

Racionalizace výrobního pracoviště ve vybrané společnosti

Bc. Patrik Belant

Diplomová práce
2025



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: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Patrik Belant
Osobní číslo: M23130
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Racionalizace výrobního pracoviště ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na téma racionalizace výroby a zvýšení produktivity.

II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav výrobního pracoviště ve vybrané společnosti.
- Na základě analýzy výrobního pracoviště vypracujte projektový návrh zaměřený na zefektivnění výroby.
- Zhodnoťte navrhovaná opatření.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4987-0887-6.
GILCHRIST, Alasdair. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York: Apress, 2016. ISBN 978-1-4842-2046-7.
GUSTAV, Tomek a VÁVROVÁ, Věra. *Průmysl 4.0 aneb nikdo sám nevyhraje*. Půhonice: Professional, 2017. ISBN 978-8-0906-5944-5.
JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018. ISBN 978-8-0261-0800-9.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-8-0247-5717-9.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne 24.4.2025.....

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na racionalizaci výrobního pracoviště ve vybrané společnosti, konkrétně na výrobu určitého výrobku. Práce je rozdělena na dvě části. První část obsahuje teoretickou rešerši na témata průmyslového inženýrství, štíhlého podniku, výroby, produktivity, metod měření práce a průmyslu 4.0. Informace z teoretické části jsou následně využity v praktické části, která se dělí na analytickou a projektovou část. V analytické části je představena společnost, analyzován současný stav, provedena časová studie výroby, vypočítány normované časy a identifikovány nedostatky. Projektová část zahrnuje vymezení projektu, návrh řešení na základě zjištěných nedostatků a zhodnocení jednotlivých návrhů.

Klíčová slova: produktivita, analýza práce, měření práce, štíhlá výroba

ABSTRACT

The thesis focuses on the rationalization of the production workplace in a selected company, specifically on the production of a certain product. The work is divided into two parts. The first part contains a theoretical research on the topics of industrial engineering, lean enterprise, production, productivity, work measurement methods and Industry 4.0. Information from the theoretical part is subsequently used in the practical part, which is divided into an analytical and project part. The analytical part introduces the company, analyzes the current state, performs a time study of production, calculates standard times and identifies shortcomings. The project part includes project definition, proposal of a solution based on the identified shortcomings and evaluation of individual proposals.

Keywords: productivity, work analysis, work measurement, lean manufacturing

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce, paní Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph. D. za její odborné konzultace a cenné rady, které mi během tvorby této práce poskytla.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST.....	15
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	16
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	16
1.2 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	17
2 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	18
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	19
2.2 STANDARDIZACE	21
2.3 NÁSTROJE ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	21
2.3.1 Takt	22
2.3.2 Kaizen	22
2.3.3 Metoda 5S	23
2.3.4 Poka-Yoke.....	23
3 VÝROBA.....	24
3.1 TYPY VÝROBY	25
3.2 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	27
3.2.1 Technologické uspořádání	28
3.2.2 Předmětné uspořádání	29
3.2.3 Buňkové uspořádání.....	31
3.3 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ.....	31
3.3.1 Plýtvání způsobené nadprodukcí.....	32
3.3.2 Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami.....	32
3.3.3 Plýtvání způsobené opravami a zmetky	33
3.3.4 Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby	33
3.3.5 Plýtvání způsobené špatným zpracováním	33
3.3.6 Plýtvání způsobené prostoji	34
3.3.7 Plýtvání způsobené v oblasti dopravy	34
3.3.8 Plýtvání z nevyužití potenciálu pracovníků	34
4 PRODUKTIVITA	35
5 METODY MĚŘENÍ PRÁCE.....	36
5.1 PŘÍMÉ MĚŘENÍ.....	36
5.1.1 Snímek pracovního dne.....	36
5.1.2 Chronometráž.....	37
5.2 NEPŘÍMÉ MĚŘENÍ	37
5.2.1 MOST.....	37
6 PRŮMYSL 4.0	39

6.1	HISTORIE PRŮMYSLOVÉ REVOLUCE	40
6.2	PILÍŘE PRŮMYSLU 4.0	41
6.2.1	Big data.....	41
6.2.2	Autonomní roboti	41
6.2.3	Simulace	41
6.2.4	Horizontální a vertikální systémová integrace	41
6.2.5	Internet věcí.....	42
6.2.6	Kybernetická bezpečnost.....	42
6.2.7	Cloud služby.....	42
6.2.8	Aditivní výroba (3D tisk)	43
6.2.9	Rozšířená realita	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
7	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	45
7.1	INFORMACE O SPOLEČNOSTI	45
7.2	HISTORIE SPOLEČNOSTI	47
7.3	STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	48
7.4	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO	49
7.4.1	Technické díly	49
7.4.2	Pohledové díly.....	50
7.4.3	Vstřikované díly se záhlaví.....	50
7.4.4	Montážní sestavy.....	51
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	52
8.1	VÝROBA VE SPOLEČNOSTI	52
8.1.1	Vstřikování plastů.....	52
8.1.2	Povrchové úpravy	55
8.1.3	Montáž.....	56
8.2	SWOT ANALÝZA.....	56
8.3	POPIS TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VYBRANÉHO DÍLU	58
8.4	POPIS PRACOVNÍHO VSTŘIKOVACÍHO A VYBRANÉHO VÝROBKU	63
8.5	MĚŘENÍ OPERACÍ – CHRONOMETRÁŽ A BASICMOST VÝROBY ZZ00485.....	65
8.5.1	Zakládání	65
8.5.2	Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje	67
8.5.3	Vyndání kusů ze stroje	68
8.5.4	Vyndání nových kusů z přípravku.....	68
8.5.5	Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků	69
8.5.6	Odnesení zásobníku do KLT boxu.....	70
8.5.7	Odnesení KLT boxu na paletu.....	70
8.6	PŘEHLED CHRONOMETRÁŽÍ A BASICMOSTU DÍLU ZZ00485	73
8.7	VÝPOČET NORMOVANÉHO ČASU OPERACÍ DÍLU ZZ00485	74
8.8	TAKT ZÁKAZNÍKA PRO DÍL ZZ00485	78
8.9	SUMARIZACE NEDOSTATKŮ	81

8.9.1	Vysoká fluktuace.....	81
8.9.2	Zbytečné pohyby a manipulace.....	81
8.9.3	Úzké místo – Operace zakládání.....	81
9	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI	82
10	VYMEZENÍ PROJEKTU	83
10.1	PROJEKTOVÝ LIST.....	83
10.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	84
10.3	AKČNÍ PLÁN	85
10.4	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	85
10.5	RIPRAN ANALÝZA	85
11	NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ.....	87
11.1	ZMĚNA LAYOUTU VÝROBNÍHO PRACOVISTĚ	87
11.2	ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY PRVNÍ OPERACE – ZAKLÁDÁNÍ.....	88
11.3	NAHRAZENÍ OPERÁTORA LISU KOLABORATIVNÍM ROBOTEM	89
11.4	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	91
	ZÁVĚR	94
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	97
	SEZNAM OBRÁZKŮ	102
	SEZNAM TABULEK.....	103
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	104
	SEZNAM PŘÍLOH.....	105

ÚVOD

Racionalizace výrobního pracoviště je klíčovým procesem, který umožňuje zvýšení efektivity a produktivity ve výrobních společnostech. Tato diplomová práce se zaměřuje na racionalizaci výrobního pracoviště ve vybrané společnosti, přičemž kombinuje teoretické poznatky z oblasti průmyslového inženýrství, štihlého podniku, výroby, produktivity, metod měření práce a průmyslu 4.0 s praktickou analýzou současného stavu výroby.

V teoretické části práce jsou postupně rozebrány klíčové koncepty průmyslového inženýrství, které zahrnují jak klasické, tak moderní přístupy. Dále je věnována pozornost štihlému podniku, jehož cílem je eliminace plýtvání a zvýšení efektivity prostřednictvím nástrojů jako takt, Kaizen, metoda 5S a Poka-Yoke. Kapitola o výrobě se zabývá různými typy výroby, uspořádáním pracoviště a identifikací plýtvání ve výrobním procesu. Produktivita je další důležitou oblastí, která je v práci analyzována, stejně jako metody měření práce, včetně přímých a nepřímých metod, jako je chronometráž a BasicMOST. Poslední teoretická kapitola se zaměřuje na průmysl 4.0, který představuje současný trend digitalizace a automatizace výroby.

Praktická část práce začíná představením vybrané společnosti, její historie, struktury a produktového portfolia. Následuje podrobná analýza současného stavu výroby na pracovišti, která zahrnuje chronometráž a BasicMOST, výpočet normovaného času operací a určení taktu zákazníka pro vyráběný díl. Analýza současného stavu je zakončena sumarizací nedostatků, které byly identifikovány během měření a pozorování.

Na základě zjištěných nedostatků je v práci vymezen projekt racionalizace, který obsahuje projektový list, harmonogram, logický rámec a rizikovou analýzu RIPRAN. Následně jsou navržena řešení nalezených problémů, která jsou podrobně zhodnocena z hlediska jejich přínosů a realizovatelnosti.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce se zabývá racionalizací výrobního pracoviště ve vybrané společnosti, a tedy v práci je za využití metod průmyslového inženýrství navrženo řešení pro dosažení cíle, tedy pro zvýšení parciální produktivity na výrobním pracovišti pro výrobu součástky určené do posilovače řízení ve společnosti označována jako ZZ00485. Dále jsou definovány dílčí cíle práce, a to zlepšení uspořádání výrobního pracoviště a nahrazení jednoho z pracovníků za kolaborativního robota.

Při provádění analýzy a určení nedostatků je využito SWOT analýzy, jejíž jednotlivé body jsou ohodnoceny dle jejich vlivu na společnost. Při popisu výrobního pracoviště je také proveden popis vyráběného výrobku společně s technologickým postupem a fotografiemi pracoviště a přípravků s nástroji potřebnými pro výrobu. Dále je v práci provedena časová studie jednotlivých operací, které jsou na pracovišti prováděny. Přesněji jsou operace měřeny přímým měřením a to chronometráží. U každé operace je provedeno 20 měření z nichž je dále vypočítán průměr. Každá jednotlivá operace je dále zkoumána metodou BasicMOST, jakožto způsob nepřímého měření. Z naměřených časů výroby jsou dále vypočteny normované časy jednotlivých operací a dále je porovnána současná výroba s taktem zákazníka. Poslední kapitola analytické části práce se zabývá sumarizací nedostatků, jež byly v analytické práci nalezeny. Mezi těmito nedostatky je nalezena neefektivnost současného layoutu pracoviště, úzké místo u operace zakládání a problémy při zaučování nových pracovníků, které lze zmírnit snížením počtu pracovníků na pracovišti.

Po analytické části práce pokračuje částí projektovou. Nejprve je definován samotný projekt pomocí projektového listu, harmonogramu, logického rámce a RIPRAN analýzy. V následující kapitole jsou popsána navržená řešení pro řešení zjištěných nedostatků z analytické části. Na závěr práce je u navržených řešení vypočtena parciální produktivita a ta je porovnána s výchozím stavem produkce na pracovišti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství (PI) se zabývá zlepšováním efektivity výroby ve výrobních společnostech a je hnací silou přinášející úspěch hlavně při sériové výrobě. (Poláková, Bobák, 2013)

Poláková a Bobák (2013) dále píší, že PI bylo východiskem růstu automobilového průmyslu obzvláště v USA.

Obor průmyslové inženýrství spojuje dohromady matematickou statistiku, technické obory, sociologii či psychologii a snaží se najít optimální způsob, jak zabezpečit vysoce kvalitní produkci statků a služeb za minimální náklady, a dále hledá optimální využití všech vstupních výrobních faktorů v procesu. Smyslem průmyslového inženýra je navrhovat, organizovat a koordinovat součinnost výrobních systémů, lidí, materiálů, informací a energií s cílem maximalizovat produktivitu. (Tuček, Bobák, 2006)

Průmyslové inženýrství je definováno jako obor zabývající se umožněním efektivního fungování komplexních systémů řízením zdrojů, jako jsou lidské zdroje, materiál, energie, informace a finanční aktiva. Zahrnuje analýzu, návrh a implementaci systémů od malých jednotek až po velké provozy. Tato disciplína se neomezuje na tradiční produkční prostředí, ale rozšiřuje se na sektory služeb, jako je zdravotnictví, veřejná bezpečnost a bankovníctví, kde je řízení zdrojů a návrh systémů zásadní. (Singh, 2020)

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství je postaveno na několika klíčových principech, včetně pravidla intuice, filozofie jediné nejlepší cesty, deterministických systémů, zjednodušení a klasických metod experimentování. Tyto principy historicky řídily návrh a optimalizaci výrobních procesů, uspořádání zařízení a pracovních systémů. (Eilon, 1959)

Tuček a Bobák (2006) píší, že klasické průmyslové inženýrství vychází ze studia metod práce a operačního výzkumu.

Mašín a Vytlačil (2000) orientují klasické průmyslové inženýrství převážně na exaktní metody než na socio-technické vztahy. Cílem klasického průmyslového inženýrství je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupných podniku a dále také získávání a implementování nových informací a tím dosažení vyšší produktivity podniku.

1.2 Moderní průmyslové inženýrství

Moderní pojetí průmyslového inženýrství je neoddělitelně propojeno s kreativním a inovativním potenciálem každého zaměstnance. V moderní době je průmyslový inženýr povinen mimo jiné motivovat zaměstnance ke změně myšlení o již zaběhlých procesech a o produktech pro zvýšení jejich přidané hodnoty pro zákazníka. (Chromjaková, 2013)

Moderní přístupy průmyslového inženýrství jsou reakcí na dynamičnost, turbulentnost a riskantnost konkurenčního prostředí. Pro zvýšení produktivity PI reagovalo vývojem a implementací komplexních programů. Rysem těchto programů je orientace na nefyzické investice (např. rozvoj pracovníků, změna organizační struktury). (Mašín a Vytlačil, 2000)

Moderní průmyslové inženýrství se zaměřuje na zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení, zlepšení organizačních systémů, zvýšení dynamiky zlepšování procesů, zajištění kvality od vývoje až po výrobu. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Při snaze zvýšit konkurenceschopnost podniku je společnosti uchylují ke zlepšovacím iniciativám, z nichž některé jsou zmíněny Tučkem a Bobákem (2006):

- Projektování a realizace výrobních buněk,
- SMED – program rychlých změn,
- TPM – program totálně produktivní údržby,
- Poka-Yoke – program nulových vad,
- Odměňování na základě výsledků,
- Program dynamického zlepšování procesů,
- Průmyslová moderace,
- Simulace výrobních systémů aj.

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlá výroba, jejíž první výskyt byl ve výrobních systémech společnosti Toyota, znamená vyrábět více z méně. To znamená využívat méně času, místa, pracovníků, strojů a materiálu, a i přesto poskytovat zákazníkům to co požadují. (Dennis, 2016)

Štíhlostí podniku je míněno bezchybné děláni pouze potřebných činností hned napoprvé, a to rychleji než ostatní za menší finanční obnos. Štíhlost je o výrobě více produktů než konkurenti za stejných podmínek, o schopnosti vyrobit s daným počtem pracovníků více než druzí, o rychlém vyřízení vícero objednávek. Štíhlý podnik je tedy ten, jež dokáže vydělat více peněz rychleji než konkurence a vynaložit na to menší úsilí. (Košturiak a Frolík, 2006)

Pojmem „štíhlost“ je míněna filozofie používaná k vymýcení odpadu, jež byla vyvinuta v Japonsku ve 30. letech 20. století jako součást výrobního systému Toyota. Světovou pozornost si získal v 80. letech 20. století díky své kvalitě a účinnosti. (Mangaroo-Pillay, Coetzee, 2022)

Pod pojmem štíhlé řízení podniku Wester a Hitka (2022) míní přístup k průběžné optimalizaci procesů. Metodika zahrnuje celý hodnotový řetězec, v němž jednotlivé články jsou zefektivněny a tím i zeštíhleny. Hlavním cílem štíhlého managementu je používat různé štíhlé metody, postupy a principy myšlení ke koordinaci všech procesů a činností tak, aby se v holistickém výrobním systému zabránilo jakémukoli plýtvání v hodnotovém řetězci.

Toyota Production System (TPS), pojednává o štíhlém managementu jako o systému, jež je založen na neustálém zlepšování a kaizenu. Páteří TPS je „Genchi Genbutsu“ (jděte a podívejte se na problém v gembě, místě, kde se vytváří hodnota) ve spojení s kaizenem (neustálé zlepšování procesů a systému poskytování hodnoty). Problémy, se kterými se typicky štíhlé řízení potýká, jsou známé, analyzovatelné a experimentování vede k nalezení nejlepších protiopatření a jejich standardizaci. (Furlan, Grandinetti, De Toni, 2023)

Jako další výhody štíhlého managementu patří vhodnější způsoby průběžného zlepšování všech systémových procesů, a to díky rozpoznání a odstranění zbytečných nákladů na tyto procesy, tedy těch činností, které nepřispívají k přidané hodnotě pro zákazníka. (Tošanović, Štefanić, Kunkera, 2022)

Hopp a Spearman (2020) pokládají štíhlé řízení jako low-tech přístup zaměřující se na eliminaci plýtvání a vytváření hodnoty z pohledu zákazníků.

Lean management je přístup k průběžné optimalizaci procesů. Metodika zahrnuje celý hodnotový řetězec. Jednotlivé články jsou zefektivněny a tím i zeštíhleny. Hlavním cílem štihlého řízení je používat různé štihlé metody, postupy a principy myšlení ke koordinaci všech procesů a činností tak, aby se v holistickém výrobním systému zabránilo jakémukoli plýtvání v hodnotovém řetězci. (Wester, Hitka, 2022)

Implementaci štihlého managementu Prado-Prado et al. (2020) navrhuje v jeho nejširším smyslu: tedy přijetí jak štihlých principů, tak některých jeho praktických nástrojů či postupů za účelem dosažení konkurenční výhody. Při zavádění změn prostřednictvím implementace štihlého managementu musí být zohledněn kompletní hodnotový řetězec služeb. Tato implementace zahrnovala školení a zapojení zaměstnanců do projektu (personální pilíř), detekci a analýzu „plýtvání“ v procesech hodnotového řetězce (pilíř procesů) a zavedení kontrolních a měřících mechanismů v souladu s cíli (pilíř klíčových ukazatelů výkonnosti) a zavedení zlepšení akce k dosažení těchto cílů.

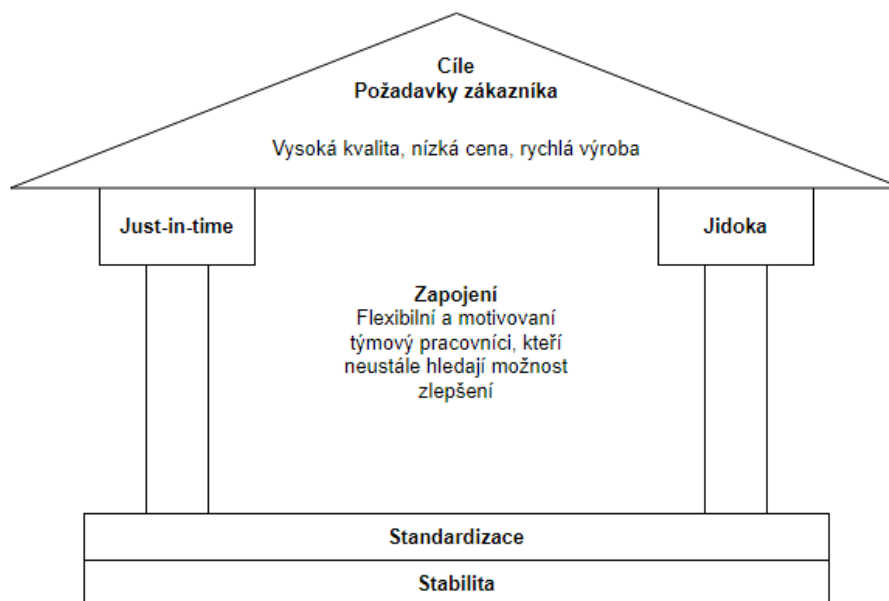
2.1 Štihlá výroba

Štihlou výrobou je především myšlena maximalizace přidané hodnoty po zákazníka. Jedná se o úsilí zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem a eliminací plýtvání v řetězci mezi nimi. (Košturiak a Frolík, 2006)

Dle Mangaroo-Pillay a Coetzee (2022) je filozofie štihlé výroby založena na pěti klíčových principech, a to:

- Hodnota – definovaná z pohledu zákazníka;
- Hodnotový tok – mapuje soubor akcí potřebných k vytvoření produktů nebo služeb;
- Flow – směřovat k nepřetržitému toku v průběhu celého procesu;
- Pull – použití pull systému;
- Dokonalost – neustále usilovat o vzor produktu/služby.

V následujícím obrázku autor Dennis (2016) vyobrazil dům štihlé výroby, kde jako základní stavební kameny štihlosti jsou vyobrazeny stabilita a standardizace, stěny domu jsou systémy Just-in-Time (systém pro produktivní výrobu) a Jidoka (systém pro zjišťování defektů). Střecha domu jsou cíle organizace zaměřené na zákazníka.



Obrázek 1 Štíhlá výroba

(zdroj: vlastní zpracování dle Dennis, 2016)

Štíhlé postupy v průmyslu nabízené nástroji štíhlého managementu způsobily revoluci v průmyslové výrobě a provozu. Tyto nástroje umožňují začlenit pragmatické kroky ke snížení plýtvání, zlepšení toku zboží a zvýšení produktivity v průmyslovém prostředí. (Lakshmanan et al., 2023)

Horváth a Szabó (2019) ve svém článku poukazují na fakt, že se změnami, jež probíhají ve společnosti se společnosti stále více zajímají o aplikaci nových technologií s cílem zajistit dlouhodobou konkurenceschopnost a umožnit jim adaptovat se na dynamicky se měnící podmínky prostředí, jako je zkracování životního cyklu produktů, zvyšování rozmanitosti a měnící se očekávání spotřebitelů.

Dále však Horváth a Szabó (2019) identifikují řadu faktorů, které by mohly bránit výrobcům v implementaci Průmyslu 4.0. Výzkumníci poukázali na to, že zvláštními problémy mohou být nedostatek kvalifikované pracovní síly a finančních zdrojů, problémy se standardizací a problémy s kybernetickou bezpečností.

Dle Polákové a Bobáka (2013) jsou výsledkem snah o zeštíhlení výroby v organizaci redukce složitosti výroby a produktů, zmenšení a odstranění mezioperačních skladů či zjednodušení výrobních procesů, materiálových a informačních toků.

2.2 Standardizace

Standardizace ve výrobě je zásadní proces pro popis konkrétních jevů ve výrobě. Zahrnuje vytvoření konzistentních postupů a pokynů pro zvýšení produktivity, kvality a efektivity. Hraje zásadní roli ve štíhlé výrobě, řízení kvality a technologických inovacích, poskytuje rámec zvýšení výkonnosti pracovníků a zajištění konkurenční výhodu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Standardizace ve výrobních procesech může vést k výraznému zvýšení produktivity. Eliminací činností, které nepřidávají hodnotu, a optimalizací pracovních postupů mohou společnosti zvýšit rychlost výroby a efektivitu. Jedna studie například prokázala zvýšení produktivity o 6,5 % zavedením standardizovaných pracovních postupů, což také vedlo k úspoře času na cyklus a zvýšení výkonu bez dalších investic do strojního zařízení. (Mor et al., 2019)

Standardizace je základním kamenem systémů řízení kvality, poskytuje jasná pravidla a pokyny, které zvyšují kvalitu produktů a využití zdrojů. Pomáhá udržovat soudržnost a spolehlivost ve výrobních procesech, což je klíčové pro splnění jak očekávání zákazníků, tak i regulačních požadavků. (Cao, 2023; Stefanovskaya et al., 2019)

Dennis (2016) poukazuje na fakt, že ne vždy je standardizace možná a uvádí pět nejčastějších důvodů nestability ve výrobě. Problémy s kvalitou příchozího materiálu či polotovarů, problémy se stroji, nedostatek vstupů, nedostatek pracovní síly a bezpečnost na pracovišti.

2.3 Nástroje štíhlé výroby

Nástroje štíhlé výroby jsou četné a rozmanité, každý slouží k jinému účelu a řeší různé druhy odpadu. Pro malé a střední podniky byla vyvinuta metodika, která pomáhá při výběru nejvhodnějších štíhlých nástrojů a zajišťuje maximální přínosy tím, že sladí výběr nástrojů s klíčovými ukazateli výkonnosti. (Pavnaskar et al., 2003; Alaskari et al., 2016)

Pro zvýšení provozní výkonnosti se v různých odvětvích běžně používá několik štíhlých nástrojů. Nástroje jako Kaizen, 5S, zkrácení doby přehozů či kontinuální materiálový tok jsou pro štíhlou implementaci klíčové. (Zahraee, 2016)

2.3.1 Takt

Takt nám určuje frekvenci výroby, s jakou musíme vyrábět neboli čas, jak dlouho musí trvat výroba jednoho produktu, abychom naplnili požadavky zákazníka. (Dennis, 2016)

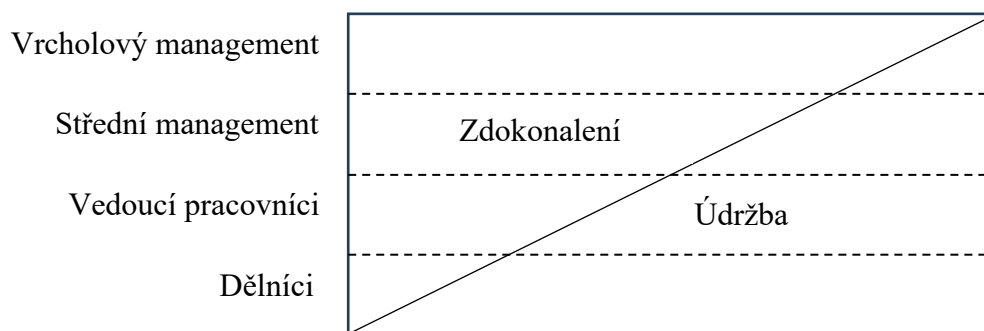
Takt je nezbytný pro nastavení tempa výrobních procesů tak, aby odpovídaly poptávce zákazníků. Pomáhá při standardizaci operací a zajišťuje, že výroba efektivně splňuje požadavky trhu. Výpočtem doby taktu mohou výrobci optimalizovat svůj výrobní tok, zkrátit doby cyklů a zlepšit spokojenost zákazníků. (Sharma, 2016)

Výpočet taktu lze provést dle následujícího vzorce: (Dennis, 2016)

$$Takt = \frac{\text{Čistý čas výroby}}{\text{Požadavek zákazníka}}$$

2.3.2 Kaizen

Kaizen je japonské slovo, které lze do češtiny přeložit jako zdokonalování. Imai (2004) pokládá za základní sdělení strategie kaizen, že ani jediný den by neměl proběhnout bez toho, aby kdekoli ve společnosti nedošlo alespoň k nějakému zdokonalení. Imai dále věří, že pracovníci společnosti mají dvě hlavní složky práce, a to nové inovace, které dále posouvají společnost a údržba již existujících systému. Čím je pozice manažera vyšší, tím více se zajímá o zdokonalení společnosti. Nekvalifikovaní pracovníci u stroje tráví většinu svého času plněním instrukcí od nadřízených. Avšak jakmile se dělník dostatečně zaučí ve svých povinnostech, tak začne přemýšlet o zdokonalování.



Obrázek 2 Japonské vnímání pracovních pozic

(zdroj: vlastní zpracování dle Imai 2006)

2.3.3 Metoda 5S

Označení 5S je určeno pro pět základních pravidel spojených se zavedením a udržováním přehledného a čistého pracovního prostoru. Pravidla pochází z japonského automobilového závodu Toyota a jedná se o tyto pravidla: (Dennis, 2016)

Rozděl „Seiri“ – je nutné projít si a zkontrolovat pracoviště a vytřídit nepotřebné položky jako například části z jiné výroby, šrot, přípravky, nečistoty, obalový materiál, různé nepotřebné nástroje.

Setříd' „Seiton“ – tomu co na pracovišti zbyde je nutné přiřadit specifické místo na které se tyto nástroje pracovníci naučí dávat.

Uspořádej „Seiso“ – je potřeba vytvořit metody úklidu pracovního prostoru, které budou vždy po ukončení práce prováděny.

Standardizuj „Seiketsu“ – nyní když po prvních třech krocích jsme vytvořili krásně vypadající pracoviště je nutné vytvořit postup práce, jež zaručí stálost této čistoty.

Dodržuj „Shitsuke“ – s pomocí dostatečné komunikace, kontrol a tréninku musíme donutit pracovníky k dodržování pořádku na pracovišti. (Dennis, 2016)

2.3.4 Poka-Yoke

Poka-yoke je japonský termín znamenající „zabraňování pochybení“. Jedná se o techniku řízení kvality, jejímž cílem je předcházet chybám ve výrobě či jiných procesech. Poka-yoke lze aplikovat v různých formách, včetně zajišťování kvality a bezpečnosti na pracovišti. Při implementaci metody se posuzují spíše procesy a provoz údržby než samotné výsledky, přičemž je vytvořen rámec pro hodnocení jejich účinnosti. (Saurin et al., 2012)

Ve výrobě se poka-yoke používá k prevenci chyb a defektů, přičemž se uznává, že chyby jsou ve výrobních procesech přirozené. Jeho cílem je buď zabránit výskytu chyb, nebo je okamžitě zviditelnit, aby bylo možné přijmout nápravná opatření. (Ghatorha, 2020)

3 VÝROBA

Januška (2018) definuje výrobu jako cílevědomou činnost transformující vstupy ve formě výrobních faktorů na výstupy neboli ekonomické statky a služby, jež jsou dále spotřebovávány.

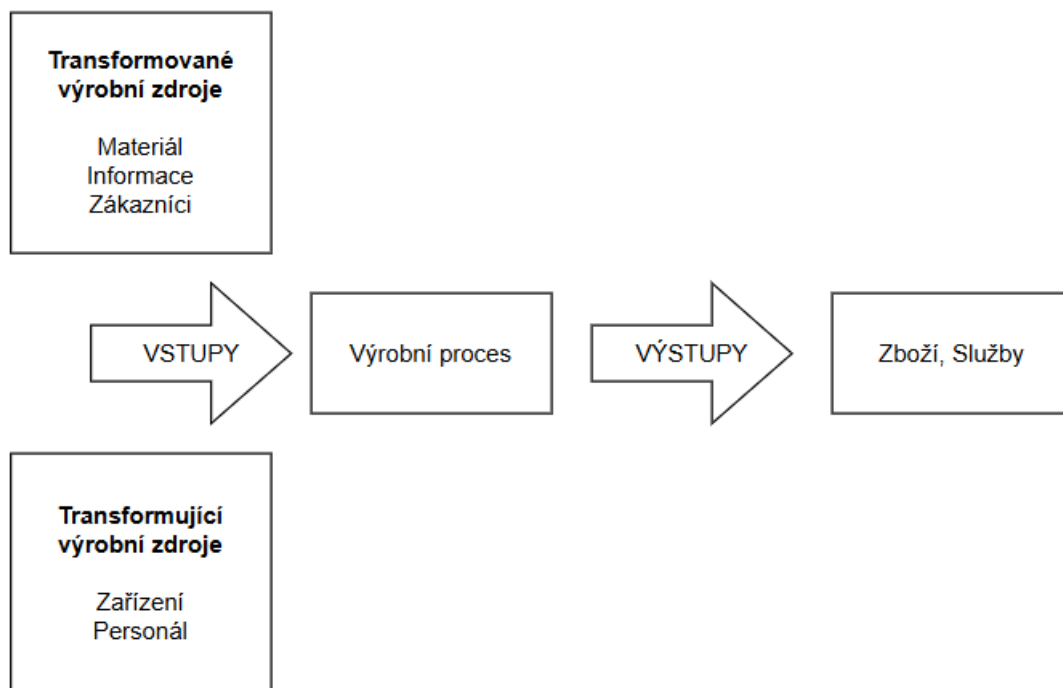
Keřkovský a Valsa (2012) definují výrobu jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, jež dále bývají spotřebovávány. V knize je dále připomenuta definice statku jako fyzická komodita s účelem uspokojení potřeb a zvýšení ekonomického blahobytu, o službách (občas označovaných jako nehmotné statky) je řečeno, že se jedná o úkony, pro které existuje poptávka na trhu.

Výroba je proces, jež v průběhu transformace zdrojů jim přidává přidanou hodnotu a tím vytváří produkty, výrobky nebo služby pro trh a zákazníky. Pro maximalizaci přidané hodnoty, jež je zdrojům dána výrobním procesem je nutné tento výrobní proces optimalizovat. (Jurová, 2016)

Jurová (2016) dále věnuje pozornost podmínkám, které jsou pro úspěšnost výrobního procesu zásadní:

- Kvalita výrobního managementu (vzdělání, úroveň informací atd.),
- stupeň rozvoje technologie a techniky,
- finanční možnosti podniku,
- omezení v pořízení a využívání produkčních zdrojů,
- výkon pracovní síly a výrobních zařízení,
- vliv okolí (ochrana přírody, legislativa atd.).

Výrobní zdroje využívané ve výrobních procesech se dělí na čtyři hlavní výrobní faktory: Práce, půda, kapitál a informace. Pojem práce jsou míněny veškeré lidské zdroje využívány ve výrobním procesu. Půdou jsou označovány veškeré přírodní zdroje, orná půda, lesy, zdroje nerostných surovin, voda či vzduch. Kapitál je výrobní faktor vznikající během samotné výroby a bývá využit jako vstup při nadcházející výrobě. Výrobní zdroje lze dále dělit na transformované a transformující. Schéma výrobního procesu lze vidět v nadcházejícím obrázku. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 3 Transformace výrobních vstupů na výstupy

(zdroj: vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012)

3.1 Typy výroby

Kavan (2002) rozlišuje druhy výrob dle množství jejich výstupů, a to na čtyři kategorie kusová výroba, sériová výroba, hromadná výroba a projekt.

Kusová výroba produkuje velké množství výrobků v malých množstvích dle specifikací zákaznických potřeb.

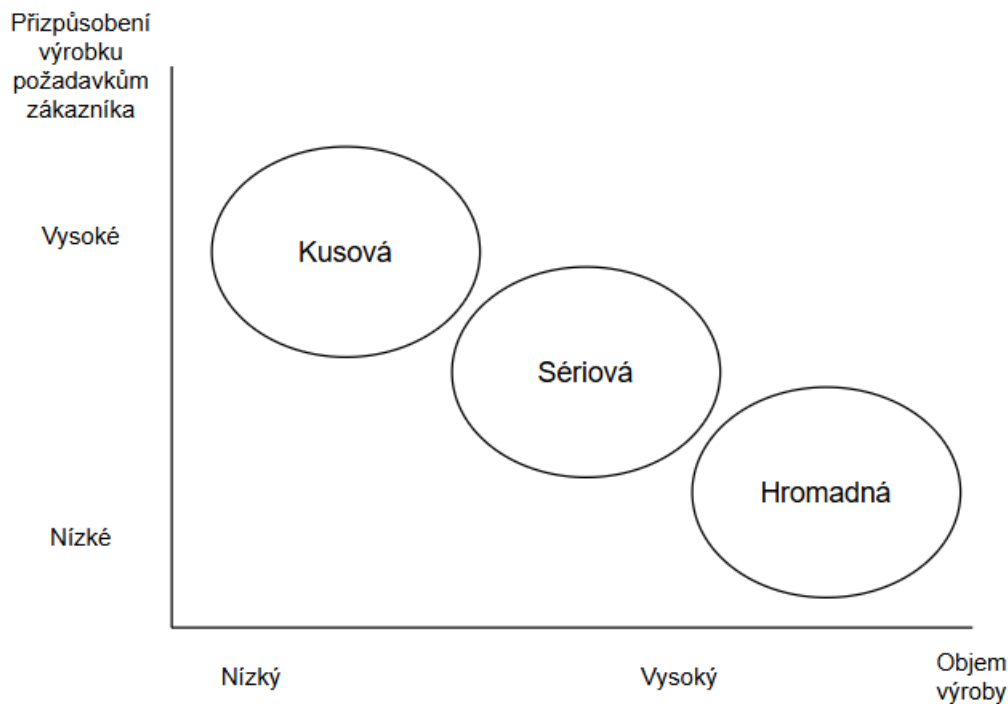
Sériovou výrobou je označována produkce několika podobných výrobků či služeb.

Výrobě velkého množství stejných výrobků a služeb se říká hromadná výroba. Typickým výrobním zařízením hromadné výroby je plně automatizovaná montážní linka. (Kavan, 2002)

Projekt je označení výrobních činností, jejichž výsledkem je dosažení unikátního výrobního cíle. Běžným příkladem této výroby je vývoj nového výrobku, instalace nové výrobní linky či změna layoutu výrobní haly. Všechny projekty jsou si podobné tím, že mají přesně stanovený začátek i konec prací a dále mají regulovaný časový rámec (Kavan, 2002)

Keřkovský a Valsa (2012) poukazují na korelaci mezi objemem výroby a možností přizpůsobení výrobku požadavkům zákazníka. Přesněji autoři poukazují na fakt, že při

kusové výrobě jsou jednotlivé vyráběné kusy přímo vytvořeny dle potřeb a preferencí zákazníka, čehož nelze dosáhnout v hromadné výrobě kde je požadována výroba velkého množství kusů v co nejmenším možném čase. Vztah mezi objemem výroby a přizpůsobením se zákaznickovy je znázorněn na následujícím obrázku.

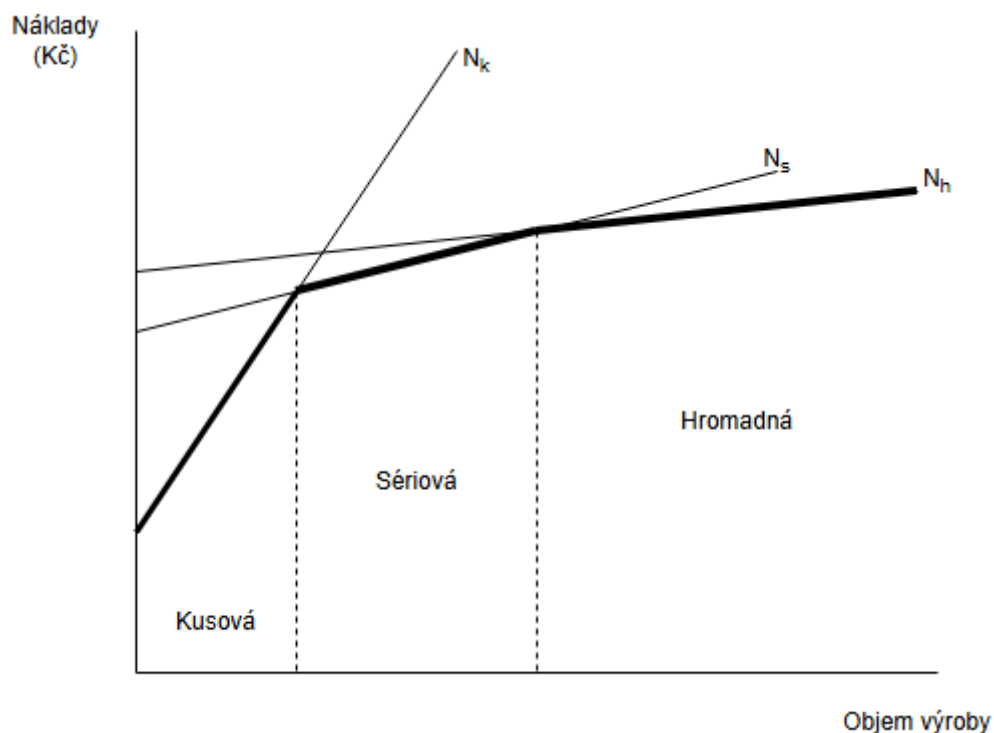


Obrázek 4 Možnost přizpůsobení výrobku požadavkům zákazníka při jednotlivých typech výroby

(zdroj: vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012)

Charakteristika kusové výroby je výroba velkého počtu různých druhů výrobků v malých množstvích. V sériové výrobě se výroba stejného druhu produktů opakuje v sériích. Při hromadné výrobě se zase vyrábí velké množství jednoho druhu produktu či malého množství druhů. (Jurová, 2016)

Výrobky vytvořené kusově lépe splňují požadavky zákazníka, tato diverzita konečného produktu je však omezena náklady na výrobu takového produktu, což se dále promítá do samotné ceny produktu. Na následujícím grafu lze pozorovat náklady na výrobu kusů při zvyšujícím se počtu daných kusů. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 5 Náklady v závislosti na typu výroby

(zdroj: vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012)

3.2 Uspořádání pracoviště

Uspořádání výrobních pracovišť má nevyhnutelný dopad na efektivnost a chod výrobních systémů. Uspořádáním pracoviště je myšlena optimalizace rozmístění výrobních oddělení, pracovních středisek a nastavení výrobních zařízení s cílem zvýšení produktivity společnosti. Úspěšnost uspořádání výrobního pracoviště je dána plynulostí výrobního toku zakázek. (Kavan, 2002)

Dle Keřkovského a Valsy (2012) bývá struktura výrobních procesů závislá na rychlosti, vzdálenost a plynulosti materiálového toku, a také na typu uspořádání pracoviště, zdali je využito technologické, předmětné či buňkové uspořádání.

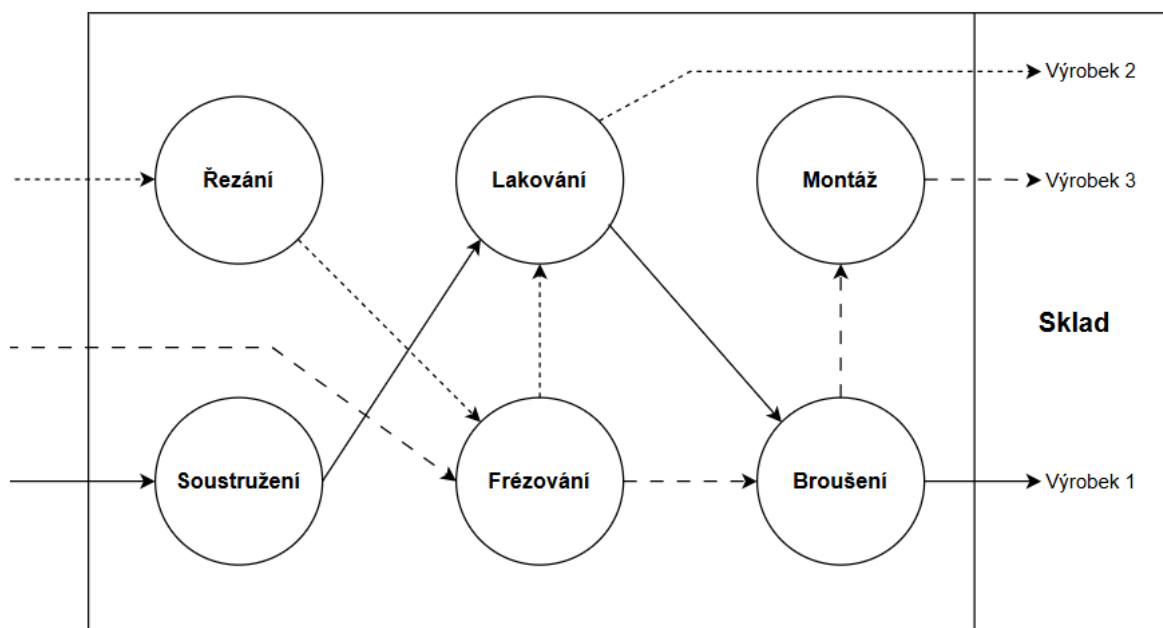
Dle Jurové (2016) bývá forma rozmístění pracovišť ovlivněna specializací výrobních procesů, průběhem výrobního procesu a materiálovým tokem.

3.2.1 Technologické uspořádání

Dle Tučka a Bobáka (2006) jsou výrobní stroje při technologickém uspořádání pracoviště seskupena dle jejich technologické příbuznosti. Jsou vytvářeny dílny se stejnými druhy strojů. Zpracovávané polotovary přecházejí mezi dílnami dle svého technologického postupu a materiálové toky v organizaci se křížují mezi sebou.

U technologického uspořádání pracoviště dochází ke sloučení výrobních operací dle jejich příbuznosti. Toto uspořádání přináší výhody u výroby se širokým spektrem součástek a při využití drahých zařízení. Mezi nevýhody technologického uspořádání patří složitost plánování výroby, náročná příprava a manipulace, nadměrné hromadění zásob či dlouhé průběžné časy výroby. (Jurová, 2016)

Dle Keřkovského a Valsy (2012) je technologické uspořádání pracoviště vhodné především při kusové výrobě.



Obrázek 6 Technologické uspořádání pracovišť

(zdroj: vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsy, 2012)

Mezi výhody tohoto uspořádání patří snadná zaměnitelnost strojů ve výrobním programu, jednodušší organizace, dosažení vysoké kvalifikace pracovníků na dané specializace, snadné zabezpečení údržby strojů. (Tuček a Bobák, 2006)

Januška (2018) jako výhody technologického uspořádání jmenuje velkou pružnost při změně výrobního sortimentu, možnou zaměnitelnost strojů v dílně a s tím i jednodušší organizaci a větší operativnost řízení.

Technologické uspořádání přináší řadu nevýhod včetně prodloužení výrobního cyklu, dlouhé cesty pro dopravu, vznik velkých zásob rozpracované výroby vedoucí k menšímu využití výrobních ploch, vznik složitých vnitropodnikových vztahů mezi dílnami, složité operativní řízení výroby aj. (Tuček a Bobák, 2006)

Jako nevýhody Januška (2018) jmenuje velké nároky na odbornost zaměstnanců, nutné velké skladové plochy, velké nároky na manipulaci s materiálem a polotovary a prodloužení výrobních cyklů.

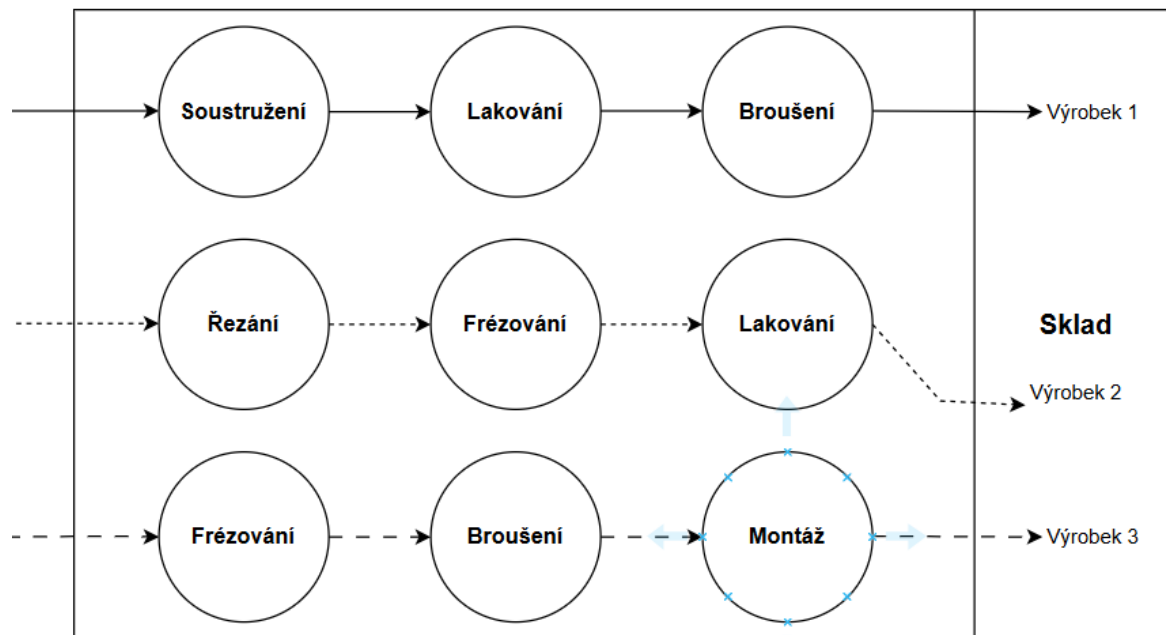
3.2.2 Předmětné uspořádání

U předmětného uspořádání dochází k vytvoření malých výrobních jednotek určených pro zpracování části či celého výrobku. Ačkoli je předmětné uspořádání orientované na výrobek, a tedy vhodné při hromadné výrobě, může nastat problém s tímto uspořádáním při změně výrobního programu. (Jurová, 2016)

Dle Tučka a Bobáka (2006) je při předmětném uspořádání výroby seskupení pracovišť provedeno dle technologického postupu vyráběných produktů. Dochází tedy k řazení technologicky nesourodých výrobních zařízení za sebou pro vytvoření nejkratší cesty pro zpracováváný výrobek.

Při využití tohoto uspořádání dochází ke zkrácení materiálových toků ve výrobě na minimum. Díky tomu bude i nízká cena vyráběného výrobku, avšak vysoké náklady při využití této metody jsou dány do vytvoření návrhu takové výrobní linky. (Januška, 2018)

Keřkovský a Valsa (2012) uvádějí jako příklad předmětného uspořádání výrobní převodových skříní ve strojírenském podniku, kde jsou shromážděny a uspořádány všechny stroje v souladu s technologickým postupem.



Obrázek 7 Předmětné uspořádání pracovišť

(zdroj: vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012)

Tuček a Bobák (2006) uvádějí jako výhody zkrácení dopravních cest, snížení počtu pracovníků manipulace, nižší náklady na manipulaci, snížení rozpracované výroby a krátká průběžná doba výroby.

Předmětné uspořádání dle Janušky (2018) přináší zkrácení průběžné doby výroby, zkrácení přepravních cest, lepší využití strojů, menší využití prostorů, nižší objem rozpracované práce a zmenšení skladovacích ploch.

Kavan (2002) doplňuje seznam výhod poukázáním na to, že díky nízkým kusovým nákladům dokáže předmětové uspořádání generovat peníze na investice do technologického rozvoje. Dále jsou šetřeny peníze na školení lidí a je podpořena automatizace rutinních činností.

Nevýhodami předmětného uspořádání jsou dle Tučka a Bobáka (2006) vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby, vyšší nároky na údržbu strojů a malá pružnost výroby.

Nevýhodami předmětného uspořádání jsou vysoké nároky na přípravu výroby, vysoké nároky na údržbu strojů a (stejně jako jiní autoři) velmi malá pružnost při změně výrobního programu. (Januška, 2018)

3.2.3 Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání výroby spojuje výhody technologického a předmětného uspořádání pro potřebu výroby malých a středních objemů více druhů produktů. Jedná se o prostorové seskupení technologicky rozdílných strojů za účelem zpracování technologicky příbuzných komponent. (Jurová, 2016)

Buňková výroba uspořádává stroje do skupin, jež jsou schopny produktivně vyrábět položky s příbuznými výrobními požadavky. Vytvořené buňky jsou zmenšenou verzí předmětové výrobní linky. Uspořádání strojů v buňce je provedeno s minimálními náklady na přepravu. (Kavan, 2002)

Keřkovský a Valsa (2012) píší k vybavenosti výrobních buněk, že každá buňka je vybavena velkým množstvím zařízení potřebných pro výrobu zadané skupiny výrobků a sama výroba je v rámci buňky optimalizovaná.

Před začátkem projektování výrobní buňky je nutno si určit počet potřebných strojů a zařízení, počet operátorů strojů, počet výrobních, pomocných a vedlejších ploch, stanovení formy uspořádání, výkresovou dokumentaci a dále je nutno zajistit logistiku výrobního procesu včetně materiálového toku, dopravní a skladovací technologie. (Jurová, 2016)

3.3 Plýtvání ve výrobě

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) je plýtvání cokoliv zvyšující náklady výrobku či služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu.

Za účelem zbavení se ztrát v podniku doporučují Váchal a Vochozka (2013) aplikovat metody štíhlé výroby.

Jurová (2016) upozorňuje, že i přesto, že bylo dosaženo viditelné zlepšení, tak to ještě neznamená, že došlo ke skutečnému zlepšení. Jurová uvádí příklad kde při snížení manipulace s materiálem vybudováním automatických dopravníků nemusí dojít ke zlepšení organizace, ale problém ztrát vzniklých manipulací materiálu může přetrvávat. Skutečné zlepšení lze dle autorky dosáhnout pouze v případě zbavení se příčin daných problémů.

Jurová (2016) dále identifikuje sedm druhů plýtvání ve výrobních procesech:

- Plýtvání způsobené nadprodukcí
- Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami
- Plýtvání způsobené defekty

- Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby
- Plýtvání způsobené špatným zpracováním
- Plýtvání způsobené prostoji
- Plýtvání v oblasti dopravy

Váchal a Vochozka (2013) jmenují ještě jeden osmý typ plýtvání, a to ztráta z nevyužití tvůrčího potenciálu pracovníků. O tomto typu ztráty se zmiňují i Košturiak a Frolík (2006).

3.3.1 Plýtvání způsobené nadprodukcí

K tomuto druhu plýtvání dochází kvůli výrobě většího množství výrobků, než je požadováno zákazníkem. Vznik je ve většině případů způsoben vyšším využitím výrobních kapacit či z důvodu výroby více kusů jako prevence před nadměrnou zmetkovitostí. (Jurová, 2016)

Hlavním důvodem vzniku nadprodukce je pocit nutnosti vyrábět v předstihu. Jako důvody vzniku nadprodukce Váchal a Vochozka (2013) zmiňují obavy z nepravidelných dodávek materiálu v budoucnu či možnými poruchami výrobních zařízení a dále při koupi nového zařízení může docházet k maximalizaci využití za účelem rychlého zaplacení ceny daného zařízení.

3.3.2 Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami

Toto plýtvání vzniká skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků či hotových výrobků. Výsledkem tohoto plýtvání jsou nadměrně velké vynaložené finanční prostředky na regály, vysokozdvizné vozíky a pracovníky. (Jurová, 2016)

Dle Váchala a Vochozky (2013) držetím zásob nepřidáváme žádnou hodnotu pro zákazníka, ale i přesto stále platíme náklady za skladování. Dále dle autorů nadměrné zásoby vážou nadměrné množství finančních prostředků. Nadměrné zásoby mohou být ve tvaru nezpracovaného materiálu na začátku procesu, na konci procesu jako hotové výrobky, které zatím nemají odbyt. Zásoby rozpracovaných polotovarů mohou vznikat i během procesu výroby. Autoři v knize radí využitím systému Just-in-Time nebo Kanban pro snížení tohoto plýtvání.

3.3.3 Plýtvání způsobené opravami a zmetky

Zmetkové výrobky jsou takové, jež nedosahují předem předepsaných standardů kvality. Součástí tohoto plýtvání je i ztráta materiálu a lidské síly, které byly spotřebovány na vytvoření zmetkového výrobku. Rozsah dopadu plýtvání způsobené zmetky je úměrný vzdálenosti kontroly kvality v procesu, čím později je kontrola kvality provedena tím horší dopad pro společnost toto plýtvání má. (Váchal a Vochozka, 2013)

Vznik nekvalitních výrobků vede ke ztrátě času potřebného na opravu neshod, dále dochází k plýtvání práce zaměstnanců a tím i k finanční ztrátě. Dále mohou defekty na výrobcích poškodit výrobní zařízení. Nakonec pokud se zmetkové kusy dostanou k zákazníkovi, tak hrozí reklamace zakázky a poškození dobrého jména firmy. (Jurová, 2016)

3.3.4 Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby

Zbytečné pohyby pracovníků jsou všechny pohyby, které nepřinášejí přidanou hodnotu, a tedy jsou neproduktivní. Jako příklady zbytečných pohybů Váchal a Vochozka (2013) poskytují zbytečné přechody, hledání potřebných pomůcek na práci, manipulace s těžkými břemeny, jež jsou nevhodné pro ruční manipulaci aj. Za účelem odstranění těchto pohybů je vhodné pro jednotlivé materiály, dokumenty, či pomůcky vyčlenit stálé a neměnné místo.

Zbytečný lidský pohyb souvisí s ergonomií pracoviště. Špatný ergonomický design negativně ovlivňuje produktivitu, kvalitu i bezpečnost. Produktivita trpí, když dochází ke zbytečné chůzi či dosahování pro potřebné nástroje. Kvalita trpí, když se pracovník musí namáhat při zpracování nebo kontrole obrobku kvůli dosahování nebo špatným podmínkám prostředí. (Dennis, 2016)

3.3.5 Plýtvání způsobené špatným zpracováním

Jedná se o plýtvání v samotném technologickém procesu výroby. Například se jedná o špatné rozmístění výrobní linky vznik otřepů kvůli nespolehlivým nástrojům či příliš náročnou kontrolu kvality. (Jurová, 2016)

Tyto ztráty vznikají převážně nadměrným odpadem při stříhání či vyřezávání z velkých kusů materiálu. Pro zmírnění dopadu těchto ztrát je vhodné jednat s dodavatelem materiálu o změně rozměrů dodávaného materiálu. (Váchal a Vochozka, 2013)

3.3.6 Plýtvání způsobené prostoji

Toto plýtvání je způsobeno nemožností pracovníka postupovat ve své práci z technicko-organizačních důvodů (např. porucha stroje, špatný materiál na výrobu apod.). Dalším důvodem vzniku může být nízká produktivita pracovníků, kteří stojí u stroje a pozorují jeho chod. (Váchal a Vochozka, 2013; Dennis, 2016)

Pokud z důvodu jakéhokoliv čekání nelze pokračovat ve výrobním procesu, jedná se o plýtvání způsobené prostojem. Tyto prostoje bývají způsobeny poruchou stroje, nedostatkem materiálu, nerovnoměrnou výrobou, absencí potřebných informací či například nadměrnou byrokracií. (Jurová, 2016)

3.3.7 Plýtvání způsobené v oblasti dopravy

Ve společnost je běžnou praxí oddělovat sklady od výroby či dělit výrobu na různé úseky. Z těchto důvodů poté je nutné výrobky mezi jednotlivými operacemi přemísťovat mezi pracovišti či skladem. Materiálový tok musí být dále zajištěn vnitropodnikovou dopravou, jejíž koupě a zajištění správné funkčnosti stojí finanční prostředky. (Jurová, 2016)

Ztráty z dopravy jsou způsobeny neefektivním uspořádáním pracoviště, příliš velkým vybavením nebo tradiční sériovou výrobou. K takovému plýtvání dochází například tehdy, když je nutné přesunout velké dávky z jednoho procesu do druhého. Menší velikosti dávek a přesun strojů blíže k sobě může snížit přepravu. (Dennis, 2016)

3.3.8 Plýtvání z nevyužití potenciálu pracovníků

Toto plýtvání bývá způsobeno chováním vedoucích pracovníků a jejich neschopností využít schopnosti a dovednosti svých podřízených. Namyšlení nadřízení věřící, že nepotřebují žádné rady a pomoc od ostatních nedokáží využít potenciál svých podřízených a tím zajistí ztrátu tvořivosti pro společnost. (Váchal a Vochozka, 2013)

4 PRODUKTIVITA

Produktivita je vyjádření, jak jsou využity zdroje při vytváření produktu. Obecný vzorec pro výpočet produktivity určitého systému je výstupy ze systému poděleny vstupy do systému. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Chromjaková a Rajnoha (2011) popisují produktivitu jako výstupy v produkčním cyklu dané do poměru se vstupy v daném cyklu, kde cílem je zvyšování této produktivity ať už zvyšováním počtu výstupů bez změny na vstupech v systému, či zmenšováním vstupů při konstantním výstupu.

Produktivitu lze ovlivnit mnoha faktory ať vně podniku, tak i faktory mimo podnik. Příklady těchto faktorů jsou Pracovní metody a postupy, kvalita strojních zařízení, kapitál a jeho využití, dovednosti zaměstnanců ve společnosti, systém hodnocení a odměňování pracovníků, dovednosti a úroveň metod průmyslového pracovníka, stav infrastruktury a stav ekonomiky a národního hospodářství. Existuje mnoho dalších podobných faktorů, jež autoři rozdělili na psychologické faktory (motivace, spokojenost atd.) a fyzické faktory (technologie, metody atd.). (Poláková a Bobák, 2013)

Produktivitu lze vyjádřit ve třech tvarech, a to parciální produktivita, index produktivity a totální produktivita. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Parciální produktivita určuje míru mezi celkovými výstupy a každým individuálním zdrojem vloženým pro vytvoření těchto výstupů. Následující vzorec ukazuje, jak parciální produktivita je vypočítána. (Mašín a Vytlačil, 2000)

$$\text{Parciální produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

Totální produktivita je poměr mezi celkovými výstupy a celkovými vstupy. Běžně bývá využita pro výpočet, kolik korun výstupu získáme při vložení jedné koruny vstupu. Vzorec pro výpočet totální produktivity se nachází pod odstavcem. (Mašín a Vytlačil, 2000)

$$\text{Totální produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Celkový měřitelný vstup}}$$

Index produktivity je poměr mezi nynější produktivitou a jejím standardem. Určuje v procentech míru práce. (Mašín a Vytlačil, 2000)

$$\text{Index produktivity} = \frac{\text{Aktuální produktivita}}{\text{Standard produktivity}} * 100$$

5 METODY MĚŘENÍ PRÁCE

Měření práce patří mezi racionalizační metody a určuje pracovní sílu jako rozhodující činitel ve výrobě. Racionalizace spotřeby času lze také chápat jako organizaci pracovních činností a optimalizaci podmínek výkonnosti. Hlavním kritériem při měření práce je poměr produktivního času a neproduktivního času. Práci lze měřit za pomoci hrubých odhadů, kvalifikovaných odhadů, využitím historických údajů či vytvořením časové studie pomocí přímého měření. (Tuček a Bobák, 2006)

5.1 Přímé měření

Přímé měření práce je metoda stanovení spotřeby času na pracovních operacích za pomoci pozorování práce a měření času pomocí stopek, popřípadě za použití specifických softwarů určených na tato měření. (Dlabač, 2015)

5.1.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je organizační analýza určená pro odhadování nedostatků pracovních procesů. Při provádění snímku pracovního dne jsou zaznamenávány veškeré vykonané pracovní činnosti konkrétního pozorovaného zaměstnance. (Princlík, 2013)

Dlabač (2023) definuje snímek pracovního dne jako techniku nepřetržitého pozorování spotřeby času během celé směny s cílem odhalení plýtvání a činností, jež nepřidávají hodnotu výrobku. Dále se snímek provádí pro návrh nové formy organizace práce. Snímkování nemusí být použito pouze ve výrobních procesech, ale lze jej využít i v administrativě.

Samotné provedení snímku Princlík (2013) rozděluje do tří fází.

Přípravná fáze: Zde je důležité si uvědomit na jaký proces bude snímek zaměřený. Dále je nutné si vytvořit tabulku v níž budou záznamy prováděny. Tabulka by měla být připravena pro rychlé a snadné provádění záznamů. Samotná tabulka by měla být schopna zaznamenat začátek činností, konec činností a popis činností. (Princlík, 2013; Opletal, 2023)

Fáze měření: V této fázi je prováděno samo měření práce. Jsou zaznamenávány činnosti, jež pracovník provádí a s nimi i časy jejich začátku a konce. Během této fáze je důležité minimalizovat zásahy měřitele do prováděných činností. (Princlík, 2013)

Fáze vyhodnocení: Je vytvořena sumarizace činností a jejich kategorizace na činnosti přidávající hodnotu a činnosti nepřidávající hodnotu. (Princlík, 2013)

5.1.2 Chronometráž

Chronometráž bývá využíván ke stanovení délky trvání určité pracovní operace. Princip metody tkví v rozložení měřených operací na jeho dílčí úseky, a dále zaznamenávání spotřeby výrobního času jednotlivými úseky. (Dlabač, 2023)

Provedení chronometráže přináší měřiteli možnost balancování operací a přesouvání jednotlivých úseků mezi pracovníky, dále definování problémových úkonů a úzkých míst v operaci a také chronometráž zajišťuje vysokou spolehlivost měření úkonů (po vyloučení extrémních hodnot). (Dlabač, 2023)

5.2 Nepřímé měření

Nepřímé měření bývá používáno pro rozbor úkonů na základní pohyby. Mezi výhody nepřímého měření patří nezávislost na momentálním pracovním nasazení pracovníků, stanovení časů budoucích operací a racionalizace pracovního postupu. (Dlabač, 2015)

5.2.1 MOST

Maynard Operation Sequence Technique (přeloženo Maynardova technika sekvenčních modelů), ve zkratce MOST je technika využívaná v průmyslovém inženýrství v rámci zjednodušení práce analytika při měření práce. Průmyslový inženýr Kjell Zandin, tvůrce systému MOST, zaznamenal jisté opakující se vzorce při přemísťování objektů. Mezi tyto činnosti patří například sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Po identifikaci těchto činností byly uspořádány jako sekvence pohyblivých prvků. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Metoda MOST je dále dělena na tři formy, a to Basic MOST (jež je nejpoužívanější z těchto forem), Mini MOST a Maxi MOST.

- Mini MOST je určen pro měření operací trvající mezi 2 až 10 sekundami.
- Basic MOST měří operace od 10 sekund až do 10 minut.
- Maxi MOST měří pracovní cykly trvající více než 2 minuty. (Vlček, 2019)

Metoda MOST zná celkem čtyři sekvence. Jedná se o

- Sekvence obecné přemístění – pro prostorové přemístění objektu volně vzduchem
- Sekvence řízené přemístění – pro přemístění objektu, který v průběhu přemísťování zůstává v kontaktu s povrchem nebo je připojen k jinému objektu

- Sekvence použití nástroje – pro použití běžných ručních nástrojů
- Sekvence ručního jeřábu – pro přemísťování objektů za pomoci ručního jeřábu (Mašín a Vytlačil, 2000)

Obecné přemístění je sekvence složena ze čtyř subaktivit a to „Akce na určitou vzdálenost“ (A); „Pohyb těla“ (B); „Získání kontroly“ (G) a „Umístění“ (P). Tyto subaktivity jsou dále seřazeny do pořadí, v němž se uskuteční při plnění operace obecného přemístění. Tato sekvence je

A B G A B P A.

Těmto subaktivitám jsou dále přidány indexy vybrané dle charakteru dané subaktivity. Tyto indexy v dalších krocích postupu metody určují dobu provádění dané sekvence. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Řízené přemístění je používáno pro operace jako například manipulace s pákou či klikou, aktivace tlačítka nebo vypínače, či posunutí objektu po ploše. Nové subaktivity pro tuto sekvenci jsou „Přesun řízený“ (M); „Procesní čas“ (X) a „Vyrovnání“ (I). Pořadí subaktivit jež tvoří sekvenci řízené přemístění je

A B G M X I A.

Dle data karty pro Basic MOST jsou v této subaktivitám v této sekvenci dále přiřazeny indexy podobně jako u obecného přemístění. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Sekvence použití nástroje se skládá z aktivit vložených do pořadí

A B G A B P * A B P A.

Hvězda v sekvenci je při praktickém použití sekvence nahrazena jedním ze sedmi písmen dle toho, jaký nástroj se používá a co se s ním dělá. Subaktivity jež mohou nahradit hvězdu jsou „Utáhnout“ (F); „Uvolnit“ (L); „Dělit“ (C); „Povrchová úprava“ (S); „Měření“ (M); „Zaznamenávání“ (R) a „Myšlení“ (T). (Mašín a Vytlačil, 2000)

6 PRŮMYSL 4.0

Průmysl 4.0 byl spuštěn potřebou zkrátit vývojové a inovační cykly, individualizací poptávky a touhou po zvýšení efektivnosti zdrojů. Průmysl 4.0 je poháněn významným pokrokem a přístupem k informacím, komunikaci a k technologie určeným pro automatizaci procesů, jako je internet věcí (IoT), velká data, umělá inteligence, kolaborativní roboti a simulace (Ferreira et al.; 2022)

Dle Skiltona a Hovsepiana (2018) je průmysl 4.0 spojením průmyslové výroby a informačních a komunikačních technologií.

Akyazi et al. (2020) píší, že průmysl v poslední době čelí rychlým a neustálým změnám v důsledku současné průmyslové revoluce Průmysl 4.0, která také zásadně změnila celkovou dynamiku průmyslu. Vzhledem k nastupující digitalizaci se modely výroby mění prostřednictvím využívání chytrých technologií, jako je robotika, umělá inteligence (AI), internet věcí (IoT), strojové učení atd. Zažívají novou fázi automatizace, která umožňuje inovativní a efektivnější procesy, produkty a služby.

Dle Ferreira et al. (2022) bude průmysl 4.0 ústřední strategií pro posílení konkurenceschopnosti výrobního sektoru v nadcházejících letech.

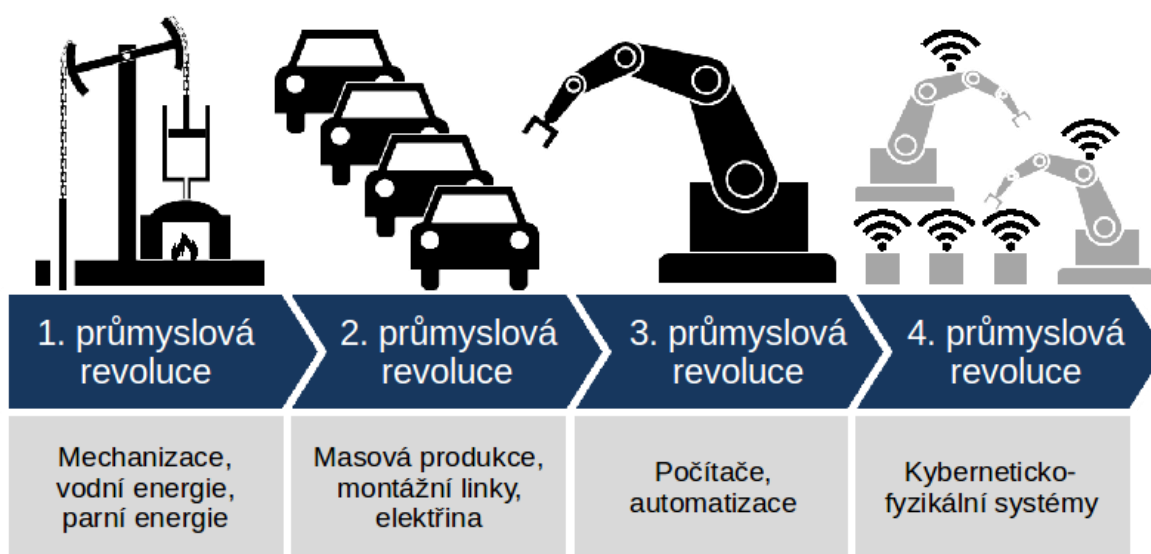
Vize průmyslu 4.0 je ta kde výrobní byznysy vybudují globální síť pro kybernetické propojení svých strojů, továren a skladovacích prostor, pro centralizovanou a inteligentní kontrolu všech prvků a efektivnější řízení procesů ve společnosti. Cílem průmyslu 4.0 je přinést zlepšení výrobních procesů v celém systému, přes inženýrství, využití materiálů, dodavatelské řetězce a řízení životního cyklu produktu. (Gilchrist, 2016)

Tomek a Vávrová (2017) uvádějí, že cílem čtvrté průmyslové revoluce je vytvoření inteligentní továrny vyznačované především všestranností, účinným využíváním svých zdrojů a zajištění bezpečnosti práce pomocí zásad ergonomie.

Awad, Hashem a Naguib (2022) píší, že v rámci čtvrté průmyslové revoluce může firmám jako významná zbraň pomoci štihlý management. Konkrétně výzkumníci píší o pomoci při nacházení jedinečných řešení jejich vlastních jedinečných problémů. Dále ve své práci poukazují na patrný nárůst informovanosti firem po celém světě o jejich naléhavé potřebě dosáhnout ekonomické udržitelnosti.

6.1 Historie průmyslové revoluce

Tomek a Vávrová (2017) ve své knize poukazují na tři předchozí průmyslové revoluce. První průmyslová revoluce je charakteristická vznikem mechanizace výroby za využití vodní a parní energie. Druhá průmyslová revoluce je známá rozvojem montážních linek a s nimi i sériovou a hromadnou výrobou. Začátkem využívání informačních technologií a elektroniky je známá třetí průmyslová revoluce, jejíž cílem bylo podpoření rozvoje automatizace. A poslední čtvrtá průmyslová revoluce označuje snahu o vytvoření chytré továrny.



Obrázek 8 Čtyři průmyslové revoluce

(zdroj: Rosen, 2015)

Průmyslové revoluce mají za následek příchod převratných skokových inovací. První průmyslová revoluce, která přišla koncem 18. století, započala rozvoj manufakturní výroby za využití energie z páry a vodních toků. Počátkem 20. století přišla druhá průmyslová revoluce, jež bývá charakterizována pásovou výrobou, využíváním elektřiny a příchodem spalovacích motorů. S vývojem mikroprocesoru v 70. letech 20. století přišla třetí průmyslová revoluce, v níž je patrné využití počítačů a automatizace výrobních linek. (Nenadál, 2018)

6.2 Pilíře průmyslu 4.0

V rámci průmyslu 4.0 existuje devět pilířů technologického pokroku, které daný průmyslový pokrok tvoří. Tyto pilíře společně automatizují, integrují a optimalizují výrobní technologie, jež jsou používány ve výrobních společnostech. (McCormick, 2018)

6.2.1 Big data

V dnešní době bývá průmyslový sektor zahlcen obrovským množstvím dat z různých zdrojů, které je potřeba roztrždit na důležitá a nedůležitá data a dále katalogizovat a analyzovat za účelem zlepšení procesů ve společnosti. Podniky si nemohou dovolit tyto data ignorovat a nevyužívat příležitosti optimalizovat své výrobní a nevýrobní procesy a dále zvyšovat spokojenost zákazníků s jejich produkty. (Gilchrist, 2016)

Dostupnost údajů o všech aspektech vývoje, výroby a testování produktů dodává výrobě nový rozměr a umožňuje cílenější inovace, marketing a rozhodování. (Kiran, 2019)

6.2.2 Autonomní roboti

Použití robotů ve výrobním procesu již není novinkou. Technologie robotizace však také podléhají vývoji. Tvůrci těchto robotů je navrhují tak, aby byli soběstační, autonomní a interaktivní, takže již nejsou pouhými nástroji používanými lidmi, ale jsou již integrálními pracovními jednotkami, které fungují vedle lidí. (Gilchrist, 2016)

6.2.3 Simulace

Dříve, pokud chtěli výrobci otestovat, zda proces funguje spolehlivě a efektivně, bylo zapotřebí daný proces spustit a metodou pokus, omyl přijít na jeho nedostatky. Průmysl 4.0 využívá virtualizaci k vytváření digitálních dvojčat, která se používají pro simulační modelování a testování a budou hrát významnější roli v optimalizaci výroby i kvality produktů. (Gilchrist, 2016)

6.2.4 Horizontální a vertikální systémová integrace

Mít plně integrované operační a informační systémy je něco, k čemu Průmysl 4.0 směřuje. Cílem je vytvořit systém, kde jsou inženýrství, výroba, marketing a poprodejní služby úzce propojeny. Podobně budou více integrované i společnosti v dodavatelském řetězci, což povede k sítím pro integraci dat, spolupráci na úrovních automatizace a plně automatizovaným hodnotovým řetězcům. (Gilchrist, 2016)

6.2.5 Internet věcí

Pojmem internet věcí označují Skilton a Hovsepian (2018) automatizační a komunikační síť inteligentních jak vestavěných, tak externích senzorů a strojů jež tvoří inteligentní průmyslovou továrnu a životní cyklus dodavatelského řetězce.

Internet věcí je systém, v němž mohou být různé objekty řízeny na dálku a v němž tyto systémy mohou spolu navzájem interagovat. Tyto integrace lze zařídit díky vloženým čipům, senzorům a softwaru. (Nenadál, 2018)

6.2.6 Kybernetická bezpečnost

Bezpečnost je považována za jednu z největších zábran adopce průmyslu 4.0 a propojení průmyslových funkcí skrze internet. Strach, jež je spojen s otevřením výrobních procesů a vystavením těchto procesů potenciálním narušením či ztrátě dat je velký, avšak mnohdy neopodstatněný. Gilchrist (2016) poukazuje na skutečnost, že běžně výrobní sítě zůstávají imunní většině útoků jednoduše díky jejich architektura a protokoly jsou příliš rozdílné od IT podniků a počítačových zařízení pro běžnou spotřebu.

Dle Gilchrista (2016) se s přibývajícím digitalizací výroby bude nutno zaměřit i na vytvoření sofistikovaných bezpečnostních mechanismů. Firewally či zařízení pro detekci narušení se ve společnostech vyskytují jen zřídka, protože v jednoduchých izolovaných LAN sítích na ně bylo málo požadavků. Samozřejmě s větší digitalizací tato izolace lze čím dále hůře udržet, a tedy s růstem společnosti je nutno se zaměřit u na vytvoření robustní bezpečností politiky v rámci kybernetické infrastruktury.

6.2.7 Cloud služby

Velké datové soubory zahrnuté v Průmyslu 4.0 znamenají, že sdílení dat bude nejen žádoucí, ale také nezbytné pro využití všech možností v rámci hodnotového řetězce. Jen málo výrobních závodů však bude mít skladovací kapacitu pro ukládání a analýzu obrovského množství shromážděných dat. Naštěstí poskytovatelé cloudových služeb mají kapacitu a mohou vytvořit privátní cloudy vhodné pro ukládání a zpracování výrobních dat. (Gilchrist, 2016)

6.2.8 Aditivní výroba (3D tisk)

Aditivní výroba, jako je 3D tisk, umožňuje výrobcům přicházet s prototypy a zkoušet funkčnost koncepčních návrhů, což výrazně snižuje čas a úsilí při navrhování. Aditivní výroba také umožňuje výrobu malých sérií přizpůsobených produktů, které nabízejí vyšší hodnotu pro zákazníky a zároveň snižují nákladovou a časovou neefektivitu pro výrobce. (Gilchrist, 2016)

S Průmyslem 4.0 budou metody aditivní výroby široce používány k výrobě malých sérií přizpůsobených produktů, které nabízejí konstrukční výhody, jako jsou konstrukčně složité a váhově lehké prototypy. Vysoce výkonné decentralizované systémy aditivní výroby sníží přepravní vzdálenosti a zásoby. (Kiran, 2019)

6.2.9 Rozšířená realita

Jedním z cílů každého podniku je snížit režijní náklady na údržbu a školení spojené s výrobou, marketingem a poprodejní podporou. Pro zlepšení postupů údržby a snížení nutnosti placených odborníků na pracovišti se společnosti obracejí na systémy založené na rozšířené realitě. (Gilchrist, 2016)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

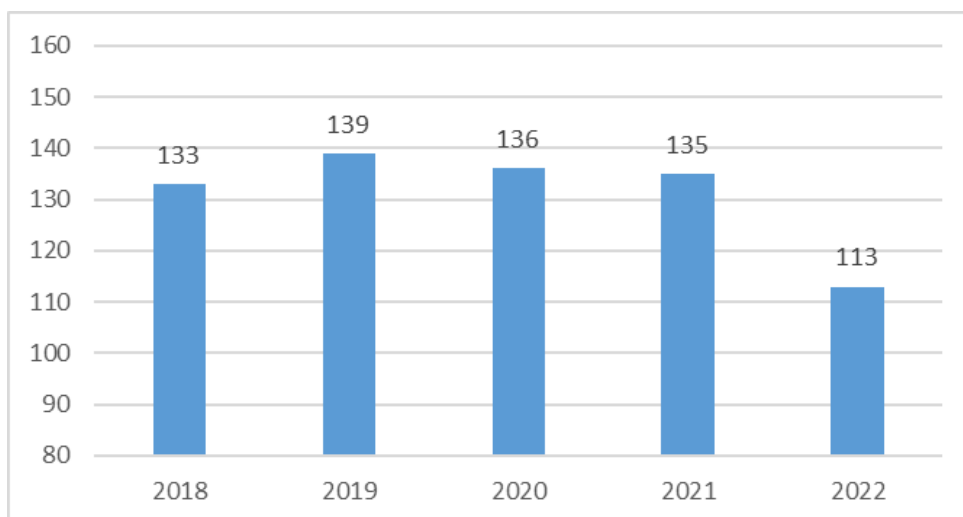
První kapitola praktické části této diplomové práce je zaměřena na společnost, která požaduje být utajena, proto bude dále v práci označována jako „organizace XYZ“, „organizace“ či „společnost“.

7.1 Informace o společnosti

Hlavní zaměření organizace XYZ je výroba technických plastových dílů pomocí technologie vstřikování, jejich následnou úpravou a kompletací. Společnost je dceřinou společností německou organizací zabývající se výrobou příslušenství z plastů a kovů a díky podpoře mateřské organizace byla společnost XYZ schopna již od začátku své existence nabídnout zákazníkům komplexní servis v oblasti výroby plastových dílů. (Interní dokumentace společnosti)

Společnost vznikla dne 12. listopadu 2001 se základním kapitálem ve výši 200 000 Kč. Sídlo společnosti je umístěno ve Zlínském kraji. Právní forma společnosti je společnost s ručením omezeným. Společnost se zabývá převážně výrobou plastových výrobků pro automobilový průmysl. (Interní dokumentace společnosti)

Podle počtu zaměstnanců je společnost označena jako střední podnik. Dle svazu průmyslu České republiky se za střední podnik považuje podnik, který má mezi 100 až 250 zaměstnanci. V posledních letech si společnost udržuje stabilní zaměstnanost kolem 135 zaměstnanců, v roce 2022 tento údaj klesl na hodnotu 113. Hodnoty jsou vždy shromážděny k poslednímu dni daného roku. Zaměstnanost společnosti lze vidět v následujícím grafu. (Interní dokumentace společnosti)



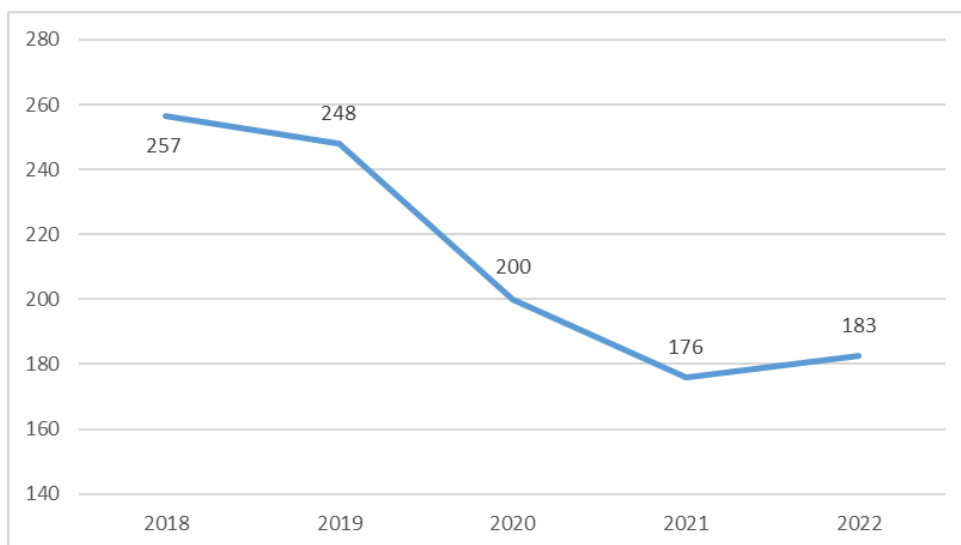
Obrázek 9 Počet zaměstnanců od roku 2018 do 2022

(zdroj: vlastní zpracování dle interní dokumentace společnosti)

Dle klasifikace ekonomických subjektů CZ – NACE spadá společnost do skupiny 222 Výroba plastových výrobků; 22 190 Výroba ostatních pryžových výrobků a 25 990 Výroba ostatních kovodělných výrobků j. n. (Interní dokumentace společnosti)

Pro lepší konkurenceschopnost na trhu výrobků firma investovala do prvků kvality, jež jsou nutné pro získání certifikátu EN ISO 9001, který v roce 2007 získala a od té doby pravidelně prodlužuje jeho platnost udržováním a zlepšováním systému řízení kvality. Organizace je dále držitelem certifikátu IATF 16949, který prvně získala v roce 2016 a jehož účelem je rozšířit požadavky na systém kvality podle ISO 9001 v automobilovém průmyslu. IATF 16949 klade důraz na rozvoj systému managementu kvality. Dle normy musí být systém kvality procesně orientovaný na neustálé zlepšování; na prevenci vad a na snižování odchylek a plýtvání v dodavatelském řetězci. (Interní dokumentace společnosti)

Společnost v minulých letech dosahovala kolem 250 tis. korun čistého obrátu, tato hodnota se však v posledních letech snížila z důvodu pandemie COVID 19 a oslabení světové ekonomie. V následujícím grafu je zobrazen čistý obrát mezi lety 2018 až 2022. (Interní dokumentace společnosti)



Obrázek 10 Čistý obrat (v tis. Kč) od roku 2018 do roku 2022

(zdroj: vlastní zpracování dle interní dokumentace společnosti)

7.2 Historie společnosti

Společnost, v níž byla praktická část této diplomové práce provedena je součástí nadnárodní skupiny. Mateřská společnost sídlí v Německu, kde byla založena v roce 1991. (Interní dokumentace společnosti)

Organizace XYZ byla založena v roce 2001 a rok poté došlo k zahájení sériové výroby v pronajatých prostorách. Již od svého začátku se firma zaměřila výhradně na výrobu plastových výlisků. (Interní dokumentace společnosti)

V roce 2005 se společnost z důvodu nedostatku prostor přestěhovala do nového vybudovaného závodu ve Zlíně. Od roku 2006 společnost rozšířila technologické vybavení svého závodu a tím i portfolio svých produktů zavedením technologie vakuového pokovení. (Interní dokumentace společnosti)

Nadcházejícím rokem společnost s cílem zvýšení konkurenceschopnosti zahájila implementaci standardů normy ISO TS 16949 a dále v roce 2008 došlo k zahájení implementace standardů 5S do výroby. (Interní dokumentace společnosti)

Se zvýšením kvality a prokázání tohoto díky získaným certifikacím v předchozích letech došlo ke zvýšení počtu nových zakázek a ke zvýšení poptávce po produktech společnosti. Na tuto skutečnost společnost reagovala v roce 2011 přístavěním nové v pořadí již třetí haly a navýšením skladovacích prostor o 600 m². (Interní dokumentace společnosti)

7.3 Struktura společnosti

Vrcholový management společnosti tvoří dva jednatele, kteří mají oprávnění zastupovat firmu a podepisovat veškerou dokumentaci související s její činností. Stejná práva náleží také firemnímu prokuristovi. Organizační struktura firmy je rozdělena do osmi hlavních oddělení: kvalita, logistika, projekty, výroba, personalistika, obchod, controlling a účetnictví. Schéma této struktury je znázorněno v grafu na konci této podkapitoly.

Oddělení výroby je největším oddělením ve firmě a zahrnuje několik specializovaných částí, jako je výroba na lisovně plastů, výroba na vakuovém pokovení, montážní výroba a činnosti nástrojárny. Ta se zaměřuje především na přípravu forem pro lisovnu nebo výměnu náhradních dílů. Oddělení výroby dále odpovídá za údržbu výrobních zařízení i budov. S tímto oddělením úzce spolupracuje procesní inženýr, který má na starost tvorbu norem, layoutů a optimalizaci výrobních procesů.

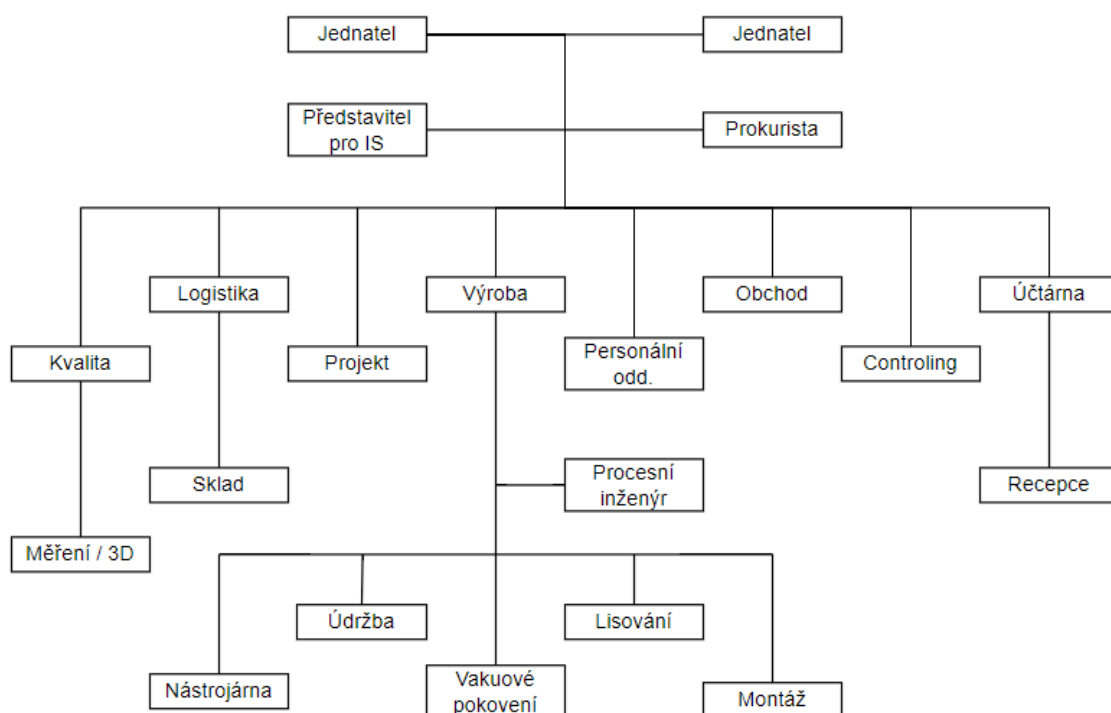
Obchodní oddělení se zaměřuje na komunikaci s potenciálními zákazníky, získávání nových projektů a tvorbu nabídkových kalkulací. Pokud je projekt přijat, přebírá jeho agendu projektové oddělení.

Projektové oddělení určuje projektového inženýra, který společně s technologem připravuje výrobu nových dílů. Součástí této přípravy je zadání výroby forem, zajištění obalových materiálů a výrobních přípravků. Projektový inženýr také ve spolupráci s inženýrem kvality domlouvá se zákazníkem specifické požadavky na výrobky.

Oddělení kvality má na starosti komunikaci se zákazníky, zajišťování podmínek pro kontrolu a přípravu hraničních, chybových a referenčních dílů, které slouží jako vodítko pro kontrolory, operátory strojů nebo seřizovače. Po dohodě mezi projektovým oddělením s oddělením kvality dochází k vzorkování výroby na nové formě, jejímu doladění a ověřovacímu provozu, po kterém následuje zahájení sériové výroby.

Logistické oddělení zajišťuje od začátku výroby až po dodání zakázky nákup materiálů, příjem zboží, distribuci obalových materiálů, skladování hotových výrobků a jejich doručení zákazníkovi. Zároveň každý týden předává oddělení výroby požadavky zákazníka.

Oddělení controllingu vyhodnocuje data získaná z různých firemních procesů. Tyto analýzy poskytují zpětnou vazbu o efektivitě, hospodaření a dalších sledovaných ukazatelích na pravidelné týdenní bázi.



Obrázek 11 Organizační struktura společnosti

(zdroj: vlastní zpracování dle interní dokumentace společnosti)

7.4 Produktové portfolio

Organizace vlastní 21 vstřikovacích lisů značky Arburg a Engel na nichž může lisovat výrobky dle požadavků zákazníka, a to ve velikostech od desítek milimetrů až po 70 centimetrů.

7.4.1 Technické díly

Jedná se o díly vyráběné vstřikováním plastů. Díly jsou často používány v kontrolních mechanismech automobilů nebo v motorových systémech automobilů. Technické díly jsou po vy lisování předány na dopravní pás v blízkosti lisů a z něj je přebírán operátorem stroje, kontrolován a ukládán do obalového materiálu určený pro danou výrobu. Kusy mohou být také vyráběny jako tzv. volně padané díly, u jejichž výroby není nutná nepřetržitá obsluha, ale stroj bývá řízen kvalifikovaným operátorem, jenž má na starosti více takto nastavených strojů. Při volně padané výrobě jsou díly dále přesunuty na montážní středisko, kde jsou dále kontrolovány a buď ukládány do obalového materiálu v kterém jsou předány do skladu pro zákazníka či jsou použity jako komponenty při montáži.

7.4.2 Pohledové díly

Pohledovými díly jsou myšleny výrobky, jež jsou zákazníkem dále použity pro exteriér daného vyráběného automobilu. U pohledových dílů je vždy nutná důkladná kontrola před otěry, otisky, škrábance či jinými nedokonalostmi. Pohledové díly mohou dále projít operací vakuového pokovení, a tedy je nutné tyto díly vyrábět na lisech s namontovanou a funkční ionizační lištou, která nově vyrobené díly ofouká ionizovaným vzduchem a tím je chrání před prachem a nežádoucími částicemi ve vzduchu. Dílce mohou být lisovány ve dvou variantách rozděleny na pravý díl a levý díl. Po vylisování jsou robotem odebrány a položeny na pás, kde jsou odebírány operátorem, důkladně kontrolovány a dále zabaleny do obalového materiálu. Tyto díly jsou dále manipulantem přesunuty do prostoru s kovičkama, kde jsou díly vakuově pokoveny hliníkem.



Obrázek 12 Pokovený pohledový díl

(zdroj: interní dokumentace společnosti)

7.4.3 Vstřikované díly se zálisky

Vstřikované díly se zálisky jsou druhem technického dílu, u kterého dochází k zastříknutí kovových zálisků. Až na výjimky se tyto díly vyrábějí na lisech s otočným stolem a dvěma spodními nepohyblivými částmi vstřikovací formy. Operátor vloží zálisky, na něž se bude vstřikovat plast do jedné spodní části formy a zmáčknutím tlačítka se stůl otočí o 180° a lis spustí operaci lisování, pracovník mezitím vyndá vyrobený výlisek z druhé spodní části formy, na níž se nachází již hotový výlisek. Po kontrole dílu ho operátor uloží do obalového materiálu, založí nový zálisek do formy a zmáčknutím tlačítka znovu dojde k otočení stolu o 180° a k lisování nového dílu.



Obrázek 13 Vstříkovaný díl se zálisky

(zdroj: interní dokumentace společnosti)

7.4.4 Montážní sestavy

Technické díly, které byly zmíněny v předchozí podkapitole mohou být dále montovány dle požadavků zákazníka. Díly, jež jsou vyráběny jako padavá výroba jsou také dále přesunuty do montážní dílny, kde jsou pracovníky montáže kontrolovány, v případě nalezení nesrovnalostí opravovány či vyhazovány jako zmetky a dále jsou baleny a přichystány na předání zákazníkovi.



Obrázek 14 Montovaný díl

(zdroj: interní dokumentace společnosti)

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole je přiblížen současný stav výroby ve vybrané společnosti, výrobní postup výroby plastových zálisků a popis výrobního pracoviště vstřikolisu. Dále je v kapitole popsán výrobek s označením ZZ00485, jež je na pracovišti vyráběn a k této výrobě jsou zhotoveny přímé i nepřímé měření operací práce, které jsou dále analyzovány a u nichž je vypočítán normovaný čas. Kapitola je zakončena porovnáním současné výroby s taktem zákazníka.

Díl ZZ00485 byl vybrán pro detailní analýzu z důvodu vysokého zatížení na lidskou práci. Díly bývají většinou vyráběny ve tříčlenných skupinách a kvůli tak vysokému vytížení dochází ke zpomalení či pozastavení jiných výrobních procesů. Cílem této analýzy je prozkoumat možnosti, jak dosáhnout snížení lidského vytížení výroby bez snížení kvality práce či produktivity.

8.1 Výroba ve společnosti

Analyzovaná společnost se zabývá výrobou plastových zálisků pomocí metody vstřikování plastů, dále se ve společnosti nachází vakuové kovičky určené pro pokovení výrobků hliníkem a také montážní haly určené pro montáž zálisků.

8.1.1 Vstřikování plastů

Výroba plastů pomocí metody vstřikování probíhá na 21 hydraulických vstřikovacích lisech značky Arburg a Engel. Převážně výroba probíhá na strojích značky Arburg s uzavírací silou od 25 do 400 tun. U vybraných strojů ve společnosti jsou připojeny CNC roboti, s nimiž jsou vyráběny pohledové díly. Roboti u strojů jsou opatřeni greiferem určeným pro konkrétní výrobu, díky kterému může robot pomocí přísavky či klepítek odebírat v pravidelných časových úsecích kusy a pokládat je na dopravníkový pás u stroje. Stroje, u nichž se nachází robot pro odebírání pohledových kusů jsou na obrázku vyznačeny zelenou barvou.

Dále se ve společnosti nachází tři stroje s otočnými stoly vyčleněné pro výrobu díly se zálisky (Jedná se o stroje vyznačené modře na obrázku layoutu haly). Oranžově vyznačené lisy nejsou opatřeny roboty a probíhá u nich tzv. padavá výroba, popřípadě tyto stroje mohou být dle potřeb upraveny na výrobu dílů se zálisky.

Pro každý lisovaný výrobek je nutné mít speciálně vytvořenou vstřikovací formu, jež seřizovači upevňují na stroj během přetypování výroby. Forma může mít vícero dutin

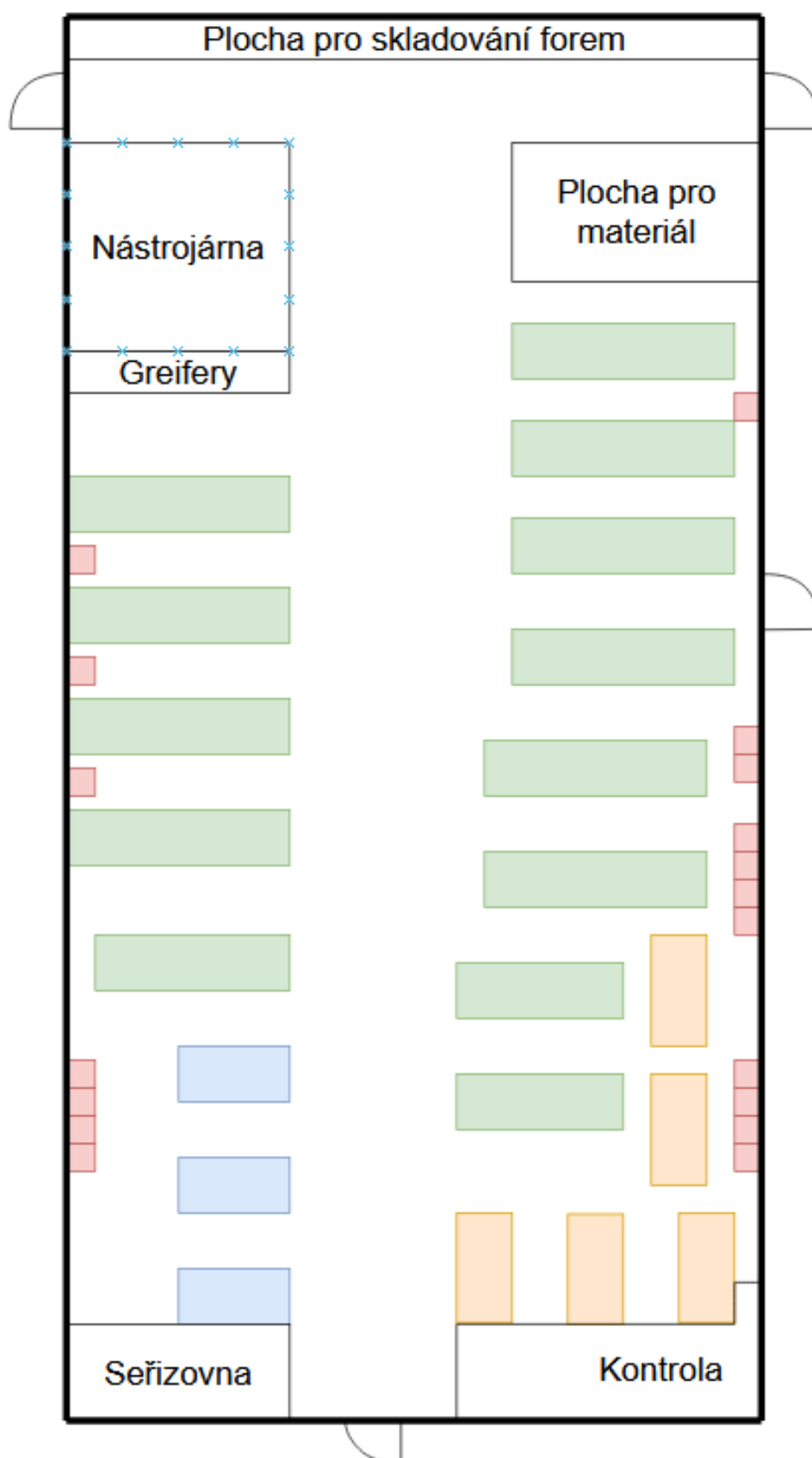
určených pro vstřikování plastů. Počet dutin se různí dle výroby. Tento počet je rozhodnut v projektové fázi výroby a mnohdy se stává, že jedna forma může vyrábět dva typy výrobku určené pro levou a pravou stranu vozidla.

Pro dosažení vhodné kvality výrobků je před začátkem každé výroby nutné vysušit granulát na určitou dobu na potřebnou teplotu (obě hodnoty jsou specifikované v technologické kartě výroby). Proto jsou po hale lisovny rozmístěny sušárny, v nichž je granulát sušen. Tyto sušárny jsou na obrázku layoutu haly, který se nachází na konci této podkapitoly vyznačeny červenými čtverci. Sušárny se také mohou nacházet přímo nad lisem v němž se z daného materiálu vyrábí. Takové sušárny nejsou z důvodu lepší přehlednosti vyznačeny v layoutu.

Tabulka 1 Vysvětlivky k layoutu haly

Zelené obdélníky	Lisy s CNC roboty pro pohledové díly
Modré obdélníky	Kotoučové lisy pro výrobu dílů se zálsky
Oranžové obdélníky	Lisy pro padavou výrobu
Červené čtverce	Sušárny na materiál

(zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 15 Layout vstřikolisovny

(zdroj: vlastní zpracování dle interní dokumentace společnosti)

8.1.2 Povrchové úpravy

Společnost může nabídnout konečné povrchové úpravy dle přání zákazníků. Mezi dostupné technologie ve firmě patří vakuové pokovení a laserový popis dílů. Dále v rámci skupiny firem, v níž společnost je, lze nabídnout lakování, PVD naprašování, horká ražba a tampónový potisk.

Povrchová úprava vakuovým pokovením slouží především pro potřeby osvětlovací techniky či jako dekorační a designové prvky. Pokovení lze použít na řadu pevných látek včetně plastů, kovů, papíru, skla a dalších materiálů. Z důvodu nízké ceny a výborné odrazivosti je pro vakuové pokovení používán hliník o vysoké čistotě. Organizace nanáší kov jeho zahřátím na teplotu odpaření a následnou kondenzací kovu na dílech.

Společnost disponuje dvoukomorovou kovičkou Leybold AluMet 1800 V, kde do každé komory lze vložit až 12 pokovovacích planet, jež drží dílce, které jsou pokovovány. Při uzavření a spuštění jedné komory operátoři z druhé komory vyndávají planety s pokovenými díly a dále nasazují nové díly na planety a dále do komory. Po dokončení operace pokovení u jedné komory dojde k jejímu otevření a zároveň k zavření druhé komory a k jejímu spuštění.



Obrázek 16 Komora vakuového pokovení

(zdroj: interní dokumentace společnosti)

8.1.3 Montáž

Společnost disponuje kapacitami pro vlastní vývoj a výrobu automatizovaných montážních pracovišť. Společnost může svým zákazníkům zajistit dodávky montážních celků. Montážní dílna je vybavena zařízeními pro spojování dílů jako je například nýtování, pájení či lisování. V montážních dílnách dále probíhají dokončovací operace jako vizuální kontrola, přebalení dílů a dále jsou v dílnách prováděny kontroly z důvodu reklamace.



Obrázek 17 Montážní pracoviště

(zdroj: interní dokumentace společnosti)

8.2 SWOT analýza

Pro bližší pochopení procesu vstřikování v organizaci byla provedena SWOT analýza. Analýza se zabývá silnými a slabými stránkami společnosti a dále příležitostmi a hrozbami, jež se nachází ve vnějším prostředí podniku.

K daným faktorům jsou dále přiřazeny váhy, jejichž součet v každé kategorii je roven jedné. Dále jsou faktory bodově ohodnoceny. Kladné kategorie jsou ohodnoceny pozitivně a záporné kategorie nabývají záporných hodnot.

Tabulka 2 SWOT analýza

Silné stránky	Váha	Body
Know-how	0,35	3
Certifikáty kvality	0,3	4
Důraz na kvalitu	0,15	3
Kooperace vedení výroby	0,2	2
Celkem	1	3,1

Slabé stránky	Váha	Body
Stáří strojů	0,3	-4
Fluktuace pracovníků	0,3	-4
Nízký počet seřizovačů	0,25	-2
Jazyková bariéra s pracovníky	0,15	-1
Celkem	1	-3,05

Příležitosti	Váha	Body
Zvýšení digitalizace	0,35	3
Adaptace na změny	0,25	4
Nábor kvalifikovaných pracovníků	0,25	3
Získání nového projektu	0,15	1
Celkem	1	2,95

Hrozby	Váha	Body
Menší spotřeba plastů	0,3	-4
Nestabilita trhu	0,2	-1
Poruchy v dodavatelském řetězci	0,3	-3
Teplotní výkyvy	0,2	-2
Celkem	1	-2,7

(zdroj: vlastní zpracování)

Ze SWOT analýzy vyplývají jako silné stránky certifikáty zabývající se kvalitou či dostatečné znalosti zaměřené na výrobu výlisků na vstřikolisech. Slabými stránkami je dle analýzy vysoká fluktuace pracovníků a problémy vzniklé z důvodu této vysoké fluktuace. Fluktuace a s ní spojený odchod kvalifikovaných pracovníků má vysoký dopad na možnosti dosahování zvolených cílů organizace.

Příležitosti pro růst může firma nalézt zvýšením podílu digitalizovaných procesů v organizaci. K provedení dostatečných změn při digitalizaci je však potřeba získat podporu od zahraniční mateřské společnosti. Mezi největší hrozby podniku patří snižování používání plastů a výroby z nich s cílem ochrany přírody. Nemělo by také být opomenuta nejistota trhu díky nynějšímu dění ve světě.

8.3 Popis technologického postupu vybraného dílu

Diplomová práce se bude dále zabývat výrobou dílu s interním označením ZZ00485 nebo také ZZ*485 prováděné na lise č. 12. Jedná se o vstřikovaný díl se zálisky, na jehož výrobu jsou nyní dle technologického postupu potřeba využití tří pracovníků lisovny.

Výrobek ZZ00485 je vyráběn za pomoci přípravků V0379; V0377 a V0378 a zálisku ZZ00484. Přípravky i zálisky jsou vyobrazeny na obrázcích u následujících odstavců.



Obrázek 18 Zálisek ZZ00484

(zdroj: vlastní zpracování)

Při přípravě výroby se vždy nachystají potřebné přípravky na výrobu a také se na pracovní stůl, jež se nachází vedle vstřikovacího lisu vytvoří hromádka zálisků ZZ00484, které lze vidět na předcházejícím obrázku. Při manipulaci se zálisky je nutné používat pouze pryžové nepudrované rukavice, které jsou pracovníkům také poskytnuty.



Obrázek 19 Přípravek V0379 z boku

(zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 20 Přípravek V0379 ze zhora

(zdroj: vlastní zpracování)

Prvním krokem výroby dílu je vložení zálisků do přípravku V0379. Na pracovišti se vždy nachází dvanáct těchto přípravků. Zálisek se vkládá do přípravku delší stranou, a to v linii otvoru. Pracovnice musí dbát opatrnosti při vkládání zálisku, aby nedošlo k deformaci nebo ohnutí zálisku. Celkem je do jednoho přípravku vkládají čtyři zálisky. Je nutné zkontrolovat, zdali jsou všechny zálisky v rovině. V případě, že nejsou je tuto skutečnost nutno napravit. V případě nutnosti mohou pracovnice pro lepší zatlačení a vyrovnaní zálisků použít přípravku V0377.



Obrázek 21 Správné vložení zálisků

(zdroj: vlastní zpracování)

Dalším krokem je vyčištění formy ve stroji tlakovým vzduchem pro odstranění nečistot a kovových šupin a dále zakládání přípravků se zálisky do formy. Přípravky se vkládají do lisu na určené místo ve formě, kde přípravek i zálisky musí dokonale zapadnout na své místo. Operátorka stroje, jež přípravky se zálisky do stroje vkládá musí pracovat opatrně, aby nedošlo k deformaci zálisků. Po založení zálisků je nutné je ještě přitlačit prstem, aby byly správně umístěny a vyrovnané.



Obrázek 22 Vložení přípravků se zálisky do formy

(zdroj: vlastní zpracování)

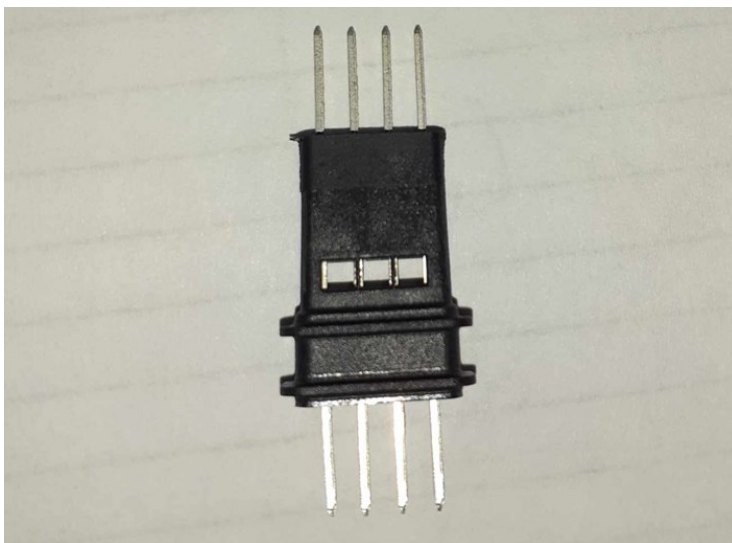
Po správném vložení čtyř přípravků do stroje je stroj spuštěn stisknutím tlačítka. Během chodu stroje, jehož cyklus trvá 22 vteřin se pracovníci věnují zakládání nových zálisků do přípravků. Po dokončení procesu vstřikování se forma otevře. Operátorka lisu vyjme přípravky se zálisky ze stroje a vloží je do přípravku V0378, který je určen pro správné vyjmutí konečného dílu z přípravků V0379.



Obrázek 23 Přípravek V0378 se založenými přípravky V0379

(zdroj: vlastní zpracování)

Díly se vytahují souběžně s podložkou, aby nedošlo k ohnutí či jiné deformaci zálisků. Po jejich důkladné kontrole jsou umístěny přímo do zásobníku či v případě nalezení nesrovnalostí jsou díly vyřazeny mezi zmetky.



Obrázek 24 Konečný díl ZZ00485

(zdroj: vlastní zpracování)

V zásobníku je pět řad po čtrnácti sloupcích pro celkový počet 70 dílů. Po naskládání plného zásobníku jsou tyto dále přesunuty do krabice, do níž se celkem vejdou čtyři vrstvy zásobníků na sebe pro celkový počet 280 kusů v jednom KLT boxu. Díly v zásobníku musí být vyskládány jedním směrem a při jejich manipulaci nesmí dojít k dotyku s kovovými zálisky.



Obrázek 25 Díly ZZ00485 uloženy ve zásobníku

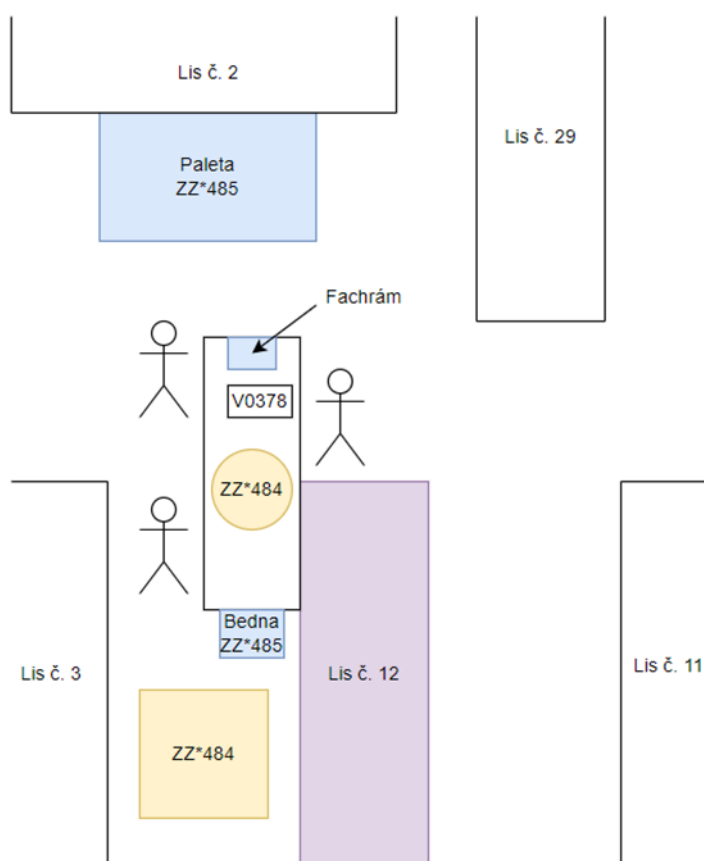
(zdroj: vlastní zpracování)

Díly ZZ*485 jsou používány jako součástka do posilovače řízení u různých typů automobilů. Chybný kus může způsobit nefunkčnost posilovače řízení, čímž dojde k přímému ohrožení spotřebitele.

8.4 Popis pracoviště vstřikolisu a vybraného výrobku

Výroba dílu ZZ*485 je převážně vyráběn na lise Arburg 270 C 500-250 ve společnosti označován číslem 12 avšak existuje také technologická karta a dokumentace pro výrobu dílu na lise Arburg 221 K 250-75 označován číslem 11, zde je ale výroba méně častá. Pro výrobu tohoto dílu je ve společnosti vytvořený postup, jež zahrnuje využití tří operátorů. Následující obrázek vyznačuje layout výroby na lise č. 12. Po boku lisu je umístěn stůl se zálisky ZZ*484 a příslušenstvím nutným pro výrobu. Dále je v layoutu vyznačena paleta pro hotové výrobky ZZ*485 a paleta s krabící, v níž jsou vloženy zálisky ZZ*484.

Výrobě se standartně věnují tři pracovníci po dobu osmihodinové směny, z níž má každý pracovník ze zákona nárok na 30minutovou pauzu, dále je část směny zaměřena na přípravu práce na začátku směny a úklid pracovních prostorů na konci směny.



Obrázek 26 Layout lisu č. 12 pro výrobu ZZ*485

(zdroj: vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Výroba probíhá nepřetržitě 15 směn za týden začínaje noční směnou ve 22:00 v neděli a konče ve 22:00 v pátek odpolední směnou. Výroba ve směně probíhá nepřetržitě 480 minut. Za běžného provozu směny je lis obsluhován třemi pracovníky, kteří v době 30i minutových přestávek, jenž je zaměstnavatel povinen zákonem poskytnout, jsou nahrazeni dvěma pracovníky z montáží. Po uplynutí přestávky se pracovníci z montáže vrací zpět na své původní pracoviště a trojčlenný pracovní tým pokračuje v běžné výrobě.

Cyklus stroje je 24 vteřin. Při tříčlenné obsluze je doba prostoje stroje v průměru 31,8 vteřin. Při dvoučlenné obsluze je doba prostoje stroje v průměru 62,9 vteřin.

Tabulka 3 Doba prostoje stroje

Stroj jede / nejede	Doba (sekundy)
Cyklus stroje	24
Nevýrobní čas stroje – tříčlenná obsluha	31,8
Nevýrobní čas stroje – dvoučlenná obsluha	62,9

(zdroj: vlastní zpracování)

Využití tří operátorů přináší značné nevýhody pro výrobu analyzovaného výrobku i pro produktivitu lisovny jako celku. Důležitost výrobku ZZ*485 v produktovém portfoliu společnosti zapříčiňuje omezení chodu jiných výrobních lisů z důvodu nedostatku operátorů.

Společnost se dlouhodobě potýká s nedostatkem pracovní síly pro obsluhu vstřikolisů a svou výrobu musí omezovat z důvodu nedostačujících kvalifikovaných pracovníků. Práce ve firmě funguje na tří-směnném provozu po osmi hodinách.

Z důvodů vysoké fluktuace operátorů vstřikolisů je nutné vždy nové pracovníky zaučovat na danou výrobu. Při každé výrobě musí být alespoň jeden operátor dostatečně zkušený s výrobou, aby mohl zaučovat nové pracovníky. Informace o zručnostech jednotlivých pracovníků jsou periodicky zaznamenávány v dovednostní matici operátorů.

8.5 Měření operací – Chronometráž a BasicMOST výroby ZZ00485

V této podkapitole jsou vytvořeny tabulky měření jednotlivých operací společně s normovanými časy spočtenými za použití metody BasicMOST pro výrobu dílu ZZ*485. BasicMOST byl vytvořen bez započtení plýtvání či zbytečných činností. Tyto časy jsou dále porovnány a jsou zhodnoceny rozdíly mezi časy bez plýtvání a skutečnými časy. Celý výrobní cyklus je rozdělen na sedm operací a u každé operace bylo vytvořeno 20 měření. Tabulky BasicMOSTu ke všem operacím jsou vloženy jako přílohy této diplomové práce.

8.5.1 Zakládání

Jako první měřená operace je zakládání čtyř zálisků ZZ00484 do přípravku V0379. Dle metody BasicMOST bylo vyhodnoceno, že na dokončení této operace pracovnice potřebuje 18,35 sekund/kus (tabulka BasicMOSTu lze najít v Příloze I.). Za pomoci přímého měření, jež lze vidět v nadcházející tabulce, bylo naměřena průměrná doba provádění operace na 22,51 sekund/kus. Provedení operace může trvat delší dobu v závislosti na pečlivosti pracovnice.

Tabulka 4 Přímé měření – Zakládání

Chronometráže (s)									
21,12	16,48	20,19	19,31	16,42	22,84	25,52	17,75	28,05	27,91
21,41	24,47	21,18	30,66	24,17	22,28	18,25	22,61	20,40	29,12
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
22,51 s				1 ks		22,51 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Doba provedení operace zakládání je může značně lišit od 16 vteřin až po dobu půl minuty. Hlavním důvodem tak markantního rozdílu je způsob uchopení zálisků ZZ*484 do ruky. Zálisky jsou položeny na stole na hromadě a pracovník provádějící tuto operaci si nabere do hrsti nespecifikovaný počet těchto zálisků, které dále si v ruce musí přechytit, než je může začít vkládat do přípravku V0379. Pro sjednocení časů práce na této operaci za účelem ujednovení doby trvání výroby je vhodné standardizovat způsob uchopení zálisků ZZ*484. Fluktuace času je také dána faktem, že pracovník vždy uchopí více zálisků než čtyři potřebné pro vykonání operace, tyto zálisky navíc jsou pak využity při opakování operace na dalším přípravku. Dalším důvodem rozdílů mezi jednotlivými měřeními je využití přípravku V0377, kde ne vždy je nutnost použití tohoto přípravku nutná.

Důvod pro rozdíl mezi časem operace daným metodou BasicMOST a skutečným časem, který činí mírně přes čtyři vteřiny, je dán díky náhodnému úchopu záložky v ruce s čímž při normování práce nelze nijak dopředu počítat.

Dále je nutno poukázat na dopady vysoké fluktuace pracovníků, která se ukázala jako slabá stránka v kapitole 9.2.

Z důvodu vysoké fluktuace agenturních pracovníků dochází často k nutnosti zaučovat nově příchozí pracovníky. Toto zaučování probíhá při trojčlenné výrobě, kde jsou dvě osoby plně znalé operací výroby a jeden pracovník je učeň. Učeň musí být důkladně seznámen s prací na pracovišti a jeho práce musí probíhat pod zvýšeným dohledem pro omezení vzniku zmetkových dílů.

Zaučovaný pracovník si postupně musí projít všechny operace, nejnáročnější z nich z hlediska preciznosti bývá první operace – zakládání. Následující tabulka obsahuje 20 měření práce zaučovaného pracovníka při provádění první operace.

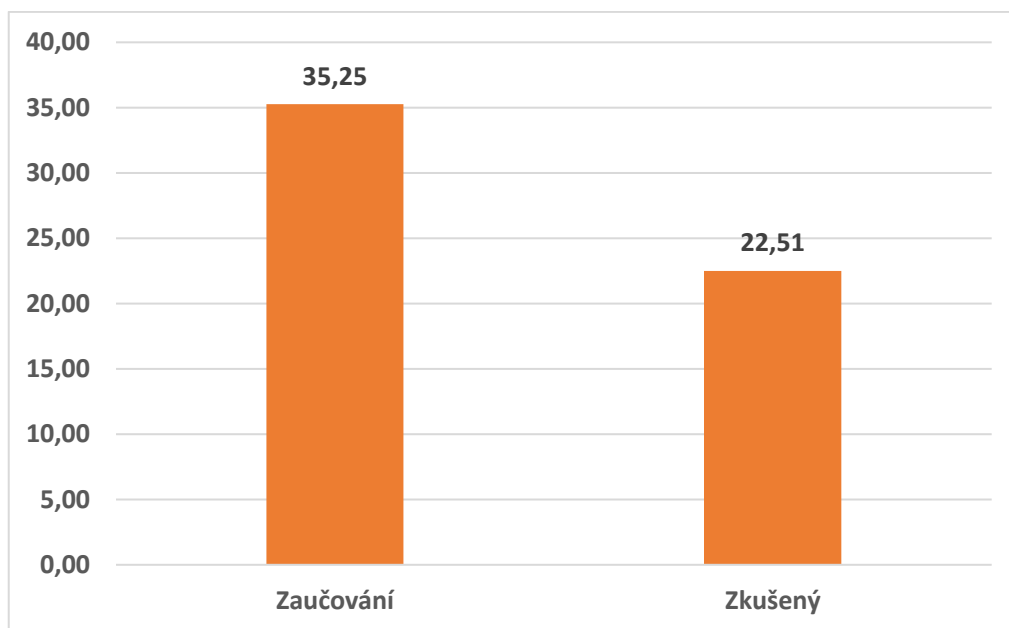
Tabulka 5 Přímé měření – Zakládání – Zaučování

Chronometráže (s)									
35,61	44,15	47,48	30,21	28,09	27,48	28,76	36,00	40,51	33,35
27,28	26,19	41,10	34,21	30,10	26,47	61,87	31,56	44,56	30,11
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
35,25 s				1 ks		35,25 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

V tomto měření si lze povšimnout velké rozdílnosti v časech. Nejkratší doba zakládání činí 26,19 vteřin a nejdelší je větší než jedna minuta, konkrétně 61,87 sekund. Z tohoto důvodu nelze práci zaučovaného pracovníka nijak předvídat. Také v těchto číslech není zohledněno zpomalení práce ostatních pracovníků. Postupem času však s nabitím zkušeností v pracovním postupu se pracovníkova produktivita zlepšuje, dokud nenabude hodnot, jež jsou zaznamenány v první tabulce této podkapitoly.

Následující graf ještě zobrazuje rozdíl v konání operace zakládání mezi zaučovaným a zkušeným pracovníkem. Průměry těchto hodnot činí takřka 13 vteřin.



Obrázek 27 Rozdíl ve výrobě mezi zkušeným a novým pracovníkem

(zdroj: vlastní zpracování)

8.5.2 Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje

Další operace při výrobě dílu ZZ00485 je vložení přípravku do stroje a zapnutí daného stroje. Tato operace je vždy prováděna operátorem, který stojí v blízkosti stroje a skládá se z akcí kontroly správného založení (obzvláště pokud se u výroby právě zaučuje nový pracovník) a dále vložení čtyř založení do stroje. BasicMOST určil, že na tuto operaci je pro pracovníci zapotřebí 4,61 sekund/kus (Příloha II.). Dle chronometráže bylo naměřeno, že na výrobu jednoho kusu je v průměru zapotřebí 4,79 sekundy.

Tabulka 6 Přímé měření – Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje

Chronometráže (s)									
25,33	16,61	17,60	15,39	17,85	16,58	16,79	24,67	21,29	21,86
15,49	16,54	18,33	20,90	18,59	16,88	26,67	21,52	16,44	17,84
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
19,16 s				4 ks		4,79 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Vysoký rozdíl je dán tím, že pracovnice ne vždy ofoukávala formu ve stroji, a tedy se ne vždy držela správného pracovního postupu. Vynecháním ofoukání formy pracovnice

snížila dobu trvání operace v průměru o 2 sekundy/kus, avšak jako náhradu bylo nutné, aby pracovnice dbala zvýšené opatrnosti a prováděla kontrolu formy při každém zdvihu.

Rozdíl mezi časy přímého a nepřímého měření činí 0,18 vteřiny na kus.

8.5.3 Vyndání kusů ze stroje

Po spuštění stroje započne cyklus vstřikování trvající 24 vteřin. Po tuto dobu operátorka, která obsluhuje stroj vždy zvládne založit zálisky do jednoho přípravku (operace zakládání) po dokončení vstřikování se lis otevře a pracovnice může vyndat nově nalisované zálisky ze stroje a vložit je do přípravku V0378. Dle BasicMostu, jež lze najít v Příloze III., tato operace trvá 3,1475 sekund/kus. Měření provedené pomocí chronometráže ukázalo, že pracovnice na tuto operaci potřebuje v průměru 2,9125 sekundy/kus, jak je zaznamenáno v nadcházející tabulce.

Tabulka 7 Přímé měření – Vyndání kusů ze stroje

Chronometráže (s)									
18,73	9,73	12,06	12,93	11,52	12,74	10,29	9,67	11,19	12,87
11,11	10,38	12,65	11,94	11,14	10,29	11,00	10,93	12,61	9,20
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
11,65 s				4 ks		2,9125 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Při provedené chronometráži je nejmenší využitý čas pro provedení této operace 9,2 vteřin a největší je 18,73 vteřin, tedy dvojnásobek. Fluktuace těchto časů je dána způsobem uchopení přípravků V0379 do rukou při odebrání z formy a jejím vložením do přípravku V0378.

8.5.4 Vyndání nových kusů z přípravku

Po vložení všech přípravků V0379 do přípravku V0378 se operátorka u stroje věnuje vložení nových zálisků do stroje, činností další ze tří pracovníc je tedy opatrně vyndat nově vytvořené zálisky z přípravků, v nichž jsou uloženy. Dále pracovnice musí vyndat všechny přípravky V0379 z přípravku V0378 aby mohli být použity dále ve výrobě. Dle přímého měření trvá v průměru 2,9075 sekundy na provedení této operace pro jeden kus. Dle BasicMOST tato operace vyžaduje 3,1475 sekund/kus (Příloha IV.).

Tabulka 8 Přímé měření – Vyndání nových kusů z přípravku

Chronometráže (s)									
14,29	12,12	10,94	10,95	9,80	12,07	11,73	10,33	11,47	11,14
10,36	12,10	12,25	13,21	12,34	10,03	10,12	13,17	11,82	12,44
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
11,63 s				4 ks		2,9075 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Minimální čas operace je dle chronometráže 9,8 vteřin a maximální naměřený čas zase 14,29 vteřin, tedy rozdíl čtyř a půl sekundy. Tento rozdíl je převážně dán děním na pracovišti, a ne přímo touto operací. Pracovník provádějící vyndávání nových kusů z přípravku V0379 dále také provádí operaci zakládání a jak již bylo zmíněno v podkapitole 9.4.1, při zakládání zálsků si pracovník nabere hrst zálsků ZZ*484, které pak musí při vyndávání nových kusů položit zpět na stůl, aby nedošlo k poškození nových výlsků. Na pracovní ploše se celkem nachází 12 přípravků V0379, z nichž čtyři jsou ve stroji, čtyři je nutno nachystat pro další zdvih stroje a čtyři jsou vloženy v přípravku V0378. Tyto poslední čtyři je vhodné co nejdříve uvolnit, aby byly vždy volné pro provádění operace zakládání, jež je nejvíce časově náročná.

8.5.5 Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků

Po vyndání všech nově vytvořených kusů ZZ00485 je nutné zkontrolovat kvalitu těchto kusů a uložit je do zásobníku anebo je vyřadit jako zmetkové díly. Dle měření trvalo pracovníci překontrolovat jeden díl a vložit tento díl do zásobníku/vyřadit jako zmetek 7,92 s/kus. Dle propočtů za pomoci BasicMOST tato operace má být prováděna 7,91 s/kus (Příloha V.).

Tabulka 9 Přímé měření – Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků

Chronometráže (s)									
4,89	5,68	10,35	5,80	9,83	13,54	9,71	12,63	5,37	9,42
6,39	4,42	5,55	5,58	8,69	9,34	5,36	7,21	10,21	9,48
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
7,92 s				1 ks		7,92 s			

(zdroj: Vlastní zpracování)

Dle technologického postupu je nutno provést kontrolu každého jednotlivého kusu a při nalezení neshod daný kus vyřadit. Tyto kontroly mají probíhat ihned po vyndání kusu z přípravku V0379, avšak v praxi jsou vyndané kusy položeny na stůl a až po nashromáždění kusů z vícero zdvihů stroje je tato kontrola provedena. Rozdíly mezi jednotlivými časy je dán důkladností kontroly. Pokud pracovník nalezne chybu okamžitě, tak je tento díl vyřazen a je provedena kontrola dalšího kusu.

8.5.6 Odnesení zásobníku do KLT boxu

Do jednoho zásobníku lze vložit celkem 70 dílů ZZ00485 odpovídající 17,5 zdvihům lisu. Poté co dojde k naplnění zásobníku ho pracovnice vezme a odnese do KLT boxu, jež se nachází za stolem, dále nachystá nový zásobník, jež se bude dále naplňovat. Dle BasicMOSTu (Příloha VI.) tato operace operátorce zabere 28,78 sekund což lze převést jako 0,411 sekund/kus. Dle chronometráže tato operace zabere v průměru 28,18 sekund, tedy 0,402 sekund/kus, jak lze vidět v nadcházející tabulce).

Tabulka 10 Přímé zpracování – Odnesení zásobníku do KLT boxu

Chronometráže (s)									
28,81	30,67	29,82	29,12	31,97	29,10	35,05	25,26	24,20	27,12
32,43	30,92	22,00	24,12	24,07	26,04	31,12	23,14	28,34	30,29
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
28,18 s				70 ks		0,402 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

8.5.7 Odnesení KLT boxu na paletu

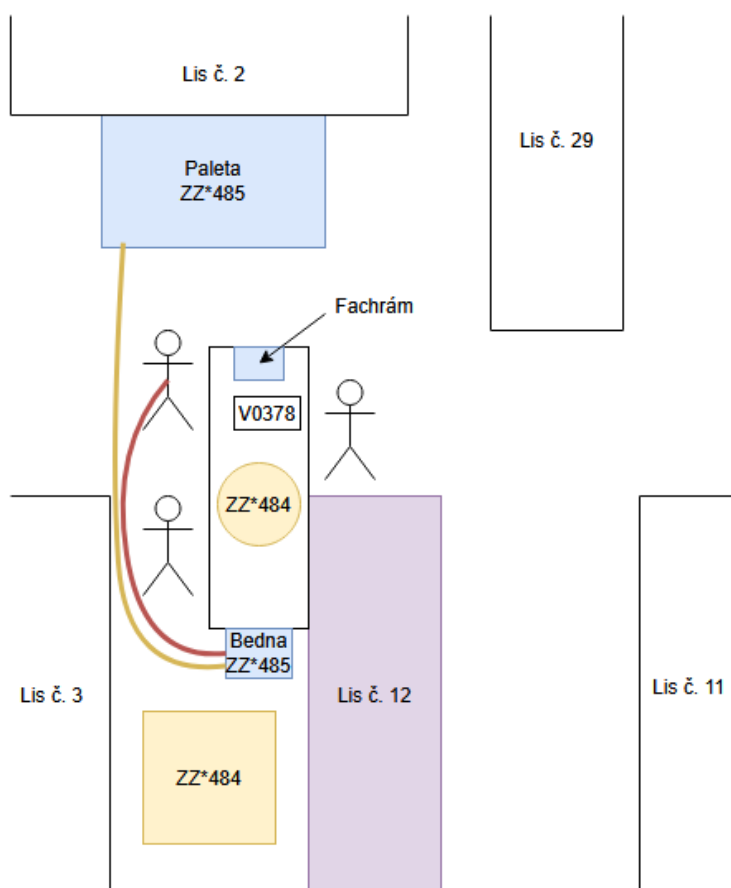
Do jednoho KLT boxu se celkem dají vložit čtyři zásobníky pro celkový počet 280 kusů výrobků ZZ00485. Po vložení posledního zásobníku do boxu je tento box odnesen pracovnící na paletu a dále je přichystán nový box. Dle BasicMOSTu (Příloha VII) celá tato operace trvá 25,18 vteřin což je 0,09 sekund/kus. V následující tabulce se nachází seznam chronometráží, dle nichž bylo naměřeno, že pracovnice na tuto akci potřebuje průměrně 24,49 sekund, převedeno na potřebnou dobu na jeden kus je 0,087 sekund/kus.

Tabulka 11 Přímé měření – Odnesení KLT boxu na paletu

Chronometráže (s)									
25,34	21,22	20,10	24,91	26,01	27,14	22,40	21,98	24,11	26,87
23,48	24,63	22,55	27,55	25,17	24,67	22,54	24,64	26,54	27,92
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
24,49 s				280 ks		0,087 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Během přímého měření práce při provádění operací šest a sedm pracovník musel přenést naplněný zásobník do KLT boxu a po dosažení čtyř plných zásobníků tento box odnést na paletu. Tyto dvě operace byly konány pracovníkem, jenž také prováděl operaci pět, kontrolu vyhotovených dílů. Na následujícím spaghetti diagramu (obrázek 28) je znázorněno, jak tyto dvě operace probíhají. V diagramu je červenou čarou vyobrazena cesta při provádění operace šest, odnesení zásobníku do KTL boxu. Žlutá čára značí cestu operace sedm, odnesení KLT boxu na paletu. Při plnění obou těchto operací musí pracovník procházet kolem dalšího pracovníka ve stísněném prostoru mezi tímto pracovníkem a lisem č. 3. Změna layoutu by pomohla zjednodušit úkony manipulace výrobků, které nepřidávají výrobku přidanou hodnotu, tím by i došlo ke snížení časů těchto dvou operací.



Obrázek 28 Spaghetti diagram

(zdroj: vlastní zpracování)

8.6 Přehled chronometrání a BasicMOSTu dílu ZZ00485

V předchozí kapitole byly ukázány hodnoty dosažené přímým měřením a také využitím metody BasicMOST pro výrobu ZZ*485 na pracovišti. Pro lepší přehlednost všech těchto hodnot je vytvořena následující tabulka.

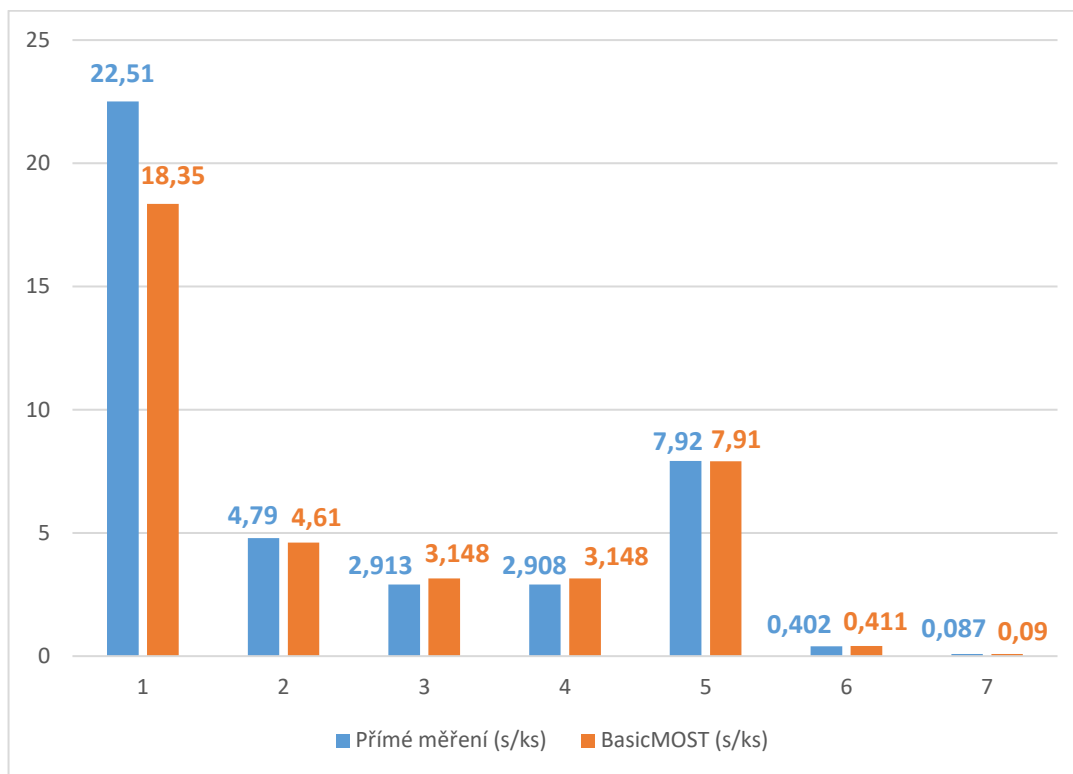
Tabulka 12 Měřené hodnoty

Číslo operace	Operace	Přímé měření (s/ks)	BasicMOST (s/ks)	Dávka
1	Zakládání	22,51	18,35	1 ks
2	Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje	4,79	4,61	4 ks
3	Vyndání kusů ze stroje	2,9125	3,1475	4 ks
4	Vyndání nových kusů z přípravku	2,9075	3,1475	4 ks
5	Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků	7,92	7,91	1 ks
6	Odnesení zásobníku do KLT boxu	0,402	0,411	70 ks
7	Odnesení KLT boxu na paletu	0,087	0,09	280 ks

(zdroj: vlastní zpracování)

Mezi průměrným časem chronometrání a časy získanými nepřímým měřením za využití metody BasicMOST lze pozorovat rozdíly. Největší rozdíl se nachází u první operace zakládání, kde činí 4,16 sekund. U zbylých operací se také nachází rozdíly mezi časy přímého a nepřímého měření, avšak zde tyto rozdíly nepřevyšují čtvrt vteřiny. Z následujícího grafu je i patrné, že první operace je úzkým místem celého procesu. Založení jednoho přípravku V0379 trvá přibližně stejnou dobu jako celý cyklus stroje a pro možné spuštění nového cyklu je těchto založení nutno provést čtyři.

Data z tabulky jsou pro lepší přehlednost vloženy do následujícího grafu, v němž modré sloupce zobrazují přímé měření provedené chronometráží a nepřímé měření jsou vyznačeny oranžovou barvou. V grafu lze rozpoznat úzké místo výroby, tedy první operaci – zakládání na jejíž dokončení pracovník potřebuje výrazně více času než na jiné operace.



Obrázek 29 Grafické zobrazení měřených hodnot chronometráže a BasicMostu

(zdroj: vlastní zpracování)

8.7 Výpočet normovaného času operací dílu ZZ00485

Tato podkapitola se zabývá výpočtem normovaného času operací pro výrobu dílu ZZ*485. Z důvodu, že délka jednoho výrobního cyklu je závislá na rychlosti práce operátorky u stroje, tak firma nemá vytvořený normovaný čas operací, ale stanovuje délku cyklu na 80 sekund bez ohledu na rychlosti práce.

Normovaný čas je vypočítán za využití zaznamenaného času z přímého měření, stupně výkonu, jež získáme podílem měřeného času a času potřebného pro výrobu bez plýtvání a přírážkami.

Pro výpočet normovaného času je využit tento vzorec.

$$T = (OT * RF) * (1 + PFD) \quad (1)$$

Kde T ... Normovaný čas
 OT ... Zaznamenaný čas
 RF ... Stupeň výkonu
 PFD ... Přirážky

Pro výpočet je zaznamenaný čas roven průměrnému času operací z chronometráží. Stupeň výkonu je roven podílu mezi celkovým skutečným časem pro výrobu jednoho kusu a časem bez plýtvání pro výrobu jednoho kusu získaného metodou BasicMOST. Přirážky jsou časy vymezené pro osobní potřeby jako pitný režim či hygienické potřeby, pro odpočinek a pro krátké zdržení při práci. Po konzultaci s průmyslovým inženýrem byly tyto přirážky stanoveny na hodnotu 15 %.

Tabulka 13 Celkový čas pro výrobu

Metoda měření	Celkový čas (s/ks)
Přímé měření	41,529
BasicMOST	37,666

(zdroj: vlastní zpracování)

$$RF = \frac{BasicMOST}{Přímé\ měření} \quad (2)$$

Po dosazení hodnot do rovnice (2) a vypočtení získáme:

$$RF = \frac{37,666}{41,529} = 0,91 \quad (3)$$

Za hodnotu Zaznamenaného času se budou vkládat postupně průměrné hodnoty pro dokončení jednotlivých operací.

Tabulka 14 Zaznamenaný čas (OT)

Číslo operace	Operace	Zaznamenaný čas (OT)
1	Zakládání	22,51
2	Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje	19,16
3	Vyndání kusů ze stroje	11,65
4	Vyndání nových kusů z přípravku	11,63
5	Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků	31,68
6	Odnesení zásobníku do KLT boxu	28,18
7	Odnesení KLT boxu na paletu	24,49

(zdroj: vlastní zpracování)

Pro výpočet normovaného času operací bude do rovnice (1) vložen výsledek výpočtu (3), dále přírážky, jež jsou stanoveny na 15 % neboli 0,15 a zaznamenaný čas operací.

První operace: Zakládání

$$T = (22,51 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (3)$$

$$T = 23,56 \text{ vteřin} \quad (4)$$

Po dosazení hodnot a vypočtení dostaneme normovaný čas pro operaci zakládání, který činí 23,56 sekund.

Druhá operace: Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje

$$T = (19,16 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (5)$$

$$T = 20,05 \text{ vteřin} \quad (6)$$

Normovaný čas druhé operace byl vypočítán na 20,05 sekund.

Třetí operace: Vyndání kusů ze stroje

$$T = (11,65 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (7)$$

$$T = 12,19 \text{ vteřin} \quad (8)$$

Operaci vyndání kusů ze stroje vyšla výpočtem norma 12,19 vteřin.

Čtvrtá operace: Vyndání nových kusů z přípravku

$$T = (11,63 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (9)$$

$$T = 12,17 \text{ vteřin} \quad (10)$$

Čtvrtá operace má normovaný čas 12 sekund a 17 setin.

Pátá operace: Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků

$$T = (31,68 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (11)$$

$$T = 33,15 \text{ vteřin} \quad (12)$$

Normovaný čas operace kontroly hotových kusů a jejich následné vložení do zásobníku či v případě nalezení neshody jejich vyhození je 33,15 vteřin. Při výpočtu byl čas pro provedení jedné kontroly násoben čtyřmi pro kompenzaci výroby čtyř kusů.

Šestá operace: Odnesení zásobníku do KLT boxu

$$T = (28,18 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (13)$$

$$T = 29,49 \text{ vteřin} \quad (14)$$

Čas šesté operace je výpočtem stanoven na 29,49 sekund.

Sedmá operace: Odnesení KLT boxu na paletu

$$T = (24,49 * 0,91) * (1 + 0,15) \quad (15)$$

$$T = 25,62 \text{ vteřin} \quad (16)$$

Poslední operace má normovaný čas vypočtený na 25,62 vteřin.

Přehled všech normovaných časů operací je vložen v následující tabulce.

Tabulka 15 Normovaný čas (T)

Číslo operace	Operace	Normovaný čas (T)
1	Zakládání	23,56
2	Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje	20,05
3	Vyndání kusů ze stroje	12,19
4	Vyndání nových kusů z přípravku	12,17
5	Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků	33,15
6	Odnesení zásobníku do KLT boxu	29,49
7	Odnesení KLT boxu na paletu	25,62

(zdroj: vlastní zpracování)

8.8 Takt zákazníka pro díl ZZ00485

Výroba produktu ZZ*485 může probíhat ve trojčlenném týmu pracovníků či ve dvoučlenném týmu pracovníků. Požadavky na výrobu, a tedy i takt se nemění v závislosti na počtu pracovníků, mění se však výrazně počet vyrobených kusů za danou směnu.

V následující tabulce jsou rozloženy jednotlivé operace mezi tři pracovníky tak, aby pracovní nasazení všech pracovníků bylo minimální a vyrovnané. Při tvoření tohoto rozložení je nutno vzít v potaz fakt, že první operaci je nutné provést čtyřikrát a druhá a třetí operaci musí dělat jedna osoba. Operace šest a sedm jsou z tohoto plánování vynechány z důvodu, že jejich činnost probíhá pouze každý 70. respektive 280. díl.

Tabulka 16 Rozložení operací mezi tři pracovníky

První pracovník		Druhý pracovník		Třetí pracovník	
Operace 1	23,56	Operace 1	23,56	Operace 1	23,56
Operace 5	33,15	Operace 1	23,56	Operace 2	20,05
-	-	Operace 4	12,17	Operace 3	12,19
Celkový čas (s)					
56,71		59,29		55,8	

(zdroj: vlastní zpracování)

Z tabulky lze pozorovat, že jeden výrobní cyklus se třemi pracovníky trvá přibližně jednu minutu. Během cyklu vzniknou čtyři nové díly, takže produkce při tříčlenné výrobě činní 15 sekund.

Stejný postup je v následující tabulce udělán znovu, ale pouze se dvěma operátory.

Tabulka 17 Rozložení operací mezi dva pracovníky

První pracovník		Druhý pracovník	
Operace 1	23,56	Operace 1	23,56
Operace 1	23,56	Operace 1	23,56
Operace 4	12,17	Operace 2	20,05
Operace 5	33,15	Operace 3	12,19
Celkový čas (s)			
92,44		79,36	

(zdroj: vlastní zpracování)

Při výrobě se dvěma pracovníky je doba cyklu dána pomalejším pracovníkem, tedy rozložením operací mezi dva pracovníky je tato doba 93 vteřin. Doba na výrobu jednoho dílu je tedy 23,25 vteřin. Samozřejmě při začlenění operací šest a sedm se pracovní nasazení, a tedy i rozložení operací změní. Tyto dvě vynechané operace budou prováděny prvním operátorem, zatímco druhý operátor na jeden cyklus založí (operaci 1) navíc. Z důvodu zjednodušení propočtů tyto skutečnosti však nebudou brány v potaz.

Další způsob, jak může výroba probíhat je výroba trojčlenným týmem, kde jeden pracovník je zaučován. Při zaučování nového pracovníka je potřeba daného pracovníka seznámit s náplní práce a s technologickým postupem a dále je nutné dohlížet na kvalitu provedené práce a zodpovídat případné otázky ohledně pracovních činností. Tyto úkony navíc snižují produktivitu pracovníka, jenž učně zaučuje. Údaje o výrobě při zaučování nového pracovníka jsou vzaty z interních dokumentů o výrobě produktu ZZ*485.

Následující tabulka v sobě obsahuje přehledný soupis dat o výrobě při trojčlenné výrobě, dvoučlenné výrobě a trojčlenné výrobě, kde však je jeden z pracovníků zaučován.

Tabulka 18 Porovnání taktu zákazníka s výrobou

	3členná výroba	2členná výroba	3členná výroba se zaučováním
Požadavky zákazníka (ks/směna)	1440	1440	1440
Vyrobeno (ks/směna)	1920	1239	1291
Takt dle požadavků zákazníka (s/ks)	20	20	20
Skutečný výroba (s/ks)	15	23,24	22,31
Parciální produktivita dle požadavků zák.	480	720	480
Skutečná parciální produktivita	640	619,5	430,33

(zdroj: vlastní zpracování)

Výroba během směny není prováděna stálým týmem po celou dobu směny, ale složení pracovníků výroby se může během směny měnit. Například, během jedné směny může být stroj obsluhován čtyři hodiny trojčlenným týmem a zbylé čtyři hodiny bude obsluhu tvořit dvojčlenný tým. Dalším případem, který může nastat je, že trojčlenný tým pracuje na výrobě ZZ*485 po dobu 7,5 hodin a v době své polední přestávky, která první 30 minut je nahrazen dvěma pracovníky z montáží, jež mají polední pauzu v jiný čas.

Jedním z důvodů analýzy výroby ZZ*485 je snížení počtu pracovníků výroby na dva při zajištění produktivity trojčlenného pracovního týmu. Společnost hodlá tento cíl naplnit implementací kolaborativního robota, jež nahradí jednoho pracovníka, ale zároveň nesníží produktivitu výroby.

8.9 Sumarizace nedostatků

V této kapitole jsou popsány nedostatky výroby ZZ*485 na lise č. 12, jež byly nalezeny během provádění analýzy výroby. Z nedostatků lze dále vytvořit návrhy na zlepšení.

8.9.1 Vysoká fluktuace

Ve SWOT analýze (kapitola 8.2) vyplynula mezi slabými stránkami společnosti fluktuace pracovníků, která se může projevovat ve výrobě nadměrným množstvím zaučování nových pracovníků. Zaučování je u výroby dílů ZZ*485 prováděno při trojčlenné výrobě se dvěma znalými pracovníky. Zaučování vytváří problémy i při stanovování norem, protože vykonaná práce při daných podmínkách nemůže být standardizována. Dle tabulky v předchozí kapitole je tato výroba produktivnější než pouze dvoučlenná výroba, avšak při této výrobě nedojde k naplnění požadavků zákazníka.

8.9.2 Zbytečné pohyby a manipulace

Šestá a sedmá operace vyžadují po pracovníkovy pohyb po pracovišti. V kapitole 9.5.7 se nachází diagram zobrazující pohyby pracovníka při vykonávání těchto operací. Pro dosažení vyšší produktivity provádění těchto úkonů je vhodné upravit layout pracoviště, aby se vyřadil pohyb jednoho pracovníka ve stísněném prostoru mezi lisem č. 3 a jiným pracovníkem.

8.9.3 Úzké místo – Operace zakládání

Úzkým místem výroby je první operace – Zakládání, jež byla probírána v kapitole 9.5.1 a výsledky byly dále zobrazeny v kapitole 9.6. Tato operace může trvat v rozmezí mezi 16 sekund až půl minuty a pro spuštění lisu musí tato operace být provedena čtyřikrát. V průměru tato operace trvá provést 22,51 vteřin a při tříčlenném provozu tento čas neomezuje fungování lisu. Avšak při dvoučlenném provozu dochází k delším prodlevám, kde lis nevyrábí z důvodu nedostatku založených přípravků.

9 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Analytická část diplomové práce otevírá představením společnosti, po níž následuje přiblížení pracoviště a výroby, jež je na pracovišti prováděna. Je provedena SWOT analýza společnosti pro získání většího přehledu o silných a slabých stránkách a také o příležitostech či hrozbách, jimž bude společnost muset čelit.

Mezi silnými stránkami byly nalezeny faktory jako dostatečné know-how společnosti v oboru, či vlastnění certifikátů zabývajících se kvalitou výrobků. Slabými stránkami byly zase vysoká fluktuace agenturních pracovníků, či stáří strojů. Mezi příležitosti růstu patří zvýšení podílu digitalizovaných procesů, hrozbami je snížení poptávky po plastových výrobcích z důvodu zvýšení boje za ochranu krajiny.

Dále je v analytické části provedeno přímé měření pomocí chronometráže a nepřímé měření za využití BasicMOSTu. Výroba analyzovaného dílu je rozdělena na sedm operací, u nichž byla měření provedena. Z daných hodnot je vypočítán normovaný čas operací a nynější produktivita je porovnána s taktem zákazníka.

Výrobu lze provádět buď třemi pracovníky nebo dvěma pracovníky. U možnosti, kdy je výroba prováděna trojčlennou skupinou je dále poukázáno na možnost, kdy probíhá zaučování nového pracovníka, které však snižuje produktivitu výroby. Dle kapitoly 8.8 dochází k naplnění taktu zákazníka pouze při výrobě třemi pracovníky, kdy nedochází k zaučování nového pracovníka.

10 VYMEZENÍ PROJEKTU

Tato kapitola popisuje veškeré náležitosti projektu, jež jsou potřebné k jeho vypracování. Konkrétně se jedná o projektový list, harmonogram projektu, logický rámec a RIPRAN analýzu.

10.1 Projektový list

Projektový list slouží k vymezení potřebných náležitostí ke správnému definování a splnění projektu. Tabulka, v níž je uveden projektový list k tématu této diplomové práce se nachází na konci této podkapitoly. Popis projektu koresponduje s názvem diplomové práce a dále je specifikována výroba dílů ZZ00485 jako oblast, které se projekt týká. Mezi dalšími oblastmi je zmíněna zefektivnění výroby či plnění požadavků zákazníka. Cílem projektu je zvýšení výroby pozorovaného dílu dvoučlenným týmem o 35 %. Dílčími cíli jsou zlepšení uspořádání výrobní linky a tím i produktivity výroby, dále snížit počet pracovníků ze tří na dva za využití kolaborativního robota. Mezi členy týmu patří vedoucí výroby, průmyslová inženýrka společnosti a mistři výroby v hale vstřikolisovny. Začátek projektu byl stanoven na 23.9.2024 a konec na 12.12.2025, na kdy je předpokládáno ukončení realizace všech navrhovaných řešení. Návrh projektu se nezabývá interní logistikou společnosti v rámci zabezpečování materiálu, polotovarů či hotových výrobků. Realizací projektu je předpokládáno dosažení úspor v podobě ušetření jednoho pracovníka, na nějž jsou náklady vyčísleny na 550 tis. Kč ročně. Předpokládané náklady jsou vyčísleny na 1,5 mil. Kč a jsou určeny pro koupi, zprovoznění, údržbu a zaškolení pracovníků pro používání kolaborativního robota, jež nahradí daného pracovníka. Nejdůležitější pozorovanou metrikou bude produktivita výroby dílů ZZ00485. Mezi metody použité v projektu patří přímé a nepřímé měření, konkrétně chronometráž a BasicMOST, dále snímek pracovního dne a měření počtu vyrobených kvalitních kusů.

Tabulka 19 Projektový list

Popis projektu	Racionalizace výrobního pracoviště			
Strategická oblast, které se projekt týká	Výroba dílu ZZ00485, produktivita výroby dílů, zefektivnění výroby dílů, plnění požadavků zákazníka			
Cíl projektu	Zvýšení parciální produktivity o 35 %			
Dílčí cíle	Zlepšit uspořádání výrobního pracoviště a zvýšit její efektivitu, nahrazení jednoho pracovníka kobotem			
Členové týmu	Vedoucí výroby, průmyslová inženýrka, mistři, pracovníci, student			
Časový plán	Začátek	23.9.2024	Konec	12.12.2025
Co není předmětem projektu	Interní logistika materiálu, komponent a hotových výrobků			
Proces	Výroba dílů ZZ00485			
Dosažené úspory	Snížení počtu pracovníků o 1 → 550 000 Kč/ročně			
Předpokládané náklady a investice	Kolaborativní robot → 1 500 000 Kč			
Hlavní a kontrolní metody	Produktivita výrobní linky, využití disponibilního času			
Nástroje a metody	Metoda MOST, chronometráž, snímek pracovního dne, měření produktivity, workshop			
Vlastník projektu	Vedoucí výroby			

(zdroj: vlastní zpracování)

10.2 Harmonogram projektu

Harmonogram projektu je tvořen pro účely správného naplánování všech úkolů potřebných pro vykonání daného projektu. Jedná se o způsob určení posloupností a časových rámců jednotlivých aktivit vykonávaných v projektu. Vypracovaný harmonogram je rozdělen do tří částí: přípravná, analytická a aplikační. Harmonogram lze nalézt v Příloze VIII.

10.3 Akční plán

Akční plán poskytuje podrobné kroky a úkoly potřebné k dosažení cíle projektu. Obsahuje jasně definované úkoly, termíny a definuje odpovědné osoby. Akční plán lze nalézt v Příloze IX.

10.4 Logický rámec projektu

Za účelem detailnějšího popisu cílů projektu je nutno na začátku projektu vypracovat logický rámec. Logický rámec konkrétně definuje cíle projektu s jednotlivými výstupy a aktivitami nutnými udělat během projektu, dále stanovuje objektivně ověřitelné ukazatele a zdroje informací. Na konec rámec přibližuje harmonogram projektu a rizika, jež mohou nastat při provádění daného projektu. Logický rámec tohoto projektu lze nalézt v Příloze X.

10.5 RIPRAN analýza

Důležitou částí projektu je vždy riziková analýza, jež určuje dopady hrozeb na hlavní cíle projektu. Při tvorbě rizikové analýzy je nezbytné důkladně identifikovat rizika projektu a stanovit pravděpodobnost vzniku a dopady na cíle projektu. Identifikace rizik tohoto projektu byla součástí logického rámce, kde byly stanoveny tyto rizika:

- Chybně zpracovaná analýza
- Ztráta dat
- Nespolupráce vedení společnosti
- Nedodržení časového harmonogramu
- Neochota spolupráce pracovníků
- Ukončení činnosti firmy
- Nepřijetí navrhovaných řešení

Projektový tým definoval sedm hrozeb, jejichž dopady byly za využití metody RIPRAN hodnoceny v Příloze XI. Největší riziko nastává při chybném zpracování použitých analýz a měření.

Následující tabulka přibližuje kritéria sloužící pro stanovení hodnot jednotlivých rizik.

Tabulka 20 Kritéria pro hodnocení RIPRAN analýzy

Pravděpodobnost rizika			Hodnota rizika a reakce		
Malá	<20 %	MP	Malá	MHR	Akceptovat riziko
Střední	20–66 %	SP	Střední	SHR	Vytvořit rizikový plán
Velká	> 66 %	VP	Velká	VHR	Vyhnout se riziku

Vliv rizika	
Malý	MV
Střední	SV
Velký	VV

	MP	SP	VP
MV	MHR	MHR	SHR
SV	MHR	SHR	VHR
VV	SHR	VHR	VHR

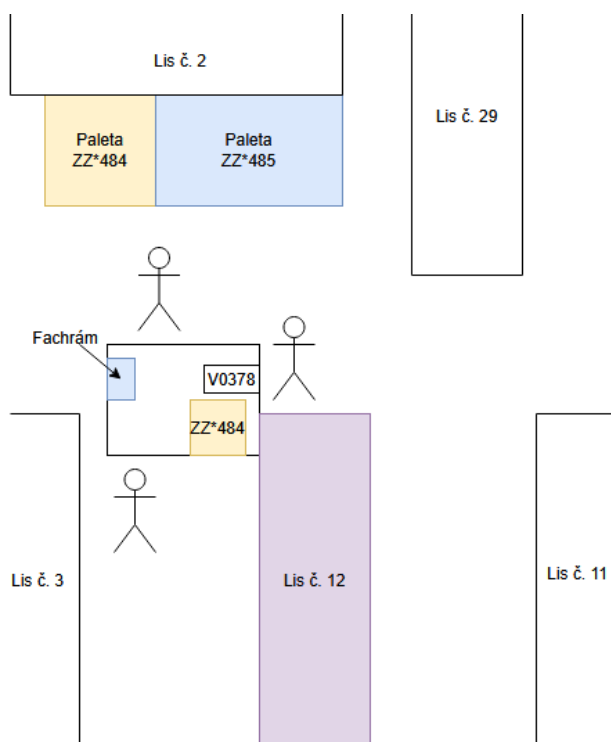
(zdroj: vlastní zpracování)

11 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ

Analytická část práce poukázala na nedostatky v rámci výrobního procesu na zkoumaném výrobním pracovišti. Následující kapitola popisuje návrhy řešení nalezených nedostatků. Mezi těmito návrhy je změna layoutu výrobního pracoviště, zvýšení produktivity při provádění operace zakládání zálisků a výměna jednoho pracovníka za kolaborativního robota.

11.1 Změna layoutu výrobního pracoviště

V analytické části diplomové práce v kapitolách 8.5.6. a 8.5.7. byly analyzovány operace „Odnesení zásobníku do KLT boxu“ a „Odnesení KLT boxu na paletu“ během kterých pracovník přemísťoval již vyrobené výrobky do skladovacích boxů, popřípadě boxy na paletu. Tyto operace trvaly v průměru 28,18 vteřin pro operaci šest a 24,49 vteřin pro operaci sedm. Navíc pro splnění těchto operací bylo pro pracovníka, jenž je prováděl nutno projít ve stísněném prostoru mezi jiným lisem a zády druhého pracovníka, kterému tak během konání svých úkonů stěžoval jeho práci. Za účelem snížení problémů během provádění těchto operací je vhodné provést úpravu layoutu pracoviště, která je blíže znázorněna na obrázku 30.



Obrázek 30 Nový layout výrobního pracoviště

(zdroj: vlastní zpracování)

V novém layoutu došlo k otočení stolu a přesunutí dvou pracovníků, jež se dříve nacházeli vedle sebe mezi pracovním stolem a lisem č. 3 na opačné strany pracovního prostoru. Pracovník, jehož náplní bude provádění operací přemístění jednotlivých dílů se nově nachází mezi pracovním stolem a paletou pro hotové kusy ZZ00485. Rozpracovaný KLT box, do něž jsou postupně vkládány zásobníky je odložen bokem na této paletě a po naplnění je vložen k již uloženým plným KLT boxům.

11.2 Zvýšení produktivity první operace – zakládání

V kapitole 8.5.1. byla provedena chronometráž a BasicMOST operace zakládání. Průměrný čas 20 měření byl spočítán na 22,51 vteřin a nepřímé měření operace pomocí BasicMOSTu bez plýtvání vyšel 18,35 vteřin. Rozdíl mezi těmito hodnotami, který činí 4,16 sekund je převážně způsoben úchopem zálisků ZZ00484 při vkládání těchto zálisků do přípravku V0379. Jako způsob snížení tohoto plýtvání společnost vytvořila přístroj určen pro jednodušší uchopení zálisků ZZ00484. Obrázek 31 zobrazuje přístroj, který po umístění zálisků do horní části a po spuštění začne vibrovat, zálisky díky vibracím zapadnou do korýtek čímž se srovnají a mohou být dále pracovníkem jednoduše odebrány. Všechny takto odebrané zálisky mají stejný směr natočení pouze mohou být jednotlivé zálisky otočeny o 90°.

Tabulka 21 Zakládání s novým přístrojem

Chronometráže (s)									
22,80	16,33	19,64	17,60	18,57	19,70	15,91	20,91	15,98	17,29
21,67	15,66	16,66	16,57	22,74	22,70	19,93	20,58	18,26	20,89
Průměrný čas				Dávka		Čas na kus			
19,02 s				1 ks		19,02 s			

(zdroj: vlastní zpracování)

Po implementování nového přístroje se průměrná doba operace zakládání snížila na 19,02 sekund tedy o 3,49 vteřin, jak lze vidět v tabulce 21. U tříčlenné výroby dle propočtů dojde implementací tohoto návrhu ke zvýšení produktivity o 13 %.



Obrázek 31 Přístroj pro uchopování zálisků ZZ00484

(zdroj: vlastní zpracování)

11.3 Nahrazení operátora lisu kolaborativním robotem

Třetím návrhem práce, který je zároveň nejvíce přínosný v rámci parciální produktivity je nahrazení jednoho pracovníka kolaborativním robotem. Kolaborativní robot by konkrétně nahradil pracovníka obsluhující vstřikolis a vykonával by operace dva a tři tedy „Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje“ a „Vydání kusů ze stroje“.

Při pořizování průmyslového kolaborativního robota firma do nákladů započítává jak cenu samotného robota, tak i náklady na konstrukční práci, náklady na zabezpečení strojů, náklady na programování robota, náklady na testování, náklady na instalaci apod. Na základě nabídek od dodavatelů byla stanovena cena kolaborativního robota do výše 1 500 000 Kč.

Jak již bylo zmíněno, kobot by zastupoval operace 2 a 3, zbylé operace by byly prováděly dvěma pracovníci. Tabulka 22 přibližuje rozdělení výrobních operací mezi dva pracovníky bez operací vykonávaných kolaborativním robotem.

Tabulka 22 Rozložení operací s kolaborativním robotem

První pracovník		Druhý pracovník		Kobot (odhad)	
Operace 1	23,56	Operace 1	23,56	Operace 2	19
Operace 4	12,17	Operace 1	23,56	Operace 3	10
Operace 5	33,15	Operace 1	23,56	Cyklus lisu	24
Celkový čas (s)					
68,88		70,68		53	

(zdroj: vlastní zpracování)

S kolaborativním robotem by se výroba čtyř kusů trvala 70,68 sekund, a tedy jeden kus vyráběl přibližně 17,75 vteřin, což je méně než takt zákazníka, který činí 20 s/ks. Za jednu směnu by se tedy vyrobilo 1622 kusů výrobků ZZ00485. V tomto případě by se parciální produktivita zvýšila o 30,9 %.

Nyní ještě můžeme vypočítat, jak by probíhala výroba při implementaci přístroje pro snížení času výroby první operace z kapitoly 11.2. V tomto případě by normovaný čas první operace (vypočtený rovnicí (1) z kapitoly 8.7.) byl 19,9 vteřin, tedy o 3,66 vteřin méně.

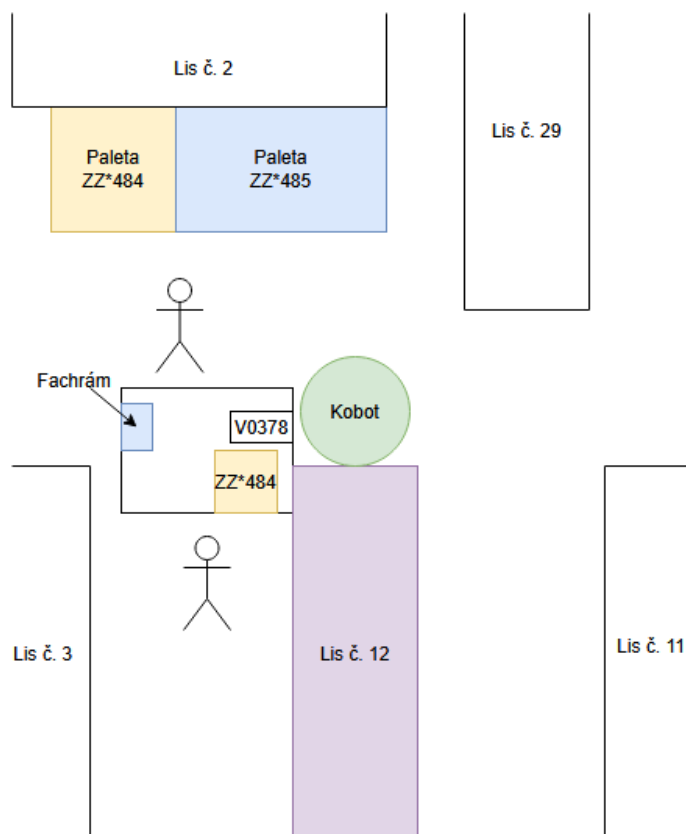
Tabulka 23 Rozložení operací s kolaborativním robotem a snížením času výroby první operace

První pracovník		Druhý pracovník		Kobot (odhad)	
Operace 1	19,90	Operace 1	19,90	Operace 2	19
Operace 4	12,17	Operace 1	19,90	Operace 3	10
Operace 5	33,15	Operace 1	19,90	Cyklus lisu	24
Celkový čas (s)					
65,22		59,70		53	

(zdroj: vlastní zpracování)

Dle výpočtu by výroba jednoho dílu trvala přibližně 16,5 sekund. S produkcí 16,5 s/ks by se za jednu osmi hodinovou směnu vyrobilo 1745 dílů, čímž by se parciální produktivita výroby zvýšila o 40,8 %.

Následující obrázek ještě zobrazuje layout pracoviště s novým kolaborativním robotem.



Obrázek 32 Nový layout s kolaborativním robotem

(zdroj: vlastní zpracování)

11.4 Zhodnocení navrhovaných řešení

V předchozích třech podkapitolách byly představeny návrhy řešení projektu pro zvýšení produktivity výroby na výrobním pracovišti. Jednalo se konkrétně o změnu layoutu pracoviště, snížení výrobního času první operace a nahrazení operátora vstříkolisu kolaborativním robotem. V tabulce 24 jsou všechny tyto návrhy přehledně shrnuty a jsou k nim vypočítány přínosy ve tvaru zvýšení parciální produktivity.

Tabulka 24 Porovnání navrhovaných řešení z hlediska parciální produktivity

Varianta	Návrh	Počet operátorů	Výkon (ks/směna)	Parciální produktivita	Přínos
1.	Změna layoutu	3	1920	640	Zjednodušení manipulace s výrobky
2.	Snížení výrobního času první operace	3	2173	724,3	Zvýšení produktivity o 13,1 %
3.	Nahrazení operátora kolaborativním robotem	2	1622	811	Zvýšení produktivity o 30,9 %

(zdroj: vlastní zpracování)

Největším přínosem návrhu na změnu layoutu je zjednodušení manipulace s hotovými výrobky. Tato změna by měla minimální dopad na samotnou produktivitu, protože operace zabývající se manipulací dílů trvají 0,402 s/ks pro operaci „Odnesení zásobníku do KLT boxu“ a 0,087 s/ks pro operaci „Odnesení KLT boxu na paletu“. Při změně layoutu by došlo k určité úspoře času, ale na celkovou produktivitu by to mělo minimální vliv.

Snížení výrobního času operace zakládání by u tříčlenné výroby zvýšilo parciální produktivitu o 13,1 %. Tento návrh nijak nesníží počet potřebných pracovníků pro dosažení výroby nad takt zákazníka. Celková normovaná doba operace je snížena z 23,56 vteřin na 19,9 vteřin.

Nejvyšší zvýšení parciální produktivity přineslo nahrazení jednoho pracovníka kolaborativním robotem. Počet pracovníků se sníží na dva a dvoučlenná výroba dosáhne vyšší produkce, než je požadovaný takt zákazníka, tedy 20 s/ks což dále tvoří produkci 1440 ks/směnu. Parciální produktivita se však zvýšila o necelých 31 % a tedy ne o 35 % jak je stanoven cíl projektu. Při kombinaci kolaborativního robota s návrhem na snížení času výroby u první operace se však parciální produktivita zvýší na 872,5 ks/směnu, tedy o 40,8 % než je počáteční výroba což již je nad stanovený cíl projektu.

Při implementaci kolaborativního robota je ještě vhodné vypočítat návratnost investice, protože při tomto návrhu dojde k úspoře finančních prostředků v rámci permanentního snížení počtu pracovníků. Tabulka 25 zobrazuje návratnost investice do navrhovaných řešení.

Tabulka 25 Návratnost investice

Navrhovaná opatření	Odhad investice	Úspory	Návratnost (roky)	Návratnost (měsíc)	Přínosy
Snížení výrobního času první operace	5 000 Kč	-	-	-	Zvýšení produktivity o 13,1 %
Nahrazení operátora kolaborativním robotem	1 500 000 Kč	1 pracovník = 550 000 Kč/rok	2,73	32,73	Zvýšení produktivity o 30,9 %
Snížení výrobního času první operace a nahrazení pracovníka kobotem	1 505 000 Kč	1 pracovník = 550 000 Kč/rok	2,74	32,84	Zvýšení produktivity o 40,8 %

(zdroj: vlastní zpracování)

ZÁVĚR

Tématem diplomové práce je racionalizace výrobního pracoviště ve vybrané společnosti a cílem práce je zvýšit parciální produktivitu o 35 %. Dílčími cíli práce jsou změna layoutu výrobního pracoviště pro jednodušší manipulaci s hotovými výrobky, zvýšení produktivity zaměřením se na úzké místo výroby, tedy na operaci zakládání a snížení počtu pracovníků na dva při plnění taktu zákazníka využitím kooperativního robota.

Samotná práce je rozdělena na dvě části. První část obsahuje šest kapitol a zabývá se teoretickou rešerší na témata související s řešenou problematikou. První kapitola pojednává o oboru průmyslového inženýrství a o jeho praktickém využití ve výrobních podnicích. Dále jsou zde dvě podkapitoly, které rozebírají klasické a moderní postupy průmyslového inženýrství. Pojmem “Štíhlý podnik“ se zabývá druhá kapitola. Zde je definován tzv. lean management a štíhlost systémů. Dále se v kapitole nachází zaměření na štíhlou výrobu, rozprava o standardizaci výrobních procesů a vyjmenování vybraných nástrojů štíhlé výroby s jejich popisem. Samotnou výrobou se zabývá třetí kapitola literární rešerše. Je zde nadefinována kusová, sériová a hromadná výroba a jejich výhody a úskalí. Uspořádání výrobních pracovišť je důležité téma při rozvrhování layoutů výrobních hal, a proto je tomuto tématu věnována podkapitola. Poslední podkapitola se věnuje druhům plýtvání, s nimiž se můžeme potkat při výrobních úkonech. S tématem plýtvání souvisí také produktivita práce, která má vyčleněnou svou vlastní čtvrtou kapitolu. Pátá kapitola je zaměřena na metody uplatňované při měření práce. Jsou zde přiblíženy metody chronometráže a snímek pracovního dne jako metody přímého měření práce. Dále je v zde vysvětlena metoda Basic MOST, což je metoda nepřímého měření. Poslední kapitola teoretické části se věnuje čtvrté průmyslové revoluci, průmyslu 4.0 a jeho dopadu na výrobní organizace. Po přiblížení samotného konceptu průmyslu 4.0 se v kapitole nachází nahlédnutí do historie průmyslových revolucí. Kapitola je zakončena rozpravou o devíti stavebních blocích samotného průmyslu 4.0, které bývají nazývány pilíře.

Na teoretickou část dále v práci navazuje část praktická, v níž je nejprve představena společnost, produktové portfolio a je vytvořena SWOT analýza. Dále je v práci popsáno výrobní pracoviště s výrobkem, jež je vyráběn na tomto pracovišti a s technologickým postupem výroby. Dále je v analytické části provedeno přímé a nepřímé měření jednotlivých operací výroby, přesněji je provedeno 20 měření chronometráže pro všechny operace a je vypočítána doba výroby bez plýtvání pomocí metody BasicMOST. Tyto data jsou dále zkoumány a je poukázáno na důvody proč dochází při výrobě k plýtvání. Po prezentaci

naměřených dat práce pokračuje s výpočtem normovaného času výroby daných operací a nynější výroba je porovnána s taktem zákazníka. Zde je zjištěno, že tříčlenná výroba dokáže spolehlivě vyrábět nad takt zákazníka, ale dvoučlenná výroba vyrábí pod takt zákazníka. Analytická část praktické části je ukončena sumarizací nedostatků nalezených v předchozích kapitolách. Konkrétně je zmíněna vysoká fluktuace pracovníků, což snižuje produktivitu výroby, dále komplikovaná manipulace s hotovými výrobky pro což je vhodné upravit layout pracoviště a úzké místo u první operace zakládání. Vzhledem k tomu, že jedním z dílčích cílů práce je snížit počet pracovníků na dva při udržení výroby nad taktem zákazníka, tak byl vytvořen projekt pro nahrazení jednoho ze tří pracovníků kooperativním robotem. Po provedení analýzy současného stavu výroby je vymezen projekt s cílem zvýšení parciální produktivity o 35 %. Projekt je definován v projektovém listě, je vytvořen harmonogram a logický rámec a je provedena riziková analýza RIPRAN. Tyto čtyři kapitoly jsou důležitou součástí pro správné zpracování celého projektu. Následující kapitola navrhuje tři řešení nedostatků. Je vytvořen návrh nového layoutu, návrh snížení času operace zakládání a návrh pro nahrazení jednoho pracovníka kooperativním robotem. U těchto návrhů je dále propočítána parciální produktivita po implementaci a ta je porovnána s výchozím stavem pro zjištění dopadu na výrobu. Práce je zakončena celkovým zhodnocením navrhovaných řešení, kde bylo zjištěno, že pro dosažení stanoveného cíle je nutno implementovat všechna navrhovaná řešení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AKYAZI, Tugce; GOTI, Aitor; OYARBIDE, Aitor; ALBERDI, Elisabete a BAYON, Felix, 2020. A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0. Online. *Foods*. Vol. 9, Iss. 4, pp. 1-15. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9040492>. [cit. 2024-11-30].

ALASKARI, O.; AHMAD, M. M. a PINEDO-CUENCA, R., 2016. Development of a methodology to assist manufacturing SMEs in the selection of appropriate lean tools. Online. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol. 7, pp. 62-84. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2015-0005>. [cit. 2025-2-25].

AWAD, Mai Mostafa; HASHEM, Abd'Elazez a NAGUIB, Hend Mohamed, 2022. The Impact of Lean Management Practices on Economic Sustainability in Services Sector. Online. *Sustainability*. Vol. 14, Iss. 15, pp. 1-27. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su14159323>. [cit. 2024-11-30].

CAO, Huihua, 2023. The Role of Standardization in the Operation of Enterprise Quality Management Systems. Online. *Modern Economics & Management Forum*. Vol. 4, Iss. 2, pp. 1-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.32629/memf.v4i2.1314>. [cit. 2025-2-25].

DENNIS, Pascal, 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Vyd. 3. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-14-987-0887-6.

DLABAČ, Jaroslav, 2015. Analýza a měření práce. Online. Academy of Productivity and Innovations. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>. [cit. 2025-2-25].

EILON, Samuel, 1959. The industrial engineering revolution. Online. *Institution of Production Engineers Journal*. Vol. 38, Iss. 8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1049/ipej.1959.0054>. [cit. 2025-2-25].

FERREIRA, William de Paula; ARMELLINI, Fabiano; de SANTA-EULALIA, Luis Antonio a THOMASSET-LAPERRIERE, Vincent, 2022. A framework for identifying and analysing industry 4.0 scenarios. Online. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 65, pp. 192-207. ISSN 2040-4166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.002>. [cit. 2024-11-30].

FURLAN, Andrea; GRANDINETTI, Roberto a DE TONI, Alberto F., 2023. Managing the Lean–Agile Paradox in Complex Environments. Online. *Systems*. Vol. 11, Iss. 5, pp. 1-20. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/systems11050258>. [cit. 2024-11-30].

GHATORHA, Singh, 2020. Role of Poka-Yoke in the productivity of a manufacturing industry. Online. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, Vol. 6, Iss. 1, pp. 1516-1518. ISSN 2349-5162. [cit. 2025-2-25].

GILCHRIST, Alasdair, 2016. Industry 4.0: the industrial internet of things. New York: Apress. ISBN 978-14-842-2046-7.

HOPP, Wallace J., a SPEARMAN, Mark S., 2020. The lenses of Lean: Visioning the science and practice of efficiency. Online. *Journal of Operations Management*. Vol. 67, Iss. 5, pp. 610–626. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/joom.1115>. [cit. 2024-11-30].

HORVÁTH, Dora; SZABÓ, Roland Z., 2019. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? Online. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 146, pp. 119-132. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>. [cit. 2024-11-30].

CHROMJAKOVÁ, Felicita a RAJNOHA, Rastislav, 2011. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg. ISBN 978-80-894-0126-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. Žilina: Georg. ISBN 978-80-815-4058-5.

IMAI, Masaaki, 2004. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press. ISBN 802-51-046-13.

JANUŠKA, Martin, 2018. Úvod do operativního řízení podniku. Plzeň. Západočeská univerzita. ISBN 978-80-261-0800-9.

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

KAVAN, Michal, 2002. Výrobní a provozní management. Praha: Grada. ISBN 802-47-019-95.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. Vyd. 3. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-717-9319-9.

KIRAN, D. R., 2019. Production Planning and Control: a Comprehensive Approach. United Kingdom: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-01-281-8937-5.

KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK, Zbyněk, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing. ISBN 808-68-513-89.

LAKSHMANAN, Rohit; NYAMEKYE, Patricia; VIROLAINEN, Veli-Matti a PIILI, Heidi, 2023. The convergence of lean management and additive manufacturing: Case of manufacturing industries. Online. *Cleaner Engineering and Technology*. Vol. 13, pp. 1-12. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100620>. [cit. 2024-11-30].

MANGAROO-PILLAY, Mia a COETZEE, Rojanette, 2022. A systematic literature review (SLR) comparing Japanese Lean philosophy and the South African Ubuntu philosophy. Online. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol. 13, Iss. 1, pp. 118-135. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/ijlss-11-2019-0118>. [cit. 2024-11-30].

MAŠÍN, Ivan a VYTLAČIL, Milan, 2000. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 809-02-235-67.

MCGORMICK, Gary, 2018. Průmysl 4.0 a jeho 9 pilířů pokroku. Online. V: [Blog.cadstudio.cz](https://blog.cadstudio.cz). Dostupné z: <https://blog.cadstudio.cz/2018/02/prumysl-40-jeho-9-piliru-pokroku.html>. [cit. 2025-2-25].

MOR, R.; BHARDWAJ, A.; SINGH, Sarbjin a SACHDEVA, A., 2019. Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. Online. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 30, pp. 899-919. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>. [cit. 2025-2-25].

NENADÁL, Jaroslav, 2018. Management kvality pro 21. století. Praha: Management Press. ISBN 978-80-726-1561-2.

OPLETAL, Petr, 2023. Snímek pracovního dne. Online. V: [Contros.cz](https://www.contros.cz). Dostupné z: <https://www.contros.cz/blog/snimek-pracovniho-dne/>. [cit. 2025-2-25].

PAVNASKAR, S. J.; GERSHENSON, J. a JAMBEKAR, A., 2003. Classification scheme for lean manufacturing tools. Online. *International Journal of Production Research*. Vol. 41, Iss. 13, pp. 3075-3090. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>. [cit. 2025-2-25].

POLÁKOVÁ, Veronika a BOBÁK, Roman, 2013. Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov. Žilina: Georg. ISBN 978-80-815-4051-6.

PRADO-PRADO, J. Carlos; GARCIA-ARCA, Jesus; FERNANDEZ-GONZALES, Arturo J. a MOSTEIRO-ANON, Mar, 2020. Increasing Competitiveness through the Implementation of Lean Management in Healthcare. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 17, Iss. 14, pp. 1-25. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph17144981>. [cit. 2024-11-30].

PRINCLÍK, Jan, 2013. Snímek pracovního dne (Personální audit). Online. V: Proexperty.cz. Dostupné z: <https://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>. [cit. 2025-2-25].

ROSEN, Christoph, 2015. Industry 4.0. Online. V: Allaboutlean.com. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/industry-4-0/industry-4-0-2/>. [cit. 2025-2-25].

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. a VIDOR, G., 2012. A framework for assessing poka-yoke devices. Online. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 31, Iss. 3, pp. 358-366. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001>. [cit. 2025-2-25].

SHARMA, Arvind, 2016. Takt Time as an important tool for lean implementation: A case study of an auto industry. Online. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research*. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Takt-Time-as-an-important-tool-for-lean-A-case-of-Sharma/d2c5840d2865054427f0517ef230002a22fbf4b3>. [cit. 2025-2-25].

SINGH, Jayant, 2020. Industrial and Systems Engineering. Online. Wayne State University. Dostupné z: <https://bulletins.wayne.edu/graduate/college-engineering/industrial-systems-engineering/industrial-systems-engineering.pdf>. [cit. 2025-2-25].

SKILTON, Mark a HOVSEPIAN, Felix, 2018. The 4th industrial revolution: responding to the impact of artificial intelligence on business. Cham: Springer. ISBN 978-33-196-2478-5.

STEFANOVSKAYA, O. M.; KONYUKHOV, V. a ZOTT, R., 2019. Standardization as the Main Component of Quality Management Principles. Online. *Proceedings of the International Conference on "Humanities and Social Sciences: Novations, Problems, Prospects"*. Vol. 333, pp. 1-6. Dostupné z: <https://doi.org/10.2991/HSSNPP-19.2019.143>. [cit. 2025-2-25].

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2017. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional. ISBN 978-80-906-5944-5.

TOŠANOVIĆ, Natasa; ŠTEFANIĆ, Nedeljko; KUNKERA, Zoran, 2022. Improving the Shipbuilding Sales Process by Selected Lean Management Tool. Online. *Machines*. Vol. 10, Iss. 9, pp. 1-27. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/machines10090766>. [cit. 2024-11-30].

TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2006. Výrobní systémy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 807-31-838-11.

VÁCHAL, Jan a VOCHOZKA, Marek, 2013. Podnikové řízení. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4642-5.

VLČEK, Radim, 2019. Maynard Operation Sequence Technique (MOST). Online. Dostupné z: <https://2belean.cz/most/>. [cit. 2025-2-25].

WESTER, Lars Christopher a HITKA, Milos, 2022. Shopfloor Management – A Tool of Lean Management. Online. *Management Systems in Production Engineering*. Vol. 30, Iss. 3, pp. 238-245. ISSN 2450-5781. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0030>. [cit. 2024-11-30].

ZAHRAEI, S., 2016. A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran. Online. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol. 7, pp. 136-148. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2015-0010>. [cit. 2025-2-25].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Štíhlá výroba.....	20
Obrázek 2 Japonské vnímání pracovních pozic	22
Obrázek 3 Transformace výrobních vstupů na výstupy.....	25
Obrázek 4 Možnost přizpůsobení výrobku požadavkům zákazníka při jednotlivých typech výroby	26
Obrázek 5 Náklady v závislosti na typu výroby	27
Obrázek 6 Technologické uspořádání pracovišť	28
Obrázek 7 Předmětné uspořádání pracovišť	30
Obrázek 8 Čtyři průmyslové revoluce	40
Obrázek 9 Počet zaměstnanců od roku 2018 do 2022	46
Obrázek 10 Čistý obrat (v tis. Kč) od roku 2018 do roku 2022.....	47
Obrázek 11 Organizační struktura společnosti	49
Obrázek 12 Pokovený pohledový díl	50
Obrázek 13 Vstřikovaný díl se zálisky	51
Obrázek 14 Montovaný díl	51
Obrázek 15 Layout vstřikolisy	54
Obrázek 16 Komora vakuového pokovení.....	55
Obrázek 17 Montážní pracoviště	56
Obrázek 18 Zálisek ZZ00484	58
Obrázek 19 Přípravek V0379 z boku.....	58
Obrázek 20 Přípravek V0379 ze zhora	59
Obrázek 21 Správné vložení zálisků.....	59
Obrázek 22 Vložení přípravků se zálisky do formy	60
Obrázek 23 Přípravek V0378 se založenými přípravky V0379	61
Obrázek 24 Konečný díl ZZ00485.....	62
Obrázek 25 Díly ZZ00485 uloženy ve zásobníku	62
Obrázek 26 Layout lisu č. 12 pro výrobu ZZ*485.....	63
Obrázek 27 Rozdíl ve výrobě mezi zkušeným a novým pracovníkem.....	67
Obrázek 28 Spaghetti diagram	72
Obrázek 29 Grafické zobrazení měřených hodnot chronometráže a BasicMostu	74
Obrázek 30 Nový layout výrobního pracoviště	87
Obrázek 31 Přístroj pro uchopování zálisků ZZ00484	89
Obrázek 32 Nový layout s kolaborativním robotem	91

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vysvětlivky k layoutu haly	53
Tabulka 2 SWOT analýza	57
Tabulka 3 Doba prostoje stroje	64
Tabulka 4 Přímé měření – Zakládání	65
Tabulka 5 Přímé měření – Zakládání – Zaučování	66
Tabulka 6 Přímé měření – Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje	67
Tabulka 7 Přímé měření – Vyndání kusů ze stroje	68
Tabulka 8 Přímé měření – Vyndání nových kusů z přípravku	69
Tabulka 9 Přímé měření – Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku/vyhození zmetků	69
Tabulka 10 Přímé zpracování – Odnesení zásobníku do KLT boxu	70
Tabulka 11 Přímé měření – Odnesení KLT boxu na paletu	71
Tabulka 12 Měřené hodnoty	73
Tabulka 13 Celkový čas pro výrobu	75
Tabulka 14 Zaznamenaný čas (OT)	76
Tabulka 15 Normovaný čas (T)	78
Tabulka 16 Rozložení operací mezi tři pracovníky	79
Tabulka 17 Rozložení operací mezi dva pracovníky	79
Tabulka 18 Porovnání taktu zákazníka s výrobou	80
Tabulka 19 Projektový list	84
Tabulka 20 Kritéria pro hodnocení RIPRAN analýzy	86
Tabulka 21 Zakládání s novým přístrojem	88
Tabulka 22 Rozložení operací s kolaborativním robotem	90
Tabulka 23 Rozložení operací s kolaborativním robotem a snížením času výroby první operace	90
Tabulka 24 Porovnání navrhovaných řešení z hlediska parciální produktivity	92
Tabulka 25 Návrh investice	93

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PI	Průmyslové inženýrství
USA	Spojené státy americké
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
IoT	Internet věcí
AI	Umělá inteligence
IT	Informační technologie
LAN	Lokální síť
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IATF	Mezinárodní automobilová pracovní skupina
PVD	Fyzikální depozice z plynné fáze

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: BasicMOST – Zakládání

Příloha P II: BasicMOST – Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje

Příloha P III: BasicMOST – Vyndání kusů ze stroje

Příloha P IV: BasicMOST – Vyndání nových kusů z přípravku

Příloha P V: BasicMOST – Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku

Příloha P VI: BasicMOST – Odnesení zásobníku do KLT boxu

Příloha P VII: BasicMOST – Odnesení KLT boxu na paletu

Příloha P VIII: Harmonogram projektu

Příloha P IX: Akční plán projektu

Příloha P X: Logický rámec projektu

Příloha P XI: RIPRAN analýza

PŘÍLOHA P I: BASICMOST – ZAKLÁDÁNÍ

Poznámky: První operace - Zakládání

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace		Sekvence								Frekvence	TMU
		OP - obecné přemístění	OP	ABG - Získat	ABP - Položit			A - Navrat					
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/spustit								
		N - Použití nástroje	N		ABP - Položit		Nástroj		ABP - Položit stranou				
		J - Jeřáb	J		ATK - Získat		FVL - Položit			VPT - Položit stranou			
1		Vzít přípravek V0379	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 0 1	1	40		
2		Vzít ZZ00484	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1				A 1 1	1	50		
3		Vložení ZZ00484 do V0379	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 4				A 0 1	1	250		
4		Vzít V0377 a zatlačit ZZ00484	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 0 I 6 1 1 1				A 0 1	1	90		
5		Položit V0377 na stůl	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 1 1	1	30		
6		Přesunout V0379 ke stroji	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 1 1	1	50		
Celková spotřeba času:						0,31		18,35		510			
						minut		sekund		TMU			

PŘÍLOHA P II: BASICMOST – VLOŽENÍ PŘÍPRAVKŮ DO STROJE A ZAPNUTÍ STROJE

Poznámky: Druhá operace - Vložení přípravků do stroje a zapnutí stroje														
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence										Frekvence	TMU
		OP - obecné přemístění	OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou		A - Návrat				
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)			MXI - Přemístit/Spustit									
		N - Použití nástroje			ABP - Položit									
		J - Jeřáb			ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou						
1		Ofoukání formy	NS	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	S 24 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 1 1	0,25	82,5				
2		Vzítí V0379	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1			A 0 1	4	80				
3		Kontrola správného vložení	NT	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	T 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	A 0 1	4	40				
4		Vložení V0379 do stroje	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1			A 1 1	4	200				
5		Zkontrolování správného uložení	NT	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	T 6 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	A 1 1	1	70				
6		Zapnutí stroje tlačítkem	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1 1			A 1 1	1	40				
Celková spotřeba času:					0,31			18,44			512,5			
					minut			sekund			TMU			

PŘÍLOHA P III: BASICMOST – VYNDÁNÍ KUSŮ ZE STROJE

Poznámky: Třetí operace - Vyndání kusů ze stroje														
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence										Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou		A - Návrat				
					MXI - Přemístit/spustit									
					ABP - Položit									
					FVL - Položit			VPT - Položit stranou						
ŘP - řízení přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP													
N - Použití nástroje	N													
J - Jeřáb	J	ATK - Získat		FVL - Položit		VPT - Položit stranou								
1	Vyjmutí přípravků V0379 ze stroje	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0				A 1	4	120				
			1 1 1	1 1 1				1						
2	Vložení kusů do přípravku V0378	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3				A 1	4	200				
			1 1 1	1 1 1				1						
3	Kontrola správného vložení	NT	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0	T 1	A 0 B 0 P 0	A 0	1	30					
			1 1 1	1 1 1	1	1 1 1	1	1						
Celková spotřeba času:					0,21		12,59		350					
					minut		sekund		TMU					

PŘÍLOHA P IV: BASICMOST – VYNDÁNÍ NOVÝCH KUSŮ Z PŘÍPRAVKU

Poznámky:Čtvrtá operace - Vyndání nových kusů z přípravku												
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence								Frekvence	TMU
		OP - obecné přemístění	OP	ABG - Získat	ABP - Položit				A - Návrat			
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/spustit							
		N - Použití nástroje	N		ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou				
		J - Jeřáb	J		ATK - Získat		FVL - Položit					
1		Uchopení přípravku V0378	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1				A 0 1	1	20	
2		Uchopení a vytažení nových kusů	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 3 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	4	200	
3		Položení ZZ00485 na stůl	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 0 1	4	80	
4		Vyndání přípravků V0379 z přípravku V0378 a položení na stůl	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 1 1	1	50	
Celková spotřeba času:						0,21		12,59		350		
						minut		sekund		TMU		

PŘÍLOHA P V: BASICMOST – KONTROLA HOTOVÝCH KUSŮ A VLOŽENÍ DO ZÁSOBNÍKU

Poznámky: Pátá operace - Kontrola hotových kusů a vložení do zásobníku															
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence											Frekvence	TMU
		OP - obecné přemístění	OP	ABG - Získat	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou			A - Návrat			
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/špusť										
		N - Použití nástroje	N		ABP - Položit										
		J - Jeřáb	J	ATK - Získat			FVL - Položit			VPT - Položit stranou					
1		Vzítí kusu a provedení kontroly	NT	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0	T 6	A 0 B 0 P 0	A 1	1	90					
2		Vložení dobrých kusů do zásobníku	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6			A 1	1	80					
3		Vzítí zmetkových kusů	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0			A 0	1	20					
4		Vyhození zmetkových kusů	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 1	1	30					
Celková spotřeba času:					0,13			7,91			220				
					minut			sekund			TMU				

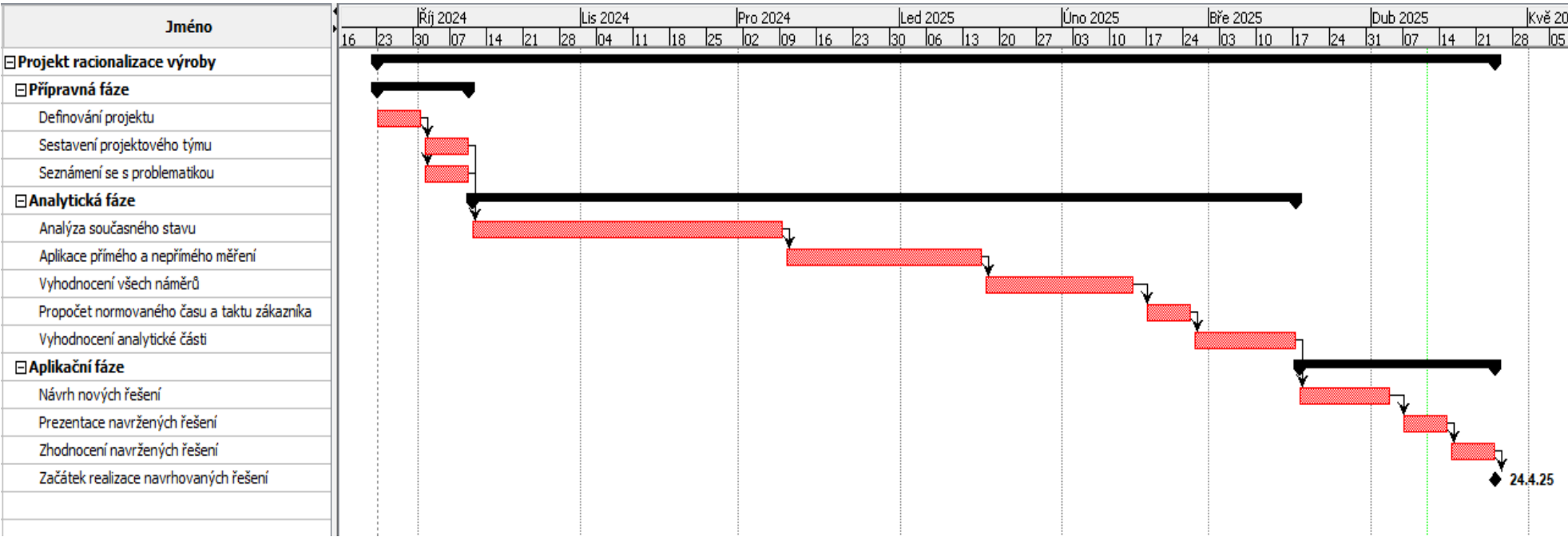
PŘÍLOHA P VI: BASICMOST – ODNESENÍ ZÁSOBNÍKU DO KLT BOXU

Poznámky: Šestá operace - Odnesení zásobníku do KLT boxu													
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence									Frekvence	TMU
		OP - obecné přemístění	OP	ABG - Získat	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou		A - Navrát		
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)			MXI - Přemístit/spustit								
		N - Použití nástroje			ABP - Položit								
		J - Jeřáb			ATK - Získat	FVL - Položit	VPT - Položit stranou						
1		Vstání ze židle a získání zásobníku	OP	A 3 B 10 G 3	A 0 B 0 P 0					A 1	1	170	
2		Kontrola důlů v zásobníku	NT	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0	T 6	A 0 B 0 P 0	A 1	1	90			
3		Cesta ke krabici a vložení zásobníku do KLT boxu	OP	A 10 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6					A 1	1	190	
4		Cesta na pracoviště	OP	A 10 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0					A 0	1	100	
5		Vyndání nového zásobníku	OP	A 3 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0					A 0	1	40	
6		Nachystání zásobníku na stůl	OP	A 0 B 0 G 0	A 3 B 0 P 3					A 1	1	70	
7		Sednutí na židli	OP	A 3 B 10 G 0	A 0 B 0 P 0					A 1	1	140	
Celková spotřeba času:					0,48			28,78			800		
					minut			sekund			TMU		

PŘÍLOHA P VII: BASICMOST – ODNESENÍ KLT BOXU NA PALETU

Poznámky: Sedmá operace - Odnesení KLT boxu na paletu												
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence								Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou		A - Navrát		
					MXI - Přemístit/spustit							
					ABP - Položit							
					ATK - Získat			FVL - Položit				
1		Kontrola KLT boxu	NT	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	T 6 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	A 1 1	1	90		
2		Vzítí KLT boxu s kusy a cesta k paletě	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 10 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	140		
3		Umístění KLT boxu na paletu	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 6 P 3 1 1 1			A 1 1	1	110		
4		Vzítí nového prázdného KLT boxu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	20		
5		Kontrola KLT boxu	NT	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	T 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	A 1 1	1	40		
6		Cesta a umístění prázdného KLT boxu	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 10 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	1	130		
7		Cesta na pracoviště	OP	A 6 B 10 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 1 1	1	170		
Celková spotřeba času:					0,42		25,18		700			
					minut		sekund		TMU			

PŘÍLOHA P VIII: HARMONOGRAM PROJEKTU



PŘÍLOHA P IX: AKČNÍ PLÁN PROJEKTU

Činnost	Zahájení	Dokončení	Odpovědná osoba
Detailní plánování layoutu	Březen 2025	Duben 2025	Procesní inženýr
Úprava pracoviště	Duben 2025	Květen 2025	Mistři výroby, Procesní inženýr
Optimalizace pracovních postupů	Květen 2025	Říjen 2025	Procesní inženýr
Školení zaměstnanců	Červen 2025	Listopad 2025	Mistři výroby, Procesní inženýr
Monitorování výkonu	Květen 2025	Prosinec 2025	Procesní inženýr
Výběr kobota	Duben 2025	Červen 2025	Procesní inženýr, Vedení společnosti
Integrace kobota	Červen 2025	Září 2025	Procesní inženýr
Testování kobota	Září 2025	Prosinec 2025	Mistři výroby, Procesní inženýr
Vyhodnocení splnění cíle projektu	Říjen 2025	Listopad 2025	Procesní inženýr
Finanční zhodnocení	Listopad 2025	Prosinec 2025	Procesní inženýr
Prezentace výsledků	Prosinec 2025	Prosinec 2025	Procesní inženýr

PŘÍLOHA P X: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Strom cílů		Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření
Hlavní cíl	Zvýšení produktivity výrobního pracoviště	Počet odlisovaných zakázek	Interní databáze společnosti
Projektový cíl	Zefektivnění a zvýšení parciální produktivity výrobku ZZ00485	Zvýšení produktivity o 50 %	Záznamy o produktivitě; data oddělení controllingu
Výstupy	1. Analýza současného stavu 2. Navrhovaná řešení 3. Zhodnocení navrhovaných řešení	Výsledky analýzy současného stavu Nový kolaborativní robot; nový layout Přínosy a finanční vyhodnocení návrhu	Přehled přímých a nepřímých měření Popis nového kobota; nový layout Zhodnocení navrhovaných řešení
Aktivity	1.1. Seznámení se s problematikou 1.2. Analýza výrobního pracoviště 1.3. Provedení přímého a nepřímého měření 1.4. Vyhodnocení náměrů 1.5. Výpočet normovaného času 1.6. Výpočet taktu zákazníka 2.1. Návrh nahrazení pracovníka kobotem 2.2. Návrh na změnu layoutu 3.1. Zhodnocení navrhovaných řešení	Prostředky	Harmonogram projektu
		Náměry jednotlivých operací Formuláře pro přímé a nepřímé měření MS Office Technické vybavení (PC, stopky) Odborná literatura Interní dokumenty společnosti	39. týden 2024–50. týden 2025
			Rizika
			Chybně zpracovaná analýza Nespolupráce vedení společnosti Neochota spolupráce pracovníků Nepřijetí navrhovaných řešení Ztráta dat Nedodržení časového harmonogramu Ukončení činnosti firmy

PŘÍLOHA P XI: RIPRAN ANALÝZA

ID	Hrozba	P-st hrozby	ID	Scénář	P-st scénáře	P-st celkem	Kategorie	Vliv	Hodnota rizika	Opatření
1	Chybně zpracovaná analýza	29 %	1.1	Zkreslené výsledky	85 %	24,65 %	SP	VV	VHR	Důkladná kontrola dat
2	Nespolupráce ze strany společnosti	15 %	2.1	Zdržení projektu	80 %	12 %	MP	SV	MHR	Akceptace rizika
			2.2	Zrušení projektu	20 %	3 %	MP	VV	SHR	Komunikace s vedením
3	Neochota spolupráce pracovníků	35 %	3.1	Nepřijetí návrhů na změnu	65 %	22,75 %	SP	MV	MHR	Akceptace rizika
			3.2	Zkreslení časů výroby při měření	75 %	26,25 %	SP	SV	SHR	Provedení vícero měření
4	Nepřijetí navrhovaných řešení	25 %	4.1	Zdržení projektu	90 %	22,5 %	SP	SV	SHR	Prezentace výhod navrhovaného řešení
5	Ztráta dat	7 %	5.1	Nedodržení harmonogramu	80 %	5,6 %	MP	SV	MHR	Akceptace rizika
			5.2	Nutnost opětovné analýzy	95 %	6,65 %	MP	VV	SHR	Zálohování dat
6	Nedodržení časového harmonogramu	20 %	6.1	Zdržení projektu	90 %	18 %	MP	SV	MHR	Akceptace rizika
7	Ukončení činnosti firmy	2 %	7.1	Nedokončení projektu	100 %	2 %	MP	VV	SHR	Nelze ovlivnit – Akceptace rizika