. 3).



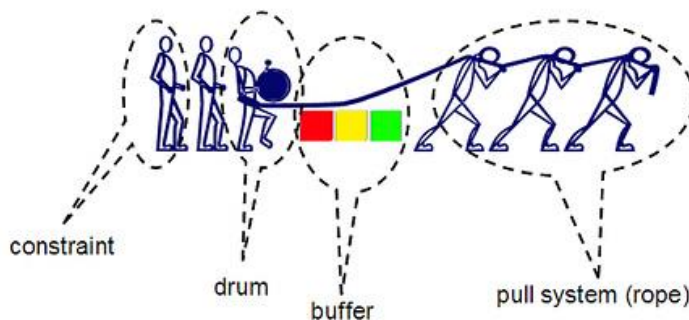
Obr. 3: Vztahy mezi finančními metrikami TOC

(Inforum, ©2001)

1.4.2.3 Drum-buffer-rope

Ve výrobě je teorie omezení pomocí metody drum-buffer-rope, kde spolu s vytvářením systémů zásobníků zamezuje výpadkům v úzkém místě. (Löffelman, 2007)

Na následujícím obrázku (Obr. 3) je znázorněn koncept Drum-buffer-rope.



Obr. 4: Drum – Buffer – Rope (Abilla, 2006)

- **Buben (drum)** – je to zdroj, který určuje tempo celého systému. Je to plán zdroje s kapacitním omezením, protože udává tempo, ve kterém výrobky proudí výrobou.
- **Zásobník (buffer)** – ochrana úzkého místa před případným výpadkem některého z předcházejících zdrojů. Jeho velikost se eviduje v čase.
- **Lano (rope)** – pomocí lana se řídí uvolňování materiálu do výroby. Lano je tedy čas, který nutný pro provedení všech operací před úzkým místem.

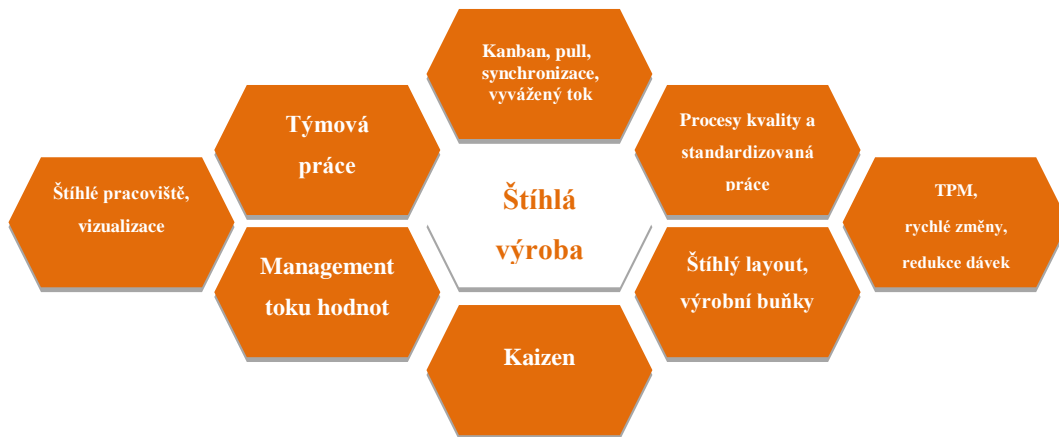
1.4.2.4 Přínosy TOC

Přínosy teorie omezení spočívají zejména v:

- zvýšení průtoku;
- snížení zásob;
- snížení průběžné doby výroby;
- lepší předvídatelnosti výrobního procesu.

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba je složena z několika prvků, které jsou uvedeny na Obr. 5.



Obr. 5: Štíhlá výroba (Košturiak, Frolík, 2006, s. 23)

Uvedené prvky vedou k eliminaci plýtvání, které se vyskytují v různé míře ve všech výrobních systémech (Košturiak, Frolík, 2006, s. 24):

1. **Nadvýroba** – vyrábí se příliš mnoho výrobků, na které není objednávka.
2. **Nadbytečná práce** – činnosti, které jsou nad rámec definované specifikace.
3. **Zbytečné pohyby** – nepřidávají hodnotu výrobku (hledání nástrojů, zbytečná chůze).
4. **Zásoby** – nadbytečné zásoby surovin, rozpracované výroby či hotových výrobků.
5. **Čekání** – pracovníci čekající na ukončení chodu stroje nebo na předchozí pracoviště.
6. **Doprava** – velká vzdálenost mezi pracovišti, přesun materiálu.
7. **Opravování** – odstraňování nekvality.
8. **Nevyužité schopnosti pracovníků.**

2.1 Management hodnotového toku

Cílem hodnotového managementu je zvyšování hodnoty pro zákazníka. Abychom vymezili hodnotu jednotlivých činností, je třeba rozpoznat základní hodnotový tok. (Liker, c2004, s. 350)

Hodnotový management definuje hodnotu jako poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady. Z toho vyplývá, že pokud se zvyšováním nákladů neroste užitek pro zákazníka, hodnota se zmenšuje.

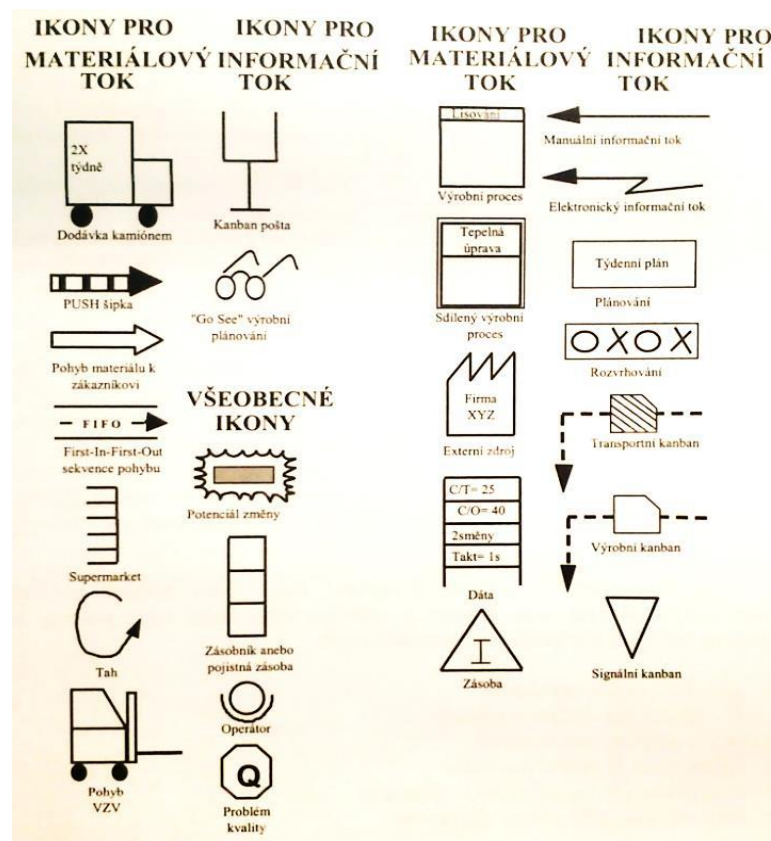
2.1.1 Mapování hodnotového toku

Neboli Value Stream Management je základní nástroj pro analýzu plynutí v procesech ve výrobě, logistice, vývoji nebo administrativě. Tok hodnot je tvořen všemi procesy, které jsou na cestě od materiálu k hotovému výrobku. Tento nástroj umožňuje také plánování změn v toku hodnot modelování budoucího stavu. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 43)

Využívá se:

- u výrobku, jehož výroba se zavádí;
- u výrobku, u kterého se plánují změny;
- při návrhu nových procesů;
- při novém způsobu rozvrhování výroby.

Základní symboly využívané při mapování hodnotového toku jsou znázorněny na obrázku (Obr. 6).



Obr. 6: Základní symboly pro mapování hodnotového toku (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 53)

Mapování toku hodnot se používá s cílem identifikovat a eliminovat ztráty v produkčním procesu a usiluje o synchronizaci toků.

Základním prvkem je mapa toku hodnot, kde jsou v grafické podobě popsány všechny činnosti produkčního procesu kontinuálně začínající zadáním požadavků od zákazníka až po předání hotového produktu. Je třeba charakterizovat všechny činnosti z hlediska toho, zda přidávají nebo nepřidávají hodnotu produktu. Využívají se dva typy map (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 52):

- **současného stavu** – tok hodnoty současným procesem;
- **budoucího stavu** – popis nového, štihlého toku hodnotu.

2.1.2 Postup při mapování toku hodnot

Jednotlivé aktivity jsou vedeny ve dvou větvích (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 53):

1. **Materiálový tok** – od vstupu surového materiálu až po výstup hotového produktu.
2. **Informační tok** – přeměna materiálu na hotový produkt.

Tyto dvě větvy se propojí do komplexního obrazce tak, aby bylo možno uvažovat o optimalizaci celého systému.

Při mapování hodnotového toku postupujeme dle následujících kroků (Košturiak, Frolík, 2006, s. 45):

1. **Definice týmu** – určení zodpovědných osob za mapování toku hodnot.
2. **Výběr reprezentanta** - pokud firma produkuje širší množství výrobků nebo zde funguje zakázková výroba, je třeba zvážit, kdy a kolik jaké produkce se bude skutečně realizovat. Abychom mohli identifikovat vhodnou metriku, je nutné stanovit výrobovou rodinu dle ABC analýzy nebo na základě technologických postupů.
3. **Znázornění současného stavu:**
 - VA-index – jeho hodnota je vyjádřena poměrem časů přidávajících hodnotu k časům, které hodnotu nepřidávají.
 - Vstupní metriky – cyklový čas, doba přetypování, doba trvání činnosti, doba provozu zařízení, velikost dávky, počet pracovníků, pracovní doba aj.
 - Výstupní metriky – celková průběžná doba výroby, čas dodání produktu zákazníkovi, stav zásob, rozpracovanost výroby, index přidané hodnoty aj.
4. **Vytvoření mapy budoucího stavu** – tato mapa ukazuje, kam se chce firma dostat. Je třeba vytvořit akční plán, který by měl obsahovat:
 - detailní seznam úkolů, které chceme realizovat;

- měřitelné hodnotící metriky;
- termíny.

2.2 Štíhlé pracoviště

Jedná se o pracoviště, které je navrženo s cílem minimalizace námahy pracovníka při maximálním výkonu. Prvky štíhlého pracoviště jsou (Košturiak, Frolík, 2006, s. 65):

- **ergonomické principy** – fyziologické a sociologické podmínky, ochrana zdraví;
- **analýza a měření práce, 5S** – optimální organizace práce a uspořádání pracoviště, optimální spotřeba času na výkon operace, standardizace;
- **vizuální pracoviště** – zobrazení průběhu jednotlivých činností na pracovišti;
- **jidoka** (autonomnost pracoviště) – signalizace při abnormalitách;
- **poka-yoke** – eliminace chyb a selhání člověka.

Cílem štíhlého pracoviště je zvyšování výkonnosti jednotlivých pracovníků, snížení úrazovosti a zatížení organismu, zvýšení autonomnosti a zlepšení kvality procesu.

2.2.1 Analýza práce na pracovišti

Analýza práce se skládá z několika základních kroků (Košturiak, Frolík, 2006, s. 67):

1. **Vyber** práci, která má být předmětem analýzy.
2. **Zaznamenej** údaje o této práci, definuj plýtvání.
3. **Prozkoumej**, jak je práce vykonávána.
 - účel operace – snaha o eliminaci nebo kombinaci operací;
 - konstrukce – snížení počtu komponentů, jejich unifikace;
 - tolerance a specifikace, požadavky na provedení;
 - používaný materiál – hledáme levnější, zpracovatelnější, standardizovaný materiál od nejlepšího dodavatele;
 - výrobní proces, technologie – cílem je snížení počtu operací a přepravní vzdálenosti novým uspořádáním nebo kombinací operací;
 - nastavení a používané nářadí – uvažujeme se snížením času na výměnu formu či obrobku;
 - manipulace s materiálem – snížení času manipulace s materiálem;
 - layout pracoviště – redukce vzdáleností a zbytečných pohybů vede ke snížení nákladů a zvýšení produktivity.

4. **Navrhni** efektivnější metodu.
5. **Hodnot'** různé alternativy pro vývoj zlepšení.
6. **Definuj** novou metodu.
7. **Instaluj** novou metodu a trénuj pracovníky.
8. **Udržuj** novou metodu a zaved' kontrolní proceduru.

2.3 Štíhlý layout

V mnoha podnicích je nesprávné uspořádání pracoviště příčinou plýtvání – dlouhé materiálové toky, množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, nepřehlednost procesů.

Štíhlý layout přináší úsporu ploch (možnost rozšíření výroby) a eliminuje skladovací prostory (snížení zásob, lepší přehled o materiálovém toku).

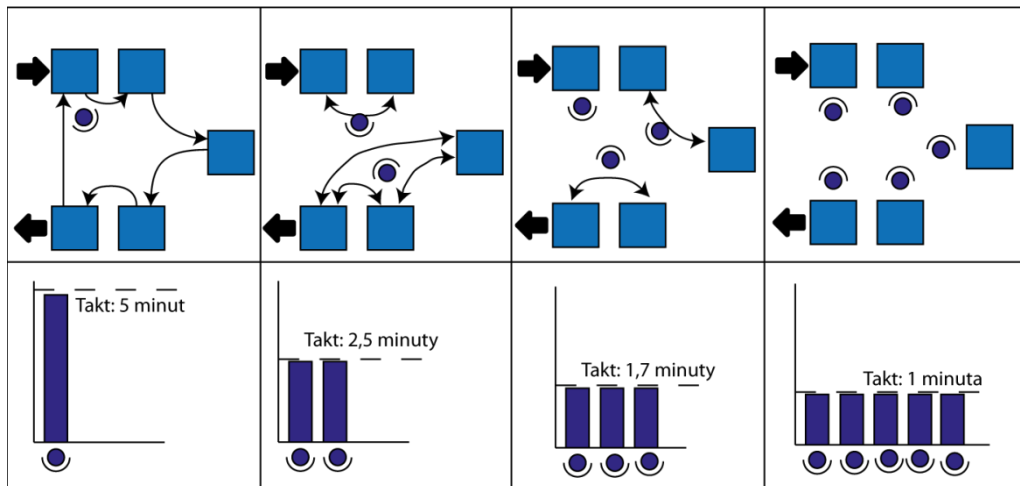
Hlavními charakteristickými znaky štíhlého layoutu je přímý materiálový tok, minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi, minimální plochy na zásobníky a mezisklady, přímočaré a krátké cesty, minimální průběžné časy, sklady v místě spotřeby, FIFO a tahový systém, kanban, DBR, buňkové uspořádání aj.

Rozlišujeme tři formy uspořádání:

- **technologické** – skupina pracovišť dle shodné technologie;
- **předmětné** – výrobní zařízení je uspořádáno podle jednotlivých výrobků;
- **buňkové** – uspořádání podle produktové rodiny.

Výrobní buňky se vyznačují flexibilitou, autonomností a minimálními vzdálenostmi. Díky tomu se může operátor v buňce pohybovat a obsluhovat například více strojů. Tento koncept se nazývá chaku-chaku buňky. Jedná se o situaci, kdy operátor obslouží jeden stroj a přejde k další operaci. Stroje jsou v této buňce uspořádány do tvaru U. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 136)

Na obrázku níže (Obr. 7) je znázorněna flexibilita výrobních buněk s ohledem na zákaznický takt.



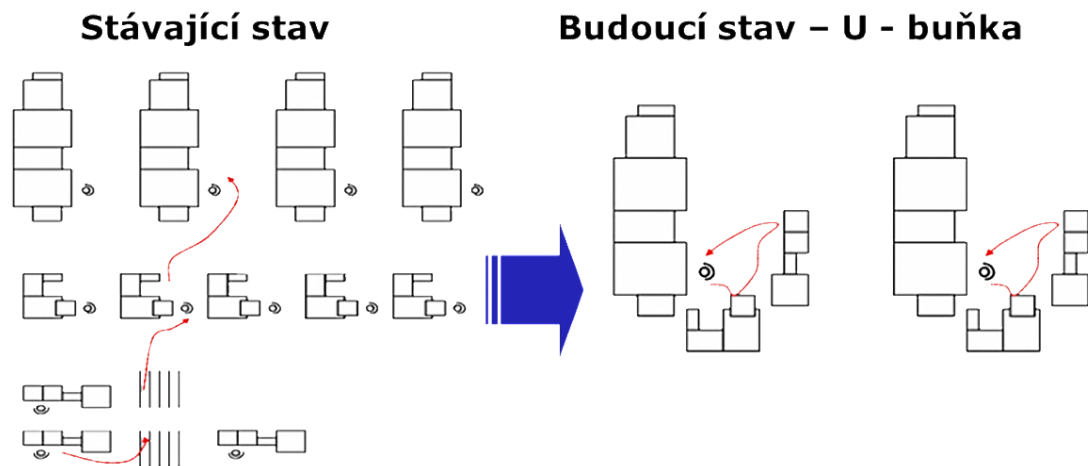
Obr. 7: Flexibilita výrobních buněk s ohledem na takt zákazníka

[SVĚT PRODUKTIVITY Beta, ©2012a]

Přínosy zavedení U-buněk (SVĚT PRODUKTIVITY Beta, ©2012a):

- zkrácení průběžné doby výroby;
- zkrácení času dodávky výrobku na trh;
- zlepšení přesnosti dodávky;
- snížení rozpracovanosti výroby;
- zvýšení produktivity práce;
- snížení nákladů na zabezpečení kvality;
- redukce potřeby ploch.

Následující obrázek (Obr. 8) poukazuje na rozdíl mezi klasickým uspořádáním výrobních buněk a U-buněk.



Obr. 8: Klasické uspořádání vs. U-buňka (SVĚT PRODUKTIVITY Beta, ©2012a)

2.4 Standardizace

Kvalita a produktivita úzce souvisí se standardy na pracovišti a s jejich dodržováním. Standardy v podniku pomáhají udržet podmínky z pohledu kvality, nákladů, produktivity, termínů, bezpečnosti a etiky. Standardy jsou v západních podnicích chápány spíše jako uvalení nespravedlivých podmínek na zaměstnance (zavedení systému vyplácení mezd za výkon, nikoli za odpracovaný čas). Nicméně používání standardů vede k nejbezpečnějšímu a nejsnadnějšímu výkonu práce zaměstnanci, nejefektivnější práci pro podnik a zároveň jejich používání zajišťuje kvalitu pro zákazníky. (Imai, 2005, s. 63)

Standardy práce se zaměřují na (Košturiak, Frolík, 2006, s. 87 – 88):

- redukcí variability procesů a oprav chyb;
- zvýšení bezpečnosti;
- usnadnění komunikace;
- zviditelnění problémů;
- pomoc tréninku a vzdělávání, učení se a zlepšování;
- zvýšení pracovní disciplíny;
- usnadnění reakce na problémy;
- vyjasnění pracovních procedur.

Podnikové standardy bývají často velice složité. Na rozdíl od běžné technické a výrobní dokumentace by měl být standard (Košturiak, Frolík, 2006, s. 88):

- **stručný** – obsahuje nezbytné instrukce pro operátora procesu;
- **jednoduchý a vizualizovaný** – operátor ví, kde standard najde a pochopí jej;
- **jednoznačný** – všichni pracovníci budou daný proces vykonávat stejně;

Masaaki Imai uvádí devět klíčových vlastností standardů (2005, s. 63):

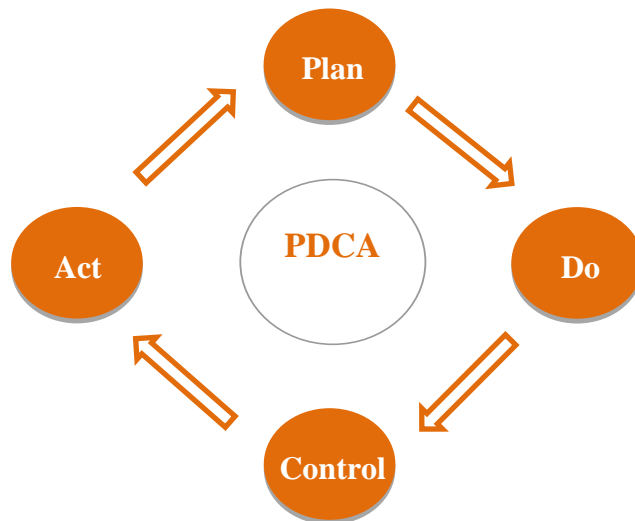
1. **Nejlepší, nejsnadnější a nejbezpečnější způsob, jak provádět danou práci** – jsou odrazem zkušeností.
2. **Nejlepší způsob, jak zachovat know-how a odborné znalosti.**
3. **Poskytují způsob měření výkonu** – spravedlivý způsob hodnocení pracovního výkonu.
4. **Ukazují vztah mezi příčinou a následkem** – nedodržování standardů vede k tvorbě abnormalit, variabilitě a plýtvání.
5. **Poskytují základ pro udržování i zlepšování** – dodržování standardů znamená jejich udržování a zvyšování jejich úrovně představuje zlepšování. Jakmile udržovací činnosti stabilizují a kontrolují proces výroby, management může plánovat jejich zlepšení.
6. **Poskytují cíle a specifikují úkoly v oblasti školení zaměstnanců** – standardy vizualizují danou práci.
7. **Poskytují základ pro školení zaměstnanců.**
8. **Tvoří základnu pro audity a diagnózy** – standardy jsou často vystaveny a manažerům pomáhají při kontrole správného výkonu práce.
9. **Poskytují prostředky, jak zabránit opakování chyb a minimalizovat variabilitu.**

Jakmile dojde na pracovišti k chybě, např. vyrobí se zmetek, manažeři by měli hledat původní příčiny problému, podniknout opatření k jeho nápravě a změnit pracovní postup tak, aby byl problém eliminován. Měli by tedy realizovat cyklus SDCA. (Imai, 2005, s. 61)

Standardizace je nedílnou součástí zajištění kvality.

Jestliže jsou standardy řádně zavedené a zaměstnanci je dodržují bez vzniku abnormalit, pak je výrobní proces pod kontrolou. Dalším krokem je však zlepšování pomocí cyklu PDCA. (Imai, 2005, s. 61)

Cyklus PDCA je nástroj pro zajištění kontinuity procesu udržování a zdokonalování standardů. Tento cyklus se skládá ze čtyř fází: Plánuj – udělej – zkontroluj – uskutečni a je znázorněn na obrázku (Obr. 9).



Obr. 9: Cyklus PDCA (Pavelka, API, 2012)

Fáze **plánuj** se týká definice cíle zdokonalení a vytvoření plánu činnosti pro dosažení tohoto cíle. **Udělej** zahrnuje realizaci tohoto plánu. Při **kontrole** určíme a rozhodneme, zda realizace projektu pokračuje správně a přináší zdokonalení. **Uskutečni** znamená provést a standardizovat nové postupy nebo stanovit cíle pro další zdokonalení. (Imai, 2005, s. 22-23)

3 SHRNU TÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ

Průmyslové inženýrství je obor, který neustále dokazuje, že je v podnicích neustále co zlepšovat. Průmyslové inženýrství musí být flexibilní a musí reagovat na neustále měnící se prostředí. Jejich význam roste a jejich aktivity se postupně rozšiřují do služeb (nemocnice, bankovníctví), servisu i vývoje.

Teoretická část je rozdělena do dvou kapitol. V úvodní kapitole se věnují oboru průmyslového inženýrství a jeho historii. Součástí této kapitoly je také rozdíl mezi klasickým a moderním průmyslovým inženýrství a popis vybraných metod. Zabývám se analýzou spotřeby času, přímému a nepřímému měření času, produktivitě a teorii omezení. Druhá kapitola je zaměřena na prvky a vybrané metody štihlé výroby. Konkrétně popisují metodu mapování hodnotového toku, štihlé pracoviště a layout a standardizaci v podniku.

Získané teoretické poznatky využiji při zpracování analytické a projektové části.

II. ANALYTICKÁ ČÁST

4 CHARAKTERISTIKA FIRMY HP-PELZER S.R.O. – OSŠTĚPNÝ ZÁVOD OSTRAVA

Firma HP-Pelzer je dodavatelem všech předních výrobců automobilů, mimo jiné např. BMW, Ford, Opel GM, Audi, Volkswagen, Škoda, Daimler Chrysler, Suzuki, Daewoo, Seat atd. Logo firmy HP – Pelzer je zobrazeno na obrázku č. 9.



*Obr. 10: Logo HP-Pelzer Group
(Pelzer)*

Centrála firmy je v německém Wittenu, kde sídlí také nejvyšší vedení a centrální útvary společnosti. V České republice se nacházejí 4 výrobní závody s téměř 1000 zaměstnanci:

- Plzeň-Radčice (zal. 1991);
- Žatec (zal. 1995);
- Mladá Boleslav (zal. 1994);
- Ostrava – závod v Ostravě vidíte na obrázku níže (Obr. 11), (zal. 2008).

Společnost HP-Pelzer má také svá vlastní vývojová centra – Witten (SRN), Troy (USA), Speke (Velká Británie), Waterford (Irsko), Soul (Jižní Korea).

Veškeré závody skupiny Pelzer vlastní certifikáty jakosti – ISO 14001, ISO TS 16949.



Obr. 11: HP-Pelzer s.r.o. Ostrava (Mapy Google, ©2013)

4.1 Základní informace

Název společnosti: HP - Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava

Sídlo společnosti: Na Rovince 922, 722 00 Ostrava – Hrabová

Právní forma: společnost s ručením omezeným

Vznik společnosti: 8. září 2008

Počet zaměstnanců: 325

4.2 Historie

Firmu založil v roce 1969 pan Helmut Pelzer v německém Wittenu. Začínal v garáži s několika zaměstnanci a v průběhu třiceti let existence firmy se mu z ní podařilo vytvořit celosvětově působící společnost v oblasti výroby protihlukových izolací a interiérové výbavy osobních automobilů s více než 30 závody v Evropě, v Americe a v Asii a více než čtyřmi tisíci zaměstnanců.

4.3 Výrobní program

Firma vyrábí širokou paletu protihlukových izolací především na bázi polyuretanů, těžkých folií a netkaných textilií. Pro ilustraci uvádíme alespoň některé z nich:

- **zavazadlový prostor** - obložení podlahy, obložení vnitřních podběhů, obložení zadních dveří;
- **motorový prostor** - izolace kapoty, izolace podběhů, izolace tunelu převodovky, izolace, vnější mezistěny;
- **prostor pro posádku** - izolace střechy, obložení sloupků dveří, izolace vnitřní mezistěny, odkládací deska zavazadlového prostoru, podlahová izolace, izolace prostoru pod zadními sedadly, koberec, výplně dveří.

4.4 SWOT analýza

Díky SWOT analýze lze komplexně vyhodnotit fungování společnosti, nalézt její slabá místa, ale také možnosti růstu.

Při tvorbě SWOT analýzy jsem vycházela z pozorování, která jsem ve společnosti provedla a z interních materiálů firmy (viz Tab. 1).

Tab. 1: SWOT analýza společnosti (vlastní zpracování)

Vnitřní prostředí	Silné stránky	Index	Slabé stránky	Index
	Know-how	0,3	Absence zlepšovacích návrhů	0,2
	Výzkum a vývoj	0,3	Nedostatky v komunikaci mezi pracovníky	0,4
	Plánování výroby dle potřeb zákazníků	0,2	Stručné standardy	0,2
	Podpora vedení pro pilotní projekty	0,2	Dlouhé trasy operátorů	0,2
		1,0		1,0
Vnější prostředí	Příležitosti	Index	Hrozby	Index
	Zvýšení kupní síly obyvatel	0,2	Zvýšení cen energií a pohonných hmot	0,2
	Vývoj nových technologií	0,4	Ekonomická stagnace	0,4
	Možnost rozšíření výrobních kapacit	0,3	Vstup nových konkurentů na trh	0,3
	Čerpání peněz z EU	0,1	Odliv lidí z kraje	0,1
		1,0		1,0

Kritickým bodem SWOT analýzy jsou slabé stránky společnosti. V projektové části se zaměřím na jejich eliminaci.

5 OBECNÁ VÝCHODISKA

V této části jsem se věnovala představení prostředků, které použiji při analýze, dále postupu analýzy, představení projektu a jeho jednotlivých částí a volbu vhodného reprezentanta pro analýzu.

5.1 Východiska pro analýzu

V rámci zpracování této diplomové práce jsem se zaměřila na výrobu izolace pod zadními sedadly tzv. Rear carpet, který je dodáván do společností Hyundai a Kia.

K analýze využiji těchto prostředků:

- **Firemní dokumentace** – pracovní instrukce jednotlivých pracovišť, které obsahují pracovní postupy tvarování, výseku a kompletace.
- **Přímé pozorování** – seznámím se s kulturou firmy. Součástí bude také momentkové pozorování, které mi poslouží pro analyzování pracovníků a strojů a pro mapování hodnotového toku. Veškeré údaje budou zjišťovány přímo ve výrobě.
- **Fotodokumentace** – je to dobrý podklad pro prezentaci výsledků analýzy.
- **Videozáznam** – je důležitý prostředek při metodě MOST, který ve své analýze využívám. Pomocí videozáznamu mohu také odhalit případná plýtvání, která nejsou na první pohled zřejmá.
- **Rozhovory** – jedná se o další důležitý prostředek získávání informací. Rozhovory budu vést s jednotlivými operátory a zúčastněnými THP pracovníky (manažer výroby, procesní inženýr, manažer štíhlé výroby).
- **Technické pomůcky** – při analýze budu využívat stopky, fotoaparát a notebook.
- **Teoretické poznatky** – ke zpracování analýzy využiji teoretické poznatky získané v teoretické části diplomové práce.

5.2 Postup při analýze

Postup při zpracování analytické části je naznačen v kapitole Představení projektu (4.1. Představení projektu).

5.2.1 Analýza současného stavu

Základním úspěchem analýzy je její provádění přímo na pracovišti a v dostatečně dlouhé době. Obsahem analýzy je:

- **Organizace práce** – jakým způsobem je zajišťována organizace práce, jak je rozčleňována práce a jak funguje komunikace mezi jednotlivými útvary.
- **Analýza materiálového toku** – zakreslení materiálového toku do layoutu; využití mapování hodnotového toku, jejímž výsledkem je hodnota VA-indexu.
- **Analýza pracoviště** – layout daného pracoviště, dokumentace (pracovní postupy), analýza činnosti strojů.
 - Analýza pracovníků – jedná se o analýzu činností jednotlivých operátorů za pomoci momentkového pozorování. Jeho výstupem jsou:
 - graf specializace pracovníka (Graf 1);



Graf 1: Specializace pracovníka č. 1 (vlastní zpracování)

- graf ukazující podíl práce a prostoje;
- graf činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu.

- **Zhodnocení současného stavu** - na základě provedené analýzy zpracují informace do požadované podoby a z výsledků identifikují plýtvání. Na základě těchto informací nastíním možnost vedoucí ke zlepšení dané situace.
- **Řešení** - výše zmíněné části uspořádám do logické podoby a odprezentuji výsledky managementu firmy. Z prezentace vzejde oblast pro řešení. Podstatné bude zhodnocení prezentace a jejího obsahu managementu firmy, od jejíhož základu se budou odvíjet další kroky.

5.3 Představení projektu

Diplomový projekt se skládá z následujících částí:

- I. **Teoretická část** – je východiskem pro analytickou a projektovou část.
- II. **Definice projektu** - představení projektu, časový plán, rozvrh prací, RIPRAN analýza, logický rámec.
- III. **Analytická část** – provedu analýzu současného stavu výrobního procesu na lince Side Trim. Využiji momentové pozorování, Basic MOST, VSM, špagetový diagram a zanalyzuji materiálový tok.
- IV. **Projektová část** – v této části se zaměřím na výsledky analytické části a na jejím základě navrhnu řešení a vyberu vhodnou variantu.

Ad. I. Definice projektu

Představení projektu

Název projektu: Projekt optimalizace výrobní linky Side Trim ve společnosti HP-Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava.

Řídící tým: Ing. Pavlína Pivodová, vedoucí diplomové práce

Erik Horváth, manažer výroby

Ing. Roman Mikulenka, procesní inženýr - specialista

Michal Zgabaj, konzultant společnosti Productive systems s.r.o.

Klára Ostrčilíková, autorka diplomové práce

Historie: Impulsem k vypracování této diplomové práce byl požadavek manažera výroby na zefektivnění práce operátorů na výrobní lince

Side Trim, snížení průběžné doby výroby, minimalizace prostojů a plánovaná odstávka v květnu 2013 s cílem optimalizace pracoviště.

Požadavky firmy: Navrhnout nové uspořádání pracoviště, které povede ke zvýšení produktivity jednotlivých pracovníků a k eliminaci plýtvání.

Hlavní cíl: Optimalizace pracoviště s cílem zvýšení produktivity

Dílčí cíle: Změna uspořádání pracoviště

Vybalancování linky

Kritéria úspěchu: Dostatečné množství dat, sestavení layoutu, podpora ze strany jednotlivých zaměstnanců společnosti při poskytování potřebných informací.

Součástí není: Pořízení zařízení, změna sortimentu

Omezení Projekt je omezen časově – je nutné jej dokončit do konce dubna 2013. Projekt nemá stanoven konkrétní rozpočet.

Podmínky: Při řešení budu vycházet z podnikových dat, z výsledků analýzy, z rozhovorů s jednotlivými pracovníky.

Časový plán

Následující tabulka (Tab. 2) nastiňuje časový plán jednotlivých aktivit projektu.

Tab. 2: Časový plán (vlastní zpracování)

Týden		7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
1.	Kontaktování firmy	■												
2.	Výběr a schválení tématu	■	■											
3.	Zpracování zadání DP		■											
4.	Zpracování teoretické části							■	■					
5.	Analytická část - sběr dat													
6.	Vyhodnocení analytické části							■						
7.	Projektová část								■		■			
8.	Zhodnocení návrhů									■				
9.	Prezentace návrhů ve firmě									■				
10.	Konzultace s vedoucí DP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11.	Odevzdání DP											■		

RIPRAN analýza

Metoda RIPRAN je určena pro analýzu rizik projektů a pro zpracování návrhu na snížení rizika. Výslednou analýzu naleznete v příloze P I: RIPRAN analýza.

Logický rámec

Logický rámec umožňuje identifikovat a analyzovat problémy, definovat cíle a stanovit konkrétní aktivity k jejich řešení. Logický rámec k projektu se nachází v příloze P II: Logický rámec.

5.4 Volba reprezentanta pro analýzu

Na výrobní lince Side Trim, která je předmětem této diplomové práce, se vyrábí čtyři základní druhy výrobků:

1. **EL Rear Carpet** – koberec pod zadní sedadla automobilů, odběratelem je společnost Hyundai.
2. **SL Rear Carpet** – koberec pod zadní sedadla automobilů, odběratelem je společnost Kia.
3. **GD WGN ST** – jedná se o výplně pravé a levé strany zavazadlového prostoru ve verzi automobilu kombi.
4. **GD 3/5DV ST** – výplň pravé a levé strany zavazadlového prostoru tří a pěti dveřových automobilů.

Největší podíl výroby představují první dva výrobky - EL/SL Rear Carpet (Obr. 12). Při výrobě těchto výrobků jsou potřeba tři operátoři. Zbylé dva výrobky se vyrábějí v mnoha různých variantách a na jejich výrobu je potřeba 7 – 9 pracovníků, z toho minimálně pět se zabývá kompletací. To jsou důvody, proč byl vybrán první a druhý typ výrobku. Při navrhování řešení budu brát v potaz výrobu zbylých výrobků.



Obr. 12: Výrobek Rear Carpet (vlastní zpracování)

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části diplomové práce představím výsledky provedené analýzy ve společnosti. Po konzultaci s manažerem výroby byla pro optimalizaci vybrána výrobní linka Side Trim. Na tomto pracovišti jsou prováděny tři základní operace:

1. Tvarování
2. Výsek
3. Kompletace

6.1 Organizace práce

Ve společnosti se pracuje na dvě nebo tři směny dle konkrétního pracoviště. Konkrétně na lince Side Trim, na pracovištích Tvarování a Výsek se pracuje na dvě směny od 6:00 do 18:00 hodin.

Plánovač výroby každé pondělí dle odvolávek zákazníka plánuje výrobu. Následně je tento plán předán mistrovi. Ve výrobní hale dále pracují team-leadeři, kteří chodí po jednotlivých pracovištích a operativně řeší vzniklé problémy. Ve dvou výrobních halách se nacházejí čtyři team-leadeři, tedy dva na každou halu.

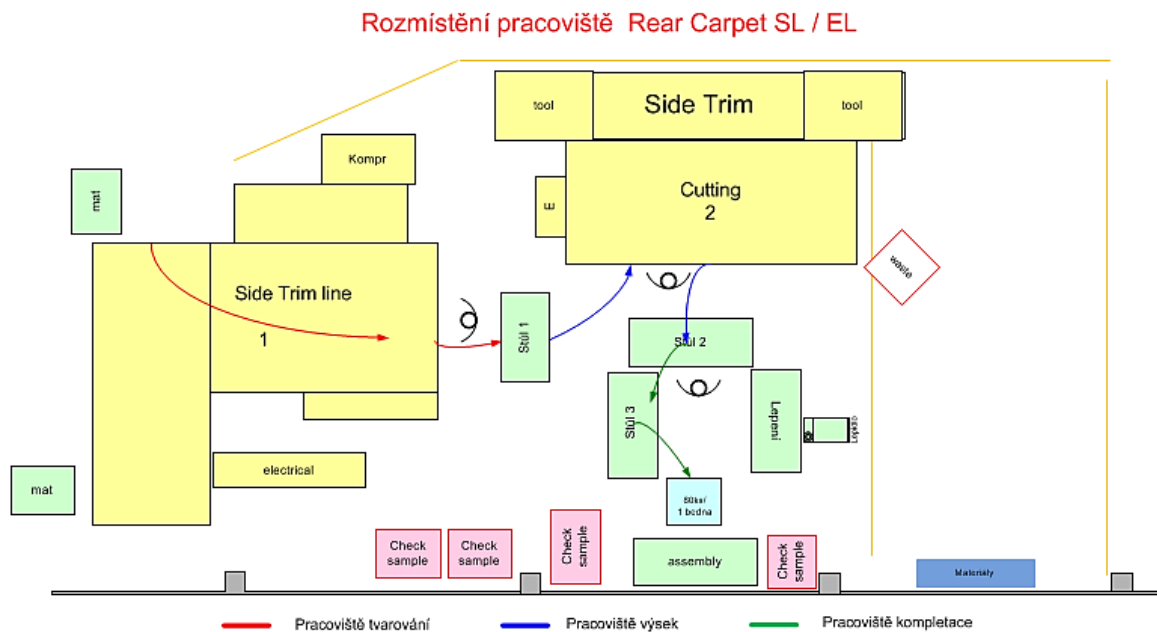
Pokud se na pracovišti objeví závada na stroji, musí pracovník nejprve zavolat team-leadera. Jedině ten může zavolat na pracoviště údržbáře, který stroj opraví. Stejný postup je i u problémů s kvalitou.

6.2 Analýza materiálového toku

Materiálový tok jsem pro přehlednost zaznačila do layoutu. Dále jsem využila metodu mapování hodnotového toku (VSM – Value Stream Mapping) a zakreslení materiálového toku přímo do layoutu. Vzhledem k tomu, že byly v době pozorování prováděny všechny operace, mohla jsem data bez problémů zaznamenat.

6.2.1 Layout

V následujícím obrázku (Obr. 13) je zaznačen materiálový tok do layoutu pracoviště. Jak vidíme na obrázku, nachází se zde tři operátoři, z nichž každý má na starosti jedno pracoviště – tvarování, výsek a kompletaci. Tok materiálu jednotlivými pracovišti je odlišen barevně (viz legenda u Obr. 13)



Obr. 13: Materiálový tok pro výrobky SL/EL Rear Carpet (vlastní zpracování)

6.2.2 VSM

Data potřebná k mapování hodnotového toku jsem si pořídila osobně ve výrobě. Zjistila jsem množství operací prováděných na výrobní lince Side Trim. Cyklové časy mezi jednotlivými operacemi byly zaznamenány přímým náměrem. Informační část se skládá z dat o procesu plánování výroby, komunikaci s dodavatelem a zákazníkem. Dodavatel i zákazník jsou externí.

V následující tabulce (Tab. 3) je znázorněn výrobní plán ve dnech 27. 2. – 1. 3., tedy v době, kdy jsem sbírala data potřebná pro výpočty do VSM analýzy.

Tab. 3: Vyráběné výrobky dle směny (vlastní zpracování)

Den	Středa			Čtvrtek			Pátek		
Datum	27. 2.			28. 2.			1. 3.		
Směna	Ranní	Odpolední	Noční	Ranní	Odpolední	Noční	Ranní	Odpolední	Noční
Výrobek	5DV	EL RC	EL RC	EL RC	EL RC	SL RC	SL RC	SL RC	SL RC
Počet směn		4				4			
Legenda: 5DV – 5 ti dveře (nebrala jsem v úvahu pro analýzu) EL RC – EL Rear Carpet (zákazníkem je společnost Hyundai) SL RC – SL Rear Carpet (zákazníkem je společnost Kia)									

Při výpočtech jsem musela brát v úvahu dobu trvání změny forem mezi jednotlivými typy výrobků. Jak můžeme vidět v tabulce, výměna forem proběhla dvakrát – 27. 2. na začátku

odpolední směny (výměna forem z 5DV na EL Rear Carpet) a 28. 2. na začátku noční směny (výměna forem z EL Rear Carpet na SL Rear Carpet). Jedna výměna formy trvá 120 minut, v tomto případě proběhla výměna dvakrát, počítám tedy s časem 240 minut.

Výpočty:

Takt zákazníka

- Požadavek zákazníka: **5 520 ks/ týden.**
- Disponibilní čas: **3 280 min/ 8 směn;**
 - čas celkem: 3 840 min/ 8 směn;
 - přestávky: 240 min (1 směna = 30 min)
 - výměna forem: 240 min;
 - úklid: 80 min.

Zákaznický takt = $3\,280 / 5\,520 = 0,594 \text{ min/ks} = 35,64 \text{ s/ks}$

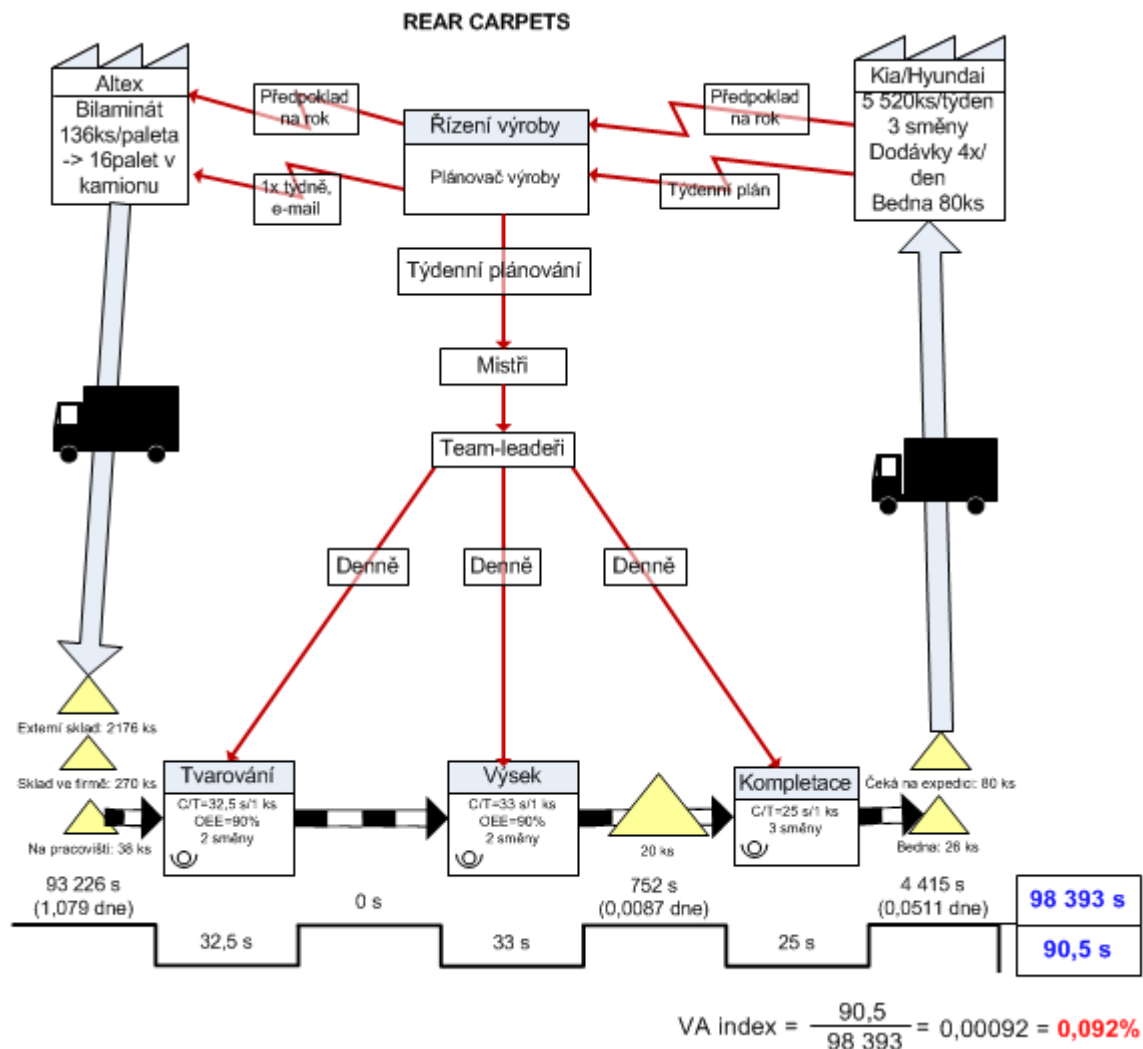
Pracoviště tvarování, vysekávání

- Disponibilní čas: **615 min/ 1 směna**
 - 1 směna = 12 hodin;
 - přestávka: $3 \cdot 15 \text{ min} = 0,45 \text{ min/ 1 směna}$;
 - úklid pracoviště: 10 min/1 směna;
 - změna forem: 50 min (přepočítáno z 8 hodinových směn).
- OEE = **90%** (zvolila jsem si)
- Uvažovaná zásoba: **20 ks**
 - $= 615 / (0,594 \cdot 0,9) = 1\,150,4 \text{ ks / 1 směna}$
 - $= 1\,150,4 \cdot 2 = 2\,300,8 \text{ ks/ den}$
 - $= 20 / 2300,8 = 0,0087 \text{ dne} = 12,53 \text{ min} = 752 \text{ s}$
- Uvažovaná zásoba: **2 484 ks**
 - $= 2\,484 / 2300,8 = 1,079 \text{ dne} = 1\,553,76 \text{ min} = 93\,226 \text{ s}$

Pracoviště kompletace

- Disponibilní čas = **410 min**
 - 1 směna = 8 hodin;
 - přestávka: 30 min;
 - úklid pracoviště: 10 min/1 směna;
 - změna forem: 30 min (rozpočítáno na každou směnu = $240/8$).

- Uvažovaná zásoba: **106 ks**
 - = $410/0,594 = 690,24$ ks/ 1 směna
 - = $690,24*3 = 2\,070,72$ ks/den
 - = $106/2070,72 = 0,0511$ dne = 73,58 min = **4 415 s**



Obr. 14: VSM – výrobek Rear Carpet (vlastní zpracování)

Jak vidíme z mapy současného stavu (Obr. 14), výroba Rear Carpetů je plánována jedenkrát týdně. Tento plán je sestavován plánovačem výroby na základě krátkodobých (týdenních) odvolávek zákazníka. Plánovač předává tento plán mistrům a team-leaderům v elektronické i tištěné podobě. Ti rozdělují úkoly mezi jednotlivé pracovníky každou směnu - sdělí jim, co mají vyrábět a jaké jsou priority.

Výroba Rear Carpetů je složena ze tří operací – tvarování, výsek a kompletace. Cyklový čas je u každé operace uveden na 1 kus. I když u prvních dvou operací (tvarování, výsek) se vyrábí dva kusy v jednom cyklu.

Největší rozpracovanost se nachází před operací tvarování. Je to dáno především z toho důvodu, že vstupní materiál se nachází mimo jiné v externím skladu ve Frýdku Místku. Tento sklad je nutný proto, že vstupní materiál je mimo jiné i větších rozměrů a sklad ve firmě by byl nedostačující. V součtu jsou k dispozici zásoby na 1, 079 dne.

Průběžná doba výroby na 1 kus činí 90,5 sekundy. Pokud podělíme množství zásob přepočtených na sekundy a průběžnou dobu výroby, získáme hodnotu VA-indexu. V tomto případě je jeho hodnota 0,092%.

6.3 Analýza pracoviště

Výrobní linka Side Trim se nachází v jedné výrobní hale a je složena ze tří pracovišť. Pro detailnější analýzu bylo zvoleno rozmístění pracoviště při výrobě výrobků EL/SL Rear Carpet.

6.3.1 Pracoviště 1 – Tvarování

Na tomto pracovišti dochází k vytvarování vstupního materiálu tzv. bilaminátu do požadovaného tvaru dle nastavení parametrů stroje. Povaha tohoto materiálu (pružnost, hustý vlas) prozatím neumožňuje automatické uložení do podavače (pomocí přísavek – materiál padá). Je tedy ukládán do stroje za pomoci pracovníka. To má za následek časté chození operátora (viz špagetový diagram, kapitola 5.2.2.). V tabulce (Tab. 4) jsou přehledně zobrazeny činnosti vykonávané pracovníkem tvarování a délka jejich trvání.

Tab. 4: Rozbor činností pracovníka tvarování

[vlastní zpracování]

	Název operace	Čas (v s)
1.	Chůze k zadní části stroje	9
2.	Uchopení materiálu	8
3.	Čekání na ukončení chodu stroje	4
4.	Založení materiálu do stroje	9
5.	Návrat pracovníka k přední části stroje	6
6.	Čekání na ukončení chodu stroje	12
7.	Vyjmutí a odložení materiálu	7
8.	Rozřezání materiálu	10
Celkem		65 s

Cyklový čas operací činí 65 sekund. Časy jednotlivých činností jsou přibližně stejné pro všechny střídající se pracovníky na tomto pracovišti.

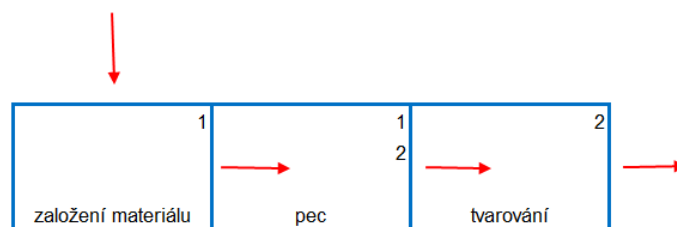
Pro ukázkou uvádím fotografie pracovníka při zakládání materiálu do stroje a vyjímání materiálu ze stroje (Obr. 15).



Obr. 15: Ukládání/vyjmutí vstupního materiálu do/ze stroje (vlastní zpracování)

Při změně výroby na jiný typ výrobku dochází k výměně tvarovací formy. Tato změna trvá průměrně jednu hodinu na jeden stroj (v součtu tedy dvě hodiny – tvarovačka, výsek).

Na obrázku níže (Obr. 16) je zobrazeno schéma fungování tvarovačky. Výchozím bodem je pozice 1, kam umístí operátor materiál. Následně se uzavřou klapky a materiál putuje do pece. Jakmile je materiál na dané pozici, uzavře se pec a dochází k nahřívání. Jakmile je pec uzavřena, vrací se kleště do pozice založení materiálu. V této fázi zakládá operátor do stroje další kus. Po nahřátí je materiál posunut do pozice 2, kde dochází k vytvarování. Po ukončení této fáze se tvarovačka otevře a operátor vyjímá materiál.

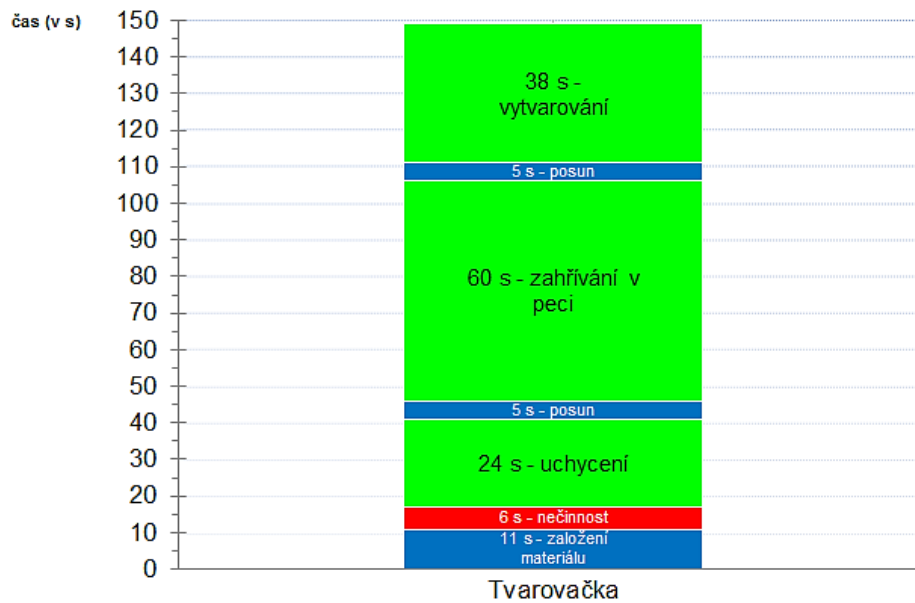


Obr. 16: Schéma fungování tvarovačky (vlastní zpracování)

Cyklus, jímž materiál prochází, trvá 149 sekund. Jednotlivé činnosti stroje a délka jejich trvání je zobrazena v následujícím grafu (Graf 2). Každých 64 sekund je vyroben

1 kus. Celých 60 sekund trvá nejdelší operace zahřívání. Samotný posun zaujímá 10 sekund celkového času. Tento čas lze zredukovat zrychlením pojezdů.

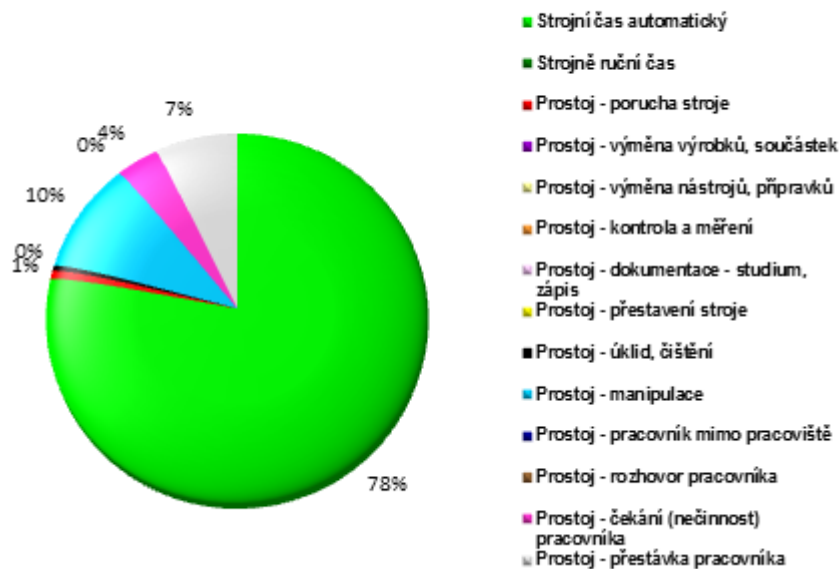
V současné době je stroj zahříván pomocí olejového topení. Jeho nevýhodou je, že dochází ke kolísání teploty a je potřeba delší čas na zahřívání.



Graf 2: Přehled činností stroje (vlastní zpracování)

Graf 3 analyzuje činnost stroje v průběhu dvanáctihodinové směny. Tato analýza byla provedena pomocí momentového pozorování dne 28. 2. 2013 na ranní směně.

Stroj č.1 - tvarování, 28. 2. 2013 ranní směna



Graf 3: Analýza činnosti stroje (vlastní zpracování)

Jak vidíme v grafu, 78% času směny (8,6 hod) byl stroj v chodu. Větší část, tj. 10% zaujímá manipulační čas, kdy je materiál vkládán do stroje za pomoci operátora. Přestávka pracovníka – celkem 45 minut v průběhu dvanácti hodin, činí 7%. Dalšími činnostmi jsou čištění stroje a nečinnost pracovníka, která byla způsobena nejčastěji řešením problémů s kvalitou vytvarovaných dílů.

6.3.2 Pracoviště 2 – Výsek

V rámci tohoto pracoviště je každý kus vysekán dle požadavků zákazníka na vysekávacím stroji. Tento stroj je obsluhován jedním pracovníkem. Ačkoliv jsou pro toto pracoviště vytvořeny standardy, setkala jsem se se situací, kdy různí pracovníci měli různé pracovní postupy. Ty se lišily zejména ve frekvenci vyhazování odřezků z výseku. Tabulka (Tab. 5) ukazuje rozbor činností pracovníka výseku a délku jejich trvání.

Tab. 5: Rozbor činností pracovníka vysekávání (vlastní zpracování)

	Název operace	Čas (v s)
1.	Rozřezání materiálu	6
2.	Založení jednoho kusu do výseku	8
3.	Čekání na ukončení činnosti stroje	8
4.	Vyjmutí a odložení prvního kusu na stůl	4
5.	Založení druhého kusu	7
6.	Čekání na ukončení činnosti stroje	9
7.	Vyjmutí a odložení druhého kusu na stůl	4
8.	Vyjmutí odřezků ze stroje a vyhození do kontejneru	7
Celkem		53 s

Cyklový čas pracovníka činí 53 sekund. Avšak na tomto pracovišti dochází k výrazným odlišnostem v časech mezi jednotlivými pracovníky (viz graf 12 Srovnání pracovníků vysekávání, v kapitole 6.4.4.). Následující obrázek (Obr. 17) ukazuje výsek.

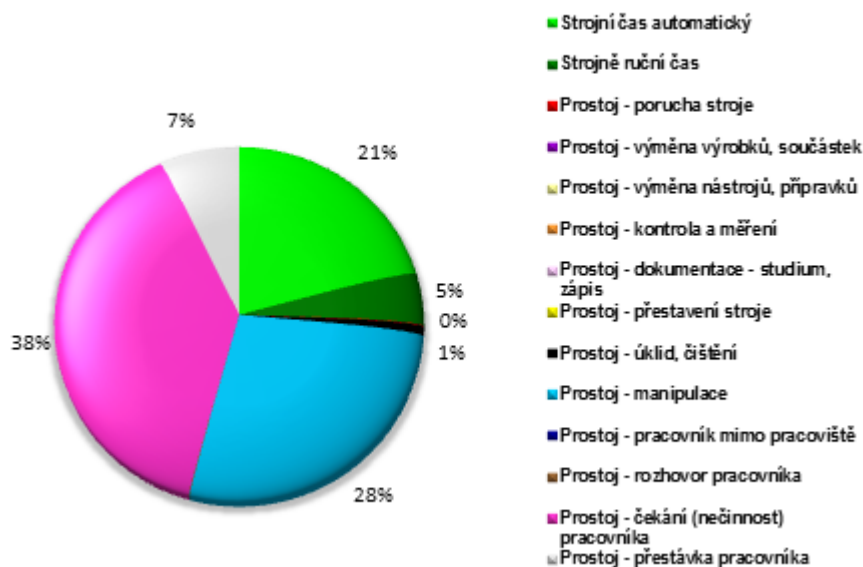


Obr. 17: Vysekovácí stroj (vlastní zpracování)

Cyklový čas tohoto stroje činí 9 sekund, z toho 4 sekundy se stroj pouze zavírá. Samotný výsek trvá 5 sekund. Pracovník vyjímá vyseknutý materiál, jakmile se stroj začne otevírat.

U tohoto stroje byla také provedena analýza činností v průběhu dvanáctihodinové směny za pomoci momentového pozorování. Výsledky můžeme vidět v následujícím grafu (Graf 4).

Výsek, ranní směna 28. 2. 2013



Graf 4: Analýza činnosti výseku (vlastní zpracování)

Pracovník výseku má na starosti kromě obsluhy výseku také řezání vytvarovaného materiálu. V průběhu tohoto řezání je stroj výseku nečinný, proto je prostoj stroje způsobený čekáním, tak vysoký (4,2 hod). Navíc je způsoben i čekáním na předchozí stroj

tvarování. Manipulační čas tvoří 28% (3,1 hod), kdy pracovník vkládá materiál do stroje, po výseku jej vyjímá a ukládá na stůl. Výsek byl v chodu celkem 26%, což je 2,9 hodiny.

6.3.3 Pracoviště 3 - Kompletace

Na tomto pracovišti dochází ke kompletaci a balení hotového výrobku. Práci standardně vykonává jeden pracovník.

Pracovnice však vykonává body 1, 2, 8 v různém množství (viz Tab. 6) a všechny pracovnice nevykonávají činnost 7 – počítání.

Tab. 6: Přehled operací s časy pracovnice kompletace

[vlastní zpracování]

	Název operace	Počet ks	Čas (v s)	Čas na 1ks (v s)
1.	Razítkování	80	120	1,5
2.	Nanesení lepidla	6	18	3,0
3.	Nalepení padu	1	5	5,0
4.	Nalepení etikety	1	3,5	3,5
5.	Stříhání	1	3,5	3,5
6.	Přeložení na druhý stůl	1	3	3,0
7.	Počítání	20	19	1,0
8.	Opálení	20	69	3,5
9.	Přesun do bedny	20	19	1,0
10.	Odvoz bedny a přivezení nové	80	43	0,5
Celkem				25,5 s

Pracovnice nanáší lepidlo na 6 kusů padů (viz Obr. 18). Maximální doba mezi nanesením a přilepením lepidla na materiál, jsou 3 minuty. Vícekrát se stalo, že lepidlo muselo být naneseno na pad dvakrát, protože pracovnice nevyužila 6 padů ihned po sobě, i v případě, že nebyl překročen čas tří minut. To má za následek plýtvání s materiálem i časem pracovnice.



Obr. 18: Nanášení lepidla (vlastní zpracování)

Operace stříhání a opalování je vykonávána z důvodu neostré formy výseku. Navíc tyto operace nejsou uvedeny v pracovních instrukcích.

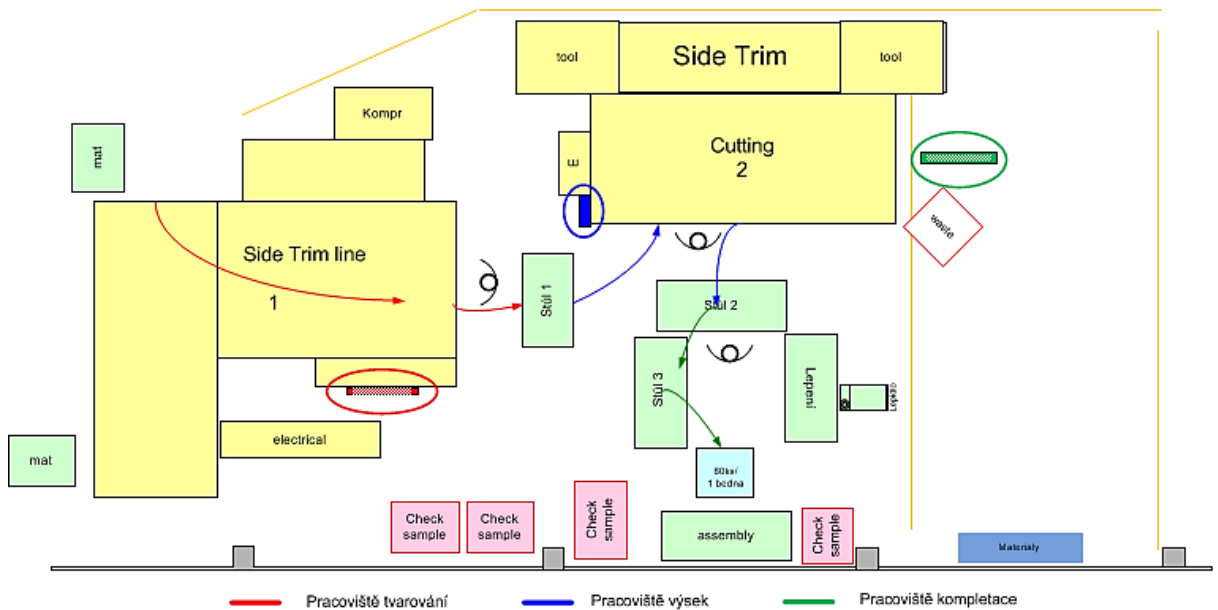
Po opálení 20 ti kusů, ukládá pracovnice tyto kusy do bedny. Její obsah je 80 kusů. Po naplnění je bedna odvezena pracovníci asi do pětimetrové vzdálenosti, odkud si přiváží bednu prázdnou.

Tabule s pracovními postupy je v případě předchozích pracovišť (tvarování a výsek) umístěna přímo u strojů. Co se týká kompletace, je nástěnka umístěna vedle výseku za kontejnerem s odpadem. Jak vidíme na následujícím obrázku (Obr. 19), je zde poměrně těžký přístup a pracovnice musí udělat deset kroků a obejít kontejner s odpadem, aby se sem dostala.



Obr. 19: Umístění informační tabule pro pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Pro znázornění uvádím layout (Obr. 20) s ukázkou umístění tabulí pro jednotlivá pracoviště. Jednotlivé tabule jsou pro zpřehlednění zakroužkovány.



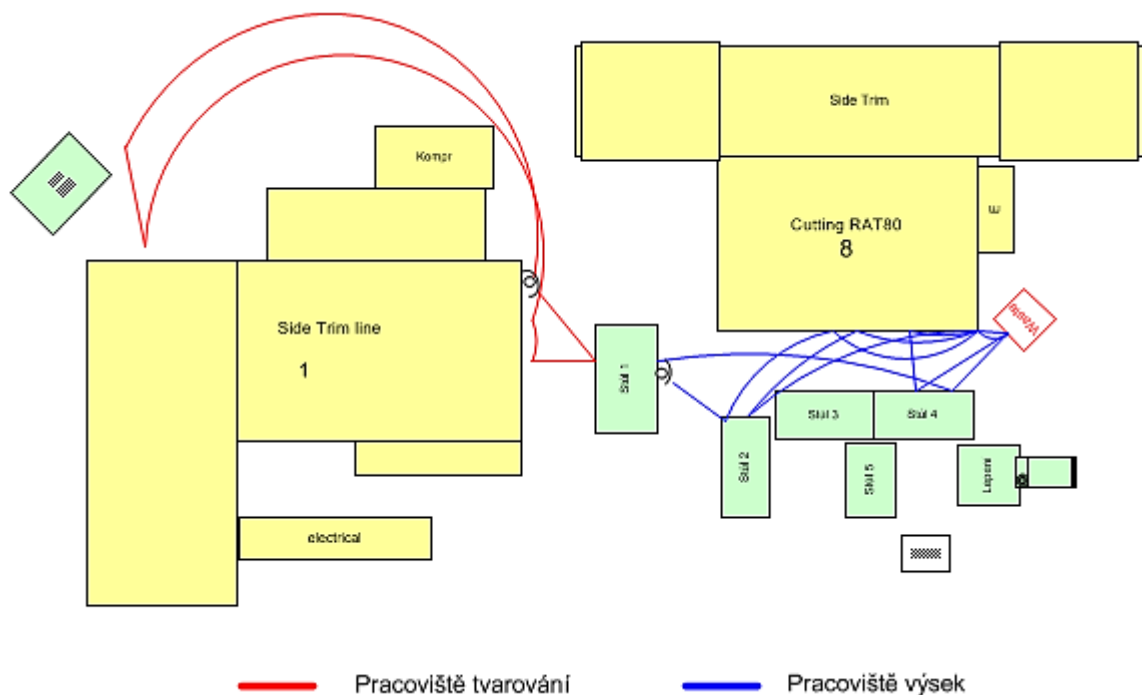
Obr. 20: Umístění tabulí pro jednotlivá pracoviště (vlastní zpracování)

6.3.4 Špagetový diagram

Na následujícím diagramu (Obr. 21) je znázorněn pohyb operátorů. Červené značení zobrazuje pracoviště tvarování, modré značení pracoviště výseku. Oba operátoři pracují na dvě směny, tedy dvanáct hodin.

Za jednu směnu se dle normy vyrobí 993 kusů. U pracoviště tvarování ujde pracovník 40 kroků v průběhu jednoho cyklu, během kterého se vytvarují 2 kusy výrobku. Za jednu směnu ujde pracovník 19 860 kroků. Toto číslo jsem vynásobila 0,5 (tedy 1 krok = 0,5 m) a zjistila jsem, že pracovník nachodí v průběhu jedné směny 9,93 km.

Na pracovišti výseku je situace velmi podobná jako u tvarování. Jak můžeme vidět na obrázku č. 5, pohyb pracovníka výseku je znázorněn modrou. Během označeného pohybu vyrobí pracovník 2 kusy. Během jednoho cyklu (vyrobí 2 ks) ujde pracovník 43 kroků, během dvanácti hodin 21 249,5 kroků. V přepočtu na kilometry to činí 10,68 km.



Obr. 21: Špagetový diagram – pracoviště tvarování, výsek (vlastní zpracování)

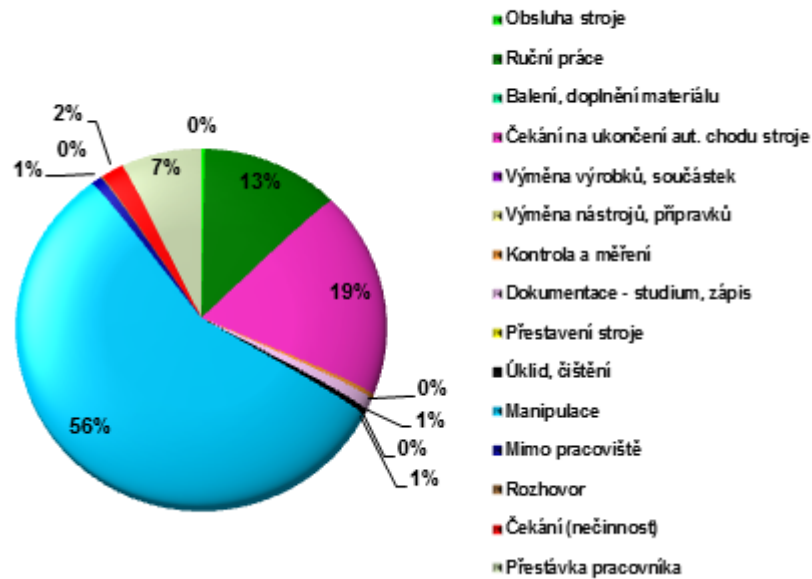
6.4 Analýza činnosti pracovníka

Tato podkapitola je zaměřena na rozbor činností pracovníků jednotlivých pracovišť. Tato data byla získána z momentového pozorování dne 28. 2. 2013 na ranní směně.

6.4.1 Pracovník 1

Tento pracovník pracuje na stroji tvarování. Jak vidíme v grafu níže (Graf 5), nejvíce času strávil pracovník manipulací, 56% (6,2 hod). Ta je způsobena častým chozením pracovníka, který vkládá materiál do stroje v zadní části a vyjímá ho v přední části. Toto chození je způsobeno tím, že na stroji v současné době není instalován automatický podavač, který by vstupní materiál vkládal do stroje. Značnou část, 19% času – tj. 124 minut, stráví pracovník čekáním na ukončení chodu stroje. Rozřezání materiálu na dvě části zabere pracovníkovi 82 minut v průběhu směny. Nečinnost pracovníka byla způsobena při rozjezdu tvarovačky na začátku směny nebo po přestávce či čekáním na příchod team-leadera.

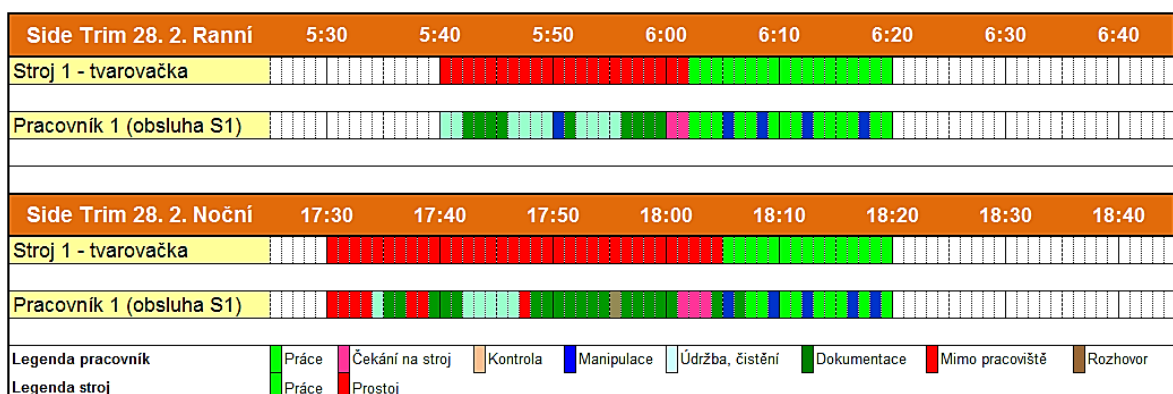
Pracovník tvarování, ranní směna 28. 2. 2013



Graf 5: Momentové pozorování – pracovník tvarování (vlastní zpracování)

Pracovník tvarování sice stráví dle výsledků momentového pozorování 71% svého času prací, ale 87% těchto činností nepřidává hodnotu výrobku. Jedná se o čekání na ukončení chodu stroje, kontrola a čištění, dokumentace, úklid, manipulace či přestávka pracovníka.

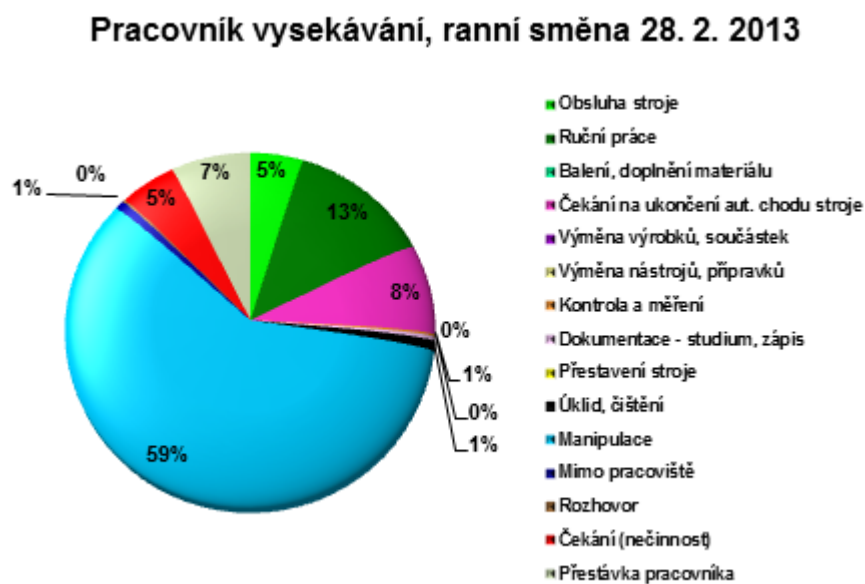
Z grafu (Graf 6) můžeme jasně vidět prostoje stroje i pracovníka tvarování při výměně směny. Stroj se zastavil v prvním případě 20 minut, ve druhém případě 30 minut, před koncem směny. Bylo to způsobeno buď časným splněním normy nebo nedostatkem vstupního materiálu.



Graf 6: Náběh na směnu – pracovník č. 1 (vlastní zpracování)

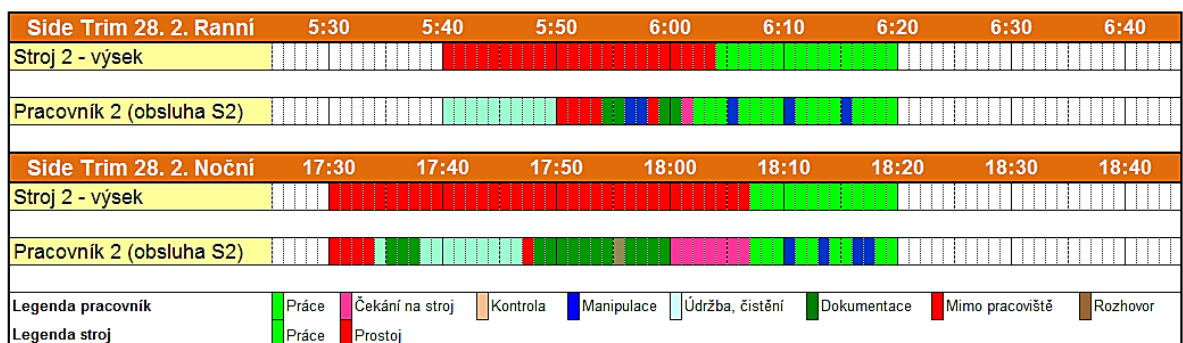
6.4.2 Pracovník 2

Pracovnice po dobu pozorování vykonávala řezání společně s pracovníkem 1 a operaci vysekávání. Z grafu (Graf 7) je patrné, že operátorka strávila 59% času (6,5 hod) pouze manipulací – zakládáním a vyjímáním výrobku ze stroje, chůze s materiálem. Řezání trvalo v součtu, stejně jako u prvního pracovníka, 82 minut. Nezanedbatelných 8% (53 minut) čekala pracovnice na ukončení činnosti stroje. Dalších 5% (33 minut) činila obsluha stroje. Nečinnost pracovnice byla způsobena zastavením tvarovačky při poruše.



Graf 7: Momentové pozorování – pracovník vysekávání (vlastní zpracování)

Pracovnice vysekávání, podobně jako pracovník 1, strávila 78% času prací, avšak pouze 18% byly činnosti přidávající hodnotu výrobku (rozřezání materiálu, obsluha stroje).



Graf 8: Náběh směny – pracovník č. 2 (vlastní zpracování)

Náběh směny (Graf 8) ukazuje prostoj stroje (podobně jako u stroje tvarování) již půl hodiny před koncem směny. Pracovnice strávila 10 minut čištěním výseku a následně dokumentací.

6.4.3 Pracovník 3

Pracovnice pracovala na pracovišti kompletace. Momentové pozorování bylo prováděno v průběhu dvanáctihodinové směny, avšak toto pracoviště pracuje na směny tři po osmi hodinách, proto jsou grafy analýzy činnosti pracovníka dva – první pro pracovníci na ranní směně (6:00 – 14:00) a druhý pro pracovníci, která pracovala část odpolední směny (14:00 – 18:00). Operátorka na odpolední směně měla pomalejší tempo, což mělo za následek hromadění vyseknutých dílů právě před tímto pracovištěm. Tuto situaci vyřešil team-leader přivoláním další pracovníce. Ta pomáhala s některými operacemi přibližně tři hodiny (15:00 – 17:00).

V 18:00 byla pracovnice kompletace poslána na jiné pracoviště a došlo tedy ke střídání směn (proto uvádím náběh směny v 18:00).

Následující graf (Graf 9) ukazuje práci pracovníce na ranní směně. Celkem 5,36 hodiny (67%) se pracovnice věnovala ručním pracím (lepení, stříhání, balení, doplnění materiálu. Nemalou část směny, 13% (62,4 minuty), strávila pracovnice pouze manipulací – odvážením bedny s výrobky a přivezením bedny prázdné; dále překládáním výrobku z jednoho stolu na druhý. Nezanedbatelných 28,8 minut (6%) tvoří dokumentace, kdy si pracovnice zapisovala každou hodinu počet vyrobených kusů.

Činnosti, které operátorka v průběhu směny vykonávala, ze 70% přidávaly hodnotu výrobku, což je nejvíce ze všech sledovaných pracovníků.

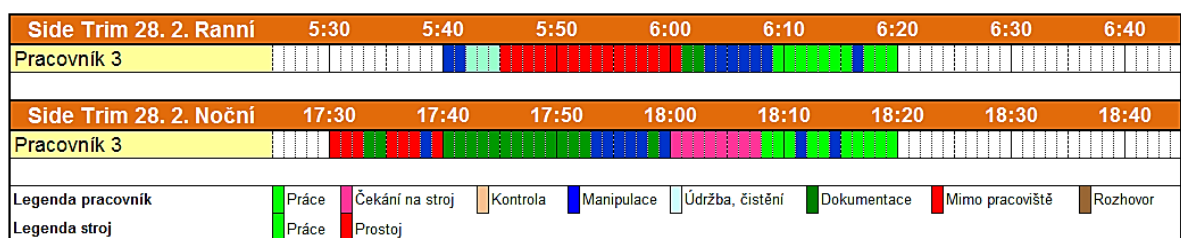
Pracovník kompletace, ranní směna 28. 2. 2013



Graf 9: Momentové pozorování – pracovník kompletace (vlastní zpracování)

Jak jsem zmínila výše, na pracovišti kompletace se pracuje na tři směny. Za normálních okolností by tedy náběh z odpolední na noční směnu probíhal ve 22:00. Pracovnice ale byla vystřídána jinou pracovnící právě před 18:00.

I když stroje tvarování a výsek byly mimo provoz již v 5:40, tak pracovnice vykonávala činnost z důvodu pomalejšího tempa (viz Graf 10).



Graf 10: Náběh směny – pracovník č. 3 (vlastní zpracování)

6.4.3.1 Srovnání produktivity

Srovnávala jsem práci operátorek na pracovišti kompletace. Vybrala jsem si toto pracoviště z toho důvodu, že v době pozorování byla k operátorce přiřazena na tři hodiny další pracovnice, aby jí pomohla. Srovnala jsem tak práci jedné operátorky a dvou operátorek při stejném množství výstupu. Norma během těchto tří hodin činí 241 kusů.

$$PP_1 = \frac{241}{1 \cdot 3} = 80,3 \text{ ks/hod}$$

$$PP_2 = \frac{344}{2 \cdot 3} = 57,3 \text{ ks/hod}$$

Parciální produktivitu jsem vypočítala během tří hodin za stejných podmínek. To znamená, že se měnily směny a jednu hodinu byla patnácti minutová přestávka. Tři hodiny byly vybrány právě proto, že na druhé směně pracovaly dvě operátorky na tomto pracovišti právě tuto dobu. V přepočtu na procenta činí výkonnost při práci dvou pracovníků 71,4%.

6.4.4 Cyklové časy

V následujícím grafu (Graf 11) jsou znázorněny činnosti pracovníka tvarování, výseku a kompletace dle času.



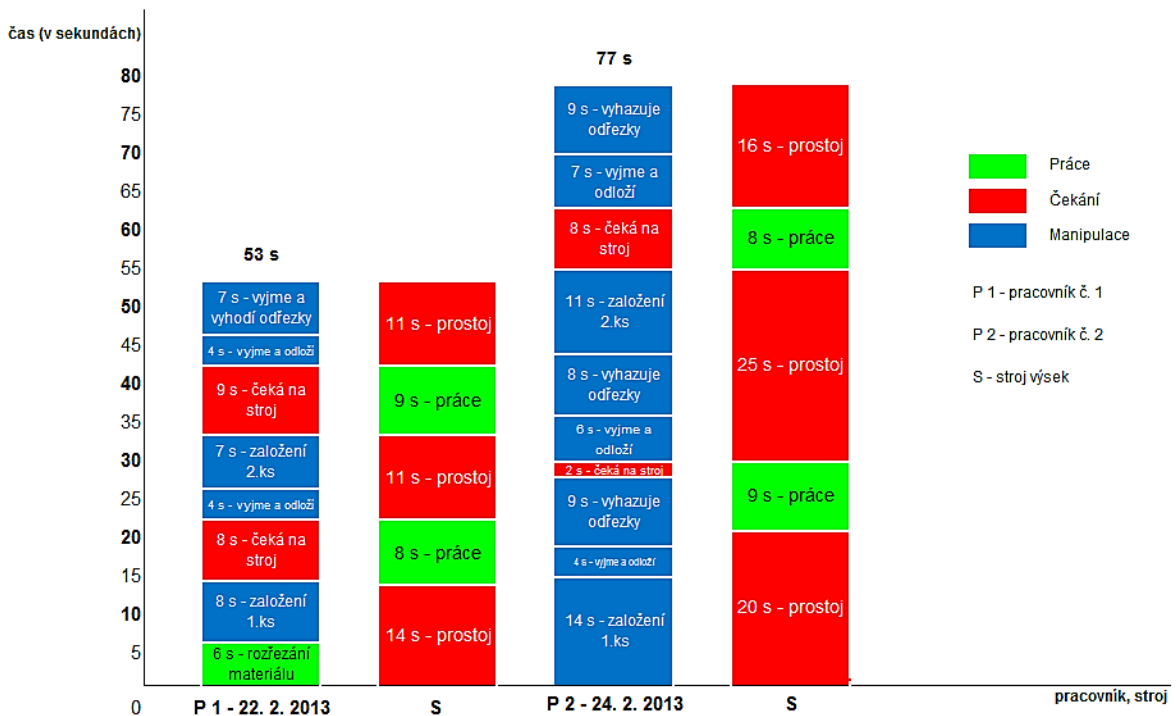
Graf 11: Porovnání cyklových časů pracovníků (vlastní zpracování)

Pracoviště tvarování

Pracovník tvarování stráví 15 sekund každého cyklu pouze chozením pro materiál, dalších 16 sekund čeká na ukončení chodu stroje a 24 sekund tvoří manipulace s materiálem (založení a vyjmutí), tj. dohromady 55 sekund. Zbylých 10 sekund rozřezává materiál. V průběhu 65 sekund (cyklový čas) se vyrobí 2 kusy.

Pracoviště výseku

Na tomto pracovišti čeká operátor také poměrně dlouhou dobu (17 sekund) na ukončení chodu stroje. V průběhu této doby je nečinný nebo stráví chůzí pro materiál. Celkový čas práce operátora je 36 sekund. Na tomto pracovišti dochází k diferencím v provádění práce. To ukazuje následující graf (Graf 12).



Graf 12: Srovnání pracovníků vysekávání (vlastní zpracování)

Při porovnání cyklových časů obou pracovníků jsem zjistila, že pracovník č. 2 vykonává práci o 25 sekund pomaleji než pracovník č. 1 při výseku stejného množství, tedy 2 kusů. Pokud vezmu v úvahu dané skutečnosti, mohl by první pracovník č. 1 vyrobit 138 kusů za 1 hodinu, kdežto pracovník č. 2 by vyrobil 92 kusů. Norma však činí 90 ks za hodinu.

Pokud se podíváme na srovnání výkonu stroje, zjistíme, že pokud stroj obsluhuje pracovník 1, pracuje stroj 17 sekund. Kdežto při obsluze stroje pracovníkem č. 2 je činnost stroje pouhých 9 sekund při cyklu 53 sekund. V průběhu jednoho cyklu je stroj, obsluhovaný prvním pracovníkem, využit na 32,1%, ale při obsluze druhým pracovníkem, činí výkonnost stroje pouhých 16,9%.

Pracoviště kompletace

Cyklový čas tohoto pracoviště je přibližně o polovinu nižší než u zbylých dvou pracovišť. Je to dáno z toho důvodu, že u pracoviště tvarování a výseku počítám cyklový čas při výrobě 2 kusů, kdežto u pracoviště kompletace vyrobí operátor za 25,5 sekundy 1 kus. Pokud tedy podělíme cyklové časy pracoviště tvarování a výseku dvěma, dojdeme k časům 32,5 s respektive 26,5 s.

6.4.5 MOST

Tato metoda slouží také k odhalení plýtvání v práci operátorů a k odstranění problémových činností. Pomocí MOSTu jsem zjistila délku trvání jednotlivých činností a porovнала ji s ručně naměřenými časy. Výhodou této metody je, že můžeme definovat i délku trvání budoucích operací.

6.4.5.1 Pracoviště tvarování

Následující tabulka (Tab. 7) zobrazuje popis jednotlivých úkonů pracovníka tvarování, včetně čekacích časů. V sedmém řádku je zaznamenán zbytečný pohyb operátora, který jde 3 kroky od stroje jen z toho důvodu, aby se opřel o řezací stůl, protože následujících 12 sekund čeká na stroj.

Tab. 7: MOST – pracoviště tvarování (vlastní zpracování)

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL												SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)		
				A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X						I	A
1.	Pracovnik jde 10 kroků k materiálu	H	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	1	160,00	5,76	9,60
2.	Vezme koberec, přeloží ho a přitom udělá 4 kroky	H	1	1	0	1	3	0	0	0	0	6					n	1	80,00	2,88	4,80	
3.	Vezme koberec do obou ruk, překlopí ho a jde 3 kroky ke stroji	H	1	1	0	3	0	0	0	0	6						n	1	100,00	3,60	6,00	
4.	Čeká 4s na ukončení chodu stroje	H	1	Procesní čas operátora (s)						Čas činnosti SIMO (s)						n	1	111,20	4,00	6,67		
				4						0,00												
5.	Zvedne koberec a umístí ho do podavače	H	1	0	0	0	1	0	6	0							n	1	70,00	2,52	4,20	
6.	Zmáčkne tlačítko od stroje a jde zpátky 10 kroků	H	1	1	0	1	1	0	0	16							n	1	190,00	6,84	11,40	
7.	Zmáčkne tlačítko od stroje vepředu a jde 3 kroky k řezacímu stolu	H	1	1	0	1	1	0	0	6							n	1	90,00	3,24	5,40	
8.	Čeká 12 s na ukončení chodu stroje	H	1	Procesní čas operátora (s)						Čas činnosti SIMO (s)						n	1	333,60	12,01	20,02		
				12						0,00												
9.	Jde 2 kroky ke stroji a vytahuje koberec	H	1	3	0	3	0	0	0	0							n	1	60,00	2,16	3,60	
10.	Drží koberec, jde 2 kroky k řezacímu stolu a odkládá koberec	H	1	0	0	0	3	0	1	0							n	1	40,00	1,44	2,40	
11.	Zmáčkne tlačítko od stroje, které má na dosah	H	1	1	0	1	1	0	0	0							n	1	30,00	1,08	1,80	
12.	Udělá 2 kroky a vezme si nůž ze stolu	H	1	3	0	1	0	0	0	0							n	1	40,00	1,44	2,40	
13.	Rozřeže koberec pomocí nože a nůž odkládá	H	1	0	0	0	1	0	3	0	6	1	0	1	0		n	1	120,00	4,32	7,20	

Hlavní činnosti (H)	51,29	85,49
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	51,29	
		tg (min/100 ks)	85,49	85,49
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	89,8	89,8

6.4.5.2 Pracoviště výseku

U tohoto pracoviště jsem se zaměřila především na porovnání práce dvou různých operátorů. Práce první pracovnice (Tab. 8) je dle MOSTu o téměř 16 sekund rychlejší než pracovníka druhého (Tab. 9). Je to způsobeno mimo jiné i tím, že druhý pracovník vyhazuje odřezky po vyseknutí každého kusu, kdežto první pracovnice vykonává tuto operaci pouze jednou, a to po vyseknutí obou kusů, což je rozdíl 5 sekund. Pokud však vezmeme v úvahu, že první pracovnice vykonává navíc operaci řezání, která trvá 4,5 sekundy, rozdíl se smaže.

Tab. 8: MOST – pracoviště výseku 1. varianta (vlastní zpracování)

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL												SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)	
1.	Bere si nůž, který má na dosah	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	20,00	0,72	1,20
2.	Rozřezává koberec a odkládá nůž na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A	C	A	B	P	A		n	1	120,00	4,32	7,20
3.	Získá 1ks a jde 4 kroky k výseku a umístí ho	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	130,00	4,68	7,80
4.	Jde 2 kroky a mačká tlačítko od stroje a vrací se 2 kroky zpět	H	1	A	B	G	M	X	I	A							n	1	80,00	2,88	4,80
5.	Čeká 8s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s)						Cas činnosti SIMO (s)						n	1	222,40	8,01	13,34	
				8						0,00											
6.	Vytahuje koberec ze stroje oběma rukama a odkládá na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	80,00	2,88	4,80
7.	Jde 2 kroky a bere si 2.ks a umístí do stroje	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	150,00	5,40	9,00
8.	Udělá 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	A	B	G	M	X	I	A							n	1	50,00	1,80	3,00
9.	Čeká 8s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s)						Cas činnosti SIMO (s)						n	1	222,40	8,01	13,34	
				8						0,00											
10.	Udělá 2 kroky a vezme koberec z výseku a odkládá na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	100,00	3,60	6,00
11.	Udělá 2 kroky k výseku, bere si odřezky, vyhazuje je a vrací se	H	1	A	B	G	A	B	P	A							n	1	140,00	5,04	8,40
Hlavní činnosti (H)																	47,33	78,89			
Procesní čas stroje (P)																	0,00	0,00			
Vedlejší činnosti (V)																	0,00	0,00			
Manipulační činnosti (M)																	0,00	0,00			
Ostatní činnosti (O)																	0,00	0,00			

		MOST (sec)	47,33	
		tg (min/100 ks)	78,89	78,89
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	82,8	82,8

Při srovnání počtu činností jednotlivých pracovníků zjistíme, že druhý pracovník vykonával o devět činností více než první pracovník. Jedná se například o zbytečné překládání dvou kusů na sebe, jejich přeložení na skluz či chození s odřezky ke kontejneru po každém výseku.

Tab. 9: MOST – pracoviště výseku 2. varianta (vlastní zpracování)

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL								SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)		
				A	B	G	A	B	P	A	O							
1.	Pracovník vezme 1ks do obou ruk a přeloží ho na druhý kus	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	60,00	2,16	3,60		
2.	Vezme 2ks oběma rukama a 1ks odloží na skluz	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	20,00	0,72	1,20		
3.	Pracovník drží 1ks a jde s ním k výseku 5 kroků	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	100,00	3,60	6,00		
4.	Drží koberec v jedné ruce a do druhé ruky bere vyseknutý kus a odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	40,00	1,44	2,40		
5.	Ukládá nevýseknutý koberec do výseku	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	70,00	2,52	4,20		
6.	Jde 3 kroky, odkládá koberec na stůl (ve druhé ruce drží odřezky)	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	70,00	2,52	4,20		
7.	Jde 4 kroky, zmáčkne tlačítko od výseku	H	1	A	B	G	M	X	I	A	O	n	1	80,00	2,88	4,80		
8.	Jde 1 krok a vyhazuje odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	40,00	1,44	2,40		
9.	Jde 6 kroků k výseku	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	100,00	3,60	6,00		
10.	Procesní čas operátora-čeká 2s na stroj	H	1	Procesní čas operátora (s) 2								Cas činnosti SIMO (s) 0,00		n	1	55,60	2,00	3,34
11.	Jde 3 kroky k výseku, uchopí koberec a vytáhne jej společně s odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	90,00	3,24	5,40		
12.	Jde 3 kroky a odkládá vyseknutý koberec na stůl (ve druhé ruce drží odřezky)	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	70,00	2,52	4,20		
13.	Udělá 6 kroků a vyhazuje odřezky, které drží v ruce	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	110,00	3,96	6,60		
14.	Jde zpátky 7 kroků a bere si 2.ks a umístuje do výseku	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	230,00	8,28	13,80		
16.	Jde 4 kroky a zmáčkne tlačítko a jde 3 kroky zpět	H	1	A	B	G	M	X	I	A	O	n	1	140,00	5,04	8,40		
17.	Procesní čas operátora-čeká 4s na stroj	H	1	Procesní čas operátora (s) 4								Cas činnosti SIMO (s) 0,00		n	1	111,20	4,00	6,67
18.	Jde 4 kroky k výseku a vytahuje 2.ks i s odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	90,00	3,24	5,40		
19.	Udělá 3 kroky, odkládá vyseknutý koberec na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	70,00	2,52	4,20		
20.	Jde 5 kroků a vyhazuje odřezky, které stále drží v ruce a jde 7 kroků zpět	H	1	A	B	G	A	B	P	A	O	n	1	210,00	7,56	12,60		
Hlavní činnosti (H)													63,24	105,41				
Procesní čas stroje (P)													0,00	0,00				
Vedlejší činnosti (V)													0,00	0,00				
Manipulační činnosti (M)													0,00	0,00				
Ostatní činnosti (O)													0,00	0,00				

		MOST (sec)	63,24	
		tg (min/100 ks)	105,41	105,41
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	110,7	110,7

6.4.5.3 Pracoviště kompletace

Pracovnice dělá několik zbytečných kroků v průběhu jednotlivých operací. V tabulce (Tab. 10) jsou možná plýtvání a potenciál ke zlepšení zaznačen červeně.

Pokud se podíváme na první operaci nanášení lepidla na pady, zvolila bych nanesení a dva kusy. Tato operace sice bude o 0,7 sekundy delší (oproti 6 ks – 3,18 s), avšak pokud vezmeme v úvahu, že by pracovnice musela nanést lepidlo ještě jednou, bude z hlediska plýtvání i času výhodnější navrhovaná varianta.

Při stříhání si pracovnice koberec musí nejprve zvednout, protože díl k vystřížení se nachází v horní části a operátorka by se musela příliš natahovat (menší vzrůst). Tato operace trvá 1 sekundu na 1 kus. Při výrobě 80 kusů, což je naplnění bedny, je úspora 80 sekund každých 9 minut (ručně naměřený cyklus pro 20 kusů).

Další plýtvání se nachází ve zbytečné chůzi a manipulaci, kdy pracovnice neustále přejíždí s posuvným stolem, otáčí si ho. Nevhodné je umístění pistole v polici, která je vzdálená 2 kroky a po použití se pracovnice vrací zpět a pistoli odkládá. Bylo by vhodné uchytit pistoli přímo ke stolu.

Tab. 10: MOST – pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL	SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
1.	Vezme si pistoli do jedné ruky (na dosah) a nanáší lepidlo	H	1	A 3 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 0 S 6 A 0 B 0 P 1 A 0	n	0,17	88,33	3,18	5,30
2.	Vezme si 1 pad do ruky	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	1,00	20,00	0,72	1,20
3.	Udělá 2 kroky (kus drží) a nalepi ho na koberec	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	1,00	60,00	2,16	3,60
4.	Vezme si štítek a nalepi ho na koberec	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	1,00	60,00	2,16	3,60
5.	Do druhé ruky si vezme koberec a zvedne ho	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	1,00	30,00	1,08	1,80
6.	Odstřihne kousek materiálu z koberece	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0 C 1 A 0 B 0 P 1 A 0	n	1,00	70,00	2,52	4,20
7.	Drží koberec a položí na stůl (přitom udělá jeden krok)	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	1,00	60,00	2,16	3,60
8.	Jede s vozíkem, udělá při tom tři kroky	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,05	6,00	0,22	0,36
9.	Ohne se a vezme si 1 kus koberece do jedné ruky (počítá)-20x	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0 T 1 A 0 B 0 P 1 A 0	n	0,05	31,50	1,13	1,89
10.	Jde 3 kroky a posouvá vozík s kobercí	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	1,00	120,00	4,32	7,20
11.	Jde 2 kroky a bere si z police pistoli na opálení a vrací se zpět	H	1	A 3 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 0	n	0,05	3,50	0,13	0,21
12.	Opalování 20ks	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,05	65,50	2,36	3,93
13.	Odlóží pistoli	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	0,05	3,50	0,13	0,21
14.	Uchopí vozík a otáčí si ho a ujde 2 kroky	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,05	4,00	0,14	0,24
15.	Vezme si x ks koberečů do obou ruk a umístí je do bedny, která je vzdálená 1 krok od vozíku	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	0,05	19,50	0,70	1,17
16.	Jde 5 kroků, uchopí vozík a jede s ním nazpět	H	1	A 3 B 0 G 1 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,05	7,50	0,27	0,45
17.	Uchopí bednu s 80ks a otáčí ho	H	1	A 3 B 0 G 1 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,0125	1,25	0,05	0,08
18.	Zavře bednu háky	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0	n	0,0125	1,38	0,05	0,08
19.	Odvéze bednu	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,0125	2,63	0,09	0,16
20.	Doveze bednu	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,0125	2,63	0,09	0,16
21.	Razítkuje štítky 80ks	H	1	A 1 B 0 G 0 A 3 B 0 P 1 A 0 K 1 A 0 B 0 P 1 A 0	n	0,0125	20,88	0,75	1,25
22.	Otáčí etikety po 10 ks	H	1	A 1 B 0 G 0 M 1 X 1 I 1 A 0	n	0,0125	1,00	0,04	0,06
Hlavní činnosti (H)								24,45	40,75
Procesní čas stroje (P)								0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)								0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)								0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)								0,00	0,00

		MOST (sec)	24,45	
		tg (min/100 ks)	40,75	40,75
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	42,8	42,8

Po eliminaci výše uvedených činností a pouhým přeuspořádáním pracoviště, ušetří pracovnice 5,3 s/1 kus, což je časová úspora 21,7%.

7 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Analýza výrobního procesu Rear carpetů odhalila řadu rezerv. Tato kapitola shrnuje fakta a nastiňuje možnosti řešení ve smyslu opatření a budoucích návrhů v oblasti organizace práce, materiálového toku a pracoviště.

7.1 Organizace práce

V následující tabulce (Tab. 11) jsou shrnuty ke každému problému v organizaci práci nastíněna řešení.

Tab. 11: Organizace práce – návrhy řešení (vlastní zpracování)

Problém	Řešení
Hledání team-leaderů po celé výrobní hale při poruše stroje.	Na každé pracoviště umístit vysílací zařízení, pomocí kterého by bylo možné se spojit s team-leaderem. V případě poruchy stroje by bylo vhodné umístit andony, které by při vzniku problému ihned informovaly mechaniky.
Hledání pracovníků kvality při vzniku nekvality (pracovníci nevědí, do které části automobilu se vyráběné výrobky umísťují, tudíž sami nemohou posoudit, zda bude vada viditelná či nikoli -> pracovník kvality posuzuje stupeň nekvality mimo jiné podle tohoto kritéria).	Instalace vysílaček popřípadě telefonů. Při vzniku nekvality je na společnosti, jakou odpovědnost dá operátorům. Při posuzování nekvality pracovníky linek by musel být vytvořen standard, podle kterého by se zaměstnanci řídili. Musela by být stanovena hranice, kdy už operátor nemůže rozhodnout o puštění nekvality k zákazníkovi sám.

7.2 Analýza materiálového toku

Hodnota VA-indexu 0,092%, získaná z VSM mapy, je poměrně alarmující. Příčina nízkého VA-indexu je způsobena především vysokými zásobami v externím skladu ve Frýdku Místku.

7.3 Analýza pracoviště

V této části shrnu, jaké problémy se vyskytují na jednotlivých pracovištích, a navrhu řešení pro jejich eliminaci.

7.3.1 Pracoviště 1 – tvarování

V následující tabulce (Tab. 11) jsou shrnuty ke každému problému na pracovišti tvarování práce nastíněny možnosti řešení.

Tab. 12: Pracoviště 1 – návrhy řešení (vlastní zpracování)

Problém	Řešení
Dlouhé trasy při pohybu na pracovišti	Instalace automatického podavače, čímž se ušetří 48 sekund práce operátora (zůstanou činnosti vyjmutí a odložení materiálu ze stroje -7 s; a rozřezání na 2 kusy - 10 s), která může být využita na jiném pracovišti.
Nevyužitý čas pracovníka <ul style="list-style-type: none"> ○ 55s/65s stráví manipulací s materiálem, chůzí nebo čekáním na stroj. 	Snížení taktu timu stroje; přeskupení operací mezi jednotlivé operátory sníží nevyužitý čas pracovníka.

7.3.2 Pracoviště 2 – výsek

Následující tabulka (Tab. 13) ukazuje problémy na pracovišti výseku, ke kterým jsou navrženy možnosti řešení.

Tab. 13: Pracoviště 2 – návrhy řešení (vlastní zpracování)

Problém	Řešení
Častá chůze pracovníka	Snížení počtu kroků mezi jednotlivými operacemi navrhuji řešit změnou layoutu pracoviště a přeuspořádáním činností pracovníků.
Nedodržování standardů – pracovníci na různých směnách vykonávají práci odlišným způsobem (vyhazování odpadu).	Vytvoření nového standardu, který zpřehlední činnosti na pracovišti (frekvence čištění stroje od výseků).
Neostrost formy způsobuje nevyseknutí všech částí, což má za následek, že pracovníci kompletace musí tyto části vystřihávat popř. opalovat hrany od nití, což zvyšuje cyklový čas o 7 s/1 ks.	Opravení formy popřípadě výseku, což sníží manipulační časy na pracovišti kompletace. Složitější opravy na strojích mohou vykonávat pouze Korejci, jež jsou vlastníky strojů.

7.3.3 Pracoviště 3 – kompletace

Jak u předchozích pracovišť, tak i na kompletaci jsem shrnula zásadní problémy, které vyplynuly z analýzy, a ke každému problému jsem navrhla možnost řešení (Tab. 14).

Tab. 14: Pracoviště 1 – návrhy řešení (vlastní zpracování)

Problém	Řešení
Nanesení lepidla na 6 kusů padů způsobuje zasychání, což má za následek, že operátorka musí nanést lepidlo znovu.	Pracovnice si na stůl vychystají pouze dvě řady padů a budou nanášet lepidlo pouze na dva. To vyřeší problém se zasycháním lepidla.
Operace stříhání a opalování se provádějí z důvodu neostrosti výseku – tyto operace v souhrnu činí 7 s/ 1 ks.	Oprava výseku přinese eliminaci činností stříhání a opalování (úspora 7 s/ 1ks). - eliminace stříhání = úspora 115,1 min/den, 174 ks/den více -> 5 220 ks/ měsíc. - eliminace stříhání, opalování = úspora 231,5 min/den (3,86 hod), 350 ks/den více -> 10 500 ks/měsíc.
Při operaci stříhání musí pracovnice zvednout výrobek, protože díl na vystřihnutí se nachází v horní části a pracovnice zde z důvodu nízkého vzrůstu nedosáhne.	Stůl, na kterém se stříhání vykonává, opatřit systémem, který by umožnil nastavení sklonu.
Pistole na opalování je umístěna v polici, pracovnice pro ni musí jít 3 kroky.	Pistole se umístí na posuvný stůl, na který si pracovnice odkládá hotové výrobky připravené k opalování. Tato změna bude mít pozitivní vliv nejen na čas, ale i na pohodlnost při vykonávání této operace a na ergonomii.
Tabule, na které jsou umístěny standardy a na kterou umísťují pracovnice vyplněnou dokumentaci, je umístěna na špatně přístupném místě (za kontejnerem vedle výseku) a poměrně daleko.	Tabule se přemístí blíže k pracovišti, což povede k přehlednosti a povede ke snížení počtu kroků mezi pracovištěm a tabulí. Tuto změnu promítnu v novém layoutu.

7.4 Návrhy variant

Z analytické části vyplynuly některé nedostatky, které je možné řešit ihned. Z toho důvodu se zde zabývám dvěma částmi, z nichž první se věnuje okamžitým opatření a druhá se zabývá hlubším zkoumáním.

7.4.1 Okamžitá opatření

Tato opatření lze provést ihned bez potřeby hlubšího zkoumání či plánování. Jednotlivé problémy včetně návrhů na jejich řešení uvádím v následující tabulce (tab. 15).

Tab. 15: Okamžitá opatření (vlastní zpracování)

Problém	Návrh řešení	Přínos
Nanesení lepidla na více kusů padů způsobuje jeho zasychání.	Nanášet lepidlo pouze na dva kusy a ty ihned spotřebovat.	Úspora materiálu (financí) a času.
Obtížná manipulace při stříhání	Stůl s nastavitelným sklonem	Úspora času, ergonomie.
Umístění pistole v polici	Montáž stojanu ke stolu	Úspora času.
Tabule se standardy na kompletaci umístěna na špatně přístupném místě	Přemístění tabule blíže k pracovišti kompletace	Přehlednost pracoviště.

7.4.2 Dlouhodobější opatření

Následující tabulka (Tab. 16) zobrazuje problém, který se na daném pracovišti vyskytuje, příčinu problému, která způsobila stávající stav. K jednotlivým problémům navrhuji způsob řešení, předpokládaný potenciál na zlepšení a priority, ve kterých se budou jednotlivé problémy řešit.

Tab. 16: Dlouhodobější opatření (vlastní zpracování)

Příčina	Problém	Pracoviště	Návrh řešení	Potenciál	Priorita
Vzdálené zdroje	Dlouhé trasy operátorů	Tvarování, výsek	Nové uspořádání pracoviště (v případě tvarování zavedení automatického podavače)	90%	1.
Stručný standard	Rozdílné vykonávání činností	Výsek, kompletace	Vytvoření nového podrobnějšího standardu	100%	2.
Neostrost formy výseku	Vykonávání operace stříhání a opalování	Výsek	Oprava formy	50%	3.

7.5 Výběr vhodné varianty

Pro projektovou část je vybráno několik oblastí. Jednotlivé problémy byly prodiskutovány s manažerem výroby. Mým úkolem v projektové části je:

- **navržení nového layoutu;**
- **vybalancování linky při taktu:**
 - 40 s,
 - 30 s,
 - 25 s;
- **vytvoření nového standardu pro takt 25 sekund:**
 - pracoviště tvarování,

- pracoviště vysekávání,
- pracoviště kompletace;
- **zhodnocení projektu:**
 - z hlediska produktivity,
 - z hlediska nákladového,
 - z hlediska přínosů.

8 VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU

V této části diplomové práce se zabývám rozpracováním jednotlivých návrhů a zhodnocením projektu z hlediska produktivity a nákladů.

8.1 Východiska projektu

Při návržení nového uspořádání pracoviště budu brát v potaz i ostatní výrobky, které se na lince vyrábějí. Pracoviště bude navrženo s cílem minimalizace tras operátorů v průběhu výkonu jednotlivých operací.

Dalším cílem je vybalancování linky. Stroj tvarovačka je úzkým místem celého systému, proto budou ostatní pracoviště podřízena právě taktu tohoto stroje. Současný takt stroje je 40 sekund, po květnové přestavbě se sníží na 30 sekund a cílovou hodnotou je 25 sekund, proto budu balancovat linku pro tyto časy.

Podstatnou součástí projektu je vypracování standardu pracoviště vysekávání, kde existují velké časové rozdíly ve vykonávání jednotlivých činností mezi jednotlivými pracovníky. Dále vypracuji standard pro pracoviště kompletace. Cílem tohoto standardu je, aby všichni pracovníci vykonávali práci stejným způsobem a stejně dlouhý čas.

8.2 Stávající produktivita

Zlepšení produktivity na pracovišti patří k základním cílům této práce. Na pracovišti se nachází dva stroje – tvarovačka, výsek. V době pozorování (28. 2. 2013) byly tyto stroje v chodu 8,9 hodin respektive 2,9 hodiny. Každý stroj je obsluhován jedním pracovníkem, který pracuje v době 6:00 – 18:00. Přestávky trvají 45 minut. Během směny mají pracovníci 5 minut na rozjezd a uzavření směny a dalších 5 minut 5S. Disponibilní čas pracovníka tedy činí 11 hodin.

Totální produktivita:

Vycházím z doby pozorování (12 hodin) a výsledků analýzy. Uvažuji se dvěma vstupy – mzdové náklady (uvažuji s průměrnou mzdou Moravskoslezského kraje 23 577,- Kč navýšenou o 34% sociálního a zdravotního pojištění odváděného zaměstnavatelem – hodinová sazba 176 Kč/hod) a provoz stroje. Výstupem je počet vyrobených kusů během pozorování. (Český statistický úřad, ©2013)

Výstup – 1078 ks.

Pracovník – 2 pracovníci po dobu 11 hodin, mzda 176 Kč/hod.

Stroj 1 – tvarování, se spotřebou 55 kWh po dobu 8,6 hodin se sazbou 5,- Kč/1kWh.

Stroj 2 – výsek, se spotřebou 20 kWh po dobu 2,9 hodin se sazbou 5,- Kč/1kWh.

Výpočet:

$$TP = \frac{1078}{2(11*176) + (8,6*55*5) + (2,9*20*5)} = 0,165$$

Výsledkem je 0,165 výrobku na jednu vloženou korunu. Hodnota je ovlivněna vysokou mzdou pracovníků, která není zcela přesná.

Parciální produktivita

Parciální produktivitu počítám ke vstupu pracovní síly a strojního zařízení.

$$\text{Pracovník} = \frac{1078}{11} = 98 \text{ ks/hod}$$

$$\text{Stroj 1} = \frac{1078}{8,9} = 121,1 \text{ ks/hod}$$

$$\text{Stroj 2} = \frac{1078}{2,9} = 371,72 \text{ ks/hod}$$

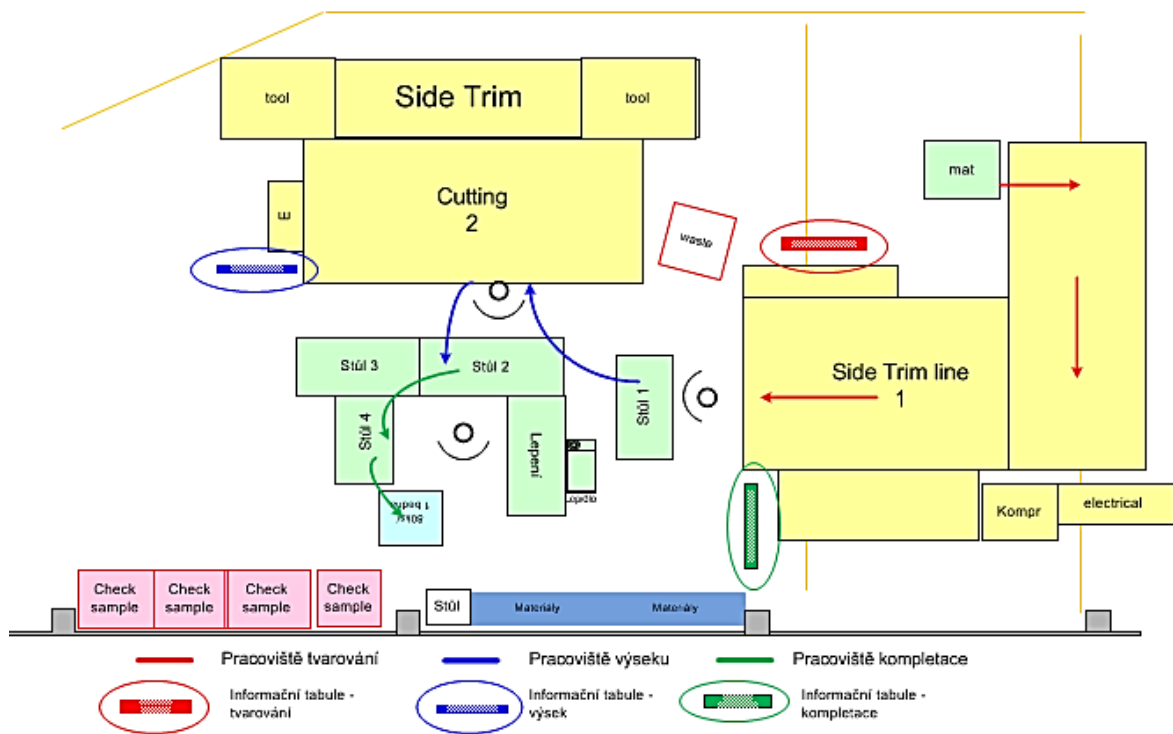
8.3 Uspořádání pracoviště

V době mezi 3. – 11. 5. 2013 proběhne na lince odstávka. Jejím cílem bude přeuspořádání pracoviště tak, aby se minimalizovalo množství kroků operátorů jednotlivých pracovišť. Tuto přestavbu si provede firma sama. Se zavedením automatického podavače se počítá až v druhé etapě, tj. na podzim roku 2013.

8.3.1 Situace bez instalace automatického podavače

Po květnové přestavbě bude layout uspořádán dle obrázku níže (Obr. 22). Hlavní změnou oproti původnímu layoutu bude přesunutí tvarovačky na pravou stranu. Dojde také k přesunutí informačních tabulí blíže k jednotlivým pracovištím (viz Obr. 22).

Počet operátorů na lince zůstane neměnný, tedy tři – jeden na pracovišti tvarování, druhý pracovník na výseku a třetí na kompletaci.



Obr. 22: Nové uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)

8.3.2 Situace při instalaci automatického podavače

Pokud společnost pořídí automatický podavač, navrhuji rozdělit pracoviště dle následujících variant.

8.3.2.1 Varianta č. 1

V této variantě jsem navázala na původní variantu a počítala jsem ještě s taktem 64 sekund. Pokud by byl na lince tvarování nainstalován automatický podavač materiálu, zůstalo by pracovníkovi tvarování pouze 19 sekund práce (činnost řezání je přesunuta pouze na prvního pracovníka).

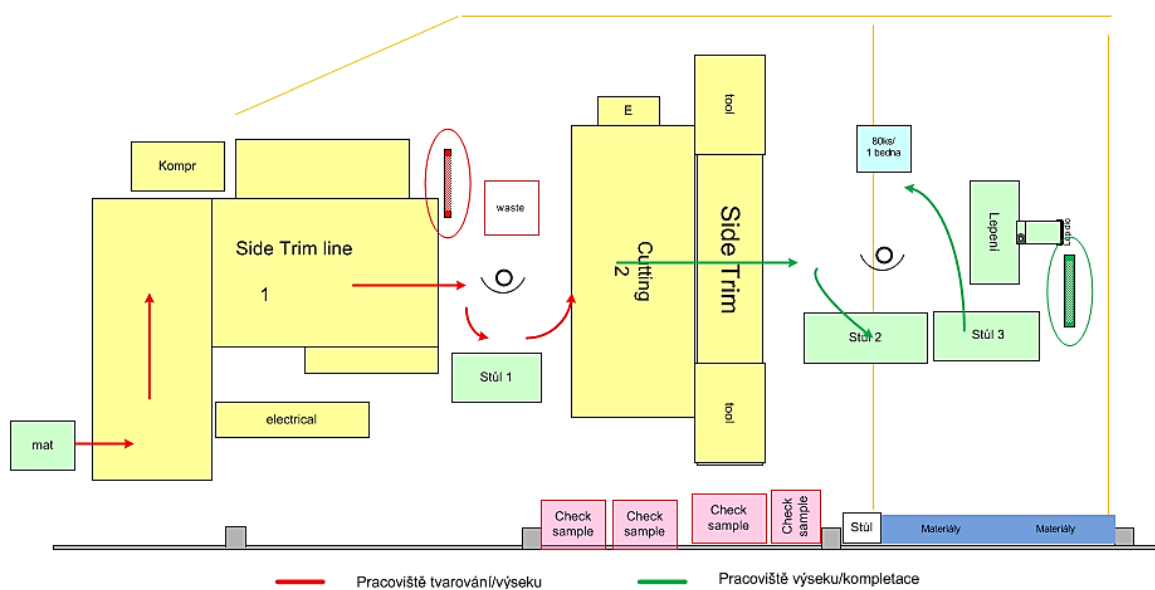
Stroj tvarování je úzkým místem celého systému. I přes zlepšení, která jsou plánována, bude tvarování stále úzkým místem, i při plánovaném taktu 25 sekund. V tomto případě jsem počítala s taktem 64 sekund.

$$\text{Počet operátorů} = \frac{64+30+25,5}{64} = 1,87$$

Po dosazení do vzorce jsem zjistila, že by k práci byli potřeba pouze dva operátoři. Pro tento fakt jsem navrhla nový layout, který je zobrazen na obrázku výše (Obr. 23). Vize je

taková, že výsek se stane sdíleným zařízením mezi dvěma operátory. Pracovník č. 1 bude do výseku vkládat materiál a na druhé straně druhý pracovník materiál vyjme. Materiálový tok je zaznačen šipkami dle pracoviště. Z obrázku je patrné přemístění tabule s pracovními postupy a výrobními kartami, pro pracoviště tvarování/výseku je tabule zakroužkována červeně, pro pracoviště výseku/kompletace je zakroužkována zeleně.

Další výhodou tohoto uspořádání je umístění kontejneru s odpadem a bedny na hotové výroby přímo u cesty. Především pracovníci kompletace by toto umístění ušetřilo odvezení plné bedny a přivezení prázdné.



Obr. 23: Nové uspořádání pracoviště – varianta č. 1 (vlastní zpracování)

Tato varianta by byla možná za předpokladu, že by se k tvarovačce nainstaloval výměnný kolejnicový systém podobně jako u výseku. Ten je nutný při výměně forem. Vzdálenost mezi tvarovačkou a výsekem by byla 3 metry. Za těchto podmínek by se uspořilo 25 minut z celkové jedné hodiny výměny formy.

Co se týká nákladů na pořízení kolejnicového systému, jedná se o částku 950 000,- Kč. Z toho 650 000,- Kč činí dokovací stanice a 300 000,- Kč platforma.

Vzhledem k výši pořizovacích nákladů, bylo od této varianty upuštěno.

8.3.2.2 Varianta č. 2

Pokud by došlo k instalaci automatického podavače, zůstalo by uspořádání pracoviště stejné jako na obrázku č. 22 (Obr. 22). Hlavní změna by byla při rozdělení činností mezi

jednotlivé pracovníky. Této problematice jsem se dále věnovala v kapitole 8.3. Vybalancování pracoviště.

8.4 Vybalancování linky

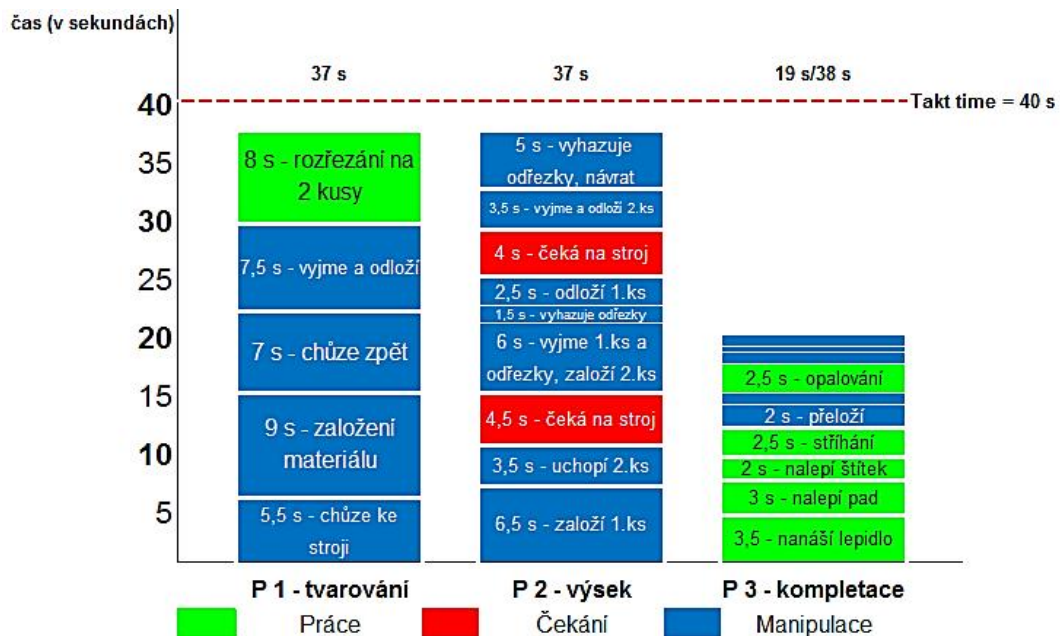
V této kapitole se zabývám vybalancováním pracoviště při různém taktu timu tvarovačky. Takt time je neustále snižován různými úpravami a opravami stroje. V květnové přestavbě se bude týkat i snížení času při výseku zrychlením pojezdů.

8.4.1 Vybalancování pracoviště při taktu 40 s

V současné době (druhá polovina dubna) se na pracovišti provedly úpravy týkající se stroje tvarování. Jedná se především o zkrácení taktu timu stroje z 64 sekund na 40 sekund. Ten byl snížen díky redukci času pojezdů a opravě transferu, který umožňuje zrychlení a zpřesnění pozice stroje.

V plánu je také zrychlení pojezdů výseku. V současnosti je výsek v chodu 9 sekund při výseku jednoho kusu. Z toho se 5 sekund výsek uzavírá. Tento čas lze zkrátit zrychlením a zkrácením vzdálenosti pojezdů. Tato oprava bude provedena v květnové přestavbě.

V této době je layout stále původní. Přestavba pracoviště proběhne v květnu.



Graf 13: Vybalancování linky při taktu 40 s (vlastní zpracování)

Jak můžeme vidět v grafu výše (Graf 13), práce jednotlivých operátorů bude vyvážená. Jednotlivé časy jsem získala z MOSTu (viz Přílohy P III – P V). Cyklový čas prvních dvou

pracovníků je vyšší z důvodu výroby 2 kusů. Pokud bychom vynásobili cyklový čas třetího operátora dvěma, získáme čas 38 sekund, což je stále pod takt time stroje 40 sekund.

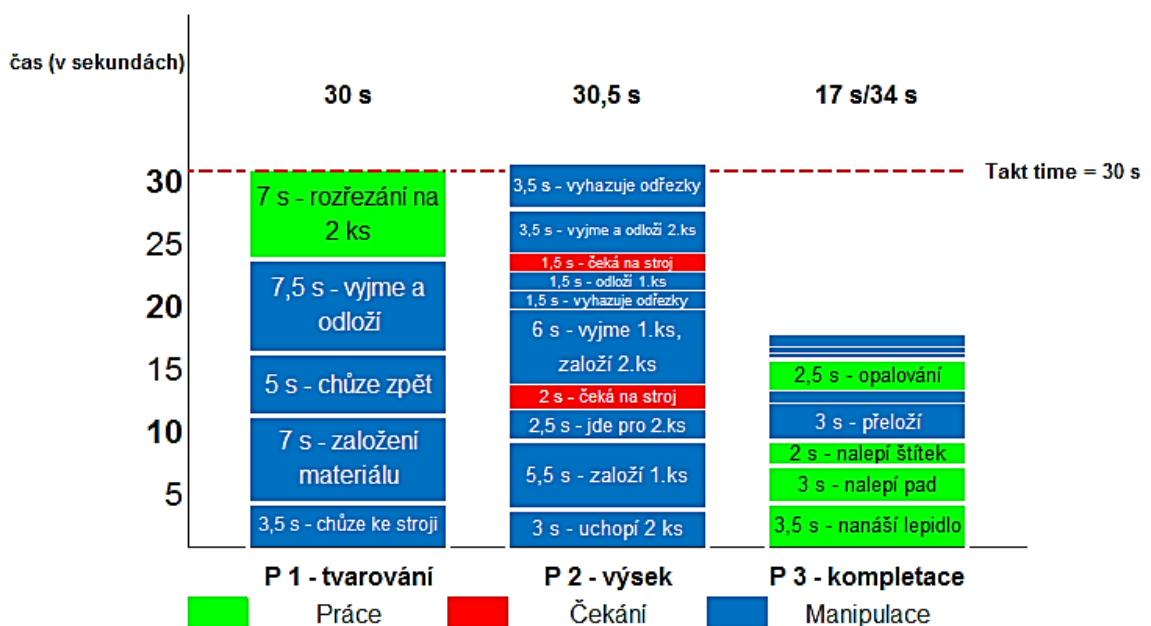
Vidíme, že pracovník tvarování již nečeká na stroj (původně 16 s) z důvodu zrychlení pojezdů a opravy transferů.

Pracovník výseku již nevykonává činnost řezání, ta je přenechána pracovníkovi tvarování. Díky tomu se uspoří 5 sekund času operátora.

Další změnou je snížení času kompletace. Je to z důvodu přeuspořádání pracoviště tak, aby operátorka nedělala zbytečné kroky v průběhu práce a měla všechny pomůcky po ruce. Jen díky tomuto přeuspořádání došlo k úspoře 6,5 sekund oproti původním 25,5 sekundám. Operace stříhání vykonávána z důvodu neostré formy výseku je do času 19 sekund započítána.

8.4.2 Vybalancování pracoviště při taktu 30 s

Cílem květnové přestavby linky Side Trim je hodnota taktu 30 sekund. Z grafu je patrné snížení času vykonávání některých činností. Je to z toho důvodu, že součástí vybalancování pracoviště při taktu 30 sekund je již změna layoutu (viz Obr. 22). Tato změna povede ke snížení počtu kroků mezi jednotlivými operacemi, především k redukci kroků u pracovníka tvarování.



Graf 14: Vybalancování linky při taktu 30 s (vlastní zpracování)

Cyklové časy pracoviště vysekávání a kompletace se nacházejí mírně nad takt timem stroje (viz Graf 14). Tyto časy jsem opět získala z MOSTu (viz Přílohy P VI – VIII). U pracoviště kompletace je potenciál snížení času, pokud dojde k opravě formy výseku a pracovnice nebude vykonávat operaci opalování (operace stříhání je z času již vyloučena). Tato operace trvá dle MOSTu 2,41 s/1ks. Pokud by byla tato operace eliminována, bude cyklový čas pracovnice 29 s/2 kusy, což je pod takt timem stroje 30 sekund.

8.4.3 Vybalancování při taktu 25 s

Do budoucna chce firma takt tvarovačky snížit na hodnotu 25 sekund. Tvarovačka má mimo jiné rezervy v zahřívání. Pro snížení času je potřeba vyměnit olejové topení za přímé elektrické topnice. Olejové topení totiž způsobuje kolísání teplot, a proto trvá déle, než se materiál zahřeje na požadovanou hodnotu.

Navrhnu, jak bude práce na lince Side trim při taktu 25 sekund rozdělena mezi jednotlivé pracovníky. Budu počítat s instalací automatického podavače, která je stejně jako výměna olejového topení za elektrické, nutná ke snížení taktu stroje.

8.4.3.1 Výpočet počtu operátorů

Pokud se s níží takt stroje na 25 sekund a bude nainstalován automatický podavač, zůstane pracovníkovi tvarování 14,5 sekundy práce (vyjme a odloží materiál, rozřezání na 2 kusy). V tomto případě je ale čas stroje vyšší než čas práce operátora, proto počítám s časem 25 sekund. Všechny časy byly získané pomocí metody MOST (viz Přílohy IX – XI).

Čas pracovníka tvarování při taktu stroje 25 sekund činí 23 sekund, proto při výpočtu beru v úvahu vyšší čas - strojní. Cyklový čas pracovníka výseku v tomto případě sice činí 27,5 sekundy, ale z toho 3 sekundy stráví operátor pouze čekáním na stroj. Proto jsem od 27,5 sekund odečetla 3 sekundy čekání, čas ve výpočtu 24,5 sekundy.

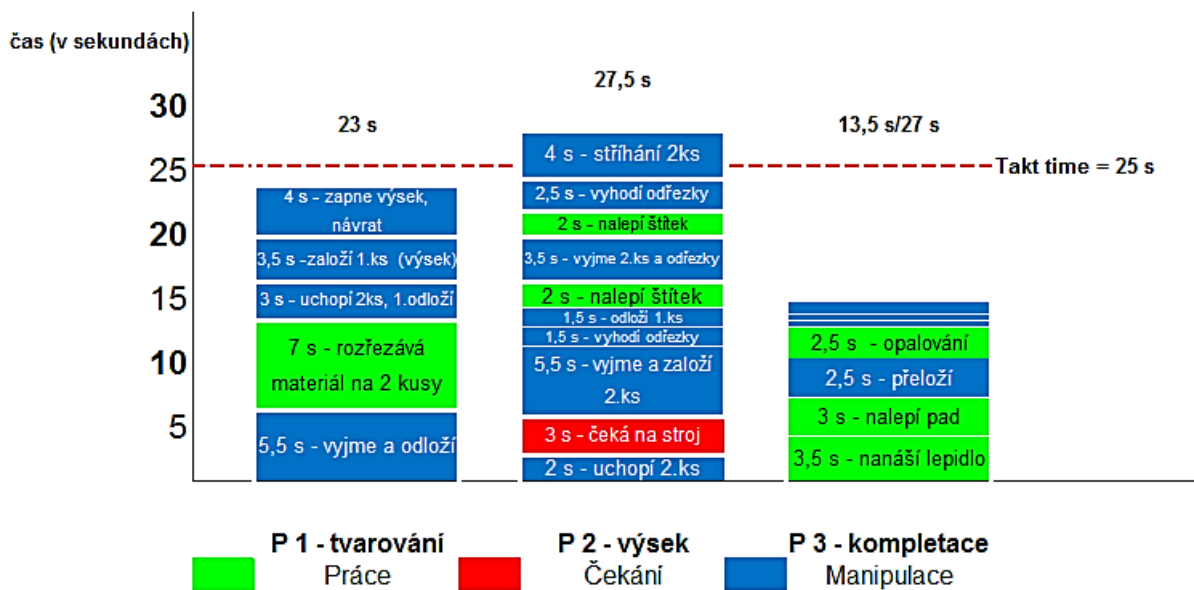
Cyklový čas pracovnice kompletace je 13,5 sekund, získaný z MOSTu při taktu stroje 25 sekund. Jak jsem uvedla výše, je zde potenciál pro snížení cyklového času při eliminaci operace opalování.

$$\text{Počet operátorů} = \frac{25+24,5+13,5}{25} = 2,52$$

Jak vidíme z výpočtu, jednotlivé cyklové časy jsem sečetla a podělila taktem stroje. V této situaci by bylo potřeba tři operátorů pro výkon prací. Při vybalancování pracoviště budu tedy počítat se třemi pracovníky.

8.4.3.2 Cyklové časy operátorů

Pokud budeme počítat se třemi operátory, bude rozdělení jejich činností vypadat následovně (viz Graf 15).



Graf 15: Cyklové časy operátorů při taktu 25 s (vlastní zpracování)

Jak jsem zmínila, počítám v této variantě s instalací automatického podavače. Z původních činností, které vykonával pracovník 1, zůstanou činnosti dvě – vyjmutí a odložení materiálu z tvarovačky a rozřezání na dva kusy. Díky tomu jsem převedla část činností pracovníka výseku na pracovníka číslo 1. Jedná se o uchopení dvou kusů po rozřezání, odložení jednoho na stůl, a založení prvního kusu do výseku a následné spuštění stroje. Tyto činnosti v souhrnu činí 23 sekund.

Následující tabulka (Tab. 17) zobrazuje přehled činností, které budou při taktu 25 sekund vykonávat jednotliví pracovníci.

Tab. 17: Přehled činností jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Operátor 1			Operátor 2		Operátor 3	
Činnost	Čas (v s)	Činnost	Čas (v s)	Činnost	Čas (v s)	
1.	Vyjme a odloží kus	5,5	Vezme si 2.ks	2,0	Nanáší lepidlo	3,5
2.	Rozřeže na 2 kusy	7,0	Vyjme 1.ks a odřezky, založí 2.ks	5,5	Nalepí pad	3,0
3.	Uchopí 2 ks, jeden odloží	3,0	Vyhodí odřezky	1,5	Přeloží kus na druhý stůl	2,5
4.	Založí 1 ks do výseku	3,5	Odloží 1.ks	1,5	Opalování	2,5
5.	Zapne výsek, návrat	4,0	Lepí etiketu	2,0	Manipulace s boxem	0,5
6.	-		Vyjme 2.ks včetně odřezků	3,5	Manipulace se stolem	0,5
7.	-		Lepí etiketu	2,0	Razítkuje etikety	1,0
8.	-		Vyhodí odřezky	2,5	-	
9.	-		Stříhání (2x)	3,5	-	
Celkem		23 s		23,5 s		13,5 s

Co se týká pracovníka výseku (operátor 2), přibude mu činnost lepení etikety na kompletaci. Dále bude vykonávat vyjmutí 1. kusu z výseku (byl založen operátorem 1), založení a vyjmutí 2. kusu, vyjmutí a vyhození odřezků z výseku vždy po každém vyseknutém dílu. Z tabulky vidíme, že doba trvání všech činností operátora je 23,5 sekund. V tomto čase nejsou započítány 3 sekundy čekání na ukončení chodu výseku, které však jsou započteny v grafu č. 19 (Cyklové časy operátorů při taktu 25 sekund).

Pracovník kompletace (operátor 3) bude i nadále nanášet lepidlo, lepit pady. Vidíme, že při vynásobení cyklového času dvěma, získáme čas 27 sekund. Je to sice nad takt 25 sekund, ale opět je zde potenciál v eliminaci činnosti opalování, která trvá 2,5 sekundy. Pokud by tato činnost eliminována nebyla, mohl by činnost razítkování etiket vykonávat například operátor č. 1.

Díky novému layoutu dojde ke snížení pohybu operátorů. Konkrétně můžeme vidět rozdíl v počtu kroků oproti původnímu stavu v následující tabulce (Tab. 18).

Tab. 18: Srovnání počtu kroků operátorů před/po změně layoutu (vlastní zpracování)

Pracovník tvarování				Pracovník výseku			
Původní stav	Nový layout	Rozdíl	Zlepšení v %	Původní stav	Nový layout	Rozdíl	Zlepšení v %
40	13	27	67,5%	43	18	25	58,1%

Vidíme, že rozdíl v případě pracoviště tvarování je 27 kroků, což je zlepšení o 67,5%. Na pracovišti vysekávání se podařilo díky novému layoutu snížit počet kroků na 18, což je zlepšení o 58,1%.

8.5 Pracovní standardy


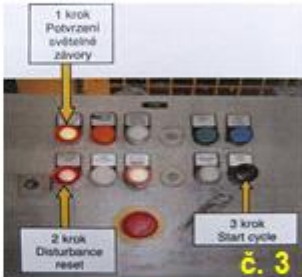







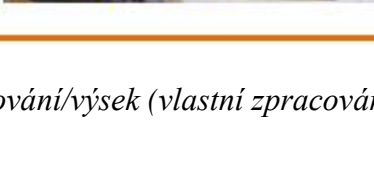
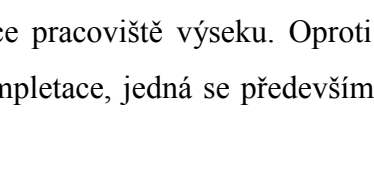
Pracovní instrukce jsou na jednotlivých pracovištích sice k dispozici, ale neustále dochází k provádění činností mezi jednotlivými pracovníky odlišným způsobem. Týká se to především pracovníků výseku a kompletace. Důsledkem těchto odlišností je nižší využití stroje výseku až o 50% či tvorba zásob před pracovištěm kompletace.

Pracovní standardy jsem vytvořila pro všechna tři pracoviště při taktu stroje 25 sekund. Jejich cílem je sjednocení práce operátorů na všech směnách a přehlednost vykonávaných činností.

Na obrázku níže (Obr. 24) je návrh na pracovní standard pracoviště tvarování/výseku. Je zde podrobný návod, na který stůl má pracovník díly odkládat, jak má ovládat stroje tvarování a výseku a jak má uložit kus do výseku. K jednotlivým obrázkům jsou napsány čísla bodů, kterým je obrázek přiřazen.

Pracovní instrukce

Pracoviště:	ST line - tvarování/výsek
Výrobek:	EL/SL Rear Carpet







1.	Zapnutí stroje provádí TL/mistr nebo osoba k tomu určená a proškolená.	
2.	Vyjměte vytvarovaný dál a odložte jej na řezací stůl.	
3.	Stiskněte tlačítko stroje.	
3.a	Na ovládacím panelu nejprve stiskněte oranžové tlačítko - potvrzení světelné závory.	
3.b	Stiskněte červené tlačítko - disturbance reset.	
3.c	Stiskněte černé tlačítko - start cycle. Stroj se automaticky spustí.	
4.	Vemte si do ruky nůž a rozřežte koberec na dvě části dle vodičích drážek na řezacím stole.	
5.	Vemte si do ruky oba kusy a jeden odložte na stůl č. 2.	
6.	Kus, který držíte, vložte řádně do výseku - dotlačte.	
7.	Spustíte stroj stisknutím oranžového tlačítka - kvitace optické závory a následně stiskněte zelené tlačítko - start. Spustí se výsek.	
8.	Vraťte se zpět k tvarovačce.	

Obr. 24: Pracovní instrukce – pracoviště tvarování/výsek (vlastní zpracování)

Na obrázku níže (Obr. 25) vidíte pracovní instrukce pracoviště výseku. Oproti původní variantě přibyly pracovníkovi některé činnosti z kompletace, jedná se především o lepení etikety a střihání.

V pracovním standardu je přesně dáno, kdy má pracovník výsek čistit od zbytků, na který stůl má kusy odkládat nebo jak má ovládat stroj.

Pracovní instrukce	
Pracoviště:	ST line - vysekávání
Výrobek:	EL/SL Rear Carpet
1.	Zapnutí stroje provádí TL/mistr nebo osoba k tomu určená a proškolená.
1.a	Stiskněte tlačítko Řízení zapnout.
1.b	Stiskněte tlačítko Potvrzení nouzového vypínače.
1.c	Stiskněte tlačítko Hydraulika zapnout.
2.	Ze stolu č. 2 si vezměte druhý kus a vyčkejte otevření lisu.
3.	Po otevření lisu vyjměte vyseknutý kus i s odřezky a vložte druhý kus (držte jej v ruce).
4.	Spusťte stroj stisknutím oranžového tlačítka - kvitace optické závory a následně stiskněte zelené tlačítko - start. Spustí se výsek.
5.	Vyhod'te odřezky do přistaveného kontejneru.
6.	Odložte vyseknutý kus na stůl č. 3.
7.	Nalepte etiketu do horní části dílu
8.	Po otevření lisu vyjměte druhý vyseknutý kus spolu s odpadem.
9.	Po otevření lisu vyjměte vyseknutý kus spolu s odpadem.
10.	Vyseknutý kus odložte na stůl č. 3.
11.	Nalepte etiketu do horní části dílu
12.	Odpad vyhod'te do přistaveného kontejneru.
13.	Odstříhnete nevyseknutou část v horní části dílu (2x).


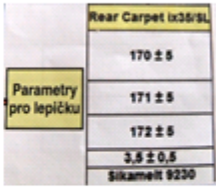
Obr. 25: Pracovní instrukce – pracoviště vysekávání (vlastní zpracování)

Následující obrázek (Obr. 26) popisuje činnosti u pracoviště kompletace. Je zde mimo jiné podrobně popsáno, na kolik kusů má pracovnice nanést lepidlo, kdy má začít s operací opalování a jak má výrobky balit.

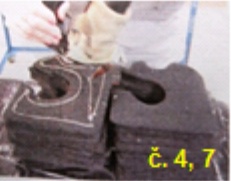

Pracovní instrukce


Pracoviště: ST line - kompletace
Výrobek: EL/SL Rear Carpet

Před začátkem práce	
1.	Přichystejte si pady do police pod stolem na lepení.
2.	Přivezte si prázdnou bednu.
3.	Orazítkujte si štítky a umístěte na kompletační stůl.
4.	Na stůl si přichystejte 2 sloupce padů po 10 kusech.
5.	Zkontrolujte nastavení parametrů pro lepičku. Stiskněte tlačítko zapnout.






Průběh kompletace	
6.	Z předešlé operace (výsek) máte připravený vytvarovaný díl na montážním stole.
7.	Naneste lepidlo na 2 kusy přichystaných padů.
8.	Vemte si jeden pad a nalepte ho na vymezeném místě na dílu.
9.	Zkontrolujte díl dle kontrolních bodů (RC 004 - Lepení a kompletace).
10.	Zkontrolujte díl dle kontrolních bodů (RC 005 - Montáž a finální kontrola).
11.	Po nahromadění 20 ks si vezměte pistoli a opalte hrany dílů.



Balení	
12.	Uložte výrobky do přichystaného boxu.
13.	Plný box (80 ks) uzavřete, odveďte na označené místo a přivezte si prázdný.

Obr. 26. Pracovní instrukce – pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Tyto standardy by bylo vhodné umístit na informační tabule k jednotlivým pracovištím.

8.6 Zhodnocení projektu

V této kapitole zhodnotím projekt z hlediska produktivity, nákladů a celkových přínosů pro firmu.

8.6.1 Z hlediska produktivity

Zde vyjádřím přínosy zlepšení z pohledu produktivity, a to jak totální produktivity, tak i parciální produktivity na pracovníka a stroje tvarování a výsek.

Pokud uvažuji se skutečností, že se takt time stroje tvarování snížil z původních 64 sekund na 30 sekund, budou schopni pracovníci vyrobit během 8 hodinové směny 1740 ks. Pracovníci nyní pracují 8 hodin na tři směny. Při výpočtu vyrobených kusů jsem zohlednila 30 minut přestávek a 15 minut na rozjezd a ukončení směny a 5S.

Dobu chodu výseku jsem spočítala vynásobením počtu kusů 5 sekundami (doba výseku), tedy $1740 \cdot 5$ a výsledek činí 2,42 hodiny.

Totální produktivita:

$$TP = \frac{1740}{2(7,25 \cdot 176) + (7,25 \cdot 55 \cdot 5) + (2,42 \cdot 20 \cdot 5)} = 0,363$$

Totální produktivita činí 0,363 výrobku na jednu vloženou korunu.

Parciální produktivita:

$$\text{Pracovník} = \frac{1740}{7,25} = 240 \text{ ks/hod}$$

$$\text{Stroj 1} = \frac{1740}{7,25} = 240 \text{ ks/hod}$$

$$\text{Stroj 2} = \frac{1740}{2,42} = 719 \text{ ks/hod}$$

Zhodnocení:

Zlepšení produktivity je zobrazeno v následující tabulce (Tab. 19).

Tab. 19: Shrnutí přínosů produktivity (vlastní zpracování)

Oblast	Původní	Po změnách	% Nárůst
Totální produktivita	0,165	0,363	120 %
Parciální produktivita pracovník	98 ks/hod	240 ks/hod	144,9 %
Parciální produktivita – stroj 1 (tvarování)	121,1 ks/hod	240 ks/hod	98,2 %
Parciální produktivita – stroj 2 (výsek)	371,72 ks/hod	719 ks/hod	93,2 %

8.6.2 Z hlediska nákladového

V předchozích kapitolách jsem navrhla různá řešení a zlepšení. Budu se věnovat jednotlivým návrhům postupně a na závěr uvedu celkovou sumu. Následující tabulka (Tab. 20) znázorňuje přehled pořízeného zařízení a jejich pořizovací cenu.

Co se týká květnové přestavby, budou ji provádět jak tři pracovníci externí firmy, tak dva mechanici vlastní. Hodinovou sazbu mechaniků jsem vypočítala z průměrné hrubé měsíční mzdy Moravskoslezského kraje, která činí 23 577,- Kč. Počítám s pracovní dobou 12 hodin, při měsíčním časovém fondu 180 hodin. Částku 23 577,- jsem zvýšila o 34%, což jsou náklady na zdravotní a sociální pojištění, které platí zaměstnavatel za zaměstnance. Výsledná hodinová sazba činí 176,- Kč.

Tab. 20: Náklady na zlepšení (vlastní zpracování)

	Počet osob	Hodinová sazba	Počet hodin/den	Počet dní	Celkem (Kč)
Přestavba - externí firma	3	350,-	12	9	113 400,-
Přestavba - vlastní pracovníci	2	176,-	12	11	46 464,-
Automatický podavač					500 000,-
Stojan na pistoli					200,-
Úprava stolu kompletace					1560,-
Tiskoviny na nástěnku					100,-
Celkem					661 724,-

8.6.3 Z hlediska přínosů

Změnou uspořádání pracoviště došlo k výraznému snížení počtu kroků vykonávaných pracovníky tvarování a výseku. Konkrétně se jedná o redukci kroků o 67,5% respektive 58,1%. Tato úspora má pozitivní vliv na množství vyrobených kusů, na ergonomii a na možnost pracovníků věnovat se činnostem přidávajících hodnotu.

Vytvoření nových standardů pro pracoviště tvarování, výseku a kompletace přináší sjednocení práce operátorů na různých směnách a zpřehlednění jednotlivých činností.

8.7 Další doporučení

V této firmě se vyjádřím k dalším krokům, které by bylo vhodné zavést ve společnosti pro možnost dalšího rozvoje:

- **Rozšířit principy uskutečněné na výrobní lince Side Trim** – kroky provedené na tomto pracovišti vzít jako vzor a pokusit se o podobný postup na ostatních pracovištích. Od prvotní analýzy až po projektové řešení a zavedení.
- **Týmová práce** – zavedení týmové práce na pracovištích, která povede k vyšší motivaci pracovníků a ke zvýšení znalostí. Součástí by mohla být i změna

mzdového systému, kdy budou pracovníci hodnoceni na základě výkonu jak jednotlivce, tak i týmu.

- **Eliminace plýtvání** – zaměřit se na odhalování plýtvání nejen ve výrobních, ale i v administrativních procesech.
- **Zavedení zlepšovacích návrhů** – systém zlepšovacích návrhů povede k vyšší motivaci pracovníků a bude dobrou základnou pro neustálé zlepšování. Je důležité zapojit pracovníky do zlepšování s vědomím, že jakýkoli námět je žádoucí.
- **SMED** – zaměřit se na problematiku rychlých změn u jednotlivých strojů, protože dochází poměrně k častým přestavbám strojů při změně výroby. Tento čas tak zabírá část pracovní doby.

ZÁVĚR

Obsahem diplomové práce bylo zvýšení produktivity na pracoviště Side Trim, změna uspořádání pracoviště s cílem snížení počtu kroků jednotlivých pracovníků a vybalancování pracoviště při rozdílném taktu stroje.

Zvýšení produktivity na pracovišti, jakožto hlavního cíle práce, bylo dosaženo, kdy všechny definované části produktivity byly zvýšeny. Totální produktivity dosáhla nárůstu 120% oproti původnímu stavu především díky snížení taktu stroje z 64 sekund na 30 sekund.

Tato práce je složena ze tří na sebe navazujících částí. V úvodní teoretické části se zabývám definicí a popisem samotného průmyslového inženýrství spolu s jeho zaměřením na klasické a moderní metody, analýzu spotřeby času a teorii omezení, dále štíhlou výrobou s výčtem souvisejících metod, štíhlým pracovištěm, štíhlým layoutem a standardizací. V neposlední řadě se věnuji neustálému zlepšování – kaizenu.

Pro zpřehlednění práce jsem si vydefinovala jednotlivé kroky. V prvním kroku jsem se definovala hlavní cíle projektu a zvolila vhodného reprezentanta pro analýzu. Analýza současného stavu je zaměřena na organizaci práce, analýzu materiálového toku, pracoviště a jednotlivých pracovníků. Na základě získaných dat jsem vyhodnotila jednotlivé oblasti a vypracovala varianty řešení. Ty byly sestaveny na základě prezentace výsledků představitelům společnosti, kde bylo rozhodnuto o dalších krocích.

Projektová část je zaměřena na konkrétní řešení. V prvním kroku jsem vypočítala současnou produktivit. Dále jsem řešila nové uspořádání pracoviště, vybalancování linky při různých taktech stroje a rozdělení činností mezi jednotlivé operátory při těchto taktech. Pro zpracování projektu jsem využila teoretických poznatků a výsledků analýzy. Závěr projektu jsem věnovala zhodnocení z hlediska produktivity a nákladů.

Změny a návrhy, které jsem uvedla v projektové části, byly firmou přijaty a staly se podkladem pro další práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA. Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 213 s. ISBN 80-247-0613-x.

DETTMER, William H. *Goldratt's Theory of Constraints: A System Approach to Continuous Improvement*. United States of America: ASQ Quality Press, 1997, 378 s. ISBN 0873893701.

CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

IMAI, Masaaki. *GembaKaizen*. 1. vyd. Brno: ComputerPress, 2005. 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, c2004, xxii, 330 s. ISBN 0071392319.

LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005, 104 s. ISBN 80-7357-095-5.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN. *Industrial Engineering Handbook*. 5. vyd. New York: McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-041102-6.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. 2. upr. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

ZANDIN, Kjell B. *MOST workmeasurementsystems*. 3rd ed., rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, c2003, xxiv, 519 s. ISBN 0824709535.

Internetové zdroje

ABILLA, Pete. Shmula goes Camping: Drum – Buffer – Rope. Shmula: σ business, technology, and stuff in between [online]. 2006. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.shmula.com/shmula-goes-camping-drum-buffer-rope/138/>.

Buňky: Dosažení plynulého toku materiálu řízeného požadavkem zákazníka. *SVĚT PRODUKTIVITY Beta* [online]. ©2012a [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Bunky.htm>.

Constraint Management jako účinný nástroj aplikace Knowledge managementu v podnikové praxi. *Inforum* [online]. ©2001 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.inforum.cz/archiv/inforum2001/prispevky/basl.htm>

Contact. *HP Pelzer Group* [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: http://www.pelzer.de/english/start_8.htm.

Časové studie – nástroj průmyslového inženýrství. *API: Academy of Productivity and Innovations*. [online]. ©2005 – 2012 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>

Krajská správa ČSÚ v Ostravě. *Český statistický úřad* [online]. ©2013 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/xt/redakce.nsf/i/home>.

KRIŠŤAK, Jozef. Analýza a meranie práce: MOST - systém pre analýzu, meranie a zlepšovanie práce. *Časopis Úspech – Produktivita a inovace v souvislostech* [online časopis]. 2007, roč. 2, č. 1 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://archiv.ipaslovakia.sk/UserFiles/File/ZL/Uspech/2007-1%20Uspech%20Analyza%20a%20meranie%20prace.pdf>

LÖFFELMANN, Jiří. Teorie omezení a zvyšování ekonomické efektivity. *IT Systems* [online časopis]. 2007, roč. 7, č. 5, [cit. 2012-11-14]. Dostupný z WWW: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/teorie-omezeni-a-zvysovani-ekonomicke-efektivita.htm>

Mapy Google [online]. ©2013 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://maps.google.cz/>.

Metody předem určených časů. *SVĚT PRODUKTIVITY Beta* [online]. ©2012b [cit. 2013-04-05]. Dostupné z:

<http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Methody-predem-urceny-ch-casu.htm>

O Teorii omezení. *Goldratt CZ* [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://goldratt.cz/teorie-omezeni-toc/o-teorii-omezeni.html>.

PAVELKA, Marcel. Workshopová metoda při zlepšování procesů. *API: Academy of Productivity and Innovations* [online]. 2012 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/71048.workshopova-metoda-pri-zlepsovani-procesu/>.

Průmyslové inženýrství. *Časopis Úspěch – Produktivita a inovace v souvislostech* [online časopis]. 2006, roč. 1, č. 0 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z WWW: <http://e-api.cz/page/69173.prumyslove-inzenyrstvi/>.

Průmyslové inženýrství. *CPI: Centrum Průmyslového inženýrství s.r.o.* [online]. ©2010 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z:

http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=32&sub_id=0&pos=1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CPI	Centrum průmyslového inženýrství
API	Akademie průmyslového inženýrství
MTM	Method Time Measurement
SMED	Single-Minute Exchange of Die
JIT	Just in Time
CPM	Critical Path Method
PERT	Program Evaluation and Review Technique
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance
TMU	Time Measurement Units
VA-index	Index přidané hodnoty
FIFO	First in, first out
DBR	Drum – Buffer – Rope
PDCA	Plan – Do – Control – Act
TQC	Total Quality Control
ZD	Zero Defect
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
CIP	Continuous improvement process
OIP	Ongoing improvement process
SDCA	Standard – Do – Check – Act
ISO	International Organization for Standardization
SWOT	Sternngths – Weaknesses – Opportunities – Threats
THP	Technicko-hospodářský pracovník
RIPRAN	Risk Project Analysis

VSM	Value Stream Mapping
OEE	Overall equipment effectiveness
TP	Totální produktivita
PP	Parciální produktivita

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Průmyslový inženýr (CPI, ©2010)	14
Obr. 2: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, s. 65)	17
Obr. 3: Vztahy mezi finančními metrikami TOC	23
Obr. 4: Drum – Buffer – Rope (Abilla, 2006).....	23
Obr. 5: Štíhlá výroba (Košturiak, Frolik, 2006, s. 23)	25
Obr. 6: Základní symboly pro mapování hodnotového toku (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 53).....	26
Obr. 7: Flexibilita výrobních buněk s ohledem na takt zákazníka	30
Obr. 8: Klasické uspořádání vs. U-buňka (SVĚT PRODUKTIVITY Beta, ©2012a)	31
Obr. 9: Cyklus PDCA (Pavelka, API, 2012).....	33
Obr. 10: Logo HP-Pelzer Group (Pelzer).....	36
Obr. 11: HP-Pelzer s.r.o. Ostrava (Mapy Google, ©2013)	36
Obr. 12: Výrobek Rear Carpet (vlastní zpracování)	43
Obr. 13: Materiálový tok pro výrobky SL/EL Rear Carpet (vlastní zpracování)	45
Obr. 14: VSM – výrobek Rear Carpet (vlastní zpracování).....	47
Obr. 15: Ukládání/vyjmutí vstupního materiálu do/ze stroje (vlastní zpracování)	49
Obr. 16: Schéma fungování tvarovačky (vlastní zpracování)	49
Obr. 17: Vysekávací stroj (vlastní zpracování).....	52
Obr. 18: Nanášení lepidla (vlastní zpracování).....	54
Obr. 19: Umístění informační tabule pro pracoviště kompletace (vlastní zpracování)	54
Obr. 20: Umístění tabulí pro jednotlivá pracoviště (vlastní zpracování)	55
Obr. 21: Špagetový diagram – pracoviště tvarování, výsek (vlastní zpracování)	56
Obr. 22: Nové uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)	75
Obr. 23: Nové uspořádání pracoviště – varianta č. 1 (vlastní zpracování).....	76
Obr. 24: Pracovní instrukce – pracoviště tvarování/výsek (vlastní zpracování)	83
Obr. 25: Pracovní instrukce – pracoviště vysekávání (vlastní zpracování).....	84
Obr. 26. Pracovní instrukce – pracoviště kompletace (vlastní zpracování)	85

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: SWOT analýza společnosti (vlastní zpracování)	38
Tab. 2: Časový plán (vlastní zpracování).....	42
Tab. 3: Vyráběné výrobky dle směny (vlastní zpracování)	45
Tab. 4: Rozbor činností pracovníka tvarování	48
Tab. 5: Rozbor činností pracovníka vysekávání (vlastní zpracování).....	51
Tab. 6: Přehled operací s časy pracovnice kompletace	53
Tab. 7: MOST – pracoviště tvarování (vlastní zpracování)	64
Tab. 8: MOST – pracoviště výseku 1. varianta (vlastní zpracování)	65
Tab. 9: MOST – pracoviště výseku 2. varianta (vlastní zpracování)	66
Tab. 10: MOST – pracoviště kompletace (vlastní zpracování).....	67
Tab. 11: Organizace práce – návrhy řešení (vlastní zpracování)	68
Tab. 12: Pracoviště 1 – návrhy řešení (vlastní zpracování)	69
Tab. 13: Pracoviště 2 – návrhy řešení (vlastní zpracování)	69
Tab. 14: Pracoviště 1 – návrhy řešení (vlastní zpracování)	70
Tab. 15: Okamžitá opatření (vlastní zpracování).....	71
Tab. 16: Dlouhodobější opatření (vlastní zpracování)	71
Tab. 17: Přehled činností jednotlivých operátorů (vlastní zpracování).....	81
Tab. 18: Srovnání počtu kroků operátorů před/po změně layoutu (vlastní zpracování)	82
Tab. 19: Shrnutí přínosů produktivity (vlastní zpracování)	86
Tab. 20: Náklady na zlepšení (vlastní zpracování)	87

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Specializace pracovníka č. 1 (vlastní zpracování)	40
Graf 2: Přehled činností stroje (vlastní zpracování)	50
Graf 3: Analýza činnosti stroje (vlastní zpracování)	50
Graf 4: Analýza činnosti výseku (vlastní zpracování)	52
Graf 5: Momentové pozorování – pracovník tvarování (vlastní zpracování).....	57
Graf 6: Náběh na směnu – pracovník č. 1 (vlastní zpracování)	57
Graf 7: Momentové pozorování – pracovník vysekávání (vlastní zpracování).....	58
Graf 8: Náběh směny – pracovník č. 2 (vlastní zpracování)	58
Graf 9: Momentové pozorování – pracovník kompletace (vlastní zpracování)	60
Graf 10: Náběh směny – pracovník č. 3 (vlastní zpracování)	60
Graf 11: Porovnání cyklových časů pracovníků (vlastní zpracování).....	61
Graf 12: Srovnání pracovníků vysekávání (vlastní zpracování)	62
Graf 13: Vybalancování linky při taktu 40 s (vlastní zpracování).....	77
Graf 14: Vybalancování linky při taktu 30 s (vlastní zpracování).....	78
Graf 15: Cyklové časy operátorů při taktu 25 s (vlastní zpracování).....	80

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: RIPRAN ANALÝZA

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC

PŘÍLOHA P III: MOST – TVAROVÁNÍ, TAKT 40 S

PŘÍLOHA P IV: MOST – VÝSEK, TAKT 40 S

PŘÍLOHA P V: MOST – KOMPLETACE, TAKT 40 S

PŘÍLOHA P VI: MOST – TVAROVÁNÍ, TAKT 30 S

PŘÍLOHA P VII: MOST – VÝSEK, TAKT 30 S

PŘÍLOHA P VIII: MOST – KOMPLETACE, TAKT 30 S

PŘÍLOHA P IX: MOST- TVAROVÁNÍ, TAKT 25 S

PŘÍLOHA P X: MOST – VÝSEK, TAKT 25 S

PŘÍLOHA P XI: MOST – KOMPLETACE, TAKT 25 S

PŘÍLOHA P I: RIPRAN ANALÝZA

ID	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	ID	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Ztráta písemných podkladů pro projekt	30%	1.1.	Nenapíšu DP	50%	15% MP	100% VD	Střední	Určit místo pro podklady
2.	Ztráta dat	30%	2.1.	Nenapíšu DP	40%	12% MP	100% VD	Střední	Záloha dat
3.	Nezájem o spolupráci z řad zaměstnanců	80%	3.1.	Vedení to nebude řešit	20%	16% MP	80% VD	Střední	Komunikace, důvěra
			3.2.	Vedení přikáže spolupráci	80%	64% SP	20% MD	Střední	Komunikace
4.	Volba nevhodných metod při analýze	40%	4.1.	Zkreslení závěrečných dat	80%	32% MP	40% SD	Malá	Důkladné zpracování teoretických podkladů, průběžná konzultace s vedoucí DP
			4.2.	Nevybalancovaná linka	50%	20% MP	40% SD	Malá	
			4.3.	Špatné uspořádání pracoviště	50%	20% MP	40% SD	Malá	
			4.4.	Neobhájím DP	15%	3% MP	90% VD	Střední	
5.	Bankrot společnosti	5%	5.1.	Nenapíšu DP	10%	0,5% MP	100% VD	Střední	

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC

Projekt optimalizace výrobní linky Side Trim ve společnosti HP – Pelzer s.r.o. – odštěpný závod Ostrava				
Jméno navrhovatele projektu: Klára Ostrčilíková				
	Strom/hierarchie cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření/způsob ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl	Změna organizace práce, která povede ke zvýšení produktivity na všech pracovištích.	Zvýšení produktivity na pracovištích o 30% na 80% pracovištích do 5 let.	Počet vyrobených kusů	
Účel projektu	1.1. Změna uspořádání pracoviště 1.2. Vybalancování linky při novém uspořádání pracoviště	Layout pracoviště. Cyklové časy pracovníků pod taktém stroje.	Diplomová práce	Zájem vedení firmy o změnu layoutu pracoviště Realizace projektu v požadovaném čase Dodržování standardů ze strany operátorů
Výstupy projektu	1. 1. Layout přeuspořádán 1. 2. Linka vybalancována 1. 3. Práce operátorů sjednocena	Změna uspořádání pracoviště Cyklové časy operátorů jsou pod taktém stroje Délka trvání činností operátorů na různých směnách je stejná	Layout pracoviště Graf cyklových časů Hodinové výkony Výrobní list	Minimalizace nákladů při změně layoutu Dodržování standardů ze strany operátorů Realizace projektu v požadovaném čase při splnění zadaných podmínek
Aktivity	<u>1.1. Změna layoutu</u> 1. 1. 1. Analýza pracoviště 1. 1. 2. Analýza pohybu pracovníků <u>1. 2. Vybalancování linky</u> 1. 2. 1. Snížení taktu stroje 1. 2. 2. Snížit cyklové časy operátorů pod takt stroje 1. 2. 3. Přerozdělení činností mezi jednotlivými pracovníky <u>1. 3. Sjednocení práce operátorů</u> 1. 3. 1. Analýza pracoviště 1. 3. 2. Vytvoření standardu 1. 3. 3. Dodržování standardu	Prostředky Špagetový diagram Analýza materiálového toku VSM Analýza pracoviště Analýza činností pracovníka MOST Standard pracoviště	Časový rámec aktivit <u>1. 1. Změna layoutu</u> 1. 1. 1. 02/2013 1. 1. 2. 02/2013 <u>1. 2. Vybalancování linky</u> 1. 2. 1. 4/2013 1. 2. 2. 4/2013 1. 2. 3. 4/2013 <u>1. 3. Sjednocení práce operátorů</u> 1. 3. 1. 02/2013 1. 3. 2. 04/2013 1. 3. 3. 05/2013 - ∞	Odstranění plýtvání při minimalizaci času na výkon činnosti Zajištění zásob pro odběratele při přestavbě pracoviště Zajištění dostatečného množství vlastních mechaniků při přestavbě
				Předběžné podmínky Souhlas vedení firmy Podpora ze strany pracovníků firmy

PŘÍLOHA P III: MOST – TVAROVÁNÍ, TAKT 40 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL								SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
				A	B	G	A	B	P	A						
1.	Pracovník jde 10 kroků k materiálu	H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	n	1	160,00	5,76	9,60
2.	Vezme koberec, přeloží ho a přitom udělá 4 kroky	H	1	1	0	1	3	0	0	0	6	n	1	80,00	2,88	4,80
3.	Vezme koberec do obou ruk, překlopí ho a jde 3 kroky ke stroji	H	1	1	0	3	0	0	0	6	n	1	100,00	3,60	6,00	
#	Zvedne koberec a umístí ho do podavače	H	1	0	0	0	1	0	6	0	n	1	70,00	2,52	4,20	
5.	Zmáčkne tlačítko od stroje a jde zpátky 10 kroků	H	1	1	0	1	1	0	16		n	1	190,00	6,84	11,40	
6.	Zmáčkne tlačítko od stroje vepředu a jde 2 kroky ke stroji	H	1	1	0	1	1	0	3		n	1	60,00	2,16	3,60	
7.	Je u stroje a vytahuje koberec	H	1	1	0	3	0	0	0		n	1	40,00	1,44	2,40	
8.	Drží koberec, jde 2 kroky k řezacímu stolu a odkládá koberec	H	1	0	0	0	3	0	1	0	n	1	40,00	1,44	2,40	
9.	Zmáčkne tlačítko od stroje, které má na dosah	H	1	1	0	1	1	0	0		n	1	30,00	1,08	1,80	
10.	Udělá 2 kroky a vezme si nůž ze stolu	H	1	3	0	1	0	0	0		n	1	40,00	1,44	2,40	
11.	Rozřeže koberec pomocí nože a nůž odkládá	H	1	0	0	0	1	0	3	0	16	n	1	220,00	7,92	13,20

Hlavní činnosti (H)	37,08	61,80
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	37,08	
		tg (min/100 ks)	61,80	61,80
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	64,9	64,9

PŘÍLOHA P IV: MOST – VÝSEK, TAKT 40 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL	SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)		
1.	Získá 1ks a jde 4 kroky k výseku a umístí ho	H	1	A B G A B P A 1 0 3 6 0 3 0	n	1	130,00	4,68	7,80		
2.	Jde 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	A B G M X I A 3 0 1 1 0 0 0	n	1	50,00	1,80	3,00		
3.	Vrací se 4 kroky ke stolu, vezme si 2.ks, drží ho v ruce a jde 2 kroky ke stroji	H	1	A B G A B P A 6 0 1 3 0 0 0	n	1	100,00	3,60	6,00		
4.	Čeká 4,5 s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s) 4,5	0,00	0,00	n	1	125,10	4,50	7,51
5.	Drží koberec v jedné ruce a do druhé ruky bere vyseknutý kus a odřezky	H	1	A B G A B P A 1 0 3 0 0 0 0	n	1	40,00	1,44	2,40		
6.	Ukládá nevyseknutý koberec do výseku	H	1	A B G A B P A 0 0 0 1 0 6 0	n	1	70,00	2,52	4,20		
7.	Udělá 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	A B G M X I A 3 0 1 1 0 0 0	n	1	50,00	1,80	3,00		
8.	Jde 1 krok a vyhazuje odřezky	H	1	A B G A B P A 0 0 0 3 0 1 0	n	1	40,00	1,44	2,40		
9.	Jde 3 kroky a odkládá koberec na stůl	H	1	A B G A B P A 0 0 0 6 0 1 0	n	1	70,00	2,52	4,20		
10.	Čeká 4 s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s) 4	0,00	0,00	n	1	111,20	4,00	6,67
11.	Udělá 2 kroky a vezme koberec z výseku a odkládá na stůl	H	1	A B G A B P A 3 0 3 3 0 1 0	n	1	100,00	3,60	6,00		
12.	Udělá 2 kroky k výseku, bere si odřezky, vyhazuje je a vrací se	H	1	A B G A B P A 3 0 1 3 0 1 6	n	1	140,00	5,04	8,40		

Hlavní činnosti (H)	36,95	61,58
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	36,95	
		tg (min/100 ks)	61,58	61,58
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	64,7	64,7

PŘÍLOHA P V: MOST – KOMPLETACE, TAKT 40 S

Č.	POPIS PRACOVNI METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL	SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
1.	Vezme si pistoli do jedné ruky (na dosah) a nanáší lepidlo	H	1	A ₃ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀ S ₂ A ₁ B ₀ P ₀ A ₀	n	0,50	105,00	3,78	6,30
2.	Vezme si 1 pad do ruky	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ A ₀ B ₀ P ₀ A ₀	n	1,00	20,00	0,72	1,20
3.	Udělá 2 kroky (kus drží) a nalepí ho na koberec	H	1	A ₀ B ₀ G ₀ A ₃ B ₀ P ₃ A ₀	n	1,00	60,00	2,16	3,60
4.	Vezme si štítek a nalepí ho na koberec	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	n	1,00	60,00	2,16	3,60
5.	Odstřihne kousek materiálu z koberce	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀ C ₁ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀	n	1,00	70,00	2,52	4,20
6.	Drží koberec a položí na stůl (přitom udělá jeden krok)	H	1	A ₀ B ₀ G ₀ A ₃ B ₀ P ₃ A ₀	n	1,00	60,00	2,16	3,60
7.	Ohne se a vezme si 1 kus koberce do jedné ruky (počítá)-20x	H	1	A ₁ B ₃ G ₂₀ A ₁ B ₀ P ₀ A ₀ T ₂₀ A ₀ B ₀ P ₀ A ₀	n	0,05	31,50	1,13	1,89
8.	Bere si pistoli, kterou má na dosah a opaluje 20ks, pistoli poté odloží na dosah	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ M ₁₃₁ X ₁ I ₀ A ₁	n	0,05	67,00	2,41	4,02
9.	Vezme si x ks kobercu do dvou ruk a umístí je do bedny, která je vzdálená 1 krok od vozíku	H	1	A ₁ B ₀ G ₃ A ₃ B ₃ P ₃ A ₀	n	0,05	19,50	0,70	1,17
10.	Jde 2 kroky, uchopí vozík a jede s ním nazpět	H	1	A ₃ B ₀ G ₁ M ₁₀ X ₁ I ₀ A ₀	n	0,05	7,50	0,27	0,45
11.	Uchopí bednu s 80ks a otáčí ho	H	1	A ₃ B ₃ G ₁ M ₃ X ₁ I ₀ A ₀	n	0,0125	1,25	0,05	0,08
12.	Zavře bednu háky	H	1	A ₀ B ₀ G ₁ A ₃ B ₀ P ₃ A ₀	n	0,0125	1,38	0,05	0,08
13.	Odveze bednu	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ M ₁₆ X ₁ I ₃ A ₀	n	0,0125	2,63	0,09	0,16
14.	Doveze bednu	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ M ₁₆ X ₁ I ₃ A ₀	n	0,0125	2,63	0,09	0,16
15.	Razítkuje štítky 80ks	H	1	A ₁ B ₀ G ₁ A ₀ B ₀ P ₁ A ₀ R ₈₀ A ₁ B ₀ P ₁ A ₃	n	0,0125	20,88	0,75	1,25
16.	Otáčí etikety po 10 ks	H	1	A ₀ B ₀ G ₀ M ₁ X ₁ I ₀ A ₀	n	0,0125	1,00	0,04	0,06
Hlavní činnosti (H)								19,09	31,82
Procesní čas stroje (P)								0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)								0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)								0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)								0,00	0,00

MOST (sec)

19,09

tg (min/100 ks)

31,82

31,82

tv (%)

5

BBZ (min/100 ks)

0,0

0,0

tv (%)

5

te (min/100 ks)

33,4

33,4

PŘÍLOHA P VI: MOST – TVAROVÁNÍ, TAKT 30 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL	SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
1.	Pracovník jde 7 kroků k materiálu	H	1	A 10 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0	n	1	100,00	3,60	6,00
2.	Vezme koberec, přeloží ho a přitom udělá 2 kroky	H	1	A 1 B 0 G 1 X 3 M 0 I 0 A 3	n	1	50,00	1,80	3,00
3.	Vezme koberec do obou ruk, překlopí ho a jde 2 kroky ke stroji	H	1	A 1 B 0 G 3 A 0 B 0 P 0 A 3	n	1	70,00	2,52	4,20
4.	Zvedne koberec a umístí ho do podavače	H	1	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 6 A 0	n	1	70,00	2,52	4,20
5.	Zmáčkne tlačítko od stroje a jde zpátky 7 kroků	H	1	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 10	n	1	130,00	4,68	7,80
6.	Zmáčkne tlačítko od stroje vepředu a jde 2 kroky ke stroji	H	1	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 3	n	1	60,00	2,16	3,60
7.	Je u stroje a vytahuje koberec	H	1	A 1 B 0 G 3 A 0 B 0 P 0 A 0	n	1	40,00	1,44	2,40
8.	Drží koberec, jde 2 kroky k řezacímu stolu a odkládá koberec	H	1	A 0 B 0 G 0 A 3 B 0 P 0 A 0	n	1	40,00	1,44	2,40
9.	Zmáčkne tlačítko od stroje, které má na dosah	H	1	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0	n	1	30,00	1,08	1,80
10.	Udělá 2 kroky a vezme si nůž ze stolu	H	1	A 3 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 A 0	n	1	40,00	1,44	2,40
11.	Rozřeže koberec pomocí nože a nůž odkládá	H	1	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 0 A 16 C 1 A 0 B 0 P 0 A 0	n	1	200,00	7,20	12,00

Hlavní činnosti (H)	29,88	49,80
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	29,88	
		t_g (min/100 ks)	49,80	49,80
t _v (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
t _v (%)	5	t_e (min/100 ks)	52,3	52,3

PŘÍLOHA P VII: MOST – VÝSEK, TAKT 30 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽÍ	SEKVENČNÍ MODEL								SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
1.	Získá 2ks, jde 2 kroky a jeden kus odloží na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	80,00	2,88	4,80
				1	0	3	3	0	1	0						
2.	Pracovník drží 1ks a jde s ním k výseku 2 kroky	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	30,00	1,08	1,80
				0	0	0	0	0	0	3						
3.	Ukládá 1.ks do výseku	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	70,00	2,52	4,20
				0	0	0	1	0	6	0						
4.	Jde 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	A	B	G	M	X	I	A		n	1	50,00	1,80	3,00
				3	0	1	1	0	0	0						
5.	Vrací se 2 kroky ke stolu, vezme si 2.ks, drží ho v ruce a jde 2 kroky ke stroji	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	70,00	2,52	4,20
				3	0	1	0	0	0	3						
6.	Čeká 2 s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s)						Čas činnosti SIMO (s)		n	1	55,60	2,00	3,34
				2						0,00						
7.	Drží koberec v jedné ruce a do druhé ruky bere vyseknutý kus a odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	40,00	1,44	2,40
				1	0	3	0	0	0	0						
8.	Ukládá nevyseknutý koberec do výseku	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	70,00	2,52	4,20
				0	0	0	1	0	6	0						
9.	Udělá 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	A	B	G	M	X	I	A		n	1	50,00	1,80	3,00
				3	0	1	1	0	0	0						
10.	Jde 1 krok a vyhazuje odřezky	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	40,00	1,44	2,40
				0	0	0	3	0	1	0						
11.	Jde 2 kroky a odkládá koberec na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	40,00	1,44	2,40
				0	0	0	3	0	1	0						
12.	Čeká 1,5 s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s)						Čas činnosti SIMO (s)		n	1	41,70	1,50	2,50
				1,5						0,00						
13.	Udělá 2 kroky a vezme koberec i odřezky z výseku a odkládá na stůl	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	100,00	3,60	6,00
				3	0	3	3	0	1	0						
14.	Jde 2 kroky, vyhazuje odřezky a vrací se zpět	H	1	A	B	G	A	B	P	A		n	1	100,00	3,60	6,00
				0	0	0	3	0	1	6						

Hlavní činnosti (H)	30,14	50,24
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	30,14	
		t_g (min/100 ks)	50,24	50,24
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	52,7	52,7

PŘÍLOHA P VIII: MOST – KOMPLETACE, TAKT 30 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL												SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)
1.	Vezme si pistoli do jedné ruky (na dosah) a nanáší lepidlo	H	1	A	B	G	A	B	P	A	S	A	B	P	A	n	0,50	95,00	3,42	5,70
2.	Vezme si 1 pad do ruky	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	20,00	0,72	1,20	
3.	Udělá 2 kroky (kus drží) a nalepí ho na koberec	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	60,00	2,16	3,60	
4.	Vezme si štítek a nalepí ho na koberec	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	60,00	2,16	3,60	
5.	Uchopí koberec a přeloží na stůl (přitom udělá jeden krok)	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	80,00	2,88	4,80	
6.	Ohne se a vezme si 1 kus koberce do jedné ruky (počítá)-20x	H	1	A	B	G	A	B	P	A	T	A	B	P	A	n	0,05	31,50	1,13	1,89
7.	Bere si pistoli, kterou má na dosah a opaluje 20ks, pistoli poté odloží na dosah	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,05	67,00	2,41	4,02	
8.	Vezme si x ks koberců do obou ruk a umísťuje je do bedny, která je vzdálená 1 krok od vozíku	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	0,05	19,50	0,70	1,17	
9.	Jde 2 kroky, uchopí vozík a jede s ním nazpět	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,05	5,50	0,20	0,33	
10.	Uchopí bednu s 80ks a otáčí ji	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,25	0,05	0,08	
11.	Zavře bednu háky	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
12.	Odveze bednu	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
13.	Doveze bednu	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
14.	Razítkuje štítky 80ks	H	1	A	B	G	A	B	P	A	R	A	B	P	A	n	0,0125	20,88	0,75	1,25
15.	Otáčí etikety po 10 ks	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,00	0,04	0,06	
Hlavní činnosti (H)																	16,77	27,95		
Procesní čas stroje (P)																	0,00	0,00		
Vedlejší činnosti (V)																	0,00	0,00		
Manipulační činnosti (M)																	0,00	0,00		
Ostatní činnosti (O)																	0,00	0,00		

		MOST (sec)	16,77	
		tg (min/100 ks)	27,95	27,95
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	29,3	29,3

PŘÍLOHA P IX: MOST – TVAROVÁNÍ, TAKT 25 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL										SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)		
				A	B	G	A	B	P	A										
1.	Je u stroje a vytahuje koberec	H	1	1	0	3	0	0	0	0					n	1	40,00	1,44	2,40	
2.	Drží koberec, jde 2 kroky k řezacímu stolu a odkládá koberec	H	1	0	0	0	3	0	1	0					n	1	40,00	1,44	2,40	
3.	Zmáčkne tlačítko od stroje, které má na dosah	H	1	1	0	1	1	0	0	0					n	1	30,00	1,08	1,80	
4.	Udělá 2 kroky a vezme si nůž ze stolu	H	1	3	0	1	0	0	0	0					n	1	40,00	1,44	2,40	
5.	Rozřeže koberec pomocí nože a nůž odkládá	H	1	0	0	0	1	0	1	0	C	A	B	P	A	n	1	200,00	7,20	12,00
6.	Získá 2ks, jde 2 kroky a jeden kus odloží na stůl	H	1	1	0	3	3	0	1	0					n	1	80,00	2,88	4,80	
7.	Pracovník drží 1ks a jde s ním k výseku 2 kroky	H	1	1	0	1	0	0	0	0					n	1	20,00	0,72	1,20	
8.	Ukládá 1.ks do výseku	H	1	0	0	0	1	0	6	0					n	1	70,00	2,52	4,20	
9.	Jde 2 kroky a mačká tlačítko od stroje, vrací se zpět 3 kroky	H	1	3	0	1	1	0	0	6					n	1	110,00	3,96	6,60	

Hlavní činnosti (H)	22,68	37,80
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	22,68	
		tg (min/100 ks)	37,80	37,80
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	39,7	39,7

PŘÍLOHA P X: MOST – VÝSEK, TAKT 25 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL												SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)	
				A	B	G	A	B	P	A											
1.	Vezme si 2.ks, drží ho v ruce a jde 2 kroky ke stroji	H	1	1	0	1	0	0	0	3							n	1	50,00	1,80	3,00
2.	Čeká 3 s na výsek	H	1	Procesní čas operátora (s)						Čas činnosti SIMO (s)						n	1	83,40	3,00	5,00	
				3						0,00											
3.	Drží koberec v jedné ruce a do druhé ruky bere vyseknutý kus a odřezky	H	1	1	0	3	0	0	0	0							n	1	40,00	1,44	2,40
4.	Ukládá nevyseknutý koberec do výseku	H	1	0	0	0	1	0	6	0							n	1	70,00	2,52	4,20
5.	Udělá 2 kroky a mačká tlačítko od stroje	H	1	3	0	1	1	0	0	0							n	1	50,00	1,80	3,00
6.	Jde 1 krok a vyhazuje odřezky	H	1	0	0	0	3	0	1	0							n	1	40,00	1,44	2,40
7.	Jde 2 kroky a odkládá koberec na stůl	H	1	0	0	0	3	0	1	0							n	1	40,00	1,44	2,40
8.	Vezme si štítek a nalepí ho na koberec	H	1	1	0	1	1	0	3	0							n	1	60,00	2,16	3,60
9.	Udělá 2 kroky a vezme koberec i odřezky z výseku a odkládá na stůl	H	1	3	0	3	3	0	1	0							n	1	100,00	3,60	6,00
10.	Vezme si štítek a nalepí ho na koberec	H	1	1	0	1	1	0	3	0							n	1	60,00	2,16	3,60
11.	Jde 2 kroky, vyhazuje odřezky a vrátí se zpět	H	1	0	0	0	3	0	1	3							n	1	70,00	2,52	4,20
5.	Odstřihne kousek materiálu z koberce 2x	H	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	n	1	100,00	3,60	6,00	

Hlavní činnosti (H)	27,48	45,80
Procesní čas stroje (P)	0,00	0,00
Vedlejší činnosti (V)	0,00	0,00
Manipulační činnosti (M)	0,00	0,00
Ostatní činnosti (O)	0,00	0,00

		MOST (sec)	27,48	
		tg (min/100 ks)	45,80	45,80
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	48,1	48,1

PŘÍLOHA P XI: MOST – KOMPLETACE, TAKT 25 S

Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	ČIN.	MNOŽ.	SEKVENČNÍ MODEL											SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)	
1.	Vezme si pistoli do jedné ruky (na dosah) a nanáší lepidlo	H	1	A	B	G	A	B	P	A	S	A	B	P	A	n	0,50	95,00	3,42	5,70
2.	Vezme si 1 pad do ruky	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	20,00	0,72	1,20	
3.	Udělá 2 kroky (kus drží) a nalepí ho na koberec	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	60,00	2,16	3,60	
4.	Uchopí koberec a přeloží na stůl (přitom udělá jeden krok)	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	1,00	80,00	2,88	4,80	
5.	Bere si pistoli, kterou má na dosah a opaluje 20ks, pistoli poté odloží na dosah	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,05	67,00	2,41	4,02	
6.	Vezme si x ks koberců do obou ruk a umísťuje je do bedny, která je vzdálená 1 krok od vozíku	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	0,05	19,50	0,70	1,17	
7.	Jde 2 kroky, uchopí vozík a jede s ním nazpět	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,05	5,50	0,20	0,33	
8.	Uchopí bednu s 80ks a otáčí ji	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,25	0,05	0,08	
9.	Zavře bednu háky	H	1	A	B	G	A	B	P	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
10.	Odveze bednu	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
11.	Doveze bednu	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,38	0,05	0,08	
12.	Razítkuje štítky 80ks	H	1	A	B	G	A	B	P	A	R	A	B	P	A	n	0,0125	20,88	0,75	1,25
13.	Otáčí etikety po 10 ks	H	1	A	B	G	M	X	I	A					n	0,0125	1,00	0,04	0,06	
Hlavní činnosti (H)																	13,47	22,46		
Procesní čas stroje (P)																	0,00	0,00		
Vedlejší činnosti (V)																	0,00	0,00		
Manipulační činnosti (M)																	0,00	0,00		
Ostatní činnosti (O)																	0,00	0,00		

		MOST (sec)	13,47	
		tg (min/100 ks)	22,46	22,46
tv (%)	5	BBZ (min/100 ks)	0,0	0,0
tv (%)	5	te (min/100 ks)	23,6	23,6