

Projekt automatizace zvoleného pracoviště ve vybrané společnosti

Bc. Helena Gronychová

Diplomová práce
2019



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: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Helena Gronychová**
Osobní číslo: **M17087**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt automatizace zvoleného pracoviště ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané problematice, která bude východiskem pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na zvoleném pracovišti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte řešení pro zlepšení stávajícího stavu.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- BARTODZIEJ, Christoph Jan.** The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017, 150 s. ISBN 978-3-658-16501-7.
- JUROVÁ, Marie.** Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- SVOZILOVÁ, Alena.** Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN.** Industry 4.0: managing the digital transformation. Cham, Switzerland: Springer, 2018, 286 s. ISBN 978-3-319-57869-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: HELENA GRONÝCHOVÁ

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zpracování projektu automatizace zvoleného pracoviště ve vybrané společnosti. Jeho cílem je zlepšení výrobního procesu dílu s názvem Primární optika High Beam. V rámci analýzy současného stavu výrobního procesu byly využity metody zobrazení procesu pomocí procesní analýzy a mapy hodnotového toku, data pro zpracování byla zjištěna pomocí pozorování, snímků pracovního dne operátorů na pracovišti lisování a pomocí chronometráže. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že proces výroby se potýká s problémy v podobě opakovaných činností nepřidávajících hodnotu pro zákazníka a dlouhé průběžné doby výroby z důvodu skladování rozpracované výroby. Na pracovišti lisování byly také identifikovány velké prostoje z důvodu dlouhého cyklového času vstřikovacího lisu. Na základě zjištěných nedostatků byl v rámci diplomové práce zpracován projekt automatizace pracoviště lisu, který povede k odstranění zjištěných nedostatků. V projektové části byly navrženy konkrétní možnosti řešení automatizace pracoviště v podobě přesunutí vstřikolisu a jeho propojení s pokovovacím zařízením pomocí automatizovaného dopravníkového systému. Funkčnost navrhovaných řešení byla následně ověřena pomocí počítačové simulace celého procesu.

Klíčová slova: automatizace, štíhlá výroba, plýtvání, mapování hodnotového toku, procesní analýza

ABSTRACT

The thesis is focused on the project of automation of chosen workplace in the selected company. Its goal is to improve the production process of the Primary Optic High Beam part. As part of the analysis of the current state of the production process, process analysis methods using process analysis and a value stream mapping were used, data for processing were determined by observation, pictures of a working day of injection molding machine operators and by chronometry. Based on the analyses, it was found that the production process encountered problems in the form of repeated activities not adding value to the customer and long lead time due to the storage of semi-finished products. Large downtimes have also been

identified at the injection molding machine workplace due to the long cycle time of the device. Based on the identified deficiencies, the project of automation of the injection molding machine workplace, which will lead to the elimination of the identified deficiencies, was elaborated within the thesis. In the project part, specific possibilities of workplace automation solutions were proposed in the form of moving the injection molding machine and its connection with the plating device by means of an automated conveyor system. The functionality of the proposed solutions was subsequently verified by computer simulation of the whole process.

Keywords: automation, lean manufacturing, waste, value stream mapping, process analysis

Ze všeho nejvíc děkuji mé rodině a přátelům za bezvýhradnou podporu během celého mého studia.

Dále děkuji vedoucí mé diplomové práce, Ing. Denise Hruškové, Ph.D., za ochotu, rady a připomínky, které mi poskytovala během celé doby zpracování práce.

V neposlední řadě děkuji také vedení vybrané společnosti za umožnění zpracování práce, a za poskytnutí potřebných materiálů, především pak děkuji celému projektovému týmu za cenné rady a odbornou pomoc.

„Rozkvět přichází díky skutkům, nikoliv díky modlitbám“

Tändzin Gjamccho

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PRŮMYSL 4.0.....	14
1.1 FÁZE PRŮMYSLOVÉHO VÝVOJE	14
1.1.1 První průmyslová revoluce	15
1.1.2 Druhá průmyslová revoluce	15
1.1.3 Třetí průmyslová revoluce	15
1.2 KONCEPT PRŮMYSLU 4.0	16
1.3 KLÍČOVÉ POJMY KONCEPTU PRŮMYSLU 4.0	19
1.4 AUTOMATIZACE	25
2 LEAN KONCEPT	28
2.1 PRINCIPY LEAN KONCEPTU	28
2.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	29
2.3 ČINNOSTI PŘIDÁVAJÍCÍ A NEPŘIDÁVAJÍCÍ HODNOTU	31
2.4 PLÝTVÁNÍ	31
3 MAPOVÁNÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU	33
3.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM	33
3.2 PROCESNÍ ANALÝZA	34
3.3 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU	35
3.4 POSTUP MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
4 O SPOLEČNOSTI	40
4.1 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	40
4.2 HISTORIE SPOLEČNOSTI	41
4.3 ODDĚLENÍ SPOLEČNOSTI.....	42
4.4 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO.....	43
4.4.1 Světlomety	43
4.4.2 Zadní skupinové svítlny.....	43
4.5 ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ.....	44
4.6 ODDĚLENÍ PŘEDVÝROBY	45
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	46

5.1	CÍLE ANALÝZY	46
5.2	POPIS PRODUKTU PRIMÁRNÍ OPTIKA HB.....	48
5.3	VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROCESU.....	48
5.4	POPIS PRÁCE NA PRACOVIŠTI LISOVÁNÍ	50
5.4.1	Lis KraussMaffei 250	50
5.4.2	Popis práce obsluhy	50
5.4.3	Snímek pracovního dne obsluhy vstřikolisu	51
5.5	POPIS PRÁCE NA PRACOVIŠTI POKOVENÍ	54
5.5.1	Meta Circle 2	54
5.5.2	Meta Circle 3	54
5.5.3	Popis práce obsluhy pracoviště pokovení	55
5.6	MAPA HODNOTOVÉHO TOKU	56
5.6.1	Zákazník.....	56
5.6.2	Náměry časů operací na pracovišti lisování.....	57
5.6.3	Náměry časů operací na pracovišti pokovení.....	58
5.6.4	Dodavatel	59
5.6.5	Zásoby.....	59
5.6.6	Informační tok a plánování	60
5.6.7	Mapa hodnotového toku	61
5.7	PROCESNÍ ANALÝZA	62
5.7.1	Layout současné výroby	63
5.8	SHRNUTÍ KAPITOLY	64
6	CHARAKTRERISTIKA PROJEKTU	66
6.1	NÁZEV PROJEKTU	66
6.2	CÍLE PROJEKTU	66
6.3	PROJEKTOVÝ TÝM	66
6.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	67
6.5	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	67
6.6	RIPRAN ANALÝZA	68
6.7	SWOT ANALÝZA	69
7	PROJEKT AUTOMATIZACE ZVOLENÉHO PRACOVIŠTĚ VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	72
7.1	POPIS VÝROBNÍHO PROCESU PO ZAVEDENÍ AUTOMATIZACE.....	72
7.2	NÁVRH ZRUŠENÍ PRACOVNÍHO MÍSTA OBSLUHY VSTŘIKOLISU	74
7.3	NÁVRH ŘEŠENÍ AUTOMATIZACE	74
7.3.1	Upravení layoutu	74
7.3.2	Návrh požadavků na úpravu greiferu	75
7.3.3	Návrh přípojného místa vstřikovacího lisu	76
7.3.4	Návrh transportního okruhu	78
7.3.5	Návrh požadavků na řídicí systém	79

7.4	ZMĚNY V NÁPLNI PRÁCE OBSLUHY POKOVENÍ	80
7.5	SIMULACE VÝROBNÍHO PROCESU	81
7.6	NÁVRH JEDNOTLIVÝCH KROKŮ REALIZACE PROJEKTU	85
8	ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI.....	87
8.1	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ZMĚN	87
8.2	NÁVRATNOST INVESTICE	88
	ZÁVĚR.....	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	92
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	96
	SEZNAM GRAFŮ.....	98
	SEZNAM TABULEK	99
	SEZNAM PŘÍLOH	100

ÚVOD

Na trhu vládne tvrdé konkurenční prostředí, ve kterém uspějí jen ti nejlepší. Pro výrobní organizace je nesmírně důležité, aby dokázali plnit přání zákazníků rychleji, levněji a zároveň i kvalitněji, než jejich konkurence. Proto musí podniky neustále zlepšovat svou výrobu, hledat svá slabá místa a pracovat na jejich vylepšení. Toto platí dvojnásob u automobilového průmyslu, kde podniky musí splňovat stále náročnější standardy, které jejich zákazníci v podobě automobilových výrobců požadují.

Proto podniky už od nepaměti využívají technologických pokroků pro zefektivnění a vylepšení výroby. Jedním z takových prvků je i automatizace výroby. Ta je nedílnou součástí průmyslu již mnoho desetiletí, její podoba se ale neustále vyvíjí, stupeň automatizace stoupá na vyšší úroveň, využívá prvky digitalizace a celkově se vyvíjí v souladu s konceptem průmyslu 4.0. Investice do automatizování výroby podnikům přináší zvýšení konkurenceschopnosti v podobě zvýšení výkonnosti a pružnosti výrobního procesu, eliminování nehodnotných činností, náhradu pracovních míst, která jsou nebezpečná nebo obsahují monotónní práci, což sebou přináší také značné úspory v ušetřených mzdových nákladech.

A právě na řešení v podobě automatizace pracoviště se zaměřuje tato diplomová práce. Teoretická část práce je tvořena literární rešerší na téma automatizace a oblasti konceptu průmyslu 4.0. Následují kapitoly shrnující poznatky týkající se oblastí metod průmyslového inženýrství a štihlé výroby, které jsou následně využity v dalších částech práce. V analytické části diplomové práce je mapován proces výroby dílu s názvem Primární optika High Beam. Pro tyto účely jsou v práci využity metody mapování hodnotového toku a procesní analýzy. Také je využito metody snímku pracovního dne operátora. Projektová část je věnována návrhům vylepšení stávajícího stavu výrobního procesu pomocí zavedení automatizace. Navrhovaná řešení přináší zlepšení stávajícího procesu v podobě eliminace činností nepřidávající hodnotu typu opakovaného balení, transportu a skladování rozpracované výroby. Také je díky návrhu eliminováno pracovní místo, na kterém docházelo k velkým prostojům. Tyto kroky společnosti přináší značné úspory v podobě ušetřených mzdových nákladů

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Záměrem diplomové práce i samotného projektu je vytvoření návrhu automatizace pracoviště lisování a pokovení, na kterém je vyráběn díl s názvem Primární optika High Beam. Práce si klade za cíl **redukovat pomocí automatizace průběžnou dobu výroby dílu Primární optika High Beam o 30 %**.

Tento hlavní cíl je podpořen cíli dílčími, a to:

- **Redukce činností nepřidávajících hodnotu (opakované balení, skladování, transport)**
- **Eliminace ztrátových časů operátora na pracovišti lisování**
- **Snížení počtu pracovníků přímo vstupujících do daného výrobního procesu**

Pro zmapování současného stavu výrobního procesu daného dílu je využito následujících metod. Nejprve je celý výrobní proces dílu Primární optika High Beam zobrazen pomocí jednoduchého **vývojového diagramu**. Následují popisy pracovních činností na jednotlivých pracovištích lisování a pokovování, doplněné fotografiemi.

U obsluhy pracoviště lisování je provedena časová studie v podobě **snímku pracovního dne** u dvou pracovníků na různých směnách. Primárním účelem těchto snímků je odhalit velikost plýtvání na tomto pracovišti. Za účelem zjištění časové náročnosti operací kontroly a balení byla na obou pracovištích provedena také metoda přímého měření v podobě **chronometráže**.

Zjištěné cyklové časy jsou následně využity při metodě **mapování hodnotového toku**. Účelem této metody je zmapování daného výrobního procesu, odhalení jeho nedostatků. Výstupem jsou informace o průběžné době výroby dílu a VA-indexu procesu. V závěru analytické části je provedena **procesní analýza**. Jejímí výstupy jsou informace o celkové délce trasy, kterou výrobek v procesu urazí, celkovému počtu prováděných úkonů a počtu pracovníků do procesu vstupujících.

V rámci projektové části diplomové práce byla použita **metoda logického rámce**, jejímž cílem je formulace klíčových parametrů projektu, jeho cíle, výstupy, objektivně měřitelné ukazatele a rizika. Na tato rizika následně navazuje **riziková analýza**, s jejíž pomocí jsou projektová rizika kvantifikována a jsou navrženy návrhy na jejich eliminaci. V rámci **SWOT analýzy** jsou zhodnoceny vytipované silné a slabé stránky daného výrobního procesu i celého oddělení předvýroby, stejně jako možné příležitosti a rizika.

Výstupem projektové části je **návrh nového výrobního postupu**, zkráceného o činnosti balení a kontroly na pracovišti vstřikovacího lisu a také o činnostech transportu a skladování rozpracované výroby. Tohoto stavu bylo dosaženo díky návrhu propojení vstřikovacího lisu s pokovovacím zařízením pomocí automatického dopravníkového systému. Navrhované změny rozmístění strojů a transportního systému mezi oběma pracovišti je v práci zobrazen pomocí **upraveného layoutu**. Navrhované řešení bylo také ověřeno pomocí **simulace celého procesu**, práce obsahuje výsledky této simulace, informace o vytíženosti jednotlivých strojů i obsluhy pokovovacího zařízení. Výstupem je také **nová norma spotřeby času obsluhy pokovovacího zařízení**, která byla stanovena pomocí metody **MOST**. Pro zhodnocení navrhovaných řešení byla vytvořena **upravená mapa hodnotového toku**, která zobrazuje daný výrobní proces po zavedení změn.

I. TEORETICKÁ ČÁST

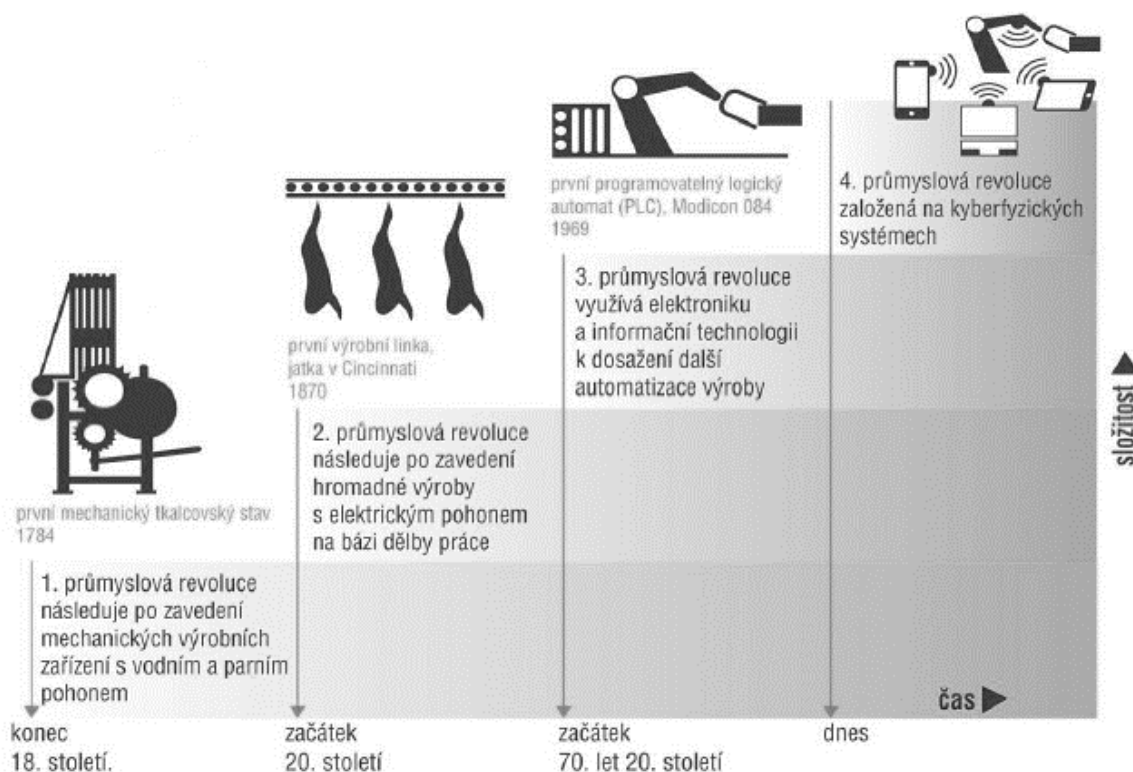
1 PRŮMYSL 4.0

Průmysl a celá ekonomika prochází zásadními změnami způsobenými zaváděním informačních technologií, kyberneticko-fyzických systémů a systémů umělé inteligence do výroby, služeb a všech odvětví hospodářství. Dopad těchto změn je tak zásadní, že se o nich mluví jako o 4. průmyslové revoluci (Mařík, 2016, s. 15).

V následujících kapitolách je nejprve stručně představen historický vývoj průmyslu, poté následují kapitoly zabývající se samotným konceptem Průmyslu 4.0.

1.1 Fáze průmyslového vývoje

Vývoj průmyslu jde ruku v ruce s novými vynálezy a technologickými novinkami. O jednotlivých etapách jeho vývoje mluvíme jako o průmyslových revolucích. V následujících kapitolách jsou jednotlivé etapy průmyslového vývoje stručně popsány, na obrázku č. 1 jsou také jednotlivé fáze stručně shrnuty.



Obr. 1: Fáze průmyslového vývoje (Člověk a stroj, 2017, s. 12)

1.1.1 První průmyslová revoluce

Prvopočátky industrializace spadají do 18. století, kdy byla představena první mechanická výrobní zařízení. První mechanický tkací stav byl představen Edmundem Cartwrightem v roce 1784, první parní stroj James Watta v roce 1765. Výroba poháněná těmito objevy měnila svou podstatu, přišlo období industrializace. Pozvolna došlo ke změně ze zemědělské společnosti, na společnost industriální. Velký vliv měla industrializace také na populaci – významně přispěla ke snížení hladomorů v průmyslově orientovaných zemích a zároveň měla za následek populační explozi (Bartodziej, 2016, s. 32).

1.1.2 Druhá průmyslová revoluce

Začátek druhé průmyslové revoluce je datován do období přelomu 19. a 20. století. Je charakteristická elektrifikací a s tím spojenou hromadnou výrobou zboží na montážních linkách převážně v chemickém a elektronickém průmyslu, strojírenství a automobilovém průmyslu. Typické pro toto období jsou změny v organizaci práce, jako je již zmíněná implementace montážní linky Henrym Fordem a vědecké řízení založené Fredericem W. Taylorem, známé pod pojmem Taylorismus (Bartodziej, 2016, s. 32).

1.1.3 Třetí průmyslová revoluce

Třetí průmyslová revoluce započala na přelomu 60. a 70. let minulého století. Její počátek je nejčastěji spojován s výrobou prvního programovatelného logického automatu v roce 1969, neboli PLC. PLC může být charakterizován jako malá řídicí jednotka – průmyslový počítač, který slouží k automatizaci procesů v reálním čase (Od 1. průmyslové revoluce ke 4., ©2015).

Třetí průmyslová revoluce je charakteristická implementací elektroniky a informačních technologií do výroby s cílem dosažení zvýšení automatizace výrobních procesů, jelikož stroje postupně převzali a nahradili vysoký podíl práce. Zásadním důsledkem této transformace jsou společensko-ekonomické a společensko-kulturní účinky, jmenovitě vysoký stupeň racionalizace ve výrobních společnostech. Zároveň došlo k vysokému růstu produktivity výrobních procesů z důvodu zavedení univerzální sériové výroby. Trvání třetí průmyslové revoluce pokračuje i do současnosti, pomalu ale dochází k přechodu k novému věku industrializace – čtvrté průmyslové revoluci, viz následující kapitola – koncept průmyslu 4.0 (Bartodziej, 2016, s. 32-33).

1.2 Koncept průmyslu 4.0

Označení Průmysl 4.0 pochází z německého Industrie 4.0 – termínu, který poprvé zazněl na strojírenském veletrhu v Hannoveru v roce 2011. V říjnu následujícího roku byla v rámci high-tech strategie spolkové vlády Spolkové republiky Německo ustanovena pracovní skupina Průmyslu 4.0, na jejíž práci byla zřízena platforma, jejímž cílem je koordinace činností a aktivit budoucnosti. Tato platforma vznikla v návaznosti na výzkumnou platformu s názvem SmartFactory, která byla představena roku 2005 (Tomek a Vávrová, 2017, s.10).

Hlavními cíli a oblastmi, kterým se program Industrie 4.0 německé vlády věnuje, jsou dle Jurové (2016, s.62):

- *Standardizace* – vybudování efektivního systému, který zajistí mezipodnikové propojení firem
- *Řízení komplexního systému* – provázání digitálního a reálného světa, automatizování činností díky využívání modelů
- *Dostačující a zabezpečená infrastruktura* – zajištění prostředků pro rychlou výměnu dat v dostatečné kvalitě a objemu pro potřeby programu Industrie 4.0
- *Bezpečnost* – zaručení IT bezpečnosti a bezpečnosti osobních údajů
- *Uspořádání práce a vytváření pracovních příležitostí* – vyjasnění nároků na zaměstnance, zejména pak na pracovníky managementu a projektové pracovníky
- *Vzdělávání a školení odbornosti* – formulování potřebného typu vzdělávání a doplňujících školení zaměstnanců
- *Právní směrnice* – úmyslem je vyhotovení potřebných právních předpisů pro program Industrie 4.0, které budou aplikovatelné v rámci celé Evropy
- *Efektivní využití zdrojů* – zajištění takového využívání lidských, finančních i přírodních zdrojů, které bude zodpovědné a efektivní

Německá platforma Industrie 4.0 sdružuje významné výzkumné instituce, politiky, oborové svazy typu elektrotechnika, IT, nebo strojírenství a firmy Bosch, SAP, Siemens, VW a jiné. Účelem platformy je zavedení odborné diskuze a výzkumu týkajícího se zásadních oblastí konceptu Industry 4.0, což zahrnuje architekturu, normy a standardy, inovace a výzkum, zabezpečení systémů, právní a pracovní hlediska a vzdělávání (Podivínský a Ehler, ©2016).

Průmysl 4.0 transformuje výrobu ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí, uvádí Mařík (2016,

s. 26). Dochází ke zrodu nové globální sítě, jejíž podstatou bude provázání výrobních zařízení s kyberneticko-fyzikálními systémy neboli CPS. Tyto systémy se stanou elementární složkou tzv. „inteligentních továren“, jejichž schopností bude autonomní předávání informací, vytváření potřebných reakcí na aktuální podmínky a vzájemná kontrola. Senzory, přístroje, produkty i informační systémy budou navzájem provázány v rámci hodnotového řetězce přesahujícího hranice samotné firmy. Vzájemně provázané CPS budou moci komunikovat s využitím sdělovacích protokolů na internetové bázi, díky nimž na sebe budou moci oboustranně reagovat a analyzovat svá data. To umožní systémům predikovat poruchy a chyby, samo se konfigurovat a rychle reagovat na změny.

Gilchrist (2016, s. 197–198) uvádí, že průmysl 4.0 je společný termín pro technologie a koncepce organizací hodnotového řetězce. V rámci konceptu Průmyslu 4.0 využívají inteligentní továrny tzv. kyberneticko-fyzikální systémy, které monitorují fyzický proces, vytváří virtuální kopie fyzického rozmachu a dělají decentralizovaná rozhodnutí. Přes tzv. „internet věcí“ systémy komunikují a spolupracují jeden s druhým a s lidmi v reálném čase. Gilchrist dále dodává, že průmysl 4.0, stejně jako další nové technologie 21. století není novým konceptem – jedná se o znovuzrození starší koncepce, která využívá nově vyvinuté technologie. Jedná se tedy v podstatě o revidovaný přístup k výrobě, který využívá nejnovějších technologických vynálezů a inovací, zvláště při slučování provozních a informačních a komunikačních technologií.

Bartodziej (2016, s. 33) dodává, že termín revoluce nemusí být správný – vhodnější je termín evoluce, neboť přeměna bude trvat několik desetiletí a hlavní prvky, které tvoří tento transformační proces, již existují a budou v budoucnu pouze dále rozvíjeny.

Realizace čtvrté průmyslové revoluce je kombinací mnoha fyzických a digitálních technologií, jako jsou cloudové servery, na kterých jsou vzdáleně spravována digitální data a aplikace, senzory, vestavěné systémy, nebo např. internet věcí (IoT). Bez ohledu na to, jaké jsou spouštěcí technologie průmyslových transformací, hlavním cílem konceptu průmyslu 4.0 je zvýšení efektivity a produktivity zdrojů za účelem zvýšení konkurenceschopnosti firem. Transformační éra, ve které se společnost v současné době nachází, se liší od předešlých tím, že neposkytuje změnu pouze v hlavních obchodních procesech, ale odhaluje také koncepce inteligentních a propojených produktů, které jsou presentovány obchodními modely založenými na službách (Ustundag a Cevikcan, 2017, s.25).

Klíčovou součástí konceptu průmyslu 4.0 je využívání informačních technologií k dosažení silné průmyslového propojení. S tímto souvisí zpracování a sdílení dat v reálném nebo téměř reálném čase a nepřetržitá komunikace mezi jednotlivými subjekty. Toto průmyslové sjednocení stojí podle Maříka (2016, s. 44) na třech hlavních pilířích:

Vertikální propojení výrobních systémů

K vertikálnímu sjednocení výrobních systémů dochází primárně v rámci samotného podniku, kdy dochází k informačnímu propojení napříč celou hierarchickou a řídicí skladbu organizace. V rámci vertikálního sjednocení dochází ke střetu dvou důležitých znalostních oborů – obor vyvíjení informačních systémů s oborem řídicí techniky a automatizace.

Horizontální propojení

K horizontálnímu sjednocení dochází v rámci celého dodavatelského řetězce, tzn. že se sjednocují všechny články řetězce – od dodavatelů, přes výrobce a distributora výrobků zákazníkům až zákaznický servis vztahující se k prodaným výrobkům. Díky komunikaci a sdílení potřebných informací napříč všemi články dodavatelsko-odběratelského řetězce dochází k razantnímu zvýšení flexibility celého procesu, optimalizuje se výše zásob a klesají výrobní náklady. Klíčovým faktorem pro potřebné sdílení informací je dostupnost, a hlavně kvalita infrastruktury vysokorychlostního internetu.

Propojení všech inženýrských procesů

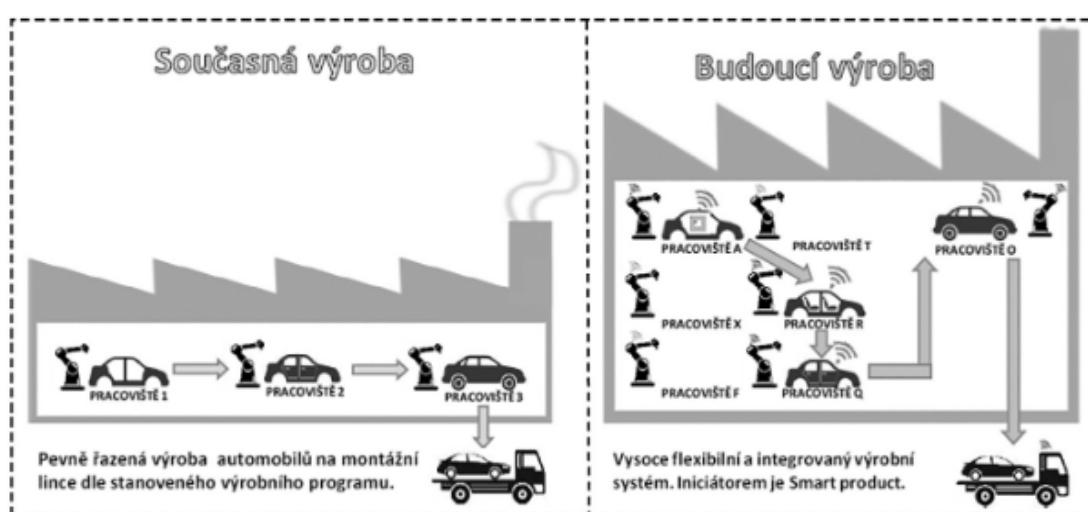
Propojením všech inženýrských procesů je myšleno integrace všech procesů spadajících do životního cyklu výrobku – toto propojení tedy z větší části probíhá uvnitř daného podniku. Jedná se o sjednocení začínajícího již u samotného plánu výrobku, přes jeho vývoj, design, první prototyp, testování, realizaci až po samotný prodej a následné služby. Takto propojené inženýrské procesy jsou klíčové pro odhalení individuálních požadavků zákazníků a následné využití těchto poznatků pro optimální plánování dodávek.

1.3 Klíčové pojmy konceptu průmyslu 4.0

S konceptem průmyslu 4.0 je úzce spojeno několik pojmů:

Inteligentní továrna

Neboli smart factory. Oproti současnému způsobu výroby, koncept průmyslu 4.0 přinese jednu klíčovou část – urychlení procesu díky inteligentním technologiím, angl. Smart Technology. Základním prvkem průmyslu 4.0 je tedy inteligentní proces, který přinese velké změny v porovnání se současným stylem výroby, viz obrázek č. 2.



Obr. 2: Současná a budoucí výroba (Člověk a stroj, 2017, s. 19)

Klíčovým prvkem k vytvoření firmy, která je v souladu s konceptem průmyslu 4.0, je stvoření inteligentní továrny, která bude vyrábět s maximální efektivností, zároveň bude zvládat výkyvy v poptávce a bude připravená čelit případným poruchám. V inteligentní továrně spolu zařízení, pracovníci i ostatní prostředky nejenže komunikují, ale jsou schopní i efektivní kooperace. Pokud dojde k poruše stroje, zařízení se samo ohlásí údržbáři s přesně definovaným problémem. Výrobky se budou schopné aktivně podílet na procesu výroby a řízení toku výrobou díky čipům s radiofrekvenční identifikací – každý produkt bude díky čipu znát, z jakých součástí se skládá a cílovou destinaci, na kterou má být dodán. V infrastruktuře smart factory dochází propojení chytré logistiky, chytré sítě a chytrých budov (Člověk a stroj, 2017, s. 19).

Kyberneticko-fyzický systém

Průmysl 4.0 znamená neustálý pokrok v informačních a komunikačních technologiích v kombinaci s exponenciálním růstem kapacit přenosu a ukládání dat, což umožňuje vznik

nových a stále silnějších a integrovaných technologických systémů – tyto systémy jsou nazývány kyberneticko-fyzické systémy (Bartodziej, 2017, s. 52).

Kyberneticko-fyzický systém, zkráceně CPS je souhrnný systém, který má svůj vlastní decentralizovaný řídicí útvar, v němž jsou propojeny inteligentní objekty. Tyto inteligentní objekty jsou součástí komunikační sítě díky napojení na internet, konkrétně na internet věcí a služeb (angl. Internet of Things and Services). Díky CPS budou v budoucnu propojeny inteligentní stroje a ostatní zařízení, sklady i lidé, a budou schopni vzájemné komunikace a kontroly, díky čemuž budou vznikat nové, vylepšené, výrobní, materiálové i dodavatelské procesy (Člověk a stroj, 2017, s. 25)

Technologie RFID

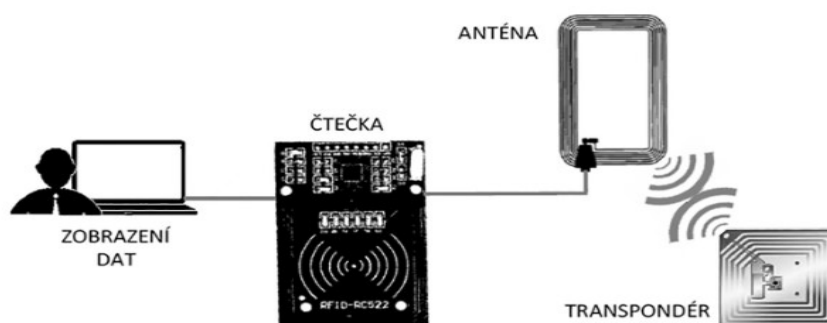
RFID je zkratkou pro technologie radiofrekvenčního systému identifikace. Jedná se o moderní technologii sloužící k identifikování vybraných objektů s využitím radiofrekvenčních vln. RFID technologie je nástupcem čárových kódů – oproti nim je RFID rychlejší, k přenosu informací dochází okamžitě a zároveň jsou zpracovány přesněji (viz obrázek č. 3). Tyto výhody vedou k přesnějšimu, rychlejšimu a efektivnějšimu vykonávání obchodních, skladových, logistických a výrobních procesů. Elektronické informace jsou ukládány na malé čipy neboli tagy. Z těchto čipů lze informace následně načítat nebo opakovaně měnit díky rádiovým vlnám. Na rozdíl od klasických čárových kódů ale nedochází postupnému čtení jednotlivých kódů – RFID technologie dokáže najednou načíst až stovky tagů za minutu (Co je RFID, ©2009).

	 Čárové kódy (hlavně QR)	 Rozpoznávání obrazu	 RFID čipy
Jedinečný ID kód	✓	(✓)	✓
Bez tisku		✓	
Vyměnitelný			✓
Paměť			✓
Oboustranná komunikace			✓
Senzory			✓

Obr. 3: Porovnání technologií pro elektronický přenos informací (Člověk a stroj, 2017, s. 27)

RFID technologie se skládá ze tří základních komponentů – antény, čtečky a transportéru. Princip fungování technologie je následující – anténa, na kterou je připevněn modul čtecího

zařízení vysílá do svého okolí elektromagnetické vlny. Pokud se do její blízkosti přiblíží RFID čip, dojde k automatickému napojení. Napojený čip se začne napájet díky elektromagnetické indukci. Přes anténu jsou do čtecího modulu poslány informace z čipu a v modulu následně dále zpracována (Člověk a stroj, 2017, s. 28)



Obr. 4: Fungování RFID technologie (Člověk a stroj, s. 27)

V kontextu fungování inteligentní továrny bude RFID čip aplikován do rozpracovaného výrobku. V tomto čipu budou obsaženy informace o daném výrobku, jeho vlastnosti, specifikace a historie. Technologie RFID bude využívána současně s CPS, díky čemuž bude moci výrobek komunikovat, sbírat data, kontrolovat vlastní tok výrobním procesem, a to vše v online prostředí. RFID čip nebude přidělán jen na výrobky, ale i na stroje, přepravní zařízení, roboty a ostatní technologie, díky čemuž spolu budou moci všechna tyto zařízení komunikovat. Každé napojené zařízení bude mít svou vlastní IP adresu, takže celý systém bude transparentní (Člověk a stroj, s. 28).

Internet lidí, věcí a služeb

Internet lidí (IoP) sblízuje. Jeho podstatou je využívání osobních elektronických, obvykle přenosných, zařízení, která jsou připojena na internet. Éra internetu započala v druhé polovině dvacátého století a představila zcela nový koncept komunikace. Ten byl způsobený přechodem z analogových technologií na technologie digitální, a hlavně vznikem internetu a “World Wide Webu“. Digitální revoluce spolu s globalizací otevřely dveře třetí průmyslové revoluci a nyní dosáhly svého nejnovějšího úspěchu vytvořením sociálních sítí. Nejen lidé se ale propojují – levné komunikační technologie umožňují přístrojům každodenního použití být součástí těchto sociálních sítí, a to díky nejnovějším zařízením (Ustundag a Cevikcan, 2017, s.173).

Internet věcí (IoT) je výpočetní koncepce, která zahrnuje myšlenku připojení objektů každodenního užívání k internetu a schopnost jejich identifikace s jinými zařízeními. Termín je často spojován s technologií RFID jako způsobem komunikace mezi přístroji, ačkoliv koncept může zahrnovat i senzorové technologie, bezdrátové technologie nebo QR kódy (Internet of Things (IoT), ©2019).

Podle Maříka (2016, s. 246) představuje označení internet věcí (nebo objektů) situaci, kdy jsou vestavěné přístroje propojené s internetem, a to za pomoci interní, popřípadě veřejné IP adresy. Tyto přístroje, které dohromady tvoří síť, v sobě mají zabudovanou technologii pro komunikování, vzájemné působení a pro prezentování jejich vnitřního stavu nebo stavu vnějšího okolí. Přínosem konceptu internetu věcí by měly být nové možnosti vzájemné komunikace mezi vybranými systémy, decentralizované kontroly a sledování přístrojů a zaručení služeb na pokročilé úrovni.

Internet služeb představuje koncept využívání služeb z IT oblasti online. Od internetových stránek obchodů po online kurzy a různá školení až po zajišťování cloudového computingu. Internet služeb je stále ve výzkumné fázi, pojí se s ním řada bezpečnostních a spolehlivostních otázek (Člověk a stroj, 2017, s. 28).

Internet věcí se začíná uplatňovat i ve výrobě. Říká se mu industriální internet věcí (IIoT). Právě díky IIoT budou v inteligentních továrnách veškeré strojní zařízení, přístroje a produkty propojeny. Zároveň dojde k propojení i se zákazníky, kteří si s pomocí webových konfiguratorů, IoP a IoS budou moci sami sestavit svůj výrobek podle svého přání. Díky tomu spolu budou moci vzájemně komunikovat lidé, podniky i stroje. Takové společné propojení je nazýváno Internet of Everything, neboli internet všeho (Člověk a stroj, 2017, s. 29).

Big data a jejich analýza

Big data je pojem pro enormní objemy dat, které je obtížné zpracovávat v rozumném čase tradičními databázovými nástroji (Big Data, ©2011-2016).

Velikost získaných dat nejen ve výrobě exponenciálně narůstá, a to díky sběru dat pomocí internetu, čidel pro sledování výrobních procesů, inteligentních senzorů, měřících sítí atd. Díky tomu vzrůstá i množství potenciaálně využitelných informací. Ty jsou potom ve výrobě využívány jako podklad pro optimalizování výroby, služeb, logistických činností nebo při simulování výrobních procesů. Při řešení optimalizace distribuce a logistiky jsou často využívány skladové senzory a propojování dopravních prostředků s jejich okolím. Díky schopnosti analyzovat velká data o aktuální spotřebě energií, stupni opotřebení zařízení nebo

prostojších mohou podniky neustále zvyšovat dostupnost surovin podle aktuálních potřeb výroby a zároveň krátit náklady vynaložené na údržbu (Mařík, 2016, s.51).

V budoucnu budou díky vzájemně propojené komunikaci skrze internet věci, služeb a lidí vznikat enormní objemy dat, ze kterých budou následně generovány informace. Díky spojení velkého množství dat a cloudových úložišť bude možné sbírat, analyzovat a zpracovávat objemné datové soubory, díky filtrům pak budou moci uživatelé snadno hledat potřebné informace. Data pro analýzu nebudou získávána jen z výroby, ale i od dodavatelů, přepraveců atd. Pomocí webových konfiguratorů a sociálních sítí budou získávána data o požadavcích a přáních zákazníků. Se získanými daty potom budou pracovat všechny články hodnotového řetězce, které budou mít přístup do centrálního cloudového úložiště. Díky tomu se budou data využívat při plánování zdrojů, predikci prodeje, simulacích výroby, v řízení dodavatelského řetězce, při projektovém managementu nebo při údržbě. Velký důraz při získávání a uchování velkoobjemových dat bude hrát bezpečnost a ochrana těchto dat. (Člověk a stroj, 2017, s.30)

Cloud computing

Cloud computing je model využívání počítačových technologií na internetu. Myšlenka cloud computingu je založená na principu poskytování služeb nebo programů, které jsou uloženy na internetových serverech a jejich uživatelé k nim přistupují skrze webový prohlížeč nebo přes softwarového klienta aplikace. Díky tomu mohou uživatelé služby, popřípadě programy využít skoro z jakéhokoliv místa. Uživatelé tak mohou používat širokou škálu aplikací, například kancelářské aplikace, systémy distribuovaných výpočtů nebo i operační systémy, které jsou provozované pomocí prohlížečů. (Mařík, 2016, s. 240)

Charakteristickými znaky cloud computingu je rychlý přístup k aplikacím a službám, možnost sdílení zdrojů a vysoká pružnost. Cloud computingové služby jsou poskytovány ve třech modelech:

- *Software as a Service (SaaS)*, česky software jako služba. Tento model je postaven na poskytování dané softwarové aplikace přes internet, tzn. že daná aplikace běží na poskytovatelových serverech. To znamená, že uživatel nemusí danou aplikaci instalovat, nemusí se zabývat její správou ani údržbou (Cloud Computing: Slovník pojmů, ©2011-2019).
- *Platform as a Service (PaaS)*, v češtině platforma jako služba. Při tomto modelu je uživateli poskytnuta počítačová a softwarová infrastruktura ve formě služby.

V rámci této služby je poskytnut nejen hardware, ale i software, který je potřeba pro provoz samotných aplikací. Typický poskytnutý balíček obsahuje operační systém a daný software (např. webový sever nebo databázový server). Na uživateli je instalace, provoz a údržba aplikace, provozem platformy se klient zabývat nemusí (Cloud Computing: Slovník pojmů, ©2011-2019).

- *Infrastructure as a Service (IaaS)*, v češtině infrastruktura jako služba. V tomto případě je uživateli poskytnuta výpočetní infrastruktura ve formě služby (virtuální stroj s přiměřeným úložištěm a síťovou rychlostí připojení). O provoz a udržování hardwaru se klient nemusí starat (Cloud Computing: Slovník pojmů, ©2011-2019).

Výhodami cloud computingu jsou možnosti využití vzdálených datových úložišť, velké množství variant, cena, možnost využívání odkudkoliv, vysoká spolehlivost a skutečnost, že údržba a správa je na poskytovateli. Nevýhodou potom je hrozba získání a zneužití citlivých dat o firmách uložených na cloudových úložištích (Člověk a stroj, 2017, s.31).

Inteligentní produkt

Inteligentním produktem jsou výrobky, stroje a zařízení, která obsahují procesory, senzory, RFID čipy a software s připojením, díky němuž může docházet k výměně dat a informací v rámci inteligentní továrny mezi daným produktem a okolním prostředím, tzn. například s operátory, dalšími výrobky, zařízeními a systémy (Mařík, 2016, s. 244)

Díky modulu s prvky umělé inteligence si produkt nahrává všechny své předcházející kroky a sám predikuje budoucí kroky. Dokáže si uvědomit svou pozici, tvořit odvolávky na materiál, rozhodovat jakou cestou a přes jaká pracoviště bude putovat tak, aby bylo splněno zadání poskytnuté zákazníkem. Z toho vyplývá, že výrobky již budou mít svého zákazníka, bude se jednat o zakázkovou výrobu. Zároveň každý zákazník získá spolu s produktem také poprodejní servis. Produkt bude s továrnou komunikovat i po prodeji. Díky informacím z centrály bude produkt získávat aktualizace a v případě potřeby si bude schopen sám přivolat servisního technika (Člověk a stroj, 2017, s. 32).

Inteligentní senzory

Inteligentním senzorem se rozumí přístroj, který dokáže sbírat informace a data ze svého okolí. Tyto data dokáže zpracovat a následně zkomprimovaná posílá dál. Díky inteligentním sensorům je automatizovaný sběr dat prováděn s nižší chybovostí mezi zachycenými daty. Inteligentní senzory jsou využívány v monitorovacích a kontrolních mechanismech (Mařík, 2016, s. 245)

V inteligentních továrnách budou senzory využívány jako podpůrné prostředky pro vyšší stupně robotizace a automatizace. Senzory, ovladače, kamery a čidla budou součástí výrobních linek. Díky tomu budou stroje schopné znalosti svých parametrů a prostředí. Díky kombinaci s kyberneticko-fyzickým systémem získají stroje určitou míru inteligence, díky čemuž budou schopné efektivně pracovat, činit rozhodnutí, komunikovat s lidmi a dalšími přístroji v inteligentní továrně. Získaná data ze sensorů budou dále analyzována, a budou zásadní pro rozhodování. Díky získaným datům dojde k přechodu z reaktivní údržby na prediktivní (Člověk a stroj, 2017, s. 33)

1.4 Automatizace

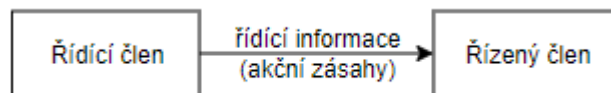
Automatizace je z pohledu průmyslového vývoje nástupcem mechanizace. Znamená to, že lidská řídicí činnost je nahrazována technickými zařízeními – stroji a automaty, které konají předem naplánované činnosti a většinou k tomu využívají umělou inteligenci, tedy strojové napodobování inteligentního lidského konání (Havlíček, ©2015).

Automatizace znamená tvorba technologií a jejich aplikace s cílem řídit a kontrolovat výrobu. Automatizační technika koná úkoly, které dříve konali lidé. Je využívána v řadě oblastí – ve výrobě, dopravě, službách, obraně nebo v informačních technologiích (Automation, © 2019)

Beneš (2014, s.12) definuje automatizaci a automatizační techniku jako *nauku o delegování regulačních a řídicích činností člověka na technické zařízení*. Automatizace je tedy součástí technického vývoje, při kterém dochází k využívání samočinných strojních zařízení, která osvobozují člověka od manuální i duševní práce.

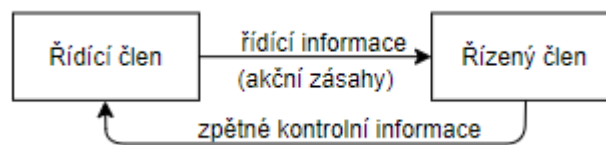
Havlíček (©2015) definuje tři stupně automatizace – automatické ovládání, automatická regulace a automatické řízení. Tyto stupně jsou rozděleny podle charakteru informačního toku v procesu řízení.

- **Automatické ovládání** je charakteristické otevřeností informačního řetězce. Informace mezi řídicím systémem a členem který je systémem řízen je jednosměrná, tudíž řídicí systém nemá informace o následcích vyplívajících z jeho působení.



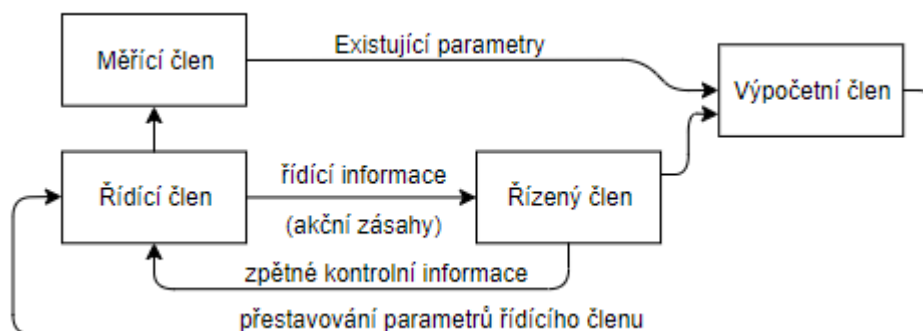
Obr. 5: Automatické ovládání (Beneš, 2014, s.13)

- **Automatická regulace** je vyšším stupněm, při kterém je informační řetězec uzavřený, to znamená že informační tok je oboustranný. Automatická regulace je využívána v případech, kdy je potřeba kontrolovat výsledky řízeného členu, a tyto výsledky porovnávat s požadovanými hodnotami.



Obr. 6: Automatická regulace (Beneš, 2014, s. 13)

- **Automatické řízení** je nejvyšším stupněm. Řídící systém si sám vybírá podmínky a styl řízení. Informace o důsledcích jeho řízení nejsou využívány jen k regulování samotného řídicího systému, ale slouží i ke změnám v obecném postupu a stylu jeho činnosti, což je realizováno pomocí tzv. výpočetního členu (Beneš, 2014, s. 13)



Obr. 7: Automatické řízení (Beneš, 2014, s. 13)

Kavan (2002, s. 198) uvádí, že automatizace znamená využívání mechanických či elektronických zařízení (robotů, řídicích systémů) ke zdokonalování nebo kompletnímu nahrazení lidské práce. Duchoslav (©2014-2019) uvádí několik předností automatizace, jedná se především o:

- Nahrazování monotónní lidské práce automatizovaným zařízením
- Vykonyvání lidských činností rychleji, přesněji a kvalitněji

- Řešení nedostatku pracovníků
- Zvýšení pružnosti výroby
- Zlepšení pracovních podmínek – nahrazení nebezpečné, škodlivé nebo těžké práce roboty, tím pádem dochází i ke snižování pracovních úrazů
- Zmenšování požadavků na velikost pracoviště – roboti mohou být umístěni na podstavcích, zavěšeni na stropech nebo stěnách
- Snižování výrobních nákladů – počáteční vysoká investice bývá zpravidla velmi rychle navrácena v podobě ušetřených mzdových nákladů, mnohá zařízení dokáží pracovat bez zásahu lidské ruky dlouhé hodiny

Kavan (2002, s. 199) uvádí ale i stinné stránky a rizika automatizace:

- Nedůvěra operátorů v automatizaci, kvůli nutnosti učit se novým věcem, ale také kvůli strachu z případné ztráty zaměstnání
- Zvyšování potřeby specializovaných pracovníků pro správu automatizovaných zařízení, zvyšování požadavků na zvyšování jejich kvalifikace
- Vysoké pořizovací náklady na automatizaci

2 LEAN KONCEPT

V Japonsku byly od padesátých let minulého století rozvíjeny metody, které zajistily japonským automobilovým výrobcům schopnost lepší, rychlejší a levnější výroby než západní konkurence. Jednalo se o Lean koncept vytvořený v rámci Toyota Production System. V 90. letech se tyto metody začaly šířit i v západním světě, začala horečka Lean, která pokračuje i dnes. Nejen automobilky se dnes snaží využívat metody štíhlého podniku, Lean horečka zachvátila i banky, nemocnice, úřady veřejné správy, stavební společnosti. (Košturiak a Frolík, 2006, s.13)

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, uvádí Košturiak a Frolík (2006, s.17). Základem štíhlého podniku je schopnost dělat přesně to, co si přeje zákazník, za předpokladu, že k tomu použijeme co nejméně činností nepřidávajících hodnotu konečnému výrobku či službě, protože takové činnosti jsou plýtváním. Klíčovým prvkem štíhlého konceptu je tedy zbavit se všeho přebytečného.

2.1 Principy Lean konceptu

Svozilová (2011, s.32) uvádí principy, ze kterých koncept Lean vychází:

- *Stanovení hodnoty z pohledu zákazníka procesu.* Hodnotou se rozumí produkt nebo služba, která uspokojuje potřebu zákazníka ve správném čase a za správnou cenu.
- *Odhalení činností, které se účastní na tvorbě hodnoty.* Výrobní proces se skládá z mnoha kroků, které se odrážejí na tvorbě konečné hodnoty pro zákazníka. Jde o činnosti zahrnující návrh výrobku, od materiálů, které budou při výrobě použity až po předložení finálního výrobku zákazníkovi.
- *Zavedení procesů.* Procesy nahrazují klasické rozdělení podniků do jednotlivých oddělení. Procesy prochází napříč podnikem, přičemž se neřídí pravidly předchozích hierarchických struktur. Často procesy dosahují i za hranice jednotlivých podniků.
- *Řízení podle potřeb zákazníka.* Procesy se uvádí do pohybu podle konkrétních potřeb zákazníka. To znamená, že se vyrábí to, co si přeje zákazník a v čase kdy si to přeje. Tímto je nahrazován tradiční způsob výroby na sklad, kdy se výrobce snaží prodat zákazníkovi to, co zrovna má, a ne to, co si zákazník opravdu přeje.

- *Snaha o dokonalost.* Jde o snahu eliminovat úsilí, náklady, čas, chyby a výrobní prostory při výrobě a zároveň zákazníkovi poskytovat produkty a služby tak, aby byl spokojený.

Je třeba rozlišovat mezi pojmy štíhlá výroba a štíhlý podnik, uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 20). Aby organizace byla efektivnější a vydělávala rychleji než konkurence, nemůže koncept Leanu omezit jen na výrobní procesy, ale na celý podnik. Pro zajištění silné konkurenceschopnosti podniku nestačí zavádět prvky štíhlé výroby, velmi důležité je, jaký má organizace management znalostí. Štíhlý podnik je kromě štíhlé výroby tvořen také štíhlou administrativou, štíhlou logistikou a štíhlým vývojem.

2.2 Štíhlá výroba

Mašín (2005, s. 44) definuje štíhlou výrobu neboli lean manufacturing, jako komplexní soubor metod, jejichž úkolem je zlepšování výrobních procesů a zvyšování efektivity všech úkonů, které souvisí s výrobou. Cílem je eliminovat plýtvání v těchto procesech, snižovat průběžnou dobu výroby a redukovat zásoby rozpracované i hotové výroby. V neposlední řadě je také cílem štíhlé výroby zvyšování kvality současně se snižováním výrobních nákladů.

Tomek a Vávrová (2014, s. 67) uvádí, že hlavními cíli zavádění metod štíhlé výroby je:

- Snižování průběžných časů výroby, čímž dochází ke zvyšování produktivity a vytváří se více prostoru pro projednávání potřeb zákazníků
- Eliminování zásob rozpracované výroby i zásob hotových výrobků, díky čemuž dochází ke zvyšování obrátu kapitálu
- Budování cenové konkurenční výhody díky eliminaci výrobních nákladů
- Zvyšování jakosti výrobků díky eliminaci zdrojů zapříčiňujících chybovost
- Redukce výrobního prostoru, kdy je díky eliminaci výrobních linek a skladových míst vytvořen volný prostor

Košturiak a Frolík (2006, s.23) definují prvky štihlé výroby pomocí obrázku č. 8.



Obr. 8: Štihlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006, s. 23)

Management toku hodnot je podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 24) zásadní metodou při zeštiňování podniku. Metoda slouží pro analyzování, vizualizování a měření různých druhů plýtvání napříč celým hodnotovým tokem v organizaci (viz následující kapitola) **Štihlé pracoviště** je další významným prvkem štihlé výroby. Podle rozvržení pracoviště se odvíjí, jaké pohyby musí pracovníci během práce vykonávat. Od těchto pohybů se potom odráží velikost spotřebovaného času, výkonové normy atd.

Vizualizace je zásadní částí všech štihlých procesů v podniku. Ukazuje nám, jak by měl proces standartně vypadat a jaké jsou v něm abnormality, jaká je produktivita, efektivnost a kvalita procesu. **Týmová práce** je zásadním prvkem fungování štihlého podniku, protože k velké části plýtvání dochází kvůli špatné úrovni komunikace a spolupráce mezi zaměstnanci. S týmovou prací souvisí také koncept neustálého zlepšování, japonsky **kaizen** – je důležité, aby si lidé při práci neustále všimli případných problémů, neignorovali je, ale pracovali na aktivním odstraňování příčin těchto problémů. Dále s týmovou prací souvisí správné prostorové a organizační uspořádání – **štihlý layout**. Správné uspořádání zjednodušuje celý proces a eliminuje délku materiálových toků (Košturiak a Frolík, 2006, s. 25).

TPM je překládáno jako totálně produktivní údržba. Jejím záměrem je redukce všeho času, který ubírá kapacity danému strojnímu zařízení. Součástí TPM bývá i metoda **SMED**, jejíž cílem je dosažení co nejrychlejší změny sortimentu výroby. **Procesy kvality a standardizovaná práce** jsou základním prvkem nejen štihlé výroby, ale měly by být součástí každé výroby. Kvalita neznamená opakovaná kontrola, kvalita musí být samostnou součástí procesů. Stejně tak je velmi důležité umět standardizovat práci tak, aby byla pracovníkům srozumitelná a věděli si poradit při normálních ale i abnormálních situacích. Vrcholem zavádění metod štihlé výroby je potom dosažení **synchronizace procesů a vyvážených toků**,

tzn. vyrábění pouze toho, co si přeje zákazník, v žádaném množství, kvalitě a čase (Košturiak a Frolík, 2006, s. 27)

2.3 Činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu

Mašín (2003, s. 11) uvádí, že čas, který výrobku přidává hodnotu je z procesního hlediska takový, při němž probíhají aktivity a činnosti které přispívají ke změně fyzikální či chemické podstaty výrobku, popřípadě činnosti, které přibližují výrobek koncovému zákazníkovi. Jde tedy například o sváření, lisování nebo šroubování. Patří sem ale i duševní činnosti typu tvorba programů pro NC stroje nebo kresba konstrukčního výkresu. Obecně lze ale říci, že přidaná hodnota je cokoliv, za co je zákazník ochotný zaplatit. Tyto činnosti by se měl podnik snažit co nejvíce optimalizovat.

Činnosti nepřidávající hodnotu je potřebné vykonat, ovšem zákazníkovi žádnou hodnotu nepřidávají, a tudíž za ně není ochoten zaplatit. Tyto činnosti by měly být co nejvíce redukovány, avšak zcela odstranit je nelze. Plýtváním jsou potom činnosti, které jsou z technologického hlediska naprosto zbytečné a jejich úplné odbourání ničemu neuškodí. Jedná se například o zbytečné čekání, manipulaci nebo chůzi. Měly by být zcela odstraněny (Dlabač, ©2017).

2.4 Plýtvání

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s. 44) uvádí 7+1 nejčastějších druhů plýtvání:

Nadvýroba: Pokud výroba produkuje větší množství, než je potřeba, dochází k tvorbě dodatečných nákladů a potřeby většího místa pro skladování a zbytečné dodatečné práce.

Čekání: Čekání je jedním z druhů plýtvání, který jde většinou poznat na první pohled. Jde například o čekání na dokončení práce automatizovaného stroje, předchozí výrobní krok, čekání na materiál nebo na seřízení stroje.

Nadbytečná manipulace: Zbytečná přeprava materiálu z pracoviště do meziskladu a pak zase zpět na další pracoviště. K zbytečnému transferu materiálu dochází i v případech, kdy jsou od sebe navazující výrobní procesy příliš vzdálené.

Nesprávný pracovní postup: Špatně zvolený pracovní postup může mít za následek tvorbu dodatečné práce a s tím spojenou dodatečnou spotřebu zdrojů. Nemusí se jednat jen o samotný pracovní postup, ale i o návrh špatných surovin nebo špatnou konstrukci produktu.

Zásoby: Zbytečně velké zásoby způsobují vznik dodatečných nákladů na udržování těchto zásob. Navíc tyto zásoby často slouží ke skrývání skutečných problémů, které by měly být ve firmě řešeny, a ne pouze dočasně skrývány polštářem přebytečných zásob (pokrytí poruch strojů, velká zmetkovitost, lenivost při plánování).

Nadbytečné pohyby: Špatná organizace a uspořádání pracoviště nutí pracovníky k zbytečným pohybům, které rozhodně nepřidávají žádnou hodnotu konečnému výrobku.

Chybování pracovníků: Chyby zaměstnanců zapříčiňují potřebu dodatečných činností (manipulace, zopakování operace, opětovná kontrola, demontování atd), které v konečném důsledku zvyšují náklady. Čím později je chyba pracovníka objevena, tím vyšší jsou konečné náklady. Pokud je chyba objevena až zákazníkem, může ho podnik dokonce ztratit.

Nevyužívání myšlenek lidí: Nevyužívání myšlenek, kreativity, znalostí a potenciálu pracovníků může podnik připravit o růst produktivity.

3 MAPOVÁNÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU

Materiálový tok je zásadní částí logistických procesů v podniku. Lze ho definovat jako regulovaný postup materiálu, rozpracované výroby a surovin, který napomáhá určovat dynamiku výroby v čase a prostoru. Tok materiálu je ovlivněn způsobem uspořádání strojních zařízení a pracovišť. Správné uspořádání budov, strojních zařízení, skladovacích prostor a pracovišť přináší podniku nezanedbatelné finanční i materiálové úspory (Jurová, 2016, s. 217).

Procesní toky jsou mapovány za účelem získání přehledné vizualizace. Výsledkem mapování jsou diagramy, které obsahují všechny důležité informace potřebné pro další analyzování procesů. Mapování přináší celou řadu výhod, například (Svozilová, 2011, s. 131):







- Přehledné a jednoduché zobrazení vývoje procesu v čase
- Přehledné zobrazení míst, na kterých dochází k rozvětvení procesu, kde vznikají smyčky z důvodu přepracovávání, nebo kde vznikají prodlevy v důsledku čekání na související procesy
- Vizuelní zobrazení hranic procesu, od příjmu zdrojů až po vydávání výsledků procesu
- Zobrazení údajů o výkonnosti jednotlivých operací, o vazbách na prvky informačních toků, o používaných nástrojích a o stavu rozpracované výroby
- Přináší pohotové odkrytí důležitých nedostatků procesu, jako například nedostatečná návaznost jednotlivých operací
- Zlehčení komunikace mezi pracovními týmy a odborníky z praxe, kteří mají za úkol převést změnové návrhy do praxe

3.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram je grafickým zobrazením procesu. Jeho cílem je vizualizovat tok jednotlivých procesních kroků od začátku až do konce. Na rozdíl od slovního popisu daného procesu je vývojový diagram snadněji pochopitelný. Diagram je nejčastěji vytvářen při počáteční analýze při stanovování rozsahu projektu, obvykle neobsahuje žádné detaily, proto slouží jen jako nástroj pro lepší orientaci v komplexu podrobnějších diagramů a mezi vazbami sub procesů (Vývojový diagram, ©2011-2016).

3.2 Procesní analýza

Procesní analýza je univerzální nástroj, který se využívá pro popsání a analyzování věcné, časové a prostorové stránky jak logistických, tak i výrobních procesů. Účelem tvorby procesní analýzy je názorné zobrazení sledu všech manipulačních, technologických i kontrolních operací souvisejících s výrobou určitého výrobku. Kromě výrobních procesů může být procesní analýza využita i pro zobrazení nevýrobních operací nebo služeb. Výstupem procesní analýzy je procesní diagram, k jehož tvorbě se používají standardizované symboly uvedené na obrázku č. 9 (Jurová, 2016, s. 219).

Symbol	Aktivita	Popis
	Operace	Jakákoliv činnost, která způsobuje změnu tvaru nebo charakteristik materiálu, polotovaru nebo výrobku.
	Transport	Přemístění materiálu, polotovaru nebo výrobku.
	Skladování	Plánované shromažďování materiálů, polotovarů a výrobků na místě k tomu určeném.
	Čekání (nečinnost)	Neplánované shromažďování materiálů, polotovarů a výrobků.
	Kontrola množství	Kontrola množství materiálu, polotovarů nebo výrobků.
	Kontrola kvality	Kontrola kvality materiálu, polotovarů nebo výrobků.

Obr. 9: Standardizované symboly pro procesní analýzu
(Vlastní zpracování dle Api)

Do diagramu se kromě standardizovaných symbolů pro jednotlivé typy činností zaznamenávají také další údaje – u transportu je to vzdálenost, kterou materiál urazí, u činností potom doba trvání a počet pracovníků vykonávajících danou činnost. Výstupem diagramu je potom souhrn četností jednotlivých činností, součet všech vzdáleností, které materiál urazí a celkový součet časů (Procesní analýza, ©2005-2018).

Procesní analýza		operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků
1	Přijem zboží	○						1	1
2	Kontrola			◇				0,5	
3	Skladování				△				
4	Transport		→				24		
6	Dělení materiálu	○						10	0,5
48	Transport		→				91		
59	Kontrola			◇				2	
60	Balení	○						2,5	1
Celkem: - četnost		11	11	4	3				7,8
- součet časů (min)								44,04	
- vzdálenost (m)							744		

Obr. 10: Procesní analýza – ukázka, zkráceno (Procesní analýza, ©2005-2018)

3.3 Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku je analytická a grafická metoda s původem ve firmě Toyota, která ji využívá pod označením Material and Information Flow Mapping již od padesátých let minulého století. V Toyotě sloužila metoda pro jednoduché vysvětlování současného, budoucího a ideálního stavu procesů. Metoda je známá také pod anglickým názvem Value Stream Mapping neboli VSM (Mašín, 2003, s.45).

Svozilová (2011, s.140) se o výše zmíněné metodě vyjadřuje jako o Mapě budování přidané hodnoty a dodává, že se jedná o jeden z nejvíce používaných prostředků původní metodologie Lean. Používá se k vyobrazení materiálového a informačního toku skrz řetězec aktivit, které se účastní na postupné tvorbě hodnoty. Metoda přináší velký užitek v okamžiku, kdy vyhledáváme možnosti zkracování doby zpracování výrobku nebo služby. Mapa budování přidané hodnoty obsahuje, na rozdíl od klasických diagramů znázorňujících procesní toky, mnohem více popisných a doplňkových informací. Je vhodné ji využít ve chvíli, kdy vznikne potřeba odhalení rozložení odpovědností za jednotlivé činnosti přispívající k budování hodnoty, úzkých míst, nebo příležitostí pro spuštění série drobných zlepšovacích projektů nebo Kaizen aktivit.

VSM se obvykle používá pro zmapování hodnotového toku vybraného výrobku, který je tzv. rodinným zástupcem nejtypičtějším pro vybraný proces. Mapa nám poskytuje ucelený pohled a také příležitost hlubšího porozumění celého pohybu výrobku výrobou, a to i díky vizuální stránce metody – ke tvorbě mapy využíváme standardizované ikony. Díky tomu

jednodušeji porozumíme návaznosti procesů, objevíme plýtvání atd. Cílem mapování je návrh a realizace budoucího stavu hodnotového a informačního toku.

Metodu je vhodné použít, pokud potřebujeme zjistit reálný současný stav při analýze výrobních i nevýrobních procesů, při projektování nového produktu nebo nového výrobního procesu a při vytváření nových layoutů a rozvržení výroby (Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM, © 2005-2018).

3.4 Postup mapování hodnotového toku

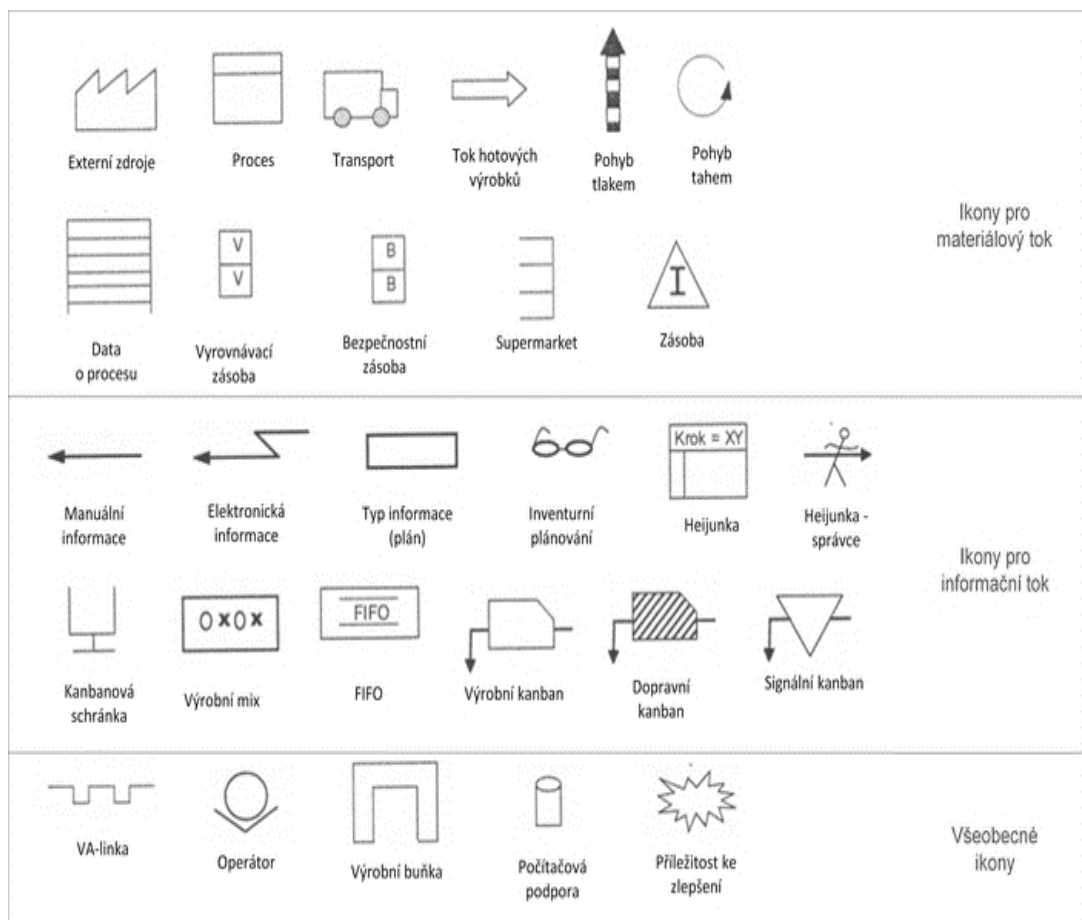
Ještě před samotnou tvorbou VSM si připravíme formuláře pro zaznamenávání dat, propisku, foťák a stopky. Kroky mapování hodnotového toku jsou následující (Svozilová, 2011, s. 142):

- 1. Výběr reprezentativního hodnotového toku** – Tzn. vymezení předmětné oblasti, kterou se bude mapování zabývat. Vybraný zástupce by měl být co nejtypičtější pro daný typ procesu. Může se jednat například o oblast, která představuje významnou část produkce, nejvíce se shoduje s obecným postupem výroby, je nejnáročnější z hlediska nákladů apod.
- 2. Hrubý náskres procesu** – Pomocí SIPOC diagramu, popřípadě klasického vývojového diagramu. Účelem náskresu je vytipování klíčových aktivit a zorientování se v procesu.
- 3. Zaznamenání aktuálních údajů o procesu a operacích** – výrobní údaje zaznamenáme přímo na místě procesu. Je nutné zaznamenat následující údaje (Mašín, 2003, s. 47)
 - *Aktuální čas cyklu* – Čas cyklu je doba, která uběhne od zahájení jedné operace až po její konec. Lze rozlišit čas cyklu pracovníka, což je celkový čas, po který operátor vykonává činnost, včetně chůze, kontroly, zakládání a odebírání výrobků atd. Dále rozlišujeme čas cyklu stroje, který začíná stisknutím tlačítka na stroji a končí navrácením stroje do základní polohy po skončení dané operace (Mašín, 2005, s.17).
 - *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* neboli celkovou efektivitu zařízení. Koeficient celkové efektivnosti zařízení bere v úvahu míru využití strojního zařízení, jeho výkon a míru kvality (OEE, 2012).
 - *Časy prostojů* způsobených změnami sortimentu v minutách za směnu

- Časový fond daného pracoviště
- Počet pracovišť a pracovníků
- Množství variant produktu
- Způsob balení produktu
- Aktuální stav rozpracované výroby v jednotlivých procesech a množství zásob ve skladech

4. **Vyznačení hlavních dodavatelů** a důležitých vstupů z ostatních procesů do diagramu.

5. **Tvorba mapy** – Mapa se tvoří zleva doprava, tzn. od vyznačení koncového zákazníka v pravém horním rohu a postupně až k začátku procesu u dodavatele. U zákazníka zaznamenáme důležité údaje, jakou jsou jeho požadavky, takt zákazníka, denní potřeba atd. Dále se zaznamenají jednotlivé okruhy činností a operací za pomoci standardizovaných symbolů (viz obrázek č. 11). Při kreslení mapy je vhodné využít velkoplošné tabule, abychom měli dostatek prostoru na zakreslení mapy.



Obr. 11: Symboly pro VSM (Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM, © 2005-2018)

6. **Materiálové toky** – Mezi jednotlivými bloky činností, které jsou již zakresleny v mapě doplníme toky materiálů, dále vyznačíme místa, na kterých probíhá kontrola.
7. **Informační toky** – Zakreslíme informační toky mezi jednotlivými kroky procesu, komunikační toky s vnějšími i vnitřními řídicími prvky (tzn. komunikace se zákazníkem, dodavateli, příbuznými nebo závislými procesy).
8. **Doplnění zaznamenaných údajů** – jednotlivým činnostem doplníme již zaznamenané kapacitní, časové a výkonové údaje a další údaje, které mají pro daný proces význam. Údaje se zaznamenávají ve stejných nebo odpovídajících jednotkách tak, aby se předešlo budoucím chybám, zmatkům a případným opravám.
9. **Zaznamenání externího transportu**
10. **Vyznačení systému a způsobu plánování** – zaznamenáme informační tok od externího zákazníka, skrz celý podnik až k externímu dodavateli viz bod 7.
11. **Vyznačení VA-linky** – VA (Value Added) znamená přidaná hodnota. VA – linku zakreslíme do spodní části mapy. U jednotlivých činností je potřeba rozhodnout, zda se jedná o činnosti přidávající hodnotu či nikoliv.
12. **Výpočet základních údajů o hodnotovém toku:**
 - *Celková průběžná doba výroby*, tj. celková doba výroby počínající přijetím výrobního materiálu na sklad až po dobu ukončení výrobního procesu, při kterém jsou vyrobeny prodejné produkty (Mašín, 2005, s. 65)
 - *Celkový procesní čas* je součtem cyklových časů pracovníků i strojů
 - *Celkový čas přidávání hodnoty* je součtem všech procesních časů, které výrobku přidávají hodnotu
 - *VA-index* je indexem přidané hodnoty a je roven poměru celkové průběžné doby výroby a celkovému času přidávání hodnoty. Index přidané hodnoty se udává v procentech (Štíhlý materiálový a hodnotový tok, ©2019).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 O SPOLEČNOSTI

Společnost je součástí stejnojmenného nadnárodního podniku, který sídlí v německém Lippstadtu a byl založen roku 1899. Celosvětově podnik zaměstnává přes 40 000 zaměstnanců ve 125 závodech, v 35 zemích světa. Přestože se jedná o velkou mezinárodní společnost, je to stále rodinný podnik. Koncern se zabývá vývojem a výrobou komponentů a systémů osvětlení a elektroniky v obchodním odvětví Automotive. Mimo to je společnost činná také v segmentu Aftermarket, kde provozuje jednu z nejrozsáhlejších obchodních sítí pro diagnostické a servisní služby a také pro obchod s díly a příslušenstvím do automobilů. Další oblastí působnosti celé společnosti je segment Special Applications, kde jsou vyvíjeny výrobky pro speciální vozidla a zcela nezávislé aplikace – např. průmyslové nebo pouliční osvětlení. Dále vyrábí ve spolupráci s partnery i kompletní moduly, klimatizační jednotky a palubní sítě do automobilů. Mohelnická divize společnosti se soustředí pouze na vývoj a výrobu světlometů a zadních skupinových svítlen

Výzkum a vývoj je pro společnost velmi důležitý, v těchto oblastech společnost zaměstnává přes 7 000 zaměstnanců a patří k hlavním průkopníkům inovací na trhu. Koncern se řadí mezi 40 největších dodavatelů komponentů pro automobilový průmysl, a s obratem 7,1 mld. eur za rok 2017/2018 se řadí mezi stovku největších průmyslových podniků v Německu (Interní materiály společnosti, @ 2019).

4.1 Představení vybrané společnosti

Právní forma podnikání	Společnost s ručením omezeným
Datum založení	1992
Hlavní sídlo	Mohelnice
Další pobočky v ČR	Loštice – IT oddělení Ostrava – technické centrum
Počet zaměstnanců	3697
Produkty	Přední světlomety, zadní skupinové svítlny
Hlavní zákazníci	Audi, BMW, Volkswagen atd.

Vybraná společnost byla založeno jako dceřiná společnost německého koncernu v roce 1992. Dceřinka má sídlo v Mohelnici v Olomouckém kraji, kde se vyrábí přední a zadní světla do vozidel automobilek předních světových značek. Kromě hlavního sídla v Mohelnici je na území České republiky ještě IT oddělení v nedalekých Lošticích a technické centrum sídlící ve vědecko-technologickém parku v Ostravě.

Mohelnická pobočka má post druhého největšího designového centra v koncernu celosvětově, zahrnuje testovací laboratoř a působí jako centrum sdílených služeb pro IT, centrální funkce, systémy a korporátní inženýrská řešení. Společnost zastává v České republice pozici jednoho z klíčových zaměstnavatelů v automobilovém průmyslu obecně, velký význam má pak pro zaměstnanost v Olomouckém kraji. V současnosti je v českých pobočkách společnosti zaměstnáno přes 3 500 zaměstnanců (Interní materiály společnosti, @ 2019).

4.2 Historie společnosti

Společnost působí na českém trhu již více než 25 let a za dobu svého působení si již prošla značným vývojem a významnými událostmi, které ji formovaly do její dnešní moderní podoby. Významnými milníky v historii společnosti jsou následující roky (Interní materiály společnosti, @ 2019):

- **1992** – Tohoto roku byla založena dceřiná společnost v Mohelnici s přívlastkem společnost s ručením omezeným
- **1993** – Začala výstavba nové haly nazývána jako stavba „na zelené louce“
- **1994** – První výrobky začaly opouštět Mohelnici, šlo o světlomety do Škody Felicie
- **1995** – Počátek vývoje vlastních výrobků v novém Technickém centru
- **1997** – Založení skupiny pro vývoj a výrobu montážních linek pro koncern
- **2004** – Zahájení činnosti právě vybudované zkušebny Testovacího centra
- **2011** – Ve Vědecko-technologickém parku v Ostravě byly otevřeny konstrukční kanceláře
- **2012** – Zahájení výstavby nové výrobní haly, spuštění výroby zadních skupinových světilen
- **2014** – Vybudování nového centra optiků a konvenčních modulů, rozrůstání oddělení montážních linek

- **2015** – Vznik Opto-mechatronického procesu pro vývoj Full LED světel
- **2016** – Zmodernizování testovacích laboratoří, především v oblasti klimatického testování a otevření 2 laboratoří EMC

4.3 Oddělení společnosti

Výroba

Výroba představuje největší oddělení společnosti v Mohelnici. Kvalifikovaní operátoři a špičkoví odborníci zde vyrábí nejmodernější světlomety a zadní skupinové svítilny, a to za pomoci nejnovějších technologií. Výroba se dále rozpadá na předvýrobu a samotnou montáž. Předvýroba ve společnosti začíná transformací surového granulátu na lisované díly. V závislosti na typu projektu jsou tyto díly dále lakované nebo pokovované. Pracovišti předmontáže jsou pracoviště termosetického vstřikování plastů, termoplastového vstřikování plastů, lakování a pokovování. Hotové polotovary jsou poté dále distribuovány na montáž.

Technické centrum

Jak již bylo zmíněno, technické centrum a jeho vývojová činnost započala roku 1995, kdy společnost začala být kromě výrobního závodu také vývojovým centrem. První světlomety na Škodu Felicii vznikly právě tady. Poté následovaly další, více komplikované produkty – v laboratořích jsou vyvíjeny zadní skupinové svítilny, halogenové a xenonové lampy, světlomety s adaptivní světelnou hranicí (AFS/ACOL). V posledních letech se technické centrum zaměřuje také na prémiové full-LED světlomety pro světové automobilky typu Audi, Daimler, BMW atd.

Informační technologie

V rámci IT podpory pracuje v Mohelnické a nedaleké Loštické pobočce více jak 100 IT odborníků. Ti se zabývají CAD systémy a celosvětovou sítí. Dále programováním, zpracováním a analýzou dat, virtuální technologií, poskytování podpory výrobě a koncovým uživatelům a mnoho dalšího.

Podpůrná oddělení

Precizní fungování celé společnosti není zásluhou jen specialistů ve vývoji, špičkové technologie a neustále se zdokonalujících procesů ve výrobě. Aby celá organizace fungovala, jsou zapotřebí také další, podpůrná oddělení napříč celou společností (Interní materiály společnosti, @ 2019).

4.4 Výrobní portfolio

Výrobní portfolio společnosti je zaměřeno výhradně na produkci předních světlometů a zadních skupinových svítilen pro osobní automobily, které jsou dodávány různým zákazníkům automobilového průmyslu předních světových značek po celém světě.

4.4.1 Světlomety

Světlomety jsou tím, na čem společnost započala svou činnost. Kromě klasických halogenových světlometů, které jsou považovány za základní technologii, obsahuje výrobní portfolio společnosti již 20 let také xenonové světlomety, a v posledních několika letech se nabídka rozrostla také o nejnovější technologii – LED systémy. Co se týče oblasti xenonových světlometů, nabízí společnost kromě statických systémů také systémy dynamické, např. pro dynamická natáčecí světla nebo funkce adaptivního systému světlometů. Díky kombinování světlometů s kamerovým zařízením, se dokáží systémy světlometů automaticky přizpůsobit situaci na silnici. Společnost se ale nesoustředí pouze na technologie – velký význam je kladen i na design světlometů, které díky stylingu podtrhují atraktivitu vozidel (Interní materiály společnosti, @2019).



Obr. 12: Full LED světlomet a Xenonový světlomet (Interní materiály společnosti, @2019)

4.4.2 Zadní skupinové svítilny

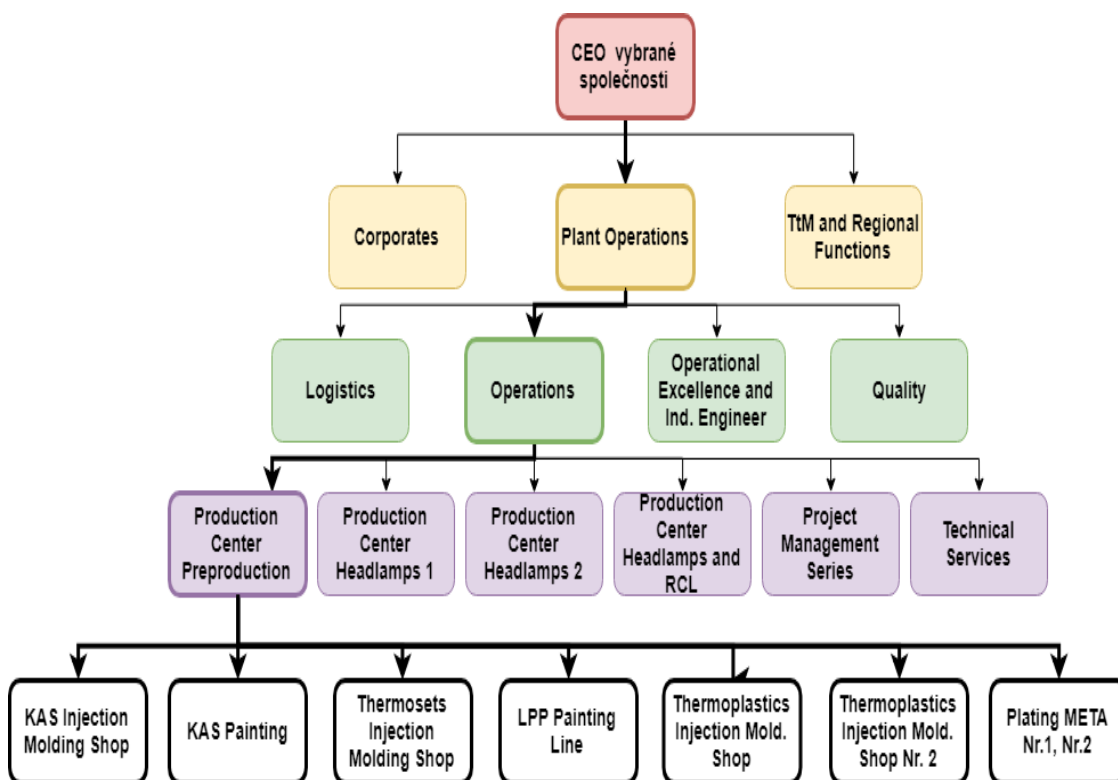
V minulosti nebyl zadním svítilnám přikládán nijak velký důraz – plnily pouze funkci zadního a brzdového světla. Dnes již mají zadní svítilny mnohem více funkcí, což jim přidává na důležitosti. Plní funkci světla zpětné jízdy, zadního směrového světla, brzdového světla, koncové svítilny, koncového mlhového světla a odrazového světla. Ve velké míře ovlivňují zadní skupinové svítilny také individuální design vozidla (Interní materiály společnosti, @2019).



Obr. 13: Kombinované koncové svítily s LED funkcemi (Interní materiály společnosti, @2019)

4.5 Organizační uspořádání

Organizační uspořádání společnosti má divizionální charakter, což znamená, že jednotlivá střediska jsou uskupena do divizí podle náplně jejich činností. V čele společnosti je generální ředitel, který má na starosti nejen mohelnický závod, ale i pobočky v Ostravě a Lošticích. Na obrázku č. 14 je zobrazena část organizační struktury. Tučně zvýrazněnými šipkami je v organizační struktuře zobrazeno, jak do celého uspořádání zapadá středisko předvýroby, na kterém byl zpracován tento projekt.



Obr. 14: Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování)

4.6 Oddělení předvýroby

Na předvýrobě probíhají procesy termoplastového a duroplastového lisování, lakování a pokovování.

Termoplastové lisování probíhá ve střediscích KSTV1, KSTV2, KSTV3 a KAS na vstřikovacích lisech značek Demag a KraussMaffei. Středisko KSTV1 neboli Velká lisovna se nachází ve výrobní hale s označením B01 a jedná se o nejstarší z výrobních hal. Probíhá zde lisování na celkem devětadvaceti vstřikolisech s tonáží 350 t, 500 t, 650 t, 850 t. Na Velké lisovně se taky nachází 8 lisů s tonáží 250 tun, na kterých se lisují primární optiky High Beam (HB), které budou dále zmíněny v analytické i projektové části. Na středisku KSTV1 se nejčastěji lisují velké rámy, světlovody a pouzdra. Středisko KSTV2, neboli Malá lisovna, se stejně jako Velká lisovna nachází v hale B01. Lisování komponentů zde probíhá na celkem dvaadvaceti vstřikolisech. Na Malé lisovně se mimo jiné nachází čtyři samoobslužná plně automatizovaná pracoviště, která nevyžadují obsluhu operátorů. Zbývající stroje jsou obsluhovány operátory. Na středisku KSTV2 se lisují malé clonky, drobné termoplastové reflektory a různé rámy. KSTV3 se nachází na hale B06 a jedná se především o lisovnu pouzder a zadních skel. Nachází se zde celkem patnáct lisů tonáže 800, 1000 a 1450 tun. Na středisku KAS se lisují pouze přední skla. Je zde celkem 9 lisů s tonážemi 1 000 t a 1 600 t. 5 lisů slouží na vstřikování dvou-komponentních skel (čirá a černá barva), 4 lisy pak lisují jedno-komponentní skla, což znamená pouze z čírého materiálu. Na hale jsou zároveň i dvě lakovny a dvě temperační pece. Na těch probíhá lakování a vytvrzení skel, aby splňovaly veškeré požadavky a byla zajištěna jejich nejvyšší kvalita.

Duroplastové lisování probíhá na středisku s označením LPP a nachází se v hale B08. Jsou zde lisovány reflektory na celkem deseti vstřikovacích lisech s tonáží 300 t. Na stejné hale se zároveň nachází i lakovací střediska LPP1 a LPP2, na kterých se nanáší na reflektory lak.

Veškeré designové a duroplastové díly se musí následně pokovit. Pokovování probíhá na 5 typech pokovovacích zařízení (LPP2, META-ROT, META BATCH, STOKES a ARZUFFI). Nejčastěji se díly pokovují hliníkem (asi 90 %), je možné ale pokovovat i chromem (asi 8 % dílů) nebo nerezem (2 %).

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Následující kapitola je zaměřená na popis a analýzu současného stavu procesu výroby dílu s názvem Primární optika HB (High Beam), který je vyráběn na středisku předvýroby. Analýza bude sloužit jako podklad zpracování projektu automatizace pracoviště, na kterém je tento díl vyráběn. Vedením společnosti byl pro analýzu i pro celý projekt vybrán právě tento díl z několika hlavních důvodů:

- Široké spektrum zákazníků – Na rozdíl od jiných součástí vyráběných na oddělení předvýroby, není tento díl součástí jen jediného specifického projektu. Je využíván v různých variantách světlometů, různých zákazníků. Podle vyplánovaných projektů, které budou uskutečněny v následujících několika letech, bude poptávka po tomto specifickém dílu růst a proto je potřeba zajistit při jeho výrobě kapacitní nezávislost.
- Hromadná výroba – S velkou poptávkou po dílu souvisí i objem výroby, který je u tohoto dílu velmi vysoký. Na lisu dochází jen k málo častému přetypování, takže výroba může probíhat prakticky nepřetržitě.
- Ztrátové časy při výrobě – Lisování tohoto dílu se vyznačuje neobyčejně vysokým cyklovým časem, kvůli čemuž dochází k prostojům u obsluhy lisu.
- Činnosti nepřidávající hodnotu v procesu – Primární optika HB je díl, který se kromě lisování musí také pokovovat. Současný stav výrobního procesu je nastavený tak, že v něm dochází k opakovanému balení a vybalování dílu, transportu a skladování rozpracované výroby, čímž se prodlužuje průběžná doba výroby a vznikají zbytečné náklady.

5.1 Cíle analýzy

Hlavní cíl

Analyzovat současný stav procesu výroby dílu s označením 210.534 – Primární optika HB

Dílčí cíle

- Vytvořit vývojový diagram daného výrobního procesu
- Popsat organizaci práce a činností operátorů na jednotlivých pracovištích výroby dílu
- Zjistit velikost ztrátových časů na pracovišti vstřikolisu
- Zjistit cyklové časy činností operátorů
- Zjistit stavy rozpracované výroby a zásob hotových výrobků

- Vypočítat index přidané hodnoty výrobního procesu a jednotlivých pracovišť a průběžnou dobu výroby
- Zjistit celkové vzdálenosti toku materiálu po výrobě

Pro zajištění dosažení těchto cílů jsou použity metody uvedené v tabulce č. 1.

Tab. 1: Použité metody analýzy současného stavu (Vlastní zpracování)

Zvolená metoda analýzy	Využití analýzy v práci	Analyzovaná oblast	Četnost
Vývojový diagram	Jednoduché zobrazení výrobního procesu	Výrobní proces primární optiky High Beam	1x
Časové náměry operací	Zjištění cyklových časů obsluhy zařízení	Kontrola a balení na pracovišti vstřikolisu KM 250 tun	20x
		Osazení formy, kontrola a balení na pracovišti pokovení	
Snímek pracovního dne operátora	Identifikace ztrátových časů na pracovišti	Pracoviště vstřikolisu KM 250 tun	2x
Procesní analýza	Rozbor výrobního procesu	Výrobní proces primární optiky High Beam	1x
	Určení celkové délky trasy výrobku ve výrobním procesu		
VSM	Zmapování hodnotového toku výrobního procesu	Výrobní proces primární optiky High Beam	1x
	Výpočet VA-indexu		
	Zjištění průběžné doby výroby		
	Zjištění velikosti rozpracované výroby		
Pozorování, rozhovory s pracovníky, vlastní poznámky, fotografie	Popis organizace práce a pracovního prostředí na pracovištích	Práce operátorů pracoviště vstřikolisu i pokovení	

5.2 Popis produktu Primární optika HB

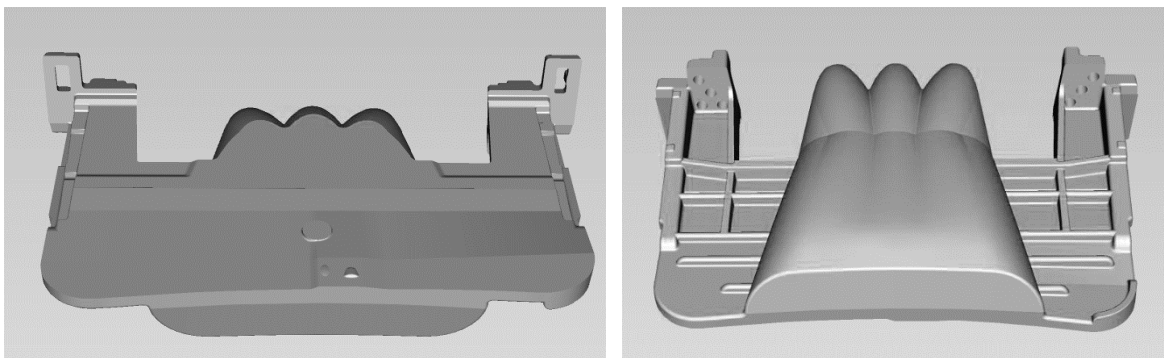
Primární optika High Beam (HB) slouží jako světlovodič u předních světlometů. Tento funkční díl se nachází ve světlometech používaných v automobilech mnoha předních výrobců automobilů, jako například Volkswagen, Audi atd. Díl má čísené označení 210.534 – xx. Koncové označení se mění podle typu zakázky a koncového zákazníka.

Primární optika HB se na montáži spojuje s Primární optikou Low Beam (LB). Společně tyto díly tvoří světlovodič, skrze který je vedeno světlo z LED diod ve světlometu.

Světlovodičem Low Beam je vedeno světlo při jízdě autem s denním svícením. Pokud jsou v autě zapnutá dálková světla, je světlo vedeno jak přes Low Beam světlovodič, tak přes světlovodič High Beam. Tento díl musí být pokovený – pokovení na dílu zabraňuje světlu oslňovat protijedoucí automobily. Zároveň pokovení boční úchytky u dílu slouží k uzemnění dílu tak, aby nedošlo ke zkratu u LED diod.

Jelikož se díl High Beam zakládá na montáži do dílu Low Beam, nesmí při lisování dojít k žádným deformacím, které by zapříčinily, že do sebe díly nebudou pasovat. Taktéž správné pokovení je důležité. Pokud by došlo k vynechání některých míst, bude docházet k oslňování protijedoucích vozidel.

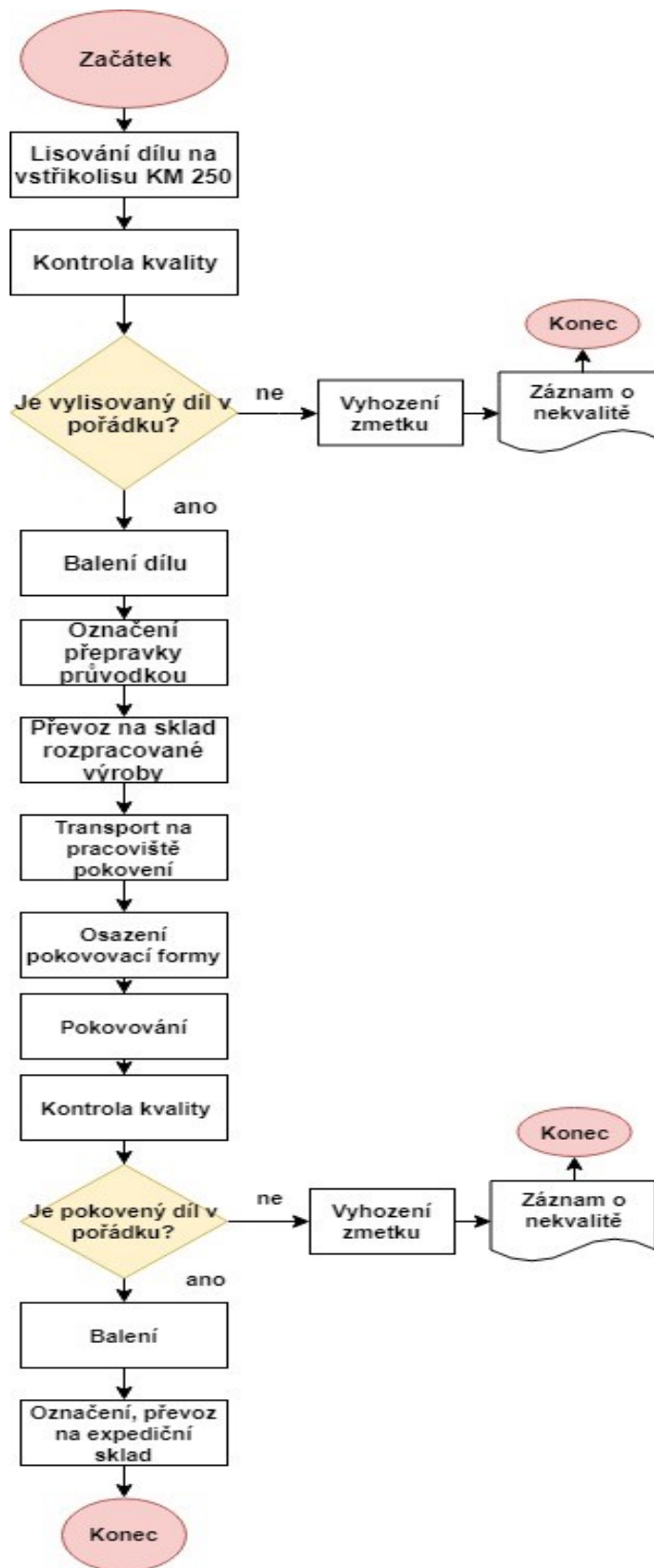
Pokovuje se přední část dílu, zobrazená na vlevo na obrázku č. 15. Zadní část se nepokovuje



Obr. 15: Primární optika High Beam pohled zepředu a zezadu (interní materiály společnosti)

5.3 Vývojový diagram procesu

Na obrázku č. 16 je vyobrazen jednoduchý vývojový diagram procesu výroby dílu 210.534



Obr. 16: Vývojový diagram procesu (Vlastní zpracování)

5.4 Popis práce na pracovišti lisování

Lisování komponentu 210.534 probíhá v současnosti na středisku Velké lisovny, kde je díl lisován na vstřikolisech značky KraussMaffei s tonáží 250 tun. Za výměnu formy a za správné nastavení stroje odpovídají seřizovači, kteří jsou přítomní vždy na ranní směně. Na pracovišti je zaveden nepřetržitý provoz. V době přestávky obsluhy vstřikolisu za pracovníka zaskakuje manipulant.

5.4.1 Lis KraussMaffei 250

Cyklus lisu je 175 s, během něhož jsou vylisovány 4 ks dílu. Jelikož se jedná o sice drobné, ale poměrně silné díly, musí být po vylisování uloženy na „chladicí stojan“, kde dochází k chladnutí. Manipulaci s díly vykonává robotické rameno. Pokud by díly byly ihned po vylisování uloženy na dopravník, působením gravitace by mohlo dojít k deformaci nevychladlých dílů, a tudíž ke vzniku nekvality. Po vychladnutí jsou díly robotem vloženy na dopravník, po kterém putují k obsluze vstřikolisu.

5.4.2 Popis práce obsluhy

Náplní práce obsluhy vstřikolisu je kontrola vylisovaných dílů a ukládání dílů do blistrů. Až jsou vylisované díly dopravníkem dopraveny do oblasti mimo ochranu klec, jsou připraveny na vyzvednutí.



Obr. 17: Pracoviště vstřikovacího lisu, vylisované díly na dopravníku (Vlastní fotografie)

Operátor zkontroluje, jestli se na dílech nevyskytují známky nekvality, případně z nich nožem odstraní drobné nedostatky. Obsluha musí mít při manipulaci s díly vždy nasazené ochranné rukavice tak, aby nedošlo k poškození dílu. Rukavice jsou vyměňovány každou hodinu.



Obr. 18: Bedna na zmetky, blistr s vyliisovanými díly a průvodka (Vlastní fotografie)

Pokud se při kontrole objeví vadný kus, je vyhozen do oranžové přepravky připravené pod dopravníkem a informace o nekvalitě zapsána na zadní stranu průvodky. Nekvalitní díly se již neopravují. Za nekvalitu jsou u dílu považovány otisky prstů, mastnota, nitě nebo cizí tělíska ve výlisku, spáleniny nebo bubliny atd.

Zkontrolovaný díl je následně uložen do blistry (obrázek č. 18). Podle konkrétního projektu jsou díly ukládány buď do blisterů s kapacitou 32 ks, nebo do blisterů s kapacitou 51 ks. Pokud jsou díly ukládány do blisterů s kapacitou 32 kusů, jsou následně ještě vkládány do přepravky s kapacitou 4 blistry, plné přepravky potom na paletu. Tyto přepravky jsou následně opatřeny průvodkou. Pokud jsou díly ukládány do blisterů s kapacitou 51 kusů, průvodka se lepí přímo na jednotlivé blistry, a ty jsou potom vkládány na paletu. Na paletu se vejde celkem 48 blisterů – celkem tedy paleta obsahuje 2 448 ks. Průvodky obsahují informace o čísle zakázky, názvu dílu a počtu dílů v balení (obrázek č. 18). Na zadní straně průvodky jsou vyznačeny údaje o množství a typech nekvality v dané várce. Plné přepravky jsou následně odkládány na paletu a plné palety potom odváženy manipulátem na odkladnou plochu rozpracované výroby umístěnou ve stejné hale.

5.4.3 Snímek pracovního dne obsluhy vstřikolisu

Z pozorování činností operátora na pracovišti vstřikolisu a díky rozhovorům s obsluhou vyplynulo, že velkou část pracovní doby tráví pracovník čekáním na skončení cyklového času

vstřikolisu, který je u daného dílu mimořádně dlouhý. Čekání je dlouhé i přesto, že obsluha má na starosti obsluhu dvou lisů zároveň. Proto byly provedeny snímky pracovního dne u dvou operátorů. Snímky byly provedeny během ranní směny od 6:00 do 14:00. Jeden snímek byl proveden 12.11.2018, druhý 8.3.2019. V tabulce č. 2 jsou vyobrazeny naměřené celkové časy jednotlivých činností operátorů a jejich průměr.

Tab. 2: Trvání jednotlivých činností obsluhy vstřikolisu (Vlastní zpracování)

Činnost	Snímek č. 1	Snímek č. 2	Průměr
Kontrola a balení výlisku	2:16:46	2:21:26	2:19:06
Posouvání dopravníku	0:01:43	0:00:28	0:01:06
Výměna rukavic	0:02:34	0:03:21	0:02:58
Vychystávání obalového materiálu	0:16:51	0:18:25	0:17:38
Dokumentace	0:04:16	0:09:02	0:06:39
Vypisování průvodek	0:03:37	0:06:13	0:04:55
Lepení průvodek	0:03:17	0:02:03	0:02:40
Chůze	0:38:12	0:46:53	0:42:33
Manipulace	0:16:38	0:14:51	0:15:44
Pracovní rozhovor	0:10:58	0:03:21	0:07:10
Čekání na uplynutí cyklu stroje	3:06:42	2:53:15	2:59:59
Osobní rozhovor	0:05:55	0:08:19	0:07:07
Pauza	0:10:33	0:05:07	0:07:50
Přestávka pracovníka	0:41:58	0:47:16	0:44:37
Celkem	8:00:00	8:00:00	8:00:00

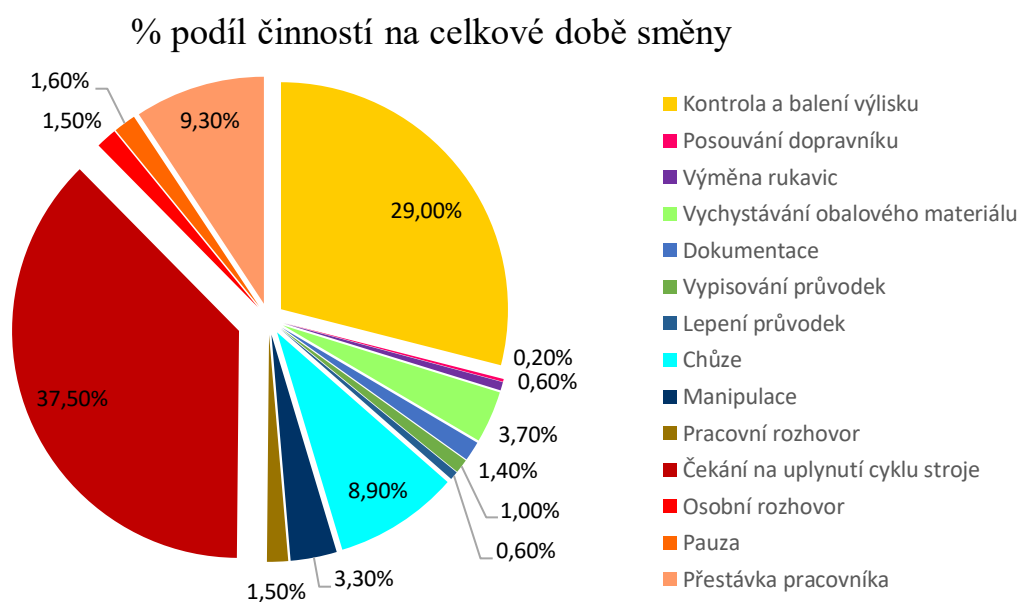
Při porovnání obou snímků jde vidět, že se délky činností pracovníků na jednotlivých směnách nijak výrazně neliší. Pracovník z prvního snímku vykonával činnosti kontroly a balení výlisků rychleji, rozdíl ale není nijak výrazně rozdílný. První pracovník také více využíval možnost posouvání dopravníku pomocí tlačítka. Posunutí dopravníku umožňuje obsluze přisunout si k zabalení díly rychleji, než je stanovený cyklus posunu, čímž si následně pracovník vytvoří delší časovou rezervu pro odchod na toaletu, pro pití atd.

Čekání operátora na uplynutí cyklu vstřikolisu tvořilo průměrně 37,5 % celkové doby směny. Čekat může pracovník až v době, kdy má vychystaný obalový materiál u obou lisů, umístěné plné blistry na paletě, přichystané a nalepené průvodky a ostatní dokumentaci. I po vykonání všech těchto činností tvoří ale čekání pracovníka skoro tři hodiny během osmi hodinové směny. Přechody mezi oběma pracovišti, popř. chůze pro obalový materiál pak tvoří asi 10 % z celkové doby směny. Pracovní rozhovory se v případě snímku číslo jedna týkaly rozmluvy s nadřízeným ohledně nových zásad pro výměnu rukavic, u obou snímků

potom dále šlo o rozhovor s mistrem o rozvrhu směn. Každou hodinu také chodí kontrolor kvality, který zkontroluje kvalitu dílů, popř. rozmlouvá s pracovníky o výskytu nekvalitních kusů.

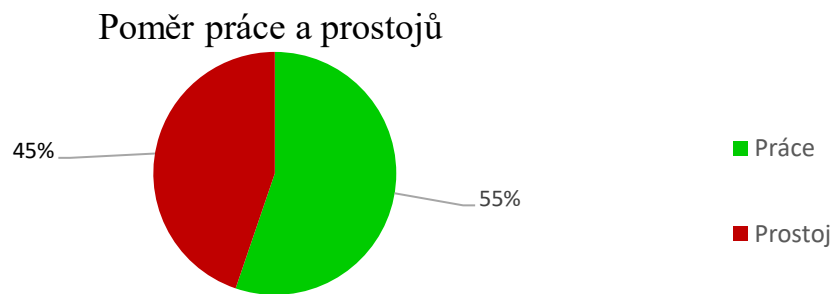
Během směny mají pracovníci nárok na 2 x 20minutovou přestávku. U sledovaných pracovníků byla povolená doba mírně překročena, na chod pracoviště to ale nemá vliv, neboť během jejich nepřítomnosti byly vstříkolisy obsluhovány manipulanty.

Následující graf zobrazuje procentuální vyjádření průměrných časových délek jednotlivých činností vykonávaných pracovníky na daném pracovišti.



Graf 1: Průměrný procentuální podíl činností operátora (Vlastní zpracování)

Následující graf číslo 2 potom zobrazuje souhrnný poměr činností, které lze klasifikovat jako práce a činností klasifikovaných jako prostoje. Do části „práce“ jsou zahrnuty všechny úkony spojené s balením a kontrolou vylišovaných dílů a obsluhou obou pracovišť, tedy i chůze mezi pracovišti, vychystávání obalového materiálu, vypisování průvodek atd. Do prostojů spadá kromě vyčkávání obsluhy na dokončení cyklu stroje také osobní rozhovory nebo pauzy. Povinná přestávka pracovníka v celkové délce 2x20 minut do tohoto souhrnu započítána není. Z grafu vyplývá, že celkové prostoje na pracovišti tvoří 45% celkové doby směny.



Graf 2: Poměr práce a prostojů na pracovišti (Vlastní zpracování)

5.5 Popis práce na pracovišti pokovení

Pokovení dílu probíhá na strojním zařízení Meta Circle 2 nebo Meta Circle 3, od závislosti na aktuálním výrobním plánu. Podstata práce s dílem na obou pracovištích se neliší, pro potřeby práce ale jsou obě zařízení popsána v následujících podkapitolách.

5.5.1 Meta Circle 2

Zařízení Meta Circle 2 má celkem 5 obslužných pracovišť, na každém je vykonáván jiný typ zakázky. Díly jsou vždy obsluhou vloženy do pokovovací paletky, která je uzpůsobena pro daný typ projektu a jsou přiklopeny formou. Po osazení paletky stiskne operátor černé tlačítko, které vydá signál automatickému dopravníku, který danou paletku doveze na pokovení.

Pokovení probíhá ve 4 komorách otočného pokovovacího zařízení, kdy v každé komoře je vykonána jedna z fází procesu. První fází je příprava dílů na vstup do vakua, druhou fází je úprava dílů před pokovením, třetí fází je samotné pokovení a čtvrtou fází je nanesení ochranné vrstvy speciálního oleje na pokovený díl tak, aby při kontaktu s vodou nedošlo k poškození. Celý tento proces trvá 32 sekund bez ohledu na typ pokovovaného dílu. Následně je paletka po dopravníku transportována zpět k obsluze pracoviště, která pak koná úkony kontroly a balení.

5.5.2 Meta Circle 3

Princip pokovování na tomto zařízení je stejný jako u Meta Circle 2. Je zde celkem sedm obslužných pracovišť, přičemž na 4 pracovištích je podstata práce obsluhy úplně stejná jako na Meta Circle 2, jedno pracoviště potom slouží pouze pro potřeby vzorkování a jinak se nepoužívá.

Zbylá 2 pracoviště fungují rozdílně od ostatních pracovišť. Probíhá zde tzv. online výroba, kdy jsou k zařízení Meta Circle 3 připojeny čtyři vstřikovací lis, ze kterých vylisované díly putují v paletkách přímo na pokovení. Z pokovení pak paletky putují právě na tyto dvě pracoviště, kde jsou již obsluhou díly pouze zkontrolovány a zabaleny. Prázdné formy jsou poté posílány zpět k lisům.

5.5.3 Popis práce obsluhy pracoviště pokovení

Vylisované díly 210.534 jsou na dané obslužné pracoviště na MC2 nebo MC3 dopraveny ze skladu rozpracované výroby manipulátem. Obslužné pracoviště je obsluhováno jedním pracovníkem. Náplň práce obsluhy je nejprve vložit nepokovené díly na pokovovací paletku a následně je přiklopit formou (obrázek číslo 19). Při přikládání formy musí být dbáno na pořádné přitlačení formy, jinak by se díl nepokovil správně. Na pokovovací paletku se vejde 20 dílů.



Obr. 19: Osazení pokovovací formy, pracoviště obsluhy pokovení (Vlastní fotografie)

Když je celá forma plná, obsluha zmáčknutím černého tlačítka vydá signál zařízení, a forma je po automatickém dopravníku dopravena na pokovení (viz předchozí podkapitola). Zároveň je na pracoviště dopravena forma s již pokovenými díly. Ty obsluha zkontroluje, zda se na nich nevyskytují známky nekvality. Pokud se na díle vyskytují známky nekvality, jako například špatný odstín pokovení nebo překovení dílu, mechanické poškození, mikroprach, černé tečky, otisky prstů atd., jsou informace o nekvalitě opět poznamenány na zadní stranu průvodky, a špatný díl vyhozen do oranžové bedny.

Kusy, které jsou v pořádku, ukládá obsluha do původního blistru. Ten je po naplnění opět opatřen průvodkou a odložen na paletu. Palety jsou následně odváženy manipulantem na expediční sklad, popřípadě přímo na montáž (záleží podle konkrétního projektu).

5.6 Mapa hodnotového toku

V následujících podkapitolách jsou identifikovány jednotlivé části potřebné pro tvorbu mapy hodnotového toku dílů 210.534. Jednotlivé podkapitoly zobrazují údaje potřebné pro vytvoření mapy naměřené k 20. 2. 2019. Nejdříve jsou uvedeny základní údaje o zákazníkovi. Následně jsou uvedeny podkapitoly s aktuálními údaji o procesech lisování a pokovování. Dále je uveden systém a aktuální množství rozpracované výroby. V závěru je popsán systém plánování ve společnosti a informační tok. Každá podkapitola je doplněna obrázkem detailu mapy hodnotového toku, celá mapa je poté zobrazena v příloze P II. Jednotlivá data byla získána buď pomocí vlastních náměrů, popřípadě díky informacím získaným z informačního systému SAP a BMSvision.

5.6.1 Zákazník

Při tvorbě mapy hodnotového toku se začíná u zákazníka. Zákazníkem části produkce je středisko montáže v Mohelnici, část produkce je potom dovážena do závodů v Číně a v Americe.

Abychom mohli určit zákaznický takt, je potřeba nejprve vypočítat efektivní fond dne. Práce probíhá v nepřetržitém provozu po 12hodinových směnách:

$$\text{Efektivní fond směny} = (12 \text{ hod} * 60 \text{ min}) = 720 \text{ min} = 43\,200 \text{ s}$$

$$\text{Počet směn za den} = 2$$

$$\text{Efektivní fond dne} = \text{efektivní fond směny} * \text{počet směn za den} = 43\,200 * 2 = \mathbf{86\,400 \text{ s}}$$

Denní časový fond je tedy 86 400 sekund.

Měsíčně zákazník aktuálně požaduje 11 520 ks výrobku. Počet pracovních dní v měsíci je roven 30 dnům. Denní požadavek zákazníka je vypočítán jako poměr měsíčního požadavku zákazníka a počtu pracovních dní.

$$\text{Denní požadavek zákazníka} = 11\,520/30 = \mathbf{384 \text{ ks/den}}$$

Zákaznický takt je vypočítán jako poměr denního časového fondu a denního požadavku zákazníka, to vše vynásobeno hodnotou celkové efektivnosti zařízení, která činí 85 %.

Zákaznický takt = $86\,400/384 * 0,85 = 191$ s/ks

Zákazník tedy požaduje, aby každých zhruba 191 s byl vyroben jeden výrobek.



Obr. 20: VSM – Zákazník
(Vlastní zpracování)

5.6.2 Náměry časů operací na pracovišti lisování


Pro zjištění cyklového času činností operátora byly délky činností kontroly a balení 10x naměřeny a zaznamenány (viz tab. 3). Zprůměrováním naměřených hodnot byla získána průměrná délka kontroly 3,5 sekund, průměrná délka uložení dílu do blistru pak 2,1 sekundy. Celkový cyklový čas činností operátora na pracovišti vstříkolisu je tedy 5,6 s/ks.

Tab. 3: Náměry spotřeby času na činnosti operátora u lisu (Vlastní zpracování)

Operace	Výsledky měření (s/ks)										Prům.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Kontrola	3,8	4,3	4,1	3,8	2,9	2,3	1,9	4,1	4,3	3,5	3,5
Uložení do blistru	1,8	2,8	0,7	1,7	2,2	2,1	3,1	1,7	3,2	1,8	2,1

Cyklový čas vstříkolisu je 175 s, při němž jsou vylisovány 4 díly. Na jeden díl tedy připadá cyklový čas lisování 43,75 sekund, což je také doba, po kterou je výrobku přidávána hodnota. Činnosti operátora v celkové délce trvání 5,59 s/ks byly po domluvě klasifikovány jako činnosti nepřidávající výrobku hodnotu. Celková průběžná doba výroby na pracovišti lisu je 49,34 s/ks. **Index přidané hodnoty pracoviště lisování** = $43,75/49,34 * 100 = 88,7 \%$

Do mapy hodnotového toku se kromě cyklového času činností zapisují také další údaje o pracovišti. Doba přetypování vstřikolisu, včetně úkonů údržby, kterou mají na starosti seřizovači je 45 min/den. Celková efektivita zařízení vstřikolisu je 85 %. Na pracovišti je nepřetržitý provoz, časový fond je tedy 86 400 sekund/den.

Lisování	
	1
C/T (s)	175
VA-index	88,7%
C/O (min/den)	45
OEE	85%
č. fond (s/den)	86 400 s
Počet ks/cyklus	4
balení	128 Ks

5,59 s

VA: 43,75 s

Obr. 21: VSM – Lisování
(Vlastní zpracování)

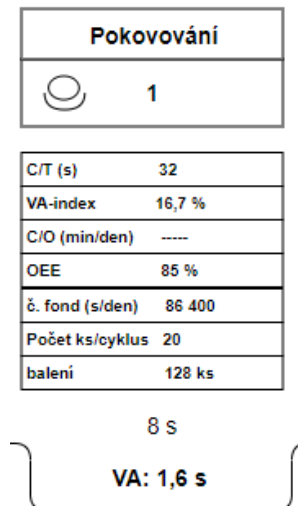
5.6.3 Náměry časů operací na pracovišti pokovení

V následující tabulce jsou zobrazeny náměry činností operátora pokovovacího zařízení. Činnosti jsou rozděleny do čtyř oblastí – první činností je vložení nepokoveného dílu do pokovovací formy. Druhou činností je přiklopení dílu formou, následuje vyjmutí dílu z formy, jeho kontrola a poté uložení do blistru. Zprůměrováním deseti náměrů jednotlivých činností bylo zjištěno, že průměrná doba potřebná pro vložení jednoho kusu dílu do formy je 1,8 sekund, přiklopení dílu formou průměrně trvá 1,9 sekund, kontrola dílu 2,2 sekund a průměrná délka balení dílu je 2,1 sekundy. Celková délka činností operátora na pracovišti pokovení je tedy průměrně 8 sekund na jeden kus.

Tab. 4: Náměry spotřeby času operátora na pokovení (Vlastní zpracování)

Operace	Výsledky měření (s/ks)										Prům.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Vložení dílu do formy	1,8	1,3	1,7	2,2	1,9	1,6	1,8	1,9	1,7	1,6	1,8
Přiklopení formou	1,4	1,6	1,3	1,4	1,9	1,5	2,4	2,1	3,1	2,7	1,9
Kontrola	2,4	2,2	2,5	1,7	2,1	2,6	2,5	1,9	2,2	1,8	2,2
Balení	2,6	2,8	2,7	1,7	2,1	2,4	1,9	2,4	1,3	1,5	2,1

Cyklový čas pokovování je 32 sekund, při nichž je pokoveno 20 dílů ve formě. Na jeden výrobek tedy připadá cyklový čas pokovení 1,6 sekundy, což je doba přidávající výrobku hodnotu. Činnosti vykonávané obsluhou pracoviště, tedy vložení dílu do formy, její přiklopení, kontrola a balení pokovených dílů, v celkové hodnotě 8 s/ks jsou považovány za činnosti nepřidávající hodnotu. Celková průběžná doba výroby pracoviště pokovení je 9,6 s/ks. **Index přidané hodnoty pracoviště pokovení** = $1,6/9,6 * 100 = 16,7 \%$



Obr. 22: VSM – Pokovování
(Vlastní zpracování)

5.6.4 Dodavatel

Pro výrobu daného dílu se používá plastový granulát, který se dále nijak neobarvuje. Dodavatel dováží materiál v cisternách v pravidelných měsíčních intervalech. Následně je granulát skladován v ocelových silech, která jsou naplněna dovezeným granulátem přímo z cisterny. Sila jsou umístěna ve venkovních prostorách areálu společnosti. Ze sila je potom granulát pneumaticky dopravován k jednotlivým strojům pomocí stropního potrubí.

Jelikož se daný materiál nepřetržitě využívá pro lisování všech komponentů na předvýrobě, pro potřeby tvorby mapy hodnotového toku ani další části analýzy současného stavu nebude po domluvě s provozním inženýrem dále zohledňován.

5.6.5 Zásoby

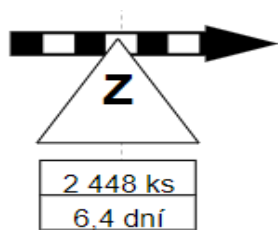
Rozpracované díly, tzn. vylisované, a ještě nepokovené části jsou skladovány na odstavené ploše umístěné u pokovovacího zařízení Meta Circle 3. Při zaznamenávání výrobních dat pro tvorbu mapy hodnotového toku bylo na vnitřním skladu přítomno **2 448 Ks**. Hotové

pokovené díly jsou skladovány v expedičním skladu, který je umístěn v přilehlém samostatném skladu mimo výrobní prostory. V expedičním skladu bylo v době mapování procesu celkem **4 657 ks** daného výrobku.

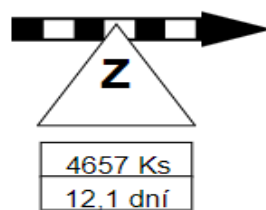
Zásoby ve dnech = zásoba na skladě/požadovaný počet ks/den

Zásoba ve dnech na skladu polotovarů: $2\,448/384 = 6,4$ dnů

Zásoba ve dnech na skladu hotových výrobků: $4\,657/384 = 12,1$ dnů



Obr. 24: VSM – zásoby, sklad rozpracované výroby (Vlastní zpracování)



Obr. 23: VSM – zásoby expediční sklad (Vlastní zpracování)

5.6.6 Informační tok a plánování

Plánování výroby ve společnosti se řídí požadavky zákazníka. Z časového hlediska je plánování rozdělené na strategické a operativní.

Strategické plánování zahrnuje horizont od několika následujících měsíců až po několik let. Vychází z dlouhodobých očekávaných projektů zákazníka. Operativní plánování je potom plánování na týdenní až měsíční bázi a upravuje se podle aktuálních odvolávek od zákazníka.

Strategické plánování vychází z plánovaných projektů zákazníka. Podle požadavků zákazníka určí “strategický“ plánovač v prvotním plánu, jaké díly bude potřeba lisovat, v jakém množství a následně jednotlivým dílům přiřadí lisy, na kterých bude lisování provedeno. V případě světlovodiče 210.534 se jedná o jeden z lisů značky KraussMaffei s tonáží 250 tun. Společnost v současnosti disponuje 8 těmito lisy, ale pouze jednou formou na tento konkrétní díl.

Následně vytvoří plánovač kapacit v informační systému SAP výrobní verzi projektu, kde je definována hlavní výrobní verze projektu a také výrobní alternativy. Výrobní alternativy se vytváří, aby se zabránilo komplikacím v případě, že dojde k poruše na lisu určenému k lisování daného dílu. V takovém případě se využije právě vytvořené alternativní verze výrobního plánu.

Operativní plánování potom vychází z výrobní verze vytvořené “strategickým plánovačem“. Operativní plánovač si na základě dlouhodobého plánu rozplánuje výrobní plán na týdenní bázi, popřípadě ještě plán upraví podle aktuálních odvolávek od zákazníka.

Ve vytvořeném excelovském souboru jsou zaznamenána daná pracoviště a rozpis požadavků pro jednotlivé směny. S těmito plány potom na denní bázi pracují mistři, kteří se řídí podle vygenerovaných zakázek v systému SAP.

Kromě systému SAP je celý výrobní systém podporován ještě výrobním informačním systémem PlantMaster od společnosti BMSvision. Systém umožňuje monitorování výroby v reálném čase, plánování výroby, kontrolu kvality, sledování pracovníků obsluhy strojů, řízení dokumentů, monitorování energie, systém je také integrován do SAPu.

Výrobní zařízení jsou opatřena BMSvision terminály, které zajišťují sběr dat. Ty jsou do PlantMasteru připojeny buď pomocí kabelů nebo bezdrátově. Terminály jsou dotykové, a zaznamenávají informace o cyklových časech, vyrobeném množství výrobků, časy běhu strojů i prostoje. Navíc umožňují operátorům zadávat do systému dodatečné informace, například důvody prostojů a vadných výrobků.

Pracovníci mají možnost sledovat informace o výrobě v reálném čase pomocí modulu PlantView. Zde je zobrazen souhrn všech připojených strojů a jejich aktuální stav (viz příloha P I). Uživatel si může vybrat typ informace, které si přeje zobrazit, např. všechny stroje s OEE pod 85 %, nebo stroje produkující příliš mnoho zmetků atd.

Z nasbíraných dat, která se ukládají do databáze, si lze následně zobrazit reporty v podobě grafů a přehledů podle vlastních požadavků, nebo například zobrazit vyhodnocení klíčových ukazatelů produktivity.

5.6.7 Mapa hodnotového toku

Mapa hodnotového toku současného stavu výroby Primární optiky HB je k nahlédnutí v příloze P II.

Výstupem mapy hodnotového toku jsou informace o délce průběžné doby výroby, součtu časů činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu pro zákazníka a výpočet indexu přidávané hodnoty:

Průběžná doba výroby je rovna přibližně 18,5 dne, v sekundách potom **1 598 458,94 s**

Celkový procesní čas výroby, tedy součet cyklových časů strojů i operátorů je: $43,75 + 5,59 + 8 + 1,6 = 58,94$ sekund na jeden výrobek.

NVA činnosti jsou všechny činnosti vykonávané operátorem + časy skladování: $13,59 \text{ s} + 1\,598\,400 \text{ s} = 1\,598\,416,59 \text{ s}$.

VA činnosti jsou činnosti lisování a pokovování: $43,75 \text{ s} + 1,6 \text{ s} = 45,35 \text{ s}$

VA-index: $(\text{VA činnosti} / \text{Průběžná doba výroby}) * 100 = (45,35 / 1\,598\,458,94) * 100 = 0,002837 \%$

5.7 Procesní analýza

V tabulce číslo 5 je zobrazena procesní analýza výroby dílu. Jednotlivé operace jsou označeny s pomocí standardizovaných znaků. Doby trvání byly získány opakovanými náměry činností operátorů (viz předchozí kapitola). Vzdálenosti, které výrobek urazí při transportu byly odměřeny z layoutu v softwaru AutoCAD. Doby skladování byly získány přepočtením velikostí zásob dle denního požadavků zákazníka (viz kapitola 5.6.5).

Tab. 5: Procesní analýza (Vlastní zpracování)

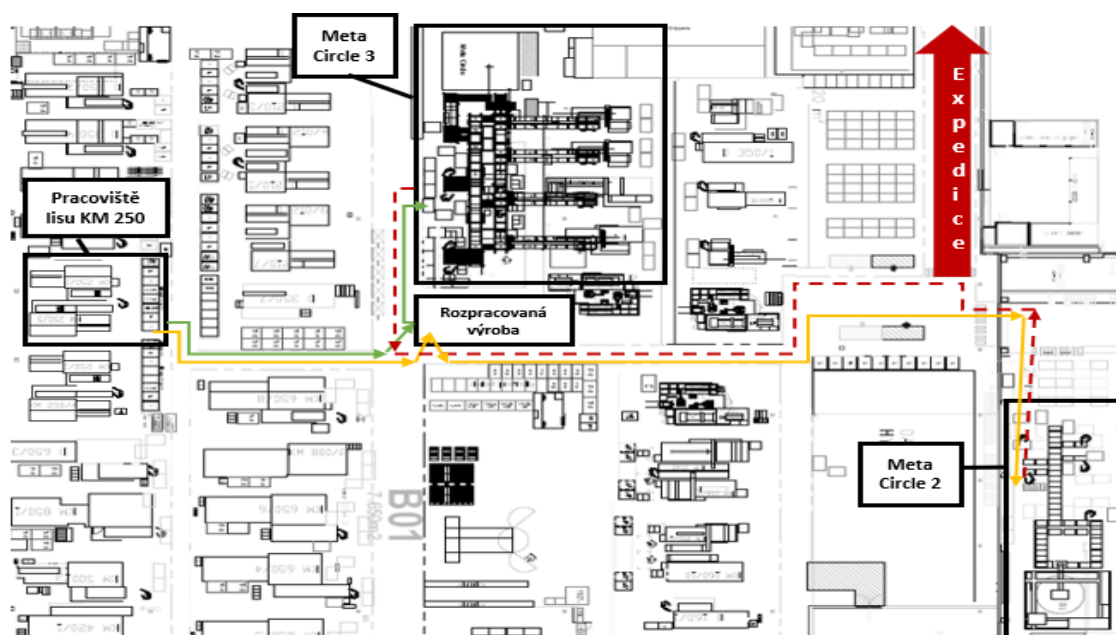
č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (sek)	počet pracovníků
1.	Lisování	●						43,8	
2.	Kontrola			◆				3,5	1
3.	Balení	●						2,1	
4.	Transport		→				63		1
5.	Skladování				▼			552 960	
6.	Transport		→				52		1
7.	Vložení do formy	●						1,8	1
8.	Přiklopení formy	●						1,9	
9.	Pokovování	●						1,6	
10.	Kontrola			◆				2,2	
11.	Balení	●						2,1	
12.	Transport		→				782		1
13.	Skladování				▼			1 045 440	
	Četnost	6	3	2	1				5
	Součet časů (sek)							1 598 459	
	Vzdálenost (m)						897		

Z procesní analýzy vyplývá, že celkovou vzdálenost, kterou výrobek během celého výrobního procesu urazí je rovna 897 m. Celkem se na procesu podílí 5 pracovníků, 1 jako obsluha vstřikolisu, dále manipulát, který se stará o transport vylišovaných dílů na sklad rozpracované výroby, dále manipulát, který má na starosti převoz rozpracované výroby na pracoviště pokovení, pracovník pokovení a nakonec manipulát, který dováží pokovené díly do externího skladu.

Celková doba trvání výroby je rovna 1 598 459 sekundám, přičemž většina z tohoto času je doba skladování rozpracované a hotové výroby. Celý výrobní proces se skládá celkem ze 6 operací, přičemž u 2 ze 6 operací jde o opakované balení dílu. K transportu dílu dochází v procesu celkem třikrát, ke kontrole dvakrát a ke skladování rozpracované výroby jednou.

5.7.1 Layout současné výroby

Na obrázku číslo 25 je zobrazený výřez současného layoutu předvýroby. V layoutu jsou vyznačena jednotlivá pracoviště, na kterých je vybraný díl v současnosti zpracováván – pracoviště vstřikovacího lisu a pracoviště Meta Circle 2 a 3. Pomocí žlutých šipek je v layoutu vyznačen materiálový tok dílu v případě, že je pokovován na pracovišti MC 2, zelenou barvou potom, pokud je pokovována na MC3. Červenou přerušovanou šipkou je zobrazen tok hotových výrobků. Místo skladování hotové výroby na layoutu není, neboť hotová výroba je buď rovnou převážena na montáž, popřípadě převážena na venkovní expediční sklad. Tok hotových výrobků je proto v layoutu vyznačen jen částečně.



Obr. 25: Layout – současný stav (Interní materiály společnosti)

5.8 Shrnutí kapitoly

Cílem analýzy bylo popsat současný stav procesu výroby dílu s označením 210.534 – Primární optika HB a zjistit jeho nedostatky.

Celý proces výroby tohoto dílu byl nejprve vyobrazen pomocí jednoduchého vývojového diagramu, který zobrazuje, že výroba dílu probíhá nejprve na pracovišti lisování a následně po uskladnění dílů na skladě rozpracované výroby, je díl pokoven na pokovovacím zařízení.

Následují kapitoly, ve kterých je stručně popsána organizace práce a náplň činností obsluhy na obou pracovištích, včetně fotografií zobrazujících současný stav pracovišť. U obsluhy pracoviště vstřikovacího lisu byly realizovány dva snímky pracovního dne obsluhy. Z výsledků snímků vyplynulo, že u obsluhy vstřikolisu dochází k velkým prostojům. **Celkem 45% pracovní doby operátora je tvořeno prostoji, které jsou zapříčiněné čekáním obsluhy na ukončení dlouhého cyklového času strojního zařízení.**

Další podkapitola je věnována tvorbě mapy hodnotového toku. Nejprve jsou uvedeny informace o zákazníkovi, jehož denní požadavek je 384 ks/den, takt zákazníka potom 191 s/ks. Dále jsou uvedeny podkapitoly věnované operacím prováděným na jednotlivých pracovištích. Bylo zjištěno, že operátor lisu průměrně vynaloží zhruba 5,6 sekund na práci s jedním kusem výrobku, přičemž žádná z činností operátora nepřináší pro zákazníka hodnotu. Samotné lisování trvá 43,75 sekund. Z těchto časů bylo vypočítáno, že **index přidané hodnoty pracoviště lisu je 88,7 %**. Na pracovišti pokovování, kdy celkové činnosti obsluhy na jeden výrobek trvají zhruba 8 sekund a samotné pokovení jednoho dílu pak trvá zhruba 1,6 sekund, byl vypočítán **index přidané hodnoty 16,7 % pro pracoviště pokovení.**

Aktuální velikost zásob rozpracované výroby byla zjištěna ve velikosti 2 448 ks, velikost zásoby ve dnech pak byla vypočítána jako 6,4 dnů. Velikost zásoby hotové výroby byla 4 657 ks, přepočítáno na dny 12,1 dnů. V závěru podkapitoly byla vytvořena mapa hodnotového toku, obsahující informace uvedené v předcházejících kapitolách. Po sečtení všech zjištěných dat, byla **zjištěna průběžná doba výroby zhruba 18,5 dne** (1 598 458,94 s), přičemž **index přidané hodnoty** celého procesu byl vypočítán v hodnotě pouhých **0,002837 %**. Takto nízký index je zapříčiněn skladováním rozpracované a hotové výroby.

V závěru je uvedena podkapitola s vytvořenou procesní analýzou. Pro tuto analýzu byly použity hodnoty naměřené i pro tvorbu mapy hodnotového toku. Navíc procesní analýza zahrnuje informace o celkovém počtu metrů, které výrobek během výrobního procesu urazí – celkem bylo naměřeno **897 m**.

Jako hlavní nedostatky bylo tedy zjištěno:

- Úzkým místem je lis KM 250 s dlouhým cyklovým časem 175 s
- V souvislosti s dlouhým cyklovým časem vstřikolisu dochází k velkému plýtvání (45 % celkové pracovní doby) u operátora lisu v podobě čekání na dokončení cyklu stroje
- Vysoká průběžná doba výroby (cca 18,5 dne) z důvodu skladování rozpracované výroby a skladování hotových výrobků na expedičním skladu
- Index přidané hodnoty celého procesu pouze 0,002837 %
- Celková trasa, kterou výrobek ve výrobě urazí je dlouhá 897 metrů.
- V procesu dochází k opakování činností nepřidávajícím výrobku žádnou hodnotu – opakovaná kontrola a balení

6 CHARAKTRERISTIKA PROJEKTU

Následující kapitoly obsahují základní informace o projektu. Na začátku je identifikován hlavní projektový cíl a dále projektové cíle pomocí metody SMART a také podpůrné cíle projektu. Následuje identifikace členů týmu, kteří se na celém projektu podíleli a poskytovali své odborné rady a pomoc. Dále následuje časový harmonogram projektu, logický rámec projektu, analýza rizik a SWOT analýza.

6.1 Název projektu

Projekt automatizace zvoleného pracoviště ve vybrané společnosti.

6.2 Cíle projektu

Práce si klade za cíl redukovat pomocí automatizace průběžnou dobu výroby dílu Primární optika High Beam o 30 %.

Definování projektového cíle pomocí metody SMART:

- **Specifický** – Redukování průběžné doby výroby dílu Primární optika High Beam
- **Měřitelný** – Snížení průběžné doby výroby o 30%
- **Akceptovatelný** – Úspěšné dosažení cíle díky spolupráci všech členů týmu
- **Reálný** – Projekt zadán a podporován vedením podniku
- **Termínovaný** – září 2018–duben 2019

Dílčí cíle projektu:

- Návrh layoutu budoucího stavu u zařízení Meta Circle 3
- Návrh řešení automatizovaného transportu dílu od vstřikolisu na pokovení
- Návrh popisu práce nového pracoviště
- Ověření funkčnosti pomocí simulace

6.3 Projektový tým

- Autorka diplomové práce – Bc. Helena Gronychová
- Vedoucí diplomové práce - Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.
- Provozní inženýr
- Specialista na simulace výroby

6.4 Časový harmonogram projektu

Časový harmonogram projektu, zobrazený v tabulce č. 6 mapuje předpokládaný průběh projektu. Prvotní navázání spolupráce se společností proběhlo v září 2018. Následovalo seznámení s výrobou ve společnosti a následné jednání o tématu projektu. Po domluvě na tématu započalo prvotní seznámení s daným výrobním procesem, jednotlivými pracovišti a pak následovalo analyzování procesu pro lepší zobrazení současného stavu. Sběr potřebných dat probíhal na ranních směnách, některá data byla získána z informačního systému nebo od specializovaných členů týmu. Dále následovalo řešení samotného projektu – automatizace zvoleného pracoviště. Při práci na projektu byly veškeré věci konzultovány se specializovanými členy týmu.

Tab. 6: Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování)

Aktivity	9.		10.				11.				12.				01.				02.				03.				04.											
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
1. Navázání spolupráce se společností	■	■																																				
2. Prvotní seznámení s výrobou		■	■																																			
3. Domluva na tématu projektu			■																																			
4. Sestavení projektového týmu				■																																		
5. Plánování analýz a dalších kroků projektu					■																																	
6. Seznámení se současným stavem výroby						■																																
7. Měření a analýza pracoviště vstříkolisu							■	■																														
8. Měření a analýza pracoviště pokovování									■	■																												
9. Tvorba mapy hodnotového toku											■																											
10. Vyhodnocování analýz												■	■																									
11. Vyjasnění projektových cílů														■	■																							
12. Zpracování návrhu nového layoutu																		■	■	■	■																	
13. Zpracování návrhu automatizace pracoviště																										■	■	■	■									
14. Vyhodnocení přínosů projektu																																						
15. Konzultace s projektovým týmem																																						
16. Realizace projektu																																						

6.5 Logický rámec projektu

Logický rámec projektu vznikl v jeho prvotní fázi. Přehledně zobrazuje souhrn všech aktivit, jejich výstupů a ukazatelů, které povedou k dosažení definovaného projektového cíle. Součástí logického rámce je také souhrn možných rizik projektu, které budou dále sloužit jako východisko pro RIPRAN analýzu uvedenou v následující kapitole.

Tab. 7: Logický rámec projektu (Vlastní zpracování)

	Hierarchie cílů	Objektivně měřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Rizika a předpoklady
Obecný cíl	Zefektivnění výrobního procesu na oddělení předvýroby	Snížení nákladů oddělení předvýroby	Mzdové náklady oddělení předvýroby	Neochota společnosti spolupracovat
Účel	1. Snížení průběžné doby výroby u vybraného výrobku	Snížení průběžné doby výroby o 30 %	Mapa hodnotového toku	Nedůvěra zaměstnanců
Výstupy	1.1. Analýza současného stavu výroby 1.2. Návrh změny organizace výrobního procesu 1.3. Návrh změny layoutu 1.4. Návrh automatizace pracoviště vstříkolisu	1.1. Výsledky analýzy současného stavu 1.2. Procesní mapa výrobního procesu 1.3. Nový layout 1.4. Ukazatele simulace	1.1. Presentace výsledků analýz 1.2. Mapa hodnotového toku po změnách 1.3. Layout vytvořený v AutoCad 1.4. Simulace	Chyby při sběru dat Chybná analýza dat Ztráta naměřených dat
Klíčové aktivity	Aktivity projektu 1.1.1. Seznámení se s výrobou a organizací práce 1.1.2. Získání informací o výrobě rozhovorem se zam. 1.1.3. Sběr dat na pracovišti vstříkolisu 1.1.4. Sběr dat na pracovišti pokovování 1.1.5. Analýza materiálových a informačních toků 1.1.6. Vyhodnocení dat 1.2.1. Eliminace pracovního místa balení u vstříkolisu 1.3.1. Přemístění vstříkolisu 1.4.1. Návrh trasy dopravníku 1.4.2. Stanovení principu fungování nového pracoviště	Potřebné zdroje Pracovníci ve výrobě Projektový tým Vybavení - PC, fotoaparát, stopky Interní informace Interní dokumenty Layout pracoviště MS Word, MS Excel, AutoCAD Formulář pro náměry časů Poznámky a snímky z pozorování	Časový rámec aktivit 1.1. 40. týden 2018 - 3. týden 2019 1.2. 3. týden 2019 - 6. týden 2019 1.3. 6. týden 2019 - 9. týden 2019 1.4. 9. týden 2019 - 12. týden 2019 1.5. 12. týden 2019 - 15. týden 2019	Neznalost dané problematiky Nedodržení stanoveného časového harmonogramu Nenaplnění projektových cílů
Předběžné podmínky: Podpora ze strany společnosti při zpracování DP, podpora projektového týmu				

6.6 RIPRAN analýza

Na základě možných rizik uvedených v logickém rámci projektu byla vytvořena RIPRAN analýza, která je k nahlédnutí v příloze P III. Mezi hlavní hrozby byla zařazena neochota společnosti spolupracovat, nedůvěra zaměstnanců, chyby při sběru a analýze dat, ztráta naměřených dat, nedostatečná znalost dané problematiky, nedodržení časového harmonogramu, a nakonec nenaplnění projektových cílů. Každé z hrozeb byla přiřazena procentuální pravděpodobnost, že daná hrozba nastane. Dále byly u každé hrozby určeny scénáře, které by mohly nastat, pokud by se hrozba vyplnila, a jejich procentuální pravděpodobnost. Součinem těchto dvou pravděpodobností byla určena celková pravděpodobnost. Dále byla každé hrozbě přiřazena velikost dopadu, kterou by naplnění hrozby mělo na projekt i samotnou diplomovou práci. Porovnáním celkové pravděpodobnosti hrozby, a velikosti případného dopadu pak byly určeny hodnoty rizika u každé hrozby.

Jako hlavní hrozba se jeví nedůvěra zaměstnanců. Aby se zabránilo případným rizikům souvisejícím s touto hrozbou, je potřebné se zaměstnanci neustále komunikovat a informovat je o průběhu projektu. Dalším velkým rizikem je také nenaplnění projektových cílů a tím pádem neúspěch projektu a ztráta důvěry vedení společnosti. Opatřením proti této hrozbě je průběžná kontrola plnění projektových cílů a také dostatečná konzultace činností s kvalifikovanou osobou.

6.7 SWOT analýza

V následující kapitole je provedena SWOT analýza zaměřená na výrobní proces dílu Primární optika HB a zároveň i na celé oddělení předvýroby. V analýze jsou zobrazeny vypořizované slabé a silné stránky oddělení předvýroby i samotného výrobního procesu, možné příležitosti a hrozby. Jednotlivým faktorům byly přiděleny hodnoty dle normálního neboli Gaussova rozdělení. Jednotlivé hodnoty, jejich význam a četnost jsou uvedeny v následující tabulce. Samotná SWOT analýza je k nahlédnutí v příloze P IV.

Tab. 8: SWOT-přiřazené hodnoty (Vlastní zpracování)

Hodnota	Význam	Četnost
1	Nejdůležitější	1x
2	Velmi důležité	2x
3	Důležité	3x
4	Méně důležité	2x
5	Nejméně důležité	1x

Do **silných stránek** s přiřazenou největší důležitostí byly vybrány:

- Vysoká kvalita výrobků
- Kvalifikovaní zaměstnanci
- Podpora ve formě informačních systémů SAP a BMSvision

Mezi silné stránky oddělení patří vysoká kvalita výrobků. V celé společnosti je zaveden systém korporátního managementu kvality. Správnost funkce systému managementu kvality je sledována pomocí kontrolních auditů podle norem ISO 9001:2008 a IATF 16 949:2009 pro automobilový průmysl. Environmentální systém je vyhodnocován v souladu s požadavky ISO normy 14001:2004. Každý vyrobený díl je podroben úplné kontrole, při přetypování výroby jsou první správně vyrobené kusy testovány v laboratořích tak, aby byla zaručena jejich nejvyšší kvalita. Při manipulaci s díly jsou zaměstnanci povinni nosit rukavice, aby

nedocházelo ke znehodnocení dílů. Další silnou stránkou jsou kvalifikovaní zaměstnanci, ať už na pozicích operátorů, mistrů a THP pracovníků. Noví zaměstnanci jsou vždy řádně proškoleni, operátoři navíc mají na každém pracovním místě k dispozici podrobné popisy práce, takže by nemělo docházet ke zmatkům a neznalosti.

Zároveň společnost aktivně spolupracuje se všemi stupni škol (tj. základními, středními a vysokými), čímž se snaží o zajištění kvalifikované pracovní síly i do budoucna. Zásadní pro efektivní fungování celé společnosti je využívání informačního systému SAP, výroba je podporována výrobním informačním systémem BMS vision. Na oddělení jsou zavedeny a využívány nástroje průmyslového inženýrství – TPM, 5S, vizualizace, doby přetypování strojních zařízení jsou zkracovány na minimum pomocí metody SMED atd.

Plánování výroby probíhá za podpory informačních systémů a funguje na dlouhodobé i krátkodobé bázi, kdy jednotlivé výrobní plány jsou vždy upravovány podle aktuálních požadavků od zákazníka. Silnou stránkou je taky charakter výroby – jedná se o hromadnou výrobu, takže jen málo dochází ke změnám.

Mezi nejzásadnější *slabé stránky* se řadí

- Nedostatečná vytíženost pracovníků
- Činnosti nepřidávající hodnotu konečnému zákazníkovi
- Nedostatek pracovních sil

Slabou stránkou, která je pro oddělení nejvíce důležitá byla stanovena nedostatečná vytíženost pracovníků. Tento problém se týká nejen analyzovaného pracoviště lisování, ale i dalších pracovišť s delšími cyklovými časy zařízení. U některých pracovišť byl tento problém v minulosti eliminován úplnou automatizací pracovišť, kdy obsluha byla nahrazena automatickým zakladačem dílů, popřípadě vícestrojovou obsluhou. Nemałym problémem je také samotná činnost operátorů na předvýrobě – jedná se především o monotónní činnosti kontroly a balení, které nemají hodnotu pro konečného zákazníka, a tedy je potřeba je co nejvíce redukovat.

Další slabou stránkou, které je přikládána velká důležitost, protože ovlivňuje oddělení i celou společnost je dlouhodobý nedostatek pracovních sil. Ten je způsoben převážně situací na pracovním trhu, kdy se i při zvyšujících se mzdových ohodnoceních shání noví zaměstnanci jen velmi těžko. Nedostatek pracovních sil způsobuje, že ostatní pracovníci musí pracovat přesčasy, což zvyšuje mzdové náklady společnosti, popřípadě zůstávají některá pracoviště

neobsazená, a tudíž dochází ke zpoždění výroby, popřípadě k růstu rozpracovanosti. Problémem společnosti je i nedisciplinovanost některých zaměstnanců, kteří nedodržují předepsané postupy, překračují délku pracovních pauz, nedodržují správné pracovní postupy atd.

Mezi další slabiny se řadí nízká ochota zaměstnanců přijímat změny, tento problém se vedení snaží snižovat zapojováním zaměstnanců do rozhodování a podporováním zlepšovacích návrhů zaměstnanců.

Nejvýznamnějšími příležitostmi pro oddělení je:

- Možnost využití nových technologií
- Podpora automatizace ze strany vedení společnosti
- Příležitost průniku na nové trhy

Využití možných příležitostí by nejen danému výrobnímu procesu, ale celému oddělení přineslo do budoucna zlepšení stávajícího stavu, eliminování slabých stránek. Hlavní příležitostí pro zlepšení je využívání nových technologií pro usnadnění výroby a neustálá práce na automatizování výroby. Investice do automatizace jsou velmi podporovány ze strany vedení společnosti. Mezi významné příležitosti byla zařazena také možnost průniku na nové trhy a k novým zákazníkům. V současnosti jsou hlavními zákazníky společnosti automobilky BMW, Volkswagen a Audi, do budoucna by společnost mohla svůj okruh zákazníků rozšířit o japonské zákazníky, jako jsou Nissan, Honda, Toyota nebo korejská Kia a Hyundai, což by přineslo zvyšování poptávky po výrobcích.

Jako největší hrozby byly stanoveny:

- Odchod zaměstnanců
- Zvýšení nekvality výroby, reklamace zákazníků
- Tlak na zvyšování mezd

Velkou hrozbou je situace na pracovním trhu, kdy při aktuální míře pouze 3,3 % nezaměstnaných je velmi obtížné najít, a hlavně udržet dobré pracovníky. Situace na trhu tlačí na neustálé zvyšování mezd pracovníků, čímž dochází k nemalému růstu mzdových nákladů. Častá fluktuace zaměstnanců, odchod kvalitních specializovaných zaměstnanců se může negativně odrazit také na kvalitě výroby, neboť i přes kvalitní adaptační program a podrobné popisy práce na každém výrobním pracovišti novým zaměstnancům vždy nějakou chvíli trvá, než se zaběhnou, jejich časté střídání pak může zapříčinit snížení kvality výrobků.

7 PROJEKT AUTOMATIZACE ZVOLENÉHO PRACOVIŠTĚ VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Projekt automatizace zvoleného pracoviště byl definován spolu s projektovým týmem na základě výsledků analýz současného stavu, zároveň bylo rozhodnutí automatizace podpořeno i dlouhodobým strategickým plánem společnosti, který si klade za cíl nejen automatizovat výrobu, ale celkově přibližovat fungování celé výroby konceptu Průmyslu 4.0. Pro uskutečnění projektového cíle musí být uskutečněny jisté kroky a opatření, která jsou definována v následujících kapitolách.

- Návrh zrušení pracovního místa obsluhy vstřikolisu KM 250
- Návrh propojení vstřikolisu s transportním systémem u pracovištěm Meta Circle 3
- Investice do úpravy robota na vstřikolisu KM 250
- Investice do vybudování dodatečné části dopravníkového systému
- Návrh upraveného popisu práce pracoviště pokovení
- Ověření funkčnosti procesu pomocí simulace

Vizí do budoucna je propojit vstřikovací lis KM 250 pomocí automatizovaného dopravníkového systému s pracovištěm pokovení Meta Circle 3 (viz kapitola 5.5.2). Toto řešení se jeví jako nejlepší, protože se díky tomu eliminuje pracovní místo obsluhy vstřikolisu, která nebyla dostatečně vytížená z důvodu dlouhého cyklového času vstřikolisu. Zároveň se díky propojení obou pracovišť redukuje potřeba opakovaného balení dílu, manipulace a skladování rozpracované výroby.

V následujících kapitolách je nejprve popsán výrobní proces Primární optiky HB tak, jak bude vypadat po automatizaci. Poté následují kapitoly s popisem jednotlivých kroků, které je potřeba učinit pro dosažení projektového cíle – tedy automatizace pracoviště lisování.

7.1 Popis výrobního procesu po zavedení automatizace

V tabulce číslo 9 je zobrazen popis výrobního procesu tak, jak bude vypadat po zavedení automatizace. Pro srovnání se současným stavem jsou v tabulce zobrazeny také kroky výrobního procesu před automatizací. Tučně jsou vyznačeny ty činnosti, které budou díky zavedení automatizace z daného výrobního procesu eliminovány.

Tab. 9: Srovnání výrobního procesu před a po automatizaci (Vlastní zpracování)

Č.	Původní výrobní proces	Výrobní proces po automatizaci
1.	Lisování na vstřikolisu KM 250, chlazení dílu na stojanu	Lisování na vstřikolisu KM 250, chlazení dílu na stojanu
2.	Vložení 4 ks vylisovaných a vychladlých dílů robotickým ramenem na dopravník	Vložení 4 ks vylisovaných a vychladlých dílů robotickým ramenem přímo na paletku, současné přiklopení paletky víkem
3.	Odebrání, kontrola a balení dílů operátorem, uložení dílů do blistru, opakování daného bodu	
4.	Převoz plných palet manipulantem na místo skladování rozpracované výroby	
5.	Skladování	
6.	Převoz palet ze skladu na pracoviště pokovení MC2 nebo MC3	
7.	Osazení pokovovací paletky operátorem, přiklopení paletky víky	
8.	Transport plné paletky stiskem tlačítka po dopravníku na pokovení	Po uplynutí cyklu (5x175s) je plná paletka automaticky transportována po dopravníku na pokovení.
9.	Pokovování na MC2 nebo MC3	Pokovování na MC3
10.	Transport paletky po dopravníku zpět na pracoviště balení a kontroly u MC2 nebo MC3	Transport paletky po dopravníku na pracoviště balení a kontroly u MC3
11.	Vyjmutí pokovených dílů pracovníkem, kontrola kvality, balení a expedice, návrat obsluhy k bodu č. 7	Vyjmutí pokovených dílů pracovníkem, kontrola kvality, balení a expedice, současně navrácení vík na paletku
12.		Stiskem tlačítka odeslání prázdné paletky zpět ke vstřikovacímu lisu, návrat k bodu č. 11

Z výše zobrazeného srovnání je patrné, jaké přínosy bude automatizace mít. Zcela budou přeskočeny úkony kontroly a balení vylisovaných dílů. Také manipulace a případné skládání rozpracované výroby bude díky zautomatizování zcela eliminováno.

7.2 Návrh zrušení pracovního místa obsluhy vstřikolisu

Při stávající organizaci výrobního procesu byly náplní práce obsluhy vstřikolisu pouze činnosti nepřidávající hodnotu pro koncového zákazníka. Šlo o kontrolu a balení vylisovaných dílů do blistrů, popřípadě o vychystávání obalového materiálu. Kvůli vysokému cyklovému času vstřikolisu (175 s) nebyl pracovník dostatečně vytížen ani při obsluze dvou lisů zároveň. Ze snímků provedených u dvou pracovníků na různých směnách (viz kap. 5.4.3) bylo zjištěno, že obsluha vstřikolisu tráví průměrně 37 % pracovní doby pouze čekáním na dokončení cyklu zařízení.

Z předchozí kapitoly je patrné, že po provedení automatizace na pracovišti už nebude vyžadována obsluha vstřikolisu, neboť robotické rameno bude díly vkládat rovnou na paletku a balení rozpracované výroby operátorem tedy již tedy nebude zapotřebí.

Zrušení pracovního místa obsluhy lisu přinese společnosti značené finanční úspory v podobě mzdy 2 pracovníků denně, kteří u lisu pracovali na dvanáctihodinových směnách v nepřetržitém provozu.

Částečnou úsporu zajistí také eliminace potřeby jednoho manipulanta, který měl na starosti odvoz rozpracované výroby od lisu, popřípadě dovoz obalového materiálu. Zároveň budou uvolněné pracovní síly využity na jiných pracovištích. Tento krok napomůže k řešení nedostatku pracovních sil, se kterými se společnost dlouhodobě potýká kvůli situaci na pracovním trhu.

7.3 Návrh řešení automatizace

V následujících kapitolách jsou popsány konkrétní návrhy řešení automatizace. Všechny návrhy byly vytvořeny a konzultovány společně se specialisty z projektového týmu.

7.3.1 Upravení layoutu

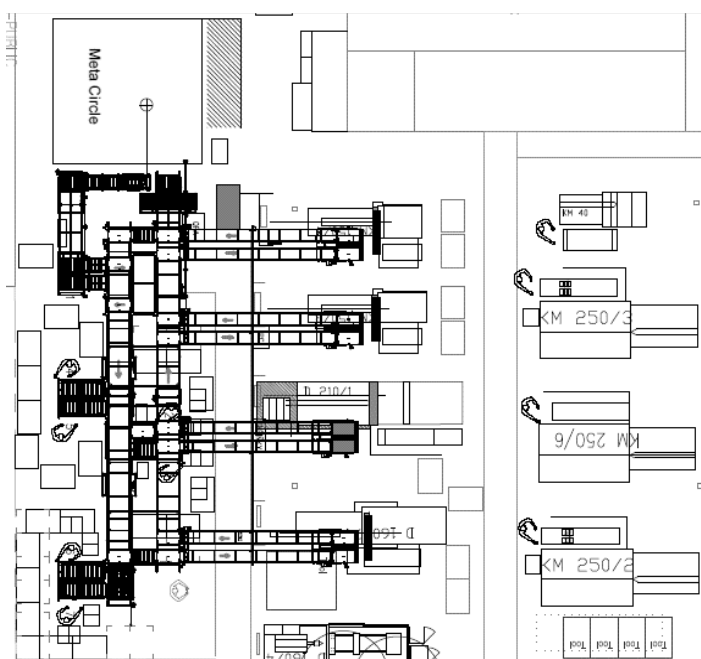
Aby mohlo dojít k propojení vstřikolisu s transportním systémem u pokovovacího zařízení, je nejprve potřeba změnit umístění vstřikolisu tak, aby byl v jeho blízkosti a mohl s ním být

lehce propojen. Lisy KraussMaffei s tonáží 250 tun se momentálně nachází ve velké lisovně, Meta Circle 3 (MC3) je v lisovně malé – oboje umístěné na hale B01.

Po konzultaci s odborníky z projektového týmu bylo rozhodnuto, že na pokovovací zařízení budou připojeny celkem tři lisy s tonáží 250 t. Dva tyto lisy proto budou přesunuty z Velké lisovny, lis třetí bude společností dokoupen a umístěn přímo na určené místo. O koupi třetího lisu bylo rozhodnuto ze dvou důvodů – prvním důvodem je, že podle dlouhodobých plánovaných zakázek je očekáváno zvýšení růstu poptávky po dílech lisovaných na tomto typu vstřikovacího lisu. Vedení tedy rozhodlo o nákupu dalšího vstřikolisu tohoto typu, čímž bude zajištěno zvýšení kapacit.

Druhým důvodem připojení tří vstřikovacích lisů je zajištění maximální vytiženosti pokovovacího zařízení Meta Circle 3.

Layout zobrazující detail pracoviště Meta Circle 3 a tři přesunuté lisy je zobrazen na obrázku číslo 26.



Obr. 26: Detail pracoviště MC3 po přesunutí lisů KM 250 (Interní materiály společnosti)

7.3.2 Návrh požadavků na úpravu greiferu

Při současném stavu výroby byl greifer neboli chapadlo na robotickém ramenu schopné pouze jediného typu činností – úchopu a přesouvání vylisovaných dílců. Pro úspěšné zvládnutí automatizace ale bude potřeba, aby byly možnosti greiferu upraveny. Aby mohly být

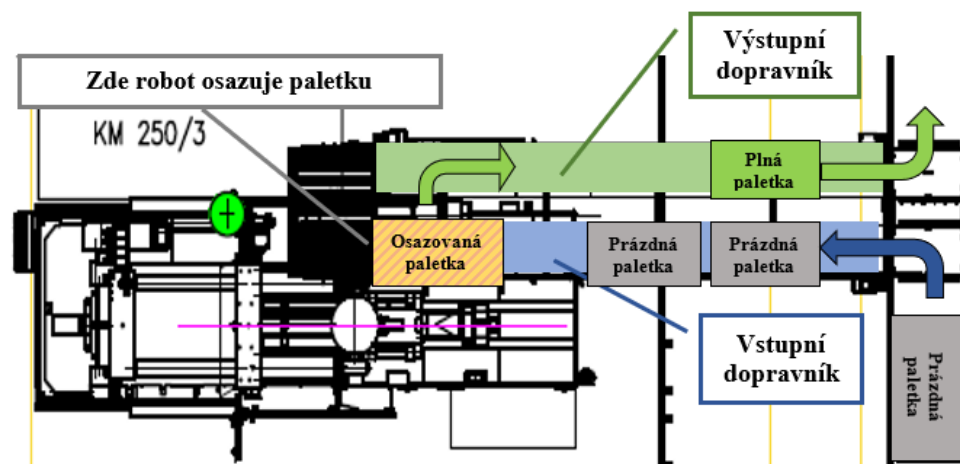
vylišované dílce vloženy na paletku, bude potřeba nejprve zvednout víko paletky, a po vložení dílu ho opět přiklopit.

Aby to bylo možné, bude potřeba greifer na robotickém ramenu upravit. Konkrétní technické řešení problému bude mít na starosti interní specializovaný pracovník. Náklady na zkonstruování a výrobu nového greiferu budou zahrnuty do výrobní režie společnosti.

7.3.3 Návrh přípojného místa vstříkovacího lisu

Novou část dopravníkového systému, která bude v rámci projektu vybudována, lze rozdělit na dvě části – samotný transportní okruh zajišťující převoz paletek od všech tří lisů k pokovení a zpět a pak tři přípojné místa, která budou sloužit k propojení transportního okruhu s jednotlivými lisy.

Přípojné místa budou tvořena vstupními a výstupními dopravníky. Vstupní dopravník bude sloužit k dopravování prázdných paletek k lisu, jeho kapacita bude minimálně 4 ks paletek, takže na něm budou moci být umístěné prázdné paletky čekající na naplnění. Tím bude zajištěno, že celý proces bude kompletně podřízen taktu lisu a nedojde k žádnému dodatečnému čekání na příjezd prázdné paletky. Výstupní dopravník potom bude sloužit k transportu plných paletek. Pro lepší představu je celý systém fungování přípojného místa zobrazen na obrázku č. 27.



Obr. 27: Schéma fungování přípojného místa varianta 1 – univerzální díl (Vlastní zpracování)

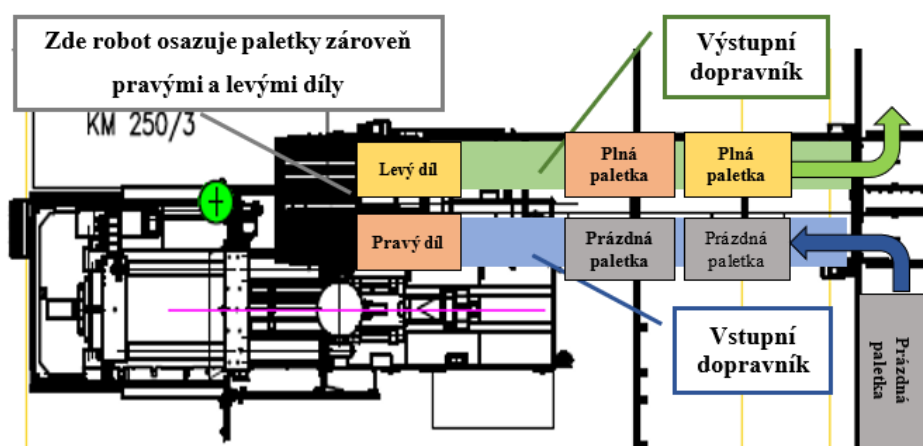
Primární optika HB je univerzální díl, tzn. že u něj není rozlišováno, zda se jedná o součástku do pravého nebo levého světlometu. Mnoho dílů vyráběných na předvýrobě ale je

rozdělováno na pravý a levý, a proto je při budování přípojného místa potřeba myslet i na tyto typy zakázek.

Pokud je u dílů rozlišováno mezi pravým a levým, jsou lisovány, baleny a expedovány na montáž vždy současně. Proto je nutné, aby při automatizaci byl robot schopný uložit vždy zároveň jeden pravý díl do jedné paletky a jeden levý díl zase do paletky druhé. K tomu bude sloužit právě vstupní a výstupní dopravník, kdy na každém z dopravníků bude jedna paletka.

Robot potom vždy do paletky umístěné na výstupním dopravníku vloží levý dílec, do paletky umístěné na vstupním dopravníku pak pravý dílec. Až dojde k úplnému naplnění paletek, budou obě zároveň transportovány na pokovení a dále expedovány.

Schéma fungování přípojného místa v případě rozlišování pravých a levých dílců je zobrazeno na obrázku č. 28.



Obr. 28: Schéma fungování přípojného místa, varianta 2 – pravý a levý díl (Vlastní zpracování)

Součástí přípojného místa u každého z lisů bude také ovládací panel. Přes tento panel budou zadávány pokyny pro zařízení při změně výroby, nastavení a také bude sloužit k ručnímu ovládání přípojného místa. Přípojná místa budou nastavena tak, aby se vzájemně nemohla ovlivňovat a byla schopná pracovat nezávisle na sobě.

Mezi hlavním transportním okruhem a každým přípojným místem (vstupní a výstupní dráhou) budou dvě přesuvné stanice. Ty zajistí přenos prázdných paletek z hlavního okruhu na vstupní dráhu a dále z výstupní dráhy zpět na transportní okruh. Mezi vstupní a výstupní dráhou pak bude třetí přesuvná stanice sloužící k přesunu paletky ze vstupního na výstupní dopravník.

7.3.4 Návrh transportního okruhu

Paletky budou z přípojného místa přesouvány na nový transportní okruh. Ten bude tvořen řetězovými dopravníky, specifikované požadavky na dopravník jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tab. 10: Požadavky na dopravník (Vlastní zpracování)

Typ dopravníku	Řetězový s ocelovými kladičkami	
Celková požadovaná délka dopravníku	72 360 mm	
Rozměry přepravované paletky	850 x 460 mm	
Hmotnost jedné paletky	25 kg	

Celý transportní systém, tj. přípojná místa u lisů i transportní okruh budou vedeny v tzv. zvýšené pracovní hladině ve výšce 2 780 mm, budou tedy muset být vedeny na nosné konstrukci. Tato nosná konstrukce bude vytvořena z železných svařenců s co největší roztečí stojek tak, aby nedocházelo k příliš velké blokaci přízemních prostor. Celý transportní systém bude krytkován. Možnost vstupu bude zajištěna pomocí bočních posuvných dveří.

Transportní okruh bude ještě dále rozdělen na dvě patra. Dolní patro, které bude přímo napojené na přípojná místa, bude sloužit k odvozu plných paletek na pokovení. Vyšší patro bude sloužit k přesunu prázdných paletek zpět k lisům. Horní a dolní patro nového transportního okruhu budou propojeny výtahem.

Plné paletky budou po dolním patru transportního okruhu dopraveny k výtahu, který paletky přemístí ze zvýšené pracovní hladiny do tzv. standardní pracovní hladiny. Toto přesunutí bude probíhat uvnitř oplocenky, a právě v těchto místech bude nový transportní okruh připojen ke stávajícímu.

Dále budou paletky transportovány do pokovovacího zařízení a následně na pracoviště balení. Prázdné paletky potom budou v tzv. snížené pracovní hladině přesunuty po dopravníku zpět k výtahu, který je přesune zpět do zvýšené pracovní hladiny – tentokrát do vyššího patra. Část výtahu spojující nižší a vyšší patro zvýšené pracovní hladiny bude potřeba vybudovat.

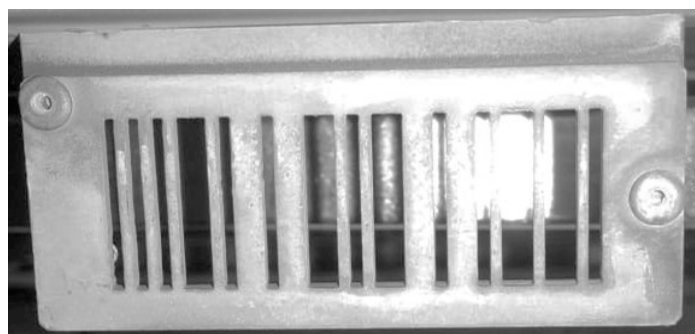
Na obrázku č. 29 je zelenou barvou vyobrazen detail pracoviště MC3. Zelenou barvou je vyznačena část transportního okruhu včetně přípojných stanic u lisů KM 250, kterou bude potřeba nově vybudovat. Pro lepší vizuální zobrazení dvou pater zvýšené pracovní hladiny, je v příloze P V k dispozici také 3D zobrazení celého systému, vytvořené pro účely simulace, viz kapitola 7.5.



Obr. 29: Layout s transportním okruhem (Interní materiály společnosti)

7.3.5 Návrh požadavků na řídicí systém

Pohyb paletek transportním systémem bude řízen pomocí čidel umístěných na okruhu. Jednotlivé paletky budou čidly rozlišovány díky čárovým kódům (barcodům), které jsou připevněné na spodní straně každé paletky (viz obrázek č. 30). Za naprogramování systému bude zodpovědná externí firma.



Obr. 30: Barcode na paletce (Vlastní fotografie)

Správné naprogramování zajistí, že se paletky budou pohybovat správným směrem. Plné paletky od jednotlivých lisů budou přesouvány směrem k výtahům a na pokovení. Z pokovení potom na správné pracoviště balení, tj. u všech paletek z nově připojených lisů pracoviště č. 7. Prázdné paletky potom zpět ke správným lisům.

Požadavky na prvky řídicího systému propojení MC3 a lisů KM 250 byly stanoveny s pomocí specialistů z projektového týmu. Činnost automatického transportního systému bude řízena systémem průmyslového PLC (programovatelný logický automat) od společnosti Mitsubishi. Řídicí systém bude opatřen možností dodatečného rozšíření o další vstupy, výstupy, komunikační moduly.

Součástí systému bude i možnost sběru výrobních dat – informací o realizovaných transportech, jednotlivých časech, výskytu chyb systému, technologické údaje atd. Tyto data budou ukládána pro potřeby zpětného online vyhodnocení po dobu 6 ti týdnů, zároveň bude možné data podle potřeby zálohovat pro další vyhodnocování off-line bez časového omezení.

Komunikace mezi dopravníkem a robotem u vstřikovacího lisu bude zajištěna pomocí napěťově oddělených vstupů a výstupů. Komunikace dopravníku s případnou obsluhou pak bude zajištěna HMI panely. Součástí bude i optická signalizace v podobě majáků a zvuková signalizace.

7.4 Změny v náplni práce obsluhy pokovení

Zavedení změn bude mít nepatrný vliv i na obsluhu pracoviště pokovení. Jelikož díly budou z lisu vkládány přímo na pokovovací formu, odpadne obsluze na pokovení práce s vkládáním dílů do formy. Ostatní činnosti ale zůstanou nezměněny. Tedy náplní práce obsluhy pracoviště pokovení bude i nadále kontrola a balení dílů. Pracovník také bude i nadále zajišťovat, že na prázdné pokovovací formě jsou správně nasazeny víka a stisknutím tlačítka bude takto nachystanou paletku posílat po dopravníku zpět ke vstřikovacímu lisu.

Pro potřeby vytvoření simulace celého procesu bylo potřeba odhadnout, jaký průměrný čas připadá na zpracování jednoho kusu dílu. Kromě jednotlivých časů balení a kontroly každého dílu je třeba do spotřeby času na zpracování jednoho dílu zahrnout také další činnosti které obsluha vykonává – vychystávání obalového materiálu, chystání a vypisování průvodek, manipulace s plnými bednami atd. Trvání jednotlivých činností bylo stanoveno pomocí metody MOST, viz obrázek č. 31.

1) Cyklové činnosti operátora připadající na 1 ks dílu	Uchopení víka a odložení na stůl	A1 B0 G1 A1 B0 P1 A0	40 TMU
	Uchopení dílu	A1 B G1 A0 B0 P0 A0	20 TMU
	Kontrola dílu	A0 B0 G0 A0 B0 P0 T6 A0 B0 P0 A0	60 TMU
	Uložení dílu do blistry	A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0	40 TMU
	Uchopení víka a přiklopení na paletku	A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0	60 TMU
	Zmáčknutí tlačítka	A1 B0 G1 M1 X1 I0 A0	40 TMU
2) Ostatní činnosti operátora	Uchopení bedny s blistry, odnos na prac. stůl	A6 B3 G3 A6 B0 P1 A0	190 TMU
	Odklopení víka krabice	A1 B0 G1 A1 B0 P1 A0	40 TMU
	Vychystání blistrů z krabice	A1 B0 G3 A1 B0 P1 A0	60 TMU
	Příprava průvodky	A1 B0 G1 A0 B0 P1 A0	30 TMU
	Vypisování průvodky	A0 B0 G1 A0 B0 P0 R16 A0 B0 P1 A0	180 TMU
	Vložení plných blistrů do bedny	A1 B0 G3 A1 B0 P3 A0	50 TMU
	Přiklopení bedny víkem	A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0	60 TMU
	Přiložení průvodky	A1 B0 G1 A1 B0 P1 A0	40 TMU
	Připevnění průvodky	A1 B0 G1 A0 B0 P3 A0	50 TMU
	Odos plné bedny na paletu	A1 B0 G3 A6 B3 P1 A6	200 TMU

Obr. 31: MOST pracoviště pokovení (Vlastní zpracování)

K výsledné hodnotě byla následně připočtena ještě 10 % přírážka tak, aby do simulace byly zahrnuty časy osobní potřeby obsluhy pracoviště. Výsledné časy spotřeby času na jeden kus dílu jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tab. 11: Stanovené časy pro simulaci dle MOST (Vlastní zpracování)

Popis	s/ks
Činnosti spojené s manipulací s jednotlivými díly	7,9
Činnosti spojené s vychystáváním obalového materiálu	1,1
Přírážka 10 %	0,9
Celkový stanovený čas	9,9

Výsledný čas, který průměrně obsluha potřebuje na jeden kus vyšel 9,9 sekund, zaokrouhleně tedy 10 sekund. Tento čas bude použit v simulaci.

7.5 Simulace výrobního procesu

Aby byla otestována funkčnost navrhovaného řešení automatizace, byla vytvořena simulace výrobního procesu na pokovovacím zařízení MetaCircle 3 po připojení tří nových lisů KM 250. Na tvorbě simulace se podílel specializovaný pracovník, simulace byla vytvořena v softwaru FlexSim, který je využíván pro podobné účely v rámci celého koncernu společnosti.

Cílem simulace bylo především ověřit zda:

- Pracovník pracoviště č. 7 u MC3 bude zvládat balit pokovené díly č. 210.534 ze všech tří lisů KM 250
- Je dostačující přiřadit ke každému z lisů KM 250 celkem 4 sady paletok (tedy celkem 8 paletok). Toto je potřebné ověřit kvůli větší vzdálenosti tří lisů KM 250 od pokovovacího zařízení. Mohlo by totiž docházet k takovému zdržení paletok v dopravníkovém systému, že by nestíhali dojet k lisu včas, a tak by mohlo docházet k blokování lisu.

Simulace testovala funkčnost celého systému při maximálním využití kapacit. Maximální využití kapacit znamená následující situaci:

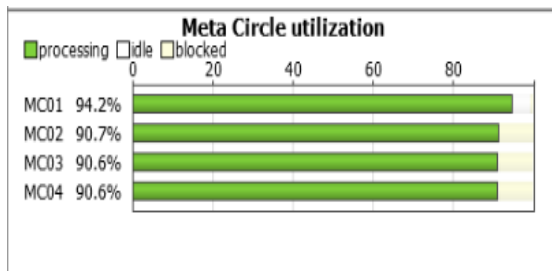
- Čtyři původní lisy připojené na MC3 s označením D160/7, D210/1, KM 150/3 a KM 150/4 jsou v provozu
- Tři nově připojené lisy KM 250/3, KM 250/5 a KM 250/6 jsou v provozu
- Na pracovištích č. 2, 4 a 5 jsou ručně vkládány díly do pokovovacích forem a posílány na pokovení

V následující tabulce jsou uvedena vstupní data vytipovaných projektů, která byla použita v dané simulaci. Projekty, u kterých není uvedeno číslo vstřikolisu a cyklové časy lisování jsou právě díly, které jsou na pokovení vkládány ručně na pracovištích 2, 4 a 5. Do simulace byl zahrnut také vypočítaný čas 10 sekund připadající na manipulaci s jedním dílem (viz předchozí kapitola 7.4)

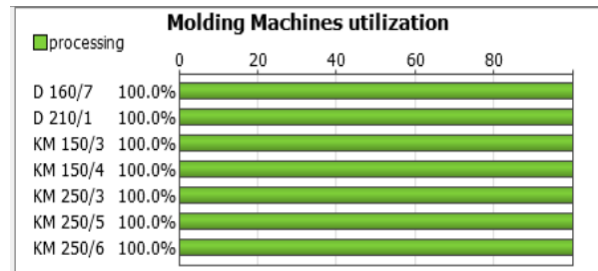
Tab. 12: Simulace výrobního procesu – data (Vlastní zpracování)

Číslo dílu	Číslo vstřikolisu	C/T lisování (s)	Počet sad paletok	Kapacita paletky (ks)	Číslo pracoviště balení
209.076			2	5	2
209.089			2	4	4
201.096			2	6	5
211.809	D 160/7	48	2	25	6
211.798	D 210/1	55	2	13	3
211.547	KM 150/3	39	2	40	6
198.851	KM 150/4	42	2	31	3
210.534	KM 250/3	175	4	20	7
210.534	KM 250/5	175	4	20	7
210.534	KM 250/6	175	4	20	7

Po dvanácti hodinách je dle simulace pokovovací zařízení Meta Circle 3 vytížené zhruba na 94 %, viz obrázek č. 33. Pokovovací zařízení je složeno z celkem 4 komor, kdy paletky musí postupně projít každou z komor, proto pokud je první komora zařízení neobsazená, ostatní komory jsou blokováné a je tedy jejich vytížení podle grafu nižší než komory č. 1. Každý z připojených lisů je po dvanácti hodinách vytížený na 100 %.



Obr. 33: Vytížení Meta Circle 3 (Interní materiály společnosti)

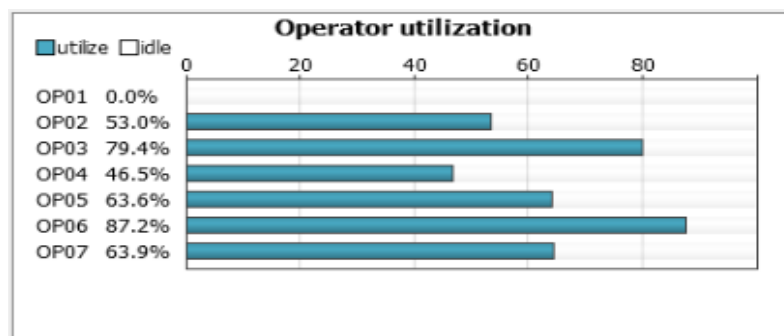


Obr. 32: Vytížení vstřikolisů (Interní materiály společnosti)

Obrázek číslo 34 zobrazuje vytíženost operátorů na jednotlivých pracovištích Meta Circle 3. U pracoviště č. 1 je nulové vytížení, protože se toto pracoviště používá pouze pro vzorkování, a tak v simulaci není zahrnuto. Nejvíce jsou vytíženi operátoři na pracovištích 3 a 6 – každý z těchto operátorů má na starosti balení dílů pocházejících ze dvou vstřikolisů.

Naopak nejméně jsou vytíženi operátoři na pracovištích 2 a 4 a to i přesto, že mají na starosti jak balení dílů, tak i osazování forem. Nízké vytížení těchto pracovníků je způsobeno blokadami paletků na dopravníku a malým počtem dílů na jednotlivých paletkách.

Pracovník balící díly ze tří nově připojených lisů KM 250 je na pracovišti č. 7. Jeho vytížení je zhruba 64 %, s kontrolou a balením dílů ze tří lisů zároveň by tedy neměl mít problém.



Obr. 34: Vytíženost operátorů (Interní materiály společnosti)

Dostatečnost množství sad paletek v systému zobrazuje údaj o zmetkovitosti. Simulace je vytvořena tak, že pokud by ke vstřikolisu prázdňá paletka nedojela včas, robotické rameno by díly vložilo přímo na dopravník, což by se následně do statistiky započítalo jako zmetek. Z obrázku číslo 36 je vidno, že ve dvanácti hodinové simulaci byly detekovány pouze 4 zmetky u lisu KM 150/4 – ty pravděpodobně vznikly chybou v samotné simulaci, kdy se paletka na začátku simulace vygenerovala o sekundu později, a tak robot díly vložil na pás. Během doby trvání simulace (12 hodin) prošlo pokovovacím zařízením MC3 celkem 1 149 paletek. Na pracovišti expedice dílů z nově připojených lisů KM 250 bylo zkontrolováno a zabaleno celkem 2 760 kusů dílů 210.534, viz obrázek číslo 35.

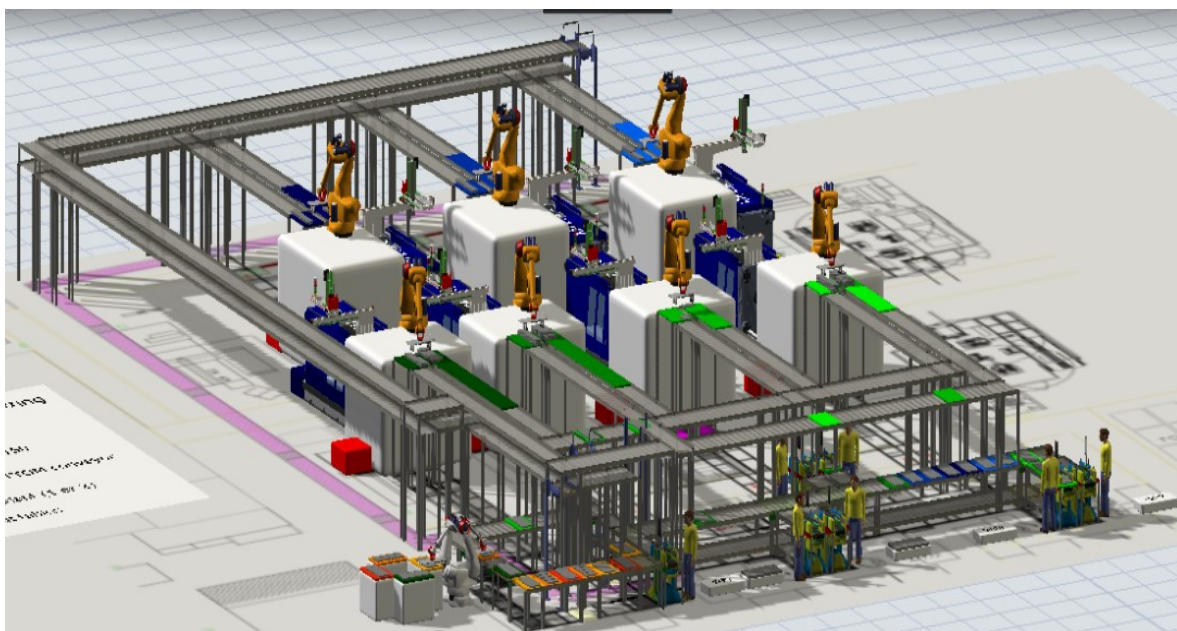
Number of scrap parts	
D 160/7	0
D 210/1	0
KM 150/3	0
KM 150/4	4
KM 250/3	0
KM 250/5	0
KM 250/6	0

Number of unloaded parts	
WorkPlace1	0
WorkPlace2	1135
WorkPlace3	3368
WorkPlace4	996
WorkPlace5	1362
WorkPlace6	3755
WorkPlace7	2760

Obr. 35: Simulace – počet zmetků (Interní materiály společnosti)

Obr. 36: Simulace – počet vyrobených dílů (Interní materiály společnosti)

Na obrázku číslo 37 je zobrazen 3D model celého navrhovaného systému. Odstíny modré barvy jsou na dopravníku zobrazeny paletky patřící ke třem nově připojeným lisům KM 250, odstíny zelené potom paletky patřící ke stávajícím čtyřem lisům. Odstíny oranžovo-žluté jsou zobrazeny paletky ručně osazované operátory. Další obrázky simulace jsou k nahlédnutí také v příloze P V.



Obr. 37: Simulace navrhovaného řešení (Interní materiály společnosti)

7.6 Návrh jednotlivých kroků realizace projektu

Na uskutečnění projektu se budou podílet celkem tři externí firmy. První bude zajišťovat mechanickou výstavbu transportního okruhu, tzn. výstavbu dopravníkového systému ještě bez programování. Druhá firma následně poskytne služby týkající se právě správného naprogramování transportního systému. Třetí firma pak bude zaštitovat projekt celkově a starat se o jeho hladký průběh. Předpokládaná doba realizace celého projektu je zhruba 4 měsíce. Jednotlivé kroky realizace projektu jsou následující.

1. ***Stěhování vstřikolisů*** – O přestěhování lisů se postarají seřizovači a údržbáři. Úkolem seřizovačů je vyndat z lisů formy. Pracovníci údržby následně přesunou lisy na vybraná místa u MC3. Poté budou lisy připojeny. Náklady spojené se stěhováním vstřikolisů budou zahrnuty do výrobní režie.
2. ***Přeměření současného stavu*** – Před samotným zahájením stavby mechanické části dopravníkového okruhu, bude nejprve skutečný stav přeměřen a porovnán s plánovanou verzí layoutu v elektronické podobě. Ruční přeměření zabrání případným komplikacím v budoucnu při stavbě okruhu.
3. ***Stavba první části dopravníkového systému*** – Jako první bude vybudována část dopravníku uvnitř oplocenky, tedy v místech, kde probíhá běžný provoz stávajícího zařízení MC3. Aby mohlo dojít k pracím v této části dopravníku, musí být výroba zcela zastavena. Proto výstavba této části okruhu může probíhat pouze v době pravidelného čištění a údržby, kdy se provoz celého automatizovaného okruhu vypíná. K údržbě dochází každé pondělí, z toho důvodu je stavba první části okruhu rozdělena na několik částí, každá na jeden týden. Z důvodu časového omezení proto musí být na výstavbu této části transportního systému vyhrazeny tři týdny.
4. ***Stavba druhé části dopravníkového systému*** – Stavba druhé části okruhu pak již nebude omezena běžným provozem. Jedná se o výstavbu nosné konstrukce i samotného dopravníku, mechanické napojení dopravníků na tři lisy a krytování a ukotvení celé konstrukce. Doba trvání této části bude zhruba měsíc.
5. ***Elektroinstalace*** – Po mechanické výstavbě transportního systému přijde na řadu elektroinstalace. Ta zahrnuje instalaci veškeré kabeláže do kabelových žlabů, nainstalování ovladačů, signalizačních zařízení atd. Při elektroinstalaci musí být přítomen mechanik, který se postaral o mechanickou část dopravníku, i programátor, který bude následně celý systém programovat. Plánovaná doba trvání této části je také zhruba měsíc.

6. *Programování transportního systému* – Programování celého systému bude provedeno externí firmou dle zadaných požadavků. V této části bude naprogramováno chování celého systému, senzory budou nastaveny tak, aby byl zajištěn posun palet po dopravníku na určená místa.
7. *Spuštění provozu*

8 ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI

V následujících podkapitolách jsou zhodnocena navrhovaná řešení. V první podkapitole jsou zobrazena konkrétní zlepšení, která navrhovaná řešení pomocí automatizace přinesou. Druhá podkapitola je věnována době návratnosti investice do automatizace, jsou zde shrnuty veškeré náklady, které bude investice zahrnovat, tak i úspory které investice přinese.

8.1 Zhodnocení navrhovaných změn

Jak se navrhované změny projeví na výrobním procesu je zobrazeno v aktualizované mapě hodnotového toku, která je k nahlédnutí v příloze P VI. Ta vychází z původní mapy hodnotového toku. Díky automatizovanému propojení mezi lisem KM 250 a zařízením MC 3 je zcela eliminováno skladování rozpracované výroby, které v původní mapě vyšlo přepočtením velikosti aktuální zásoby na dny na 6,4 dne.

Nová průběžná doba výroby je rovna přibližně 12,1 dne, v sekundách **1 045 491,45 s**.

VA činnosti jsou činnosti lisování a pokovování: $43,75 \text{ s} + 1,6 \text{ s} = \mathbf{45,35 \text{ s/ks}}$

VA-index po změnách: $(\text{VA činnosti} / \text{Průběžná doba výroby}) * 100 = (45,35 / 1\,045\,491,45) * 100 = \mathbf{0,00434 \%}$

Dále byly díky automatizaci odstraněny činnosti operátora vstřikolisu, které výrobnímu procesu nepřidávaly hodnotu, navíc se kvůli dlouhému cyklovému času stroje u pracovníků objevovaly vysoké prostoje. Zároveň byly redukovány také povinnosti manipulanta obsluhující lis. V tabulce číslo 13 je zobrazen souhrn všech přínosů, které automatizování přinese.

Tab. 13: Zhodnocení stavu po zavedení automatizace (Vlastní zpracování)

Položka	Stav před automatizací	Stav po automatizaci	Změna	% zlepšení
Počet operátorů u lisu KM 250	2 operátoři	0 operátorů	2 operátoři	100 %
Počet manipulantů u lisu KM 250	1 manipulant	0 manipulantů	1 manipulant	100 %
Velikost rozpracované výroby	2 448 Ks	0 Ks	2 448 Ks	100 %
Průběžná doba výroby	18,5 dne	12,1 dne	6,4 dne	34,5 %
VA – index	0,002837 %	0,00434 %	0,001503 %	34,6 %
Délka trasy, kterou výrobek v procesu urazí	897 m	782 m	115 m	12,8 %

Lze tedy konstatovat, že cíle práce byly splněny. Tyto cíle, uvedené v kapitole cíle a metody zpracování práce byly následující:

- redukovat pomocí automatizace průběžnou dobu výroby dílu Primární optika High Beam o 30 % - **SPLĚNO**
- Redukce činností nepřidávajících hodnotu (opakované balení, skladování, transport) - **SPLNĚNO**
- Eliminace ztrátových časů operátora na pracovišti lisování-**SPLNĚNO**
- Snížení počtu pracovníků přímo vstupujících do daného výrobního procesu-**SPLNĚNO**

8.2 Návratnost investice

Návratnost investice do automatizace pracoviště lisu byla vypočítána **podle standardů společnosti**. Bylo vypočítáno, že **doba návratnosti projektu bude 12,9 měsíců**. Doba návratnosti byla stanovena podílem potřebné celkové výše investice do automatizace a předpokládanými úsporami, které tato investice přinese.

Do výpočtu byly zahrnuty náklady uvedené níže, stejně tak jako níže uvedené mzdové úspory. Jednotlivé položky vstupující do výpočtu návratnosti investice jsou uvedeny pouze slovně, bez konkrétních finančních částek, z důvodu citlivosti daných údajů.

Velikost investice do zautomatizování daného pracoviště je z asi **90 % tvořena náklady na vybudování samotného dopravníkového systému**. Do těchto nákladů patří:

- Náklady na vybudování nosné konstrukce dopravníku
- Náklady na pořízení dopravníku, výtahů, přesuvných stanic a krytování celého dopravníkového systému
- Náklady na zavedení elektroinstalace
- Náklady na pořízení průmyslového PLC a ovládacích panelů
- Náklady na signální zařízení – houkačka, majáky
- Náklady na naprogramování dopravníkového systému

Dalších asi **10 % investice je potom tvořeno náklady spojenými se stěhováním a opětovným připojením vstřikovacích lisů a mzdovými náklady údržby a seřizovačů**.

Úspory vstupující do výpočtu návratnosti investice byly tvořeny především **ušetřenými mzdovými náklady**. Jedná se o:

- Přímé mzdové náklady – které jsou tvořeny ušetřenými náklady, které vznikly při eliminování pracovního místa obsluhy lisu. Na pracovním místě se pracovalo v nepřetržitém provozu, 7 dní v týdnu. Do těchto nákladů byla započítána jak mzdová sazba, tak i ušetřené náklady na sociální a zdravotní pojištění zaměstnanců.
- Nepřímé mzdové náklady – jsou tvořeny ušetřeným časem manipulantů starajících se o odvoz vylisovaných dílů od lisu. Také tyto náklady jsou tvořeny ušetřenou mzdovou sazbou + náklady na sociální a zdravotní pojištění zaměstnance.
- Ušetřené náklady na pohonné hmoty na transport v délce 115 m.

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo snížit průběžnou dobu výroby dílu s názvem Primární optika High Beam. Tento hlavní cíl práce byl doplňován také dílčími cíli práce, což bylo redukovat činnosti ve výrobním procesu dílu, které nepřidávají hodnotu a eliminování ztrátových časů na pracovišti vstřikovacího lisu.

Pro analyzování současného stavu byly použity metody mapování hodnotového toku a procesní analýzy, doplněné dvěma snímky pracovního dne u obsluhy pracoviště vstřikolisu KM 250 tun, na kterém daný díl vzniká. Jako hlavní nedostatek výrobního procesu se z daných analýz projevil dlouhý cyklový čas vstřikovacího lisu, který zapříčiňuje, že na daném pracovišti vznikají u obsluhy dlouhé prostoje, z důvodu čekání na stroj. Tyto prostoje vznikají i přesto, že na daném pracovišti je zavedena vícestrojová obsluha. Dalším nedostatkem procesu je provádění činností, které se opakují a nepřidávají výrobku žádnou hodnotu – jedná se o opakované balení dílu, jednou po lisování a následně znovu balení již finálního výrobku – po pokovení. A tím souvisí také zbytečná manipulace a skladování rozpracované výroby. Skladování rozpracované výroby navíc výrazně prodlužuje průběžnou dobu výroby dílu.

V projektové části byly řešeny návrhy na zlepšení stávajícího stavu. Bylo rozhodnuto o automatizaci pracoviště vstřikovacího lisu KM 250, které by bylo řešeno v podobě propojení lisu s pokovovacím zařízením Meta Circle 3 pomocí automatického dopravníkového systému. V tomto řešení bylo využito stávajícího stavu zařízení Meta Circle 3, k němuž jsou již teď připojeny čtyři lisy, a podstatná část transportního systému je tedy vybudovaná.

Projektová část tedy byla věnována konkrétním návrhům na propojení nových tří lisů KM 250 s již stávajícím transportním systémem u Meta Circle 3. Bylo navrženo přesunutí lisů k pracovišti Meta Circle 3 a vytvoření nového layoutu. Následně byli definovány požadavky na vytvoření nového graiferu u robotického ramena vykládající výlisky z lisu tak, aby byl v budoucím stavu výroby schopný hotové výlisky skládat přímo na pokovovací paletku, a zároveň je přiklopovat formou. Následně byli definovány návrhy na vybudování přípojných míst u lisů a celého transportního okruhu. Fungování celého systému bylo ověřeno pomocí simulace vytvořené v programu FlexSim, v práci jsou zobrazeny výsledky této simulace v podobě statistických výsledků po dvanácti hodinové simulaci a také 3D pohled na celý transportní systém.

Díky navrhovaným řešením bylo eliminováno pracovní místo obsluhy lisu, u kterého se vyskytovaly velké prostoje, a tím pádem byly eliminovány také mzdové náklady. Zároveň byly

redukovány činnosti balení, transportu a skladování rozpracované výroby. Tím byla zkrácena průběžná doba výroby zhruba o 34 %, délka transportu s rozpracovanou výrobou pak o 115 metrů. Navrhovaná řešení byla zhodnocena, a podle standardů společnosti byla stanovena návratnost investice do automatizace na 12,9 měsíců.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Automation, ©2019. *Techopedia* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/32099/automation>

BARTODZIEJ, Christoph Jan, 2016. *The concept industry 4.0*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-658-16501-7.

BENEŠ, Pavel, 2014. *Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky*. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-3747-5.

Big Data, ©2011-2016. *Management mania* [online]. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/big-data>

Cloud Computing: Slovník pojmů, ©2011-2019. *BusinessIT* [online]. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <http://www.businessit.cz/cz/cloud-computing-slovník-pojmu-saas-paas-iaas.php>

Co je RFID, ©2009. *RFID portál* [online]. [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: https://www.rfid-portal.cz/index.php?page=rfid_obecne

Člověk a stroj: metodická příručka, 2017. Praha: Soudy. ISBN 978-80-86809-21-2.

DLABAČ, Jaroslav, ©2017. Přidejme hodnotu svým procesům. *API: Academy of Productivity and Innovations* [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25878n-pridejme-hodnotu-svym-procesum>

DUCHOSLAV, Petr, ©2014-2019. *Desatero dobrých důvodů, proč investovat do robotů* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/desatero-dobrych-duvodu-proc-investovat-do-robotu/>

GILCHRIST, Alasdair, [2016]. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York, NY: Springer Science Business Media. ISBN 978-1-4842-2046-7.

HAVLÍČEK, Daniel, ©2015. Základní pojmy z automatizace: 32 termínů, které musíte znát. *Factory automation* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/zakladni-pojmy-z-automatizace-32-terminu-ktere-musite-znat/>

Internet of Things (IoT), ©2019. *Techopedia* [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/28247/internet-of-things-iot>

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.

KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-247-0199-5.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.

MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vydání. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2356-7.

OEE, 2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>

PODIVÍNSKÝ, Tomáš Jan a Tomáš EHLER, ©2016. NĚMECKÝ FENOMÉN INDUSTRIE 4.0. *CzechTrade* [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.czechtrade.cz/media/czechtrade-media/monitoring/nemecky-fenomen-industrie-4-0>

Procesní analýza, ©2005-2018. *API: Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>

Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce, ©2019. In: *MMspektrum: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce.html>

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

Štíhlý materiálový a hodnotový tok, ©2019. *MM: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok.html>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Pílhonice: Professional Publishing. ISBN 978-80-906594-4-5.

USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN, 2017. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-319-57869-9.

Vývojový diagram, ©2011-2016. *Management Mania* [online]. [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/vyvojovy-diagram-flow-chart>

Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM, ©2005-2018. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CPS	Cyber Physical Systems – kyberneticko fyzické systémy
HMI	Human-Machine Interface – rozhraní člověk-stroj
IoE	Internet of Everything – internet všeho
IoP	Internet of People – internet lidí
IoS	Internet of Services – internet věcí
IIoT	Industrial Internet of Things – průmyslový internet věcí
IoT	Internet of Things – internet věcí
KM	KraussMaffei
MC2	Meta Circle 2
MC3	Meta Circle 3
NVA	No Value Added – nepřidávající hodnotu
OEE	Overall Equipment Effectiveness – celková efektivnost zařízení
PLC	Programmable Logic Controller – programovatelný logický automat
VA	Value Added – přidaná hodnota
VSM	Value Stream Mapping – mapování hodnotového toku

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Fáze průmyslového vývoje (Člověk a stroj, 2017, s. 12)</i>	14
<i>Obr. 2: Současná a budoucí výroba (Člověk a stroj, 2017, s. 19)</i>	19
<i>Obr. 3: Porovnání technologií pro elektronický přenos informací (Člověk a stroj, 2017, s. 27)</i>	20
<i>Obr. 4: Fungování RFID technologie (Člověk a stroj, s. 27)</i>	21
<i>Obr. 5: Automatické ovládání (Beneš, 2014, s.13)</i>	26
<i>Obr. 6: Automatická regulace (Beneš, 2014, s. 13)</i>	26
<i>Obr. 7: Automatické řízení (Beneš, 2014, s. 13)</i>	26
<i>Obr. 8: Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006, s. 23)</i>	30
<i>Obr. 9: Standardizované symboly pro procesní analýzu (Vlastní zpracování dle Api)</i>	34
<i>Obr. 10: Procesní analýza – ukázka, zkráceno (Procesní analýza, ©2005-2018)</i>	35
<i>Obr. 11: Symboly pro VSM (Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM, © 2005-2018)</i>	37
<i>Obr. 12: Full LED světlomet a Xenonový světlomet (Interní materiály společnosti, @2019)</i>	43
<i>Obr. 13: Kombinované koncové svítilny s LED funkcemi (Interní materiály společnosti, @2019)</i>	44
<i>Obr. 14: Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování)</i>	44
<i>Obr. 15: Primární optika High Beam pohled zepředu a zezadu (interní materiály společnosti)</i>	48
<i>Obr. 16: Vývojový diagram procesu (Vlastní zpracování)</i>	49
<i>Obr. 17: Pracoviště vstřikovacího lisu, vylisované díly na dopravníku (Vlastní fotografie)</i>	50
<i>Obr. 18: Bedna na zmetky, blistr s vylisovanými díly a průvodka (Vlastní fotografie)</i>	51
<i>Obr. 19: Osazení pokovovací formy, pracoviště obsluhy pokovení (Vlastní fotografie)</i>	55
<i>Obr. 20: VSM – Zákazník (Vlastní zpracování)</i>	57
<i>Obr. 21: VSM – Lisování (Vlastní zpracování)</i>	58
<i>Obr. 22: VSM – Pokovování (Vlastní zpracování)</i>	59
<i>Obr. 23: VSM – zásoby expediční sklad (Vlastní zpracování)</i>	60

<i>Obr. 24: VSM – zásoby, sklad rozpracované výroby (Vlastní zpracování)</i>	60
<i>Obr. 25: Layout – současný stav (Interní materiály společnosti)</i>	63
<i>Obr. 26: Detail pracoviště MC3 po přesunutí lisů KM 250 (Interní materiály společnosti)</i>	75
<i>Obr. 27: Schéma fungování přípojného místa varianta 1 – univerzální díl (Vlastní zpracování)</i>	76
<i>Obr. 28: Schéma fungování přípojného místa, varianta 2 – pravý a levý díl (Vlastní zpracování)</i>	77
<i>Obr. 29: Layout s transportním okruhem (Interní materiály společnosti)</i>	79
<i>Obr. 30: Barcode na paletce (Vlastní fotografie)</i>	79
<i>Obr. 31: MOST pracoviště pokovení (Vlastní zpracování)</i>	81
<i>Obr. 32: Vytížení vstřikolisů (Interní materiály společnosti)</i>	83
<i>Obr. 33: Vytížení Meta Circle 3 (Interní materiály společnosti)</i>	83
<i>Obr. 34: Vytíženost operátorů (Interní materiály společnosti)</i>	83
<i>Obr. 36: Simulace – počet zmetků (Interní materiály společnosti)</i>	84
<i>Obr. 35: Simulace – počet vyrobených dílů (Interní materiály společnosti)</i>	84
<i>Obr. 37: Simulace navrhovaného řešení (Interní materiály společnosti)</i>	84

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Průměrný procentuální podíl činností operátora (Vlastní zpracování)..... 53

Graf 2: Poměr práce a prostojů na pracovišti (Vlastní zpracování) 54

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Použité metody analýzy současného stavu (Vlastní zpracování)</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 2: Trvání jednotlivých činností obsluhy vstříkolisu (Vlastní zpracování)</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 3: Náměry spotřeby času na činnosti operátora u lisu (Vlastní zpracování)</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 4: Náměry spotřeby času operátora na pokovení (Vlastní zpracování)</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 5: Procesní analýza (Vlastní zpracování)</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 6: Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 7: Logický rámec projektu (Vlastní zpracování)</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 8: SWOT-přiřazené hodnoty (Vlastní zpracování)</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 9: Srovnání výrobního procesu před a po automatizaci (Vlastní zpracování) ..</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 10: Požadavky na dopravník (Vlastní zpracování)</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 11: Stanovené časy pro simulaci dle MOST (Vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Tab. 12: Simulace výrobního procesu – data (Vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 13: Zhodnocení stavu po zavedení automatizace (Vlastní zpracování)</i>	<i>87</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: BMSvision-ukázka

Příloha P II: Mapa hodnotového toku

Příloha P III: RIPRAN analýza

Příloha P IV: SWOT analýza

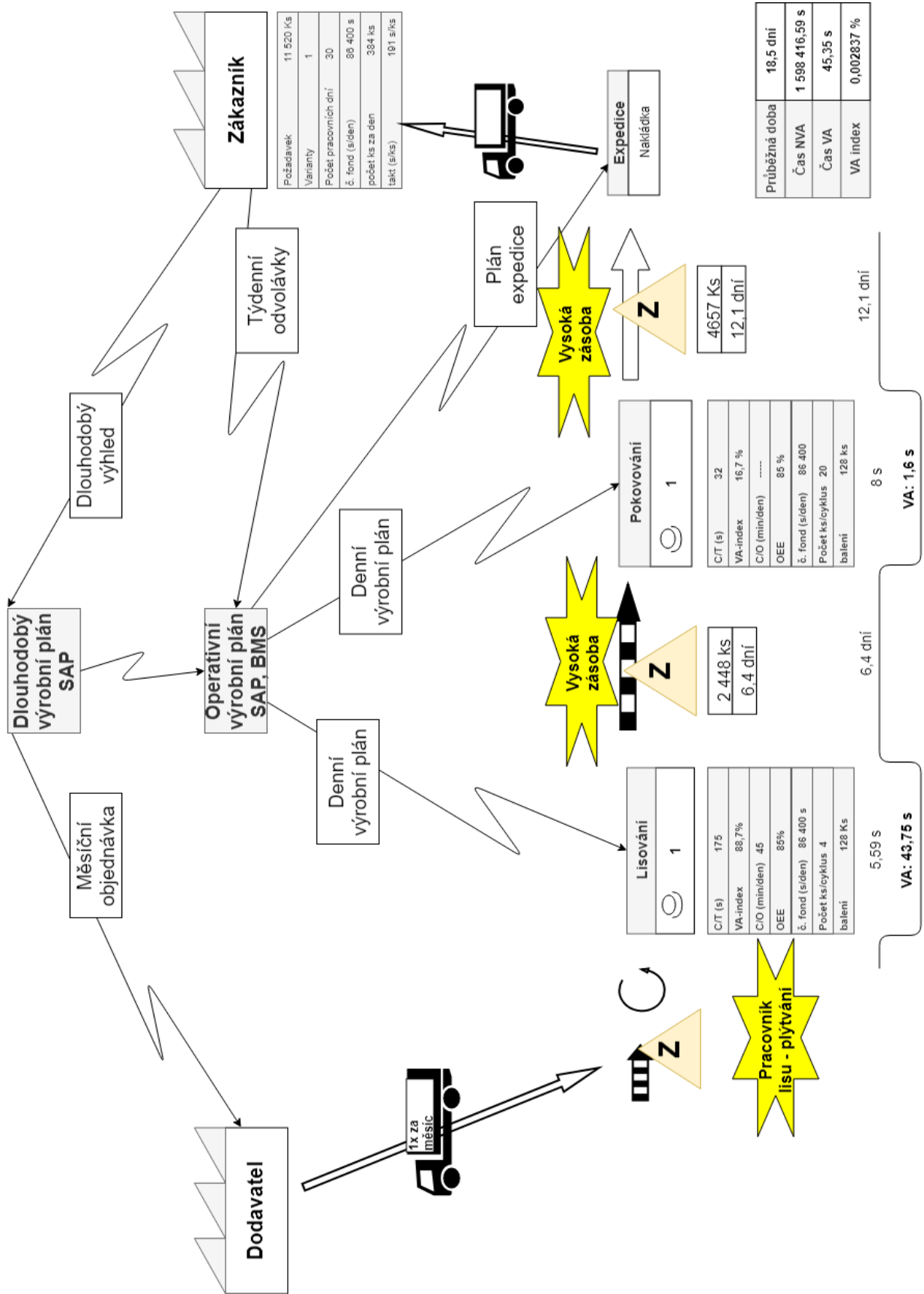
Příloha P V: Simulace výrobního procesu po automatizaci

Příloha P VI: Mapa hodnotového toku po změnách

PŘÍLOHA P I: BMSVISION-UKÁZKA

0039	0046	0052	0054	0072	0049	0027	0074	0016	0031	0044	0003	0000										
D350/3 Zakázka: 60011125 Produkt: 21155 POPIS: SVETLOVCE #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,0 Akt.cyklus: 53,9 Výkon %: 0,0 Akt. prostoj: 284 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D350/4 Zakázka: 60011156 Produkt: 21155 POPIS: SVETLOVCE #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,0 Akt.cyklus: 40,3 Výkon %: 0,0 Akt. prostoj: 91 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D350/5 Zakázka: 60011156 Produkt: 21155 POPIS: SVETLOVCE #OK: 616 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 7,1 Akt.cyklus: 74,1 Výkon %: 104 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D350/6 Zakázka: 60011154 Produkt: 21154 POPIS: SVETLOVCE #OK: 522 #OB: X1:0 24,438 Plán.cyklus: 85, Akt.cyklus: 78,4 Výkon %: 107 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM250/2 Zakázka: 60011154 Produkt: 204 POPIS: SVETLOVCE #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,0 Akt.cyklus: 126, Výkon %: 0,0 Akt. prostoj: 13 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D160/8 Zakázka: 60011154 Produkt: 204 POPIS: SVETLOVCE #OK: 436 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 1, Akt.cyklus: 10, Výkon %: 11 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D160/1 Zakázka: 60011154 Produkt: 204 POPIS: SVETLOVCE #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,0 Akt.cyklus: 53,4 Výkon %: 0,0 Akt. prostoj: 161 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM250/4 Zakázka: 60011154 Produkt: 204 POPIS: SVETLOVCE #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,0 Akt.cyklus: 128, Výkon %: 0,0 Akt. prostoj: 334 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	D650/3 Zakázka: 60011154 Produkt: 194 POPIS: KRYCI RAM #OK: 550 #OB: X1:0 4,056 Plán.cyklus: 5, Akt.cyklus: 54, Výkon %: 83 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM850 Zakázka: 60011154 Produkt: 2020 POPIS: Maska VNE #OK: 677 #OB: X1:0 21,259 Plán.cyklus: 65, Akt.cyklus: 65,6 Výkon %: 98,5 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM500/3 Zakázka: 60011154 Produkt: 2115 POPIS: REFLEKTOR #OK: 794 #OB: X1:0 25,300 Plán.cyklus: 5, Akt.cyklus: 56, Výkon %: 10 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM420 Zakázka: 60011154 Produkt: 213 POPIS: KRYCI RAM #OK: 528 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 5, Akt.cyklus: 58, Výkon %: 93 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KI Zakázka: 60011154 Produkt: 213 POPIS: KRYCI RAM #OK: 528 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 5, Akt.cyklus: 58, Výkon %: 93 Akt. prostoj: 0 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE										
D160/6 Zakázka: 60011120 Produkt: 201094-1 POPIS: REFLEKTOR DEL #OK: 753 #OB: X1:0 115,1325 Plán.cyklus: 44,00 Akt.cyklus: 45,02 Výkon %: 96,90 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 80,00EE	KM200/1 Zakázka: 60011120 Produkt: 201094-1 POPIS: REFLEKTOR DEL #OK: 753 #OB: X1:0 115,1325 Plán.cyklus: 44,00 Akt.cyklus: 45,02 Výkon %: 96,90 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 80,00EE	KM160/10 Zakázka: 60011112 Produkt: 208285-1 POPIS: KRYCI RAM DAL #OK: 996 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 45,00 Akt.cyklus: 47,18 Výkon %: 101,8 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	D200/3 Zakázka: 60011112 Produkt: 208285-1 POPIS: KRYCI RAM DAL #OK: 996 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 45,00 Akt.cyklus: 47,18 Výkon %: 101,8 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	KM160/2 Zakázka: 60011134 Produkt: 211960-0 POPIS: RAM 2 P #OK: 1040 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 48,00 Akt.cyklus: 45,42 Výkon %: 105,70 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	D350/2 Zakázka: 60011134 Produkt: 202884-1 POPIS: VOZENY REFLEKTOR #OK: 176 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 54,00 Akt.cyklus: 52,18 Výkon %: 104,3 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	KM160/9 Zakázka: 60011134 Produkt: 211960-0 POPIS: RAM 2 P #OK: 1040 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 48,00 Akt.cyklus: 45,42 Výkon %: 105,70 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	D200/2 Zakázka: 60011134 Produkt: 202884-1 POPIS: VOZENY REFLEKTOR #OK: 176 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 54,00 Akt.cyklus: 52,18 Výkon %: 104,3 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 100,00EE	KM160/7 Zakázka: 6001110220 Produkt: 210534-07 POPIS: PRIMARN OPTIKA HB E #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 0,00 Výkon %: 0,00 Akt. prostoj: 200 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM250/7 Zakázka: 6001110220 Produkt: 210534-07 POPIS: PRIMARN OPTIKA HB E #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 0,00 Výkon %: 0,00 Akt. prostoj: 200 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 0,00EE	KM160/5 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	D160/4 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM160/4 Zakázka: 6001110565 Produkt: 211798-11 POPIS: RAM WING P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 42,00 Akt.cyklus: 41,78 Výkon %: 99,78 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 99,00EE	D210/1 Zakázka: 6001110565 Produkt: 211798-11 POPIS: RAM WING P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 42,00 Akt.cyklus: 41,78 Výkon %: 99,78 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 99,00EE	KM150/3 Zakázka: 6001110565 Produkt: 211798-11 POPIS: RAM WING P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 42,00 Akt.cyklus: 41,78 Výkon %: 99,78 Akt. prostoj: 0,00 Stav: RUNNING Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 99,00EE	D160/7 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	D160/1 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM150/3 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	D160/4 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM160/5 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM160/4 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM160/4 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE	KM160/4 Zakázka: 6001111117 Produkt: 211811-11 POPIS: RAM 3 P #OK: 0 #OB: X1:0 0,00 Plán.cyklus: 0,00 Akt.cyklus: 50,34 Výkon %: 98,71 Akt. prostoj: 126 Stav: G-není zak. Prostoje za směň: Dostupnost: % Plnění: 90,00EE

PŘÍLOHA P II: MAPA HODNOTOVÉHO TOKU



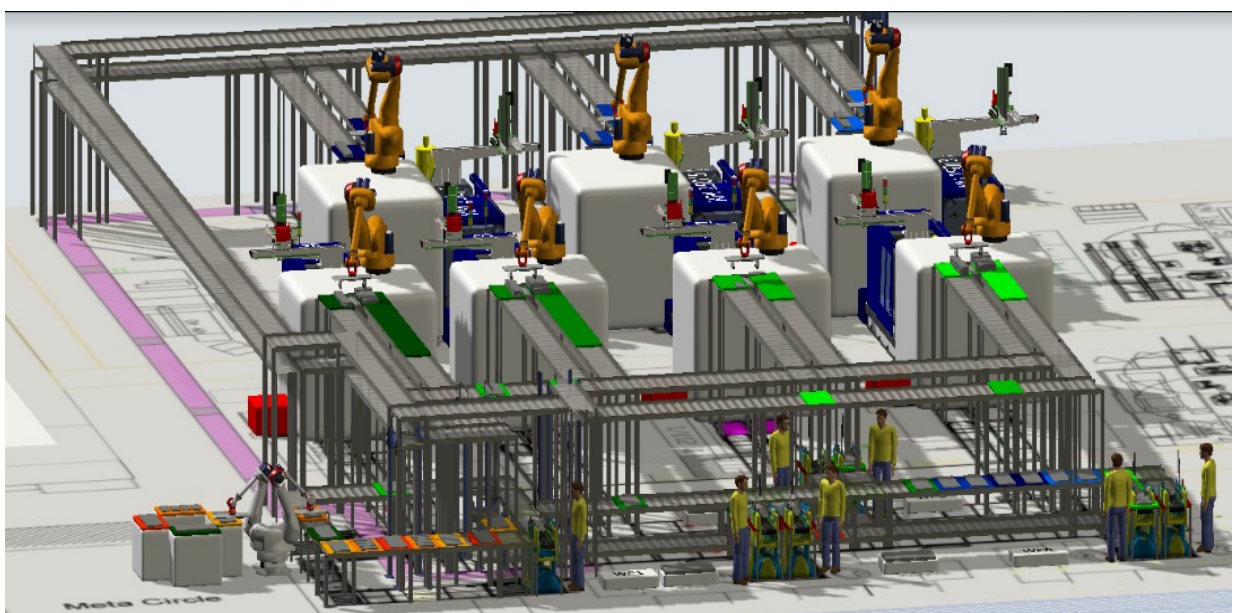
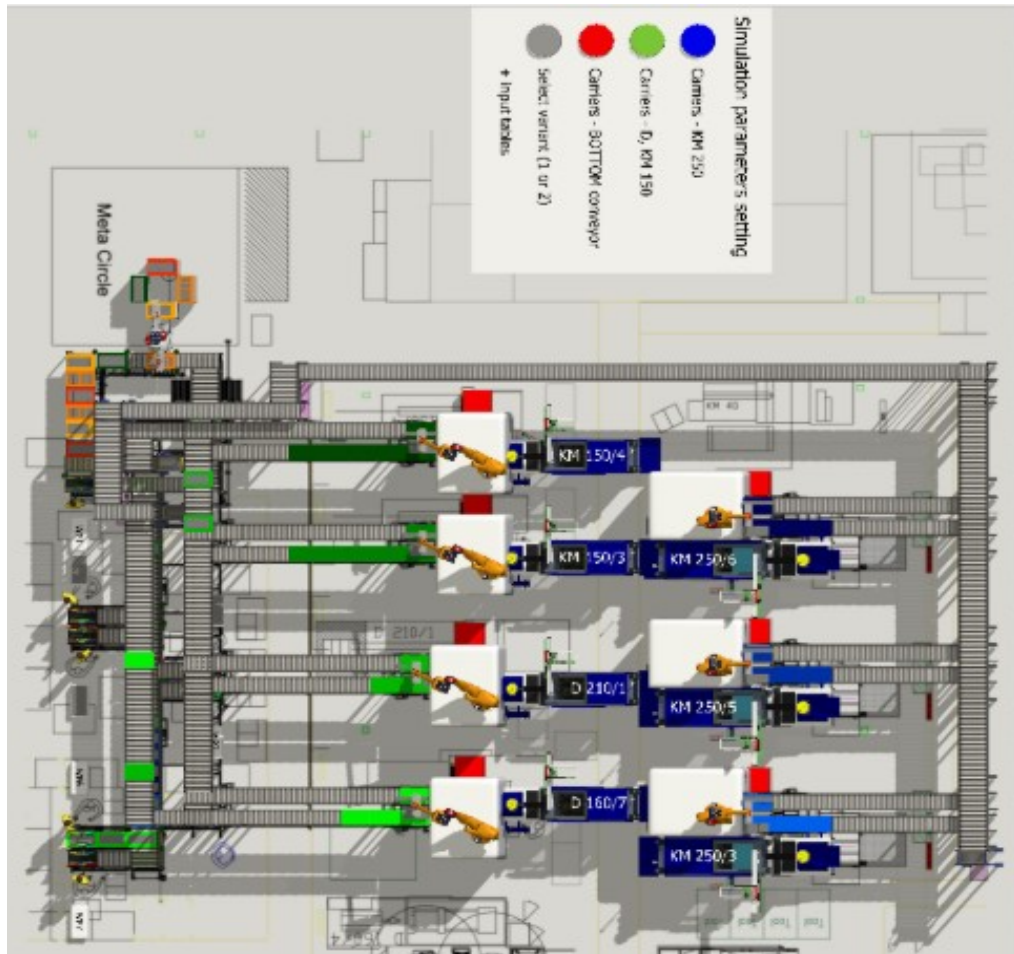
PŘÍLOHA P III: RIPRAN ANALÝZA

Hrozba	P-st. Hrozby	Scénář	P-st scénáře	Výsledná p-st	Výsledná p-st	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1. Neochota společnosti spolupracovat	15%	Neposkytnutí potřebných informací	80%	12%	MP	VD	SHR	Jasně definování cílů projektu a jeho přínosů pro danou společnost
		Neuskutečnění projektu	40%	6%	MP	VD	SHR	
		Ukončení spolupráce s firmou	20%	3%	MP	VD	SHR	
2. Nedůvěra zaměstnanců	35%	Omezení komunikace a konflikty	80%	28%	SP	SD	SHR	Vysvětlování jednotlivých činností, brát v potaz názory zaměstnanců
		Poskytnutí chybných informací	60%	21%	SP	VD	VHR	
3. Chyby při sběru dat	30%	Neochota zapojení se na daných změnách	50%	17,50%	MP	SD	MHR	Dostatečná příprava na sběr dat, průběžná kontrola správnosti
		Práce s neúplnými daty	40%	12%	MP	SD	MHR	
4. Chybná analýza dat	45%	Ukončení projektu	30%	9%	MP	VD	SHR	Konzultace analýzy s kvalifikovanou osobou
		Chybně vyvozené výsledky a návrhy	75%	33,75%	SP	SD	SHR	
5. Ztráta naměřených dat	10%	Nutnost opětovaného měření	100%	10%	MP	SD	MHR	Zálohování dat, vytvoření kopií souborů
		Ukončení projektu	30%	3%	MP	VD	SHR	
6. Neznalost dané problematiky	40%	Nedodržení cílů projektu	80%	32%	SP	SD	SHR	Studium dané problematiky, dostatečná konzultace s kvalifikovanou osobou
		Chybně zvolené metody	70%	28%	SP	SD	SHR	
7. Nedodržení stanoveného časového harmonogramu	20%	Zpoždění realizace projektu	80%	10%	MP	SD	MHR	Průběžná kontrola dodržování harmonogramu, vytvoření časových rezerv
		Ohrožení spolupráce se společností	70%	14%	MP	SD	MHR	
8. Nenaplnění projektových cílů	30%	Neúspěch projektu	90%	27%	SP	VD	VHR	Průběžná kontrola naplňování cílů, dostatečná konzultace s kvalifikovanou osobou
		Ztráta důvěry vedení společnosti	85%	25,50%	SP	VD	VHR	

PŘÍLOHA P IV: SWOT ANALÝZA

Silné stránky	H	Slabé stránky	H
Kvalifikovaní pracovníci	2	Nedostatek pracovních sil	2
Vysoká kvalita výrobků	1	Nedodržování pravidel	3
Kladný VH	4	Nevyžitost operátorů	1
Využívání IS – BMSvision a SAP	2	Rozpracovaná výroba	3
Hromadná výroba	3	Činnosti nepřidávající hodnotu	2
Automatizovaná pracoviště	3	Častá manipulace	3
Zavedené TPM, 5 S, SMED	3	Nevyužití kapacit	5
Know-how	5	Špatný postoj zaměstnanců ke změnám	4
System plánování dle požadavků zák.	4	Špatné plánování	4
Příležitosti	H	Hrozby	H
Využití nových technologií	2	Odchod zaměstnanců	2
Podpora automatizace ze strany vedení	1	Nepříznivé legislativní změny	4
Získání nových zákazníků	3	Růst cen energií, materiálu	3
Průnik na nové trhy	2	Ekonomická krize	4
Rozšíření prostor	5	Ztráta klíčových zákazníků	3
Snížení cen energií, materiálu	3	Zvýšení nekvality, reklamace	1
Noví zaměstnanci	4	Zastarání strojního zařízení	5
Zlepšovací návrhy zaměstnanců	4	Tlak na zvyšování mezd	2
Financování od EU	3	Snížení počtu zakázek	3

PŘÍLOHA P V: SIMULACE VÝROBNÍHO PROCESU PO AUTOMATIZACI



PŘÍLOHA P VI: MAPA HODNOTOVÉHO TOKU PO ZMĚNÁCH

