

Implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o.

Bc. Pavlína Galušková

Diplomová práce
2010



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: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavčina GALUŠKOVÁ**
Osobní číslo: **M08527**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na vybraných pracovištích ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s.r.o.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska ke zlepšení.
- Zpracujte ideový záměr implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s.r.o.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] JONES D., WOMACK J. *Seeing the Whole*. Oaklea Press, 2005; ISBN 0-9646601-2-1.
- [2] LIKER, J., K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Grusová Irena. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] ROTHER, M., SHOOK, J. *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge, MA 02142 USA: One Cambridge Center, 2003. 102 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- [4] ZANDIN, K., B. *MOST Work Measurement Systems*. New York: Marcel Dekker, 2003. 519 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jakub Černý

Datum zadání diplomové práce: 29. března 2010

Termín odevzdání diplomové práce: 3. května 2010

Ve Zlíně dne 29. března 2010



doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka

L.S.



doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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 diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 3.5. 2010



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

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či 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 udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.



Firma DURA Automotive Systems CZ nesouhlasí s uveřejněním práce v plném rozsahu vzhledem k citlivosti zpracovávaných dat.

Po dohodě mezi Ing. Jakubem Černým, vedoucím diplomové práce, a doc. Ing. Romanem Bobákem, Ph.D., ředitelem Ústavu průmyslového inženýrství a informačních systémů, budou pasáže obsahující citlivá data začerněny.

Plná verze diplomové práce bude k dispozici k nahlédnutí pouze během její obhajoby.

V Kopřivnici 3.5.2010



Ing. Jakub Černý

Pre-Production Process Engineer

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

V této diplomové práci bude řešena problematika implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. Teoretická část bude zaměřena na štíhlou výrobu, mapování hodnotového toku, měření práce a systémy předem určených pohybových časů. Na základě těchto poznatků bude provedena analýza výrobních linek, které budou vhodné pro výrobu nového projektu. V projektové části budou definovány návrhy úspor a řešení na současných výrobních zařízeních a dále také nezbytná opatření pro výrobu nového projektu.

Klíčová slova: MOST analýza, projekt, VSM, plýtvání, hodnota, vybalancování linky

ABSTRACT

In this thesis, will be solved implementing a new project to existing production facilities in the company Dura Automotive Systems CZ, L. t. d. The theoretical part will focus on lean manufacturing, value stream mapping, work measurement and predetermined motion time systems. Based on this knowledge will be analyze production lines, which are suitable for the production of a new project. The project will be defined by the savings and solutions to current manufacturing facilities and also the measures necessary for the production of a new project.

Keywords: MOST Analysis, Project, Value Stream Mapping, Waste, Value, Line balancing

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem lidem, kteří mi byli při zpracování méj diplomové práce nápomocní. Děkuji vedení společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. za umožnění vypracování diplomové práce. Moje velké dík patří především vedoucímu méj práce panu Ing. Jakubovi Černému za odborné vedení méj práce, náměty cenné rady, připomínky, ochotu a čas. Dále bych chtěla poděkovat panu Eriku Horváthovi za poskytnutí potřebných materiálů a panu Ing. Miroslavu Markovi za ochotu a poskytnuté informace. Moje poděkování v neposlední řadě patří i všem dalším zaměstnancům společnosti, kteří mi byli při zpracování méj práce nápomocní.

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

„Člověk se učí jenom proto, aby nakonec jednou všechno zapomněl.“

OBSAH

ÚVOD	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	15
1.1 ÚVOD DO PI.....	15
1.2 HISTORIE PI.....	16
1.3 BUDOUCNOST PI.....	16
2 VÝROBA A VÝROBNÍ SYSTÉM	17
2.1 ŘÍZENÍ VÝROBY A JEHO CÍLE	17
2.2 VLASTNOSTI VÝROBNÍHO SYSTÉMU	17
2.2.1 Kapacita.....	17
2.2.2 Elasticita.....	18
2.3 ČASOVÉ HLEDISKO VÝROBNÍHO SYSTÉMU	18
3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	20
3.1 SYSTEMATICKÝ PŘÍSTUP K ZEŠTÍHLOVÁNÍ	20
4 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU	22
4.1 HODNOTA.....	22
4.2 HODNOTOVÝ TOK.....	22
4.3 ANALÝZA PŘIDANÉ HODNOTY	23
4.4 PLÝTVÁNÍ.....	24
4.4.1 Nadprodukce	25
4.4.2 Čekání	25
4.4.3 Nadbytečné zásoby.....	25
4.4.4 Vady	25
4.4.5 Zbytečné pohyby	25
4.4.6 Zbytečná manipulace.....	26
4.4.7 Nadbytečná zpracování	26
4.4.8 Nevyužitý potenciál pracovníků.....	26
4.5 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU.....	26
4.6 POSTUP PŘI MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT.....	27
4.6.1 Mapa současného stavu	28
5 MĚŘENÍ PRÁCE	30
5.1 DŮVODY PRO ANALÝZU A MĚŘENÍ PRÁCE.....	30
5.2 METODY MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU.....	31
5.3 VÝVOJ SYSTÉMŮ MĚŘENÍ ČASU	31
5.3.1 Hrubé a kvalifikované odhady	31
5.3.2 Měření práce podle historických údajů	32
5.3.3 Časové studie	32

5.3.4	Pohybové studie	32
5.3.5	PMTS	33
5.3.5.1	MTM.....	33
5.3.5.2	MOST	33
6	MOST	35
6.1	RODINA SYSTÉMŮ MOST	35
6.1.1	MaxiMOST	35
6.1.2	BasicMOST	35
6.1.3	MiniMOST	36
6.2	ČASOVÉ JEDNOTKY	36
6.3	INDEXOVÁNÍ PARAMETRŮ	37
6.4	APLIKAČNÍ RYCHLOST	37
6.5	PŘESNOST.....	38
6.6	DOKUMENTACE	38
6.7	CITLIVOST NA PRACOVNÍ METODY.....	38
6.8	ZHODNOCENÍ VÝHOD SYSTÉMU MOST	39
6.9	SYSTÉM BASICMOST	40
6.9.1	Definice parametrů.....	40
6.9.2	Sekvenční modely	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
7	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	44
7.1	DURA AUTOMOTIVE SYSTEMS, INC.	44
7.1.1	Profil společnosti.....	45
7.1.2	Zákazníci společnosti	45
7.2	DURA AUTOMOTIVE SYSTEMS CZ, S. R. O.	46
7.2.1	Základní informace o společnosti	47
7.2.2	Historie společnosti	47
7.2.3	Tržby podle výrobních skupin	49
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	50
8.1	POPIS VÝROBKU	50
8.2	POPIS PROCESU VÝROBY ŘADÍČÍHO SYSTÉMU	51
8.3	LINKA PQ25 LIGHT	52
8.3.1	Popis stanic linky PQ25 Light.....	54
8.3.2	Analýza a měření práce	56
8.3.3	Analýza výrobních operací pomocí metody BasicMOST.....	58
8.3.4	Mapování hodnotového toku.....	59
8.3.5	Plytvání na lince PQ25 Light	60
8.4	LINKA PQ25	61
8.4.1	Popis stanic linky PQ25 MTX	62
8.4.1.1	Varianty vyráběné na lince PQ25	64
8.4.2	Analýza a měření práce	64

8.4.3	Analýza výrobních operací pomocí metody BasicMOST	66
8.4.4	Mapování hodnotového toku na lince PQ25 MTX	68
8.4.4.1	Plýtvání na lince PQ25 MTX	68
8.5	ANALÝZA PŘEDVÝROB	70
8.5.1	Výroba abutmentů	70
8.5.2	Výroba conduitů	71
8.5.3	Výroba lanek	72
8.5.4	Výroba návleků strojním	73
8.5.5	Nastřikování koncovek	74
9	VYMEZENÍ PROJEKTU	76
9.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	76
9.2	CÍLE PROJEKTU	76
9.3	RIZIKA PROJEKTU	76
9.4	ČASOVÝ PLÁN PROJEKTU	77
10	NOVÝ PROJEKT	78
10.1	PŘEDSTAVENÍ NOVÉHO PROJEKTU	78
10.2	VOLKSWAGEN UP	79
10.3	SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO PROJEKTU A NOVÉHO PROJEKTU VW UP	80
10.4	FMEA	80
10.5	ZMĚNY SOUČASNÝCH VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ NUTNÝCH PRO VÝROBU NOVÉHO PROJEKTU	81
10.6	MOST ANALÝZA NOVÉHO PROJEKTU	82
11	NÁVRHY ÚSPOR A ŘEŠENÍ NA EXISTUJÍCÍCH LINKÁCH	85
11.1	LINKA PQ25 LIGHT	85
11.1.1	Stanice 2A, 2B	85
11.1.2	Stanice 4	87
11.1.3	Stanice 5 – Montáž konzoly	88
11.1.4	Vybalancování linky PQ25 Light	89
11.2	LINKA PQ25 MTX	90
11.2.1	Stanice 1 – Sestavení	90
11.2.2	Stanice 2 – Zalisování abutmentů	91
11.2.3	Stanice 3A – Navlékání lanka	92
11.2.4	Stanice 3B – Lisování vnitřního lanka na čep	92
11.2.5	Stanice 4 – Zalisování druhé koncovky a test	92
11.3	VYBALANCOVÁNÍ LINKY PQ25 MTX	93
11.4	VYBALANCOVÁNÍ LINKY PRO NOVÝ POŽADOVANÝ VÝSTUP	95
12	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ	97
12.1	LINKA PQ25 LIGHT	97
12.1.1	Předpokládané náklady	97
12.1.2	Předpokládané úspory	98

12.2	LINKA PQ25 MTX	99
12.2.1	Předpokládané náklady.....	99
12.2.2	Předpokládané úspory	100
12.3	CELKOVÉ VYČÍSLENÍ ÚSPOR	101
12.3.1	Linka PQ25 Light.....	101
12.3.2	Linka PQ25 MTX.....	102
ZÁVĚR		103
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		105
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		108
SEZNAM OBRÁZKŮ		109
SEZNAM TABULEK.....		111
SEZNAM PŘÍLOH.....		113

ÚVOD

V současné době se jízda automobilem stává neodmyslitelnou součástí moderního života. Je to dáno zcela přirozeným vývojem společnosti, která klade na jedince neustále se zvyšující požadavky, související s úspěchem nejen při výkonu povolání, ale také v osobním životě. Z tohoto důvodu chceme být rychlejší, flexibilnější, dostupnější. Proto se v současné době automobilky předhánějí v tvorbě nových konceptů.

Bohužel vzhledem k probíhající krizi v automobilovém průmyslu to nemají jednoduché. Prodej osobních automobilů se totiž ve spojitosti s ekonomickou krizí za poslední dva roky podstatně snížil. Jedinou skupinou, která si udržela své postavení z hlediska objemu prodeje, byly malé automobily. Tuto informaci potvrzuje i fakt, že všech pět nejprodávanějších osobních vozidel za leden tohoto roku se řadí do této kategorie.

Do kategorie malých vozů spadá také nový automobil VW UP, s jehož výrobou nový projekt společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. souvisí. Tento nový projekt se týká výroby řadičského systému pro zmíněný automobil, a společnost jej bude vyrábět na stávajících výrobních zařízeních. Vzhledem k probíhající krizi v automobilovém průmyslu dochází k tlaku zákazníků na ceny. Z tohoto důvodu bude nutné definovat návrhy a řešení na současných projektech. Jelikož v současné době společnost výrobní zařízení maximálně využívá, hrozí novému projektu přesunutí jeho výroby do Šanghaje. Hlavním cílem méj diplomové práce je tedy zajistit výrobu nového projektu v kopřivnickém závodě a zamezit tak jejímu přesunu do výrobního závodu v Šanghaji.

Abych mohla tohoto cíle dosáhnout, bude nejprve nutné definovat teoretická východiska a zpracovat literární prameny, vztahující se k tématům štíhlé výroby, mapování hodnotového toku, měření práce a systémům předem určených časů. Na základě těchto poznatků bude zpracována analýza současného stavu stávajících výrobních zařízení, které přicházejí v úvahu pro výrobu nového projektu. Podle výsledků analýzy se pak v projektové části zaměřím na definování návrhů úspor a řešení na současných projektech, a dále pak na implementaci nového projektu na tyto stávající výrobní zařízení. Nebude chybět ani zhodnocení navrhovaných řešení, a to v podobě vyčíslení úspor a nákladů.

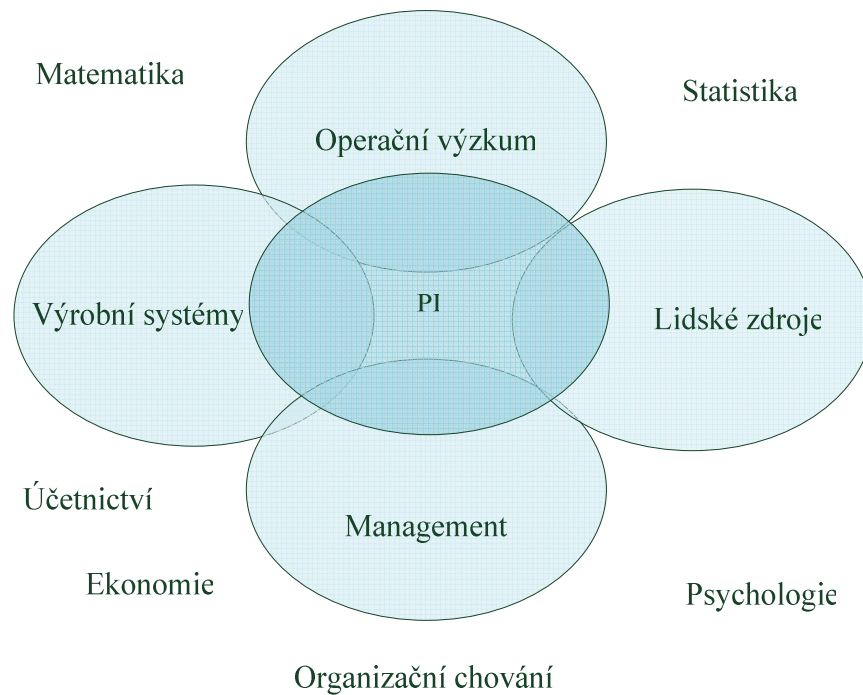
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

1.1 Úvod do PI

Průmyslové inženýrství je mladý multidisciplinární obor, který se zabývá řešením aktuální potřeby podniků v oblasti moderního průmyslového managementu. Kombinuje technické poznatky z podnikového řízení a s jejich pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje výrobní i nevýrobní procesy. Zabývá se metodologií zaměřenou na projektování, plánování, zavádění a zlepšování průmyslových procesů a i implementační schopnost v oblasti inovací s cílem zajistit vysokou efektivitu a konkurenceschopnost.

Do praxe je aplikováno prostřednictvím projektů orientovaných na efektivnější fungování integrovaných a komplexních systémů lidí, informací, materiálů a energií s cílem zabránit plýtvání a dosáhnout co nejvyšší produktivity. K tomuto účelu využívá odborné znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy. [2, 18, 20]



Obrázek 1: Grafické znázornění PI [20]

PI lze chápat jako hledání způsobu, jak jednodušeji, kvalitněji, rychleji a levněji vykonávat a řídit podnikové procesy. Zjednodušeně je PI obor, který se v rámci hledání toho, jak důmyslněji provádět práci, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. Výsledkem těchto aktivit je snadnější, rychlejší a levnější tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb. [2, 18]

1.2 Historie PI

Od dob prvních průkopníků v oblasti PI uplynulo již více než sto let. Za jedno století jej akceptovaly všechny vyspělé průmyslové země jako hlavní obor nutný pro růst produktivity. Přestože se PI v základních principech uplatnění v jednotlivých zemích neliší, lze nalézt určité odlišnosti a identifikovat tři základní školy:

- Americkou (USA)
- Německou
- Japonskou

V České republice se termín PI začal využívat až po roce 1989, přestože se základní aktivity tohoto oboru prováděly i v minulosti. Nešlo však o uplatňování uceleného oboru a ani v podnicích neexistoval takto označený odborný útvar, ve kterém by byly činnosti patřící do PI integrovány. Základní aktivity PI se prováděly spíše roztržštěně. [18]

1.3 Budoucnost PI

PI je nejmladším inženýrským oborem a oproti těm tradičním má tu výhodu, že se neustále vyvíjí a pružněji reaguje na změny v okolí. Definice PI pro 21. století bude z těchto důvodů následovná: *„uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech PI zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánů a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje, energie a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu“*. [18]

2 VÝROBA A VÝROBNÍ SYSTÉM

Výroba může být definována jako transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou. Je výsledkem cílevědomého chování, ve kterém použitím vstupních faktorů zajišťuje určitý transformační proces co nejhodnotnější výstup. Výroba je proces tvořící centrální oblast výrobního podniku, je jádrem jeho existence. Její realizace je uskutečňována podnikovým výrobním systémem. Abstraktní struktura produktivního systému může být obecně naznačena následujícím schématem. [10, 22]



Obrázek 2: Výrobní proces [10, 22]

2.1 Řízení výroby a jeho cíle

Řízení výroby se zaměřuje na dosažení optimálního fungování výrobních systémů, a to s ohledem na vytyčené cíle. Pojem výrobní systém přitom zahrnuje všechny činitele účastnící se procesu výroby, a to provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníky, rozpracovanou výrobu, hotové výrobky a odpady. V řízení výroby se jedná především o věcné, prostorové a časové sladění činitelů účastnících se výrobních procesů nebo procesy ovlivňujících.

Pod pojmem cíl se všeobecně rozumí stav, kterého má být v budoucnu dosaženo. Vedle celkových všeobecných cílů firmy, by měly být stanoveny i cíle specifické pro jednotlivé důležité oblasti, např. vývoj výrobků, výrobu, kvalitu, finance, atd. [10]

2.2 Vlastnosti výrobního systému

2.2.1 Kapacita

Kapacita je schopnost výkonu výrobního systému v určitém časovém úseku. Schopnost výkonu lze popsat kvalitativními nebo kvantitativními komponenty. Kvalitativní schopnost výkonu určuje druh a jakost kapacitní jednotky. Tím jsou myšleny poten-

ciální možnosti kapacitní jednotky se zřetelem na provedení alternativních druhů výkonů. Jde také o kapacitu pracovní síly. V tomto případě závisí na době, po kterou je pracovní síla schopna podávat nejvyšší výkon. To však souvisí s individuálními psychickými a fyzickými předpoklady.

2.2.2 Elasticita

Elasticitou výrobního systému je míněna jeho přizpůsobivost, představitelnost či pohyblivost výrobního systému při změně pracovních úkolů. Elasticita může mít kvalitativní nebo kvantitativní aspekt. Kvalitativním se rozumí možnost obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. Je třeba brát v úvahu intenzivní, časové či průřezové přizpůsobení. Intenzivní přizpůsobení bere v úvahu alternativní možnosti rychlosti provádění operací. Časové přizpůsobení při změně úkolů potřebuje dobu přerušování stávajícího nasazení kapacitní jednotky, resp. za jak dlouho je možno v práci pokračovat. Průřezové přizpůsobení je obsaženo ve variantě kapacitního průřezu. Kvantitativní elasticita je pak schopnost výrobního systému reagovat na množství změny v objemu výroby. [22]

2.3 Časové hledisko výrobního systému

Časové hledisko výrobního systému zahrnuje především řešení těchto aspektů řízení výroby:

- **Časové uspořádání výrobního procesu**, které zpravidla spočívá ve stanovení posloupnosti operací, které je nutné postupně zpracovat jednotlivými pracovišti, a dále v určení předpokládaných termínů realizace operací na předepsaných pracovištích.
- **Výrobní a dopravní dávky**; výrobní dávka je skupina součástí, které jsou do výroby zadávány společně. Z organizačních důvodů se v průběhu výroby mohou dále dělit na dopravní dávky.
- **Průběžné doby výroby**, resp. čas plánovaný na uskutečnění určité části výrobního procesu

- **Směnnosti**, určení v kolika směnách pracovního dne je výroba uskutečňována. Jedním z dílčích cílů řízení výroby je co nejvyšší směnnost, při níž je dosažováno maximálního využití kapacit.
- **Využití výrobních kapacit**, cílem, většinou však prakticky nesplnitelným, je stoprocentní využití dostupných kapacit.
- **Prostoje pracovišť** jsou časové intervaly, v nichž pracoviště z určitých důvodů nepracují. Nejčastější příčinou bývá nedostatek práce pro dotyčná pracoviště. Prostoje však mohou vznikat i z organizačních důvodů, nebo jako důsledek špatného plánování a řízení výroby. Cílem je minimalizace prostojů.
- **Rozpracovaná výroba** je měřena v peněžním vyjádření hodnoty výrobních zdrojů, vázaných ve výrobním procesu. Cílem je její minimalizace při zachování rezerv zajišťujících stabilitu výrobního systému. [10]

3 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlost podniku znamená „dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz“. Podstata štíhlosti je dána tím, že na dané ploše firma dokáže vyprodukovat víc než konkurenti, že s daným počtem lidí a zařízení vyrobí vyšší přidanou hodnotu, že v daném čase vyřídí víc objednávek, že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti potřebuje méně času. Štíhlost podniku spočívá v tom, že podnik dělá přesně to, co chce jeho zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená pro podnik vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí. [11]

Prvky štíhlé výroby jsou zobrazeny na obrázku č.



Obrázek 3: Prvky štíhlé výroby [11, 13]

3.1 Systematický přístup k zeštíhlování

Princip procesu zeštíhlování a pořadí jeho hlavních fází je následující:

- Určení hodnoty z pohledu zákazníka
- Identifikace toku hodnoty v procesu
- Vytvoření podmínky pro plynulý tok
- Zavedení principu tahu
- Nepřetržité uplatňování všech forem zlepšování

Hodnota z pohledu zákazníka

Prvním krokem, a zároveň podmínkou, kterým musí proces zeštíhlování začít je určení hodnoty z pohledu zákazníka. Poznání skutečných potřeb a reálné spotřeby zákazníka patří k základním vstupním parametrům optimalizace procesů. Nestačí totiž něco zlepšit, pokud není známé očekávání zákazníka.

Identifikace toku hodnoty v procesu

V tomto kroku, jde o popsání hodnotového řetězce v podniku a odhalit místa se zdroji plýtvání v procesech. Metodikou VSM lze zjistit, jak efektivně je proces řízen a využíván. Tato metodika je popsána v dalších částech práce.

Zavedení plynulého toku

Aby bylo možné dosáhnout štíhlého procesu a výroby, dalším krokem po zmapování toku hodnoty bude postupné zavedení plynulého toku a minimalizace plýtvání. Zavedení plynulého toku je časově náročně a vede více etapami, které je zapotřebí překonat využitím nástrojů a technik PI a logistiky. Cílem, který je při zavádění plynulého toku sledován, je hlavně změna tradičního přístupu k výrobě s přetržitým charakterem, vycházející z rozdělení strojového parku podle technologií, což způsobuje vznik mezioperačních zásob. Je nutné synchronizovat operace a procesy tak, aby byly schopné plynule vyrábět podle taktu vycházejícího z reálného požadavku zákazníka, přičemž by nemělo docházet k hromadění zbytečných zásob a rozpracované výroby. To znamená, vybalancovat jednotlivé operace tak, aby pracovaly synchronizovaně v taktu vycházejícím z požadavku zákazníka. [13]

4 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU

4.1 Hodnota

Existuje vícero definicí, co to vlastně hodnota je. Podle definice hodnotového managementu je hodnota (angl. value) poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady. Z hlediska štlhlé výroby je hodnota definována jako to, za co je zákazník ochoten zaplatit.

Čas, ve kterém je produktu přidávána hodnota, lze z procesního pohledu chápat jako čas, kdy probíhají aktivity, při nichž se výrobek mění ve své fyzikální či chemické podstatě, nebo aktivity, které přibližují produkt zákazníkovi. Pod pojmem celková průběžná doba, po kterou produkt vzniká, se rozumí čas od navedení materiálu do vstupního skladu po čas, kdy je hotový produkt z expedičního skladu transportovaný zákazníkovi. Efektivnost procesu je tedy procentní hodnota doby, ve které je produktu přidávána hodnota vůči celkové průběžné době výroby. Tento poměr je označován jako Value Added Index – VA Index. Všeobecným zájmem je hodnotu tohoto indexu zvyšovat. Smysl má zejména výrazné snižování průběžné doby výroby, převážně technikami PI, štlhlé výroby a logistiky. Snižování času, kdy je hodnota produktu přidávána je taktéž pozitivní, protože zvyšuje parciální produktivitu a snižuje náklady, ale velikost VA-indexu výrazněji neovlivní, paradoxně ho může ještě snížit. [17, 15]

4.2 Hodnotový tok

Hodnotový tok (angl. value stream) je souhrn všech aktivit v procesech, které umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku ve výrobním podniku se tedy zahrnují jak aktivity, které výrobku přidávají hodnotu, tak i aktivity, které výrobku hodnotu nepřidávají.

Při mapování toku hodnot je důležité se zaměřit především na získání následujících informací:

- Čas, ve kterém je přidávána hodnota
- Průběžná doba, po kterou produkt vzniká

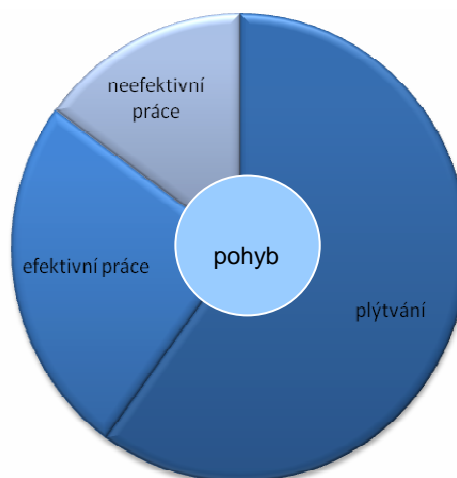
- Poměru času přidávání hodnoty a průběžné doby
- Počet procesních kroků, kde vzniká hodnota
- Celkový počet procesních kroků

V hodnotovém toku se objevují dva základní interní směry proudění. První, informační, proud nese objednávky od zákazníka a druhý, transformační, unáší vlastní výrobky, které prošly proměnou od surovin přes polotovary až k hotovému zboží. Výroba konkrétního výrobku je pro specifického zákazníka vždy spojena s jedinečným hodnotovým tokem. Ve štihlé výrobě je informačnímu toku věnována stejná důležitost, jako toku materiálovému. [17, 15]

4.3 Analýza přidané hodnoty

Analýza času, při kterém je přidávána hodnota, úzce souvisí s analýzou lidských pohybů pomocí kterých je daná práce vykonávána. Lidské pohyby se dělí do následujících kategorií:

- **Efektivní práce** – jakýkoliv pohyb, při němž je výrobku přidávána hodnota (např. spojení dvou dílů při montáži)
- **Neefektivní práce** – pohyb, který je nezbytný pro vykonání skutečné práce, ale není při něm přidávána hodnota (např. přemístění dílu z palety na stůl)
- **Plýtvání** – pohyby, které nevytváří hodnotu a nejsou bezpodmínečně nutné pro vykonání efektivní práce (např. zbytečná chůze k paletě s díly)



Obrázek 4: Rozdělení lidských pohybů [17, 14]

Cílem optimalizace práce, pracoviště i hodnotového toku, je změnit poměr těchto tří kategorií ve prospěch efektivní práce. Aby bylo možné tento poměr změnit, musíme ho znát. Ke kvantifikaci objemu práce a plýtvání slouží zejména metody měření práce (work measurement) a metody štíhlé výroby spojené s tzv. standardizovanou prací (standardized work). Tyto disciplíny se zabývají identifikací elementů práce a jejich časovým oceněním. Pokud je tedy známá kategorie dané činnosti, práce nebo plýtvání, a čas pro vykonání jednotlivých elementů, lze určit, jaký je poměr mezi činnostmi, které přidávají, resp. nepřidávají výrobku hodnotu. Z hlediska průmyslového inženýrství lze pro tuto úlohu využít zejména:

- Přímé měření (časové studie)
- Měření práce pomocí systému předem určených časů
- Balancování pracovišť (buněk, linek) [17, 14]

4.4 Plýtvání

Základním kamenem hodnotového managementu je identifikace a eliminace plýtvání. Plýtvání, které je českým ekvivalentem anglického výrazu „waste“ a japonského slova „muda“, se vyskytuje v každém podniku. Plýtvání není žádoucí, a chce-li být podnik konkurenceschopnější, musí ho odstranit ze svých činností. Proto by se měli všichni pracovníci snažit je vyhledávat a odstraňovat, aby zvyšovali produktivitu a snižovali náklady. Při jeho odhalování je důležité si uvědomit, že je důležité hledat problémy a jejich příčiny, nikoliv viníky.

Ve štíhlém myšlení jsou výrazy hodnota a plýtvání protiklady. Pojem hodnota je podle hodnotového managementu poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady. Jak již bylo zmíněno výše, z hlediska štíhlé výroby je hodnota definována jako to, za co je zákazník ochoten zaplatit. Jako plýtvání se označují všechny činnosti, které jsou prováděny při realizaci produktu a nepřidávají hodnotu k vyráběnému výrobku nebo službě a zákazník je tedy ochoten zaplatit není. [1, 5, 17]

Odborná literatura a instituce PI rozlišují sedm, resp. osm základních druhů plýtvání. [1, 16, 17]

4.4.1 Nadprodukce

Nadprodukce je považována za nejhorší ze všech druhů plýtvání. Tento stav je často vnímán jako „bezpečnostní příkrývka“, ale ve skutečnosti jde o tlačení zásob hotových produktů před sebou. Tento druh plýtvání je často označován za „kořen všeho zla“, jelikož v sobě váže další druhy plýtvání.

4.4.2 Čekání

Tento druh plýtvání nastává v případě čekání na dodání materiálu, nebo jestliže operátor pouze stojí a pozoruje chod stroje při opracování výrobku. Čekání prodlužuje průběžnou dobu výroby a také čas zdržení, který vysoce převyšuje čas transformace, ve kterém je přidávána hodnota.

4.4.3 Nadbytečné zásoby

Nadbytečné zásoby surovin, rozpracované výroby či hotového zboží bývají příčinou delších průběžných dob, zastarávání, poškození zboží, dopravních a skladovacích nákladů a prodlev. Nadbytečné zásoby také mohou zakrývat problémy, jako jsou nevyváženost výroby, opožděné dodávky od dodavatelů, vady, prostoje zařízení a dlouhé seřizovací časy. Příčinou této formy plýtvání je skutečnost, že aktuální potřeby zákazníků se výrazně liší od plánovaných předpokladů. Náklady spojené s udržováním zásob pak negativně ovlivňují hodnotu.

4.4.4 Vady

Toto plýtvání je spojeno s existencí a opravou neshodných polotovarů, dílců nebo sestav. Je v něm obsažen materiál, čas i energie vložené do provedení oprav a tím zvyšuje náklady, za kterých je dosahována hodnota pro zákazníka. Cestou k eliminaci této formy plýtvání jsou nástroje pro plánování a řízení jakosti. Největší efekt pak lze pozorovat naplňováním filozofie předcházení zbytečným chybám formou prostředků typu poka-yoke.

4.4.5 Zbytečné pohyby

Zbytečné pohyby mohou vykonávat stroje i lidé. Mají souvislost s utvářením lidské práce a ergonomií. Špatné ergonomické řešení ovlivňuje v negativním smyslu pro-

duktivitu, kvalitu i bezpečnost práce. Produktivita je nižší tam, kde existuje zbytečné přecházení, nahýbání nebo otáčení. Kvalita se snižuje, pokud se člověk musí natahovat, aby provedl pracovní úkon nebo zkontroloval výrobek. Vhodně zvolené ergonomické řešení je klíčem k eliminaci plýtvání ve formě zbytečných lidských pohybů. Plýtvání v této formě se vyskytuje také v případě strojů a zařízení. Pokud jsou stroje nebo přípravky daleko od sebe, dochází k plýtvání zbytečnými pohyby snižujícími produktivitu a VA-index.

4.4.6 Zbytečná manipulace

Tato forma plýtvání zahrnuje jednak makro plýtvání ve smyslu zbytečné manipulace a přepravy např. u důvodu špatného layoutu podniku či tradiční dávkové výroby. Zlepšení layoutu a snížení výrobních dávek tedy toto plýtvání eliminuje. Zároveň je v tomto druhu plýtvání zahrnuto i mikro plýtvání ve formě přenášení dílů a výrobků v prostoru pracoviště. Manipulace je nutným zlem, jelikož materiál musí být ve výrobním podniku vždy někam dopravován. Jde však o to, aby byl tento druh plýtvání minimalizován a tak zbytečně neprodlužoval průběžnou dobu výroby

4.4.7 Nadbytečná zpracování

Tento druh plýtvání se vyskytuje tam, kde se dělá něco navíc, co zákazník nepotřebuje. Je to provádění nepotřebných kroků ke zpracování dílů. Neefektivní zpracování vinou špatných nástrojů a chybného konstrukčního řešení výrobku je příčinou zbytečných pohybů a způsobuje vady. Ztráty vznikají i v případě, jsou-li poskytovány výrobky vyšší jakosti, než je nezbytné.

4.4.8 Nevyužitý potenciál pracovníků

Pokud není zajištěno dostatečné naslouchání zaměstnanců nebo využití jejich schopností, dochází k ztrátám času, nápadů, dovedností a příležitostí, je brzděn tok myšlenek, zpomalena tvorba námětů [1, 16, 17]

4.5 Mapování hodnotového toku

Mapování toku hodnot, angl. Value Stream Mapping – VSM, je jedna z metod konceptu štlhlé výroby. VSM je jednoduchý proces přímého pozorování toku informací a

materiálů, tak jak se nyní odehrává, vizuálního shrnování a představování budoucího stavu s mnohem lepším výkonem. Slouží k popsaní procesů, které přidávají hodnotu, tak i procesů, které nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních, ale i administrativních strukturách.

Záměrem VSM je poznat cestu materiálu, resp. služby od zákazníka k dodavateli a zakreslit obrázkové reprezentanty každého procesu v materiálovém a informačním toku. Následně definovat skupinu klíčových otázek a nakreslit budoucí stav.

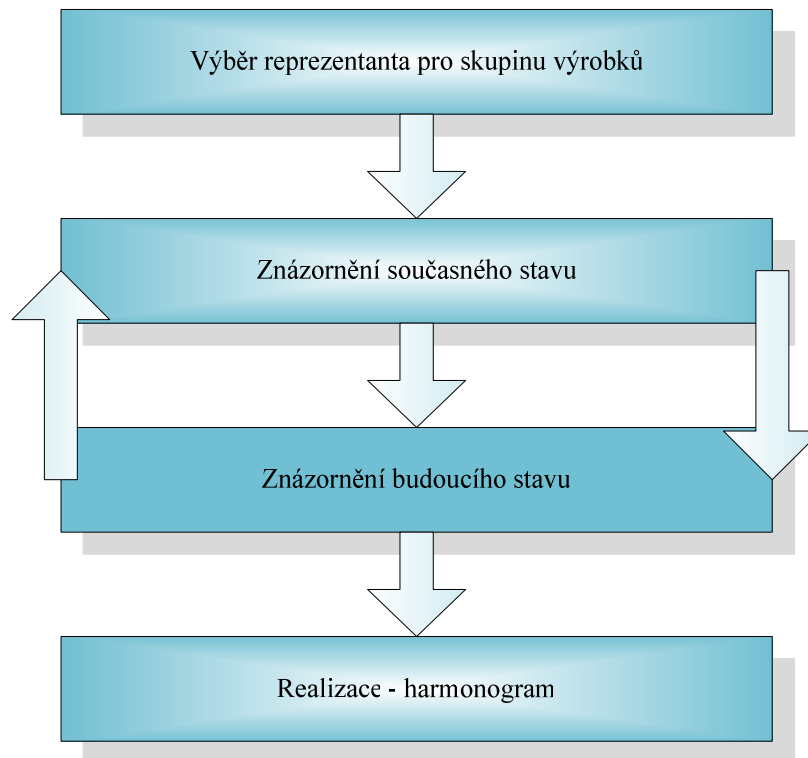
VSM je vhodné použít:

- U výrobku, jehož výroba se bude zavádět
- U výrobku, u kterého se plánují změny
- U návrhu nových výrobních procesů
- U nového způsobu rozvrhování výroby. [9, 15, 17]

4.6 Postup při mapování toku hodnot

Mapování hodnotového toku se skládá ze čtyř základních kroků, které jsou zachyceny na obrázku č. 5. Budoucí stav je zvýrazněn, protože cílem VSM je navrhnout a zavést štíhlý hodnotový tok. Mapa současného stavu, aniž by byla vytvořena mapa budoucího stavu, není příliš použitelná. Mapa budoucího stavu je nejdůležitější.

Prvním krokem VSM je znázornění současného stavu, který je prováděn shromažďováním informací přímo na dílně. Tento sběr poskytuje informace, které jsou zapotřebí k vytvoření mapy budoucího stavu. Šipky mezi současným a budoucím stavem v obou směrech naznačují, že tvorba mapy budoucího a současného stavu se překrývají. Nápad pro vytvoření mapy budoucího stavu se objeví, jakmile je mapován současný stav. Stejně tak kreslení mapy budoucího stavu, může často vést k informacím o současném stavu, které mohly být přehlédnuty. Posledním krokem je připravit a začít aktivně využívat implementační plán, který popisuje, jak je plánován budoucí stav a jak se stane realitou po nakreslení mapy budoucího stavu. Budoucí stav je možné upravovat v průběhu implementace kroků z akčního plánu. [15, 19]



Obrázek 5: Postup při VSM [14, 15, 19]

Vytváření map je nepřetržitý proces. Vytvořením jedné mapy současného a budoucího stavu pro jeden produkt, proces mapování nekončí. V důsledku neustálých změn ve výrobě je nutné mapy neustále aktualizovat. [15, 19]

4.6.1 Mapa současného stavu

Kritickým bodem na začátku každého zlepšení je jasná specifikace hodnoty produktu, jak ji chápe koncový zákazník. Proto mapování začíná určením požadavku zákazníka. Dalším krokem je zakreslení základních výrobních procesů a samotný sběr informací na dílně.

Hlavními výstupy z mapy současného stavu jsou následující položky:

- Celková průběžná doba výroby
- Celková průběžná doba dodání produktu zákazníkovi
- Stav zásob a obrátka zásob
- Rozpracovanost výroby
- Velikost výrobních dávek

- VA – index
- Počet procesních kroků, ve kterých vzniká hodnota
- Celkový počet procesních kroků. [14, 15]

5 MĚŘENÍ PRÁCE

Přání vědět, jak dlouho by mělo trvat vykonání určité práce, bylo vlastní lidem, kteří nesli odpovědnost za stavbu starobylých památníků, či tvarování pravěkých nástrojů. Existují různé důvody, proč je důležité znát množství času potřebné k vykonání určitého úkolu. V praxi je tato potřeba nezbytná z těchto důvodů: potřeba uskutečnit plánování, určit výkonnost a stanovit náklady. Díky měření času lze dosáhnout vyrovnaného a dostatečně vysokého využití personálu, materiálu, strojů a zařízení. Výsledkem je pak celková efektivnost, která organizaci umožňuje přežít a růst.

Metody a nástroje pro analýzu a měření práce patří k základním prvkům průmyslového inženýrství. Jsou výborným nástrojem pro odstranění neefektivnosti při vykonávání jakékoliv práce. Analýza a měření práce je systematické přezkoumávání pracovních postupů s cílem zlepšit efektivnost použitých zdrojů a určit normy času pro jednotlivé činnosti. [4, 12, 25]

5.1 Důvody pro analýzu a měření práce

Odborná literatura uvádí následující důvody pro používání metod analýzy a měření práce:

- Zvyšují produktivitu při velmi malých investicích
- Definují časové normy
- Přispívají ke zvyšování bezpečnosti na pracovišti
- Úspory z použití metod jsou ihned viditelné
- Mohou být uplatňovány v libovolném prostředí
- Jsou relativně lehké a systematické
- Jsou výbornou zbraní na neefektivnost

Pro zajištění skutečných přínosů musí být studium práce aplikované neustále a v celé organizaci, protože úspory dosáhnuté při individuální operaci jsou z celopodnikového hlediska většinou zanedbatelné. [12]

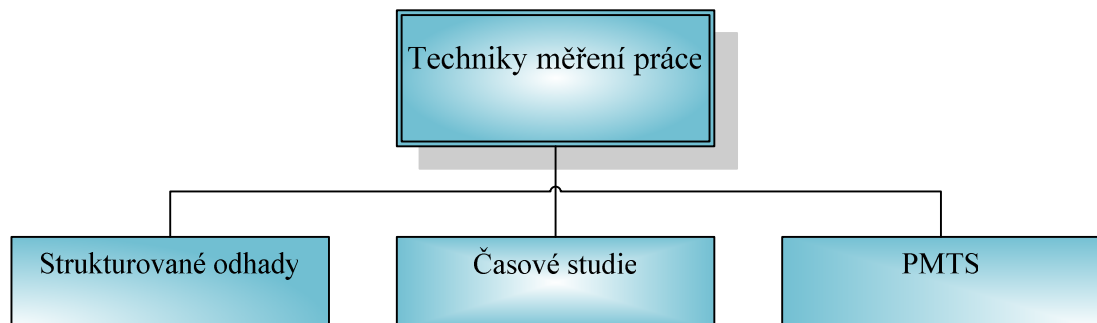
5.2 Metody měření spotřeby času

V rámci stanovení spotřeby práce jsou techniky měření spotřeby času zaměřené na zjišťování, posuzování a vyhodnocování spotřeby času v rámci výrobního procesu. Umožňují na základě rozboru pracovních dějů a měření jejich času určit předpokládanou společensky nutnou spotřebu pracovního času.

Měřit spotřebu času na vykonání určité práce můžeme v případě, že:

- Práce je kvantifikovatelná
- Vykonává se stanoveným pracovním postupem
- Má dostatečný objem. [12, 21]

Existující techniky měření práce znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 6: Techniky měření práce [12,21]

5.3 Vývoj systémů měření času

5.3.1 Hrubé a kvalifikované odhady

Původní formou měření práce byly hrubé odhady. Tato technika se stále používá ve mnoha moderních výrobních organizacích. Dnešní verze je však mnohem pokročilejší ve srovnání s původní technikou a je známá jako kvalifikovaný odhad. Tato metoda není vědecká, dobře dokumentovaná, či statisticky podložená a není přesná. Nevědecky ji ovlivňuje intuice, individuální osobní zkušenosti, důležitost odhadu a schopnost aplikátora poskytnout přesvědčivou odpověď. [4, 25]

5.3.2 Měření práce podle historických údajů

V okamžiku, kdy se začaly vyrábět výrobky a plnit pracovní úkoly, objevil se jiný zdroj informací, z nichž bylo možno odhadnout budoucí čas. Vyvinula se koncepce měření práce na základě historických údajů. Ze záznamů toho, co bylo vykonáno v minulosti, byly odvozeny informace pro předvídání časů budoucích operací. Historická data velmi dobře interpretují to, co se již stalo. Budoucí operace však musí být vykonávány přesně a za stejných podmínek jako ty, na nichž jsou historická data založena. [4, 25]

5.3.3 Časové studie

Frederick W. Taylor rozložil úkoly do elementů, které byly uspořádány a řízeny tak, aby výroba byla co nejefektivnější a produktivnější. Každý element byl podroben studiu za účelem určení, zda je produktivní nebo neúčinný. Byly ponechány pouze produktivní elementy a jejich časy byly určeny pomocí stopek. Zaznamenaný čas představoval skutečný čas, který byl zapotřebí k vykonání určitého úkolu v konkrétních podmínkách. Aby bylo možné přenést takovéto časy na jiné dělníky a jiné situace, bylo nutné určit čas pro průměrného dělníka pracujícího v průměrných podmínkách, což se dodnes provádí hodnocením úrovně výkonnosti. Hodnocení úrovně výkonnosti je analytikem stanovená pozorovaná rychlost práce jednotlivce ve srovnání s imaginárním ideálním dělníkem pracujícím na úrovni 100 % úsilí a dovednosti. Jestliže pozorovaný dělník nevynakládá požadované úsilí nebo naopak pracuje s vyšším úsilím, na čas zjištěný stopkami se uplatní hodnocení, menší, resp. větší než 100 %, čímž se čas vyrovná na úroveň výkonnosti 100 %. Slabými místy tohoto systému jsou subjektivní hodnocení operátora analytikem a odhadování standardu 100% výkonnosti a neschopnost předvídat budoucí situace, určí pouze to, co se již stalo. [4, 25]

5.3.4 Pohybové studie

Frank a Lillian Gilbrethovi objevili, že veškeré manuální operace jsou kombinacemi několika základních elementů. Tyto elementy izolovali a identifikovali především proto, aby pracovní metody mohly být přesněji vysvětleny a zlepšeny. Odvodili

skutečnost, že snížit pohybový obsah úkolu, znamená snížit úsilí a čas, potřebné k vykonání úkonu. Výsledkem byla vyšší produkce. [4, 25]

5.3.5 PMTS

Zlomem ve vývoji systémů měření času bylo spojení techniky časových studií a filozofie pohybových studií. Tímto spojením se zrodily systémy předem určených pohybových časů, angl. predetermined motion time systems – PMTS. Tyto systémy využily časové studie a mikropohybové techniky za účelem určení a přiřazení časů specifikovaným základním pohybům. Pohyby a jejich příslušné časy byly zaznamenány do tabulek. Měření práce se tak stalo záležitostí stanovení nejlepšího vzorce základních pohybů, nutných k vykonání určitého úkolu, a přeřazení příslušného předem určeného času každému základnímu pohybu v tomto vzorci. Časy pro všechny pohyby jsou předem určeny, je tedy možné přesně předvídat časy budoucích úkolů. Autoři PMTS také zabudovali do systému vyrovnané časy pro 100% úroveň výkonnosti. [4, 25]

5.3.5.1 MTM

Ze všech PMTS je nejznámější systém Měření času pracovních metod, angl. Methods Time Measurement – MTM, vyvinutý Haroldem B. Maynardem, G. J. Stegemertem a J. L. Schwabem publikovaný již roku 1948. MTM je dnes považován za nejpresnější a široce akceptovaný PMTS. Má podrobnou datovou tabulku základních pohybů, z nichž každý má řadu variant, a jsou k nim přiřazeny příslušné časy. Díky své podrobnosti je MTM velmi přesný systém, v aplikaci však velmi pomalý. Musí být přesně změřeny a správně klasifikovány vzdálenosti základních pohybů. V důsledku této podrobnosti mohou vzniknout chyby aplikátorů. Pro efektivnější využívání byly vyvinuty další stupně MTM, z nichž nejznámější jsou MTM – 2 a MTM – 3. Časy, které jsou výsledkem analýzy MTM, odrážejí 100% úroveň výkonnosti a lze stanovit časy operací již v předvýrobní etapě. [4, 25]

5.3.5.2 MOST

Jelikož MTM byl v aplikaci velmi náročný a pomalý, bylo vynaloženo velké úsilí na zjednodušení úkolu analytika práce. Byl proveden průzkum celé koncepce měření práce s cílem nalézt lepší způsob. Výsledkem bylo formulování koncepce nazvané

Maynardova technika sekvenčních operací, angl. Maynard Operation Sequence Technique – MOST.

MOST vychází z představy, že práce znamená vydávání energie za účelem vykonání určité aktivity. Z pohledu fyziky je tedy definována, jako výsledek síly násobené vzdáleností¹, řečeno jednodušeji, práce je přemísťováním hmoty či objektů. Základním poznatkem této koncepce je, že pro naprostou většinu práce existuje společný jmenovatel, na jehož základě lze práci studovat – přemísťování objektů. Všechny základní jednotky práce jsou organizovány za účelem dosažení výsledku prostým přemísťováním objektů.

Práce je tedy přemísťování objektů. Efektivní, plynulá, produktivní práce je vykonávána, když jsou základní pohybové vzorce takticky a „choreograficky“ uspořádány. Přemísťování objektů sleduje určité konzistenčně se opakující vzorce, jako je sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Tyto vzorce byly identifikovány a uspořádány jako sekvence pohybových prvků, uplatněné na přemísťování objektů. Model této sekvence slouží jako standardní vodítko při analýze přemísťování objektů. Tato koncepce poskytuje základ pro sekvenční modely MOST. Primárními jednotkami práce jsou základní aktivity, tj. soubory základních pohybů, zabývající se přemísťováním objektů. [4, 25]

¹ $P = F * s$

6 MOST

Autor metody MOST Kjell B. Zandin ji definuje takto: „*Analýza MOST je úplná studie operace nebo suboperace sestávající z jednoho nebo několika kroků pracovní metody a odpovídajících sekvenčních modelů, jakož i z příslušných časových hodnot parametrů a celkového normálního času pro operaci nebo suboperaci (bez přírůžek)*“.

K popisu manuální práce je zapotřebí čtyř základních sekvencí:

- Sekvence Obecné přemístění – pro prostorové přemístování objektu volně vzduchem
- Sekvence Řízené přemístění – pro přemístování objektu, který v průběhu této činnosti zůstává v kontaktu s povrchem nebo je připojen k jinému objektu
- Sekvence Použití nástroje – pro používání běžných ručních nástrojů
- Sekvence Ruční jeřáb – pro použití ručního jeřábu [4, 25]

6.1 Rodina Systémů MOST

Rodina Systémů MOST představuje úplný soubor praktických nástrojů měření práce, které lze použít v mnoha situacích. MOST se používá k hospodárnému měření práce od stavby lodí a výroby železničních vagonů až po miniaturní elektronickou montáž a rychlé operace manipulace s přízí. [4, 25]

6.1.1 MaxiMOST

MaxiMOST se používá na nejvyšší úrovni k analýze operací, které jsou vykonávány méně než 150krát za týden. Délka operace v této kategorii může kolísat od méně než dvou minut po několik hodin. Rozsah indexů MaxiMOST zahrnuje velké výchyly cyklus od cyklu typické v pracích, jako je seřizování nebo těžká montáž. [4, 25]

6.1.2 BasicMOST

BasicMOST se vztahuje k operacím na střední úrovni, které budou pravděpodobně vykonávány více než 150krát avšak méně než 1 500krát za týden. Operace v této kategorii mohou mít rozsah od několika sekund po 10 minut. Pomocí BasicMOST mo-

hou být analyzovány i operace delší než 10 minut, typický čas cyklu u BasicMOST je 0,5 – 3 minuty. Většina operací průmyslových oborů spadá právě do této kategorie. Rozsahy indexů snadno pokryjí kolísání cyklus od cyklu, na této úrovni typické. Popisy pracovních metod, které jsou výsledkem analýzy, jsou dostatečně podrobné, aby mohly být použity jako instrukce pro operátory. [4, 25]

6.1.3 MiniMOST

MiniMOST poskytuje na nejnižší úrovni nejpřesnější a nejpodrobnější analýzu pracovních metod. Tato úroveň se vyžaduje k analýze operací, které jsou opakovány více než 1 500krát za týden. Operace, jejichž četnost výskytu je takto vysoká, mají obvykle cyklus kratší než 1,6 minuty, typický je 10 sekund. Kolísání těchto operací je obvykle na nízké úrovni díky vysoké úrovni praxe operátora. [4, 25]

6.2 Časové jednotky

Časové jednotky používané v MOST jsou založeny na hodinách a částech hodin zvaných Jednotky měření času, angl. Time Measurement Unit – TMU. Pro potřeby kalkulace standardních časů je používána následující převodní tabulka.

Tabulka 1: Převod TMU na časové jednotky a naopak[4, 25]

1 TMU	0,00001 hodiny
1 TMU	0,0006 minuty
1 TMU	0,036 sekundy
1 hodina	100 000 TMU
1 minuta	1 667 TMU
1 sekunda	27,8 TMU

Časová hodnota v TMU pro každý sekvenční model se vypočítá sečtením indexů a následným vynásobením součtu číslem 10. Všechny časové hodnoty stanovené pomocí MOST odrážejí činnost průměrně dovedného operátora pracujícího s průměrnou úrovní výkonnosti, to je normální rychlostí, což se označuje, jako úroveň výkonnosti 100 %. [4, 25]

6.3 Indexování parametrů

Cílem efektivního systému měření práce je zdokumentovat konkrétní pracovní metodu s odpovídajícím časem. V MOST se tohoto cílu dosáhne použitím k času vztažených indexových čísel každého parametru sekvenčního modelu na základě pohybového obsahu dané subaktivity. Indexování parametrů je tedy proces výběru vhodné varianty parametru z datové tabulky a použití odpovídajícího čísla indexu. [4, 25]

6.4 Aplikační rychlost

MOST byl navržen tak, aby byl mnohem rychlejší než jiné metody měření práce díky své jednodušší struktuře. Nevyžaduje, aby se operace rozkládaly velmi podrobně jako např. při použití metody MTM, jelikož seskupuje často se vyskytující základní pohyby do předem definované sekvence. Srovnání mezi rychlostí MOST a jiných technik měření práce zobrazuje tabulka č. 2.

Tabulka 2: Srovnání aplikačních rychlostí vybraných PMTS [4, 25]

Technika měření práce	Celkový počet TMU za hodinu práce analytika
MTM – 1	300
MTM – 2	1 000
MTM – 3	3 000
MiniMOST	4 000
BasicMOST	12 000
MaxiMOST	25 000

Při použití MOST je obecným pravidlem, že 1 hodina práce může být pomocí basicMOST změřena v průměru za 10 hodin analytikova času. Analýzy uvedené v tabulce č. x však byly prováděny v laboratorních podmínkách, skutečná aplikace v podniku může tedy poskytnout mírně odlišný výstup v TMU, než jsou uvedená čísla. [4, 25]

6.5 Přesnost

Principy přesnosti vztahující se na MOST, jsou stejné jako principy uplatňující se při statistické kontrole tolerance. U MOST jsou časové hodnoty založeny na kalkulacích, které garantují celkovou přesnost finální časové normy. MOST poskytuje prostředky pro pokrytí velkého objemu manuální práce s přesností srovnatelnou s přesností existujících PMTS. [4, 25]

6.6 Dokumentace

Jedním z tíživých problémů v procesu vývoje norem je rozsah papírové práce. MOST však vyžaduje podstatně omezené množství papírové práce, což umožňuje provést studie rychleji a snadněji aktualizovat normy. Srovnání požadované dokumentace pro různé techniky měření práce a operaci délky přibližně 3 minuty ukazuje tabulka č. 3. [4, 25]

Tabulka 3: Srovnání požadované dokumentace vybraných PMTS [4, 25]

Technika měření práce	Počet stran dokumentace tříminutové operace
MTM - 1	16
MTM – 2	10
MTM – 3	8
MiniMOST	2
BasicMOST	1
MaxiMOST	0,5

6.7 Citlivost na pracovní metody

Analytici často chápou studium práce jako prosté stanovení času potřebného pro vykonání určité operace, výsledkem čehož je, že jedna z nejdůležitějších funkcí, zlepšování pracovních metod, se bere málo v úvahu. Jelikož indexové hodnoty MOST jsou vztaženy k času, lze rychle vyhodnotit relativní délku času potřebného pro vy-

konání konkrétní činnosti, přičemž pozornost je zaměřena na pohyby vyžadující delší časy, jako jsou subaktivity s indexovými hodnotami 6 nebo vyššími. MOST je technika citlivá na pracovní metody, tzn., že je citlivá na změny času, který vyžadují rozdílné pracovní metody. Tento rys je velmi efektivní při hodnocení alternativních metod vykonávání operací se zřetelem na čas a náklady. Analýza MOST jednoznačně ukáže hospodárnější a méně únavnou pracovní metodou. Prověřením ukončené MOST analýzy je možné určit aktivity, které mohou být považovány za neefektivní nebo neproduktivní.

Skutečnost, že systémy MOST jsou citlivé na pracovní metody, zvyšuje jejich hodnotu jako nástroje měření práce. MOST nejen ukazuje čas potřebný k vykonání určitých aktivit, ale také informuje, že daná metoda by měla být revidována. Výsledkem jsou jasné, stručné a snadno srozumitelné kalkulace času poskytující příležitost pro úsporu jak času, tak také peněz a energie. [4, 25]

6.8 Zhodnocení výhod systému MOST

Jednou z hlavních výhod tohoto systému je rychlost s jakou je možné navrhnout časové normy, a tedy i produktivita aplikátorů. MOST při definování operací nejde do takových detailů jako metody MTM, je zobecněním zkušeností, opakující se sekvence nabízí již jako předdefinované moduly. MOST patří mezi nejproduktivnější systémy měření práce. Nespornými výhodami tohoto systému jsou:

- Při stanovení časových norem se přehodnocuje také pracovní postup z pohledu produktivity práce
- Lze použít již v etapě přípravy nových produktů
- Nejsou zapotřebí stopky při stanovení norem času
- Definuje objektivně nutný čas na vykonání práce; není potřeba posuzovat tempo práce, všechny časy odpovídají jednotné výkonnostní úrovni
- Umožňuje analýzy alternativních řešení a výběru nákladově nejpříjemnější varianty
- Analýza BasicMOST je 40krát rychlejší než MTM, přičemž je spotřebováno 15krát méně papíru (viz tabulky 2 a 3)

- Je vhodný v libovolném prostředí díky třem podsystémům – MiniMOST, BasicMOST a MaxiMOST [12]

6.9 Systém BasicMOST

Systém BasicMOST uspokojuje potřeby nejběžnějších situací měření práce ve výrobní oblasti. Každý podnik má s vysokou pravděpodobností některé operace, pro které je BasicMOST logickým a nejpraktičtějším nástrojem měření práce. MiniMOST a MaxiMOST je možné považovat za doplňky BasicMOST.

Sekvenční modely BasicMOST představují jen dvě základní aktivity nutné k měření manuální práce, a to Obecné přemístění a Řízené přemístění. Dva zbývající sekvenční modely zahrnuté do BasicMOST se doplnily, aby bylo zjednodušeno měření použití běžných ručních nástrojů a přemístování objektů ručním jeřáblem [4, 25]

6.9.1 Definice parametrů

Akce na určitou vzdálenost – A

Tento parametr zahrnuje všechny prostorové pohyby nebo činnosti prstů, rukou a/nebo chodidel, buď se zatížením, nebo bez zatížení. Jakékoliv řízení těchto akcí z okolí vyžaduje použití jiných parametrů.

Pohyb těla – B

Tato charakteristika se používá k analýze akcí buď vertikálních pohybů těla nebo činností nutných k překonání překážky nebo zamezení pohybu těla.

Získání kontroly – G

Tento parametr je používán pro analyzování všech ručních pohybů používaných k získání úplné ruční kontroly předmětu a postupnému ukončení kontroly. Může zahrnovat jeden nebo několik krátkých pohybů, jejichž záměrem je získat plnou kontrolu nad předmětem před přemístěním na jiné místo.

Umístění – P

Tato charakteristika se vztahuje na akce, vyskytující se v závěrečné etapě přemístění objektu za účelem ustavení objektu, jeho orientování nebo spojení s jiným objektem předtím, než je kontrola nad objektem uvolněna.

Přesun řízený – M

Tento parametr je zaměřen na veškeré manuálně řízené pohyby či akce objektů po řízené dráze.

Procesní čas – X

Parametr procesní čas je užíván k vyjádření času práce řízené elektronickými nebo mechanickými zařízeními či stroji, ne však manuálními akcemi.

Vyrovnání – I

Vyrovnání se vztahuje k analýze manuálních akcí následujících za řízeným přemístěním nebo vyskytujících se na konci procesního času zařízení či stroje za účelem vyrovnání objektů.

Použití nástroje – T

Tento parametr se vztahuje k analýze manuálních operací, při nichž je operace vykonávána s použitím určitého druhu nástroje.

Frekvence parametrů

Vyskytne-li se jeden nebo více parametrů v sekvenci více než jednou, počet výskytů se zapíše do frekvence. Kalkulace se pak provádí tak, že se indexová hodnota parametru se zvýšeným výskytem vynásobí četností výskytu. [4, 25]

6.9.2 Sekvenční modely**Obecné přemístění**

Sekvence Obecné přemístění se zabývá prostorovým přemístěním objektu. Při manuální manipulaci se objekty přemísťují po neomezené dráze prostorem. Jestliže je ob-

jekt v kontaktu s jiným objektem nebo jestliže je jiným objektem při svém umístování omezen, pak tato sekvence není použitelná.

Sekvence Řízené přemístění

Sekvence Řízené přemístění popisuje manuální přemístění objektu po řízené dráze, což znamená, že přemístění objektu je omezeno alespoň v jednom směru kontaktem s jiným objektem či připojením k jinému objektu, nebo povahou požadavků na práci je stanoveno, že objekt má být záměrně přemístěn po konkrétní nebo řízené dráze.

Sekvence Použití nástroje

Manuální práce není vždy vykonávána samotnými rukama, byl vyvinut sekvenční model Použití nástroje. Část sekvenčního modelu T je poskytnuta pro vložení jednoho z možných parametrů Použití nástroje. Parametry, vztahující se ke konkrétnímu použití nástroje jsou následující: utáhnout, uvolnit, dělit, povrchová úprava, měření, zaznamenat a myšlení. [4, 25]

Tabulka 4: Sekvenční modely zahrnuté v technice Basic-MOST [4, 25]

Sekvence	Modelový sled
Obecné přemístění	A B G A B P A
Řízené přemístění	A B G M X I A
Použití nástroje	A B G A B P T A B P A

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

7.1 DURA Automotive Systems, Inc.

Mezinárodní a mezikontinentální společnost Dura Automotive Systems, Inc. je jedním z hlavních nezávislých konstruktérů a výrobců řídicích kontrolních systémů, sedadlových kontrolních systémů, skelních konstrukčních systémů, technologických montážních prvků, dveřních systémů a vnějších sloupků karosérie pro automobilový průmysl.



Obrázek 7: Ukázka výrobků společnosti DURA Automotive Systems, Inc.[6]

Aby byla společnost konkurenceschopnější a ziskovější, zaměřuje se na snižování nákladů, zlepšování procesů a technologické inovace, v nichž vidí cestu vpřed. Uplatňuje celopodnikové myšlení zaměřené na „potěšení“ zákazníka, namísto „pouhého“ splnění jeho potřeb. Zákazníkem společnost nevnímá pouze své přímé odběratele, ale také konečného spotřebitele, tedy ty, kteří nakupují a řídí vozidla, obsahující jejich komponenty. [6, 8]

Mise: Vytvořit inovační, vysoce kvalitní produkty a řešení, které pomohou našim zákazníkům dosáhnout jejich jedinečných cílů na trhu.

Vize: DURA je globálním leaderem a preferovaným dodavatelem v každém, z naší nabídky výrobků, v očích našich zaměstnanců, zákazníků a obchodních partnerů. Naše schopnost dodávat vynikající hodnotu zajišťuje podniku příležitost k růstu a současně nabízí konkurenceschopný obrat našim investorům. [6]

7.1.1 Profil společnosti

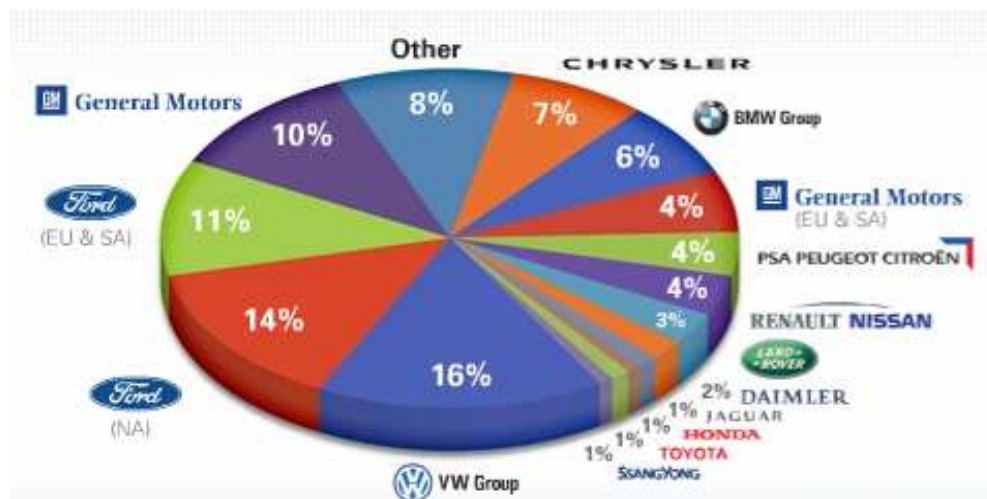
Tier 1 Supplier:	Automobilové systémy a moduly
Tržby za rok 2009:	1,6 miliardy dolarů
Počet zaměstnanců:	10 800
Globální pozice:	39 společností v 16 zemích
Centrála:	Rochester Hills, Michigan, USA [8]



Obrázek 8: DURA Automotive Systems, Inc. ve světě [6]

7.1.2 Zákazníci společnosti

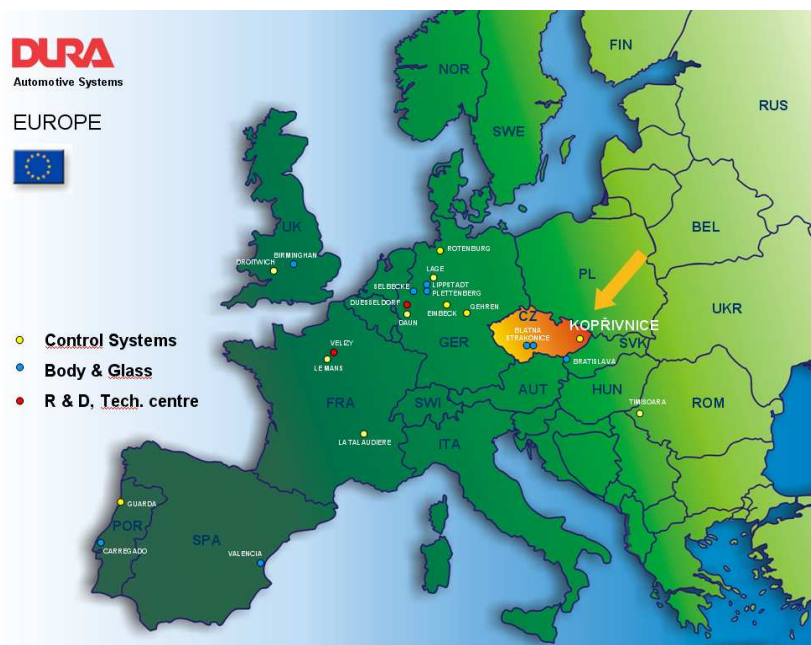
DURA prodává své výrobky všem významným severoamerickým, japonským a evropským konečným automobilovým výrobcům a mnoho přímým subdodavatelům automobilového průmyslu, tzv. dodavatelům první linie. Nejvýznamnější zákazníci společnosti DURA Automotive Systems, Inc. i s podílem na tržbách dosažených společností v roce 2008, jsou zobrazeni na obrázku č. 9. [8]



Obrázek 9: Zákazníci společnosti DURA Automotive Systems, Inc. [6]

7.2 DURA Automotive Systems CZ, s. r. o.

DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. má sídlo v Kopřivnici a na severu Moravy. Kopřivnický závod byl první v Evropě s multivýrobou. V současnosti pouze tento závod ze skupiny DURA produkuje kompletní sortiment řídicích kontrolních systémů, řadicí systémy pro manuální převodovky, kabely pro automatické a manuální převodovky, kabely na otevírání dveří a kapoty, brzdové kabely, ruční a nožní brzdové systémy a v neposlední řadě i plastové vstřikované komponenty. [8]



Obrázek 10: Kopřivnický závod na mapě Evropy [8]

7.2.1 Základní informace o společnosti

Název společnosti:	DURA Automotive Systems CZ, s. r. o.
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
Základní kapitál	492 010 000 Kč
Datum zápisu do OR:	21. prosince 2000
Zahájení výroby:	říjen 2003
Počet zaměstnanců:	620
Velikost objektu:	kanceláře: 2 492 m ² výrobní prostory: 18 320 m ² [8]

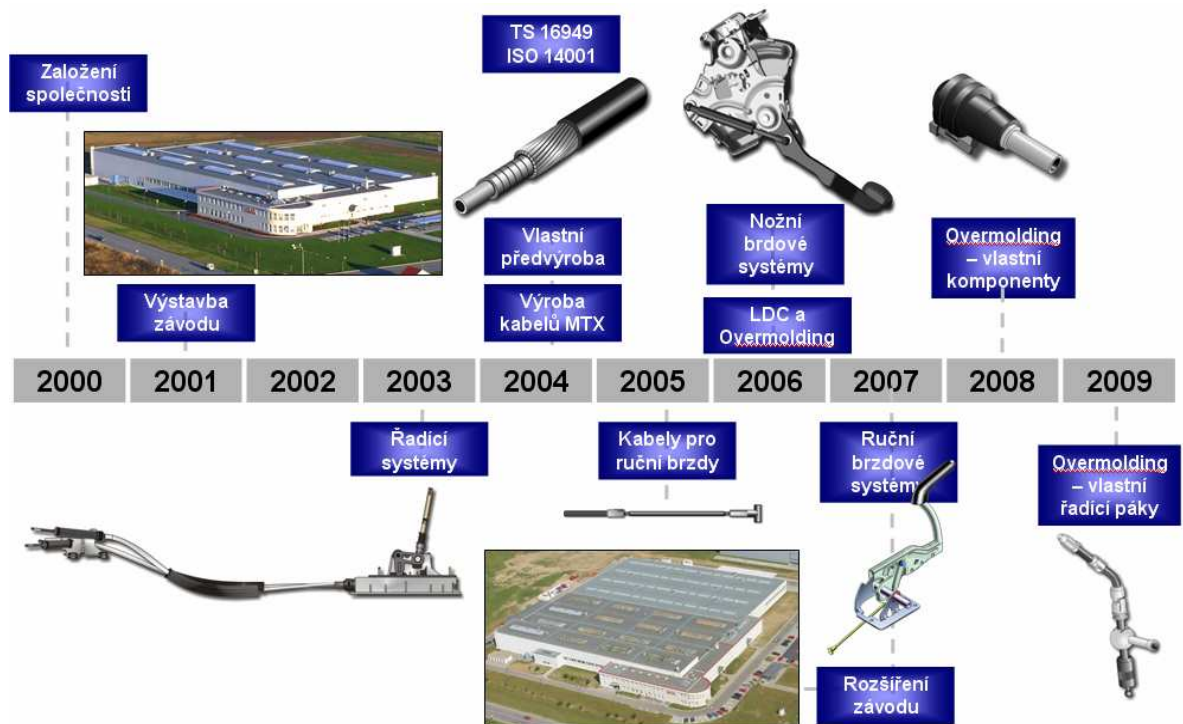


Obrázek 11: DURA Automotive Systems CZ v Kopřivnici [8]

7.2.2 Historie společnosti

Společnost DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. byla založena 21. prosince 2000. Začátkem roku 2001 byla zahájena výstavba výrobní haly, jež byla dokončena v průběhu roku 2003. V říjnu tohoto roku také společnost zahájila výrobu řadících systémů, které jsou v současné době hlavní skupinou produktů kopřivnického závodu, a také jí tvoří nejvíce prodejů. V roce 2004 společnost zřídila vlastní předvýrobu, v rámci které vyrábí subkomponenty vstupující dále na výrobní linky. Těmito subkomponenty jsou např. conduity, lanka, linery, sleevey. V tomto roce společnost taktéž

začala vyrábět kabely MTX a získala certifikaci TS 16949 a ISO 14001. V roce 2005 zařadila do svého výrobního programu kabely pro ruční brzdy, v dalším roce pak nožní brzdové systémy, kabely LDC a zřídila vlastní overmolding (vstřikolisování). V souvislosti s růstem výrobního programu a zvyšující se poptávkou byla společnost nucena v roce 2007 rozšířit své výrobní prostory. V tomto roce také zahájila výrobu ručních brzdových systémů. V roce 2008 začala produkovat na overmoldingu vlastní komponenty, o rok později nastříkat řadicí páky. Nejvýznamnější milníky v historii společnosti jsou zachyceny na obrázku č. 13.

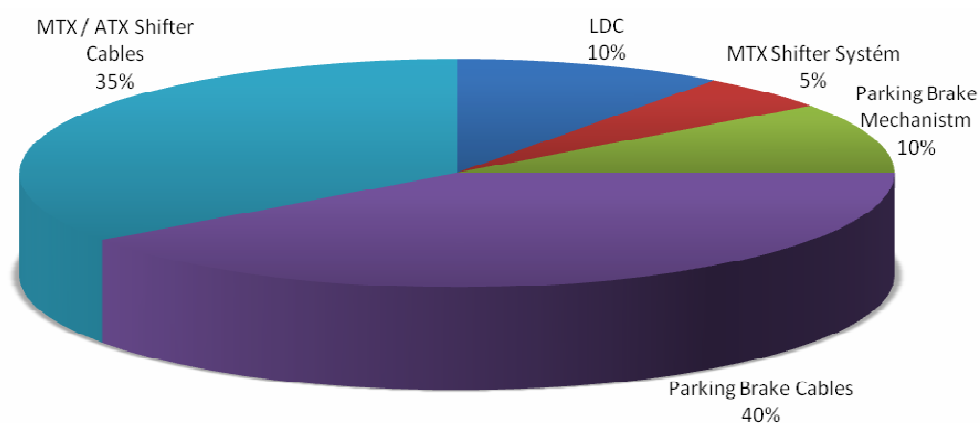


Obrázek 12: Grafické zobrazení významných milníků v historii společnosti [8]

V roce 2005 se DURA začala zabývat otázkou industrializace a optimalizace výrobních procesů. Kromě řady projektů bylo jednou z hlavních iniciativ vytvořit v Koprivnici provoz odpovídajícím posledním standardům štihlé výroby. Bylo vytvořeno oddělení štihlé výroby. Implementace štihlé výroby byla zahájena na několika projektech a posléze rozšířena do celé výrobní sféry, zejména v oblastech standardů 5S, vizualizace a technik štihlé výroby. [8]

7.2.3 Tržby podle výrobních skupin

Následující obrázek vyjadřuje podíl jednotlivých výrobních skupin na celkový zisk společnosti v roce 2009. Z obrázku vidíme, že nejvyšší podíl na zisku společnost v minulém roce měli parkovací brzdové kabely. Druhým v pořadí jsou pak řadící systém.



Obrázek 13: Podíl skupin výrobků na zisku společnosti [8]

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V souvislosti se zaváděním nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, byly analyzovány linky PQ25 Light a PQ25, které pro výrobu nového produktu přicházejí v úvahu. Zatímco výrobní linka PQ25 Light produkuje samotný řadící systém, vstupující do manuálních řadících převodovek, linka PQ25 vyrábí řadící a volící kabely, které spolu s dalšími komponenty slouží pro linku PQ25 Light jako vstupní materiál.

8.1 Popis výrobku

Jak již bylo zmíněno výše, linka PQ25 Light vyrábí řadící systém pro osobní vozidla. Tento produkt vstupuje do následujících druhů automobilů:

- VW Polo
- Škoda Fabia a
- Seat Ibiza.

Řadící systém vyráběný na lince PQ25 Light je zobrazen na obrázku č. 15.



Obrázek 14: Řadící systém vyráběný na lince PQ25 Light [8]

Osobní automobily, do nichž řadící systém vstupuje, jsou vyobrazeny na obrázku č. 16.



Obrázek 15: Škoda Fabia, VW Polo a Seat Ibiza [8]

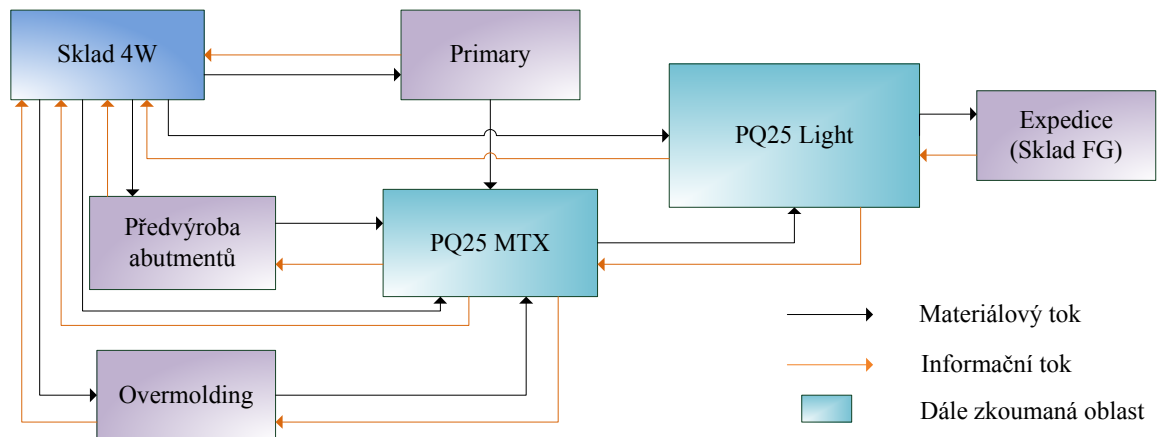
8.2 Popis procesu výroby řadícího systému

Výroba na lince PQ25 Light je řízena na základě směnového plánu výroby. Plánování výroby se děje v kvartálním horizontu přičemž dochází k týdennímu upřesňování plánu na základě odvolávek zákazníka. Oddělení logistiky obdrží od zákazníka systémem EDI objednávku, a na základě jeho odvolávek vytváří týdenní plán výroby. Zákazník si mimo jiné v odvolávkách určuje datum doručení a celkové požadované množství řadících systémů. Na základě těchto informací je doplněn týdenní plán výroby o plán expedice. Takto doplněný týdenní plán je dále předáván mistrům, kteří podle něj vytvoří směnový plán výroby, jenž jen dále postoupen TL na linku. Mezi linkami PQ25 a PQ25 vyrábějícími řadící a volící kabely je také zřízen výrobní kanban.

Materiálový tok je v analyzované oblasti zajišťován dvěma způsoby. V obou případech se jedná systém založený na principu tahu. Převážnou část materiálu vstupujícího do analyzovaných linek společnost nakupuje a na montážní linky jej dopravuje kanbanovým vláčkem, tzv. milkrun train. Materiál je na linku navážen na základě kanbanových karet. Druhou, menší část materiálu, společnost vyrábí v rámci předvýroby. Výrobnímu procesu na lince PQ25 MTX předchází předmontáž abutmentů,

výroba conduitů, návleků a lanek na Primary a nastřikování koncovek na Overmoldingu. Výroba na těchto linkách je řízena výrobním kanbanem.

Proces výroby řadičského systému zobrazuje obrázek č. 17. Jednotlivé linky a předvýroby jsou podrobněji rozebírány v dalších částech analytické části práce.



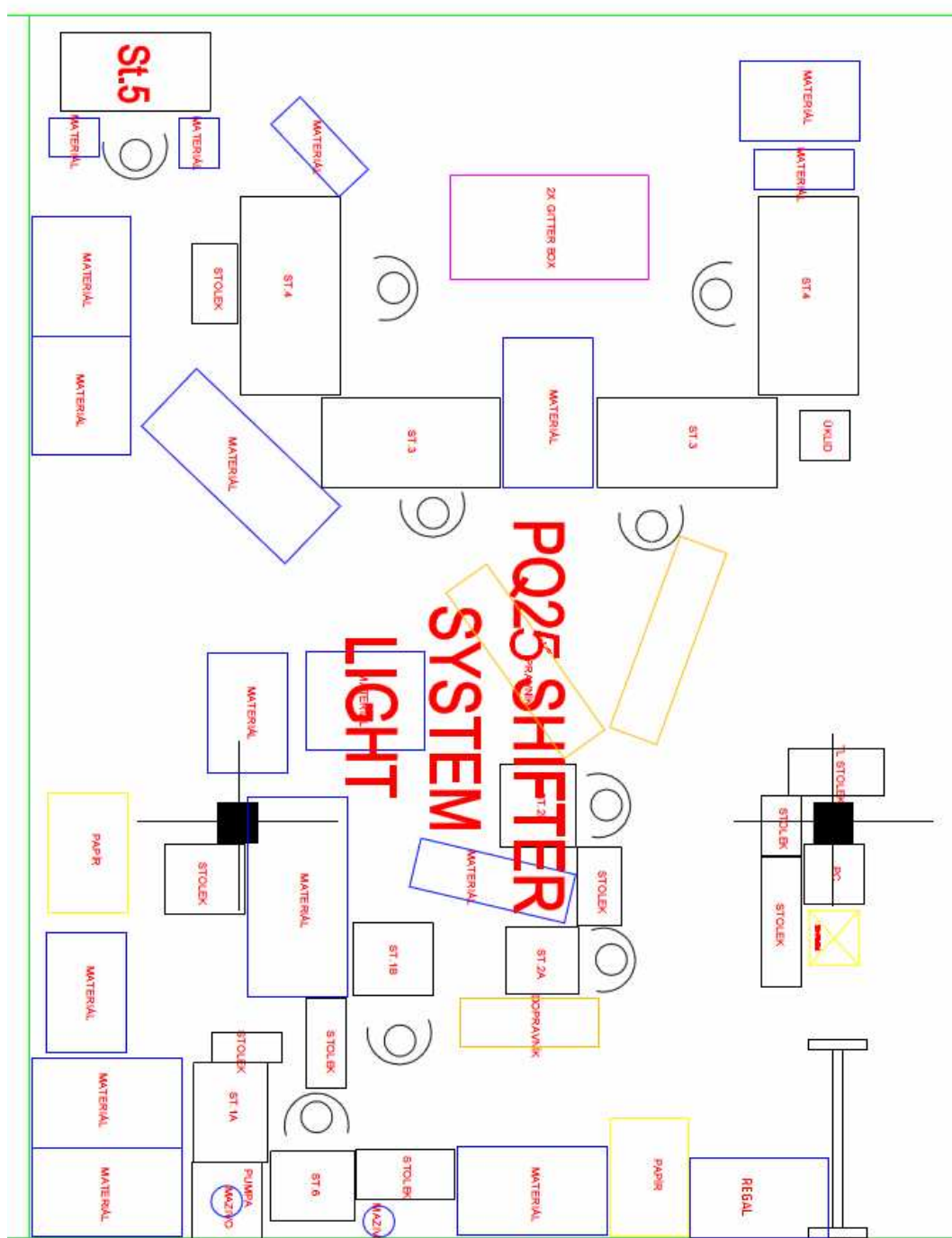
Obrázek 16: Proces výroby řadičského systému [vlastní zpracování]

8.3 Linka PQ25 Light

Výroba popisovaného řadičského systému v současné době probíhá ve společnosti na dvou linkách, PQ25 Light a PQ25 Automat. Jejich výroba je řízena podle směnového plánu. Linka PQ25 Automat je oproti lince PQ25 Light více automatizovaná a její hodinový výstup je vyšší. Zatímco linka PQ25 Light produkuje v osmi operátorech, což je podle rebalancingu této linky nejvýhodnější počet, 120 kusů za hodinu, u linky PQ25 Automat je hodinový výstup při stejném počtu operátorů 145 kusů.

Pro účely implementace nového produktu do výroby na stávajících výrobních zařízeních byla dále analyzována pouze linka PQ25 Light, z důvodu nižších nákladů na úpravu linky pro výrobu nového produktu.

Linka PQ25 Light je tvořena osmi stanovišti, přičemž na stanicích 3 a 4 se nacházejí dvě totožná zařízení. Rozmístění stanic, resp. layout linky je zobrazen na obrázku č. 18. Jednotlivé stanice jsou detailněji popsány v dalším textu.



Obrázek 17: Layout linky PQ25 Light [8]

V současné době na lince pracuje pouze jedna směna pět dnů v týdnu. V případě vyšších požadavků zákazníka je osmihodinová směna prodloužena na dvanáctihodinovou.

Současná roční produkce na obou linkách dosahuje objemu 750 000 kusů, plánovaný objem nového výrobku je 230 000 ks za rok.

8.3.1 Popis stanic linky PQ25 Light

Stanice 6 – Lisovaná šroubů do tělesa

Výrobní proces na této stanici začíná vložením plastového pouzdra do tělesa, tak aby bylo výstupkem do drážky. Dále je na těleso nasunuta plastová objímka. Takto připravené těleso operátor založí do přípravku a následně vloží čtyři šrouby do děr v tělese. Spuštěním stroje dojde k jejich zalisování. Po ukončení cyklu stroje je dílec předán k další stanici.

Stanice 1A – Mazání tělesa

Na stanici 1A je do přípravku vkládáno těsnění, ze kterého je třeba stáhnout krycí folii. Na těsnění je následně přiloženo těleso přicházející z předcházející stanice. Zmáčknutím tlačítka dojde k namazání tělesa dle mazacího plánu. Po vyjmutí ze stroje je do tělesa zasunut čep a sestava je předána k další operaci. Stanice 6 a 1A obsluhuje jeden operátor.

Stanice 1B – Montáž řadicí páky

Operace začíná přípravou ložiskové vložky, na kterou je nasunutý gumový tlumič. Takto přichystaná ložisková vložka je nasunuta na řadicí páku, a sestava je dále vložena do stroje. Spuštěním stroje dochází k namazání řadicí páky a k jejímu zacvaknutí. Po vyjmutí ze stroje je řadicí páka vložena do podsestavy a zacvaknuta do tělesa.

Stanice 2A – Sestavení řadicí skříně

Podsestava je na této stanici vložena do přípravku, je na ni nasazena pružina a namazané řadicí rameno umístěno na čep. Po zmáčknutí tlačítka dojde během procesního času k zacvaknutí řadicí páky do tělesa. Na stanici jsou instalovány zařízení kontrolující namazání řadicího ramena a přítomnost řadicího ramena na čepu.

Stanice 2B - Nýtování

Podsestava z předcházející stanice je založena do stroje. Po jeho spuštění dochází k zanýtování konce čepu. Zanýtovaná podsestava je dále předána k montáži kabelů. Stanice 2A a 2B obsluhuje jeden operátor.

Stanice 5 – Montáž konzoly

Předmontáž konzoly je složena ze dvou kroků, které probíhají současně zmáčknutím jednoho tlačítka. V prvním kroku je do přípravku jedna založena konzola a do čelistí přípravku vloženy tři gumové kroužky. Konzola po této operaci je vložena do přípravku dva, do nějž jsou vkládány tři kovové průchodky. Zmáčknutím tlačítka dojde současně na pozici jedna k nasunutí gumových kroužků do konzoly a na pozici dva k zalisování kovové průchodky. Takto smontovaná konzola je postoupena k montáži kabelů.

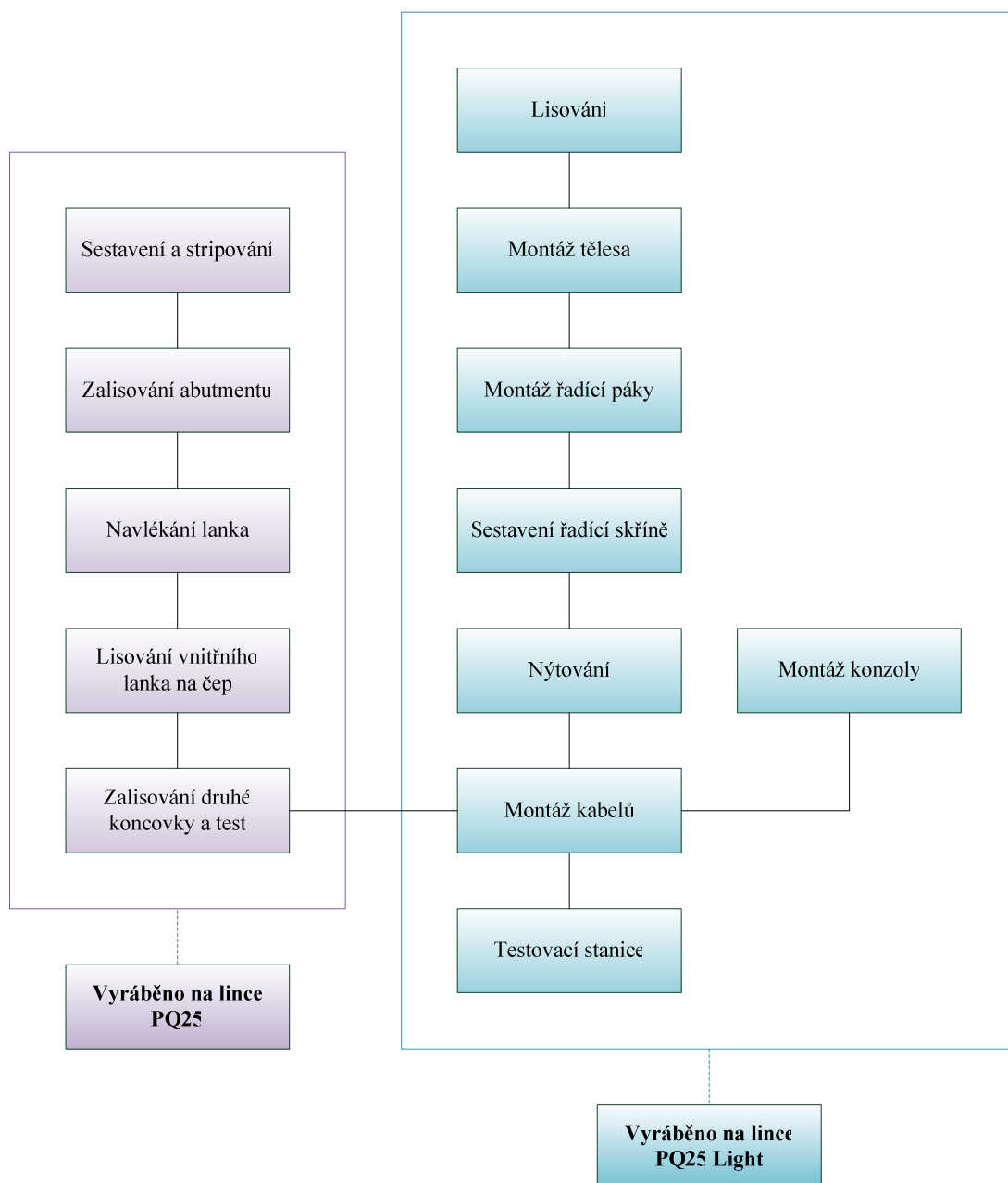
Stanice 3 – Montáž kabelů

Výrobní proces montáže kabelů začíná uložením tělesa a konzoly do přípravků. Otvory v tělese a konzole je prostrčen řadicí a volící kabel. Koncovky kabelů jsou v tělese nasunuty na čep řadicí páky a řadicí rameno. Kabely je třeba v konzole a tělese zajistit sponami, které jsou předem lisovány. V přípravcích je zabudována sensorická kontrola přítomnosti spon, po které je sestava předána k závěrečné operaci. Na stanici 3 je tvořena dvěma totožnými zařízeními, přičemž každé je obsluhováno jedním operátorem.

Stanice 4 – Testovací stanice, sestavení a montáž dna

Sestavení a montáž dna začíná přiložením dna a těsnění na přípravek. Zmáčknutím tlačítka dojde k sensorické kontrole přítomnosti dna a těsnění dna. Po sensorické kontrole je díl vyjmut z přípravku a založen do prostoru lisování, kam je následně vložena i řadicí systém montovaný na předcházející stanici. Důležité je, aby byla páka založena do správné polohy, a konzola uložena na čepy. Zmáčknutím tlačítka dojde k zalisování tělesa a k testu třecích sil. Pokud je vše v pořádku, následuje gravírování – označování dílu. Po ukončení chodu stroje je řadicí systém vyjmut, vizuálně zkontrolován a uložen do připraveného boxu pro hotové výrobky. Na stanici 4 se nacházejí dvě totožné testovací stanice a každou obsluhuje jeden operátor.

Postup výroby řadicího systému je schematicky znázorněn na následujícím obrázku. Linka PQ25 MTX je popisována dále v textu.



Obrázek 18: Stávající technologický postup [vlastní zpracování]

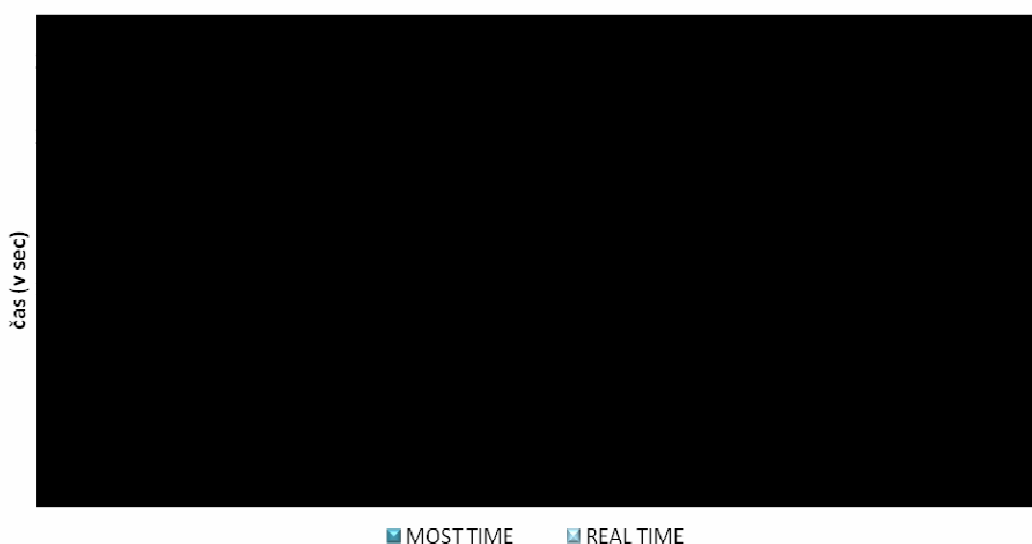
8.3.2 Analýza a měření práce

Abych mohla objektivně definovat čas nutný na vykonání práce a přitom zohlednit jednotnou výkonnostní úroveň, použila jsem pro stanovení časů jednotlivých operací na lince PQ25 Light metodu BasicMOST. Časy stanovené touto metodou jsem následně porovnávala s časy získanými přímým měřením během běžného výrobního provozu. Z důvodu objektivnosti přímého měření bylo kalkulováno se čtyřiceti náměry pro každou operaci, které byly následně zprůměrnovány. Byly použity časy, kdy ne-

docházelo k problémům se zařízením a zbytečným prostojům operátorů. Časy trvání jednotlivých operací pro linku PQ25 Light získané metodou BasicMOST a časy operací získané přímým měřením jsou porovnány v tabulce č. 5. Veškeré časy jsou uváděny v sekundách. Grafické porovnání získaných časů je zobrazeno na obrázku č. 20. Celá MOST analýza je uvedena v příloze P I.

Tabulka 5: Časy jednotlivých operací na lince PQ25 Light [vlastní zpracování]

STANICE	MOST TIME (v sec)	REAL TIME (v sec)
6 + 1A		
PR6 + PŘ1B + 1B		
2AB		
5		
3		
4		



Obrázek 19: Porovnání skutečných časů a MOST časů pro jednotlivé operace na lince PQ25 Light [vlastní zpracování]

Jak je patrné z předcházejícího obrázku, časy jednotlivých operací získané MOST analýzou a časy získané přímým měřením se ve většině případů shodují. U stanice 6 a 1A je čas získaný analýzou MOST vyšší než čas získaný přímým měřením, což je způsobeno dobrou zapracovaností operátora. Naopak u montáže konzoly (stanice 5), která je také úzkým místem, je čas získaný přímým měřením vyšší než čas získaný analýzou MOST. Příčinou tohoto rozdílu je skutečnost, že u montáže konzoly dochází k problémům s nasazováním gumových kroužků.

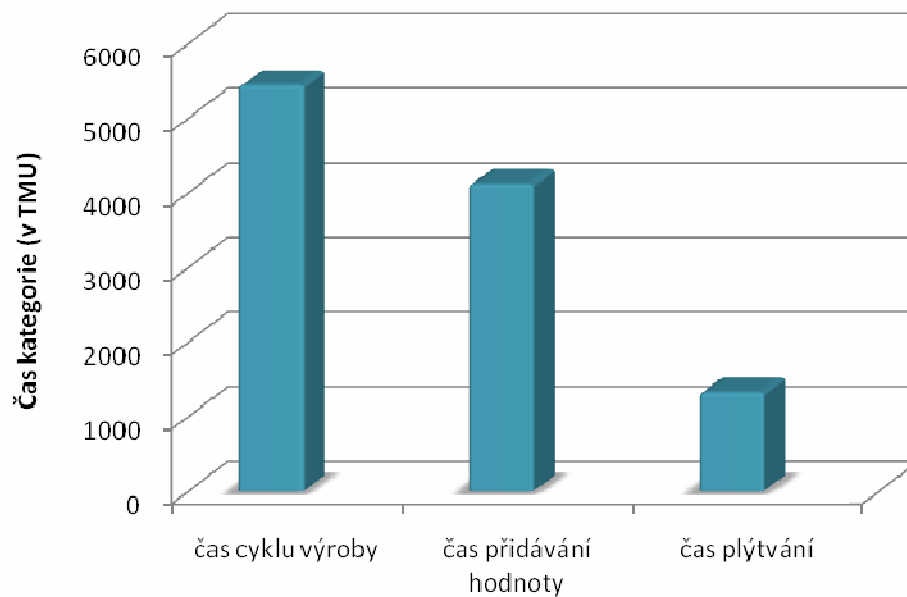
8.3.3 Analýza výrobních operací pomocí metody BasicMOST

Po zpracování MOST analýzy jsem provedla rozbor výrobních operací, a to souhrnně pro celou linku. Jednotlivé subaktivity, které byly použity během MOST analýzy, jsem rozdělila do kategorií plýtvání a efektivní a neefektivní pohyby. Kategorii plýtvání jsem přiřadila subaktivity A, B a kategorii efektivní a neefektivní pohyby subaktivity G, P, M, X, T, jež byly použity v rámci MOST analýzy. Následně jsem provedla součty výskytu podle jednotlivých indexů, přičemž bylo nezbytné zohlednit indexy se sníženou nebo zvýšenou frekvencí. Takto spočítané indexy byly sečteny dohromady, čímž jsem získala celkové TMU jak výrobního cyklu, tak také TMU pro jednotlivé kategorie.

Rozbor výskytu jednotlivých subaktivit MOST analýzy a celkové TMU kategorií a celého výrobního cyklu zachycuje tabulka č. 6.

Tabulka 6: Rozbor výskytu jednotlivých subaktivit MOST analýzy linky PQ25 Light [vlastní zpracování]

Kategorie	Subaktivita	Výskyt indexu						Indexy celkem	Sub-aktivita (TMU)	Kategorie celkem (TMU)
		1	3	6	16	24	96			
Plýtvání	A	104	22,2	6	0	0	0	132,31	1323,1	1323,1
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	
Efektivní a neefektivní pohyby	G	38	13,8	0	0	0	0	51,83	518,3	4120,3
	P	9,2	120	6	0	0	0	135,2	1352	
	M	12	0	0	0	0	0	12	130	
	X	3	0	6	32	72	96	209	2090	
	T	0	3	0	0	0	0	3	30	
		Výskyt indexu						544,34	5443,4	5443,4



Obrázek 20: Rozbor kategorií práce na lince PQ25 Light [vlastní zpracování]

Vydělením TMU přidávání hodnoty TMU cyklu výroby jsem získala VA-index, který pro výrobní operace na lince PQ25 Light dosahuje hodnoty 75,694 %. Nutno ovšem podotknout, že tento index se vztahuje pouze k analýze výrobních operací, tzn., že pro jeho výpočet je brán v úvahu pouze výrobní čas, po který je výrobek zpracováván operátory nebo ve výrobních zařízeních.

Podíl kategorie plýtvání tedy činí 24,306 %.

8.3.4 Mapování hodnotového toku

Pro zmapování hodnotového a informačního toku jsem použila metodu VSM. Některé základní informace o procesu jsem získala již během zpracování MOST analýzy a přímého měření, např. počet procesů, časy jednotlivých operací, čas nutný pro přetypování linky, počet operátorů, počet směn nebo informace o současné kapacitě výroby. Další informace, které jsem potřebovala pro vytvoření mapy současného stavu, bylo nutno doplnit. Těmito informacemi byly především týdenní požadavky zákazníka, rozpracovanost výroby v lince, stav zásob vstupních dílů na skladě nebo v kanbanu, údaje o velikosti balení a údaje o počtu vyráběných variant.

Na základě těchto informací jsem vytvořila mapu současného stavu materiálového a informačního toku. Tato mapa je zobrazena v příloze P III. Důležité údaje z mapy

současného stavu jsou uvedeny v tabulce č. 7. Je z ní patrné, že čas přidávající výrobku hodnotu dosahuje pouze 160,13 sekund. V porovnání s celkovou průběžnou dobou, po kterou výrobek vzniká, jež činí v případě výroby řídicího systému 28,34 dne, tvoří čas přidávající výrobku hodnotu pouze 0,059 %.

*Tabulka 7: Shrnutí údajů z mapy současného stavu
[vlastní zpracování]*

Suma VA časů (v sec)	160,13
Suma NVA časů (ve dnech)	3,14
VA - index	0,059%

8.3.5 Plýtvání na lince PQ25 Light

Během mapování hodnotového toku a také během provádění MOST analýzy a přímého měření byly na lince odhaleny různé formy plýtvání. V dalším textu uvádím nejdůležitější z nich.

Stanice 6+1

- Výměna prázdného kovového boxu na tělesa za plný

Stanice 1B

- Velká rozpracovanost po předmontáži 1B

Stanice 2A + 2B

- Operátor čeká na dokončení chodu stroje
- Velká rozpracovanost po stanici 2B
- Překládání řídicího ramena z gitter boxu (6000 ks) do menších zásobníků

Stanice 3

- Překládání kabelů z beden do vozíku (vzdálenost asi 18 kroků)

Stanice 4

- Dlouhý čas testu – operátor čeká na stroj
- Překládání dna tělesa z gitter boxu (2300 ks) do menších zásobníků
- Vyložení boxu pro hotové výrobky plastovou folií
- Odvážení boxu s hotovými výrobky do vzdálenosti asi 16 kroků

Stanice 5

- Operátor po ukončení chodu stroje upravuje nástrojem usazení gumových kroužků v konzole – NOK kus

8.4 Linka PQ25

Na lince PQ25 MTX jsou vyráběny řadící a volící kabely vstupující do Linek PQ25 Light a PQ25 Automat montující řadící systémy. Její výroba je řízena na základě kanbanové tabule, na níž linky PQ25 Light a Automat objednávají podle vyráběné varianty řadícího systému, jednotlivé varianty řadících a volících kabelů.

Linka je tvořena šesti stanicemi, z nichž stanice 4 je vybavena dvěma totožnými zařízeními. Rozmístění jednotlivých stanic, resp. layout linky je znázorněn na obrázku 22. Jednotlivé stanice jsou pak detailněji popsány v dalším textu.

Na lince PQ25 pracuje šest nebo sedm operátorů, což jsou podle rebalancingu této linky nejvýhodnější počty operátorů. Pokud linka pracuje v sedmi operátorech, je její hodinový výstup 336 kusů kabelů. Při šesti operátorech je výstup linky 280 kusů za hodinu. Na lince je v současné době zaveden nepřetržitý provoz, což znamená, že se zde střídají tři směny sedm dnů v týdnu. Tento nepřetržitý provoz je zaveden pouze dočasně, a to z důvodu mimořádně zvýšených požadavků zákazníka na odběr řadících systémů.

Současná roční produkce linky činí přibližně 1 500 000 kusů. V souvislosti se zavedením nového projektu na tuto linku se roční objem produkce zvýší o 460 000 kusů. Je tedy nutné zvýšit kapacitu linku a její produktivitu, snížit rozpracovanost a odstranit z ní plýtvání.

Stanice 1B – Stripování

Na stanici 1B jsou oba konce sestavy vloženy do stroje, ve které dochází k jejich odizolování. Následně je na conduit navlečen izolační navlek a na odizolovanou část conduitu nasazen jeden abutment. Po nasazení je sestava odložena k další operaci na další stanici.

Stanice 2 – Zalisování abutmentů

Na druhý odizolovaný konec conduitu je nasazen druhý abutment. Takto připravená sestava je založena do lisu a zmáčknutím tlačítka dojde ke spuštění procesu zalisování. Ve stroji se nachází kontroly přítomnosti izolačního návleku a správného založení výkyvné trubky abutmentu.

Stanice 3A – Navlékání lanka a předmontáž prachovky

Po zalisování abutmentů a vyhození ze stroje 2A je sestava automatickým dopravníkem posunuta k další stanici, kterou je navlékání lanka. Sestava je založena do stroje a skrze přípravek je do conduitu zasunuto lanko. Zmáčknutím tlačítka je spuštěn proces navlékání. Součástí práce operátora na této stanici je i předmontáž prachovky. Konec prachovky je nejprve otisknut v nádobě s olejem a poté prachovka nasunuta na čep. Takto připravený díl vstupuje do sestavy na stanici 3B.

Stanice 3B – Lisování vnitřního lanka na čep

Sestava je založena do stroje a spolu s ní je založen také čep s prachovkou. Po založení těchto dvou dílů je lanko částečně zasunuto do čepu a zmáčknutím tlačítka je spuštěn proces lisování. Po vyjmutí ze stroje je nutné nasunout prachovku na abutment a dále sestavu odložit k operaci na další stanici.

Stanice 4 – Zalisování druhé koncovky a test

Na stanici 4 se nacházejí dvě totožná zařízení, která jsou obsluhována jedním operátorem. Sestava je založena do stroje spolu s druhou koncovkou kabelu. Vnitřní lanko je nasunuto na koncovku a spuštěním stroje dochází k jejímu zalisování a následně kontrole vnitřního tření, délky a tahové síly. Pokud je kontrola dokončena v pořádku, soustava je zavěšena na odkládací věšák. Následně je provedena vizuální kontrola

kabelu a poté je kabel odložen do připraveného boxu pro hotové výrobky. Pokud je linkou vyráběn volící kabel, je nutno před zalisováním druhé koncovky tuto koncovku předmontovat. Při předmontáži dochází k zasunutí plastového pouzdra do koncovky.

8.4.1.1 Varianty vyráběné na lince PQ25

Jak již bylo uvedeno výše, linka PQ25 MTX vyrábí řadící a volící kabely, vstupující do sestavy řadícího systému. Existuje celkem osm variant, z toho čtyři varianty řadícího kabely a čtyři varianty volícího kabelu. Zatímco do řadících kabelů vstupuje koncovka bez plastového pouzdra, do volících kabelů vstupuje koncovka s plastovým pouzdem, je tedy nutná její předmontáž. O tuto předmontáž je celková doba výroby volících kabelů prodloužena. Jednotlivé varianty řadících a volících kabelů se také odlišují použitím izolačního návleku. Kabely, do nichž izolační návlek vstupuje, mají tedy delší celkový čas výroby. Seznam variant kabelů produkovaných linkou je uveden v tabulce č. 8.

Tabulka 8: Seznam variant výrobků produkovaných linkou PQ25 [vlastní zpracování]

Název varianty	Ks / rok
MQ250 Shift	
MQ250 Select	
MQ200 EA113 Shift	
MQ200 EA113 Select	
MQ200 EA111 Shift	
MQ200 EA111 Select	
MQ350 Shift	
MQ350 Select	

8.4.2 Analýza a měření práce

Stejně jako u linky PQ25 Light, jsem pro objektivní stanovení časů jednotlivých operací a zohlednění jednotné výkonnostní úrovně na lince PQ25 MTX použila metodu

BasicMOST. Časy získané touto metodou jsem následně porovnála s časy získanými přímým měřením během běžného výrobního provozu na lince. Z důvodu objektivnosti přímého měření jsem kalkulovala se čtyřiceti náměry, které byly zprůměrovány. Stejně jako u linky PQ25 Light jsem kalkulovala s časy, kdy nedocházelo k problémům se zařízením a zbytečným prostojům operátorů.

Délku trvání jednotlivých operací pro linku PQ25 získané metodou BasicMOST a časy operací získané přímým měřením jsou porovnány v tabulce č. 9. Veškeré časy jsou uváděny v sekundách. Grafické porovnání získaných časů je zobrazeno na obrázku č. 23.

Celá MOST analýza je uvedena v příloze P II.

Tabulka 9: Časy jednotlivých operací na lince PQ25 [vlastní zpracování]

STANICE	MOST TIME (v sec)	REAL TIME (v sec)



Obrázek 22: Porovnání skutečných časů a MOST časů pro jednotlivé operace na lince PQ25 (vlastní)

Z obrázku je patrné, že časy jednotlivých operací získané MOST analýzou jsou ve většině případů vyšší než časy získané u těchto operací přímým měřením. Tato odchylka je způsobena zapracovaností operátorů. U předmontáže 4 je čas operace zjištěný analýzou MOST nižší v porovnání s časem této operace získaný přímým měřením. Příčinou tohoto rozdílu bylo zjevné nenasazení 100% výkonnosti operátora při přímém měření času této operace. Úzkým místem u linky PQ25 MTX je stanice 2 – Zalisování abutmentů.

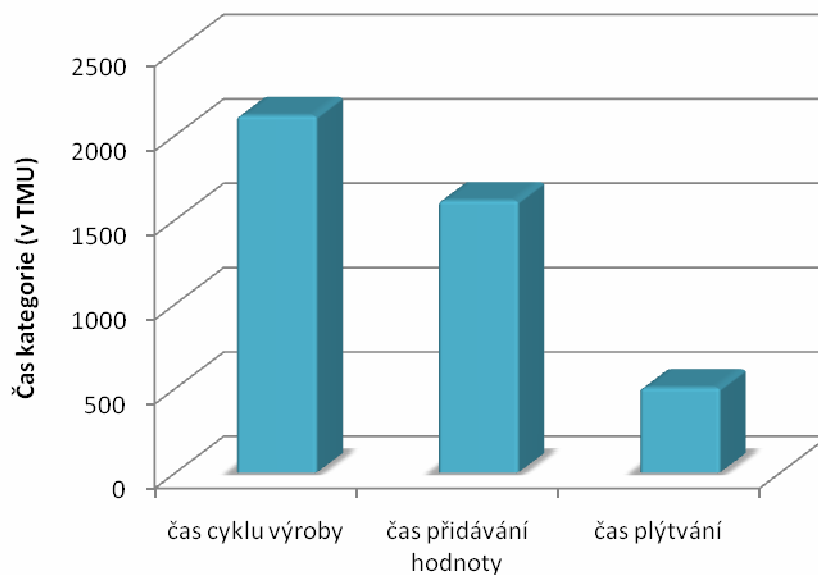
8.4.3 Analýza výrobních operací pomocí metody BasicMOST

Podobně jako u linky PQ25 Light jsem i pro linku PQ25 po zpracování MOST analýzy provedla rozbor výrobních operací a to souhrnně pro celou linku. Jednotlivé subaktivity jsem rozdělila do kategorií plýtvání a efektivní a neefektivní hodnoty a provedla součty výskytů indexů jednotlivých subaktivit, přičemž bylo třeba zohlednit indexy se sníženou nebo zvýšenou frekvencí. Takto spočítané indexy jsem sečetla dohromady, čímž jsem získala celkové TMU jak výrobního cyklu, tak také TMU pro jednotlivé kategorie.

Rozbor výskytu jednotlivých subaktivit MOST analýzy a celkové TMU kategorií a celého výrobního cyklu zachycuje tabulka č. 10.

Tabulka 10: Rozbor jednotlivých subaktivit MOST analýzy linky PQ25 [vlastní zpracování]

Kategorie	Subaktivita	Výskyt indexu					Indexy celkem	Sub-aktivita (TMU)	Kategorie celkem (TMU)
		1	3	6	10	42			
Plytvání	A	38,8	7,35	4,2	0	0	50,35	503,5	503,5
	B	0	0	0	0	0	0	0	
Efektivní a neefektivní pohyby	G	8,6	20,9	0	0	0	29,45	294,5	1612,5
	P	4,3	31,5	0	0	0	35,8	358	
	M	8	3	6	0	0	17	170	
	X	1	3	0	10	63	77	170	
	I	1	0	0	0	0	1	10	
	T	1	0	0	0	0	1	10	
Výskyt indexu							544,34	5443,4	2116



Obrázek 23: Rozbor kategorií práce na lince PQ25 [vlastní zpracování]

Vydělením TMU přidávání hodnoty TMU cyklu výroby jsem získala VA-index, který pro výrobní operace na lince PQ25 MTX dosahuje hodnoty 76,205 %.

Hodnota plýtvání během výrobních operací dosahuje 23,795 %.

8.4.4 Mapování hodnotového toku na lince PQ25 MTX

Stejně jako u linky PQ25 Light jsem i pro zmapování hodnotového a informačního toku na lince PQ25 MTX použila metodu VSM. Mapa současného stavu je zobrazena v příloze P IV. Důležité údaje z mapy jsou uvedeny v tabulce č. 11. Je z ní patrné, že čas přidávající výrobku hodnotu dosahuje pouze 43,64 sekund. V porovnání s celkovou průběžnou dobou, po kterou výrobek vzniká, jež činí v případě výroby řadičového a voličového kabelu 0,81 dne, tvoří čas přidávající výrobku hodnotu pouze 0,0624 %.

Tabulka 11: Shrnutí údajů z mapy současného stavu [vlastní zpracování]

Suma VA časů (v sec)	43,64
Suma NVA časů (ve dnech)	0,81
VA - index	0,0624 %

8.4.4.1 Plýtvání na lince PQ25 MTX

Během mapování hodnotového toku a také během provádění MOST analýzy a přímého měření byly na lince odhaleny různé formy plýtvání, z nichž nejzásadnější uvádím dále v textu. Pro rozdělení zjištěného plýtvání bylo nezbytné vytvořit speciální kategorie, a to proces, nadbytečné pohyby a nevhodný layout. Toto rozdělení jsem zvolila z důvodu formulování návrhů ke zlepšení, zejména pak kvůli následné konzultaci těchto návrhů s pracovníky odpovědnými za konkrétní oblast.

Kategorie proces (technologie)

Lis 2:

- Operátor čeká na dokončení chodu stroje
- Špatná dostupnost k seřizovaným částem při změně varianty, náročné posouvání ramen

- Nejednotnost sjíždění lisů – pravý lis sjíždí pomaleji, levý lis vyjíždí pomaleji
- Pomalé vyjíždění unášeče
- Pomalý pojezd
- Pomalé vysunutí jehel
- Špatná detekce založeného kusu

Lis 3A:

- Operátor čeká na dokončení chodu stroje v případě, že má dostatek kabelů z předcházející stanice
- Pomalá rychlost navlékání lanka
- Prodleva při otvírání zámků
- Obtížné mačkání tlačítka

Lis 3B:

- Prodleva zavření krytu

Lis 4AB:

- Prodleva při vyhazování kabelů z lisu, váže v sobě nadbytečné pohyby
- Problémy při vyhazování kabelů, váže v sobě nadbytečné pohyby
- prodleva zavření krytu u lisu 4A

Kategorie zbytečné pohyby**Lis 1:**

- Chůze pro conduity a jejich překládání z vozíku do zásobníku, nebo z vozíku do stojanu
- Operátor pracuje pouze na jedné ořezávače – nevyužitý druhý stroj, pracuje pomaleji

Lis 2:

- Zásah do stroje nástrojem (souvisí se špatnou detekcí založeného kusu)
- Manipulace s panelem Simatic (souvisí se špatnou detekcí založeného kusu)

Lis 3A:

- Ověření průchodnosti conduitu lankem – kabel vyhozen,

Lis 4AB:

- Prodleva při vyhození kabelů ze stroje – operátor nečeká, kabely vyjme sám
- Problémy při vyhazování kabelů – zůstává část kabelů ve stroji, případně upadne na zem – zbytečné pohyby
- Manipulace s panelem – potíže s počítáním kusů
- Ověřování tření hotového kabelu po rozsvícení červené kontrolky na testeru

Kategorie změna layoutu

- U stanice 3A je zásobník lanek daleko od navíječky
- Nevhodně zvolená pozice zásobníku na odkládání kabelů u stanice 3A
- U stanice 3A zbytečný pohyb při přenášení kabelů od stanice 3A a ke stanici 4AB

8.5 Analýza předvýrob

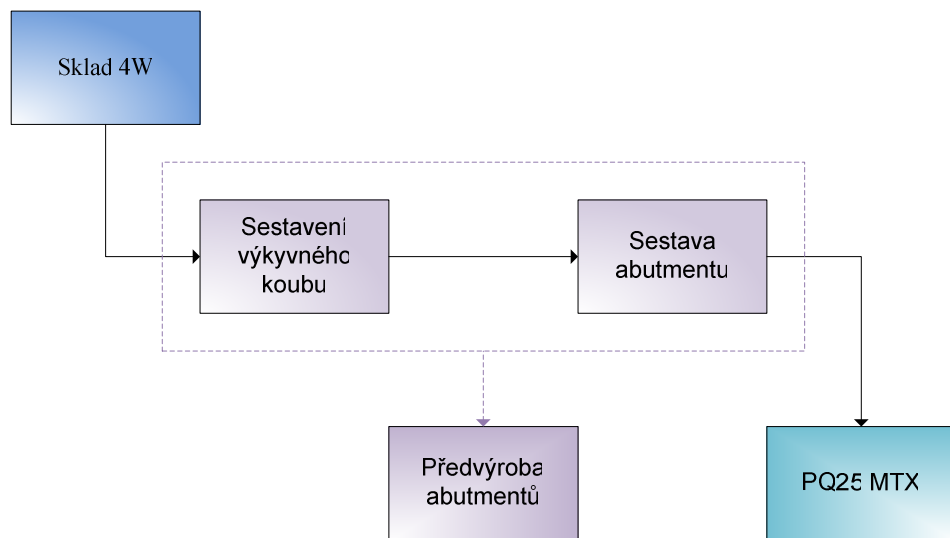
Jak již bylo zmíněno výše, výrobě na lince PQ25 předchází předvýroba abutmentů, conduitů, lanek, návleků a nastříkování koncovek.

8.5.1 Výroba abutmentů

Abutmenty, které tvoří část volícího a řádícího kabelu, jsou vstupním materiálem pro linku PQ25 MTX. Pro jejich výrobu je zaveden výrobní kanban.

Samotná předmontáž abutmentu se skládá ze dvou kroků. Prvním z nich je sestavení výkyvného kloubu, druhým pak sestava abutmentu. V současné době je tento proces

manuální, během zavedení nového projektu je plánováno s jeho automatizací. Proces výroby tohoto dílu je graficky znázorněn na obrázku č. 25.



Obrázek 24: Postup výroby abutmentů [vlastní zpracování]

8.5.2 Výroba conduitů

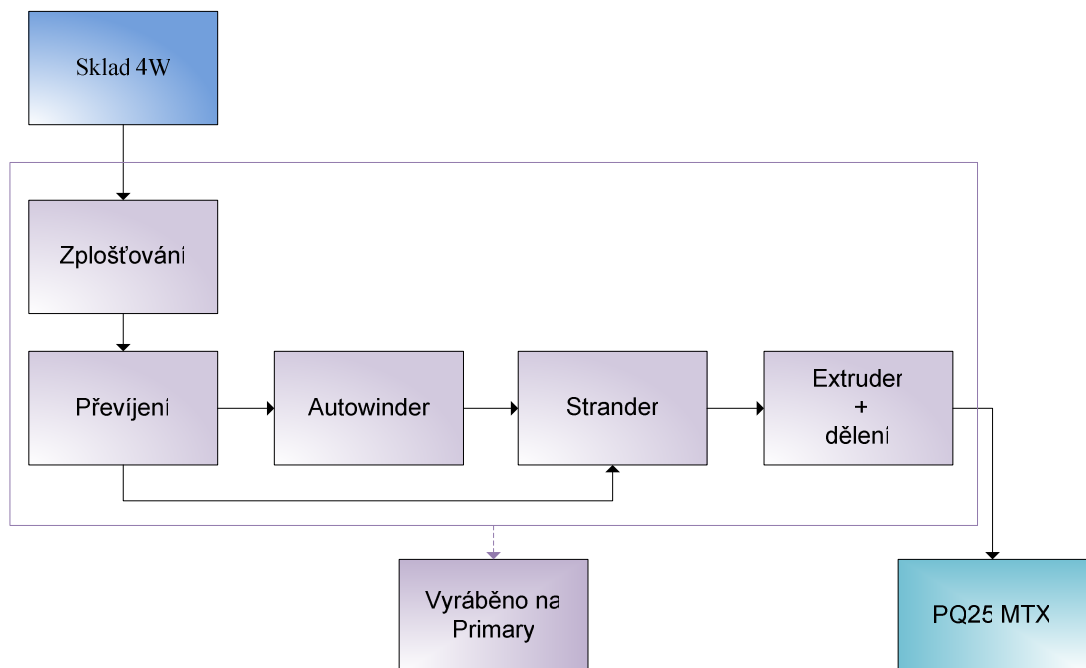
Dalším materiálem vstupujícím do linky PQ25 MTX z předvýroby jsou conduity (bovdeny). Conduity určené pro montážní linku PQ25 MTX jsou vyráběny napříč oblastí Primary. Tento výrobek vyžaduje několik specifických technologií, nutných pro jeho zhotovení.



Obrázek 25: Conduit [8]

Proces výroby conduitů začíná válcováním drátů, kde se nakupovaný drát zplošťuje a navíjí na cívky pro další zpracování. Po navinutí na cívky následuje zpracování na autowinderech, kde je drát doválcován na finální tloušťku a vinut okolo lineru, což je vnitřní plastové vyložení sloužící ke snížení tření lanka o kovovou spirálu. Z autowinderu vychází nekonečná spirála, která je následně oplétána 24mi dráty pro zpevnění. Je nutné, aby takto opletený drát prošel rovníčnými kladkami, a to z důvodu

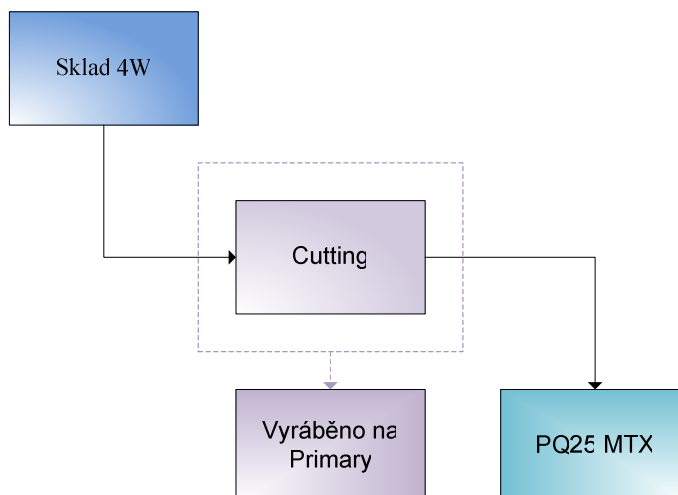
ztráty paměti a napětí v drátech. Výstupem stranderu je solo conduit, který je dále zpracováván na extruderu, kde je veden pomocí naváděcího trnu přes kruhovou matici. Mezi trnem a matricí je tlačěn roztavený plast, kterým se solo conduit potahuje a je dále protahován chladicí vanou a přes kumulační stůl je naveden do děličky conduitu. Zde je dělen na požadovanou délku podle požadavků montážní linky, označen zákaznickým kódem a připravený v kanbanu pro další zpracování na lince. Proces výroby conduitu je graficky znázorněn na obrázku č. 27.



Obrázek 26: Postup výroby conduitů [vlastní zpracování]

8.5.3 Výroba lanek

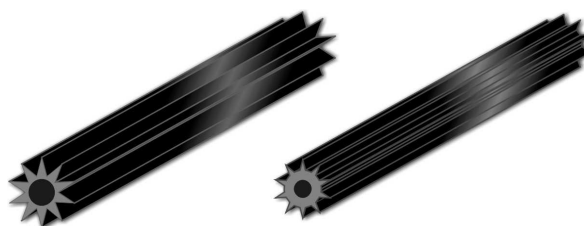
Lanka vstupující do linky PQ25 MTX jsou firmou nakupována na cívkách v délce 3000 metrů a následně zpracování v oblasti Primary. Proces výroby lanek začíná navezením vstupního materiálu do části Primary Dělení lanek. Zde jsou lanka na stroji Cutting odporově dělena na požadovanou délku dle jednotlivých vyráběných variant kabelů a přichystána v kanbanu dle požadavků linky PQ25 MTX pro výrobu. Proces výroby lanek graficky zobrazuje obrázek č. 28.



Obrázek 27: Postup výroby lanek [vlastní zpracování]

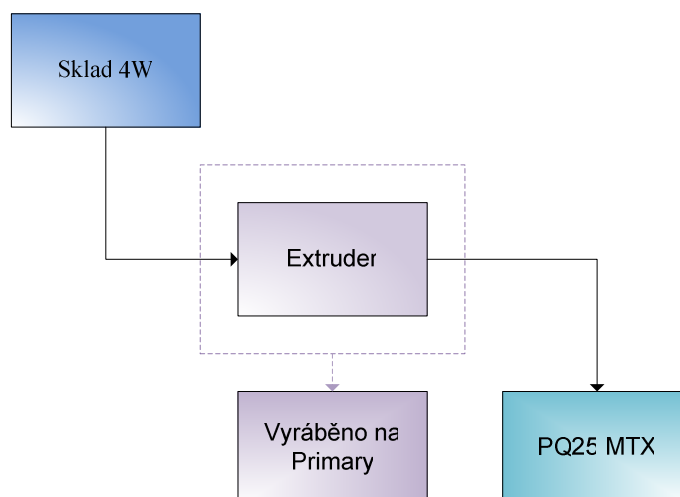
8.5.4 Výroba návleků strojním

Návleky se vyrábí na zařízení Extruder. Jsou vyráběny z granulátu, který je tlačěn extruderem přes trn a matrici. Průměr trnu určuje vnitřní rozměr otvoru a matrice určuje venkovní tvar návleku. Dále prochází chladicí vanou a děličkou, kde jsou sekány na potřebnou délku. Takto připravené návleky jsou skladovány v kanbanu, odkud je manipulanti naváží kanbanovým vláčkem na montážní linky.



Obrázek 28: Návleky (star sleeve) [8]

Výroba návleků je graficky zobrazena na obrázku č. 30.



Obrázek 29: Postup výroby návleků [vlastní zpracování]

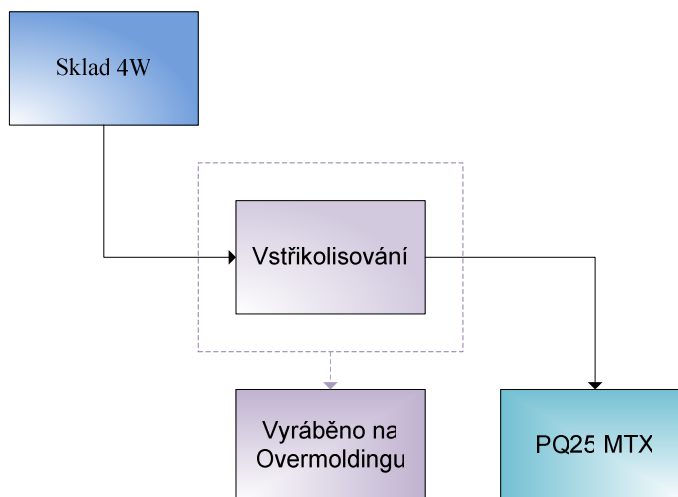
8.5.5 Nastříkování koncovek

Posledním materiálem vstupující na linku PQ25 z předvýroby jsou koncovky, které se nastříkují v oblasti Overmolding.



Obrázek 30: Koncovka [8]

Po navedení vstupního materiálu je čep založen do formy vstříkolisu, na který je následně nastříknuta koncovka ze směsi plastového granulátu a barviva. Koncovky jsou vyráběny na základě požadavků linky PQ25, pro niž jsou po nastříkování připraveny k další montáži v kanbanech. Výroba koncovek je graficky znázorněna na obrázku č. 32.



Obrázek 31: Postup nastříkování koncovek [vlastní zpracování]

9 VYMEZENÍ PROJEKTU

9.1 Definování projektu

Název projektu: Implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o.

Vlastník projektu: Ing. Jakub Černý, Pre-Production Process Engineer

Vedení projektu: Ing. Jakub Černý, Pre-Production Process Engineer
Bc. Pavlína Galušková, diplomantka, studentka UTB ve Zlíně

9.2 Cíle projektu

Hlavní cíl: Zajistit výrobu nového projektu v kopřivnickém závodu a zaměřit přesunu projektu do výrobního závodu v Šanghaji

Dílčí cíle: Navrhnout úspory a řešení na existujícím projektu

Odstranit plýtvání z linek PQ25 Light a PQ25

Zvýšit produktivitu a snížit rozpracovanost na těchto linkách

9.3 Rizika projektu

V souvislosti se zaváděním nového projektu na stávající výrobní zařízení je největším rizikem nedostatečně zvládnutá optimalizace výrobních procesů, tím nesplnění požadavků managementu firmy v oblasti nákladů.

Nedostatečné navýšení kapacity výrobních linek a s tím související riziko ohrožení dodávek zákazníkovi z důvodů nedostatečné kapacity.

Další možná rizika souvisejí s odevzdáním diplomové, konkrétně pak nedodržením termínů a tím nezvládnutí odevzdání diplomové práce v termínu stanoveném univerzitou.

Rizikem pro moji práci je také nová směrnice děkanky a zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, přesněji paragraf o zveřejňování diplomových prací. Tato práce totiž obsahuje detailní analýzy výrobního procesu, což

jsou pro firmu velmi citlivé informace z důvodu konkurenčního boje, a proto s jejich zveřejňováním nemůže souhlasit.

9.4 Časový plán projektu

Celý projekt byl zahájen v měsíci únoru, a to seznámením firmou. Na přelomu měsíce února a března došlo ke změně priorit firmy ve vztahu k tématu diplomové práce, a bylo mi tedy zadáno téma nové.

Během měsíce března by měla být provedena analýza současných výrobních možností a zpracována analytická část. V měsíci dubnu by pak měl být projekt zaměřen na návrhy úspor a řešení na stávajících výrobních zařízeních a vypracována projektová část. Teoretická část bude vypracovávána v průběhu těchto dvou měsíců. Po odevzdání práce v termínu stanoveném univerzitou na 3. května 2010 bude následovat její obhajoba.

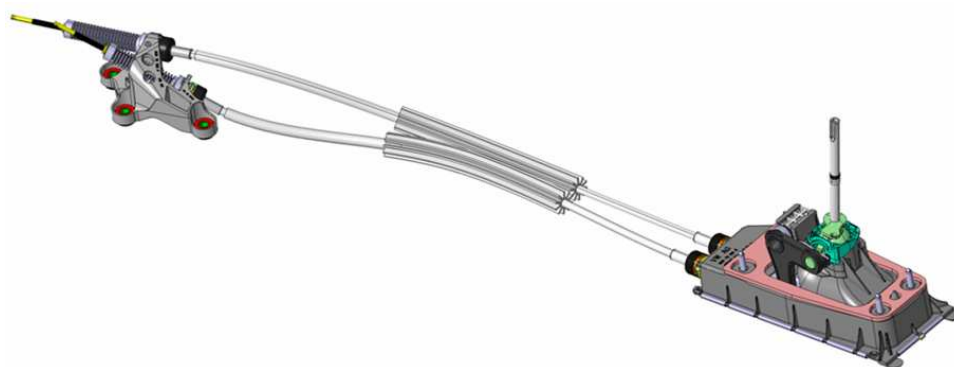
ID	Název úkolu	II 2010				III 2010				IV 2010				V 2010						
		31 1	7 2	14 2	21 2	28 2	7 3	14 3	21 3	28 3	4 4	11 4	18 4	25 4	2 5	9 5	16 5	23 5	30 5	
1	Seznámení s firmou	■																		
2	Analytická část DP					■														
3	Projektová část DP									■										
4	Teoretická část DP					■														
5	Odevzdání DP															■				
6	Obhajoba DP																		■	

Obrázek 32: Časový plán projektu [vlastní zpracování]

10 NOVÝ PROJEKT

10.1 Představení nového projektu

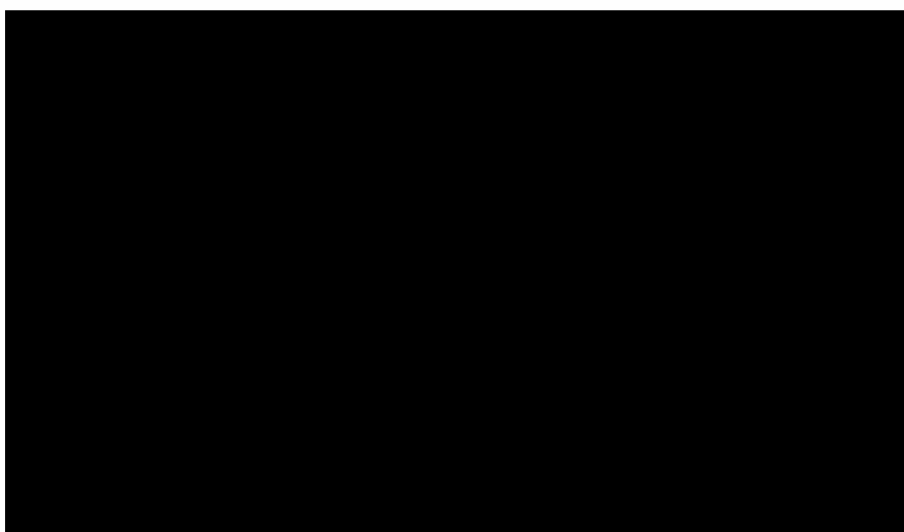
Nový řadící systém, jehož výrobu společnost DURA Automotive Systems CZ plánuje zahájit začátkem příštího roku, bude vstupovat do manuální převodovky osobního automobilu připravovaného koncernem VW. Tento nový automobil nese název VW UP a je popisován v dalším textu. Design nového řadícího systému je zobrazen na obrázku č. 34.



Obrázek 33: Nový produkt [8]

Zahájení výroby nového řadícího systému v Kopřivnickém závodu je plánováno na začátek příštího roku, tedy 2011. Předpokládaný objem výroby nového řadícího systému podle požadavků zákazníka je zobrazen na obrázku č. 35.

objem



Obrázek 34: Předpokládaný objem produkce nového projektu [8]

10.2 Volkswagen UP

Nový řadící systém, vyráběný společností DURA Automotive Systems CZ, s. r. o., bude dílem vstupujícím do nového automobilu VW UP. Wolfsburgská automobilka předvedla koncepční návrh tohoto automobilu na mezinárodním autosalonu ve Frankfurtu v roce 2007. Jde o malý třídvéřový hatchback, který by měl být nástupcem VW Lupo. UP! jsou prostřední písmena ze slova Lupo. VW UP v sobě nese správný náboj, který dokáže okouzlit více než jednu generaci. Je to malý, čistý a vysoce sofistikovaný vůz, který bere ohled na životní prostředí a jehož celá koncepce se vyznačuje jasnou, čistou a intuitivní funkcí. Jméno je synonymem pro počátek, aktivitu, dynamiku a budoucnost.

VW UP je městský specialista, vůz pro čtyři osoby a všechny národnosti, na cesty do práce i na univerzitu, pro vyjížděky na pláž i pro výlety za hranice města. Tento malý vůz překvapuje také svojí velikostí, jelikož nabízí víc prostoru než jakýkoliv podobný vůz obdobné délky a šířky. UP! je 3,45 metru dlouhý, 1,63 metru široký a 1,42 metru vysoký. Jeho motor je umístěn vzadu, což mění vše: prostornost, výraz, design.

Interiér sází na jednoduchost a praktičnost. UP! odveze čtyři cestující. Všechna sedadla kromě sedadla řidiče jsou sklopná a vyndavací. Vyndaná a složená sedadla lze uložit dovnitř, aby nepřekážela nákladu. Díly sedadla jsou vyplněny vzduchem, díky němuž se dokonale přizpůsobí tělu. [3, 23, 24]

Design tohoto automobilu znázorňuje obrázek č. 36.



Obrázek 35: Volkswagen Up! [8]

10.3 Srovnání současného projektu a nového projektu VW UP

Vzhledem k probíhající krizi v automobilovém průmyslu se zvyšuje tlak zákazníků na ceny. Z tohoto důvodu byl pro projekt řadicího systému pro VW UP vytvořen nový design, který tento požadavek zákazníka zohledňuje.

Nejzásadnějším rozdílem, který ovšem vychází z požadavků zákazníka, je změna řazení zpátečky. Současný systém je založen na zatlačení řadicí páky dolů a posunutí do prvního převodového stupně. Nový systém řazení zpětného chodu bude založen na systému „doprava dozadu“. Díky tomu se design samotné řadicí páky podstatně zjednoduší. Sníží se počet použitých komponent, čímž se sníží cena nejen díky úspoře materiálu, ale také se sníží náklady na montáž samotnou.

Další podstatnou změnou nového produktu pro VW UP je změna použitého materiálu na řadicí rameno. Tento materiál byl změněn z oceli na plast, konkrétně polyamid s přidaným skelným vláknem. Použitý materiál je levnější a také jeho volbou odpadne operace nýtování řadicího ramena do řadicí skříně. Řadicí rameno v novém produktu bude zajištěno plastovým klipem.

V současné době jsou kabely do řadicí skříně a do konzoly uchyceny pomocí ocelových spon. Nový design abutmentů umožní jejich montáž nasazením a pootočením o 90°. Ocelové spony tedy budou vypuštěny.

Konstrukce řadicích a volících kabelů vstupujících do řadicího systému je shodná se současnými kabely produkovanými na lince PQ25 MTX. Kabely vstupující do nového řadicího systému se oproti těm současným liší pouze v délce kabelu a délce návleků. Linku PQ25 MTX tedy nebude nutné pro výrobu tohoto produktu upravovat.



Obrázek 36: Kabel pro nový produkt [8]

10.4 FMEA

V době dokončování diplomové práce byla pro nový produkt připravována designová FMEA – D-FMEA. Teprve po jejím dokončení firma přistoupí k vytvoření, resp. aktualizaci procesní FMEA pro nový výrobek.

V 15. týdnu tohoto roku proběhl meeting D-FMEA za účasti oddělení designu, procesu, kvality a nákupu, na kterém byly odsouhlaseny závěrečné designové změny výrobku dle požadavků všech zúčastněných stran. Procesní FMEA by měla být rozpracována v průběhu měsíce května a dokončena před startem úprav procesů.

10.5 Změny současných výrobních zařízení nutných pro výrobu nového projektu

Jak již bylo uvedeno výše v textu, řadící a volící kabely vstupující do nového řadícího systému, se oproti těm současným budou lišit pouze v délce kabelů a délce ochranných návleků. Linku PQ25 MTX tedy nebude nutné pro výrobu tohoto produktu upravovat.

Jelikož nový řadící systém má v porovnání se současným řadícím systémem upravený design, bude nutné na Lince PQ25 Light, která bude nový řadící systém vyrábět, provést úpravu současných výrobních zařízení. Designové změny nového projektu jsou popsány v předcházejícím textu. Úpravy současných výrobních zařízení jsou popsány v následujícím textu. K těmto úpravám jsou také vyčísleny předpokládané náklady podle informací před-procesního inženýra.

Vzhledem ke změně použitého materiálu na řadící rameno, odpadne operace zanávaní řadícího ramena. Další činností, kterou bude možné vypustit, je lisování spon. Vzhledem k novému designu abutmentů, nebude třeba kabely do řadící skříně a konzoly uchycovat ocelovými sponami, ale pouze pootočením abutmentu o 90°.

V souvislosti se změnou designu řadící páky, bude nutné upravit přípravky pro mazání řadící páky na stanici 1B. Předpokládané náklady této změny jsou předběžně vyčísleny na 2500 €.

Dále bude nutné vytvořit nové přípravky pro dávkování maziva a usazování klipu do tělesa. Předpokládané náklady tohoto opatření včetně nového systému mazání výrobku jsou 13 000 €.

Jelikož konzola pro nový řadící systém bude mít jiné rozměry než současná konzola, bude nezbytné upravit přípravky a pozice kontrolních čidel u stanice 5. Bude také třeba přepracovat stanici dle požadavků SMED a upravit SW. Předpokládané náklady těchto opatření jsou předběžně vyčísleny na 3500€.



*Obrázek 37: Grafické srovnání časů stanic nutných pro výrobu nového produktu
[vlastní zpracování]*

Z tohoto obrázku je zřejmé, že časy jednotlivých stanic, nutných pro montáž nového řadícího systému, nejsou vyrovnané. Je tedy nezbytné provést vybalancování linky.

Pro vybalancování linky jsem nejprve stanovila takt linky, který jsem počítala vydělením průměrného požadavku zákazníka (230 000 kusů za rok) časem dostupným pro jeho výrobu (225 dnů, 1 směna = 440 minut). Pro výrobu nového projektu je takt 29,32 sekund. To znamená, aby linka splnila požadavek zákazníka, musí každých 29,32 sekund smontovat jeden kus. Sečtením všech časů operací stanovených pomocí MOST analýzy (155,81 sekund) a vydělením časem taktu, jsem získala počet operátorů, nutných pro splnění tohoto požadavku. Pro výrobu nového řadícího systému v tomto požadavku zákazníku bude zapotřebí 6 operátorů. Následně jsem provedla vybalancování všech operací mezi tento počet operátorů. Toto vybalancování zobrazuje obrázek č. 39.



Obrázek 38: Vybalancování linky pro výrobu nového projektu VW UP (vlastní zpracování)

11 NÁVRHY ÚSPOR A ŘEŠENÍ NA EXISTUJÍCÍCH LINKÁCH

Pro stanovení návrhů úspor a řešení na odstranění plýtvání a zefektivnění výstupu linky byl ustanoven tým, složený ze zástupců oddělení technologie, procesu, kvality, výroby a logistiky, s nímž jsem se zabývala návrhy na zefektivnění výrobního procesu. Při tvorbě návrhů úspor a řešení jsem se zaměřila na výrobní proces jako takový, jelikož cílem mojí práce je optimalizace linky a zvýšení jejího výstupu v souvislosti s výrobou nového projektu na současných výrobních zařízeních. Nebyla tedy řešena oblast materiálů vstupujících na linku ať už ze skladu nakupovaných dílů nebo z kanbanů předvýrob. Tato problematika se totiž svým charakterem vymyká tématu mojí práce a její rozsah je natolik široký, že by pokryl téma samostatné diplomové práce.

Větší pozornost při hledání úspor a řešení na existujících linkách byla věnována lince PQ25 MTX vyrábějící řadící a volící kabely pro řadící systém. Důvodem bylo její současné maximální využití, jelikož je na ní z důvodu mimořádně zvýšených požadavků zákazníka na odběr řadících systémů zaveden nepřetržitý provoz. Na lince montující řadící systémy je kapacita pro nový projekt dostatečná.

Předvýroby nebyly dále řešeny, jelikož jejich kapacita je dostatečná.

11.1 Linka PQ25 Light

V souvislosti se zaváděním nového produktu na stávající výrobní zařízení bylo ovšem nutné výrobu současného řadícího systému zoptimalizovat. Vzhledem k výše zmíněným důvodům, je v dalším textu uvedeno pouze několik návrhů.

11.1.1 Stanice 2A, 2B

V současné době ke spuštění stroje stanice 2A dochází stisknutím tlačítka. Toto tlačítko je nutné držet přimáčknuté po delší dobu. Po konzultaci s technologem byla dohodnuta změna tohoto tlačítka na „hříbek“ případně „brnkačku“, čímž se zrychlí celkový čas této operace.

Předpokládané náklady: 0 € - díly má firma k dispozici

Dalším problémem u této stanice je **překládání materiálu** vstupujícího na tuto stanici, konkrétně řadícího ramena z gitter boxu o obsahu 6000 ks do menších zásobníků blíže ke stanici. Tento problém lze vyřešit jednáním s dodavatelem o změně balení, na kterou je podle zkušeností firmy pod nátlakem ochotno přistoupit asi 50% dodavatelů, a to na vlastní náklady. Pokud by dodavatel na změnu balení nepřistoupil, doporučuji tento vstupní materiál přebalovat. Výhody a nevýhody přebalování materiálu vstupujícího na linku jsou popsány dále v textu.

Výhody přebalování materiálu

- 100% kontrola počtu dodávaných kusů
- Úspora regálu, resp. místa u výrobní linky
- Dodržování předpisů BOZP – max. 15 kg hmotnost
- Balení je použitelné ihned v lince – standardizace
- Nižší počet kusů přímo u linky nebo v lince
- Zrychlení fyzické inventury a také zpřesnění inventury přímo na pracovišti

Nevýhody přebalování materiálu

- Náklady na pracovníka přebalu
- Zvýšení počtu vstupního materiálu z hlediska počtu beden dodávaného do výroby
- Zvýšení frekvence manipulanta při vyskladňování materiálu

Jelikož je jednání s dodavatelem o změně balení dodávaných komponent otázkou dlouhodobějšího charakteru, bylo s týmem učiněno rozhodnutí o dočasném přebalování těsnění dna a to do doby, než dodavatel učiní rozhodnutí. V současné době je ve společnosti již pracoviště přebalu zavedeno, a jeho kapacita pro přebalování tohoto dílu je dostatečná.

Předpokládané náklady: nejsou přesně vyčísleny, pracoviště přebalování materiálu je určeno pro více projektů

11.1.2 Stanice 4

Největším nedostatkem u testovací stanice je skutečnost, že **operátor čeká** více než polovinu testovacího času **na dokončení chodu stroje**. Čas testu přitom nelze nijak ovlivnit, neboť je nastaven na základě požadavků stanovených zákazníkem k testování pro něj vyráběného produktu. V současné době je stanice vybavena dvěma testovacími zařízeními, z nichž každé obsluhuje jeden operátor.

Je zřejmé nedostatečné využití schopností obou pracovníků, obsluhujících testovací stanice, proto jsem se zabývala otázkou, zda obě testovací stanice nemůže obsluhovat pouze jeden operátor. Tuto myšlenku jsem ověřila MOST analýzou. Z MOST analýzy vyplynulo, že **obsluha obou testovacích zařízení může být zajišťována jedním operátorem**, navíc s časovou rezervou. Během testovacího času prvního testeru bude operátor obsluhující obě stanice zakládat sestavu do druhého testeru a naopak. Testovacích časů obou strojů a časy nutného pro manuální úkony je porovnány na obrázku č. 40.

Předpokládané náklady: 0 € - jedná se pouze o změnu pracovního postupu

Implikování tohoto opatření společnost ušetří pro výrobu současného řadičského systému jednoho operátora, kterého může posléze využít pro jinou práci na jiných montážních linkách.



Obrázek 39: Porovnání časů manuální úkony a procesních časů testovacích zařízení dle MOST analýzy [vlastní zpracování]

Stejně jako u stanice 2A, je i u testovací stanice nutné překládat materiál, konkrétně dno tělesa z gitter boxu o obsahu 2300 kusů do menších zásobníků blíže k této stanici. Byly tedy prodiskutovány stejné návrhy jako v případě řadícího ramena a učiněna stejná rozhodnutí.

Předpokládané náklady: nejsou přesně vyčísleny, pracoviště přebalování materiálu je určeno pro více projektů

V současné době operátor obsluhující testovací stanici vykládá každý box pro hotové výrobky o kapacitě 30, nebo 40 kusů plastovou folií. Odpovědnost za tuto činnost bude po dohodě s mistrem výroby přesunuta na manipulanta, který boxy pro odkládání hotových výrobků přichystává.

Předpokládané náklady: 0 € - jedná se pouze o rozšíření pracovních povinností manipulanta

11.1.3 Stanice 5 – Montáž konzoly

U této stanice byl řešen problém s usazováním gumových kroužků do konzoly. Docházelo k situaci, kdy gumové kroužky nebyly do konzoly dostatečně usazeny. Stroj je nastaven tak, aby signalizoval NOK kus kontrolním zařízením, a operátor poté upraví usazení gumového kroužku v konzole nástrojem. Po konzultaci s technologem bude upraven program stanice, čímž se tento problém odstraní.

Předpokládané náklady: 0 € - pouze úprava SW programu, která bude provedena pracovníky firmy

Během provádění analýzy a sběru dat na lince se také objevil problém se vstupním materiálem. Linka byla nucena zastavit výrobu z důvodu chybějícího vstupního materiálu, konkrétně řadících a volících kabelů. K této situaci došlo z důvodu chybějícího vstupního materiálu pro linku PQ25 MTX ve skladě vstupních komponent. Tento problém má své kořeny v logistice, ať už ve špatném nastavení bezpečnostních zásob, pozdním objednáním materiálu nebo problémech s dodávkou u dodavatele. Tento problém se svým charakterem vymyká obsahu mojí práce, a svým rozsahem by vystačil na samostatné téma diplomové práce, proto v ní nebyl dále rozebírán.

11.1.4 Vybalancování linky PQ25 Light

V průběhu výroby řadícího systému se po některých stanicích tvoří velká zásoba rozpracované výroby. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k vybalancování linky, které by mělo tento problém odstranit.

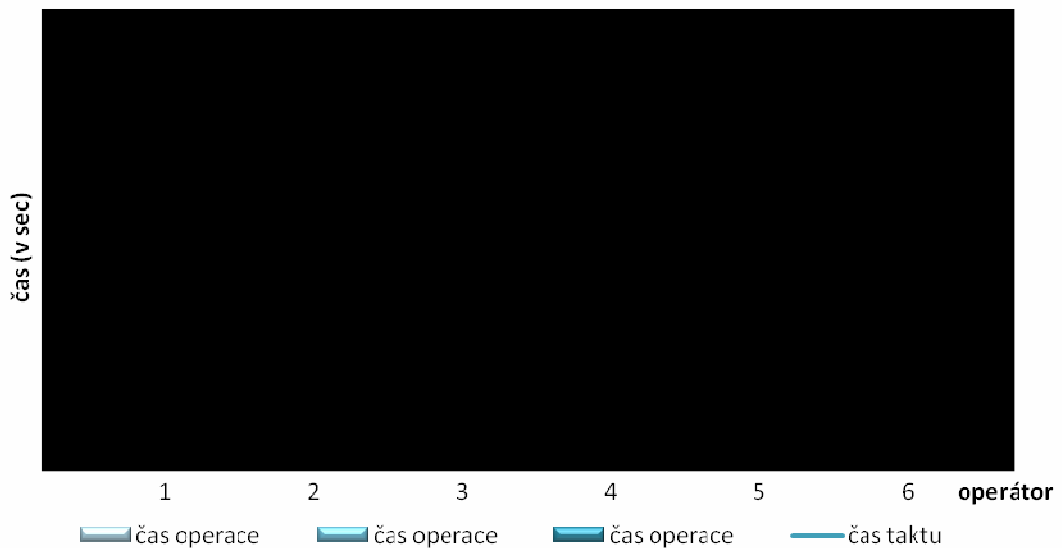
Současný stav vybalancování linky je znázorněn na obrázku č. 41. Vydělením průměrného požadavku zákazníka (880 kusů na směnu) časem dostupným pro výrobu tohoto požadavku (440 minut na směnu), jsem stanovila takt linky. Pro linku PQ25 Light je takt 30 sekund. To znamená, aby linka splnila požadavek zákazníka, musí smontovat každých 30 sekund jeden kus. Na základě těchto informací jsem provedla srovnání času taktu a časů jednotlivých operací a vypočítala procento vybalancování linky. Pro linku PQ25 Light tento ukazatel dosahuje hodnoty 66,7 %.



Obrázek 40: Současné vybalancování linky PQ24 Light [vlastní zpracování]

Sečtením časů operací (123,88 sekund) a jejich vydělením časem taktu (30 sekund), jsem získala potřebný počet operátorů, k tomu, aby proces správně fungoval v plynulém toku materiálu. Pro linku PQ25 Light je třeba k výrobě v plynulém toku a vyrobení požadavku zákazníka 6 operátorů.

Na základě těchto údajů jsem provedla vybalancování linky, které je zobrazeno na obrázku č. 42.



Obrázek 41: Nové vybalancování linky PQ25 Light [vlastní zpracování]

Tímto krokem se zvýší ukazatel vybalancování linky na 77 %, což je oproti původnímu vybalancování nárůst o 10,3 %.

11.2 Linka PQ25 MTX

S příchodem výroby nového řadícího systému do společnosti se na lince PQ25 MTX, vyrábějící řadící a volící kabely, zvýší roční produkce ze současných 1 500 000 kusů o 460 000 kusů. Je tedy nutné zvýšit její výrobní kapacitu. Všechny návrhy na zefektivnění linky byly konzultovány s týmem složeným ze zástupců oddělení technologie, procesu, kvality, výroby a logistiky. Při tvorbě návrhů a řešení na existujícím projektu zaměřila na samotný výrobní proces, jelikož cílem mojí práce je zvýšení výrobní kapacity linky v souvislosti se zavedením nového projektu.

11.2.1 Stanice 1 – Sestavení

Conduity vstupující na tuto stanici jsou na linku dováženy ve vozících z Primary. Po dovezení na conduitů na montážní linku, jsou operátorem překládány z vozíku do zásobníku. Toto překládání považuji za naprosto zbytečné. Proto navrhuji conduity po dělení na požadovanou délku v oblasti Primary ukládat do kanbanu přímo v zásobníku.

Předpokládané náklady: 0 € - tyto pojízdné zásobníky má firma k dispozici v dostatečném množství pro jiné projekty

11.2.2 Stanice 2 – Zalisování abutmentů

Hlavním cílem při definování návrhů a opatření na této stanici bylo zrychlení procesního času stroje, neboť operátor obsluhující tuto stanici čeká na dokončení jeho chodu. Tento stroj je také úzkým místem linky. Po konzultaci s technologem a procesním inženýrem jsme dospěli k následujícím řešením. Jelikož pravý a levý lis sjíždí a vyjíždějí v současné době každý jinou rychlostí, což stroj v konečném důsledku zpomaluje, bude sjednocena rychlost sjíždění a vyjíždění obou lisů. Celý pravý lis bude vyměněn, protože u něj dochází k úniku hydraulického oleje.

Předpokládané náklady: 8250 € - náhradní lis

Dále bude upraveno vyjetí unášeče, který posunuje soustavu z pozice jedna do pozice dva – testu. Nyní je vyjetí unášeče vázáno na ukončení procesu vyjetí lisů. Vyjetí unášeče bude nově upraveno a vázáno na dokončení procesu lisování; unášeč tedy bude vyjíždět současně se zvedáním obou lisů, přičemž bude zabráněno možnosti jejich vzájemného nárazu.

Předpokládané náklady: 0 € - jedná se o SW úpravu, která může být provedena pracovníky firmy

Dalšími opatřeními u tohoto lisu bude zrychlení pojezdu, upravení pneumatických dorazů, zrychlení vysunutí jehel a zvýšení průtok vzduchu do válců.

Předpokládané náklady: 150 € - výměna pneumatických dorazů za jiný typ, další opatření jsou bez nákladů

Bude také nutné upravit nastavení čidel, kontrolujících přítomnost abutmentu v lisu, případně do stroje umístit zámky abutmentu. V současné době čidla nefungují tak, jak by měla, a stroj operátorovi signalizuje nesprávné usazení abutmentu do pozice. Operátor tedy musí abutment do lisu opětovně ustavovat. Stejný problém se vyskytuje i s usazením soustavy do pozice dva – test. Zde bude taktéž změněno nastavení čidel, případně budou do této pozice umístěny zámky soustavy.

Předpokládané náklady: 450 € - nové typy čidel + pneumatické zámky, úprava SW

11.2.3 Stanice 3A – Navlékání lanka

Hlavním problémem u lisu 3A je pomalé otvírání zámků. Po konzultaci s technologem bude otvírání zámků zrychleno a také bude zrychlen samotný proces navlékání lanka. Proces navlékání lanka je zahájen po stisknutí tlačítka, jehož zmáčknutí je v současné době obtížné a operátor jej musí podržet zmáčknuté. Z tohoto důvodu bude tlačítko vyměněno na „hříbek“ případně zavedeno automatické spouštění navlékání lanka.

Předpokládané náklady: 0 € - úprava SW, případně vyměňované díly má firma k dispozici

11.2.4 Stanice 3B – Lisování vnitřního lanka na čep

Proces lisování vnitřního lanka na čep je spuštěn po stisknutí tlačítka. Při pozorování stroje byla odhalena prodleva zavření bezpečnostního krytu, k němuž dochází asi po jedné sekundě od stisknutí tlačítka. Během konzultace s ustaveným týmem byla prověřena možnost svázat tlačítko start s bezpečnostním krytem. Dojde tedy k úpravě naprogramování stroje, čímž bude zrychlen jeho procesní čas.

Předpokládané náklady: 0 € - úprava SW – odstranění časové prodlevy v programu PLC

Dalším problémem u této stanice je její uspořádání. Operátor musí vynakládat zbytečné pohyby při přenášení kabelů od předcházející stanice a po zalisování vnitřního lanka na čep kabely dále přenášet k následující stanici. Proto jsem navrhla změnu současného layoutu stanice, jelikož lepším rozestavením stroje a zásobníků, bude tento problém odstraněn.

Předpokládané náklady: 0 €

11.2.5 Stanice 4 – Zalisování druhé koncovky a test

U stanice 4 vyvstává na povrch problém s „vyhazovačem“ kabelů ze stroje. Dochází buďto k jeho prodlevě, nebo k potížím při vyhození kabelů, kdy kabel upadne na zem, nebo naopak jeho část zůstane ve stroji. To v sobě váže zbytečné pohyby operátora obsluhujícího tuto stanici, jelikož tuto situaci musí napravovat. Po konzultaci s technologem bude nastavení „vyhazovače“ upraveno.

Předpokládané náklady: 0 € - bude upraveno pouze nastavení vyhazovače.

Přímým měřením procesních časů strojů bylo zjištěno, že stroj 4A je pomalejší než stroj 4B, jelikož u něj dochází k prodlevě zavření krytu. Příčinou tohoto problému je chybné nastavení programu.

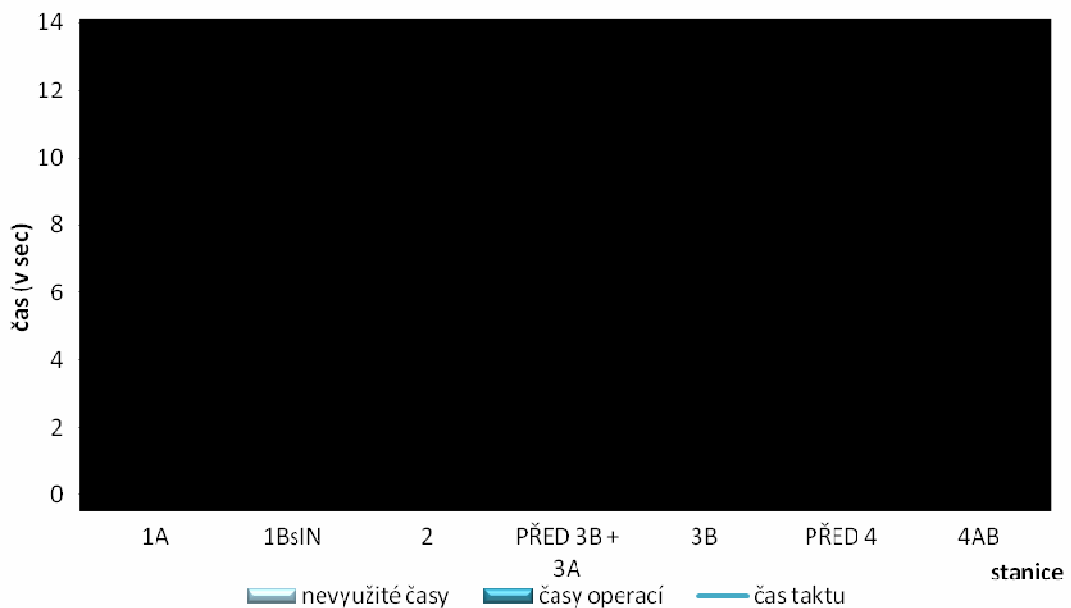
Předpokládané náklady: 0 € - pouze úprava SW

Po dokončení času testu stroj signalizuje, zda byl test vyhodnocen jako přijatelný. V případě, že se rozsvítí kontrolka signalizující NOK kus, musí operátor ověřit tření hotového kabelu a ten následně založit do stroje k novému testu. Tento problém výstup stanice značně snižuje, je tedy nezbytné jej odstranit. Příčinou tohoto problému jsou ohnutá lanka, vstupující na linku z Primary. Lanka jsou nakupována na cívkách v délce 3000 metrů a následně odporově dělena na požadovanou délku. Jelikož jsou lanka dodávána namotána na cívkách, mají určitou paměť. Z tohoto důvodu padlo po konzultaci s technologem a procesním inženýrem doporučení, protáhnout lanka před dělením rovinami kladkami, a to z důvodu ztráty paměti a napětí v lankách. Byla prověřována také možnost zvýšení limitu tření, což bylo ovšem z důvodu ohrožení kvality produktu zamítnuto.

Předpokládané náklady: nejsou zatím vyčísleny. Vzhledem k tomu, že podobný problém se vyskytuje i na některých jiných projektech, náklady na nápravná opatření budou rozloženy mezi více finálních výrobků. V době psaní diplomové práce nebyla k dispozici data potřebná k vyčíslení nákladů na projekt PQ25.

11.3 Vybalancování linky PQ25 MTX

Stejně jako pro linku PQ25 Light, tak i pro linku PQ25 MTX jsem provedla vybalancování linky. Současný stav vybalancování linky je znázorněn na obrázku č. 43. Postupovala jsem stejně, jako u předcházející linky. Nejprve jsem stanovila takt linky a to vydělením průměrného týdenního požadavku zákazníka (42 000 kusů) dostupným časem pro výrobu tohoto požadavku (9 240 minut). Pro linku PQ25 MTX je takt 13,2 sekund. Na základě těchto informací jsem provedla srovnání času taktu a časů jednotlivých operací a vypočítala procento vybalancování linky. Pro linku PQ25 Light tento ukazatel dosahuje hodnoty 46 %.



Obrázek 42: Současné vybalancování linky PQ25 MTX [vlastní zpracování]

Z obrázku je zřejmé nevhodné vybalancování linky a značné nevyužití všech zařízení a také operátorů, neboť současné časy jednotlivých stanic se pohybují kolem poloviny času taktu. Z toho plyne, že výkonnostní norma linky je značně podhodnocená, což je ovšem zjevné i při přímém pozorování linky. Této skutečnosti dopomáhá i fakt, že výkonnostní norma linky nebyla od zahájení její výroby v roce 2005 aktualizována.

Sečtením časů operací (42,5 sekund) a jejich vydělením časem taktu (13,2 sekund), jsem získala potřebný počet operátorů k tomu, aby proces fungoval v plynulém toku materiálu. Pro linku PQ25 MTX je k výrobě v plynulém toku materiálů a vyrobení požadavku zákazníka zapotřebí 4 operátorů. Stejný výstup, jako nyní vyrábí v sedmi operátorech, by tedy měl být produkován pouze ve čtyřech lidech.

Na základě těchto údajů jsem provedla vybalancování linky. Jednotlivé operace, které jsou nutné po výrobu řadicích kabelů, jsem přerozdělila mezi čtyři operátory. Toto přerozdělení je zobrazeno na obrázku č. 44.



Obrázek 43: Vybalancování linky PQ25 MTX pro současný požadovaný výstup
[vlastní zpracování]

Na základě tohoto přerozdělení operací procento vybalancování linky dosahuje hodnoty 80,5 %. Proti původnímu stavu bude tedy tento ukazatel zvýšen o 34,5 %.

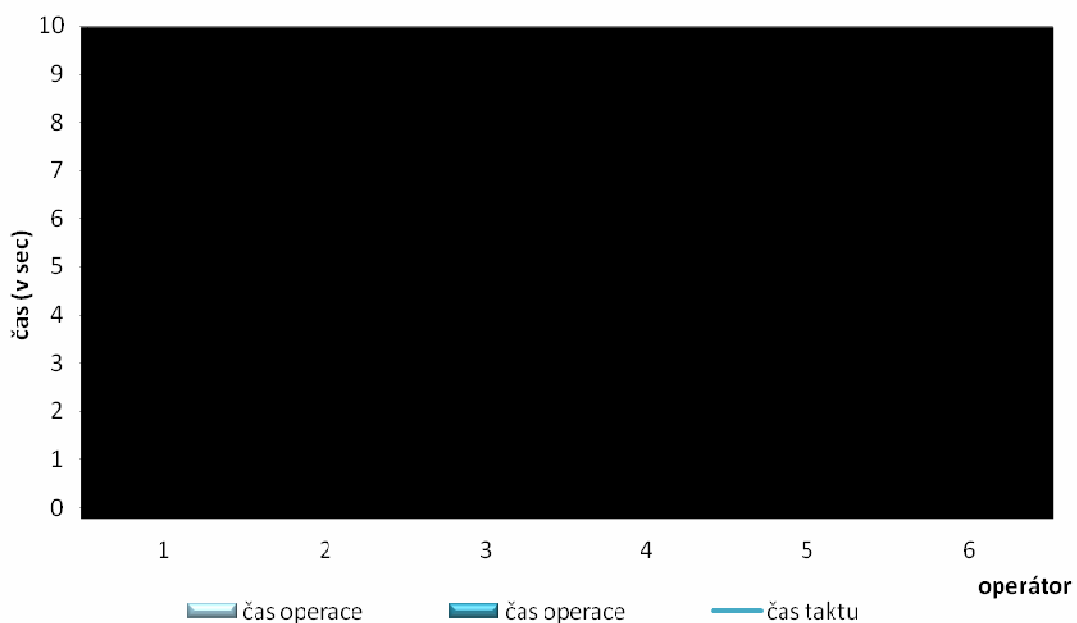
11.4 Vybalancování linky pro nový požadovaný výstup

S příchodem nového řídicího systému bude současný objem produkce na této lince navýšen o 30,6 %. Z tohoto důvodu bylo nutné vytvořit nové vybalancování pro tento objem produkce. V současné době je na lince z důvodu mimořádně zvýšených požadavků zákazníka na odběr řídicích systémů zaveden nepřetržitý provoz. V novém vybalancování bylo ovšem možné počítat pouze s dostupným časem 225 pracovních dnů ročně, jelikož zákazník VW nepovoluje na montážních linkách dlouhodobé zavedení nepřetržitého provozu. Zákazník nepřetržitý provoz nepřipouští, a to z důvodu, že by pro něj mohl znamenat ohrožení jeho vlastní výroby. V případě, že by došlo k blíže nespecifikovaným problémům s produkovánými výrobky, nebyl by zde již prostor pro nápravy chyb.

Na základě těchto faktů jsem stanovila nový takt linky pro navýšený objem produkce novým projektem, vydělením požadavku zákazníka (1 960 000 kusů) časem dostupným pro jeho výrobu (225 dnů). Tento upravený takt výroby činí 9,09 sekund. Ke splnění tohoto požadavku by mělo výrobu zajišťovat 5 operátorů. Bohužel vzhledem

k současným možnostem a specifičnosti jednotlivých výrobních procesů nelze provést vybalancování linky na tento počet operátorů. Proto jsem po domluvě s konzultantem stanovila počet potřebný pro výrobu na této lince na 6 operátorů.

Vybalancování linky pro výrobu řadících a volících kabelů pro současný projekt i pro nový projekt VW UP znázorňuje obrázek č. 45.



Obrázek 44: Vybalancování linky PQ25 MTX pro nový požadovaný výstup [vlastní zpracování]

Po provedení tohoto vybalancování dosahuje ukazatel vybalancování linky 78%.

12 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ

Zavedením nového projektu do výroby bude společnost nucena vynaložit určité náklady na umožnění jeho výroby. I když bude možné tento nový projekt vyrábět na stávajících výrobních zařízeních, v souvislosti s novým designem výrobku, bude nutné zrealizovat určité úpravy.

Všechny nezbytné úpravy stávajících výrobních zařízení byly v práci již dříve popsány. Náklady na učinění těchto úprav shrnuji v následující části práce. Předběžné náklady na tyto úpravy byly stanoveny na základě informací před-procesního inženýra a jsou uváděny v Euroch. Jelikož je tato měnová jednotka firmou užívána a to zejména při jednání se zákazníky, nebyly náklady ani úspory převáděny na českou měnu.

Vzhledem k navrhnutým řešením na současném projektu v souvislosti se zavedením nového projektu jsou v této části také vyčísleny předpokládané úspory všech návrhů a opatření. Úspory jsou vyčísleny jak ve vztahu k současnému projektu PQ25, tak také pro nový projekt VW UP.

Náklady a úspory jsou vypočítány pro jednotlivé linky.

12.1 Linka PQ25 Light

12.1.1 Předpokládané náklady

Pro výrobu nového projektu bude nutné učinit změny současných výrobních zařízení, zmíněné v kapitole Změny současných výrobních zařízení pro výrobu nového projektu. Souhrn jejich předpokládaných nákladů je uveden v tabulce č. 13.

Tabulka 13: Předpokládané náklady pro úpravu linky PQ25 Light
[vlastní zpracování]

ÚPRAVA	Předpokládané náklady (v €)
Úprava přípravku pro mazání řadící páky u stanice 1B	2 500
Přípravky pro dávkování maziva a usazování klipu do tělesa včetně systému mazání	13 000
Úprava přípravků a kontrolních čidel pro montáž konzoly u stanice 5	3 500
Úprava stanice 3 a stanice 4	0
CELKEM	19 000

12.1.2 Předpokládané úspory

Nové vybalancování linky a navržená řešení na lince PQ25 Light přinesou firmě úspory, které jsou shrnuty v následující tabulce. Na lince PQ25 Light byl zachován současný hodinový výstup, byl však snížen počet operátorů nutných k jeho dosáhnutí. Tato změna firmě přinese úsporu na současném projektu PQ25 ve výši 24 565,2 € ročně.

Tabulka 14: Předpokládané úspory na současném projektu PQ25
[vlastní zpracování]

Úspora za rok (v €):	24 565,2

Všechny návrhy a řešení přinesou firmě také úsporu pro nový projekt VW UP. Společnost v kalkulacích nového projektu pro zákazníka brala v úvahu současný hodinový výstup 120 kusů při osmi operátorech. Úspora pro nový projekt dosahuje výše 30 623,3 € a je zobrazena v tabulce č. 15.

Tabulka 15: Předpokládané úspory na novém projektu VW UP [vlastní zpracování]

Úspora za rok (v €):	30 623,3

12.2 Linka PQ25 MTX

12.2.1 Předpokládané náklady

Linku PQ25 MTX nebude nutné pro výrobu nového projektu upravovat. Vzhledem k tomu, že je na lince v současnosti zaveden dočasně nepřetržitý provoz, bude nutné pro výrobu nového projektu, který zvýší objem její produkce, provést opatření k jejímu zefektivnění. Tato opatření byla popsána v kapitole Návrhy úspor a řešení na existujících linkách. Výši jejich předpokládaných nákladů shrnuji v tabulce č. 16.

Tabulka 16: Předpokládané náklady pro úpravu linky PQ25 MTX [vlastní zpracování]

ÚPRAVA	Předpokládané náklady (v €)
Stanice 1	0
Stanice2	8 850
Stanice 3A	0
Stanice 3B	0
Stanice 4	0
CELKEM	8 850

12.2.2 Předpokládané úspory

V následující tabulce jsou shrnuty úspory, které firmě přinese nové vybalancování a navrhnutá řešení. Na lince PQ25 MTX byl zvýšen hodinový výstup z 336 kusů za hodinu na 420 kusů za hodinu, a navíc původní počet operátorů resp. sedm byl snížen na šest pracovníků. Tato opatření přinesou společnosti úsporu na současném projektu PQ25 ve výši 73 110,7 € ročně.

Tabulka 17: Předpokládané úspory na současném projektu PQ25 [vlastní zpracování]

Úspora za rok (v €):	73 110,7

Zmíněné návrhy a řešení přinesou firmě také úsporu pro nový projekt VW UP. Společnost při kalkulacích nového produktu pro zákazníka brala v úvahu hodinový vý-

stup 342 kusů při sedmi operátorech. Úspora pro nový projekt dosahuje výše 21 169,1 € a je vyčíslena v tabulce č. 18.

*Tabulka 18: Předpokládané úspory na novém projektu VW UP
v porovnání s původní kalkulací [vlastní zpracování]*

Úspora za rok (v €):	21 169,1

Tato úspora pro nový projekt bude mít na ziskovost projektu (EBIAT) vliv 1,1 %.

12.3 Celkové vyčíslení úspor

12.3.1 Linka PQ25 Light

Po odečtení předpokládaných nákladů opatření na lince PQ25 Light od předpokládaných úspor dosáhne společnost celkové úspory na této lince ve výši 36 188,5 €. Souhrn celkových předpokládaných nákladů a úspor je zobrazen v tabulce č. 19.

*Tabulka 19: Celkové vyčíslení předpokládaných úspor pro
linku PQ25 Light [vlastní zpracování]*

POLOŽKA	Předpokládané náklady (v €)
Úspora na současném projektu PQ25	24 565,2
Úspora na novém projektu VW UP	30 623,3
Náklady změn na lince PQ25 Light	19 000
CELKEM	36 188,5

12.3.2 Linka PQ25 MTX

Po odečtení předpokládaných nákladů opatření na lince PQ25 MTX od předpokládaných úspor dosáhne společnost celkové úspory na této lince ve výši 83 429,8 €. Souhrn celkových předpokládaných nákladů a úspor je zobrazen v tabulce č. 20.

Tabulka 20: Celkové vyčíslení předpokládaných úspor pro linku PQ25 MTX [vlastní zpracování]

POLOŽKA	Předpokládané náklady (v €)
Úspora na současném projektu PQ25	71 110,7
Úspora na novém projektu VW UP	21 169,1
Náklady opatření na lince PQ25 MTX	8 850
CELKEM	83 429,8

Celková úspora všech navržených řešení a opatření činí na obou linkách 119 618,3 €.

ZÁVĚR

Ve svojí diplomové práci jsem se zabývala problematikou implementace nového projektu na stávající výrobní zařízení ve společnosti DURA Automotive Systems CZ, s. r. o. Tímto novým projektem je řadící systém, který bude vstupovat do manuální převodovky nového automobilu VW UP. Hlavním cílem této práce bylo zajistit výrobu nového projektu v kopřivnickém závodu a zamezit tak jejímu přesunu do výrobního závodu v Šanghaji.

V současné době má společnost ve svém výrobním portfoliu obdobný řadící systém, který je vyráběn na montážní lince PQ25 Light. Důležitým komponentem vstupujícím do tohoto řadícího systému jsou řadící a volící kabely, které jsou společností také vyráběny, a to na lince PQ25 MTX. Výrobu nového projektu bude tedy možné realizovat na stávajících výrobních zařízeních těchto dvou linek. Z tohoto důvodu byly obě linky podrobeny detailní analýzy. Větší pozornost přitom byla věnována lince vyrábějící řadící a volící kabely a to proto, že je na ní v současné době zaveden nepřetržitý provoz z důvodu mimořádně zvýšených požadavků zákazníka na odběr řadících systémů. Bylo tedy nutné definovat návrhy úspor a řešení na této lince. V případě obou linek byly pro objektivní stanovení času nutného na vykonání práce provedeny MOST analýzy a následně také přímé měření práce všech operací. Dalším krokem analýzy bylo mapování hodnotového toku.

Z analýzy vyplynulo nevhodné vybalancování linek, s čímž dále souvisí nízké využití výrobních zařízení i také schopností všech operátorů. Vzhledem k těmto skutečnostem a získaným časovým údajům bylo zjištěno, že kapacita výrobních linek je pro výrobu nového projektu dostatečná. Bude však nutné učít určité úpravy, aby nedocházelo ke zbytečným problémům a prostojům.

Jelikož byl vzhledem k probíhající krizi v automobilovém průmyslu a ke zvyšujícímu se tlaku zákazníků na ceny vytvořen pro nový projekt řadícího systému nový design, bylo nutné tuto skutečnost zohlednit a definovat změny současných výrobních zařízení nutných pro jeho výrobu. Vzhledem k novému designu výrobku bylo také nezbytné zpracovat novou MOST analýzu pro tento projekt. Následně po jejím zpracování bylo možné provést vybalancování linky pro jeho výrobu.

V projektové části byly dále definovány návrhy úspor a řešení na současných výrobních zařízeních, především lince PQ25 MTX a také stanoveny předběžné náklady těchto opatření. Poté bylo provedeno nové vybalancování linek, aby jejich využití bylo efektivnější.

V závěru projektové části je obsaženo zhodnocení navrhovaných řešení. Jsou zde shrnuty veškeré předpokládané náklady a úspory, které společnost realizací navrhovaných řešení vynaloží, resp. uspoří.

Na závěr mohu konstatovat, že i díky mojí práci bude výroba nového projektu realizována v kopřivnickém závodu. Její hlavní cíl byl tedy splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] API - Akademie produktivity a inovací [online]. c2009 [cit. 2010-04-06]. Płytvání. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>>.
- [2] API - Akademie produktivity a inovací [online]. c2009 [cit. 2010-04-06]. Produktivita a inovace. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/101.produktivita-inovace-lean-stihla-vyroba-optimalizace-procesu/>>.
- [3] Auto iDnes.cz : Vše o autech [online]. c1999-2010 [cit. 2010-04-17]. Lidovka za miliony: koncept Volkswagen UP! s motorem vzadu. Dostupné z WWW: <http://auto.idnes.cz/lidovka-za-miliony-koncept-volkswagen-up-s-motorem-vzadu-pm0-/ak_aktual.asp?c=A070911_145821_ak_aktual_fdv>.
- [4] BasicMOST : Příručka. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 200?. 89 s.
- [5] DENNIS, Pascal. *Lean production simplified : a plain language guide to the world's most powerful production system* . New York : Productivity Press, 2002. 170 s. ISBN 1563272628.
- [6] DURA Automotive Systems Cz, Inc. [online]. c2009 [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.duraauto.com/include/homeTemplate.cfm?ID=0>>.
- [7] DURANEWS. DURA Kopřivnice. 2008 , ročník II., číslo 2.2009/03 . čtvrtletník.
- [8] Interní materiály společnosti DURA Automotive Systems CZ
- [9] JONES D., WOMACK J. *Seeing the Whole : mapping the extended value stream*. Oaklea Press, 2005; ISBN 0-9646601-2-1
- [10] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. Praha : C.H.Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
- [11] KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [12] KRIŠŤÁK, Jozef , et al. *Analýza a meranie práce*. Žilina : IPA Slovakia, 200?. 46 s.

- [13] KRIVÁNEK, Dalibor. *Cesta ke štíhlosti : sprievodca pravidlami a prekážkami*. Žilina : IPA Slovakia, 200?. 60 s.
- [14] KYSEL', Marek Ako efektívne mapovať hodnotový tok v podniku?. In *Zvyšovanie produktivity pracovníkov a pracovísk*. Žilina : IPA Slovakia, 2005. s. 10.
- [15] KYSEL', Marek; KOŠTURIÁK, Ján; DEBNÁR, Peter. *Ako efektívne mapovať hodnotový tok v podniku?*. Žilina : IPA Slovakia, 200?. 66 s.
- [16] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota : 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Grusová Irena. 1. vyd. Praha : Management Press, 2007. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [17] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2003. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [18] MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě : metody průmyslového inženýrství*. 1. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [19] ROTHER, Mike, SHOOK, John. *Learning to See : Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge, MA 02142 USA : One Cambridge Center, 2003. 102 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- [20] SALVENDY, Gavriel. *Handbook of industrial engineering : technology and operations management*. New York : Wiley, 2001. 2796 s. ISBN 0471330574.
- [21] SLAMKOVÁ, Eva; KRIŠŤÁK, Jozef; VESELÝ, Branislav Analýza a meranie práce. In *Analýza a meranie práce*. Žilina : IPA Slovakia, 2001. s. 68.
- [22] TOMEK, Gustav; VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby a nákupu*. 1. Praha : Grada publishing, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [23] *Volkswagen* [online]. c2006-2009 [cit. 2010-04-17]. Koncept Volkswagen up!. Dostupné z WWW: <<http://www.volkswagen.cz/zajimavosti/up/>>.
- [24] *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2010 [cit. 2010-04-17]. Volkswagen Up!. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Up!>.

[25] ZANDIN, Kjell B. *MOST : work measurement system*. 3. New York : Marcel Dekker, 2003. 519 s. ISBN 978-0-8247-09532

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATX	Automatic Transmission – automatická převodovka
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
D-FMEA	Design Failure Mode and Effects Analysis – analýza možného výskytu a vlivu vad (ve vztahu k designu)
EDI	Electronic Data Interchange – elektronická výměna dat
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis – analýza možného výskytu a vlivu vad
LDC	Light Duty Cables – kabely otevírání dveří, kapot, parkovacích brzd apod.
MOST	Maynar Operation Sequence Technique – Maynardova technika sekvenčních operací
MTM	Method Time Measurement – Měření času pracovních metod
MTX	Manual Transmission – manuální řazení
NOK	Not OK – vyrobený kus není shodný s požadovanými parametry
PI	Průmyslové inženýrství
PLC	Programmable Logic Controller – systém používaný pro řízení strojů
PMTS	Predetermined Motion Time Systems – systémy předem určených pohybových časů
SW	Software
TL	Team Leader – vedoucí skupiny operátorů na výrobní lince
TMU	Time Measurement Unit – jednotka měření času
VA	Value Added – přidaná hodnota
VSM	Value Stream Mapping – mapování hodnotového toku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Grafické znázornění PI [20]	15
Obrázek 2: Výrobní proces [10, 22]	17
Obrázek 3: Prvky štíhlé výroby [11, 13].....	20
Obrázek 4: Rozdělení lidských pohybů [17, 14]	23
Obrázek 5: Postup při VSM [14, 15, 19]	28
Obrázek 6: Techniky měření práce [12,21]	31
Obrázek 7: Ukázka výrobků společnosti DURA Automotive Systems, Inc.[6].....	44
Obrázek 8: DURA Automotive Systems, Inc. ve světě [6]	45
Obrázek 9: Zákazníci společnosti DURA Automotive Systems, Inc. [6].....	46
Obrázek 10: Kopřivnický závod na mapě Evropy [8]	46
Obrázek 11: DURA Automotive Systems CZ v Kopřivnici [8].....	47
Obrázek 12: Grafické zobrazení významných milníků v historii společnosti [8]	48
Obrázek 13: Podíl skupin výrobků na zisku společnosti [8]	49
Obrázek 14: Řadící systém vyráběný na lince PQ25 Light [8].....	50
Obrázek 15: Škoda Fabia, VW Polo a Seat Ibiza [8].....	51
Obrázek 16: Proces výroby řadícího systému [vlastní zpracování]	52
Obrázek 17: Layout linky PQ25 Light [8]	53
Obrázek 18: Stávající technologický postup [vlastní zpracování].....	56
Obrázek 19: Porovnání skutečných časů a MOST časů pro jednotlivé operace na lince PQ25 Light [vlastní zpracování].....	57
Obrázek 20: Rozbor kategorií práce na lince PQ25 Light [vlastní zpracování]	59
Obrázek 21: Layout linky PQ25 MTX [8].....	62
Obrázek 22: Porovnání skutečných časů a MOST časů pro jednotlivé operace na lince PQ25 (vlastní)	66
Obrázek 23: Rozbor kategorií práce na lince PQ25 [vlastní zpracování].....	67
Obrázek 24: Postup výroby abutmentů [vlastní zpracování]	71
Obrázek 25: Conduit [8]	71
Obrázek 26: Postup výroby conduitů [vlastní zpracování]	72
Obrázek 27: Postup výroby lanek [vlastní zpracování]	73
Obrázek 28: Návleky (star sleeve) [8]	73
Obrázek 29: Postup výroby návleků [vlastní zpracování]	74

Obrázek 30: Koncovka [8].....	74
Obrázek 31: Postup nastříkování koncovek [vlastní zpracování].....	75
Obrázek 32: Časový plán projektu [vlastní zpracování].....	77
Obrázek 33: Nový produkt [8].....	78
Obrázek 34: Předpokládaný objem produkce nového projektu [8]	78
Obrázek 35: Volkswagen Up! [8].....	79
Obrázek 36: Kabel pro nový produkt [8].....	80
Obrázek 37: Grafické srovnání časů stanic nutných pro výrobu nového produktu [vlastní zpracování].....	83
Obrázek 38: Vybalancování linky pro výrobu nového projektu VW UP (vlastní zpracování)	84
Obrázek 39: Porovnání časů manuální úkony a procesních časů testovacích zařízení dle MOST analýzy [vlastní zpracování]	87
Obrázek 40: Současné vybalancování linky PQ24 Light [vlastní zpracování].....	89
Obrázek 41: Nové vybalancování linky PQ25 Light [vlastní zpracování]	90
Obrázek 42: Současné vybalancování linkyPQ25 MTX [vlastní zpracování]	94
Obrázek 43: Vybalancování linky PQ25 MTX pro současný požadovaný výstup [vlastní zpracování]	95
Obrázek 44: Vybalancování linky PQ25 MTX pro nový požadovaný výstup [vlastní zpracování]	96

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Převod TMU na časové jednotky a naopak [4, 25]	36
Tabulka 2: Srovnání aplikačních rychlostí vybraných PMTS [4, 25].....	37
Tabulka 3: Srovnání požadované dokumentace vybraných PMTS [4, 25].....	38
Tabulka 4: Sekvenční modely zahrnuté v technice BasicMOST [4, 25].....	42
Tabulka 5: Časy jednotlivých operací na lince PQ25 Light [vlastní zpracování].....	57
Tabulka 6: Rozbor výskytu jednotlivých subaktivit MOST analýzy linky PQ25 Light [vlastní zpracování]	58
Tabulka 7: Shrnutí údajů z mapy současného stavu [vlastní zpracování]	60
Tabulka 8: Seznam variant výrobků produkovaných linkou PQ25 [vlastní zpracování]	64
Tabulka 9: Časy jednotlivých operací na lince PQ25 [vlastní zpracování]	65
Tabulka 10: Rozbor jednotlivých subaktivit MOST analýzy linky PQ25 [vlastní zpracování]	67
Tabulka 11: Shrnutí údajů z mapy současného stavu [vlastní zpracování]	68
Tabulka 12: Časy stanic nutných pro výrobu nového produktu získané MOST analýzou [vlastní zpracování].....	82
Tabulka 13: Předpokládané náklady pro úpravu linky PQ25 Light [vlastní zpracování]	98
Tabulka 14: Předpokládané úspory na současném projektu PQ25 [vlastní zpracování]	98
Tabulka 15: Předpokládané úspory na novém projektu VW UP [vlastní zpracování]	99
Tabulka 16: Předpokládané náklady pro úpravu linky PQ25 MTX [vlastní zpracování]	100
Tabulka 17: Předpokládané úspory na současném projektu PQ25 [vlastní zpracování]	100
Tabulka 18: Předpokládané úspory na novém projektu VW UP v porovnání s původní kalkulací [vlastní zpracování].....	101
Tabulka 19: Celkové vyčíslení předpokládaných úspor pro linku PQ25 Light [vlastní zpracování]	101

Tabulka 20: Celkové vyčíslení předpokládaných úspor pro linku PQ25 MTX

[vlastní zpracování] 102

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: MOST analýza linky PQ25 Light

Příloha P II: MOST analýza linky PQ25 MTX

Příloha P III: Mapa současného stavu – linka PQ25 Light

Příloha P IV: Mapa současného stavu – linka PQ25 MTX

Příloha P V: MOST analýza nového projektu

PŘÍLOHA P I: MOST ANALÝZA LINKY PQ25 LIGHT

		SEQ. NUM			SEQUENCE MODEL																
STEP	METHOD DESCRIPTION	G	C	T	A	B	G	A	B	P	M	X	I	T	A	B	P	A	F	TMU	Secs







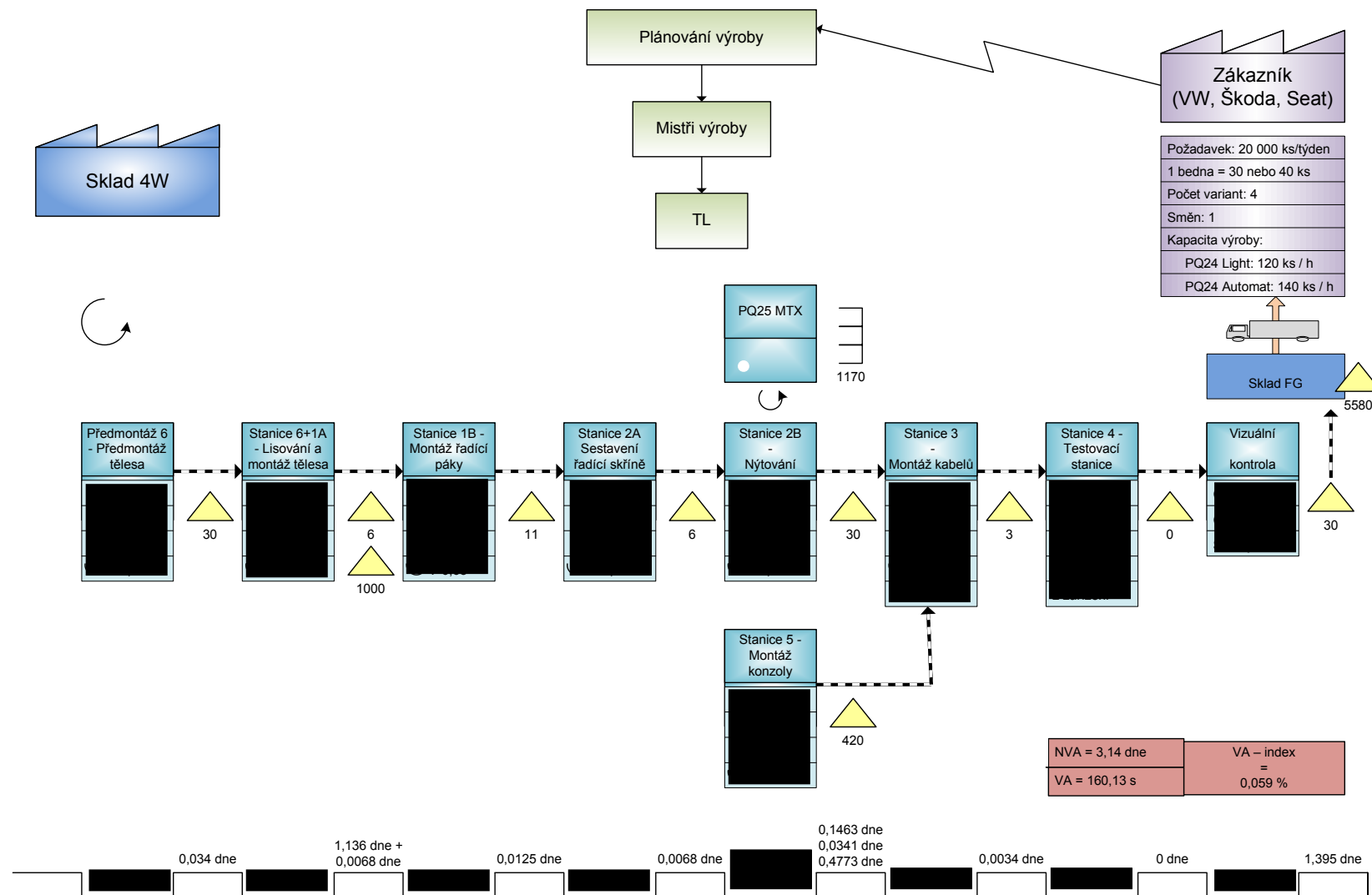
PŘÍLOHA PII: MOST ANALÝZA LINKY PQ25 MTX



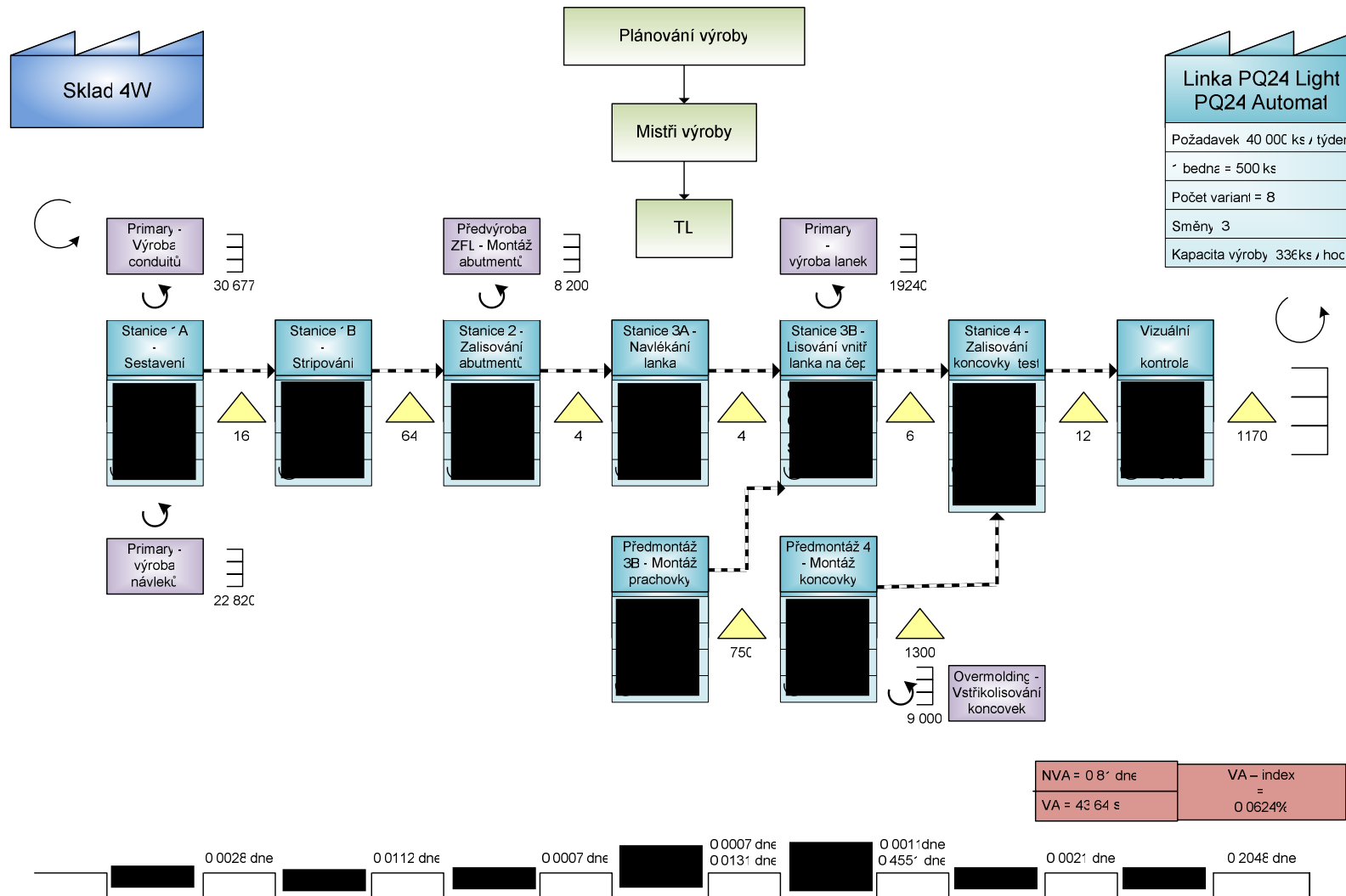




PŘÍLOHA P III: MAPA SOUČASNÉHO STAVU – LINKA PQ25 LIGHT



PŘÍLOHA P IV: MAPA SOUČASNÉHO STAVU – LINKA PQ25 MTX



PŘÍLOHA P V: MOST ANALÝZA NOVÉHO PROJEKTU

ANALYSIS / OBSERVATIONS			MAN / MACHINE / METHOD																		
		SEQ. NUM	SEQUENCE MODEL																		
STEP	METHOD DESCRIPTION	G	C	T	A	B	G	A	B	P	M	X	I	T	A	B	P	A	F	TMU	Secs





