

Racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Bc. Adam Číhal

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. Adam Číhal
Osobní číslo: M23980
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum literárních pramenů vztahujících se k danému tématu a metodám průmyslového inženýrství.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Z výsledků analýzy navrhnete opatření pro zvýšení parciální produktivity výrobního procesu.
- Vypracujte plán implementace navržených opatření.
- Zhodnoťte navržená opatření.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

ALTMAN, Harry. *Lean: Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. North Charleston: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.
CHARRON, Rich. *Lean management systems handbook*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 9781466564350.
CHROMJAKOVÁ, Felicitá; TUČEK, David a BOBÁK, Roman. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 9788074546808.
NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-726-1561-2.
ROTHER, Mike a ŠIKÝŘ, Martin. *Toyota kata*. Praha: Grada, 2017. ISBN 9788027104352.

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

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na racionalizaci výrobního procesu ve vybrané společnosti s hlavním cílem zvýšit parciální produktivitu práce o 20 %. Práce hodnotí původní stav procesu, identifikuje zdroje plýtvání a navrhuje budoucí stav splňující hlavní a dílčí cíle. Dílčí cíle zahrnují snížení celkových ročních osobních nákladů a snížení procenta oprav hotových výrobků. Teoretická část se věnuje plýtvání, uspořádání výrobního procesu, štihlé výrobě a měření pracovních úkonů. Praktická část analyzuje současný stav pracovišť, materiálových toků a využívá metody jako časová studie, BasicMOST a hodnotová analýza. Projektová část obsahuje projektovou listinu, analýzu rizik a harmonogram realizace. Navrhovaná řešení zahrnují změnu organizace montáže a materiálových toků.

Klíčová slova: racionalizace, produktivita, plýtvání, štihlá výroba, měření spotřeby času práce

ABSTRACT

The thesis focuses on the rationalization of the production process in a selected company with the main goal of increasing partial labor productivity by 20 %. The work evaluates the original state of the process, identifies sources of waste, and proposes a future state that meets the main and partial objectives. The partial objectives include reducing overall annual personnel costs and decreasing the percentage of repairs of finished products. The theoretical part deals with waste, production process arrangement, lean manufacturing, and measurement of work tasks. The practical part analyzes the current state of workplaces, material flows, and uses methods such as time study, BasicMOST, and value analysis. The project part includes a project charter, risk analysis, and implementation schedule. The proposed solutions include changes in the organization of assembly and material flows.

Keywords: rationalization, productivity, waste, lean production, measurement of labour time consumption

Tímto chci vyjádřit poděkování mé vedoucí diplomové práce, paní Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D., za odborné a ochotné vedení při zpracování této diplomové práce a za vědomosti, které mi během studia předala.

Poděkování patří také mé rodině a mým blízkým, kteří mi vytvořili podmínky pro studium.

„Kvalita znamená dělat to dobře, i když se nikdo nedívá.“

Henry Ford

„Starejme se o sebe, neboť takto nejlépe prospíváme své rodině, svým bližním, své obci a svému státu.“

Tomáš Baťa

„Náklady neexistují, aby byly počítány. Náklady existují, aby byly snižovány.“

Taiichi Ohno

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST.....	15
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	16
2 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ.....	18
2.1 TRANSPORT.....	20
2.2 NADMĚRNÉ ZÁSoby.....	20
2.3 ZBYTEČNÉ POHYBY.....	21
2.4 ČEKÁNÍ.....	21
2.5 NADVÝROBA.....	22
2.6 NADBYTEČNÉ ZPRACOVÁNÍ.....	23
2.7 ZMETKY.....	24
2.8 NEVYUŽITÝ LIDSKÝ POTENCIÁL.....	24
3 VÝROBNÍ PROCES.....	25
3.1 TYPY VÝROBNÍHO PROCESU.....	26
3.1.1 Kusová výroba.....	26
3.1.2 Sériová výroba.....	26
3.1.3 Hromadná výroba.....	27
3.2 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ.....	27
3.2.1 Technologické uspořádání.....	28
3.2.2 Předmětné uspořádání.....	29
3.2.3 Buňkové uspořádání.....	30
4 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU PRÁCE.....	32
4.1 CHRONOMETRÁŽ.....	32
4.2 BASICMOST.....	33
4.3 HODNOTOVÁ ANALÝZA.....	34
4.4 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE.....	36
4.5 BALANČNÍ STUDIE VÝROBNÍ LINKY.....	37
4.5.1 Parametry balanční studie výrobní linky.....	38
5 LAYOUT.....	40
6 KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI.....	42
6.1 PRODUKTIVITA.....	42
6.1.1 Parciální produktivita.....	42
7 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ.....	44
7.1 PROJEKTOVÁ LISTINA.....	44

7.2	ANALÝZA RIZIK RIPRAN	44
II	PRAKTICKÁ ČÁST	47
8	PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	48
8.1	STRUČNÁ HISTORIE ČESKÉ ZBROJOVKY	48
8.2	ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI	49
9	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	50
9.1	VÝBĚR PRODUKTU PRO ANALÝZU	50
9.2	LAYOUT DÍLNY	51
9.2.1	Organizační struktura výrobního provozu	51
9.3	MATERIÁLOVÉ TOKY NA PRACOVÍŠTI	52
9.3.1	Hlavní díly	52
9.3.2	Drobné díly	52
9.3.3	Hotové výrobky	53
9.4	TECHNOLOGICKÝ POSTUP	53
9.5	ZÁKLADNÍ UKAZATELE MONTÁŽE	55
9.5.1	Zákaznický takt	55
9.5.2	Disponibilní čas směny	56
9.5.3	Procesní ukazatele	57
9.6	PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITA	61
9.7	ČASOVÁ ANALÝZA PRODUKTU1	61
9.7.1	Chronometráž Produktu1	61
9.7.2	Porovnání chronometráže a BasicMOST pro vybranou operaci	63
9.7.3	Analýza činnosti operátora	65
9.7.4	Hodnotová analýza	68
9.8	SHRNUTÍ NEDOSTATKŮ Z ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	70
9.8.1	Zjištění a závěry z analýzy procesních ukazatelů	70
9.8.2	Nedostatky z analýzy procesu	72
9.8.3	Nedostatky z analýzy činnosti operátora	73
10	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	74
11	VYMEZENÍ PROJEKTU	76
11.1	PROJEKTOVÁ LISTINA	76
11.2	ANALÝZA RIZIK PROJEKTU METODOU RIPRAN	78
11.3	HARMONOGRAM PROJEKTU	82
12	NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ	84
12.1	ZMĚNA SYSTÉMU ORGANIZACE PROCESU MONTÁŽE	84
12.1.1	Výpočet taktu linky a balančních studií	86
12.1.2	Layout navrhované montážní linky	90
12.1.3	Změna layoutu dílny	91

12.2	ZMĚNA MATERIÁLOVÝCH TOKŮ PROCESU	93
13	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ.....	95
13.1	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ	95
13.2	PLÁN IMPLEMENTACE NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ	97
13.3	PŘÍNOSY NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ	98
	ZÁVĚR	99
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	103
	SEZNAM OBRÁZKŮ	107
	SEZNAM TABULEK.....	108
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	109
	SEZNAM PŘÍLOH.....	110

ÚVOD

Zvyšování produktivity práce a odstraňování plýtvání představují klíčové strategie, díky nimž mohou společnosti dosáhnout vyšší ziskovosti a obchodního úspěchu. V konkurenčním prostředí dnešní dynamické a globální ekonomiky není zvyšování produktivity práce jen otázkou ziskovosti, ale i samotného přežití společností. V prostředí, ve kterém se společnosti snaží zaujmout dominantní postavení na trhu, je nezbytné neustále hledat nové způsoby zvyšování produktivity práce, eliminace plýtvání a zvyšování výkonnosti.

Tématem této diplomové práce je racionalizace vybraného výrobního procesu ve vybrané společnosti. Hlavním cílem je zvýšení parciální produktivity práce o 20 % vůči původnímu stavu. Podstatou této práce je zhodnocení původního stavu výrobního procesu, nalezení zdrojů plýtvání pomocí metod průmyslového inženýrství a následné vytvoření návrhu budoucího stavu, který bude naplňovat hlavní a dílčí cíle. Dílčími cíli jsou snížení celkových ročních osobních nákladů prostřednictvím snížení potřebného počtu operátorů a snížení procenta oprav hotových výrobků.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. Teoretická část práce slouží jako podklad pro praktickou část na základě rešerše odborné literatury a článků o metodách, které jsou používány v praktické části. Konkrétně jde o oblasti druhů plýtvání, typů a možností uspořádání výrobního procesu, štihlé výroby, přímého a nepřímého měření pracovních úkonů, produktivity procesu, projektového řízení, layoutu a klíčových ukazatelů výkonnosti.

Navazující praktickou část lze dále rozdělit na analytickou a projektovou část. Analytická část představuje vybranou společnost, vybraný proces a uvádí důvody pro výběr zvoleného procesu. Metodami průmyslového inženýrství jako jsou chronometráž, BasicMOST, snímek pracovního dne a hodnotová analýza je současný stav popsán a jsou nalezeny zdroje plýtvání. Na základě těchto zjištění projektová část obsahuje realizaci navržených změn a opatření vedoucí k naplnění hlavního cíle a dílčích cílů. Záměr projektu shrnuje projektová listina. Metodou RIPRAN jsou definována rizika projektu a navržena jejich opatření směřující ke snížení významu rizik. Časový plán realizace projektu je prezentován formou harmonogramu.

Závěr diplomové práce uvádí souhrn navržených změn a opatření z hlediska vytyčených cílů a ekonomické návratnosti investic vynaložených na realizaci projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tématem této diplomové práce je racionalizace procesu montáže ve vybrané společnosti. Hlavním cílem práce je zvýšit parciální produktivitu práce o 20 % vůči původnímu stavu. Ukazatelem splnění hlavního cíle je počet hotových výrobků připadající na jednoho operátora za jednu směnu. Práce si klade dva dílčí cíle. Prvním je úspora celkových ročních osobních nákladů prostřednictvím snížení potřebného počtu operátorů v procesu. Druhým dílčím cílem je snížení procenta hotových výrobků, u nichž byla detekována vada a musí projít opravným procesem.

Teoretická část práce vychází z odborné literatury a odborných článků z českého a zahraničního prostředí. Teorie se věnuje tématům druhů plýtvání, typům a možnostem uspořádání výrobního procesu, štíhlé výroby, přímého a nepřímého měření pracovních úkonů, produktivity procesu, projektového řízení, layoutu a klíčových ukazatelů výkonnosti. Rešerše těchto témat vytváří základ pro zpracování praktické části práce.

Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou část. Analytická část představuje vybranou společnost a vybraný proces. Dále se analytická část zaměřuje na současný stav v oblasti uspořádání pracovišť, materiálových toků, technologického postupu, procesních ukazatelů a spotřeby času jednotlivých úkonů a operací. V analytické části jsou využity tyto metody:

- **Časová studie operace** – metoda přímého měření délky trvání pracovních úkonů ověří skutečnou pracnost operací.
- **BasicMOST** – metoda nepřímého měření spotřeby času jednotlivých pohybů operátora ověří správnost výsledků chronometráže.
- **Časová studie operátora** – metoda přímého nepřetržitého měření spotřeby času v průběhu směny se zaměří na analýzu nejen pracovních, ale i nepracovních činností.
- **Hodnotová analýza** – metoda poskytující přehled o poměru přidané a nepřidané hodnoty procesu identifikuje oblasti pro zlepšení.

Projektová část zahrnuje všechny náležitosti projektového řízení. Projektová listina shrnuje cíle projektu, jeho měřitelné přínosy, návratnost a projektový tým. Analýza rizik projektu byla provedena metodou RIPRAN, jejíž součástí jsou i opatření snižující hodnotu rizik. Časový plán realizace projektu je uveden formou harmonogramu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Princip štihlé výroby lze definovat jako systematický a metodický přístup k eliminaci plýtvání v procesu. Cílem štihlé výroby je udržet společnost konkurenceschopnou prostřednictvím měření výskytu plýtvání v procesu a zvolení správného nástroje pro jeho odstranění. (Dewi et al., 2021)

Smyslem štihlé výroby není zbavovat se činností, ale zbavovat se všeho plýtvání, které pouze zvyšují provozní náklady a nemají přidanou hodnotu pro zákazníka. Princip štihlé výroby vzešel z oblasti hromadné výroby, což neznamená, že není použitelný pro jiné druhy výrob a služeb. Štihlou výrobu lze charakterizovat:

- Snahou o odstranění všech druhů plýtvání
- Systémovým kombinací metod štihlé výroby
- Primárním zaměřením na potřeby zákazníka
- Neustálé zlepšování se zapojením všech zaměstnanců (Váchal a Vochozka, 2013)

Křišťák (2012) štihlou výrobu popisuje jako zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem pomocí eliminace plýtvání v procesu výroby a dodání produktu. Zaměřuje se na zvyšování hodnoty, kterou definuje zákazník. Štihlá výroba obsahuje několik technik a metod, ze kterých si každá společnost vytváří vlastní koncepci, respektive způsob jejich zařazení, použití a prezentování.



Obrázek 1 Příklad nástrojů štihlé výroby

(zdroj: Křišťák, 2012)

Mezi základní ukazatele štíhlé výroby patří:

- Průběžná doba výroby – od vstupu materiálu po výstup produktu
- Počet procesních úkonů a počet procesních úkonů s přidanou hodnotou
- Obrátka zásob (Křišťák, 2012)

Rother a Šikýř (2017) uvádějí vizi štíhlé výroby ve společnosti Toyota v těchto bodech:

- Nulové vady
- Stoprocentní přidaná hodnota
- Tok jednoho kusu
- Jistota a bezpečí pro lidi

Zajímavou definici štíhlé výroby uvádí Telsang (2017), který uvádí, že princip štíhlé výroby je filozofický přístup o usilování dokonalosti, ve kterém každá aktivita společnosti vytváří přidanou hodnotu pro zákazníka. Naproti tomu dodává, že dokonalost je nedosažitelný ideální stav, ale tento princip motivuje společnost k neustálému zlepšování a neustálému hledání nových cest, jak dělat věci lépe.

Systém štíhlé výroby se vyznačuje tím, že úsilí všech zaměstnanců je soustředěno na činnosti, které přidávají hodnotu zákazníkovi. Metody štíhlé výroby lze charakterizovat jako manažerské praktiky směřující k eliminaci plýtvání (Muda), snižování variability procesu (Mura) a odstraňování nevhodných pracovních podmínek (Muri). (Nenádál, 2018)

Globální ekonomika se stále vyvíjí a stává se čím dál tím konkurenceschopnější. Nové společnosti se snaží zaujmout silné postavení na trhu, zatímco zavedené společnosti se snaží posilovat své dominantní postavení. Aby si společnosti v těchto podmínkách zajistily účast na trhu, musí hledat nové efektivnější způsoby, jak zákazníkům poskytovat lepší služby než dříve. Úspěšné firmy přijímají koncept štíhlé výroby jako strategický nástroj pro udržení své konkurenceschopnosti. Štíhlá výroba přitom není jen způsob organizace výroby, ale především filozofický způsob myšlení. (Altman, 2017)

2 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ

Pavelka (2015) ve svém článku uvádí, že plýtvání je vše, co zvyšuje náklady produktu, ale nemá přidanou hodnotu pro zákazníka.

Plýtvání (Muda) je opakem přidané hodnoty. Je to tedy vše, za co zákazník není ochoten zaplatit. (Dennis a Shook, 2016)

Plýtvání je jakákoliv pracovní činnost, která nepřidává hodnotu v rámci procesu výroby při transformaci vstupů na výstupy. Plýtvání lze rozdělit do dvou skupin. První skupinou je plýtvání, které nepřidává hodnotu v rámci procesního toku, ale z různých důvodů tyto činnosti nelze odstranit a jejich výskyt je nutné minimalizovat. Druhou skupinou plýtvání jsou činnosti, které také nepřidávají hodnotu a lze je zcela eliminovat bez náhrady. (Khairunnisa et al., 2020)

Tomek a Vávrová (2014) ve své knize uvádějí japonský princip pojetí plýtvání, který plýtvání rozděluje do tří skupin:

- 1.) Katakana-muda – představuje nejsnáze odhalitelné plýtvání, které lze velmi rychle a bez velkých zásahů odstranit. Jde například o odstranění obalového materiálu, cestu pro vstupní materiál, hledání náradí apod.
- 2.) Kanji-muda – jde o plýtvání vztahující se ke strojům a jiným zařízením. Příkladem jsou prázdné zpáteční cesty manipulačního zařízení, dlouhé přísunové cesty a nevyužité kapacity strojů. Jasným projevem této skupiny plýtvání je čekající stroj nebo operátor.
- 3.) Hiragana-muda – vyjadřuje plýtvání vztahující se k tělesným pohybům operátorů. Zdrojem této skupiny plýtvání jsou podmínky pracoviště, ve kterých výrobní proces probíhá. Jako příklad lze uvést nevhodné umístění ovládacích prvků, způsob odebrání vstupních materiálů nebo vracení do výchozí pozice. Protože je tento typ plýtvání hůře rozpoznatelný, k jeho odhalení se často používají pohybové analýzy.



Obrázek 2 Řešení plýtvání

(zdroj: Tomek a Vávrová, 2014)

Mezi osm druhů plýtvání patří:

- 1.) Transport
- 2.) Nadměrné zásoby
- 3.) Zbytečné pohyby
- 4.) Čekání
- 5.) Nadvýroba
- 6.) Nadbytečné zpracování
- 7.) Zmetky
- 8.) Nevyužitý lidský potenciál (Jurová, 2016)

Charron Rich a kol. (2015) ve své knize definují i devátý druh plýtvání – chování zaměstnanců. Tato forma plýtvání pochází z vlastních postojů, vrozených přesvědčení a ega zaměstnanců. Uvádí, že tento druh plýtvání je kořenovou příčinou všech ostatních osmi druhů plýtvání.

2.1 Transport

Plýtvání v oblasti transportu lze rozdělit na účelné a neúčelné. Neúčelný transport znamená převážení materiálu z místa na místo jen proto, že není jasné, kam materiál uskladnit. Takový transport nemá pro zákazníka žádnou přidanou hodnotu a zvyšuje náklady. Naopak účelná doprava má pro zákazníka přidanou hodnotu času nebo místa a není tedy plýtváním, i když přímo hodnotu nepřidává. (Váchal a Vochozka, 2013)

Presouvání nákladu z místa na místo nebo opakované přemístění na cílové místo zvyšuje provozní náklady. (Svozilová, 2011)

Jde o plýtvání způsobené neefektivním uspořádáním pracoviště, příliš velkými zásobami materiálu nebo hotových výrobků anebo tradiční výrobou v dávkách, která vytváří velké zásoby materiálu. Příkladem je přesouvání velké zásoby materiálu mezi jednotlivými procesy. Eliminovat toto plýtvání lze zmenšením velikosti výrobních dávek a zkrácením vzdálenosti mezi procesy. Existuje také tzv. mikro-transport produktu spojený s pohybem v daném procesu (z pracoviště na pracoviště), buď pomocí dopravníků, nebo operátorů. Transport produktu je nevyhnutelný, protože musí být v továrně přesouván, ale je potřeba mít na paměti i tento mikro-transport a snažit se o jeho minimalizaci. (Dennis a Shook, 2016)

Transport dílů a hotových výrobků je nedílnou částí každého procesu, byť nepřidává žádnou hodnotu pro zákazníka. Ideálním způsobem pro odstranění transportu je výroba způsobem toku jednoho kusu. Minimalizačním opatření je přesun zásob vstupního materiálu co nejbližší k výrobnímu zařízení, které materiál zpracovává. (Imai a Paulíny, 2005)

2.2 Nadměrné zásoby

Nadměrné zásoby se vyskytují na začátku výrobního procesu, na konci procesu a také v průběhu procesu ve formě rozpracovanosti výrobků. Na začátku procesu nadměrnou zásobu tvoří vstupní materiál a na konci procesu hotové výrobky, které zatím nemají odbytu. Nadměrné zásoby vyžadují dodatečné náklady na jejich skladování, vážou kapitál společnosti a zákazníkovi nepřidávají žádnou hodnotu. (Váchal a Vochozka, 2013)

Nadměrné zásoby jsou často se vyskytujícím jevem. Nejčastěji jsou nadměrné zásoby vytvářeny z obavy ze zpožděné dodávky materiálu. Naproti tomu je plýtváním také neprobíhající výroba, která čeká na dodání vstupního materiálu. (Svozilová, 2011)

Tento druh plýtvání se objevuje především ve společnostech, ve kterých není plán výroby sladěn s rytmem trhu. Výroba tedy probíhá tlakem a ne tahem. Výrobní plány se

opírají o úrovně zásob a rozpracované výroby v informačním systému, které se často liší od skutečných stavů, což vede k tvorbě nadbytečných zásob. (Dennis a Shook, 2016)

Pokud leží produkt ve skladu, nevzniká tím žádná přidaná hodnota pro zákazníka, spíše naopak kvalita produktu v čase klesá. Nadbytečné zásoby jsou výsledkem nadvýroby. Nadbytečné zásoby lze přirovnat k hladině vody, která zakrývá problémy. Dokud je hladina bezpečně vysoká, nikdo ve společnosti se nezabývá skutečnými problémy. (Imai a Paulíny, 2005)

2.3 Zbytečné pohyby

Všechny pohyby operátorů, které přímo nepřidávají hodnotu zákazníkům jsou plýtváním. Především v hromadné výrobě, kde se každý pohyb opakuje mnohokrát, je nutné odstraňovat zbytečné pohyby, protože můžou představovat zásadní podíl v celkové spotřebě času. Může jít o zbytečnou chůzi, hledání anebo manipulaci s těžkými břemeny, kterou lze nahradit efektivnější manipulací pomocí mechanizovaných prvků. (Váchal a Vochozka, 2013)

V administrativních procesech mohou zbytečné pohyby představovat chůzi k tiskárně, do regálů a skříní s požadovanými materiály. Příčinou zbytečných pohybů je nevhodné rozmístění kanceláře, ale i nevhodným zorganizováním pracoviště. (Jurová, 2016)

Zbytečné pohyby mají lidský i strojní aspekt. Zbytečné pohyby operátorů přímo souvisí s ergonomií pracoviště. Při zbytečné chůzi, rotaci trupu, hlubokým předklonům a natahování rukou dochází k plýtvání, ale také k bezpečnostním a zdravotním problémům operátorů. Klíčovým nástrojem pro eliminaci zbytečných pohybů je ergonomie. (Dennis a Shook, 2016)

Zbytečný pohyb je každý pohyb, který nepřidává produktu žádnou hodnotu. Pro rozpoznání zbytečných pohybů musí dojít k podrobné analýze každého pohybu rukou a nohou zaměstnanců. Odstranit zbytečné pohyby je ve většině případů poměrně jednoduché a levné. Jde většinou o reorganizaci pracoviště v oblasti polohy manipulačních jednotek se vstupním materiálem a ovládacích prvků pracoviště. (Imai a Paulíny, 2005)

2.4 Čekání

K plýtvání z důvodu čekání dochází v případech, ve kterých operátor nemůže pokračovat v práci z technických a organizačních důvodů. Může jít například o poruchu stroje nebo nedostatečnou či zpožděnou dodávku vstupního materiálu. Dalšími příklady jsou čekání

operátora na dokončení pracovního cyklu stroje a čekání v důsledku seřízení stroje nebo linky při změně výrobku. (Váchal a Vochozka, 2013)

Svozilová (2011) k plýtvání z důvodu čekání uvádí, že jde o skutečnost, která se vyskytuje v každém pracovním procesu. Jako příklad uvádí situaci, kdy operátoři musí čekat na dodávku vstupního materiálu a nemůžou pokračovat v práci.

Čekání vzniká, když operátoři musí čekat na dodání vstupního materiálu nebo na spuštění výrobní linky, případně když zaměstnanci nečinně stojí a čekají, až stroj dokončí výrobní cyklus. Tato situace také nastává, když je příliš velká rozpracovanost, která způsobuje náročnější dopravu vstupního materiálu nebo při náročném přepracování rozpracovanosti, u které byly zjištěny vady. (Dennis a Shook, 2016)

Pokud se ruce operátora zastaví, jde o plýtvání z důvodu čekání. Je poměrně snadné odhalit čekání v podobě operátora pozorujícího stroj, který přidává hodnotu produktu. Jde o čekání v řádech minut. Složitější je odhalit čekání ve výrobní lince v řádech jednotek vteřin, kdy operátor například čeká na dodání výrobku z předešlého pracoviště. (Imai a Paulíny, 2005)

2.5 Nadvýroba

Jde o výrobu v předstihu před plánovanými termíny výrobních příkazů nebo objednávek od zákazníků. Tento druh plýtvání souvisí s dalším druhem, a to zásobami. Nadvýroba zvyšuje množství rozpracovaných výrobků na všech úrovních výroby. Vyšší než plánovaná rozpracovanost výrobků vyžaduje dodatečné skladovací plochy jak ve výrobě, tak i ve skladech. Běžnými důvody k vytváření nadprodukce jsou obavy z nepravidelnosti dodávek, poruch strojů nebo snaha o maximální vyřízení strojů. (Váchal a Vochozka, 2013)

Svozilová (2011) jako příklad plýtvání v oblasti nadvýroby uvádí výrobu léků, které mají malý odbyt a z důvodu vypršení jejich expirační doby dojde k likvidaci této zásoby.

Dennis a Shook (2016) definují nadvýrobu jako výrobu většího množství produktů, než je potřeba a uvádí, že nadvýroba je hlavní zdroj plýtvání ve výrobě. Nadvýroba způsobuje řadu zvýšených nákladů v oblasti výstavby a údržby skladů, lidské práce, počtu strojů a provozních kapalin, zvýšené spotřeby energie, a hlavně zakrývá problémy ve výrobě, čímž znesnadňuje zlepšování procesů. Nadvýroba také přímo způsobuje další druhy plýtvání – čekání (velké dávky zpomalují procesy), transport (přebytečné výrobky musí být přesouvány a skladovány), zmetky (odhalování vad je u velkých sérií složitější), nadměrné zásoby.

Nadvýroba jako předstih před plánem výrobu je větším prohřeškem než opoždění vůči plánu. Způsobuje totiž řadu dalších dodatečných nákladů a další druhy plýtvání. Často je důvodem nadvýroby tendence maximálně využít nové a drahé zařízení bez ohledu na skutečné potřebné tempo. Vzbuzuje falešný pocit jistoty stability procesu, protože zakrývá problémy procesu a zamlžuje reálné informace. (Imai a Paulíny, 2005)

2.6 Nadbytečné zpracování

Váchal a Vochozka (2013) charakterizují plýtvání nadbytečným zpracováním jako ztráty, které vznikají nadměrným množstvím odpadu vstupního materiálu při jeho zpracování. Nadměrné zpracování lze eliminovat úpravou rozměrů vstupního materiálu tak, aby při následných operacích vznikalo minimum odpadu.

V administrativních procesech je za plýtvání nadbytečným zpracováním považováno duplicitní kopírování dokumentů, distribuce nepotřebných informací, přepisování dat z papírových dokumentů do informačních systémů, a naopak nebo přepisování dat mezi informačními systémy. (Jurová, 2016)

Tato forma plýtvání je hůře rozpoznatelná než ostatní druhy plýtvání. Spočívá v tom, že produkt je zpracován více než co si zákazník skutečně přeje. Tento typ plýtvání je častý ve firmách řízených technickými odděleními. Například podniky, které se příliš soustředí na technologie nebo se rozhodnou dosáhnout specifických technických cílů, mohou ztratit kontakt s tím, co skutečně požaduje jejich zákazník. Například společnost Porsche tímto problémem trpěla v 80. letech, kdy se společnost soustavně zaměřovala na inženýrské cíle, které nebyly v souladu s přáními zákazníků. Například automobily Porsche té doby vykazovaly postupné zlepšení výkonu při rychlostech 200 km/h a více, ale výměna oleje byla stále složitý úkol. (Dennis a Shook, 2016)

Imai a Paulíny (2005) uvádějí jako zdroj nadbytečného zpracování nevhodně zvolenou technologii a nevhodně zorganizovaný proces zpracování produktu. Uvádějí příklad výrobce telefonů, kde se těla telefonů a sluchátka vyrábějí na oddělených linkách. Aby při transportu sluchátek k druhé lince nedošlo k jejich poškození, jsou sluchátka baleny do ochranných sáčků. Při operaci spojení sluchátka s tělem telefonu musí dojít k vybalení ze sáčku, odložení sáčku a teprve potom k namontování samotného sluchátka. Plýtváním je tedy čas na vybalení sluchátka a samotný ochranný obal. Jako možnost pro odstranění tohoto typu plýtvání uvádějí kombinaci výrobních procesů.

2.7 Zmetky

Jde o výrobky, které neodpovídají standardům a parametrům kvality. Jejich výroba spotřebovala vstupní materiál a ostatní náklady. Jednou z prevencí výroby zmetků je kontrola kvality v průběhu výrobního procesu, kdy je možné neshodnou výrobu opravit. V případě hromadné výroby je možné vyrobit velké množství zmetků za velmi krátký čas. Takové stroje a linky je vhodné vybavit mechanismy, které dokážou včas výrobu zmetků zastavit. (Váchal a Vochozka, 2013)

Příkladem tohoto druhu plýtvání může být chybně navržená aplikace, která neprošla řádným testováním ze strany programátora. Po instalaci do velkého rozsahu uživatelů a odhalení chyby je mnohem náročnější zajistit opravu aplikace a její nové spuštění než provést důsledné testování na začátku procesu. (Svozilová, 2011)

Představuje výrobu neshodných produktů a případně jejich opravu. Hodnota tohoto plýtvání zahrnuje veškerý materiál, čas a energii, které byly vynaloženy na výrobu neshodné produkce nebo jejich opravy. (Dennis a Shook, 2016)

Zmetky mohou mimo finanční škodu způsobenou jejich vyhozením způsobit další náklady v podobě opravy poškození strojů, nástrojů nebo upínacích přípravků. Proto je vhodné zvláště drahé stroje v hromadné výrobě opatřit automatizovanými systémy, které zastaví provoz stroje v případě výroby zmetku. (Imai a Paulíny, 2005)

2.8 Nevyužitý lidský potenciál

Plýtvání v oblasti nevyužitého lidského potenciálu se projevuje ztrátou tvořivosti zaměstnanců a jejich schopností. Příčinou tohoto druhu plýtvání je nevhodný přístup vedoucích zaměstnanců ke svým podřízeným. (Váchal a Vochozka, 2013)

Pokud je možné realizovat proces s méně kvalifikovanými operátory, je udržování vysoce kvalifikovaných operátorů v tomto procesu plýtváním. (Svozilová, 2011)

Dennis a Shook (2016) nevyužitý lidský potenciál charakterizují jako nedostatečnou komunikaci a nesoulad mezi odděleními uvnitř firmy a jako nedostatečnou komunikaci mezi zákazníky a dodavateli. Tyto nesoulady potlačují kreativitu zaměstnanců a znesnadňují realizaci nových nápadů. Výsledkem je frustrace zaměstnanců a promarněné příležitosti ke zlepšení. Společnosti, které skutečně naslouchají zákazníkům, dokážou vytvářet produkty naplňující potřeby zákazníků.

3 VÝROBNÍ PROCES

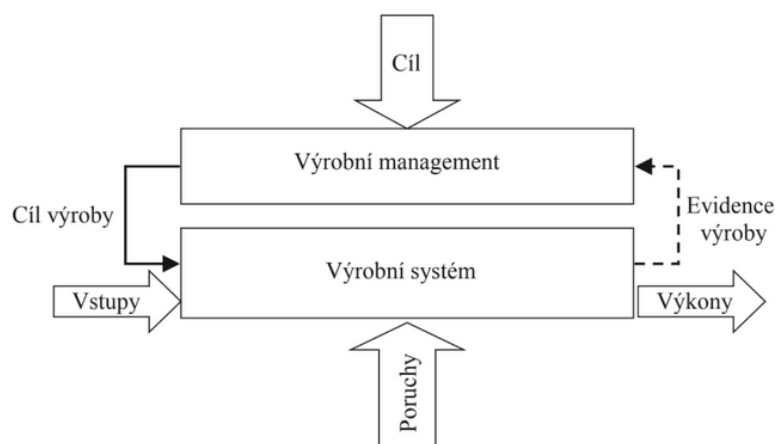
Výroba představuje cílenou přeměnu výrobních zdrojů na ekonomické statky a služby, které jsou následně spotřebovány. V rámci terminologie lze za výsledek této přeměny považovat hmotný produkt (výrobek), nebo nehmotný (služba), který je určen pro externího nebo interního zákazníka. (Vaněček et al., 2010)

Výrobní procesy jsou definovány podrobnými parametry vyráběného produktu jako například velikost výrobních dávek, postupnost výrobních operací, strojní časy, výkonnostní normy a další důležité parametry. Tyto parametry jsou používány také při vývoji nových produktů. Již při vývoji samotném musí být dostupný přehled o používaných výrobních technologiích, které mohou být použity pro produkt, aby bylo možné zvážit veškeré souvislosti spojené s výrobou. (Chromjaková et al., 2017)

Výrobní proces je synonymum pro výrobu. Výrobní proces je hybnou silou ekonomiky. Je nezbytný pro vývoj, výzkum a inovace. Je klíčovým prvkem ve zvyšování kvality života prostřednictvím vytváření nových pracovních míst a vytváření zisku. (Januška, 2018)

Výrobní proces je funkce ekonomiky nabývající svou hodnotu na trhu. Je realizován transformací vstupů na výstupy, kterým přidává hodnotu pro zákazníka. (Jurová, 2016)

Keřkovský a Valsa (2012) uvádějí, že nejdůležitějším aspektem výrobního procesu je výrobní management. Výrobní management definuje podstatu výrobního systému dle nastavených cílů společnosti. Výrobní proces nejvíce narušují změny, na které výrobní proces není nastaven. Nejčastějšími zdroji nestabilit jsou nové produkty, změny priorit výroby, změny termínů nebo objemů výrobních dávek a nedostupnost vstupů pro výrobu.



Obrázek 3 Vztah výrobního managementu a výrobního systému

(zdroj: Keřkovský a Valsa, 2012)

3.1 Typy výrobního procesu

Výrobní proces lze rozdělovat dle několika hledisek. Například dle používané technologie, dle plynulosti výroby nebo podle vyráběného množství. (Januška, 2018)

Struktura výrobního procesu závisí především na objemu výroby, charakteru poptávky (trhu) a použitých technologiích. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Výrobní proces lze členit podle vztahu k zákazníkům. Pokud je produkt vyráběn na základě specifikací zákazníka, jde o zakázkovou výrobu. Jestliže firma vyrábí bez konkrétního zákazníka pro trh, jedná se o výrobu na sklad. (Jurová, 2016)

3.1.1 Kusová výroba

Kusová výroba probíhá ve velmi malých dávkách dle specifikace konkrétního zákazníka. Někdy je označována jako zakázková výroba. Tento typ výroby je vybaven univerzálními stroji splňující požadovanou flexibilitu výrobního procesu. (Januška, 2018)

Hlavní nevýhodou kusové výroby je malá možnost dlouhodobého plánování, jelikož jde o výrobu jednotlivých kusů nebo velmi malých sérií dle požadavku zákazníka. (Tomek a Vávrová, 2014)

Charakteristickým rysem kusové výroby je velký počet druhů produktu a velmi malé výrobní množství. (Jurová, 2016)

Množství výrobních dávek přímo ovlivňuje i způsob uspořádání dílny. V případě kusové výroby nejčastěji bývá výroba uspořádána technologicky. (Keřkovský a Valsa, 2012)

3.1.2 Sériová výroba

Sériová výroba probíhá v dávkách, které se pravidelně opakují (rytmická sériová výroba) nebo jejich opakování je nahodilé (nerytmická sériová výroba). Flexibilita výroby je výrazně nižší než v případě kusové výroby. (Januška, 2018)

U sériové výroby lze implementovat robotizaci a další prvky automatizace, čímž je omezena možnost vzniku lidské chyby. Nevýhodou tohoto typu výroby je vytváření velké rozpracovanosti a skladové zásoby dílů, s čímž je spojena logistická náročnost vyplývající z převozu a uskladnění vyrobených dávek. V případě vzniku neshodné výroby, kterou je potřeba opravit nebo zlikvidovat, vzniknou značné náklady. (Jurová, 2016)

Autoři Alptekinoğlu a Corbett (2008) zdůrazňují, že sériová výroba je založena na standardizaci procesů, což umožňuje vyšší produktivitu a nižší výrobní náklady. Na druhou stranu tato úroveň standardizace omezuje schopnost pružně reagovat na změny procesů anebo na změny v termínech dodání produktů. Jako hlavní výhody vidí již zmíněnou vyšší produktivitu práce a nižší náklady a vyšší stabilitu kvality produktů. Jako hlavní nevýhody hodnotí vyšší počáteční investice do strojního vybavení a školení operátorů. K nevýhodám dodávají, že u sériové výroby existuje vysoké riziko vzniku nadprodukce vyplývající hlavně z pomalé reakce na změny v plánech výroby.

3.1.3 Hromadná výroba

Charakteristické pro hromadnou výrobu je výroba jednoho typu produktu ve velkém množství. Úroveň standardizace a automatizace bývá ze všech výrob nejvyšší, což snižuje flexibilitu na minimum. (Januška, 2018)

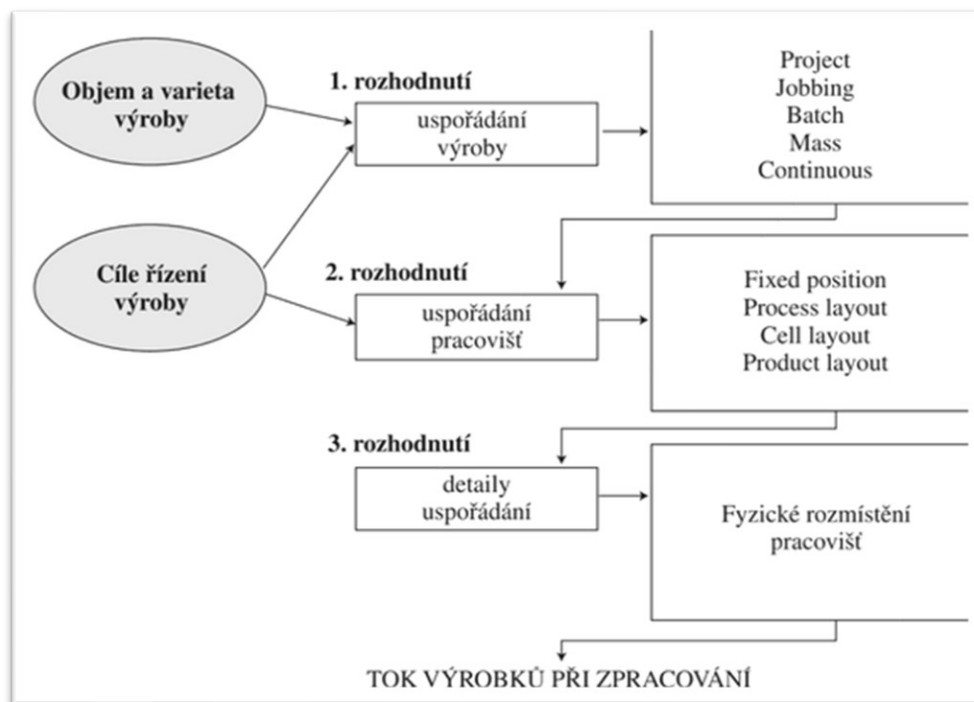
Nejvyšší formou hromadné výroby je proudová výroba, při níž rozpracované výrobky plynule prochází všemi pracovišti v jednom toku. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Cílem hromadné výroby je vyrábět co nejrychleji s minimalizovanými náklady. Tomuto cíli jsou přizpůsobeny stroje a ostatní zařízení, které jsou zcela přizpůsobeny výrobě daného produktu. Do popředí se dostávají humanitní aspekty. Mezi hlavní problémy patří monotónnost pracovních úkonů, která může vést k únavě a snížení motivace operátorů. Navíc, hromadná výroba často vyžaduje nepřetržitý provoz, což znamená práci na směny, včetně nočních a víkendových hodin, což může mít negativní dopad na pracovní a osobní život zaměstnanců. (Tomek a Vávrová, 2014)

Hromadná výroba je nejčastěji realizována linkovým uspořádáním nebo na pracovištích, které jsou propojeny pohyblivým pásem. Mezi zásady hromadné výroby patří trénink operátorů určité skupině úkonů nebo operací, na kterých jsou pravidelně rotováni, aby neztratili znalost a zručnost. (Váchal a Vochozka, 2013)

3.2 Uspořádání pracovišť

Organizace a uspořádání pracoviště by mělo být propojeno tak, jak je uvedeno na obrázku na následující straně (Obrázek 4). Objem výroby, různorodost výroby a nastavené cíle výrobního managementu jsou základní parametry určující vhodné uspořádání pracovišť. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 4 Rozhodovací mechanismus o uspořádání výroby

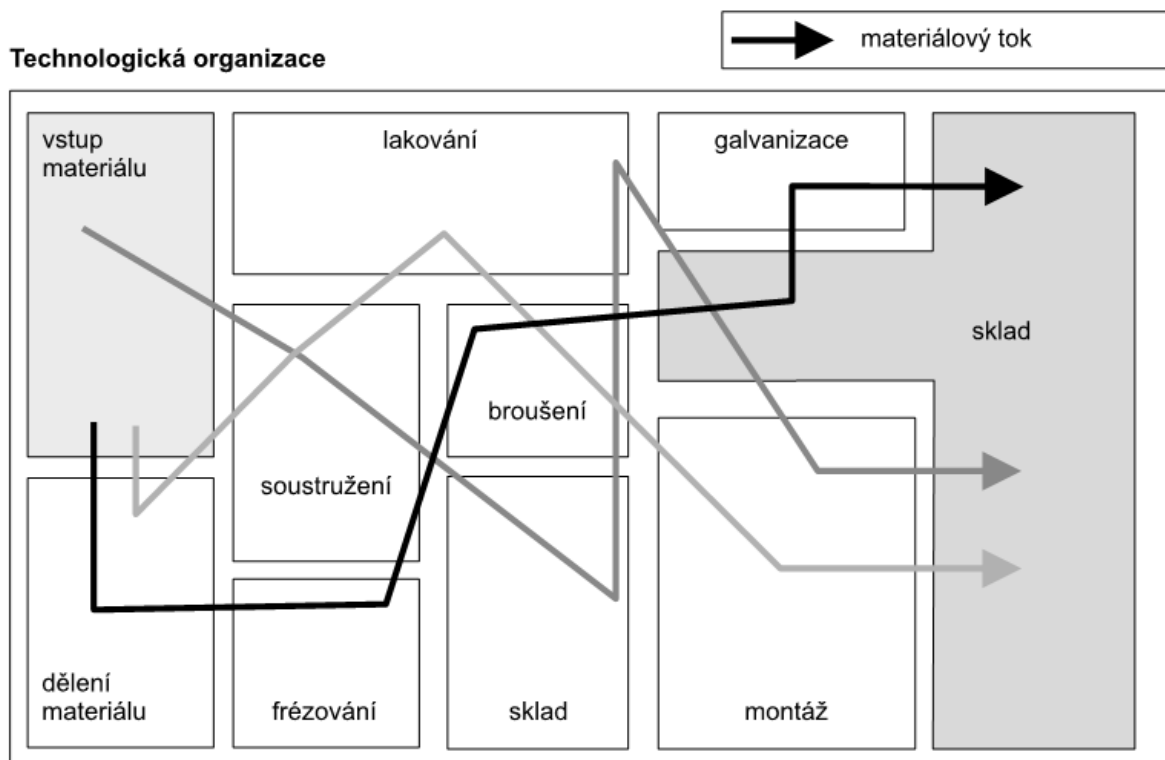
(zdroj: Keřkovský a Valsa, 2012)

3.2.1 Technologické uspořádání

Podstatou technologického uspořádání dílny je seskupení strojů a zařízení na základě stejné nebo podobné technologie. Vytvářejí se tak specializované dílny pro jeden typ technologie jako třeba soustružnická dílna nebo lakovna. Většinou se používá u kusové a malosériové výroby, kde se projeví hlavní výhoda tohoto způsobu uspořádání, a to specializace operátorů. Zde jsou kladeny nejvyšší nároky na odbornost operátorů ze všech typů uspořádání. Důvodem k vytvoření technologického uspořádání mohou být také vysoké náklady spojené s provozem dané technologie jako je například odsávání výparů lakoven nebo speciální systémy na čištění vzduchu v případě provozů s bezprašným prostředím. Technologické uspořádání zvyšuje úroveň rozpracované výroby a skladových zásob, což jsou největší nevýhody tohoto uspořádání. (Januška, 2018)

Technologické uspořádání se orientuje na výrobní proces. Specializované dílny zpracovávají velké množství variant produktu. U této formy uspořádání výroby je velmi náročné plánování a vytěžování kapacit strojů. Odhalování chyb a nestabilit procesu je znesnadněno hlavně vytvářením velkých zásob. (Jurová, 2016)

Komplikovaný tok mezi pracovišti způsobuje problémy v plánování výroby a ve vytváření front rozpracované výroby před stroji. Vznik těchto front je proměnlivý a je náročné jejich vznik zjistit předem a včas jim zamezit. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 5 Technologické uspořádání výroby

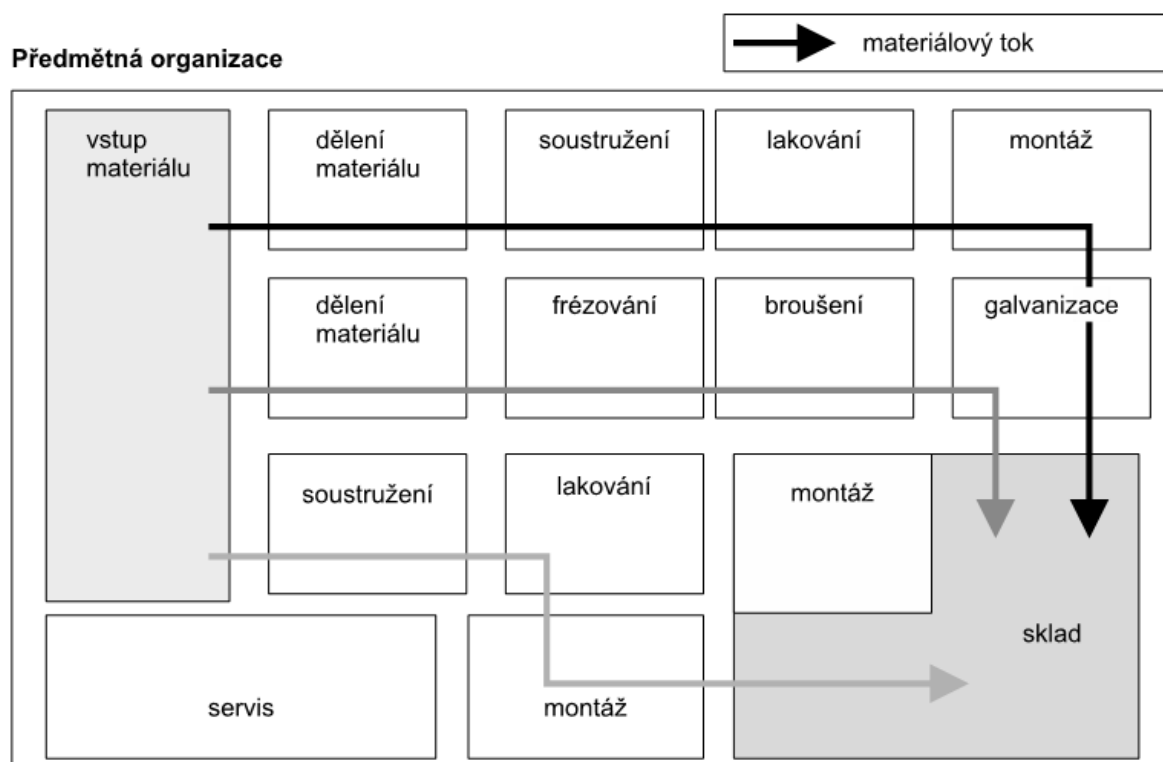
(zdroj: Jurová, 2016)

3.2.2 Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání se nejčastěji vyskytuje v sériové a hromadné výrobě. Stroje a zařízení jsou uspořádány dle technologického postupu, čímž výrazně snižují délku materiálových toků. Dalšími výhodami jsou snížení průběžné doby výroby, vyšší využitelnost strojů a nižší objem rozpracované výroby. (Januška, 2018)

Charakteristickým rysem je orientace na vyráběný produkt prostřednictvím dílen pro komplexní zpracování. Tento způsob uspořádání je citlivý na změnu plánů výroby a má problémy s vytížením kapacit strojů a zařízení. (Jurová, 2016)

Pracoviště jsou uspořádána podle technologického postupu tak, aby docházelo k co nejmenšímu transportu mezi nimi a aby byl tok produktů plynulý. (Keřkovský a Valsa, 2012)



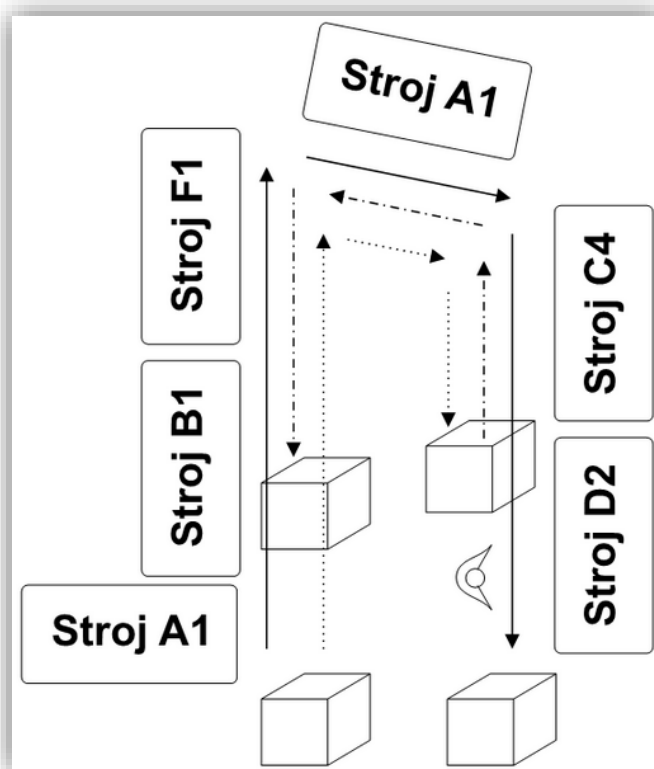
Obrázek 6 Předmětné uspořádání výroby

(zdroj: Jurová, 2016)

3.2.3 Buňkové uspořádání

Jde o kombinaci technologického a předmětného uspořádání. Jedna buňka představuje jedno pracoviště technologicky vybavené tak, aby zvládalo vyrábět všechny produkty. Operátoři pracující v buňkovém uspořádání mají schopnosti k obsluze všech strojů a zařízení dané výrobní linky. Toto uspořádání dokáže flexibilně reagovat na změnu plánu výroby a zároveň zachovat produktivitu operátorů na stejné úrovni. Dle aktuálního plánu je možné měnit počet operátorů ve výrobní lince. Pro operátory jsou podmínky buňkového uspořádání nejvýhodnější. Práce není monotónní a operátoři odpovídají za celý výrobní proces linky, čímž pocítují větší zodpovědnost za kvalitu produktu. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Buňkové uspořádání je vhodné pro malé a střední objemy výroby. Jde o prostorové seskupení různých technologií do linkového způsobu výroby zpracovávající skupiny technologicky příbuzných produktů. (Jurová, 2016)



Obrázek 7 Buňkové uspořádání

(zdroj: Jurová, 2016)

4 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU PRÁCE

Měření spotřeby času práce je jednou ze základních disciplín průmyslového inženýra. Je jedním z nástrojů k minimalizaci plýtvání a stanovení optimálního procesu výroby. Účelem měření práce je co nejpřesněji stanovit normu spotřeby času k vykonání činnosti nebo operace. Měření spotřeby času lze dále rozdělit na přímé a nepřímé měření. Přímé měření probíhá přímo při výkonu operace nejčastěji pomocí stopek, záznamových formulářů anebo softwaru. Nepřímé měření spotřeby času tzv. systém předem určených časů neprobíhá přímo při výkonu operace, ale analyzuje každý pohyb operace na základní pohyby, ke kterým je dle připravených tabulek přiřazen index určující spotřebu času. Významnými výhodami nepřímého měření jsou eliminace subjektivního posouzení procesu a možnost použití pro připravované operace (fyzicky ještě neexistující). (Dlabač, 2015)

4.1 Chronometráž

Chronometráž je nejpoužívanějším způsobem přímého měření spotřeby času. Používá se pro stanovení délky pracovního děje, který lze rozdělit na jednotlivé pohyby operátora nebo lze měřit jen začátek a konec operace. (Dlabač, 2015)

Dle Křišťáka (2017) lze chronometráž rozdělit do tří skupin:

- 1.) Plynulá chronometráž – nepřetržité pozorování celé operace se záznamem spotřeby času všech úkonů. Nejčastěji se používá v sériové a hromadné výrobě.
- 2.) Výběrová chronometráž – měření spotřeby času jen vybrané opakované nebo nepravidelné části operace. Zaznamenávají se jen začátky a konce vybraného úkonu.
- 3.) Obkročná chronometráž – používá se pro měření velmi krátkých úseků operace. Několik krátkých pracovních úseků se spojí do jednoho měřitelného celku. Tento způsob měření se využívá jen zřídka a obvykle jen v naléhavých případech.

Chronometráž je metoda přímého měření času potřebného k vykonání jednotlivých částí pracovního procesu. Využívá se k analyzování a optimalizaci pracovních operací. Proces zahrnuje systematické pozorování a zaznamenávání času, který operátor potřebuje k provedení konkrétních úkonů. Pro zajištění přesnosti se pracovní činnost rozděluje na menší prvky, které se následně opakovaně měří pomocí stopek. Výsledek chronometráže se

využívá pro stanovení výkonnostních norem a pro analýzu výskytu plýtvání. (Duran et al., 2015)

4.2 BasicMOST

Jde o nejpoužívanější metodu nepřímého měření spotřeby času práce. BasicMOST je také nejpoužívanější z rodiny metodik MOST (MiniMOST, BasicMOST, MaxiMOST, AdminMOST). Je použitelný v drtivé většině odvětví průmyslu. BasicMOST je vhodný pro operace jejichž délka je několik sekund až několik minut. Jsou rozeznávány čtyři základní sekvenční modely – obecné přemístění, řízené přemístění, použití ručního náradí a použití ručního jeřábu. Dle zvolené sekvence se k danému pohybu přiřadí podle tabulky odpovídající indexy parametrů pohybu. Výsledkem analýzy je spotřeba času v jednotkách TMU, přičemž jedna jednotka TMU = 0,036 sekundy. (Dlabač, 2015)

Metoda MOST je nástroj pro měření a analýzu pracovních procesů s cílem zvýšit efektivitu a optimalizovat pracovní cykly. Umožňuje přesně určit dobu trvání jednotlivých činností, což pomáhá při plánování, řízení výkonu a stanovování nákladů. Tato metoda pracuje s předem definovanými časovými jednotkami a rozděluje pracovní úkoly na standardizované sekvence pohybů. Díky tomu umožňuje přesnější plánování výrobních procesů, maximální využití pracovní síly a technického vybavení, nastavení reálných cílů pro odměňování zaměstnanců, snížit náklady a zvýšit produktivitu. MOST se široce využívá v průmyslové výrobě, logistice a dalších oblastech, kde je důležité přesné měření pracovního času. (Zandin, 2003)

Bureš a Pivodová (2013) provedli srovnávací studii dvou metod nepřímého měření spotřeby času – BasicMOST a MTM (Methods Time Measurement) s cílem porovnat výsledky obou metod a časovou náročnost zpracování analýz pro stejnou operaci. Průměrný rozdíl výsledků analýz dosahoval 2 % času operace a nejvyšší zaznamenaný rozdíl byl 10 %. Za jednu minutu analýzy v případě metody MTM bylo změřeno pouze 7,8 TMU a metodou BasicMOST za stejný časový úsek celkem 29,9 TMU. Ve svém článku tedy konstatují, že metoda MTM je přesnější než BasicMOST, ale BasicMOST je téměř čtyřnásobně produktivnější než MTM.

Zandin (2003) uvádí zásady pro použití BasicMOST. BasicMOST je vhodný pro analyzování úkonů, které se provádí více než 150krát a méně než 1 500krát týdně. Vzdálenost, kterou je možné BasicMOST analyzovat, je do 10 kroků.

Tabulka 1 Sekvenční modely BasicMOST

Activity	Sequence Model	Sub-activities
General Move	ABG ABP A	A – Action Distances
		B – Body Motion
		G – Gain control
		P – place
Controlled Move	ABG MXI A	M – Move Control
		X – Process Time
		I – Align
		*F – fasten
Tool Use	ABG ABP * ABPA	*L – Loosen
		*C – Cut
		*S – Surface treat
		*R- Record
		*M – Measure

(zdroj: Hanash et al., 2017)

4.3 Hodnotová analýza

Hodnotová analýza (Process Value Added, PVA) je metoda k hodnocení interního procesu v oblasti přidané a nepřidané hodnoty pro zákazníka. Metoda se zaměřuje na požadavky zákazníka a hodnotí každý krok procesu z tohoto pohledu. Cílem metody je odstranit všechny kroky nepřidávající hodnotu výrobku nebo služby, aniž by došlo ke snížení kvality a dosáhnout tak rychlejšího dodání zákazníkovi za nižší provozní náklady. (Kenton, 2022)

Hodnotovou analýzou lze snížit množství odpadu při výrobě pomocí zjednodušeného náčrtu toku materiálu se zakreslenými místy, kde k vzniku odpadu dochází (operace) a s množstvím vzniklého odpadu. Tým provádějící hodnotovou analýzu diskutuje nad alternativami, jejichž cílem je snížit množství vzniklého odpadu (provozní náklady) bez zásahu do konstrukce produktu. (Pollak, 2005)

Shou a kol. (2020) definují tři kategorie úkonů hodnotové analýzy takto:

- 1.) VA – (Value Added) úkony přidávající hodnotu ovlivňují fyzickou podobu, funkčnost nebo vlastnosti produktu.
- 2.) NNVA – (Necessary Non-Value Added) úkony, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nevyhnutelné pro vznik úkonů přidávající hodnotu.
- 3.) NVA – (Non-Value Added) plýtvání je každý úkon, který zákazník není ochoten zaplatit a který je možné odstranit bez omezení vzniku přidané hodnoty.

Tabulka 2 Přehled vybraných definic přidané hodnoty a plýtvání

Zdroj	Definice přidané hodnoty	Definice plýtvání	Definice VA	Definice NVA / NNVA
Taiichi Ohno	„Hodnota je definována vstupem a výstupem systému, kde jakákoli ztráta hodnoty během transformačního procesu (neefektivita) je považována za plýtvání.“	„Zbytečný, opakující se pohyb, který musí být okamžitě eliminován. Například čekání nebo stohování podsestav.“	„Práce přidávající hodnotu znamená určitý druh zpracování – změnu tvaru nebo charakteru výrobku či sestavy.“	„Práce nepřidávající hodnotu může být považována za plýtvání v konvenčním smyslu.“
Shigeo Shingo a Andrew P. Dillon	-	„Plýtvání je jakákoli činnost, která nepřispívá k provozu, jako je čekání, hromadění rozpracovaných dílů, překládání, předávání materiálů z jedné ruky do druhé.“	„Činnosti přidávající hodnotu, které skutečně transformují materiály, mění jejich tvar nebo kvalitu.“	„Činnosti, které nepřidávají hodnotu, jako je chůze pro díly, rozbalování dodaných součástek a ovládání spínačů, mohou být považovány za plýtvání.“
James P. Womack a Daniel T. Jones	„Hodnota je definována charakteristikami produktu nebo služby dle konečného zákazníka.“	„Specificky jakákoli lidská činnost, která spotřebovává zdroje, ale nevytváří žádnou hodnotu.“	-	-
Hugh L. McManus	-	„Plýtvání je jakákoli operace, za kterou zákazník není ochoten zaplatit“	„VA je jakákoli činnost, která přispívá k formě, funkci nebo účelu finálního produktu požadovaného zákazníkem ve výrobním toku.“	„NNVA je jakákoli činnost, která nevytváří hodnotu, ale je nezbytná pro zefektivnění výrobního procesu za účelem zvýšení hodnoty finálního produktu.“

(zdroj: vlastní zpracování dle Shou et al., 2020)

4.4 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda kontinuálního sledování spotřeby času během směny. Cílem metody je získat detailní přehled o celkovém využití času a identifikovat plýtvání. Hlavní výhodou oproti jiným časovým analýzám je definování i nepravidelných činností. Tuto metodu lze využít i pro měření spotřeby času administrativních úkonů. Analýzu provádí jeden zaměstnanec pomocí stopek a záznamových formulářů. (Dlabač, 2015)

Dle Lhotského (2005) lze snímek pracovního dne rozdělit do čtyř kategorií:

- 1.) Snímek pracovního dne jednotlivce – nepřetržité zaznamenávání činností jednotlivce v průběhu pracovní směny.
- 2.) Snímek pracovního dne více zaměstnanců – souběžně jsou zaznamenávány činnosti více zaměstnanců v průběhu pracovní směny.
- 3.) Hromadný snímek pracovního dne – jeden analytik pozoruje více pracovišť najednou.
- 4.) Vlastní snímek pracovního dne – zaměstnanec zapisuje vlastní činnosti v průběhu pracovní směny.

Princlík (2013) uvádí postup provedení snímku pracovního dne do tří fází:

- 1.) Příprava – představuje přípravu záznamových formulářů, stopek, popřípadě aplikace pro digitální zaznamenávání. Obeznamení se s analyzovanou operací před samotným měřením. To znamená jasné vymezení začátku a konce operace. Je také vhodné seznámit operátora s cílem a průběhem prováděné analýzy.
- 2.) Měření – představuje zápis vykonávaných úkonů v reálném čase, včetně všech informací souvisejících s danými úkony. Při provádění měření je důležité co nejméně zasahovat do výkonu operace. V případě nejasností je vhodné zapisovat poznámky k danému úkonu a objasnit je s operátorem po ukončení analýzy.
- 3.) Vyhodnocení – zpracování zjištěných dat skládající se z přiřazování kategorií činností k jednotlivým časovým úsekům.

Snímek pracovního dne je také vhodný nástroj pro určení časů dávkových a směnových. Výsledky snímku pracovního dne lze využít pro přesnější plánování práce, ale také pro analýzu přidáné a nepřidáné hodnoty operace. (Tomek a Vávrová, 2014)

Autoři Buchmeister a Herzog (2024) ve svém článku analyzují metodu snímku pracovního dne z pohledu statistického využití pomocí korelační analýzy mezi činnostmi. S využitím nástrojů umělé inteligence lze lépe odhalit vztahy mezi jednotlivými činnostmi vedoucí k plýtvání.

4.5 Balanční studie výrobní linky

Balanční studie, označovaná také jako vyvažování montážní linky nebo Yamazumi Chart, je proces rozložení pracovních úkonů ve výrobní lince. Cílem je dosáhnout co nejvyššího výkonu a minimalizovat čas nečinnosti operátorů a prostojů v lince. Proces vytvoření balanční studie lze rozdělit na několik kroků:

- 1.) Určení požadavků na posloupnost operací – definice úkonů, které musí být dokončeny před zahájením dalších úkonů.
- 2.) Výpočet minimálního počtu pracovních stanic – stanovení počtu pracovišť potřebných k realizaci požadovaného výstupu.
- 3.) Přiřazení pracovních úkonů pracovištím – rozdělení úkonů mezi pracoviště tak, aby nebyl překročen čas taktu linky.
- 4.) Vyhodnocení efektivity a účinnosti – analýza využitelnosti pracovišť a jejich nevyužitého času.
- 5.) Zlepšení návrhu – identifikace pracovišť, u kterých lze provést další úpravy pro zvýšení produktivity. (Telsang, 2017)

Volba rozdělení pracovních úkonů mezi zdroje výrobní linky se nazývá vyvažování linky. Cílem vyvažování je nivelizace cyklových časů jednotlivých pracovišť. (Boysen et al., 2008)

Autoři Sivasankaran a Shahabudeen (2014) rozdělují problematiku vytvoření balanční studie do tří hlavních parametrů:

- 1.) Počet modelů – montážní linka může být navržena pro jeden model nebo více modelů produktů. Montážní linka může být dále dělena na:
 - Jednomodelová linka – v těchto linkách se vyrábí pouze jeden model. Výhodou je jednoduchost plánování, řízení a téměř nulové ztráty z disponibilního času výroby vyplývající z minimálních přestaveb linky. Nevýhodou je malá flexibilita linky při změnách v poptávce.

- Vícemodelová linka – tyto linky umožňují výrobu více modelů na stejné montážní lince. Jsou flexibilnější a mohou lépe reagovat na změny v poptávce, ale jsou složitější na plánování a řízení.

2.) Druh časů úkonů – časy úkonů mohou být deterministické a pravděpodobnostní.

- Deterministické časy – časy úkonů jsou pevně stanovené, opakovatelně dosažitelné a s minimální variabilitou.
- Pravděpodobnostní časy – časy úkonů se mohou měnit a jsou charakterizovány pravděpodobnostními rozděleními. Cyklové časy pracovišť vykazují velkou variabilitu, která je nejčastěji zapříčiněna různými dovednostmi operátorů (zkušenost a malé rozdíly v provádění úkonů).

3.) Tvar montážní linky – nejčastěji jsou montážní linky uspořádány do přímého (rovného) tvaru nebo do U-tvaru.

- Přímý tvar – pracoviště jsou uspořádána v přímé linii nejčastěji kolem dopravníku nebo pohyblivého pásu. Tento typ je jednodušší pro řízení vzhledem k rychlému monitorování linky, ale je méně efektivní při využití prostoru.
- U-tvar – pracoviště jsou uspořádána do tvaru písmene U. Tento typ montážní linky umožňuje lepší využití prostoru a umožňuje operátorům obsluhovat více pracovišť najednou, čímž zlepšuje produktivitu a je flexibilnější při změně v poptávce.

Uvedené parametry mají zásadní vliv na návrh, vyvažování a řízení montážních linek. Správné zohlednění těchto parametrů může výrazně zvýšit produktivitu výrobního procesu. (Sivasankaran a Shahabudeen, 2014)

4.5.1 Parametry balanční studie výrobní linky

- 1.) Zákaznický takt linky – je čas, za který je potřeba vyrobit jednu jednotku produktu, aby byla naplněna poptávka zákazníka. Zákaznický takt se vypočítá jako podíl disponibilního pracovního času a požadovaného počtu hotových produktů. (Telsang, 2017)

- 2.) Takt linky – je časový interval mezi dvěma dokončenými produkty po sobě jdoucími. Výrobní takt celé linky je omezen pracovištěm s nejvyšším cyklovým časem tzv. úzkým místem linky. (Januška, 2018)
- 3.) Cyklový čas pracoviště – je čas potřebný k dokončení operace jednotlivých pracovišť. (Telsang, 2017)
- 4.) Výrobní rytmus – je převrácená hodnota taktu linky. Udává počet hotových produktů za zvolenou jednotku času. Vypočítá se jako podíl zvolené jednotky času a taktu linky ve stejných jednotkách času. (Januška, 2018)

5 LAYOUT

Telsang (2017) definuje layout jako fyzické uspořádání výrobních zařízení, skladovacích prostor, provozního zařízení, pozic operátorů, manipulačního vybavení a všeho dalšího provozního zařízení. Cílem layoutu je dosáhnout co nejvíce hospodárného rozmístění, ve kterém lze dosahovat požadovaného objemu výstupů v požadované kvalitě.

Layout lze optimalizovat ze dvou hledisek. Prvním hlediskem je prostorové rozložení pracovišť. V tomto hledisku lze hodnotit míru využití prostoru. Druhým hlediskem jsou materiálové toky. Materiálové toky lze hodnotit dle jejich velikosti a plynulosti. (Januška, 2018)

Tompkins a kol. (2010) popisují rozdělení layoutu na dvě skupiny:

- 1.) Layout závodu – zaměřuje se na celkové uspořádání celého závodu, včetně kanceláří, skladů, výrobních prostor a dalších podpůrných struktur. Jeho účelem je optimalizovat prostorové využití, zlepšit tok materiálů a informací, zvýšit efektivitu a bezpečnost práce.
- 2.) Layout výrobního provozu - se specificky zaměřuje na uspořádání výrobního provozu, tedy na rozmístění strojů, výrobních linek a dalších zařízení přímo souvisejících s výrobním procesem. Jeho hlavním cílem je maximalizovat produktivitu, minimalizovat výrobní náklady a zajistit hladký průběh výrobních operací.

Principy vytváření layoutu Telsang (2017) definuje takto:

- Princip integrace – správný layout integruje zaměstnance, materiál, stroje a ostatní vybavení tak, aby bylo dosaženo nejlepšího vztahu mezi výstupem, prostorem a náklady.
- Princip minimalizace vzdálenosti – vzdálenost pohybů zaměstnanců, vstupního materiálu a produktů musí být co nejmenší. Zkrácením vzdálenosti dojde ke snížení provozních nákladů.
- Princip uspořádání pohybu – pohyb vstupního materiálu a hotových produktů by měl být přímý, nepřerušovaný bez zbytečného zpětného toku.
- Princip kubického prostoru – layout by měl využívat nejen horizontální prostor, ale také vertikální.

- Princip maximální flexibility – layout by měl umožňovat snadné přizpůsobení novému rozložení.
- Princip bezpečnosti a spokojenosti zaměstnanců – bezpečné rozložení společnosti nebo provozu dodává zaměstnancům pocit bezpečí a tím i spokojenost.
- Princip minimální manipulace – layout by měl minimalizovat potřebu transportu vstupního materiálu a hotových produktů, čímž snižuje provozní náklady.

Za hlavní výhody správného layoutu Telsang (2017) považuje zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím minimalizace pohybu vstupního materiálu a minimalizaci potřebného počtu zaměstnanců. Obě výhody mají přímý vliv na minimalizaci výrobních nákladů na hotový produkt. Jako hlavní nevýhodu uvádí nutnost neustálého kontrolování dodržování rozložení a aktualizaci dle měnících se podmínek.

6 KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI

Klíčové ukazatele výkonnosti (Key Performance Indicators, KPI) se používají pro operativní řízení procesu a hlavním cílem těchto ukazatelů je poskytovat okamžitou informaci o stavu sledovaných parametrů procesu. (Januška, 2018)

Klíčové ukazatele výkonnosti jsou kvantifikovatelné a strategická měřítka procesu, která informují o stavu kritických faktorů úspěchu společnosti. Představují sadu ukazatelů, které reflektují provozní výkonnost z pohledu produktivity, kvality nebo údržby strojů a zařízení. Jsou úzce spjaty se strategickými cíli společnosti a slouží jako nástroje pro jejich řízení. (Kang et al., 2016)

6.1 Produktivita

Produktivita vyjadřuje objem výstupu dosaženého v určitém časovém období ve vztahu k součtu celkového přímého a nepřímého úsilí, které bylo vynaloženo na výrobu výstupu. (Telsang, 2017)

Produktivita je obecně definována jako poměr mezi výstupem produkce a vstupem výrobních faktorů. Tento koncept není univerzální a existuje mnoho různých definic, které jsou vhodné za různých podmínek. Produktivita může být měřena různými způsoby, například jako počet hotových výrobků na jednotku surovin, na počet pracovníků nebo na množství odpracovaných hodin. Nesprávná definice produktivity může vést k chybným závěrům a následným rozhodnutím managementu. Produktivita také zahrnuje efektivní využití zdrojů a může být ovlivněna faktory jako kvalita a tržní hodnota produkce. (Björkman, 1992)

6.1.1 Parciální produktivita

Parciální produktivita vyjadřuje poměr výstupu k jednomu konkrétnímu vstupu, například produkce na jednotku práce či materiálu. Slouží jako jednoduchý ukazatel výkonnosti v rámci omezeného pohledu. Výhodou tohoto ukazatele je sledování změny produktivity jednoho vstupu bez vlivu ostatních faktorů, což umožňuje snadnou a přehlednou interpretaci jeho vývoje. (Hannula, 2002)

Parciální produktivita měří efektivitu využití konkrétního vstupu (nejčastěji práce, vstupního materiálu, energie, kapitálu) ve výrobním procesu. Vyjadřuje poměr mezi objemem produkce a množstvím daného vstupu za určité období. Například produktivita

práce se vypočítá jako podíl objemu produkce ke spotřebované práci. V průmyslové výrobě se parciální produktivita používá pro hodnocení efektivity využití jednotlivých výrobních faktorů. V praxi je často jednodušší sledovat a řídit jednotlivé vstupy než všechny vstupy najednou. (Synek, 2011)

7 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Projektové řízení je systematický přístup k plánování, organizaci, řízení a kontrole zdrojů za účelem dosažení konkrétního cíle v přesně vymezeném čase. Umožňuje efektivně koordinovat činnosti, sledovat pokrok a řídit rizika tak, aby byl projekt dokončen včas, v rámci rozpočtu a s požadovanou kvalitou. Realizace plánů prostřednictvím projektového řízení přináší řadu výhod. Jasně definované cíle, role a odpovědnosti zajišťují lepší komunikaci a koordinaci mezi členy týmu. Díky tomu je možné pružně reagovat na změny a předcházet problémům, které by mohly ohrozit výsledek projektu. Projektové řízení tak představuje efektivní nástroj pro dosažení úspěšné realizace i složitějších a náročnějších záměrů. (Doležal et al., 2012)

7.1 Projektová listina

Projektová listina je klíčový dokument, který definuje základní parametry projektu, jako jsou rozpočet, harmonogram a požadované výstupy. Slouží jako základní rámec pro řízení projektu a poskytuje manažerovi projektu mandát k řízení týmu a alokaci zdrojů. Především poskytuje jasnou strukturu a přehled o projektu, což usnadňuje plánování a sledování postupu prací. Dále pomáhá identifikovat a minimalizovat rizika spojená s realizací projektu, což zvyšuje pravděpodobnost úspěšného dokončení projektu v rámci stanovených parametrů. Bez projektové listiny hrozí, že projekt nebude mít jasně definované cíle a hranice, což může vést k překročení rozpočtu, zpoždění a nedostatečné kvalitě výstupů. Navíc může dojít k nedorozuměním a konfliktům mezi členy týmu a zadavatelem projektu, což může negativně ovlivnit celkový výsledek projektu. (Svozilová, 2016)

Projektová listina je soupis všech důležitých informací o projektu, na jehož základě společnost přijme rozhodnutí o spuštění nebo zastavení projektu. Projektová listina kompetentním lidem, kteří rozhodují o realizaci projektu, odpovídá na otázky kdo, co, kdy a z jakého důvodu bude řešit, s jakým cílem, za jakých podmínek, s jakými omezeními, s jakými přínosy a za jaké náklady. (Nenadál, 2018)

7.2 Analýza rizik RIPRAN

Metoda RIPRAN je strukturovaný a systematický přístup k analýze rizik v projektovém řízení. Vznikla v České republice a její originalita spočívá v tom, že je přímo přizpůsobená potřebám projektového prostředí, přičemž klade důraz na jednoduchost, srozumitelnost a efektivitu celého procesu. Její výjimečnost se odráží především v tom, že nabízí konkrétní

metodický rámec pro identifikaci, hodnocení a návrh opatření ke zmírnění rizik. RIPRAN je tedy nejen nástrojem pro mapování potenciálních hrozeb, ale současně i prostředkem pro aktivní řízení rizik, které mohou ohrozit úspěšnost projektu. Celý proces je navržen tak, aby podporoval týmovou spolupráci a systematické uvažování nad možnými hrozbami. Metoda rovněž umožňuje dokumentaci jednotlivých kroků, což usnadňuje zpětné vyhodnocení a sdílení zkušeností v rámci organizace. (Lacko a Doskočil, 2022)

Doležal (2023) sestavení analýzy rozděluje do pěti kroků, které popisuje následovně:

- 1.) Příprava analýzy rizik – cílem tohoto kroku je připravit všechny potřebné vstupy jako je teoretická příprava, pokyny k sestavení analýzy a formuláře metody. Výsledkem tohoto kroku je harmonogram realizace analýzy, sestavený tým a připravená dokumentace (hodnotící tabulka, interní dokumenty společnosti atd.). V případě potřeby v tomto kroku projdou školením členové týmu, kteří postrádají teoretické znalosti i praktické zkušenosti s projektovými riziky.
- 2.) Identifikace rizik – v tomto kroku jsou týmem generovány hrozby a jejich scénáře. Členové týmu vychází z vlastních zkušeností a také jsou používány údaje z minulých projektů. Informace se zapisují do připraveného formuláře a výsledkem je seznam dvojic hrozba – scénář.
- 3.) Hodnocení rizik – každý scénář je týmem posuzován dle dohodnuté stupnice v oblasti pravděpodobnosti jeho výskytu a potenciálního dopadu na projekt. Hodnocení probíhá na základě statistických dat z jiných projektů nebo jiných statistických údajů. Výsledná hodnota rizika je výsledkem násobení hodnoty pravděpodobnosti a dopadu na projekt.
- 4.) Stanovení opatření – cílem tohoto kroku je stanovit opatření k těm scénářům, jejichž celková hodnota rizika není akceptovatelná. Ke každému opatření je stanoven odpovědný řešitel, což většinou bývá některý ze členů týmu. Stejným postupem jako ve třetím kroku je stanovena nová hodnota rizika, která nastane po realizaci opatření.
- 5.) Celkové zhodnocení rizik – celý tým provede kontrolu vyplněného formuláře. Cílem je zkontrolovat, jestli všechny scénáře mají doplněné opatření, které snižuje hodnotu rizika na akceptovatelnou hodnotu. V případě, že některé riziko i po definici opatření svou hodnotou přesahuje hranici akceptovatelnosti, musí manažer projektu provést eskalaci tohoto zjištění sponzorovi projektu. V úvahu připadá

zastavení projektu anebo nalezení významnějšího opatření za pomoci sponzora projektu nebo vyššího vedení společnosti. Pokud všechna rizika dosahují akceptovatelné úrovně, manažer projektu zpracuje závěrečnou zprávu o průběhu a výsledcích analýzy rizik pro vedení společnosti.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Tato diplomová práce byla zpracována ve společnosti Česká zbrojovka a.s. se sídlem v Uherském Brodě.

Česká zbrojovka a.s. je strojírenskou společností zabývající se vývojem a výrobou ručních palných zbraní pro osobní ochranu, lovecké účely, sportovní střelbu a pro ozbrojené složky. (CZUB, 2024)

V současné době je Česká zbrojovka součástí jedné z největších zbrojních korporací na světě – nadnárodní společnosti pro výrobu palných zbraní, munice a dalšího příslušenství pro palné zbraně Colt CZ Group SE. (Colt CZ Group SE, 2024)



Obrázek 8 Logo České zbrojovky a.s.

(zdroj: CZUB, 2024)

8.1 Stručná historie České zbrojovky

Historie České zbrojovky v Uherském Brodě sahá do roku 1936, kdy byla tehdejší továrna strategicky přesunuta co nejdále od západní hranice tehdejšího Československa z důvodu měnící se politické situace v sousedním Německu. V Uherském Brodě byla vybudována nová továrna, která se věnovala výrobě leteckých kulometů. V roce 1949 byla Česká zbrojovka znárodněna a dále pokračovala jako samostatný subjekt. Ve stejném roce začala produkovat jednu z mnoha legendárních zbraní samopal vz. 48. V roce 1959 byla zahájena výroba útočné pušky vz. 58, která je dodnes chybně označována jako samopal vz. 58. Dodnes používaný a celosvětově oblíbený kompaktní samopal vz. 61 Škorpion byl vyráběn od roku 1962 až do devadesátých let dvacátého století. Nejznámější pistole České zbrojovky CZ 75 s mnoha inovativními prvky byla vyvíjena od roku 1969 a její výroba byla zahájena v roce 1975. Na podzim roku 2007 byl slavnostně smontován miliontý kus této pistole. (Historie České zbrojovky a.s., 2024)

V roce 1992 byl národní podnik Česká zbrojovka privatizován, vznikla akciová společnost, která byla vlastněna pouze českými investory. Portfolio společnosti se rozšířilo o výrobky pro automobilový a letecký průmysl. (Historie České zbrojovky a.s., 2024)

První expanze České zbrojovky a.s. a rozšíření vlivu v USA proběhla v roce 1997 prostřednictvím založení dceřiné společnosti CZ-USA ve městě Kansas City ve státě Kansas. Společnost CZ-USA se do dnešního dne věnuje výrobě, prodeji a servisu zbraní České zbrojovky a.s. Další společností v USA, která se stala součástí České zbrojovky a.s., byla v roce 2005 společnost Dan Wesson Firearms založená v roce 1968 pravnukem známého Daniela B. Wessona jako společnost specializující se na výrobu revolverů. (Historie České zbrojovky a.s., 2024)

Významným milníkem v historii České zbrojovky a.s. je rok 2011. V tomto roce byl na trh uveden nový program pro ozbrojené složky skládající se z útočné pušky CZ 805 BREN, samopalu CZ Scorpion EVO 3, granátometu CZ 805 BREN G1 a pistole CZ 75 SP-01 Phantom. Tímto programem začala být přezbrojována Armáda České republiky. Česká zbrojovka a.s. tímto slavila svůj návrat na trh zbraní pro ozbrojené složky. (Historie České zbrojovky a.s., 2024)

Česká zbrojovka a.s. stále rostla, zvyšovala počet vyrobených a prodaných zbraní a rozšiřovala počet zemí, ve kterých má své zastoupení na hodnotu více než 100. V roce 2021 byla dokončena akvizice stoprocentního podílu společnosti Colt (oficiální název Colt Holding Company LLC) a dceřiné společnosti Colt Canada Corporation. V roce 2022 se Česká zbrojovka a.s. stala součástí skupiny Colt CZ Group SE. (Historie České zbrojovky a.s., 2024)

8.2 Základní informace o společnosti

Uvedené informace pocházejí z výroční zprávy společnosti za rok 2020. (Výroční zpráva 2020, 2021)

Obchodní firma:	Česká zbrojovka a.s.
Sídlo:	Uherský Brod, Svat. Čecha 1283, PSČ 68801
IČO:	463 45 965
Datum vzniku:	1. května 1992
Právní forma:	akciová společnost
Internetová adresa:	czub.cz
Výsledek hospodaření po zdanění:	572 mil. Kč.
Počet zaměstnanců k 31.12.2020:	1 489

9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Základním krokem při racionalizaci výrobního procesu je detailní analýza jeho současného stavu. Následující podkapitoly popisují současný stav vybraného výrobního procesu z pohledu uspořádání dílny a materiálových toků, popisující způsob distribuce vstupního materiálu a hotových výrobků. Současný stav je dále analyzován z hlediska procesních ukazatelů a organizační struktury výrobního provozu, v jehož rámci je tato diplomová práce zpracovávána. Další podkapitoly popisují technologický postup procesu a výsledky časových studií formou chronometráže operací a analýzy činnosti operátora ve formě snímku pracovního dne operátora. Výsledek chronometráže vybrané operace technologického postupu byl ověřen metodou nepřímého měření BasicMOST. Časová analýza je zakončena hodnotovou analýzou, jejíž výsledky jsou přímým vstupem pro podkapitolu shrnující nedostatky současného stavu.

Cílem analýzy současného stavu je porozumění a popsání, jak současný proces probíhá s ohledem na nejmenší detaily. Výstup analýzy slouží jako podklad pro identifikaci a eliminaci plýtvání a případných rizik.

9.1 Výběr produktu pro analýzu

V rámci naplňování jednoho ze strategických cílů společnosti o zvyšování parciální produktivity práce a zvyšující se poptávce trhu po produktové řadě nazvané pro účely této práce „Produkt1“ byl vedením výrobního úseku vybrán tento produkt pro jeho racionalizaci. Vybraná produktová řada obsahuje čtyři modely, které jsou vizuálně podobné, ale jejich montážní proces je rozdílný v oblasti cyklových časů operací, potřebného nářadí a vstupního materiálu. Tyto modely budou označovány jako Produkt1_A, Produkt1_B, Produkt1_C a Produkt1_D.

Produktová řada Produktu1 má dominantní zastoupení vůči ostatním pěti produktovým řadám. Z tabulky ročních objemů výroby, která je uvedena v přílohách (Příloha P I), je patrné, že vybraná produktová řada představuje 59,1 % z celkového objemu výroby hotových výrobků. Součástí přílohy je i druhá tabulka, která uvádí roční objemy výroby jednotlivých modelů Produktu1. Zcela dominantní zastoupení mezi modely má model Produkt1_A s hodnotou 55,7 % objemu výroby Produktu1. Model Produkt1_B je zastoupen v poměru 28,5 %. Zbývající modely Produkt1_C představuje 8,5 % objemu výroby Produktu1 a Produkt1_D je zastoupen v poměru 7,4 %.

9.2 Layout dílny

Na obrázku uvedeném v přílohách (Příloha P II) je zobrazena dílna specializující se na montáž produktové řady Produkt1. Celý prostor dílny zobrazený na layoutu a veškeré zařízení je předmětem analýzy a následné racionalizace, které se tato práce věnuje.

Horní polovina layoutu dílny (Příloha P III) obsahuje sedmnáct montážních stolů, které jsou přizpůsobeny pro montáž všech modelů produktové řady. Montážní stoly mají na pravé straně prostor pro uložení tří hlavních dílů a přepravní bedny, ve kterých jsou hotové výrobky dále přepravovány. Každý zaměstnanec má svůj montážní stůl, na kterém se až na výjimečné případy nestřídá s jinými zaměstnanci. Dalším pracovním prostorem jsou dva stoly pro leštění závěrů a dva stoly vybavené speciálním měřidlem pro ověření správné funkce bicího a spoušťového mechanismu. Tyto pracoviště nejsou stále obsazena, ale jednotliví zaměstnanci přicházejí na pracoviště s rozpracovanými výrobky, provedou operaci a vracejí se k montážním stolům, kde pokračují v montáži. V blízkosti montážních stolů jsou vytvořeny prostory pro uložení dalšího vstupního materiálu mimo již zmíněné hlavní díly. Dále se v prostoru nachází týmová tabule s potřebnými organizačními informacemi a průběžnými výsledky procesních ukazatelů týmu. Týmová tabule slouží také ke komunikaci zaměstnanců s vedením provozu. To znamená, že na týmové tabuli je k dispozici strukturovaný dokument, do nějž může každý zaměstnanec zapsat svou připomínku nebo požadavek.

Ve spodní polovině layoutu (Příloha P IV) se nacházejí dva pracovní stoly pro přípravu drobných podskupin, kterými jsou následně zásobovány montážní stoly. Pro účely setkávání vedení výrobního provozu s týmem je na dílně k dispozici stůl s potřebným vybavením pro vedení schůzek. Dílna je dále vybavena dvěma speciálními jednoúčelovými stroji, které mechanicky napodobují střelbu a tím pomáhají takzvanému záběhu zbraně. Jde o závěrečnou operaci po smontování hotového výrobku, po které jsou hotové výrobky v počtu deseti kusů v jedné přepravní bedně předávány do zóny, odkud jsou odváženy k dalšímu zpracování.

9.2.1 Organizační struktura výrobního provozu

Vybraný proces probíhá na jednom výrobním provozu. Celý výrobní provoz řídí vedoucí provozu, který se převážně věnuje strategickému řízení provozu. Jeho přímými podřízenými jsou group lídři. Group lídr řídí a zodpovídá za tři až pět výrobních týmů. Jednu třetinu své pracovní doby se tato pozice věnuje operativnímu řízení týmů a zbylé dvě třetiny jsou věnovány aktivitám taktického řízení. Přímou podřízenou pozicí group lídra je tým lídr. Tým

lídr se věnuje převážně operativnímu řízení jednoho týmu čítajícího patnáct až dvacet operátorů.

Operátoři výroby mohou mít pozice „operátor výroby“ nebo „odborný operátor výroby“. Pozice odborného operátora výroby se od operátora výroby liší především v počtu pracovišť, které ovládá zcela samostatně s pravidelným dosahováním výkonnostní normy a bez kvalitativních reklamací. Hranice odbornosti operátorů je specifikována vnitřními pravidly společnosti a na tato pravidla je navázáno pravidelné čtvrtletní hodnocení zaměstnanců formou kvalifikační matice. Celkové skóre kvalifikační matice daného operátora je klíčovým faktorem rozhodující o jeho odbornosti.

9.3 Materiálové toky na pracovišti

Fyzické toky vstupního materiálu a hotových výrobků jsou výhradně zajišťovány ruční manipulací. Materiálové toky zajišťují zaměstnanci, kteří jsou organizačně zařazeni do týmu výrobního provozu. Jak je dále uvedeno, část úkonů materiálových toků je součástí technologického postupu samotné montáže podskupin a hotových výrobků. Materiálové toky procesu lze rozdělit podle charakteru materiálu do tří kategorií.

9.3.1 Hlavní díly

Jako hlavní díly jsou označovány určité díly palných zbraní, které jsou mechanicky, tlakově a teplotně nejvíce namáhány při výstřelu a bez jejich přítomnosti nelze funkčně provádět střelbu. Hlavní díly palných zbraní podléhají zvláštním bezpečnostním předpisům a ochranným opatřením dle zákona o zbraních a střelivu. Z těchto důvodů jsou hlavní díly vydávány v přesném počtu dle příslušného výrobního příkazu. Hlavní díly jsou uloženy do přepravních beden v počtu deseti kusů anebo v jiném počtu, pokud je příslušný výrobní příkaz v jiném než obvyklém počtu 100 kusů, a následně jsou předávány do vyhrazeného prostoru na dílně k vychystání zbývajících dílů dle rozpisky výrobního příkazu. Sklad hlavních dílů se nachází mimo prostor dílny. Přípravu hlavních dílů, skládající se z uložení do manipulačních jednotek a doplnění průvodní listiny výrobního příkazu, a distribuci vychystaných hlavních dílů k operátorům zajišťuje zaměstnanec jiného týmu.

9.3.2 Drobné díly

Svou velikostí a objemem jsou výrazně menší a lehčí než hlavní díly. Drobné díly jsou uloženy v páternosterovém regálovém zakladači, ze kterého jsou zásobovány regály umístěné v blízkosti montážních stolů. Hlavními výhodami páternosterového regálového

zakladače jsou optimalizace času vyskladnění dílů, kdy zakladač vypočítá a zvolí nejkratší, respektive nejrychlejší dráhu v pořadí vyskladňování zadané skupiny dílů a dodržování systému FIFO. Zásobování regálů z páternosterového zakladače zajišťují zaměstnanci týmu interní logistiky. Do regálů jsou drobné díly zásobovány v počtu, který vyžaduje příslušný výrobní příkaz. V případě drobných dílů je požadovaný počet dosažen pomocí digitální váhy, takže v případě velmi lehkých dílů jako například malých pružin nebo spojovacích kolíků je vlastní fyzický počet dílů v malém procentu rozdílný oproti počtu, který udává digitální váha. Z regálů, ve kterých jsou drobné díly vychystány, jsou odebírány přímo operátory, kteří provádí montáž podskupin a hotových výrobků. Operátoři se při odebrání dílů orientují podle rozpisky příslušného výrobního příkazu, který je k dispozici v elektronické i tištěné podobě. Po odebrání potřebného počtu dílů, kterého v této fázi operátor dosahuje ručním počítáním dílů, uložením dílů do krabiček, se drobné díly dostávají na pracovní stůl operátora.

9.3.3 Hotové výrobky

Hotové výrobky jsou kompletovány na montážních stolech. Jsou uloženy do speciálně tvarovaných přepravní obalů obvykle v počtu deseti kusů. Přepravní obal má vnitřní prostor, ve kterém jsou hotové výrobky uloženy, opatřen měkkým a omyvatelným povrchem, aby byly hotové výrobky chráněny proti poškození vlivem kontaktu s povrchem přepravního obalu. Po provedení následující operace na speciálních jednoúčelových strojích jsou hotové výrobky uloženy do zóny pro odvoz k dalšímu zpracování. Až do této fáze manipuluje s hotovými výrobky operátor provádějící montáž podskupin a hotových výrobků.

9.4 Technologický postup

Technologický postup montáže je pro účely této práce znázorněn formou vývojového diagramu. Z důvodu ochrany citlivých informací je technologický postup detailní pouze do té míry, která je nezbytná pro popsání stávajícího způsobu organizace montáže podskupin a hotových výrobků. Vývojový diagram, který je součástí příloh (Příloha P VIII), byl zpracován v programu Microsoft Visio. Uvedený technologický postup je shodný pro všechny modely Produktu1.

Procesy, uvedené ve vývojovém diagramu, vykonává jeden operátor na jednom pracovním stole pouze ručním montováním za využití speciálního operačního nářadí skládající se z upínačů, speciálně tvarovaných kleští, podavačů a standardního dílenského

vybavení jako jsou svěrák a pákové lisy. Hotový výrobek se skládá z montáže podskupin bicího mechanismu, spoušťového mechanismu, sestavy rámu a finální montáže. Pro každou operaci montáže podskupin a hotového výrobku je nutný výdej vstupního materiálu a jejich následný odběr, který provádí stejný operátor provádějící montáž. Výdej vstupního materiálu je ve vývojovém diagramu označen jako podproces. Detailnější popis tohoto podprocesu je uveden v kapitole 9.3.2. na straně 52. Každá operace montáže je zakončena zkouškou funkce sestavy. Pokud sestava nevyhovuje definovaným parametrům kvality, vrací se do procesu, respektive podléhá opravě, kterou vykonává stejný operátor. Vzhledem k tomu, že všechny operace provádí jeden operátor, je nutná trojí přestavba pracovního prostoru, která se skládá z odevzdání zbylého vstupního materiálu, příjmu vstupního materiálu pro další proces a změnu pracovního nářadí (nástroje, měřidla, upínače). Po smontování a kontrole funkce podskupin bicího mechanismu, spoušťového mechanismu a sestavy rámu je zahájena operace finální montáže. V rámci montáže sestavy rámu probíhá standardní ověření správnosti funkce jako u každé podskupiny, ale probíhá zde i ověření úhlu výklonu kohoutku na speciálním měřicím zařízení. Vzhledem ke složitosti tohoto měřidla a také jeho výrobní ceně jsou na dílně k dispozici pouze dvě měřidla. Každý operátor po smontování každé podskupiny rámu musí k jednomu z měřidel přijít, sestavu rámu upnout a provést měření. Měřidlo vyhodnotí úhel výklonu a dle předepsaných mezních hodnot úhlu operátor rozhodne o ponechání stávající konfigurace sestavy rámu, nebo přistoupí k regulaci úhlu výklonu kohoutu. Regulaci lze zajistit výměnou příslušného dílu, který je vyráběn v tzv. rozměrových skupinách. Regulovat lze úhel výklonu do plusu i do mínusu a většinou je správného úhlu dosaženo jednou výměnou rozměrové skupiny. V okrajových případech je nutné přistoupit k druhé výměně ještě menší nebo větší rozměrové skupiny. Po výměně dílu je nutné znovu úhel výklonu kohoutu změřit. Po sestavení hotového výrobku a kontrole funkce je v informačním systému vytvořen nový záznam o vzniku kompletní a funkční zbraně. Tento záznam obsahuje data jako osobní číslo a jméno operátora, sériové číslo hotového výrobku, datum a čas záznamu. Celý proces uzavírá přesun nejčastěji deseti kusů hotových výrobků uložených v jedné přepravní jednotce na operaci zabíhání. Hotové výrobky jsou při této operaci uloženy do speciálních jednoúčelových strojů, které svým mechanismem simulují střelbu. Dojde k napnutí bicího a spoušťového mechanismu, uzavření nábojové komory a vypuštění napnutých mechanismů. Operace zabíhání zvyšuje spolehlivost hotových výrobků při následném testování zkušební střelbou. Operace zabíhání nespadá do rozsahu této práce a není proto zachycena ve

vývojovém diagramu. Po této operaci jsou hotové výrobky přesunuty do zóny určené pro převoz k dalšímu zpracování.

Posloupnost operací, ověřování správnosti funkce sestav, samotné operace montáže podskupin (bicí mechanismus, spoušťový mechanismus a rám) a montáže hotového výrobku jsou shodné pro všechny modely Produktu1. Existují ale rozdíly v úkonech jednotlivých operacích. Rozdíly jednotlivých operací montáže nastávají například rozdílným počtem spojovacího materiálu (šroubky, kolíky), rozdílným postupem nastavení odporu spouště (součást spoušťového mechanismu), rozdílným nářadím nebo jiným způsobem zajištění spojovacího materiálu (šroubky s integrovanou závlačkou nebo šrouby vyžadující aplikaci tekuté závlačky). Rozdílné úkony mimo jiné způsobují rozdílné procesní časy operací montáže mezi modely a také rozdílnou celkovou délku procesního času montáže, což je zachyceno na souhrnném grafu výsledků chronometráže (Obrázek 9 na straně 63).

9.5 Základní ukazatele montáže

Tato kapitola se zaměřuje a popisuje klíčové aspekty analyzovaného výrobního procesu, které mají přímý vliv na způsob jeho organizace.

9.5.1 Zákaznický takt

Výpočet zákaznického taktu uvedený v tabulce (Tabulka 3) počítá s ročním požadavkem zákazníka, který je uveden v příloze (Příloha P I). Uvedený průměrný počet smontovaných hotových výrobků jednoho operátora za směnu je ustálenou výkonnostní normou procesu. V každé směně u každého operátora dochází k různým výrobním mixům mezi modely A až D. Variabilita výrobního mixu je vytvářena záměrně a zajišťuje ji zaměstnanec jiného týmu, který zajišťuje vychystání hlavních dílů, průvodních listin výrobního příkazu a distribuci takto vychystaných výrobních příkazů operátorům. Je tím udržována znalost technologických postupů jednotlivých modelů, snižována monotónnost práce a zmenšována ergonomická zátěž operátorů vyplývající z repetitivních pohybů při montáži. Dalším důvodem je rozdílná celková pracnost modelů, která je popsána v kapitole 9.7.1 na straně 61 věnující se chronometráži všech modelů Produktu1. Pokud by jeden operátor celou směnu montoval jen model Produkt1_D, který má nejvyšší pracnost, nedosáhl by průměrného počtu hotových výrobků za směnu.

Hodnota skutečného denního výkonu je o několik jednotek kusů vyšší než denní požadavek zákazníka, aby došlo k naplnění tohoto požadavku.

Tabulka 3 Zákaznický takt

Kategorie	Hodnota
Roční požadavek zákazníka [ks]	192 564
Průměrný počet pracovních dní v roce	253
Denní požadavek zákazníka [ks]	762
Průměrný počet hotových výrobků 1 operátora za směnu [ks]	40
Potřebný počet operátorů	20
Skutečný denní výkon [ks]	765
Směnnost	Ranní/odpolední

(zdroj: vlastní)

9.5.2 Disponibilní čas směny

V tabulce (Tabulka 4) je uveden výpočet disponibilního času jedné směny. Kromě třicetiminutové pauzy na oběd jsou v tabulce uvedeny celkem tři bezpečnostní přestávky. Analyzovaný výrobní proces je kategorizován do třetí třídy rizikového faktoru fyzické zátěže, respektive lokální svalové zátěže, tedy překračující hygienické limity, což vyžaduje stanovení a dodržování bezpečnostních přestávek podle vyhlášky č. 432/2003 Sb.

Po odečtení všech přestávek je čas směny zkrácen na 430 minut. Pro výpočet disponibilního času směny je nutné vzít v úvahu další ztrátové časy spojené s osobními potřebami operátorů, technickými a organizačními příčinami (poruchy, čekání na materiál), činnostmi dávkovými (záznamy v informačním systému), činnostmi směnovými (úklid pracoviště) a ztrátové časy způsobené variabilitou procesních časů, které jsou blíže vysvětleny v kapitole 9.7.1 na straně 61 věnující se časové analýze procesu. Pro tyto ztráty je vyčleněno 30 minut z času směny prostřednictvím sedmiprocentní směnové přírážky. Výsledná hodnota disponibilního času, která slouží pro další výpočty jako například pro výpočet produktivity práce, je 400 minut.

Tabulka 4 Výpočet disponibilního času směny

Popis časového úseku	Od	Do	Mínut	Hodin
Celkový čas směny	6:00	14:00	480	8,00
Obědová pauza	10:00	10:30	30	0,50
1. Bezpečnostní přestávka	8:00	8:15	15	0,25
2. Bezpečnostní přestávka	10:00	10:10	10	0,17
3. Bezpečnostní přestávka	12:30	12:40	10	0,17
Čas směny bez pauz			430	7,17
Směnová časová přírážka	7 %			
Disponibilní čas směny			400	6,67

(zdroj: vlastní)

9.5.3 Procesní ukazatele

Procesní ukazatele jsou stanoveny dle jednotlivých výrobních procesů, respektive pracovních týmů. Procesní ukazatele analyzovaného procesu jsou produktivita týmu, procento hotových výrobků, u kterých byla detekována výstupní kontrolou vada vyžadující opravu za tým a zmetkovitost celého provozu. Procesní ukazatele mají přímý vliv na výši měsíční pohyblivé složky mzdy operátorů a vedení výrobního provozu. Tabulka na následující straně (Tabulka 5) vyjadřuje podíl jednotlivých ukazatelů na výpočet pohyblivé složky mzdy. Pro každý ukazatel je vytvořen vlastní report v platformě pro datovou analýzu a vizualizaci dat Power BI. Tyto ukazatele jsou sledovány a vyhodnocovány každý den na začátku směny na digitální Shop Floor Management tabuli vedoucím provozu, group lídrem a tým lídrem.

Měsíční pohyblivá složka mzdy představuje při svém stoprocentním plnění celkem 20 % fixní mzdy. Ukazatele mají své progresivní a regresivní limity plnění. Pokud je výsledek plnění daného limitu ukazatele nižší než 80 %, výsledný podíl ukazatele na pohyblivé složce mzdy je 0 %. Naopak lze limit ukazatele přepřínovat až na hodnotu 120 %. Výsledky jednotlivých ukazatelů se sečtou a vytvoří výslednou hodnotu pohyblivé složky mzdy za daný měsíc.

Tabulka 5 Přehled procesních ukazatelů

Název ukazatele	Cílová hodnota ukazatele	Podíl složky mzdy	Minimum a maximum plnění ukazatele
Produktivita týmu	95 %	10 %	0,8 – 1,2
Procento oprav hotových výrobků za tým	3 %	5 %	
Zmetkovitost za celý provoz	95 000 Kč	5 %	
Velikost pohyblivé složky mzdy		20 %	16 % - 24 %

(zdroj: vlastní)

9.5.3.1 Produktivita týmu

Produktivita týmu je počítána jako podíl normohodin celkového výstupu vůči skutečným odpracovaným hodinám všech členů týmu, které byly vynaloženy na výrobu výstupu. Normohodiny výstupu se vypočítají jako součin počtu hotových výrobků a stanovených norem operací, které byly vykonány. Odpracované hodiny jsou získávány z docházkového informačního systému.

Obrázek v přílohách (Příloha P V) uvádí skutečný výsledek ukazatele produktivity týmu za srpen 2024. V tomto měsíci tým dosáhl hodnoty 87,6 % plnění ukazatele, což znamená nesplnění cílové hodnoty. Spojnice grafu znázorňuje výsledky ukazatele za každý pracovní den. Vodorovná spojnice grafu znázorňuje cílovou hodnotu ukazatele 95 %. Tabulka pod grafem obsahuje hodnoty ukazatele pro každý pracovní den. Sloupec označený jako „Docházka Hod“ uvádí součet odpracovaných hodin všech operátorů daného týmu. Sloupec pojmenovaný jako „Vykázáno Hod“ uvádí součet všech normohodin operací, které v daném dni byly v informačním systému operátory odvedeny jako hotové. Sloupec „Produktivita“ obsahuje výsledek poměru sloupců „Docházka Hod“ a „Vykázáno Hod“. Pokud tedy například dne 30. srpna 2024 všichni členové týmu strávili 90 hodin v práci a součet všech operací, které v tomto dni odvedli jako hotové, činil 94,4 normohodin, produktivita tohoto dne dosáhla hodnoty 104,9 %. Spodní řádek tabulky obsahuje celkové součty hodnot sloupců a pro sloupec produktivity uvádí průměrnou hodnotu produktivity v nadefinovaném časovém období. Tabulka na pravé straně obrázku sumarizuje produktivitu operátorů týmu za posledních sedm pracovních dní a seřazuje výsledky od nejvyšší hodnoty produktivity po nejmenší.

Týmový ukazatel produktivity práce motivuje operátory k vzájemnému předávání nejlepších zkušeností a postupů mezi sebou.

9.5.3.2 Procento oprav hotových výrobků za tým

Každý hotový výrobek prochází výstupní kontrolou, kde je vizuálně kontrolován a mechanicky testován. Pokud je u hotového výrobku evidována vada, která vyžaduje opravu hotového výrobku, je tato zjištěná vada zaznamenána do informačního systému pomocí specifického sériového čísla hotového výrobku a definovaného kódu vady. Podíl hotových výrobků s vadou vůči celkovému počtu hotových výrobků vyjádřený v procentech je dalším procesním ukazatelem.

Report ukazatele oprav hotových výrobků, který je uveden v přílohách (Příloha P VI), skládaným sloupcovým grafem vizualizuje celkové procento oprav hotových výrobků a dílčí podíly skupin vad. Tento report je určen pro všechna střediska, která pracují s hotovým výrobkem, ale procesním ukazatelem je pouze hodnota z posledního střediska v toku hotového výrobku, kterým je výstupní kontrola. Pod sloupcovým grafem se nachází tabulka, která uvádí konkrétní typ vady, počet výskytů vady ve zvoleném časovém úseku a poměr typu vady. Tabulka seřazuje typy vady od největšího poměru po nejmenší poměr. V pravém dolním rohu reportu (Příloha P VI) je seznam skupin vad s barevným štítkem, který je konkrétní skupině vad přiřazen. Barva štítku skupiny vad se propisuje do sloupcového grafu. Každá skupina vad obsahuje několik typů vad. Jde tedy o nadřazenou složku typů vad.

Ve zvoleném období (srpen 2024) byl největší počet hotových výrobků vyžadujících opravu v počtu 186 kusů s podílem 1,12 % z celkového počtu hotových výrobků vyřazen z důvodu zamontování nesprávného dílu. V případě této vady byl u hotových výrobků zjištěn jiný díl, než jaký měl být dle rozpisky zamontován. Především drobné díly jsou velmi malé, rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou okem téměř nerozpoznatelné a dochází tak k jejich záměně nejčastěji při odeírání dílů z regálů operátory. Druhou vadou s největším počtem vyřazených hotových výrobků byla vada „chybějící díl“. Na tuto vadu bylo vyřazeno celkem 129 kusů hotových výrobků s podílem 0,78 %. Především díly, které nejsou součástí funkčního mechanismu, je možné při montáži opomenout, protože primární funkce výrobku neodhalí jejich absenci. K detekci této vady dochází primárně vizuální kontrolou. Ve zvoleném období bylo vyřazeno celkem 4,11 % hotových výrobků do opravného procesu, čímž došlo k překročení limitu ukazatele a krácení pohyblivé složky mzdy. Součet podílů

dvou nejčtenějších vad („nesprávný díl“ a „chybějící díl“) činí 1,9 %. Jde tedy bezmála o polovinu všech zjištěných vad v daném časovém období.

Výsledky zvoleného období (srpen 2024) odpovídají dlouhodobým průměrným hodnotám ukazatele. Dlouhodobá průměrná hodnota ukazatele činí 4,05 % a z toho 1,05 % připadá vadě zamontování nesprávného dílu.

9.5.3.3 Zmetkovitost celého provozu

Při procesu montáže podskupin a hotových výrobků dochází k znehodnocení vstupních dílů vlivem nesprávného ustavení vstupních dílů v sestavě, poškození povrchové úpravy dílů nebo jiných faktorů. Tyto znehodnocené díly jsou evidovány v informačním systému formou zmetkového hlášení. Tento záznam automaticky vytváří požadavek pro doplnění vstupního materiálu, který zpracovává příslušný sklad, a zároveň eviduje finanční hodnotu znehodnoceného dílu. Tímto postupem je zajištěna nejen plynulost výrobního procesu, ale i přesné sledování nákladů spojených se zmetkovitostí. Každé zmetkové hlášení obsahuje i důvod vzniku znehodnoceného dílu vybraný z definovaného seznamu důvodů. Finanční hodnota znehodnocených dílů je sečtena za celý provoz a na měsíční bázi porovnávána s nastaveným limitem ukazatele, který byl stanoven na základě historických dat a cílů kvality společnosti.

Na obrázku v přílohách (Příloha P VII) je zachycen report zmetkovitosti a konkrétní výsledky ukazatele za měsíc srpen 2024. První řádek tabulky sumarizuje výsledky pro celý výrobní provoz. V definovaném období bylo znehodnoceno celkem 1 006 kusů vstupních dílů. Sumarizovanou finanční hodnotu znehodnocených dílů bez násobení počtem znehodnocených dílů vyjadřuje sloupec nazvaný „VvnKs“, a ve zvoleném období byla tato hodnota 92 957,95 Kč. Následující sloupec „Vvn“ vyjadřuje finanční hodnotu znehodnocených dílů vynásobenou počtem znehodnocených dílů. Ve zvoleném období byla celková hodnota všech znehodnocených dílů 144 604,76 Kč. Hodnota tohoto sloupce poskytuje komplexnější pohled na celkový finanční dopad zmetkovitosti. Pro vyhodnocení procesního ukazatele zmetkovitosti je používána hodnota sloupce „Vvn“. Ve zvoleném období byla tedy cílová hodnota ukazatele překročena a došlo ke krácení pohyblivé složky mzdy dle pravidel uvedených v tabulce (Tabulka 5 na straně 58). Na pravé straně reportu zmetkovitosti (Příloha P VII) se nacházejí dva pruhové grafy. První graf s názvem „Zmetky dle Ks“ znázorňuje počet znehodnocených vstupních dílů dle produktových řad. Z grafu je patrné, že dominantní podíl za celkovém počtu znehodnocených dílů má produktová řada

Produkt2. Druhý graf „Zmetky dle Vvn“ uvádí finanční hodnotu znehodnocených dílů dle výrobního provozu, který v daném období znehodnocený díl zachytil a vystavil zmetkové hlášení.

Vzhledem k překročení finančního limitu byla provedena analýza příčin vzniku znehodnocených vstupních dílů. Téměř poloviční příčinou bylo zamontování nesprávného dílu. Jde o stejnou vadu popsanou v kapitole 9.5.3.2, která negativně ovlivňuje i tento ukazatel. Většina nesprávně zamontovaných dílů je při demontáži poškozena a následně musí být zlikvidována.

9.6 Parciální produktivita

Parciální produktivita operátorů představuje počet smontovaných hotových výrobků každého operátora za směnu. Již bylo zmíněno, že operátoři montují hotové výrobky ve výrobním mixu modelů Produkt1_A až Produkt1_D z důvodu rozdílné celkové pracovní jednotlivých modelů. Výrobní mix je vytvářen tak, aby každý operátor dosáhl parciální produktivity 40 kusů hotových výrobků za směnu. Parciální produktivitu operátorů sleduje tým líder a vyhodnocení produktivity je součástí denního Shop Floor Managementu.

9.7 Časová analýza Produktu1

Cílem této kapitoly zabývající se časovou analýzou je získání detailního přehledu o časové náročnosti jednotlivých operací montážního procesu a jejich vzájemných rozdílech napříč modely výrobků. Tato analýza poskytuje nezbytné informace pro racionalizaci procesu, zvýšení parciální produktivity práce a snížení neproduktivních časů. V této kapitole jsou zpracovány jednotlivé metody měření času, jako je chronometráž, porovnání výsledků vybrané operace s metodou BasicMOST a analýza činnosti operátora. Výsledky těchto měření umožňují detailně posoudit časové vytížení operátorů a identifikovat možné časové ztráty.

Výkonnostní normy jsou ve společnosti stanoveny výhradně metodou chronometráže.

9.7.1 Chronometráž Produktu1

Pro stanovení procesních časů jednotlivých operací a jejich úkonů byla použita metoda chronometráže. Na výsledky chronometráže budou navazovat další kapitoly a pro spolehlivost dat nebyly použity výsledky chronometráže, kterými byly stanoveny výkonnostní normy, ale všechny operace byly změřeny znovu. Byl pořízen videozáznam

montáže dvaceti hotových výrobků a jejich podskupin pro každý model. Tento rozsah chronometráže podchycuje celý analyzovaný proces se všemi jeho variantami. Videozáznamy byly rozčleněny do operací (bicí mechanismus, spoušťový mechanismus, sestava rámu a finální montáž) a do záznamového listu chronometráže byly zaznamenány začátky a konce operací. Jde tedy o použití výběrové chronometráže z důvodu stávajícího nastavení procesu montáže, kdy jeden operátor provede všechny operace pro jeden hotový výrobek a poté je opakuje u dalšího výrobku.

V tabulce (Tabulka 6) na následující straně jsou uvedeny výsledné průměrné procesní časy. Průměrný procesní čas byl vypočítán jako aritmetický průměr dvaceti naměrů konkrétního procesu. Detailní přehledy a výsledky dílčích měření každé operace jsou uvedeny v přílohách (Příloha P IX až Příloha P XII). V grafech jsou zvýrazněny nejvyšší naměřené časy červenou barvou sloupce a nejmenší naměřené časy zelenou barvou. Hnědá vodorovná linie vyjadřuje grafickou polohu průměrného procesního času. Z uvedených grafů je patrný velký rozdíl mezi jednotlivými cykly zvláště u operací „rám“ a „finální montáž“. Například u operace „finální montáž“ v případě Produktu1_D (Příloha P XII) je rozdíl mezi nejmenším a nejvyšším časem cyklu operace 9 sekund. Průměrný procesní čas v tomto případě činí 1 minutu a 49 sekund, takže rozdíl mezi cykly činí 8,5 % z průměrného času. Jako další příklad lze uvést rozdíl u operace „bicí mechanismus“ u Produktu1_A. V tomto případě je rozdíl mezi nejmenším a nejvyšším časem cyklu operace 12 sekund, což je v případě průměrného cyklového času v hodnotě 42 sekund rozdíl 24 %. Jak je uvedeno v kapitole 9.4 zaměřující se na technologický postup montáže, při montáži jde o jemnou ruční práci za použití speciálního operačního nářadí. Vstupní díly jsou velmi malé a jejich vzájemné sestavení ve stanoveném časovém limitu vyžaduje trénink a zkušenost operátora. To má za následek uvedenou variabilitu cyklových časů. Tuto variabilitu kompenzuje směnová přírážka uvedená v tabulce výpočtu disponibilního času (Tabulka 4 na straně 57).

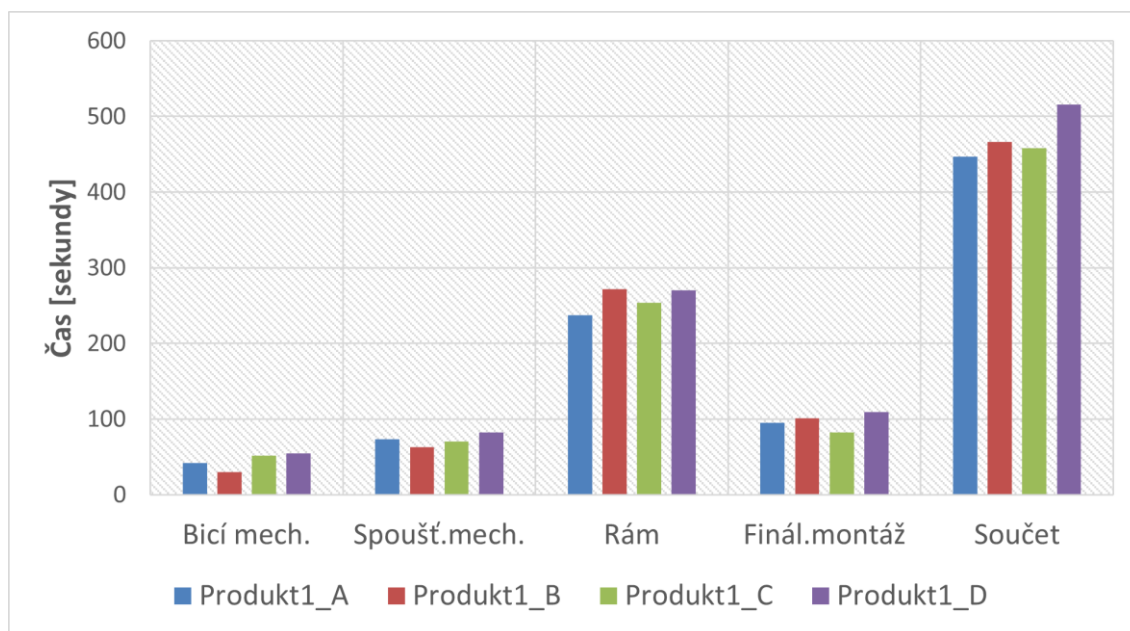
Souhrnné výsledky chronometráže jsou graficky znázorněny na obrázku (Obrázek 9) na následující straně. Jak již bylo uvedeno v kapitole 9.4 stejné operace se od sebe časově liší u jednotlivých modelů, což mimo jiné dokládá poslední řádek tabulky (Tabulka 6), který vyjadřuje rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou procesního času operace a celkového času montáže. Například u bicího mechanismu činí rozsah 25 sekund, což je bezmála celé hodnota procesního času v případě modelu Produkt1_B.

Tento detailní přehled procesních časů operací a jejich variant ve všech modelech zároveň slouží jako podklad pro projektovou část práce.

Tabulka 6 Souhrn výsledků chronometráže

Model	Průměrný čas operace [s]				Celková pracnost [s]
	Bicí mech.	Spoušť.mech.	Rám	Finál.montáž	
Produkt1_A	42	73	237	95	447
Produkt1_B	30	63	272	101	466
Produkt1_C	52	70	254	82	458
Produkt1_D	55	82	270	109	516
Rozsah	25	19	35	27	69

(zdroj: vlastní)



Obrázek 9 Graf souhrnu výsledků chronometráže

(zdroj: vlastní)

9.7.2 Porovnání chronometráže a BasicMOST pro vybranou operaci

Při chronometráži může dojít k nepřesnostem způsobeným subjektivní chybou osoby provádějící měření. Tyto chyby mohou vzniknout například nepřesným spuštěním nebo zastavením stopky či nesprávným vyhodnocením výsledků. Dalším faktorem ovlivňujícím měření může být nervozita operátora nebo jeho tendence k záměrnému prodlužování procesních časů, například záměrným zpomalením pracovního rytmu.

Pro zajištění správnosti měření a eliminaci výše uvedených chyb byla využita metoda nepřímého měření BasicMOST. Jako srovnávací operace byla vybrána montáž bicího mechanismu modelu Produkt1_C, a to z důvodu jejího nejkratšího procesního času ze všech

analyzovaných operací, což umožňuje rychlé vyhodnocení výsledků. Získaný výsledek byl následně porovnán s výsledkem chronometráže. Porovnání výsledků obou metod je uvedeno v tabulce (Tabulka 7).

Rozdíl mezi oběma metodami činí 1,3 sekundy, což lze považovat za zanedbatelnou odchylku. Vzhledem k tomu, že chronometráž byla provedena s hodnotami zaokrouhlenými na celé sekundy, lze tento způsob měření považovat za dostatečně přesný. Na základě těchto skutečností jsou výsledky chronometráže v kontextu této práce považovány za relevantní.

Tabulka 7 Porovnání výsledku chronometráže a BasicMOST pro vybranou operaci

Metoda měření	Výsledek měření [s]
Chronometráž	52
BasicMOST	50,7
Rozdíl	1,3

(zdroj: vlastní)

Tabulka 8 BasicMOST vybrané operace

Poznámky: Bicí mechanismus pro Produkt1_C													
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			VPT - Položit stranou				
						ATK - Získat			FVL - Položit				
J													
1	P	Uchopit prsty kohoutek a uložit jej do upínače	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1				A 0 1	1	80		
2	P	Uchopit prsty bicí tyčinku, vložit do kohoutku a napolohovat do sousedé polohy s otvory	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	1	110		
3	L	Levou rukou uchopit 1.spojovací kolík a napolohovat na otvor a zatlačit	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	1	110		
4	P	Pravou rukou uchopit kladívko a zamontovat kolík (kladívko zůstává v ruce)	NF	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	F 6	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1		A 0 1	1	110		
5	L	Levou rukou uchopit 2.spojovací kolík a napolohovat na otvor a zatlačit	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	1	110		
6	P	Pravou rukou držící kladívko zamontovat kolík (kladívko zůstává v ruce)	NF	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	F 6	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1		A 0 1	1	90		
7	L	Levou rukou uchopit zajišťovací nástroj, napolohovat a zajistit 1.kolík z 1.strany	NF	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	F 3	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1		A 0 1	1	120		
8	P	Zajistit 2.kolík z 1.strany a odložit zajišťovací nástroj	NF	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1 1	F 3	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1		A 1 1	1	120		
9	L	Levou rukou uchopit sestavu, otočit a položit 2.stranou vzhůru, ustavit v přípravku	ŘP	A 0 B 0 G 1 1 1 1 1	M 1 X 0 I 1 1 1 1 1				A 0 1	1	30		
10	L	Levou rukou uchopit zajišťovací nástroj, napolohovat a zajistit 1.kolík z 2.strany	NF	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	F 3	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1		A 0 1	1	120		
11	P	Zajistit 2.kolík z 2.strany a odložit zajišťovací nástroj + kladívko	NF	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1 1	F 3	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1		A 0 1	1	130		
12	P	Pravou rukou uchopit kontrolní nástroj a tlakem na kolíky ověřit pevnost spoje, odložit	NF	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	F 6	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1		A 1 1	1	180		
13	P	Odložit smontovanou sestavu	OP	A 0 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 1 1	1	40		
14	O	Odložit přípravek, uvolnit pracovní prostor pro další operaci	OP	A 0 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 1 1	1	60		
Celková spotřeba času:						0,85		50,72		1410			
						minut		sekund		TMU			
Vypočetl: Číhal Adam				Datum: 10.9.2024		Kontroloval:		Datum:					

(zdroj: vlastní)

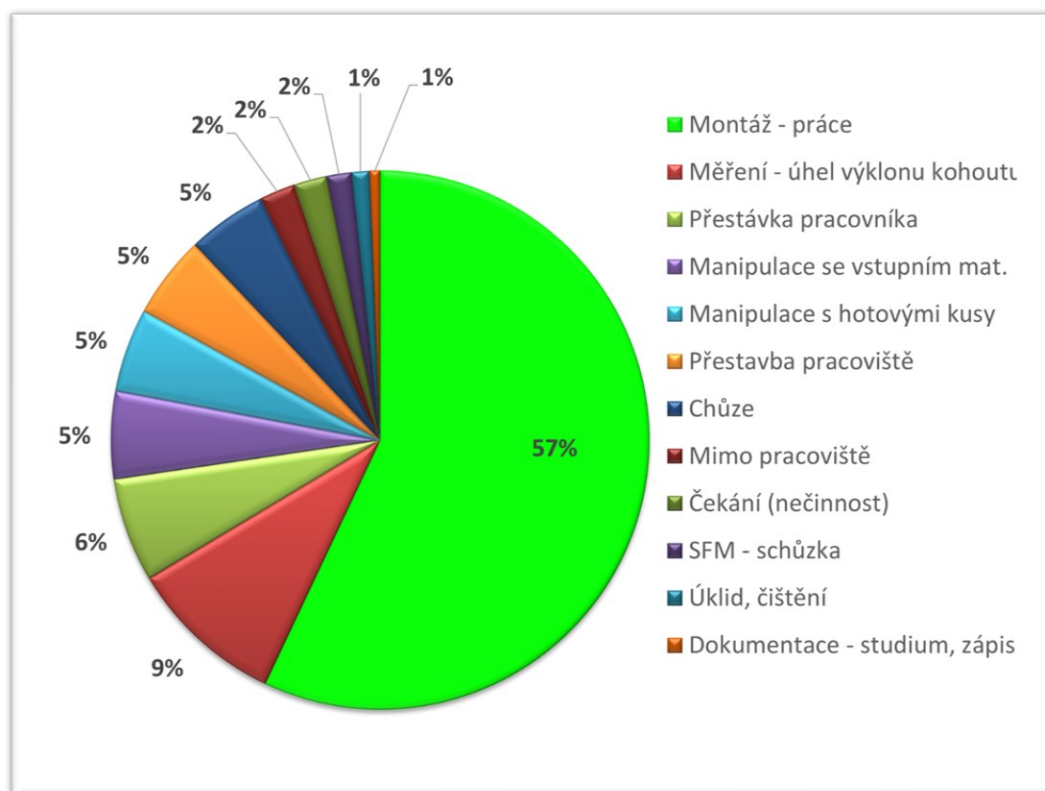
9.7.3 Analýza činnosti operátora

Analýza činnosti operátora byla provedena pozorováním a měřením vybraného operátora po celou pracovní směnu. Vybraný operátor dlouhodobě podává stabilní výkon v oblasti produktivity práce a v dalších procesních ukazatelích. Měření probíhalo po celou směnu, časy a činnosti byly zaznamenány do předem připravených vytištěných formulářů a následně byla data přepsána a vyhodnocena v excelovém formuláři. Celá směna proběhla standardním způsobem bez jakéhokoliv netypického přerušení. Uvedené výsledky analýzy činnosti operátora lze tedy pro další účely této práce považovat za relevantní.

Cílem analýzy činnosti operátora bylo získat ucelenou a kvantifikovanou představu o dílčích činnostech operátorů a následně tyto činnosti kategorizovat podle typu činnosti, tedy zda jde o práci nebo prostoje. Jako práce jsou označeny všechny činnosti, které přímo přispívají k fyzické přeměně vstupního materiálu na požadovaný hotový výrobek a přibližují

tak výrobek zákazníkovi. Jako prostoj jsou označeny všechny ostatní činnosti, které operátor vykonává, ale nepřispívají k fyzické přeměně vstupního materiálu na hotový výrobek. Činnosti byly označeny kategoriemi VA, NNVA a NVA. Bližší vysvětlení těchto kategorií je uvedeno v kapitole 9.7.4. Komplexní přehled činností operátora s uvedenými kategoriemi zachycuje tabulka (Tabulka 9) na následující straně. Činnostmi, které byly kategorizovány jako „práce“, strávil operátor celkem 5 hodin 18 minut a 54 sekund, což je 66 % času z celkového času směny. Zbýlý čas 2 hodiny 41 minut a 6 sekund byl složen z činností, které byly označeny jako „prostoj“, což je 34 % z celkového času směny.

V tabulce (Tabulka 9) jsou činnosti seřazeny sestupně dle jejich délky trvání. První dvě činnosti s nejdelší dobou trvání jsou činnosti označené jako „práce“, tedy činnosti, které přeměňují vstupní materiál na hotový výrobek. Činnost pojmenovanou jako „montáž – práce“ byl označen čas, během kterého operátor seděl u pracovního stolu a věnoval se montáži vstupního materiálu do podskupin, montáži hotového výrobku a ověřování správnosti funkce hotového výrobku. Při montáži dochází k častým změnám vstupního materiálu a používaného nářadí. Tyto časy nebyly započítány do činnosti „montáž – práce“, ale do příslušných činností označených jako „prostoj“. Další činnost pojmenována jako „měření – úhel výklonu kohoutu“ je součástí operace montáže rámu, ale je brána jako samostatná činnost, protože je vykonávána na speciálním měřidle mimo pracovní stůl operátora. Tyto dvě činnosti jsou jediné činnosti kategorizované jako práce, zbytek činností je označen kategorií „prostoj“. Třetí nejdelší činnost v rozsahu 30 minut je obědová přestávka. Čtvrtá činnost s nejdelší dobou trvání je manipulace se vstupním materiálem s délkou trvání 25 minut a 13 sekund. Do této činnosti byly započítány všechny úkony, během kterých operátor vstal od pracovního stolu a věnoval se odebírání a přenášení vstupního materiálu. Detailně se popisu těchto činností věnuje kapitola 9.3.1 a 9.3.2. Pátá činnost má podobný charakter jako činnost čtvrtá. Jde také o manipulaci, ale v tomto případě o manipulaci s hotovými výrobky. Po dokončení deseti hotových výrobků jsou operátorem přesunuty ve speciálním přepravním obalu do určených zón, jak je blíže popsáno v kapitole 9.3.3. Do šesté činnosti, která byla pojmenována „přestavba pracoviště“, byly zahrnuty všechny časové úseky, kdy se operátor věnoval výměně vstupního materiálu, který měl již připravený na pracovním stole anebo výměně používaného nářadí k montáži.



Obrázek 10 Analýza činnosti operátora

(zdroj: vlastní)

Tabulka 9 Rozbor činností operátora

Pořadí	Činnost	Délka trvání	Typ činnosti	Kategorie
1	Montáž - práce	4:33:41	Práce	VA
2	Měření - úhel výklonu kohoutu	0:45:13	Práce	VA
3	Přestávka pracovníka	0:30:00	Prostoj	NNVA
4	Manipulace se vstupním mat.	0:25:13	Prostoj	NVA
5	Manipulace s hotovými kusy	0:24:04	Prostoj	NNVA
6	Přestavba pracoviště	0:23:48	Prostoj	NVA
7	Chůze	0:22:52	Prostoj	NVA
8	Mimo pracoviště	0:10:17	Prostoj	NVA
9	Čekání (nečinnost)	0:09:33	Prostoj	NVA
10	SFM - schůzka	0:07:10	Prostoj	NNVA
11	Úklid, čištění	0:05:09	Prostoj	NNVA
12	Dokumentace - studium, zápis	0:03:00	Prostoj	NNVA
Celkem		5:18:54	Práce	
		2:41:06	Prostoj	

(zdroj: vlastní)

9.7.4 Hodnotová analýza

Hodnotová analýza přímo navazuje na analýzu činnosti operátora a detailizuje její výsledky. Dílčí činnosti operátora byly kategorizovány v tabulce (Tabulka 9 na straně 67) jako činnosti s přidanou hodnotou pro zákazníka (VA – Value Added), nevyhnutelnou nepřidanou hodnotou (NNVA - Necessary Non-Value Added) a nepřidanou hodnotou, která je vyloženým plýtváním (NVA - Non-Value Added). Cílem hodnotové analýzy bylo připravit podrobnější podklad pro následnou fázi racionalizace.

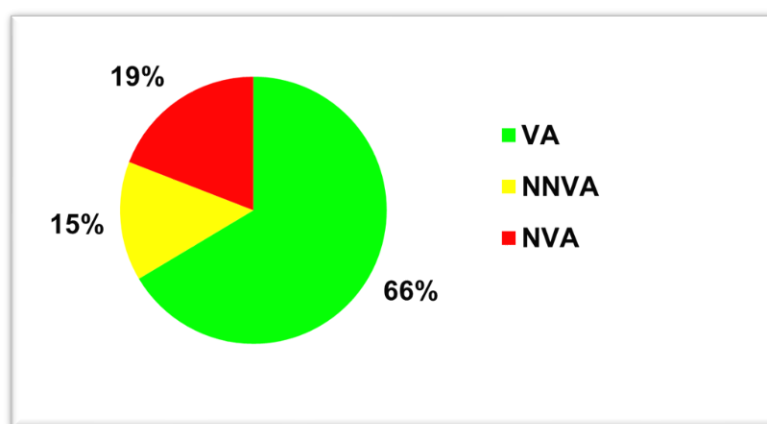
Výsledky hodnotové analýzy jsou uvedeny v grafickém zobrazení na obrázku (Obrázek 11) na následující straně a v tabulce (Tabulka 10) s uvedenou délkou trvání všech kategorií. Detailní kategorizace jednotlivých činností je graficky a hodnotově uvedena na obrázku (Obrázek 12 na straně 70). Data, ze kterých graf na obrázku (Obrázek 12) vychází, jsou uvedena v tabulce (Tabulka 9). V grafu jsou činnosti seřazeny sestupně dle délky jejich trvání. Barva pruhů představuje kategorii činnosti dle barevné škály uvedené na obrázku (Obrázek 11). Na konci každého pruhu je celkový čas, který činnost daného pruhu zabírá.

Kategorie činnosti s přidanou hodnotou pro zákazníka (VA) představuje aktivity, které mění vstupní materiál na hotový výrobek a přibližují jej zákazníkovi. Obsahuje dvě činnosti s nejdelší dobou trvání, konkrétně „montáž – práce“ a „měření – úhel výklonu kohoutu“. V tomto se výsledek hodnotové analýzy shoduje s kategorií „práce“ v kapitole 9.7.3.

Kategorie činnosti s nevyhnutelnou nepřidanou hodnotou (NNVA) obsahuje činnosti, které přímo fyzicky nemění vstupní materiál na hotový výrobek a nepřibližují tak hotový výrobek k zákazníkovi, ale jsou za daných podmínek nevyhnutelné. Činnost s nejdelší dobou trvání v této kategorii je obědová přestávka operátora. Přestávka na jídlo a oddech je legislativní předpis a je tedy nevyhnutelnou nepřidanou hodnotou. Druhou nejdelší činností v této kategorii je „manipulace s hotovými kusy“. Po dokončení hotového výrobku je nezbytně nutné jej přesunout na určené místo. Zároveň by měl potřebný čas pro tento přesun být co nejmenší. Ostatní činnosti v této kategorii jsou poslední tři s nejmenší dobou trvání a jejich charakter odpovídá tomu, že jsou nezbytně nevyhnutelné.

Poslední kategorie s nepřidanou hodnotou, která je vyloženým plýtváním (NVA) obsahuje činnosti, které lze vhodným opatřením úplně odstranit nebo výrazně zkrátit. První dvě činnosti s největší délkou trvání jsou „manipulace se vstupním materiálem“ a „přestavba pracoviště“. Podrobnější popis těchto činností byl uveden v kapitole 9.7.3. Činnost „chůze“ zachycuje všechny aktivity, kdy byl operátor v pohybu a tento pohyb přímo souvisel s jinou

kategorií činnosti v grafu. Šlo například o chůzi při podání prázdného manipulačního obalu pro hotové výrobky a při cestě k centrálnímu počítači určenému k zobrazování návodek technologického postupu a odvádění provedených operací do informačního systému. K rozdělení například času chůze pro technologický postup a čtení technologického postupu došlo pro lepší vypovídající hodnotu analýzy. Toto rozdělení přímo vybízí k zamyšlení nad vhodností umístění technologických postupů na dílně anebo samotnou formou distribuce technologických postupů. Zbývající činnosti „mimo pracoviště“ a „čekání (nečinnost)“ zahrnují všechny ostatní aktivity, kdy se operátor nevěnoval činnostem s přidanou hodnotou a které nelze zařadit mezi ostatní kategorie. Pokud byl operátor při těchto aktivitách v pohybu, byly označeny „mimo pracoviště“. Šlo například o opuštění pracoviště za účelem výměny opotřeбенého nářadí. Jako „čekání (nečinnost)“ byla označena doba, kdy byl operátor připraven na pracovišti, ale nemohl pokračovat v práci v důsledku nedodaných hlavních dílů, bez nichž nelze pokračovat v práci, protože model hlavních dílů ovlivňuje samostatné podskupiny, jako jsou bicí mechanismus a spoušťový mechanismus na úrovni vstupního materiálu.



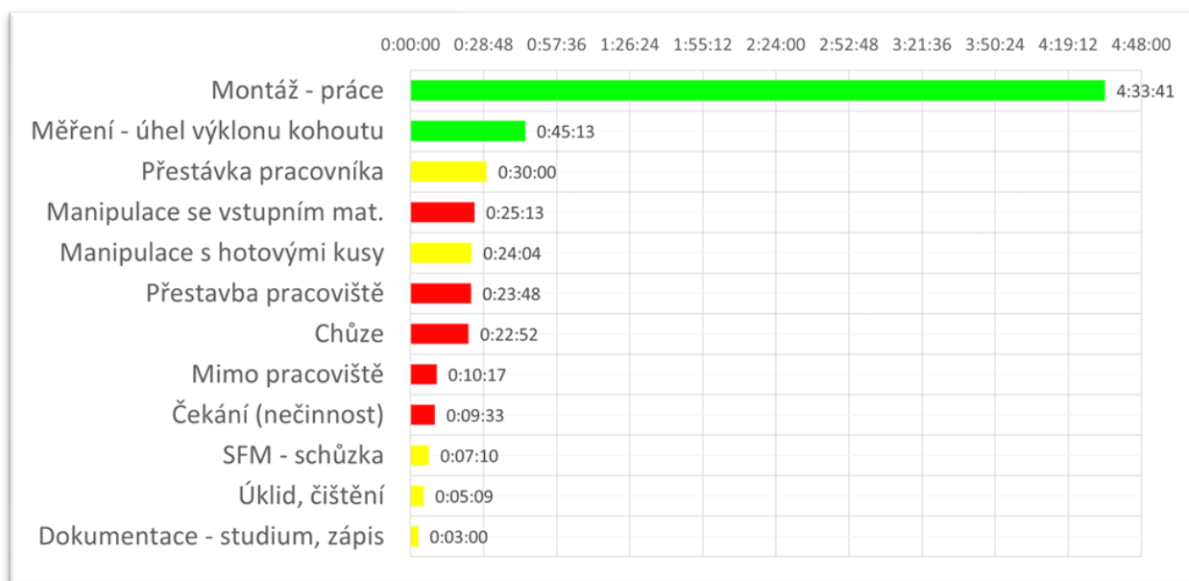
Obrázek 11 Graf hodnotové analýzy

(zdroj: vlastní)

Tabulka 10 Souhrn výsledků hodnotové analýzy

Kategorie času	Podíl	Délka trvání	Délka trvání [min]
Celkový čas směny	100 %	8:00:00	480
VA	66 %	5:18:54	318,9
NNVA	15 %	1:09:23	69,4
NVA	19 %	1:31:43	91,7

(zdroj: vlastní)



Obrázek 12 Rozbor činností hodnotové analýzy

(zdroj: vlastní)

9.8 Shrnutí nedostatků z analýzy současného stavu

Tato kapitola shrnuje nedostatky zjištěné v provedených analýzách. V předchozích částech práce byla provedena analýza procesu, operátora a základních ukazatelů.

9.8.1 Zjištění a závěry z analýzy procesních ukazatelů

Ve sledovaném období byly překročeny limity u všech procesních ukazatelů. Nejméně krácený byl ukazatel produktivity týmu. Bylo dosaženo 87 % plnění produktivity při cílové hodnotě 95 % a došlo ke krácení podílu 10 % z pohyblivé složky mzdy na 9,16 %. Procento oprav hotových výrobků dosáhlo hodnoty 4,11 %, čímž překročilo cílovou hodnotu 3 %. Taktéž došlo ke krácení podílu z hodnoty 5 % na 3,15 %. Největší překročení bylo zaznamenáno u ukazatele zmetkovitosti celého provozu. Bylo dosaženo hodnoty 144 606 Kč

vůči stanovenému limitu 95 000 Kč, což přesáhlo limity pro vyplacení podílu za daný ukazatel a pohyblivá složka byla zkrácena o celý podíl ukazatele. Tyto výsledky zachycuje tabulka (Tabulka 11). Uvedené výsledky ukazatelů produktivita týmu a procento oprav hotových výrobků za tým jsou stabilní a v ostatních měsících roku 2024 a 2025 dosahovaly téměř stejných hodnot. Výsledek ukazatele zmetkovitosti celého provozu ve sledovaném období byl výjimkou v rozsahu překročení limitu a následného zkrácení pohyblivé složky. Výsledky ukazatele v ostatních měsících nepravidelně přesahovaly cílové hodnoty.

Tabulka 11 Výsledky procesních ukazatelů za měsíc srpen 2024

Název ukazatele	Cílová hodnota	Podíl	Výsledek ukazatele	Dosažený podíl
Produktivita týmu	95 %	10 %	87 %	9,16 %
Procento oprav hotových výrobků za tým	3 %	5 %	4,11 %	3,15 %
Zmetkovitost celého provozu	95 000 Kč	5 %	144 606 Kč	0 %
Velikost pohyblivé složky mzdy		20 %	-	12,31 %

(zdroj: vlastní)

K překročení cílové hodnoty ukazatele produktivity týmu dochází zejména z důvodu výskytu činností, kterým se operátor během směny věnuje a které nejsou součástí výkonnostních norem.

Důvod překročení limitů u procenta opravovaných hotových výrobků za tým a zmetkovitosti celého provozu je shodný u obou ukazatelů. Jde o vadu, při které došlo k zamontování jiného dílu, než měl být dle kusovníku použit. Hotové výrobky s touto vadou vyžadují opravný proces, při kterém je nutné nesprávný díl demontovat, což ve většině případů vede k jeho neopravitelnému poškození. Tím jsou ovlivněny oba ukazatele současně. Tato vada se neprojevila jen ve sledovaném období, ale jde o dlouhodobou nejčastější vadu v uvedených ukazatelích. Analýzou kořenové příčiny bylo zjištěno, že nejčastěji k záměně jednotlivých variant vstupních dílů dochází při odebrání vstupního materiálu operátorem z regálů umístěných na dílně. Analýza kořenové příčiny byla provedena metodou Ishikawa za účasti dílenského týmu. Kompletní analýza i s výsledkem hlasování je uvedena v přílohách (Příloha P XIII). Rozpiska hotového výrobku obsahuje průměrně sedmdesát položek. Operátor se ve vstupním materiálu orientuje dle číselného označení materiálu na krabici, ve které je materiál uložen a rozpisky konkrétního výrobního příkazu. Takto rozsáhlou množinu číselného označení vstupního materiálu si nelze

bezchybně zapamatovat, což vede k odebrání nesprávného materiálu a následně jeho zamontování. Do tohoto procesu vstupuje i zkušenost operátorů, kteří materiál částečně odebírají tzv. po paměti.

9.8.2 Nedostatky z analýzy procesu

V předešlých podkapitolách byly provedeny časové analýzy procesu a stanoveny kategorie nedostatků, respektive plýtvání v procesu. Graf hodnotové analýzy (Obrázek 11 na straně 69) ukazuje podíl plýtvání v hodnotě 19 % z celkového času směny.

Největší kategorií s délkou trvání 25 minut a 13 sekund je činnost „manipulace se vstupním materiálem“. Při ruční montáži je nevyhnutelná manipulace se vstupním materiálem v rozsahu pohybu, při kterém operátor díl odebere z krabíčky nebo jiného obalového materiálu a díl zamontuje. V tomto případě jde ale o mnohem složitější proces. Operátor se musí vzdálit od pracovního stolu k regálům, kde je vstupní materiál vychystán v označených krabičkách. Porovnáváním čísla dílu na krabičkách a seznamu položek v kusovníku výrobního příkazu operátor vyhledává příslušné díly. Při nalezení odpovídajícího materiálu ručně odebere příslušný počet dílů (nejčastěji deset kusů) pomocí ručního počítání dílů. Odebrané díly postupně umísťuje do speciálního organizéru, který je přizpůsoben, aby pojmul všechny drobné díly pro deset hotových výrobků. Po odebrání všech dílů se operátor přesouvá zpět k pracovnímu stolu a věnuje se montáži.

Druhou největší kategorií s délkou trvání 23 minut a 48 sekund je činnost „přestavba pracoviště“. V kapitole věnující se technologickému postupu bylo uvedeno, že jeden cyklus procesu je ohraničen deseti hotovými výrobky. V každém cyklu operátor na jednom pracovním stole připraví všechny podskupiny, které poté spojí do jednoho celku. Jde o práci s velmi malými díly, některé části montáže lze přirovnat k hodinářské práci. Tento charakter práce vyžaduje řadu speciálního operačního nářadí, jako jsou upínače, speciálně tvarované kleště, podavače a šroubováky. V případě upínačů je nutné původní upínač odstranit z pracovního prostoru a případně podat a ustavit další upínač pro následující operaci nebo pokračovat dále na volné pracovní ploše. Stejně tak je nutné po dokončení práce s používanou sadou operačního nářadí uklidit toto nářadí a uvolnit pracovní plochu nebo ji připravit pro umístění další sady nářadí. Ve vývojovém diagramu technologického postupu (Příloha P VIII) je viditelná trojí přestavba pracoviště, která se skládá z přesunu používaného vstupního materiálu, odebrání materiálu pro další operaci a změny nářadí. Do této kategorie byly započítány všechny činnosti související s přestavbou pracoviště.

9.8.3 Nedostatky z analýzy činnosti operátora

Ve sledovaném období nebyl splněn procesní ukazatel produktivity týmu. Z analýzy činnosti operátora a hodnotové analýzy vyplývá, že operátor, u kterého byly analýzy provedeny, věnoval část směny činnostem, které nebyly součástí standardizovaného pracovního procesu.

Kategorie činnosti s nejdelší dobou trvání 22 minut a 52 sekund je „chůze“. Všechny aktivity, při kterých byl operátor v pohybu a které souvisely s jinou kategorií činnosti, byly započítány do této kategorie. U této kategorie činnosti šlo o chůzi k místu, kde jsou uloženy prázdné manipulační obaly pro hotové výrobky a o chůzi k centrálnímu dílenskému počítači za účelem prostudování návodky technologického postupu. Obě aktivity souvisí se standardním procesem a jsou jeho součástí, ale čas chůze operátora byl z těchto aktivit vyjmut a započítán do samostatné kategorie. Další aktivity, které byly do této kategorie započítány, byly spíše kratší úseky, které souvisely s chybami v ostatních kategoriích nebo procesech. Operátor se musel dvakrát vracet k regálu se vstupním materiálem pro jeden kus dílu, jelikož si při prvním odebrání materiálu vzal nesprávný počet dílů.

Další kategorií činnosti je „mimo pracoviště“ v délce trvání 10 minut a 17 sekund. Do této kategorie byly započítány aktivity, při kterých byl operátor v pohybu a které přímo nesouvisely s jinými kategoriemi. Do této kategorie spadá jedna aktivita, kterou operátor vykonal, když musel odejít do výdejny nářadí, která je umístěna na provozu, vyměnit opotřeбенé nářadí.

Poslední kategorií činnosti je „čekání (nečinnost)“ v délce trvání 9 minut a 33 sekund. Veškerý čas, kdy operátor nebyl v pohybu, byl připravený k práci na pracovišti, ale nemohl pracovat, byl započítán do této kategorie. Tyto situace způsobovaly nedodané hlavní díly na pracovišti, které spouští celý cyklus procesu a nelze bez nich pokračovat ani v samostatných podskupinách jako je bicí mechanismus a spoušťový mechanismus, protože konfiguraci těchto podskupin ovlivňují právě hlavní díly hotového výrobku. Jak bylo uvedeno v kapitole věnující se layoutu, na dílně se nachází sedmnáct samostatných pracovních stolů, respektive sedmnáct operátorů na ranní směně a tři operátoři na odpolední směně, kteří ukončují proces (deset hotových výrobků) v proměnlivých intervalech a nezávisle na sobě. Zaměstnanec týmu interní logistiky, který zajišťuje distribuci hlavních dílů a průvodní listiny výrobního příkazu, může být v momentu ukončení práce jednoho operátora zaměstnán distribucí pro jiné operátory, nebo si operátora bez hlavních dílů všimne se zpožděním. Tyto situace byly započítány do kategorie „čekání (nečinnost)“.

10 SHRNUÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Cílem analytické části práce bylo provést komplexní rozbor současného stavu vybraného výrobního procesu. Výsledky této analýzy budou využity při následné fázi racionalizace procesu.

V úvodní části analytické části byl představen vybraný produkt „Produkt1“, kterým se tato práce zabývá. Byly uvedeny roční objemy výroby vybraného produktu a ostatních produktů. Z uvedených objemů bylo možné konstatovat, že vybraný produkt představuje dominantní zastoupení (59 %) v celoroční produkci. Vzhledem k různorodosti modelů této řady (Produkt1_A, Produkt1_B, Produkt1_C a Produkt1_D) byla věnována pozornost jejich odlišným montážním postupům a časům jednotlivých operací. Produkt1 byl vybrán z důvodu rostoucí poptávky trhu a s cílem naplnit jeden ze strategických cílů společnosti zvýšit parciální produktivitu práce.

V navazujících kapitolách byl představen layout dílny s bližším popisem rozmístění pracovních stolů a ostatního vybavení dílny. Slovní popis layoutu byl doplněn výkresem dílny a zvětšenými polovinami výkresu (Příloha P II, Příloha P III a Příloha P IV). Byly popsány materiálové toky procesu a detailně popsány tři kategorie materiálů, se kterými každý operátor manipuluje. Technologický postup montáže vybraného produktu byl stručně popsán a doplněn vývojovým diagramem (Příloha P VIII), který podrobněji ilustruje průběh procesu.

Následující kapitola popisuje základní ukazatele vybraného procesu. Byl proveden výpočet zákaznického taktu a disponibilního času. Tyto dva výpočty mimo jiné definují potřebný počet operátorů pro zajištění dodavatelské spolehlivosti provozu. Součástí kapitoly je i představení procesních ukazatelů s popisem způsobu jejich výpočtu, ukázkou vizualizace ukazatelů a vysvětlením jejich provázanosti na výpočet pohyblivé složky mzdy operátorů.

Nejrozsáhlejší část analytické části byla věnována časové analýze procesu. Jako první byla provedena chronometráž. Pro každou operaci každého modelu byla provedena chronometráž v počtu dvaceti náměrů. Na základě náměrů byly vytvořeny grafy (Příloha P IX až Příloha P XII) a vypočítány průměrné procesní časy. Souhrn cyklových časů je uveden v grafu (Obrázek 9 na straně 63). Správnost výsledků chronometráže byla ověřena metodou nepřímého měření BasicMOST (Tabulka 8 na straně 65) u vybrané operace. Porovnání naměřených hodnot je uvedeno v tabulce (Tabulka 7 na straně 64). Výsledky chronometráže byly tímto porovnáním shledány jako správné. Další použitou metodou

v kapitole časové analýzy byla analýza činnosti operátora, jejíž výsledky zajistily přehled podílu práce a prostojů. Na kapitolu analýzy činnosti operátora navázala hodnotová analýza. V této kapitole byly podrobněji kategorizovány dílčí úkony do skupin činností s přidanou hodnotou (VA), nevyhnutelnou nepřidanou hodnotou (NNVA) a nepřidanou hodnotou, která je vyloženým plýtváním (NVA).

Analytická část je zakončena kapitolou věnující se souhrnu identifikovaných nedostatků procesu. Souhrn je rozčleněn do tří rovin. V první rovině jsou uvedeny zjištění a závěry z analýzy procesních ukazatelů. Ve sledovaném období byly překročeny všechny ukazatele a tato kapitola se věnuje také zdůvodnění tohoto neplnění. Další rovinou jsou nedostatky z pohledu procesu. Tato kapitola se věnuje podrobnému rozboru částí kategorií činností, které byly v kapitolách věnující se analýze činností operátora a hodnotové analýzy označeny jako plýtvání. Na grafu hodnotové analýzy (Obrázek 11 na straně 69) lze vidět, že plýtvání bylo vyčísleno na 19 % z celkového času směny. Největším zdrojem plýtvání v této části práce byla „manipulace se vstupním materiálem“ a „přestavba pracoviště“. Poslední kapitola analytické části poskytuje souhrn nedostatků z pohledu operátora. Stejně jako předchozí kapitola se opírá o výsledky z kapitol analýzy činnosti operátora a hodnotové analýzy a zaměřuje se na zbývající kategorie plýtvání.

11 VYMEZENÍ PROJEKTU

Tato kapitola se věnuje vymezení hlavních parametrů projektu, které představují základní rámec pro jeho plánování a realizaci. Obsahuje dokumenty a analýzy, které tvoří základ pro řízení projektu a jeho úspěšné dokončení. Konkrétně obsahuje projektovou listinu, která definuje účel a cíle projektu, analýzu rizik zahrnující identifikaci a hodnocení možných hrozeb, a harmonogram projektu, který poskytuje časový rámec realizace projektu.

11.1 Projektová listina

Pro vytvoření projektové listiny byl použit standardizovaný formulář společnosti pro projektové řízení. Projektová listina je uvedena v tabulce (Tabulka 12) na následující straně. Projekt nese název „Racionalizace procesu montáže Produktu1“ a jeho sponzorem je výrobní ředitel. Projekt byl schválen 1. srpna roku 2024 a tím byl celý projekt zahájen. Projekt eliminuje zjištěné zdroje plýtvání v procesu montáže Produktu1, identifikované v analytické části této práce. Odstranění zdrojů plýtvání procesu je v souladu se strategickými cíli společnosti, jelikož dojde ke zvýšení parciální produktivity práce. Cílem projektu je zvýšit parciální produktivitu procesu montáže Produktu1 o 20 %, tedy zvýšit počet hotových výrobků smontovaných jedním operátorem za jednu směnu ze stávajících 40 kusů na 48 kusů. Projekt má dva dílčí cíle, z nichž první spočívá v úspoře celkových ročních osobních nákladů ve výši 2 200 000 Kč. Realizací navrhovaného řešení se sníží počet potřebných operátorů ze stávajících 20 na 16 při zachování produkce stejného počtu hotových výrobků a tím dojde k uvedené úspoře. Druhým dílčím cílem projektu je snížení procenta oprav hotových výrobků na výstupní kontrole ze stávající průměrné hodnoty 4,05 % na hodnotu 3 %. Hlavní cíl a dílčí cíle projektu jsou uvedeny jako přínosy projektu s jejich aktuálními průměrnými hodnotami ukazatelů, plánovanými budoucími hodnotami ukazatelů a se zdroji dat, respektive se způsobem měření uvedených ukazatelů. Plánovaný termín ukončení realizace projektu je 30. srpna roku 2025. Pro realizaci projektu budou potřeba finanční zdroje z investičního rozpočtu společnosti ve výši 1 450 000 Kč. Návratnost je vypočítána formou úspory celkových ročních osobních nákladů a je v rozsahu jednoho roku. Rozsah projektu je vymezen analýzou „is / is not“, ze které je zřejmé, že projekt se věnuje výhradně procesu montáže Produktu1 a neovlivní předcházející ani následující operace technologického postupu. Poslední část projektové listiny definuje potřebnou spolupráci organizačních útvarů, členy projektového týmu, sponzora, projektového manažera, hlavního dodavatele a hlavního uživatele.

Tabulka 12 Projektová listina

Projekt	Racionalizace procesu montáže Produktu1		
Sponzor	Výrobní ředitel		
Autor	Bc. Číhal Adam	Verze	1
Datum vydání	1.8.2024	Datum schválení	1.8.2024
Popis problému			
Odstranit zdroje plýtvání v procesu montáže Produktu1.			
Podpora strategie			
Projekt podporuje strategické cíle v oblasti zvyšování parciální produktivity práce.			
Cíl projektu			
Zvýšit parciální produktivitu práce procesu montáže Produktu1 o 20 % oproti stávajícímu stavu 40 kusů hotových výrobků na jednoho operátora za směnu.			
Dílčí cíle projektu			
1. Úspora celkových ročních osob. nákladů 2. Snížení procenta oprav hotových výrobků			
Plán projektu			
Termín zahájení	01.08.2024	Termín ukončení	30.08.2025
Náklady (celkem)	1 450 000,00 Kč	Zdroj financování	Investice
Návratnost projektu	rok / měsíc	1	0
Poznámky k návratnosti investice			
Návratnost vypočítána formou úspory celkových ročních osobních nákladů.			
Přínosy	Aktuální hodnota ukazatele/stav	Budoucí hodnota ukazatele/stav	Způsob měření/zdroj dat
Zvýšení parciální produktivity práce o 20 %	40 ks/operátor/směna	48 ks/operátor/směna	Denní sledování parciální produktivity
Úspora celkových ročních osob. nákladů	11 000 000 Kč/rok	8 800 000 Kč/rok	Controlling
Snížení procenta oprav hotových výrobků	4,05 %	3 %	Report v Power BI
"IS / IS NOT Analýza"			
	JE	NENÍ	Poznámka
CO	Proces montáže Produktu1	Ostatní procesy tech. postupu	
KDE	Dílna provozu montáže	Ostatní dílny	
KDO	Projektový tým	Externí dodavatelé	
Potřeba spolupráce útvarů			
Sponzor	Výrobní ředitel		
Členové projektového týmu	Projektový manažer, sponzor projektu, vedoucí provozu, tým lídr, technolog, inspektor kvality, průmyslový inženýr		
Projektový manažer	Bc. Číhal Adam		
Hlavní uživatel/é	Vedoucí provozu		
Hlavní dodavatel/é	Bc. Číhal Adam		

(zdroj: vlastní)

Po obhájení projektu a schválení projektovým výborem společnosti následuje podpis projektové listiny. Seznam schvalovatelů s možností poznámky, datumem a podpisem se nachází na zadní straně projektové listiny a je uveden v tabulce (Tabulka 13).

Tabulka 13 Seznam schvalovatelů projektu

Schválení projektu na úrovni zástupců jednotlivých zainteresovaných stran			
Funkce / odbor	Jméno a příjmení	Poznámka	Datum a podpis
Manažer projektu			
Sponzor			
Hlavní dodavatel			
Hlavní uživatel			
Finanční ředitel			
Vedoucí odboru controllingu			
Vedoucí odboru investic			
Podpis ředitele projektové kanceláře			

(zdroj: vlastní)

11.2 Analýza rizik projektu metodou RIPRAN

Analýza rizik projektu byla provedena metodou RIPRAN. Analýza byla sestavena za účasti všech členů projektového týmu. Sestavení analýzy rizik spočívalo v definování možných hrozeb projektu a jejich scénářů. Každý scénář hrozby byl ohodnocen v oblasti pravděpodobnosti výskytu a dopadu na projekt. Hodnoty pravděpodobnosti a dopadu byly vynásobeny a tím byla určena celková hodnota rizika. Následně byly stanoveny adekvátní návrhy opatření jednotlivých rizik s ohodnocením hodnoty rizika po realizaci opatření. Ke každému opatření byl přiřazen člen projektového týmu, který nese odpovědnost za realizaci opatření. Kompletní analýza rizik je uvedena v příloze (Příloha P XXIV).

Pravděpodobnost výskytu rizika a význam dopadu na projekt byly hodnoceny na škále od jedné do tří. Významy hodnotících kritérií jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 14) na následující straně.

Tabulka 14 Hodnotící kritéria pravděpodobnosti a dopadu

Hodnota	Význam pro pravděpodobnost	Význam pro dopad na projekt
1	malý	malý
2	střední	střední
3	vysoký	vysoký

(zdroj: vlastní)

Celková hodnota rizika je výsledkem násobení hodnoty pravděpodobnosti výskytu a dopadu na projekt. Matice celkové hodnoty rizika je uvedena v tabulce (Tabulka 15). Celková hodnota rizika od jedné do dvou má malý význam (MHR – malá hodnota rizika). Takové riziko je akceptováno a nemusí být stanoveny opatření. Celková hodnota rizika od tří do čtyř má střední význam (SHR – střední hodnota rizika) a je doporučeno přijmout opatření ke snížení hodnoty rizika. Celková hodnota rizika od šesti do devíti představuje vysoké riziko pro projekt (VHR – vysoká hodnota rizika) a k tomuto riziku je nutné přijmout opatření ke snížení hodnoty rizika.

Tabulka 15 Matice celkové hodnoty rizika

		Dopad na projekt		
		1	2	3
Pravděpodobnost	1	MHR	MHR	SHR
	2	MHR	SHR	VHR
	3	SHR	VHR	VHR

(zdroj: vlastní)

Projektový tým identifikoval celkem sedm rizik projektu. Seznam rizik, jejich hrozeb a scénářů je uveden v tabulce (Tabulka 16) na následující straně. Součástí tabulky je i hodnocení pravděpodobnosti výskytu rizika a hodnocení dopadu rizika na projekt dle uvedené tabulky hodnotících kritérií (Tabulka 14). V posledním sloupci tabulky (Tabulka 16) je uvedena celková hodnota rizika dle uvedené matice (Tabulka 15). Nejzávažnějšími riziky (s celkovou hodnotou 9) jsou první dvě rizika. Hrozba odporu operátorů vůči změně procesu má dva scénáře. Scénář hrozby s nejvyšší hodnotou je nesplnění denního plánu hotových výrobků. V případě, že nebudou hotové výrobky smontovány dle denních plánů,

může dojít ke snížení prodejů a tím ke snížení zisku společnosti, což může zásadně ohrozit úspěch celého projektu. Středně závažným scénářem této hrozby je zhoršení ukazatele zaměstnanecké spokojenosti, která je pravidelně hodnocena formou průzkumu. Druhé nejzávažnější riziko vyplývající z faktu, že úzká místa balančních studií přesahují požadovaný takt montážní linky, představuje stejný scénář jako u prvního rizika, a to nesplnění denního plánu montáže hotových výrobků. Hrozby nedodržení harmonogramu a rozpočtu projektu představují ohrožení realizace projektu a mají střední celkovou hodnotu rizika. Hrozba zhoršení kvality hotových výrobků a zvýšení ergonomické zátěže operátorů vyplývající ze zvýšení parciální produktivity operátorů mají střední celkovou hodnotu rizika. Poslední hrozba odporu ostatních útvarů vůči změně procesu představuje stejný scénář jako třetí a čtvrté riziko, ale vzhledem k vyšší pravděpodobnosti výskytu má tato hrozba vysokou celkovou hodnotu rizika.

Tabulka 16 Analýza rizik a hodnota rizik

Číslo rizika	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad na projekt	Hodnota rizika
			(1 – 3)	(1 – 3)	(1 – 9)
1	Odpor operátorů vůči změně	Nesplnění denního plánu	3	3	9
		Zhoršení ukazatele zaměstnanecké spokojenosti	3	1	3
2	Úzká místa přesahují požadovaný takt	Nesplnění denního plánu	3	3	9
3	Nedodržení harmonogramu projektu	Ohrožení realizace projektu	2	2	4
4	Nedodržení rozpočtu projektu	Ohrožení realizace projektu	2	2	4
5	Zhoršení kvality hotových výrobků	Výskyt interních a externích reklamací	1	3	3
6	Zvýšení ergonomické zátěže operátorů	Zdravotní problémy operátorů	2	2	4
7	Odpor ostatních útvarů vůči změně	Ohrožení realizace projektu	3	2	6

(zdroj: vlastní)

Projektový tým ke všech rizikům přijal opatření, jejichž cílem bylo snížit celkovou hodnotu rizika. Seznam opatření je uveden v tabulce (Tabulka 17) na straně 82. V tabulce je zachováno číslo rizika a hodnota rizika z předešlé tabulky pro lepší přehlednost vazby mezi

rizikem a opatřením. Následuje návrh opatření a nová hodnota rizika po realizaci opatření, která byla projektovým týmem hodnocena stejným postupem jako při hodnocení rizika bez opatření. Poslední sloupec určuje odpovědnost člena projektového týmu za realizaci opatření. První hrozba obsahuje dva scénáře a byly tedy navrženy dvě opatření. Obě opatření na sebe navazují a mají vzájemnou souvislost. Pro snazší adaptaci operátorů ke změně procesu byla s celým týmem operátorů absolvována výuková simulační hra, v rámci které si operátoři mohli sami interaktivně vyzkoušet definici zdrojů plýtvání v procesu a pochopit jeho význam v produktivitě procesu. Následně byly s týmem operátorů konzultovány navržené balanční studie a jejich rozložení úkonů. Operátoři mohli navrhnout změny, které byly rovnou ověřovány z pohledu nivelizace cyklových časů pracovišť a část návrhů byla přijata a zapracována. Tímto opatřením se operátoři stávají součástí změny, mají možnost se seznámit se záměrem změny a mohou ovlivnit podobu nového procesu, čímž dochází k eliminaci odporu vůči změně. Opatřením druhé hrozby s nejvyšší hodnotou rizika je zachování pěti původních pracovních stolů v prostoru dílny. Již bylo uvedeno, že úzká místa balančních studií přesahují požadovaný takt montážní linky a minimálně ve fázi řízeného náběhu montážní linky bude její výkon nedostatečný pro plnění denního plánu. Formou přesčasové práce a víkendových směn bude kompenzován nedostatečný výkon montážní linky. Při práci v původním procesu zůstává výkon operátorů stabilní a jeho hodnota je předvídatelná. Na základě této stability lze přesně vypočítat počet přesčasových hodin potřebných ke kompenzaci plnění plánu montáže hotových výrobků. Hodnota třetího a čtvrtého rizika byla snížena stejným opatřením v podobě pravidelných schůzek projektového manažera a sponzora projektu, jejichž předmětem mimo jiné bude kontrola plnění harmonogramu a čerpání finančního rozpočtu projektu. Pro snížení hodnoty pátého rizika byly vypracovány kontrolní plány hotových výrobků, které budou smontovány novým procesem. Součástí kontrolních plánů je i systém uvolňování výroby formou kontroly prvního hotového výrobku z každého výrobního příkazu. Po ukončení fáze řízeného náběhu montážní linky, kdy bude docházet ke změně rozložení úkonů pracovišť, bude zpracována ergonomická analýza zátěže operátorů, jejíž cílem je ověřit aktuální hodnotu zatížení a případně iniciovat realizaci nápravných opatření. Pro poslední riziko s vysokým významem pro úspěšnost projektu bylo definováno opatření v podobě zpracování prezentace vysvětlující důvody, záměr a přínosy navrhované změny procesu pro ostatní útvary, kterých se projekt dotkne. Vzájemnou diskusí nad uvedenými atributy projektu dojde k eliminaci odporu těchto útvarů vůči změně.

Tabulka 17 Seznam opatření rizik

Číslo rizika	Hodnota rizika	Návrh opatření	Nová hodnota	Zodpovědnost
	(1 – 9)		(1 – 9)	
1	9	Absolvovat s celým týmem operátorů výukovou simulační hru	4	Projektový manažer
	3	Úkoly v balančních studiích rozložit společně s týmem operátorů	1	Průmyslový inženýr
2	9	Ponechání 5 původních pracovišť pro přesčasovou a víkendovou směnu	4	Projektový manažer
3	4	Pravidelná koordináční schůzka manažera projektu a sponzora projektu	2	Projektový manažer
4	4	Pravidelná koordináční schůzka manažera projektu a sponzora projektu	2	Projektový manažer
5	3	Zpracovat kontrolní plán a zajistit systém kontroly prvního kusu z dávky	1	Inspektor kvality
6	4	Provést analýzu ergonomické zátěže po ukončení fáze řízeného náběhu linky	1	Projektový manažer
7	6	Prezentace ostatním útvarům společnosti s vysvětlením záměru a přínosů projektu	2	Projektový manažer

(zdroj: vlastní)

11.3 Harmonogram projektu

Pro realizaci projektu byl zpracován harmonogram úkolů, který obsahuje plánované počáteční datum úkolu, datum ukončení úkolu a celkový časový průběh projektu. Jak bylo uvedeno v předešlé kapitole, začátek projektu byl plánován na 1. srpna 2024 a ukončení projektu je plánováno na 30. srpna 2025. Harmonogram je uveden v příloze (Příloha P XXIII).

Projekt začal analýzou současného stavu formou časové analýzy a zpracováním jejích výsledků. Na základě těchto výsledků a plánovaných redukcí zdrojů plýtvání byly vytvořeny balanční studie navrhované montážní linky a nový layout dílny. Následovalo oslovení možných dodavatelů montážní linky, technického vybavení montážní linky a externích služeb. Na základě cenových nabídek mohl být dokončen investiční záměr včetně výpočtu nákladů, úspor a návratnosti projektu. Po schválení investičního záměru komisí bylo přistoupeno k uzavření výběrových řízení a vyhlášení vítězů. Dodávky technického vybavení, realizace externích služeb probíhaly souběžně s výrobou montážní linky. Po dokončení výroby montážní linky následovalo období v rozsahu jednoho týdne, během nějž

bylo nutné montážní linku dopravit, složit, zapojit do elektrické sítě a provést první trénink operátorů na nový proces montáže. V rámci fáze řízeného náběhu linky probíhal průběžný trénink operátorů. Po ukončení fáze řízeného náběhu linky se očekává pozitivní vývoj trendů všech procesních ukazatelů. Projekt bude uzavřen prezentací dosažených výsledků procesních ukazatelů strategickému výboru společnosti, který posoudí jeho úspěšnost a provede jeho formální uzavření.

12 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Tato kapitola navazuje na analytickou část práce, ve které bylo identifikováno několik oblastí plýtvání. Následující podkapitoly se věnují představení návrhů racionalizace procesu s cílem zvýšit parciální produktivitu práce operátorů. Mezi navrhovaná opatření patří změna stávajícího systému organizace procesu na linkové uspořádání procesu se systémem toku jednoho kusu. Společně se změnou organizace procesu tato kapitola obsahuje návrh změny layoutu dílny a změny materiálových toků.

12.1 Změna systému organizace procesu montáže

V předešlých kapitolách bylo uvedeno, že vybraný proces probíhá souběžně na sedmnácti pracovních stolech, na kterých pracuje dvacet operátorů na ranní směně a částečně na odpolední směně (3 operátoři). Každý operátor provádí montáž hotového výrobku skládající se z podskupin bicího mechanismu, spoušťového mechanismu a sestavy rámu na jednom pracovním stole, což mimo jiné vyžaduje trojnásobnou přestavbu pracovišť v průběhu jednoho cyklu procesu (deset hotových výrobků). Přestavba pracoviště představuje odložení vstupního materiálu pro dokončený výrobní příkaz, příjem a rozložení vstupního materiálu pro nový výrobní příkaz a změnu náradí (nástroje, měřidla, upínače). Tyto činnosti byly v analytické části označeny jako plýtvání.

Navrhované řešení pro odstranění tohoto zdroje plýtvání spočívá v zásadní změně systému montáže na jednotlivých univerzálních pracovních stolů na systém specializovaných pracovních stolů pro určitou sadu úkonů s nivelizovanými cyklovými časy a s propojením jednotlivých pracovních stolů mezi sebou dopravníkem s válečkovými tratěmi. Jde tedy o návrh montážní linky se systémem toku jednoho kusu. Každý pracovní stůl montážní linky bude mít definovanou sadu úkonů, pro kterou bude možné stůl vybavit příslušným náradím (nástroje, měřidla, upínače). Rozčleněním úkonů na jednotlivá pracoviště dojde také k rozčlenění náradí pro úkony a tím k redukci počtu náradí na jednom pracovišti. V navrhovaném řešení nebude nutné, aby operátor spotřebovával čas na odkládání, uklízení nepotřebného náradí a podávání potřebného náradí. Především upínače budou mít stabilní polohu na pracovišti. Ruční náradí v podobě šroubováků, elektrických šroubováků a kleští bude uloženo tak, aby operátor v rámci jednoho cyklu sady úkonů každý nástroj uchopil v dosahové oblasti, provedl úkon a následně nástroj odložil. Tímto řešením bude možné eliminovat zdroj plýtvání „přestavba pracoviště“.

Návrh montážní linky eliminuje další kategorii činností „chůze“, která je zdrojem plýtvání. Při analyzování činnosti operátora se činnost „chůze“ vyskytovala při cestě k centrálnímu dílenskému počítači za účelem prostudování návodky technologického postupu a při cestě pro prázdné manipulační obaly pro hotové výrobky. Navrhovaná linka bude obsahovat dotykový monitor, umožňující zobrazení návodky technologického postupu přímo na pracovišti a eliminuje tak nutnost chůze operátorů k jednomu centrálnímu počítači. Dalším důvodem k chůzi operátora byla nutnost podání přepravního obalu pro deset hotových výrobků. V současném stavu tuto činnost vykonávají všichni operátoři. Navrhované řešení redukuje nutnost manipulace s přepravním obalem jen na jednoho operátora, který bude obsluhovat poslední pracoviště, na kterém budou hotové výrobky vznikat. Toto řešení také umožňuje maximálně přiblížit místo s uloženými přepravními obaly k poslednímu pracovišti a tím redukovat nutnost chůze pro obal. Stejný efekt nastane i u kategorie činnosti „manipulace s hotovými kusy“, která je v tabulce (Tabulka 9 na straně 67) označena jako nevyhnutelná činnost nepřidávající hodnotu. Činnost odložení hotového výrobku do přepravního obalu a přesun plného obalu na manipulační vozík zůstane součástí úkonů operátora pracujícího na posledním pracovišti, ale těmito činnostmi bude zaměstnán jen jeden operátor. Dojde tak k celkové redukci spotřeby času této kategorie činností.

Další kategorií činnosti označenou jako plýtvání, kterou změna systému organizace montáže eliminuje, je „čekání (nečinnost)“. K situacím, ve kterých byl operátor připraven na pracovišti, ale nemohl se věnovat procesu, docházelo z důvodu čekání na dodání další dávky hlavních dílů a průvodní listiny výrobního příkazu. V navrhovaném řešení bude potřeba hlavními díly zásobovat pouze jedno pracoviště, a to první pracoviště montážní linky. Pro zaměstnance, který zajišťuje zásobování procesu hlavními díly a průvodními listinami výrobních příkazů, bude snazší a přehlednější zásobovat pouze jedno pracoviště oproti stávajícím sedmnácti pracovištím, které ukončují práci na přidělených výrobních příkazech v nepravidelném pořadí a jejich následné zásobování probíhá v nepravidelných intervalech. Čas ukončení jednoho výrobního příkazu a zahájení dalšího bude možné stanovit vynásobením množství hlavních dílů ve výrobním příkaze a taktu linky, čímž bude eliminován výskyt kategorie plýtvání „čekání (nečinnost)“. Umístění zón pro připravené výrobní příkazy blíže popisuje kapitola 12.1.3 na straně 91 věnující se navrhovanému layoutu díly.

V rámci navrhování montážní linky a připravovaného investičního záměru bylo navrženo další opatření, které přímo neredukuje některý ze zdrojů plýtvání, ale zkracuje

dobu trvání úkonů, které obsahují šroubové spoje. Jde o elektrické šroubováky a elektrické podavačky šroubů. Elektrické šroubováky s magnetickým bitem zrychlují dobu utahování šroubů oproti variantě ručního utahování a ve spolupráci s podavačkou šroubů eliminuje čas získání a uchopení šroubu. V navrhovaném řešení bude možné přímo elektrickým šroubovákem zavěšeným na teleskopickém ramenu odebrat šroub z podavačky šroubů pomocí magnetického bitu a přímo šroub zamontovat do požadované polohy. Podavačka šroubů má vlastní vestavěný zásobník pro šrouby, do kterého stačí šrouby nasypat. Vnitřní mechanismus podavačky šrouby podává a ustavuje do pozice, ze které lze šroub odebrat.

12.1.1 Výpočet taktu linky a balančních studií

Pro navržení montážní linky je jako první nutné provést výpočet taktu linky. Dle taktu linky a celkové pracnosti modelů lze následně vypočítat potřebný počet pracovišť. Tabulka na následující věnující se výpočtu taktu linky (Tabulka 18) navazuje na tabulku, ve které byl proveden výpočet zákaznického taktu (Tabulka 3 na straně 56). Roční požadavky zákazníka, průměrný počet pracovních dní v roce, denní požadavek zákazníka a disponibilní čas jsou hodnoty převzaté z předešlých kapitol. V navrhovaném řešení je plánována změna směnnosti ze současné kombinace plnohodnotné ranní směny (17 operátorů) a částečné odpolední směny (3 operátoři) na plnohodnotný dvousměnný provoz. K úpravě směnnosti vedou dva hlavní důvody. Prvním z nich je nutnost zohlednění dostupného prostoru dílny, jelikož proces montáže Produktu1 bude i v navrhovaném řešení probíhat ve stejných prostorách. Druhým důvodem jsou náklady vynaložené na pořízení navrhované linky. Tyto náklady lze minimalizovat právě tím, že linka bude navržena pro dvousměnný provoz, a tak dojde k redukci potřebných pracovišť, respektive velikosti navrhované linky. Ve výpočtu (Tabulka 18) je tedy počítáno s disponibilním časem 800 minut. Výsledným taktem navrhované montážní linky je 63 sekund.

Tabulka 18 Výpočet taktu navrhované montážní linky

Kategorie	Hodnota
Roční požadavek zákazníka [ks]	192 564
Průměrný počet pracovních dní v roce	253
Denní požadavek zákazníka [ks]	762
Disponibilní čas směny [min]	400
Směnnost	Ranní/odpolední
Takt montážní linky [sek/ks]	63

(zdroj: vlastní)

Dalším krokem je výpočet počtu pracovišť navrhované montážní linky. Tento výpočet je proveden v tabulce (Tabulka 19). Jak již bylo uvedeno, čtyři modely Produkt1 se od sebe odlišují nejen vzhledem a funkcí, ale také celkovou pracností. Celkové pracnosti jednotlivých modelů byly použity ve výpočtu potřebných pracovišť navrhované linky. Potřebný počet pracovišť byl vypočítán jako podíl celkové pracnosti a taktu linky. Výsledky pro každý model jsou uvedeny v pravém sloupci tabulky (Tabulka 19). Rozdíl v celkové pracnosti se projevil i v počtu potřebných pracovišť. Rozdíl v počtu pracovišť je větší než celé jedno pracoviště. Nejmenší počet potřebných pracovišť vyšel u modelu Produkt1_A (7,1 pracovišť) a nejvyšší u modelu Produkt1_D (8,19 pracovišť).

Tabulka 19 Výpočet počtu pracovišť linky

Model	Celková pracnost [sekundy]	Takt linky [sekundy]	Počet pracovišť
Produkt1_A	447	63	7,10
Produkt1_B	466		7,40
Produkt1_C	458		7,27
Produkt1_D	516		8,19

(zdroj: vlastní)

Dalším krokem je vytvoření balančních studií pro jednotlivé modely. Jak již bylo zmíněno, modely se od sebe odlišují v celkové pracnosti a také v pracnosti jednotlivých podskupin, což nejlépe dokládá graf (Obrázek 9 na straně 63), který srovnává výsledky chronometráže modelů a jejich podskupin. Při vytváření balančních studií byly použity videozáznamy operací, které byly vytvořeny v rámci chronometráže. Bylo nutné jednotlivé

podskupiny rozdělit do takzvaných „logických celků“. To znamená do fází, v rámci kterých je možné vytvořit část kompaktní sestavy, která se při následném přesunu na další pracoviště nerozpadne. Další podmínkou při vytváření „logických celků“ byl takt linky, respektive takt všech pracovišť, jelikož navrhovaná linka bude pracovat v systému toku jednoho kusu. Vzniklo několik variant návrhů, které byly následně fyzicky testovány. Na základě testů bylo nutné několikrát návrhy přepracovat a hledat další možná řešení rozdělení operací. Balanční studie jsou uvedeny v přílohách (Příloha P XIV až P XVII). Tabulka na levé straně balanční studie obsahuje seznam úkonů, pracoviště, na které byl úkon zařazen a délku trvání úkonu v sekundách. Úkony jsou pojmenovány názvem operace a pokud došlo k jejímu rozdělení, na konci názvu je uveden index udávající, na kolik částí bylo nutné operaci rozdělit. Například operaci montáže sestavy rámu bylo nutné rozdělit až na pět částí. Na konci tabulky byly pro kontrolu provedeny součty celkových pracností v balančních studiích, které odpovídají součtům v tabulce souhrnných výsledků chronometráže. Tabulka na pravé straně všech balančních studií obsahuje sloupce představující jednotlivá pracoviště linky. Levá strana sloupce obsahuje číslo úkonu, který byl na pracoviště zařazen a do pravé strany sloupce byla pomocí funkce vložena délka trvání úkonu. Na konci sloupce byla sečtena celková délka trvání všech zařazených úkonů (řádek označen jako „C/T“). Celková délka trvání všech úkonů na pracovišti byla porovnána s cílovým taktem pracoviště (řádek označen jako „T/T“) a výsledky tohoto porovnání jsou uvedeny v řádku pojmenovaném jako „Rozdíl“. Pokud je součet všech úkonů na pracovišti kratší než cílový takt pracoviště, je hodnota rozdílu kladná. V případě, že součet všech úkonů na pracovišti přesahuje cílový takt pracoviště, je hodnota rozdílu záporná. Všechny tyto údaje vizualizuje graf uvedený ve spodní části všech balančních studií. Vodorovná spojnice představuje cílový takt pracovišť, který se rovná taktu celé linky. Každý sloupec představuje jedno pracoviště navrhované linky a na ose x jsou uvedeny názvy těchto pracovišť. Osa y představuje součet délky všech úkonů na pracovištích v sekundách. Pracoviště s nejvyšší hodnotou celkové délky trvání respektive tzv. úzká místa jsou od ostatních sloupců odlišeny červenou barvou sloupce. Protože jedno pracoviště není obsazeno vždy (u modelu Produkt1_A je obsazeno jen sedm pracovišť), je toto pracoviště označeno jako číslo 8 a výstupní pracoviště je označeno jako pracoviště 7. Nedochází tak k proměnlivému označení posledního pracoviště linky.

U modelu Produkt1_A bylo možné za cenu překročení cílového taktu pracoviště o 2 sekundy obsadit pouze sedm pracovišť. Pracoviště číslo 2 a číslo 6 jsou úzkým místem tohoto modelu s celkovou délkou trvání 65 sekund. V balanční studii v příloze (Příloha

P XIV) lze vidět, že došlo ke sloučení částí podskupin na jedno pracoviště. Například celková délka podskupiny „bicí mechanismus“ je pouze 42 sekund, což nestačí pro vytížení jednoho pracoviště. Bylo nutné rozdělit navazující podskupinu „spoušťový mechanismus“, jejíž celková délka trvání v hodnotě 73 sekund je příliš dlouhá pro jedno pracoviště. K tomuto spojování částí různých operací došlo u všech modelů, respektive u všech balančních studií. Snahou bylo, aby byla zachována stejná pracoviště u rozdělených částí operací. Například, aby druhá část podskupiny „spoušťový mechanismus“ zůstala u všech modelů na pracovišti číslo 2. Pro montáž částí operací je nutné vybavit pracoviště potřebným nářadím a také vstupním materiálem. Snahou tedy bylo, aby byl minimalizovaný výskyt duplicitního nářadí a vstupního materiálu na různých pracovištích. U modelu Produkt1_B a všech ostatních modelů bylo nutné obsadit všech osm pozic linky i za cenu neúplného vytížení jednoho pracoviště. Úzké místo se nachází na pracovišti číslo 3 a dosahuje hodnoty 63 sekund, což odpovídá cílovému taktu pracoviště. Poslední pracoviště linky je vytížení pouze v rozsahu 41 sekund. Balanční studie v případě modelu Produkt1_C obsahuje dvě úzká místa u pracovišť číslo 8 a 5. Poslední pracoviště linky je vytížené jen v rozsahu 31 sekund. U posledního a časově nejnáročnějšího modelu Produkt1_D je míra nivelizace mezi jednotlivými pracovišti nejhorší. V balanční studii Produktu1_D lze vidět, že úzké místo na pracovišti číslo 4 dosahuje celkové délky 67 sekund, což o 4 sekundy přesahuje cílový takt pracoviště. Cílový takt pracoviště přesahují všechny pracoviště kromě čísla 2 a 7. Nejméně vytížené pracoviště je poslední pracoviště linky v rozsahu 60 sekund.

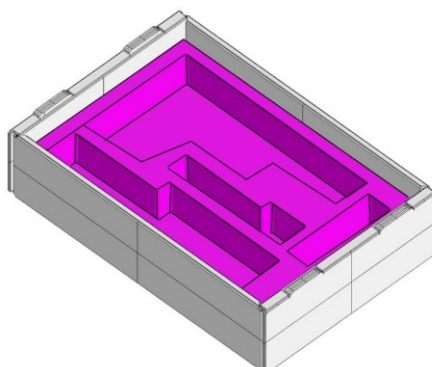
Navržené balanční studie Produktu1_A a Produktu1_D svými úzkými místy, kterými determinují celkový výkon linky, přesahují požadovaný takt linky. Výkon linky bude nižší než požadovaný, bude docházet k neplnění plánů a kumulaci nesplněných výrobních příkazů. Úzká místa balančních studií Produktu1_B a Produktu1_C odpovídají požadovanému taktu linky. I přesto lze u těchto modelů očekávat problémy s plněním plánu, jelikož každá nestabilita procesu se projeví nesplněním plánu. Těmto rizikům se podrobně věnuje kapitola analýzy rizik. Naopak některá pracoviště, zejména pracoviště 8, jsou nevytížena. Po implementaci navrhovaného řešení lze očekávat, že časy úkonů, respektive cyklové časy pracovišť se budou měnit vlivem zaučení operátorů a nalezením dalších možností pro zkrácení cyklových časů. Jak již bylo uvedeno, soubor úkonů každého pracoviště byl testován z pohledu proveditelnosti a časové náročnosti. Nicméně reálný provoz v novém systému organizace montáže a na nových pracovištích může cyklové časy změnit na úrovni jednotek sekund. Navrhované řešení obsahuje elektrické šroubováky a

elektrické podavačky šroubů, jejichž vliv na zkrácení úkonů nebylo možné otestovat před jejich pořízením. Přesto lze na základě podobných implementací a obecných principů automatizace očekávat, že toto technické vybavení pracovišť zkrátí časy úkonů obsahující šroubové spoje. Ve fázi řízeného náběhu linky budou cyklové časy průběžně ověřovány a aktualizovány, popřípadě dojde k dalšímu přerozdělení úkonů s cílem dosáhnout nivelizace cyklových časů pracovišť a zajistit plnění požadovaného taktu linky.

12.1.2 Layout navrhované montážní linky

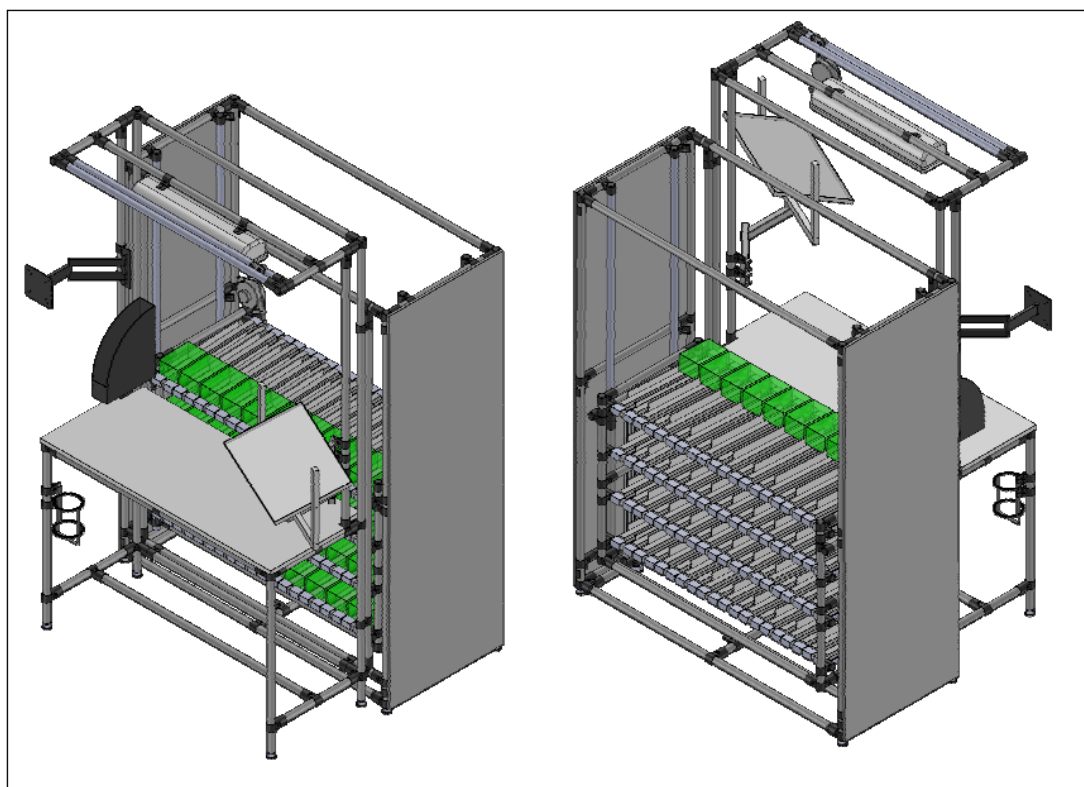
V přílohách (Příloha P XVIII) je uveden layout navrhované linky a v další příloze (Příloha P XIX) je zobrazen 3D model linky. Vzhledem k prostorové dispozici dílny a nutnosti přesunu smontovaných částí mezi pracovišti byl zvolen rovný tvar linky ve tvaru písmene „I“. Celková délka linky byla také přizpůsobena rozměrům dílny, což lze vidět na navrhovaném layoutu dílny v přílohách (Příloha P XX a Příloha P XXI). Jedním z cílů při konstruování linky bylo umístit všechna pracoviště na jednu stranu z důvodu snadného přehledu o aktuálním stavu vytížení jednotlivých pracovišť. Tohoto cíle nebylo možné dosáhnout v plném rozsahu z důvodu již zmíněné prostorové dispozice dílny. Celkem pět pracovišť bylo umístěno na pravou stranu dílny, respektive na spodní stranu layoutu a tři pracoviště na opačnou stranu. Linka byla zkonstruována z trubkového stavebnicového materiálu. Výhodami tohoto stavebního materiálu jsou možnost rychlé změny konstrukce pracovišť a možnost opakovaného použití stavebního materiálu. Všechna pracoviště jsou propojena středovým dopravníkem opatřeným válečkovými tratěmi pro jednoduchý přesun transportního boxu s rozpracovanými podskupinami a hlavními díly. Do tohoto boxu budou vkládány hlavní díly na prvním pracovišti, box bude následně přesouván mezi pracovišti po dopravníku. Na každém pracovišti bude smontována přidělená podskupina nebo část podskupiny, následně bude uložena do boxu a odeslána na další pracoviště. Následující pracoviště může na podskupině pokračovat svými úkony nebo zahájí montáž další podskupiny nebo části podskupiny a po dokončení opět uloží do boxu. Model transportního boxu je uveden na obrázku (Obrázek 13) na následující straně. Na posledním pracovišti linky bude obsah každého boxu vyprázdněn a prázdný box bude odeslán na první pracoviště spodním patrem středového dopravníku, které je také vybaveno válečkovými tratěmi. Každé pracoviště bude vybaveno vlastním světlem, držákem pro dotykový monitor a dotykovým monitorem. Dalším vybavením je odkládací plocha pro používané nářadí na kloubovém ramenu a ocelový držák pro lahve s nápoji, který je umístěn mimo pracovní plochu stolu. Vizualizace pracovního stolu je uvedena na obrázku (Obrázek 14) na následující straně. Na

obrázku je zobrazen i zásobovací regál s krabičkami. Funkce těchto zásobovacích regálů je blíže popsána v kapitole 12.2.



Obrázek 13 Transportní box

(zdroj: vlastní)



Obrázek 14 Pracoviště navrhované montážní linky

(zdroj: vlastní)

12.1.3 Změna layoutu dílny

V rámci přípravy nového uspořádání dílny vznikly dvě varianty layoutu. Ke změnám došlo v části dílny označené jako „horní polovina dílny“. První varianta layoutu je součástí příloh

(Příloha P XX). Tato příloha zachycuje pouze část dílny, ve které proběhly změny. Montážní linka je umístěna do horní poloviny dílny, zatímco pět původních pracovních stolů zůstalo umístěno ve spodní polovině dílny. Tato varianta layoutu byla zamítnuta z důvodu omezení přístupu k umyvadlu, které se nachází v pravém horním rohu layoutu (umyvadlo je zvýrazněno a doplněno popiskem). Umyvadlo využívají operátoři během směny, ale hlavně při přestávkách a konci směny. Cesta k umyvadlu by vedla kolem posledního pracoviště linky podél celé montážní linky, čímž by se prodloužila trasa a docházelo by k tvoření front. Umyvadlo by bylo možné přemístit do volného prostoru dílny, což by vyžadovalo další náklady na rozšíření inženýrských sítí. Z těchto důvodů byla tato varianta layoutu zamítnuta a byla vytvořena druhá varianta layoutu.

Layout celé dílny druhé varianty navrhovaného řešení se nachází v přílohách (Příloha P XXI) a v příloze (Příloha P XXII) je zvětšená část layoutu dílny, ve které došlo k navrhovaným změnám. Původní počet sedmnácti pracovišť bude zredukován na pět pracovišť, které budou zachovány jako opatření rizika neplnění denního plánu hotových výrobků. Původní pracoviště budou umístěna v horní polovině dílny. Navrhovaná montážní linka bude umístěna ve spodní polovině layoutu dílny a bude orientována tak, aby výstup linky byl co nejblíže zónám pro odvoz hotových výrobků. U prvního pracoviště, u kterého bude probíhat vkládání hlavních dílů do transportního boxu, jsou zakresleny dvě zóny pro vstupní materiál. Jedna zóna je určena pro transportní vozík, na kterém budou hlavní díly uloženy a druhá zóna pro prázdné obaly hlavních dílů. Pro linku bude vytvořena fronta připravených hlavních dílů s průvodní listinou výrobního příkazu. Pro tuto frontu jsou v layoutu připraveny tři parkovací zóny mezi dvěma sloupy. Tento systém zásobování linky přímo reaguje na zdroj plýtvání „čekání (nečinnost)“ a eliminuje jeho výskyt. Na posledním pracovišti budou vznikat hotové výrobky, které bude potřeba ukládat do manipulačních obalů. V blízkosti posledního pracoviště je zakreslena zóna pro uložení palety s těmito manipulačními obaly, čímž dojde k minimalizaci vzdálenosti, kterou operátor musí ujít. Tímto dojde k redukci kategorie činností „chůze“, která je zdrojem plýtvání. Po zaplnění kapacity jednoho manipulačního obalu (deset hotových výrobků) bude nutné obal přemístit na manipulační vozík, pro který je v blízkosti pracoviště vytvořena parkovací zóna (zelená zóna). Pro případy, ve kterých bude na hotovém výrobku detekována vada vyžadující opravu, je před posledním pracovištěm vyznačena zóna pro uložení těchto neshodných výrobků (červená zóna).

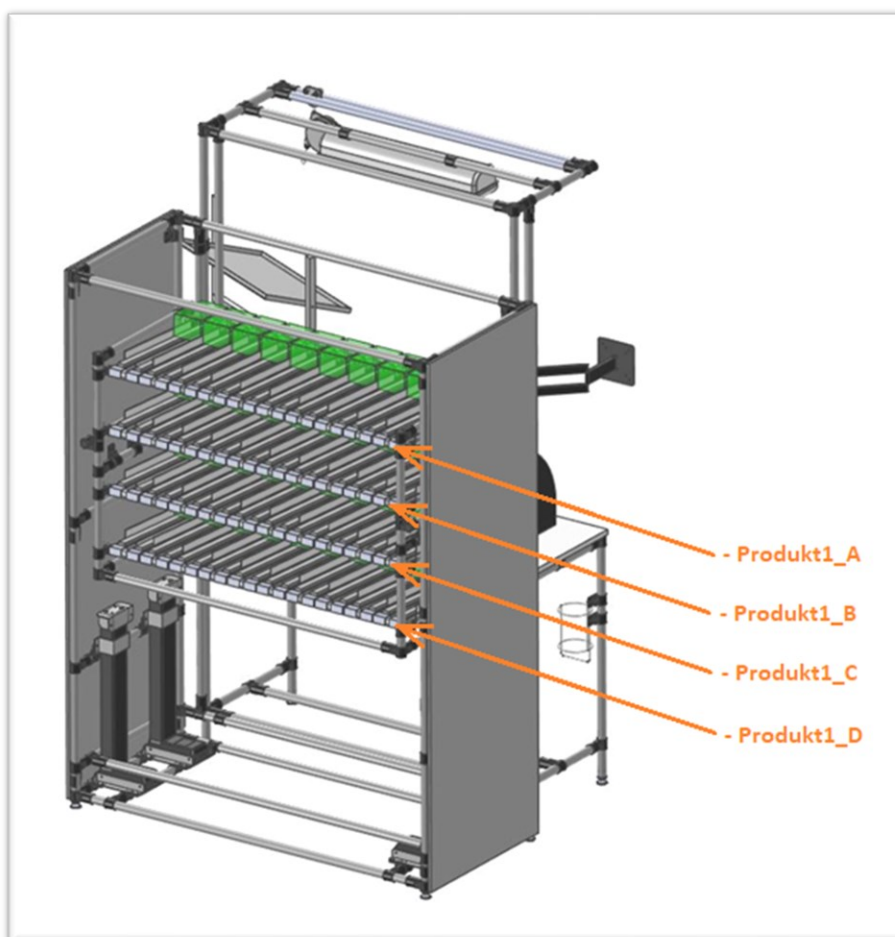
Druhá varianta layoutu dílny neomezuje přístup k umyvadlu, čímž je zajištěn volný přístup operátorů a není nutné vynakládat další náklady. Z těchto důvodů byla tato varianta layoutu zvolena k realizaci. Hlavními kritérii pro výběr layoutu byly co nejnižší náklady na změnu layoutu a snaha vyhnout se stavebním úpravám, které by kvůli nutnosti přípravy stavební dokumentace mohly ohrozit harmonogram projektu.

12.2 Změna materiálových toků procesu

Největším zdrojem plýtvání v současném stavu je kategorie činnosti „manipulace se vstupním materiálem“. Předmětem této kategorie činnosti je odebírání drobných dílů z regálů na dílně operátory. Zásobování regálů drobnými díly mají na starost zaměstnanci jiného týmu. V navrhovaném řešení jsou činnosti spojené s odebíráním tzv. drobných dílů operátorem odstraněny pomocí zásobovacích regálů (Obrázek 15 na následující straně). V zásobovacích regálech bude umístěn veškerý vstupní materiál (mimo hlavní díly) pro daný model s kanbanovým systémem zásobování. Každá krabice obsahující vstupní materiál v každém patře regálů bude označena z obou stran číslem a názvem vstupního materiálu a číslem police regálu. Každý materiál bude v regálech připraven minimálně ve dvou krabčkách, což umožňuje plynulost výrobního procesu bez čekání na doplnění materiálu a zároveň tento systém dává časový prostor pro doplnění prázdných krabiček vstupním materiálem a dodání zpět do regálů. Jak již bylo zmíněno, jednotlivé modely Produktu1 se od sebe odlišují i vstupním materiálem. Vzhledem k tomuto faktu obsahují regály čtyři patra a každé patro obsahuje veškerý vstupní materiál mimo hlavní díly pro jeden model. Při dodání prvního transportního boxu výrobního příkazu s hlavními díly a případně s rozpracovanými nebo hotovými podskupinami každý operátor, který bude na pracovišti vybaveném těmito regály, nastaví patro regálu odpovídající modelu výrobního příkazu. Pro tuto funkci budou regály vybaveny pohyblivým zvedacím mechanismem, který bude ovládán panelem připevněným k boční hraně pracovního stolu. Operátor tedy bude pohyb regálu ovládat přímo z pracovní pozice bez nutnosti opuštění pracoviště. Vzhledem k této funkci jsou regály z bočních stran plně zakrytovány, aby nedošlo k neúmyslnému zasažení do prostoru regálu při jeho pohybu. Během procesu bude operátor odebírat materiál z krabiček až do úplného vyprázdnění krabičky. Poté prázdnou krabici z regálu odebere a odloží na určené místo. Zaměstnanec týmu zajišťující zásobování regálů bude v pravidelných intervalech během směny prázdné krabičky sbírat, naplňovat vstupním materiálem a vracet do regálů. Z layoutu navrhované linky v přílohách (Příloha P XVIII) je patrné, že pracoviště 2 a 7 regály neobsahují. Při projektování linky bylo analýzou vstupního

materiálu zjištěno, že tato pracoviště obsahují vstupní materiály, které se shodují ve všech modelech Produktu1 a není nutné k nim pořizovat zásobovací regál. Krabičky se vstupním materiálem budou uloženy na speciální liště, která bude přichycena přímo ke konstrukci pracovního stolu.

Popsaný systém zásobování téměř zcela eliminuje činnosti spojené s odebráním vstupního materiálu. Operátor na prvním pracovišti bude částečně manipulovat s hlavními díly a prázdnými obaly hlavních dílů a operátor na posledním pracovišti bude manipulovat s hotovými výrobky a manipulačními obaly pro hotové výrobky. Ostatní pracoviště nevyžadují žádnou manipulaci se vstupním materiálem kromě nastavení správného patra regálu a odložení prázdné krabice.



Obrázek 15 Zásobovací regál

(zdroj: vlastní)

13 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ

Projektová část navrhuje zásadní změnu současného výrobního procesu s cílem zvýšit parciální produktivitu práce, a to na základě zadání představeného v kapitole 9.1. Tabulka (Tabulka 20) srovnává parciální produktivitu práce v současném a navrhovaném stavu. Údaje současného stavu v tabulce vycházejí z dat v tabulce (Tabulka 3 na straně 56) a kapitoly 9.6 na straně 61. Údaje navrhovaného stavu v tabulce vycházejí z popsaného navrhovaného řešení. Navrhovaná montážní linka bude obsahovat osm pracovišť a její směnnost bude plánována na dvě plnohodnotné směny, což znamená osm operátorů na ranní směně a osm operátorů na odpolední směně. V navrhovaném řešení tedy bude potřeba celkem šestnáct operátorů pro celý výrobní proces, což při plánovaném denním výkonu 765 hotových výrobků znamená dosažení parciální produktivity 48 kusů hotových výrobků na jednoho operátora. Přínosem navrhovaného řešení je zvýšení parciální produktivity o 20 %.

Tabulka 20 Srovnání parciální produktivity

Stav procesu	Počet operátorů	Plánovaný denní výkon [ks]	Parciální produktivita [ks/operátor]	Dosažený cíl
Současný stav	20	765	40	-
Navrhovaný stav	16	765	48	Zvýšení parciální produktivity o 20 %

(zdroj: vlastní)

13.1 Ekonomické vyhodnocení navrhovaného řešení

Navrhované řešení svou celkovou výší nákladů naplňuje podmínky investičního záměru dle vnitřních pravidel společnosti. Bylo tedy nutné připravit patřičné dokumenty pro předložení a prezentaci navrhovaného řešení investiční komisi.

Přehled investičních nákladů je uveden v tabulce (Tabulka 21) na následující s celkovým součtem nákladů. Celkové investiční náklady na realizaci navrhovaného řešení činí 1 450 000 Kč. Všechny položky investičních nákladů nad 50 000 Kč byly předmětem výběrového řízení s účastí tří možných dodavatelů.

Úspory investičního záměru byly vypočítány na základě snížení počtu operátorů v procesu ze současných dvaceti na šestnáct, respektive na základě snížení celkových ročních osobních nákladů. Celkové roční osobní náklady na jednoho operátora dosahují výše 550 000 Kč. Obsahují složku mzdy operátora, odvody zaměstnavatele (zdravotní a sociální

pojištění), příspěvek zaměstnavatele na penzijní pojištění, příspěvky zaměstnavatele na závodní stravování a náklady na další benefity. Celková roční úspora navrhovaného řešení činí 2 200 000 Kč, jak uvádí tabulka (Tabulka 22).

Tabulka 21 Investiční náklady projektu

Investiční náklad	Cena [Kč]
Montážní linka	1 000 000
Transportní boxy	50 000
Elektrické šroubováky	100 000
Elektrické podavačky šroubů	50 000
Zasíťování dílny + IT vybavení	250 000
Celkem náklady	1 450 000

(zdroj: vlastní)

Tabulka 22 Výpočet úspor projektu

Stav procesu	Počet operátorů	Celkové roční osobní náklady [Kč]
Současný stav	20	11 000 000
Navrhovaný stav	16	8 800 000
Celková roční úspora		2 200 000

(zdroj: vlastní)

Ekonomická efektivita investičního záměru byla hodnocena pomocí ukazatele IRR, tedy vnitřní výnosové procento investice, který dosahuje hodnoty 118,1 %. Tato hodnota výrazně překračuje požadovanou minimální návratnost podle vnitřních pravidel společnosti. Doba návratnosti investice byla vypočítána na 1 rok a 0 měsíců. To znamená, že celkové investiční náklady budou pokryty z dosažených úspor již během prvního roku provozu navrhované montážní linky a dalšího technického vybavení. Vysoká hodnota ukazatele IRR (118,1 %), krátká doba návratnosti (1 rok), významné roční úspory nákladů (2 200 000 Kč), zvýšení parciální produktivity práce o 20 % odpovídající strategickým cílům společnosti, potvrzují výhodnost investičního záměru. Na základě těchto ukazatelů a dat byl investiční záměr investiční komisí schválen a předán k realizaci projektovému týmu.

13.2 Plán implementace navrhovaného řešení

Tato kapitola se zaměřuje na detailní plán implementace navrhovaného řešení, které bylo představeno v předchozích kapitolách. Cílem plánu implementace je zajistit hladký přechod výrobního procesu na nový systém organizace montáže. Plán implementace obsahuje konkrétní úkoly, termíny zahájení a dokončení úkolů a odpovědnosti jednotlivých členů týmu. Plán implementace je uveden v následující tabulce (Tabulka 23).

Tabulka 23 Plán implementace navrhovaného řešení

Číslo úkolu	Název úkolu	Termín dokončení	Odpovědná osoba
1	Chronometráž současného stavu	23.08.2024	Průmyslový inženýr
2	Analýza činnosti operátora	30.08.2024	Průmyslový inženýr
3	Hodnotová analýza současného procesu	13.09.2024	Průmyslový inženýr
4	Identifikovat zdroje plýtvání	30.09.2024	Průmyslový inženýr
5	Vytvořit návrhy nového layoutu dílny	24.10.2024	Průmyslový inženýr
6	Revize a výběr nového layoutu	31.10.2024	Projektový tým
7	Vytvořit balanční studie linky	31.10.2024	Průmyslový inženýr
8	Vypracovat zadání pro možné dodavatele a oslovit dodavatele	29.11.2024	Projektový manažer
9	Předložit návrh investiční komisi	13.12.2024	Projektový manažer
10	Dokončit výběrové řízení a vyhlásit vítěze	31.01.2025	Projektový manažer
11	Jednání s dodavateli, uzavřít smlouvy	28.02.2025	Projektový manažer
12	Výroba linky	31.03.2025	Dodavatel
13	Reorganizace materiálových toků	31.03.2025	Průmyslový inženýr
14	Zasíťovat dílnu a připravit elektroinstalaci	31.03.2025	Projektový manažer
15	Doprava, umístění a zapojení linky	03.04.2025	Projektový manažer
16	Přejímka linky	04.04.2025	Projektový manažer
17	Trénink operátorů na nový proces	30.04.2025	Tým lídr
18	Fáze řízeného náběhu linky	30.05.2025	Projektový manažer
19	Plný provoz linky	30.06.2025	Projektový manažer

(zdroj: vlastní)

13.3 Přínosy navrhovaného řešení

Hlavním cílem navrhovaného řešení je zvýšení parciální produktivity práce o 20 % prostřednictvím změny systému organizace montáže Produktu1. Toto zvýšení parciální produktivity práce znamená zvýšení počtu hotových smontovaných výrobků jednoho operátora za jednu směnu ze stávajících 40 kusů na 48 kusů. Při zachování stejného objemu výroby Produktu1 (765 kusů za den) dojde k poklesu potřebného počtu operátorů ze stávajících 20 na 16. Tím dojde k úspoře celkových ročních osobních nákladů v hodnotě 2 200 000 Kč.

Dalším přínosem navrhovaného řešení je snížení procenta vad hotových výrobků, které byly detekovány na výstupní kontrole. Průměrná celková hodnota tohoto ukazatele je 4,05 %. Nejvýznamnější vliv na celkovou hodnotu ukazatele má vada způsobená záměnou vstupního materiálu. Hotové výrobky s detekovanou vadou musí projít opravným procesem, což způsobuje zpoždění v dodání hotového výrobku k expedici. V některých případech, kdy jsou vstupní díly během opravy poškozeny, dochází k finanční ztrátě z důvodu likvidace poškozeného dílu a jeho nahrazení novým dílem. Vada záměny vstupního materiálu představuje 1,05 % z celkové průměrné hodnoty ukazatele 4,05 %. Navrhované řešení eliminuje tuto vadu hotových výrobků.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit návrh změny procesu montáže Produktu1, který zvýší parciální produktivitu práce o 20 % vůči původnímu stavu. Ukazatelem parciální produktivity je počet hotových výrobků připadající na jednoho operátora za směnu. Byly stanoveny dva dílčí cíle. Prvním dílčím cílem bylo snížení celkových ročních osobních nákladů prostřednictvím omezení potřebného počtu operátorů procesu. Druhým dílčím cílem bylo snížení procenta hotových výrobků, u kterých jsou detekovány vady a které musí projít opravným procesem. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí – teoretické a praktické. Praktickou část lze dále rozdělit na analytickou a projektovou část.

Cílem teoretické části bylo připravit podklad pro navazující praktickou část prostřednictvím rešerše odborných knižních zdrojů a odborných článků z českého i zahraničního prostoru. Rešerše byla provedena pouze v tématech a metodách, které praktická část používá. Konkrétně byla zpracována témata druhů plýtvání, typů a možností uspořádání výrobního procesu, štihlé výroby, přímého a nepřímého měření pracovních úkonů, produktivity procesu, projektového řízení, layoutu a klíčových ukazatelů výkonnosti.

V úvodu praktické části byla představena společnost Česká Zbrojovka a.s. včetně stručného shrnutí historie této společnosti a aktuálních základních informací o společnosti. V první kapitole analytické části byly uvedeny důvody, které vedly vedení výrobního úseku k rozhodnutí racionalizovat proces montáže Produktu1. Produkt1 představoval v roce 2024 59,1 % z celkové roční produkce hotových výrobků, což odpovídá celkem 192 564 kusů. Produkt1 obsahuje čtyři modely, které se mezi sebou liší vzhledem, funkcí a také celkovou pracností procesu montáže. Tyto modely byly pojmenovány Produkt1_A, Produkt1_B, Produkt1_C a Produkt1_D. Následující kapitola hodnotila současné rozložení dílny, ve které probíhá montáž Produktu1. Stručně byla vysvětlena organizační struktura vedení výrobního provozu. Následovalo zmapování materiálových toků pracoviště. Materiálové toky byly rozčleněny do kategorií hlavních dílů, drobných dílů a hotových výrobků. Technologický postup montáže byl představen kombinací slovního popisu a vývojového diagramu. Nejvýznamnějšími zjištěními analýzy technologického postupu byla nutnost trojí přestavby pracoviště a skutečnost, že operátoři odebírali vstupní materiál z regálů. Dále byly představeny základní ukazatele procesu včetně výpočtu zákaznického taktu a disponibilního času směny. Denní produkce hotových výrobků činila 765 kusů při zapojení 20 operátorů. Analýzou procesních ukazatelů bylo zjištěno, že ve sledovaném období (srpen 2024) došlo k překročení cílových hodnot všech ukazatelů. Příčinou překročení ukazatele procenta oprav

hotových výrobků za tým a zmetkovitost celého provozu byla záměna vstupních dílů při montáži Produktu1. Pro stanovení příčiny uvedené vady byla provedena analýza kořenové příčiny metodou Ishikawa. Parciální produktivita představuje počet hotových výrobků připadajících na jednoho operátora za jednu směnu a její hodnota v původním procesu činila 40 kusů. Časová analýza původního stavu byla provedena metodami chronometráže, BasicMOST, analýzou činnosti operátora a hodnotovou analýzou. Chronometráží byla ověřena skutečná pracnost jednotlivých podskupin a finální montáže u všech čtyř modelů. Metoda BasicMOST potvrdila správnost výsledku chronometráže u vybrané operace. Pomocí analýzy činnosti operátora byly zaznamenány další zdroje plýtvání, které nesouvisely přímo s výrobními operacemi. Na analýzu činnosti operátora navázala hodnotová analýza. Jednotlivé časové úseky byly kategorizovány do tří skupin (VA, NNVA a NVA). Hodnotová analýza ukázala, že v původním procesu se vyskytuje 19 % činností s nepřidanou hodnotou, které jsou vyloženým plýtváním a 15 % činností s nevyhnutelnou nepřidanou hodnotou.

Projektová část navrhla opatření pro eliminaci zjištěných nedostatků původního stavu. Projektová listina zahrnuje hlavní a dílčí cíle, měřitelné ukazatele projektu, potřebné finanční náklady, jejich návratnost a projektový tým. Pro realizaci projektu bylo potřeba vyčlenit celkem 1 450 000 Kč. Návratnost těchto nákladů byla vypočítána v horizontu jednoho roku. Zvýšení parciální produktivity z původních 40 kusů hotových výrobků připadajících na jednoho operátora za jednu směnu na hodnotu 48 kusů bylo stanoveno jako jeden z měřitelných ukazatelů projektu. Dalšími měřitelnými ukazateli bylo snížení celkových ročních osobních nákladů o 2 200 000 Kč a snížení procenta oprav hotových výrobků z původní průměrné hodnoty 4,05 % na hodnotu 3 %. Rizika projektu byla definována metodou RIPRAN, jejíž součástí je i seznam opatření snižujících význam rizik. Začátek realizace projektu byl stanoven na 1. srpna 2024 a ukončení je plánováno na 30. srpna 2025. Časový plán realizace projektu byl prezentován formou harmonogramu. V následující části práce bylo podrobně představeno navrhované řešení budoucího stavu. Navrhované řešení spočívá v reorganizaci celého procesu na linkové uspořádání s nivelizovanými cyklovými časy pracovišť a tokem jednoho kusu. Pro toto řešení byly vypracovány balanční studie montážní linky pro všechny čtyři modely. Byl vytvořen 3D model montážní linky a pro její umístění byly navrženy dvě varianty nového layoutu dílny, z nichž byla vybrána a realizována druhá varianta. Navrhované řešení zásadně mění i oblast materiálových toků. Zcela eliminuje proces odebírání vstupního materiálu operátory z regálů. V rámci tohoto

úkonu docházelo k největšímu zdroji vad hotových výrobků. Při zachování stejného výstupu procesu (765 kusů hotových výrobků za den) dojde k poklesu potřebného počtu operátorů z původních 20 na 16, čímž dojde k úspoře celkových ročních osobních nákladů o 2 200 000 Kč. Také tím dojde ke splnění hlavního cíle zvýšení parciální produktivity práce o 20 %.

V závěru práce je navržené řešení zhodnoceno z pohledu návratnosti nákladů projektu a ukazatele vnitřního výnosového procenta. Vysoká hodnota ukazatele IRR (118,1 %) potvrdila výhodnost investičního záměru. Poslední kapitola diplomové práce shrnuje přínosy navrhovaného řešení.

Linkové uspořádání procesu umožní identifikaci dalších možností ke zvýšení parciální produktivity práce. Systém toku jednoho kusu sám o sobě odhaluje a zvýrazňuje nestability v procesu, což přímo ovlivňuje celkovou produkci. Tím klade zvýšené nároky na vedení provozu a podpůrné útvary, aby tyto nestability efektivně řešily.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALPTEKINOĞLU, Aydın a CORBETT, Charles J., 2008. Mass Customization vs. Mass Production: Variety and Price Competition. Online. *Manufacturing & Service Operations Management*. Vol. 10, no. 2, s. 204-217. ISSN 1523-4614. Dostupné z: <https://doi.org/10.1287/msom.1070.0155>. [cit. 2025-04-01].

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. [Místo vydání není známé]: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1-9783-4868-4.

BJÖRKMAN, Mats, 1992. What is Productivity? Online. *IFAC Proceedings Volumes*. Vol. 25, no. 8, s. 203-210. ISSN 14746670. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)54065-3](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)54065-3). [cit. 2025-04-05].

BOYSEN, Nils; FLIEDNER, Malte a SCHOLL, Armin, 2008. Assembly line balancing: Which model to use when? Online. *International Journal of Production Economics*. Vol. 111, no. 2, s. 509-528. ISSN 09255273. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.026>. [cit. 2025-04-05].

BUCHMEISTER, Borut a HERZOG, Natasa Vujica, 2024. Advancements in Data Analysis for the Work-Sampling Method. Online. *Algorithms*. Vol. 17, no. 5, s. 17. ISSN 1999-4893. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/a17050183>. [cit. 2025-03-30].

BURES, M. a PIVODOVA, P., 2013. Comparison of the predetermined time systems MTM-1 and BasicMOST in assembly production. Online. *2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. S. 546-550. ISBN 978-1-4799-0986-5. ISSN 2157-362X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2013.6962471>. [cit. 2025-03-30].

Colt CZ Group SE, 2024. Online. Profil společnosti. Dostupné z: <https://www.coltczgroup.com>. [cit. 2024-08-03].

CZUB, 2024. Online. Dostupné z: <https://www.czub.cz/>. [cit. 2024-08-03].

DENNIS, Pascal a SHOOK, John, 2016. *Lean production simplified*. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781498708876.

DEWI, SK; UTAMA, D M a ROHMAN, R N, 2021. Minimize waste on production process using lean concept. Online. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1764, no. 1, s. 8. ISSN 10.1088/1742-6596/1764/1/012201. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012201>. [cit. 2025-03-27].

DLABAČ, Jaroslav, 2015. Analýza a měření práce. Online. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>. [cit. 2025-03-25].

DOLEŽAL, Jan, 2023. *Projektový management: Komplexně, prakticky a podle světových standardů, 2. vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-6724-1. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/projektovy-management-11286/>.

DOLEŽAL, Jan; MÁČHAL, Pavel a LACKO, Branislav, 2012. *Projektový management podle IPMA: 2., aktualizované a doplněné vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-8034-4. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/projektovy-management-podle-ipma-744/>.

DURAN, Cengiz; CETINDERE, Aysel a AKSU, Yunus Emre, 2015. Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. Online. *Procedia Economics and Finance*. Vol. 26, s. 109-113. ISSN 22125671. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00887-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00887-4). [cit. 2025-03-30].

HANASH, E. A. H.; KARIM, A. N. M.; TUAN, Saravanan Tanjong a MOHIUDDIN, A. K. M., 2017. Throughput Enhancement of Car Exhaust Fabrication Line by Applying MOST. Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017-04-03, vol. 184, s. 14. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/184/1/012022>. [cit. 2025-03-30].

HANNULA, Mika, 2002. Total productivity measurement based on partial productivity ratios. Online. *International Journal of Production Economics*. Vol. 78, no. 1, s. 57-67. ISSN 09255273. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00186-9). [cit. 2025-04-05].

Historie České zbrojovky a.s., 2024. Online. CZUB. Dostupné z: <https://www.czub.cz/o-firme-historie/>. [cit. 2024-08-03].

CHARRON, Rich; HARRINGTON, H. J.; VOEHL, Frank a WIGGIN, Hal, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-6435-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicitá; TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-680-8.

IMAI, Masaaki a PAULÍNY, Vladimír, 2005. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press. ISBN 8025108503.

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

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

KANG, Ningxuan; ZHAO, Cong; LI, Jingshan a HORST, John A., 2016. A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. Online. *International Journal of Production Research*. Vol. 54, no. 21, s. 6333-6350. ISSN 0020-7543. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1136082>. [cit. 2025-04-05].

KENTON, Will, 2022. Process Value Analysis (PVA): Overview, Criticism, Examples. Online. *Investopedia*. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/p/process-value-analysis-pva.asp>. [cit. 2025-03-26].

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. C.H. Beck pro praxi. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.

KHAIRUNNISA; HIDAYATI, Juliza a SHALIHIN, Ahmad, 2020. Reducing waste order production process more efficient approach effective and lean manufacturing (Journal Review). Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 725, no. 1, s. 7. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012001>. [cit. 2025-03-19].

KRIŠŤAK, Jozef, 2012. Lean management - Štíhla výroba. Online. *IPA Slovakia*. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/lean-management-stihla-vyroba>. [cit. 2025-03-27].

KRIŠŤAK, Jozef, 2017. Časové štúdie. Online. *IPA Slovakia*. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/casove-studie>. [cit. 2025-03-26].

LACKO, Branislav a DOSKOČIL, Radek, 2022. Dvacet let metody RIPRAN (RIsk PRoject ANalysis). Online. *Soudní inženýrství*. Roč. 33, č. 3-4, s. 21-26. ISSN 1211-443X. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2022.3.21>. [cit. 2025-04-06].

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. ISBN 8073570955.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

PAVELKA, Marcel, 2015. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. Online. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>. [cit. 2025-03-18].

POLLAK, Harry, 2005. *Jak odstranit neopodstatněné náklady*. Praha: Grada. ISBN 80-247-1047-1.

PRINCLÍK, Jan, 2013. Snímek pracovního dne (Personální audit). Online. *The Experts*. Dostupné z: <https://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>. [cit. 2025-03-30].

ROTHER, Mike a ŠIKÝŘ, Martin, 2017. *Toyota kata*. Praha: Grada. ISBN 9788027104352.

SHOU, Wenchi; WANG, Jun; WU, Peng a WANG, Xiangyu, 2020. Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: classification, validation, and benefits. Online. *Taylor & Francis Online: Peer-reviewed Journals*. 2020-01-02, vol. 31, no. 1, s. 60-77. ISSN 0953-7287. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1629038>. [cit. 2025-03-30].

SIVASANKARAN, P. a SHAHABUDEEN, P., 2014. Literature review of assembly line balancing problems. Online. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 73, no. 9-12, s. 1665-1694. ISSN 0268-3768. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5944-y>. [cit. 2025-04-05].

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

SVOZILOVÁ, Alena, 2016. *Projektový management: Systémový přístup k řízení projektů - 3., aktualizované a rozšířené vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-9473-5. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/projektovy-management-2918/>.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika: 5., aktualizované a doplněné vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-7528-9. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/manazerska-ekonomika-551/>.

TELSANG, Martand Tamanacharya, 2017. *Industrial engineering and production management*. 3rd edition. New Dehli: S. Chand Publishing. ISBN 978-93-525-3379-4.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMPKINS, James A.; WHITE, John A.; BOZER, Yavuz A. a TANCHOCO, J. M. A., 2010. *Facilities planning*. Fourth edition. Hoboken: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-44404-7.

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

VANĚČEK, Drahoš; FRIEBEL, Ludvík a ŠTÍPEK, Vladimír, 2010. *Operační management*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta. ISBN 978-80-7394-196-3.

Výroční zpráva 2020, 2021. Online. In: CZUB. S. 53. Dostupné z: <https://www.czub.cz/file/3061>. [cit. 2024-08-03].

ZANDIN, Kjell B., 2003. *MOST work measurement systems*. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press. ISBN 0824709535.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Příklad nástrojů štíhlé výroby	16
Obrázek 2 Řešení plýtvání	19
Obrázek 3 Vztah výrobního managementu a výrobního systému	25
Obrázek 4 Rozhodovací mechanismus o uspořádání výroby	28
Obrázek 5 Technologické uspořádání výroby	29
Obrázek 6 Předmětné uspořádání výroby	30
Obrázek 7 Buňkové uspořádání	31
Obrázek 8 Logo České zbrojovky a.s.	48
Obrázek 9 Graf souhrnu výsledků chronometráže	63
Obrázek 10 Analýza činnosti operátora	67
Obrázek 11 Graf hodnotové analýzy	69
Obrázek 12 Rozbor činností hodnotové analýzy	70
Obrázek 13 Transportní box	91
Obrázek 14 Pracoviště navrhované montážní linky	91
Obrázek 15 Zásobovací regál	94

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Sekvenční modely BasicMOST	34
Tabulka 2 Přehled vybraných definic přidané hodnoty a plýtvání	35
Tabulka 3 Zákaznický takt	56
Tabulka 4 Výpočet disponibilního času směny	57
Tabulka 5 Přehled procesních ukazatelů	58
Tabulka 6 Souhrn výsledků chronometráže	63
Tabulka 7 Porovnání výsledku chronometráže a BasicMOST pro vybranou operaci	64
Tabulka 8 BasicMOST vybrané operace	65
Tabulka 9 Rozbor činností operátora	67
Tabulka 10 Souhrn výsledků hodnotové analýzy	70
Tabulka 11 Výsledky procesních ukazatelů za měsíc srpen 2024	71
Tabulka 12 Projektová listina	77
Tabulka 13 Seznam schvalovatelů projektu	78
Tabulka 14 Hodnotící kritéria pravděpodobnosti a dopadu	79
Tabulka 15 Matice celkové hodnoty rizika	79
Tabulka 16 Analýza rizik a hodnota rizik	80
Tabulka 17 Seznam opatření rizik	82
Tabulka 18 Výpočet taktu navrhované montážní linky	87
Tabulka 19 Výpočet počtu pracovišť linky	87
Tabulka 20 Srovnání parciální produktivity	95
Tabulka 21 Investiční náklady projektu	96
Tabulka 22 Výpočet úspor projektu	96
Tabulka 23 Plán implementace navrhovaného řešení	97

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

a kol.	A kolektiv autorů
a.s.	Akciová společnost
C/T	Cycle Time (Cyklový čas)
et al.	z latinského „et alia“ („a další“)
FIFO	First In First Out (Systém první dovnitř, první ven)
IRR	Internal Rate of Return (Vnitřní výnosové procento)
KPI	Key Performance Indicators (Klíčový ukazatel výkonnosti)
MHR	Malá hodnota rizika
MTM	Methods-Time Measurement (Metoda nepřímého měření spotřeby času)
NNVA	Necessary Non-Value Added (Nevyhnutelná nepřidaná hodnota)
NVA	Non-Value Added (Nepřidaná hodnota – plýtvání)
PVA	Process Value Added (Přidaná hodnota procesu)
RIPRAN	Risk Project Analysis (Analýza rizik projektu)
SHR	Střední hodnota rizika
T/T	Takt Time (Čas taktu)
TMU	Time Measure Units (Časové měrné jednotky)
USA	Spojené státy americké
VA	Value Added (Přidaná hodnota)
VMR	Vysoká hodnota rizika

SEZNAM PŘÍLOH

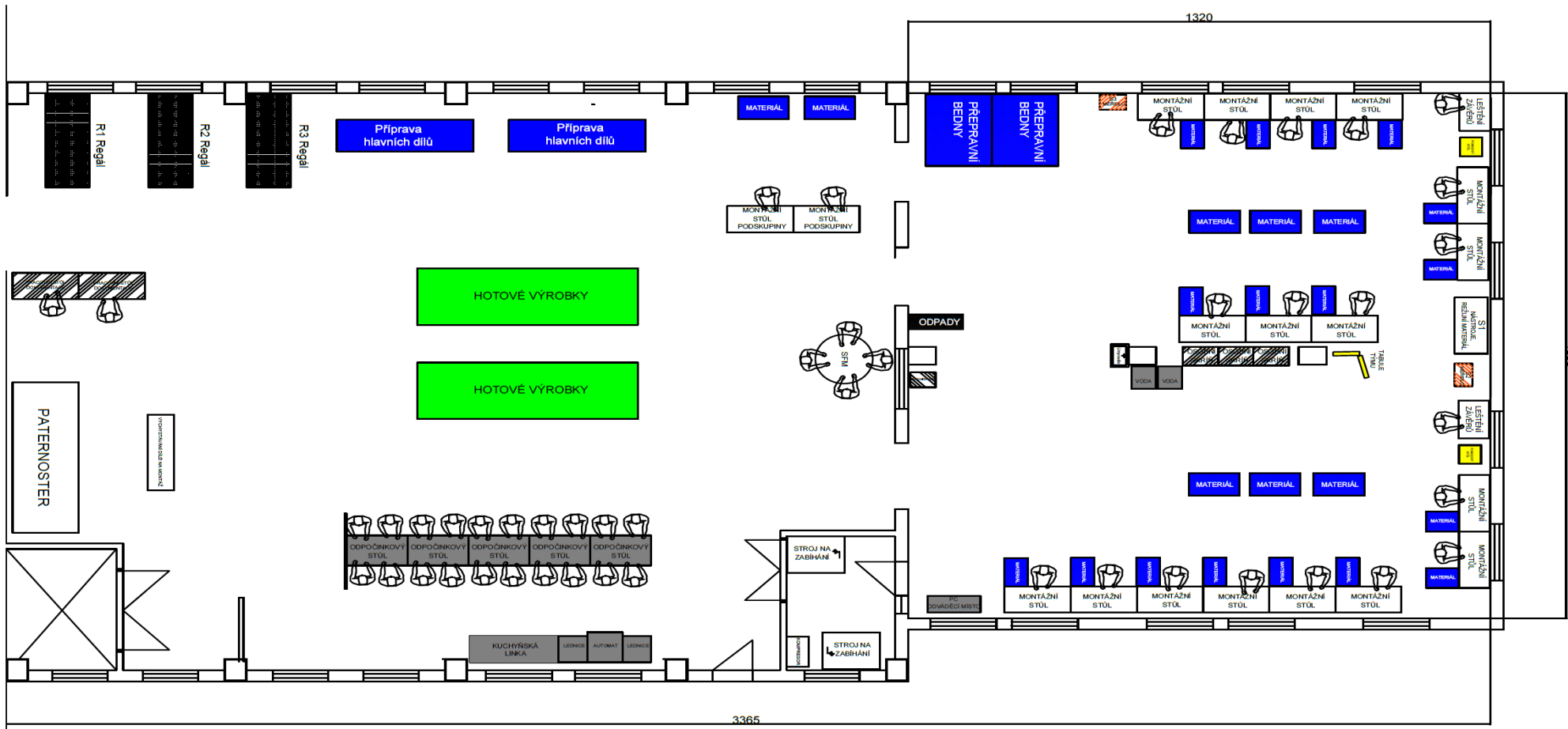
Příloha P I:	Objem výroby produktových řad a objem výroby modelů Produktu1
Příloha P II:	Layout dílny
Příloha P III:	Horní polovina layoutu dílny
Příloha P IV:	Spodní polovina layoutu dílny
Příloha P V:	Ukazatel produktivity týmu
Příloha P VI:	Ukazatel procenta oprav hotových výrobků za tým
Příloha P VII:	Ukazatel zmetkovitosti celého provozu
Příloha P VIII:	Vývojový diagram technologického postupu
Příloha P IX:	Chronometráž modelu Produkt1_A
Příloha P X:	Chronometráž modelu Produkt1_B
Příloha P XI:	Chronometráž modelu Produkt1_C
Příloha P XII:	Chronometráž modelu Produkt1_D
Příloha P XIII:	Analýza kořenové příčiny metodou Ishikawa
Příloha P XIV:	Balanční studie modelu Produkt1_A
Příloha P XV:	Balanční studie modelu Produkt1_B
Příloha P XVI:	Balanční studie modelu Produkt1_C
Příloha P XVII:	Balanční studie modelu Produkt1_D
Příloha P XVIII:	Layout navrhované montážní linky
Příloha P XIX:	3D model navrhované montážní linky
Příloha P XX:	Navrhovaný layout dílny varianta číslo 1
Příloha P XXI:	Navrhovaný layout dílny varianta číslo 2
Příloha P XXII:	Horní polovina navrhovaného layoutu dílny varianta číslo 2
Příloha P XXIII:	Harmonogram projektu
Příloha P XXIV:	Analýza rizik projektu metodou RIPRAN

PŘÍLOHA P I: OBJEM VÝROBY PRODUKTOVÝCH ŘAD A OBJEM VÝROBY MODELŮ PRODUKTU1

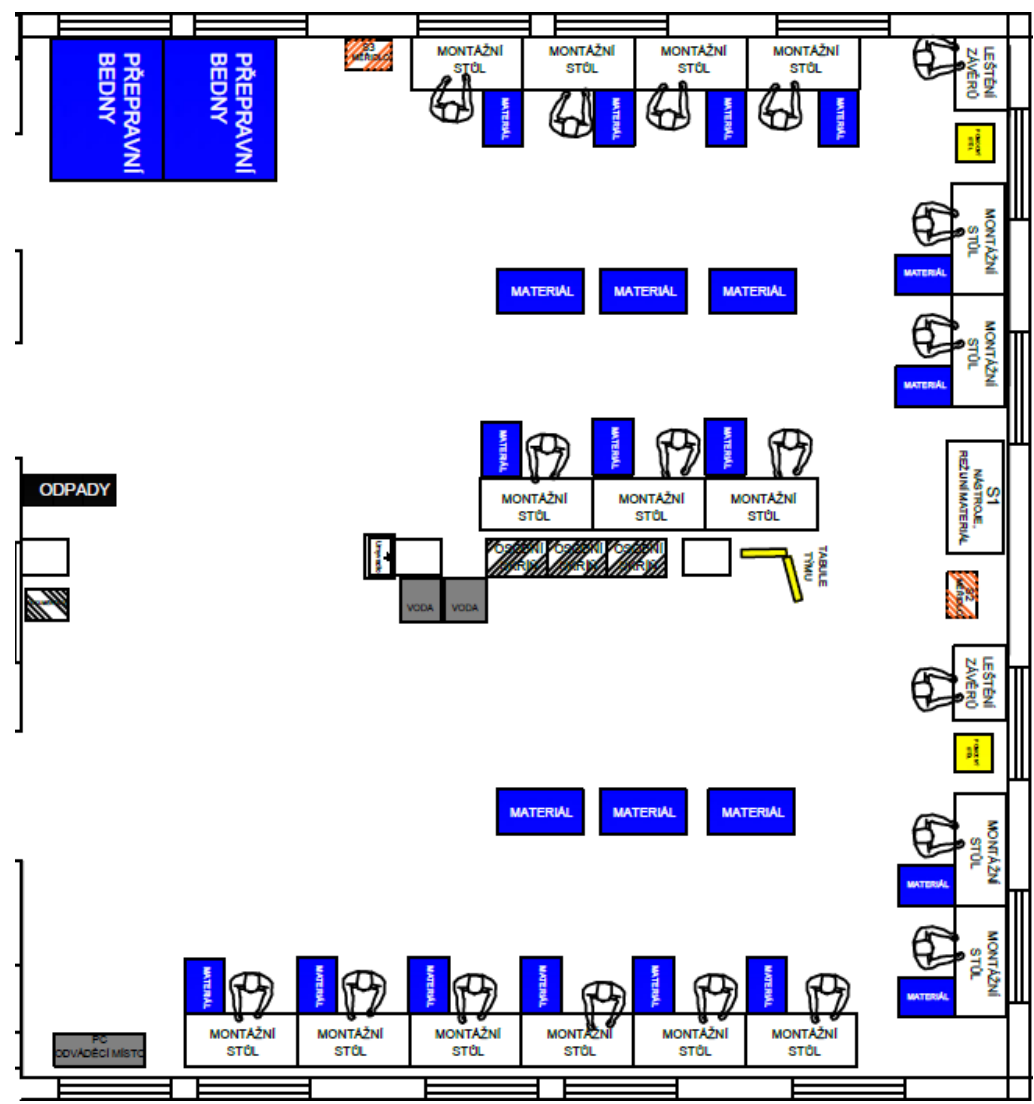
Rok	Produkt	Měsíc												Součet	Podíl
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2024	Produkt1	13 134	16 701	16 219	15 466	15 830	11 014	12 035	19 767	17 672	22 837	21 284	10 605	192 564	59,1 %
	Produkt2	3 007	4 107	5 272	6 369	8 792	7 722	3 743	9 031	7 955	7 451	7 431	3 372	74 252	22,8 %
	Produkt3	5 365	2 671	2 820	3 651	3 398	3 569	2 015	4 194	3 548	3 779	3 429	2 031	40 470	12,4 %
	Produkt4	2 996	1 890	466	1 892	2 236	1 022	994	61	306	2 203	2 183	995	17 244	5,3 %
	Produkt5	212	128	0	16	100	8	50	70	0	0	0	0	584	0,2 %
	Produkt6	0	0	0	1	0	0	0	70	166	100	200	0	537	0,2 %
2024 Celkem		24 714	25 497	24 777	27 395	30 356	23 335	18 837	33 193	29 647	36 370	34 527	17 003	325 651	-

Rok	Model	Měsíc												Součet	Podíl
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2024	Produkt1_A	7 105	9 008	9 541	8 139	7 356	4 589	6 701	11 084	9 290	14 315	13 683	6 495	107 306	55,7 %
	Produkt2_B	5 581	4 194	4 308	2 709	6 340	5 688	2 521	6 067	5 567	5 629	4 560	1 655	54 819	28,5 %
	Produkt3_C	204	1 462	1 353	1 488	1 102	1 896	1 362	1 460	1 565	1 590	1 416	1 375	16 273	8,5 %
	Produkt4_D	244	1 037	1 017	1 530	1 032	1 412	1 451	1 156	1 284	1 303	1 620	1 080	14 166	7,4 %
2024 Celkem Produkt1		7 105	9 008	9 541	8 139	7 356	4 589	6 701	11 084	9 290	14 315	13 683	6 495	192 564	-
2024 Celkem		24 714	25 497	24 777	27 395	30 356	23 335	18 837	33 193	29 647	36 370	34 527	17 003	325 651	-

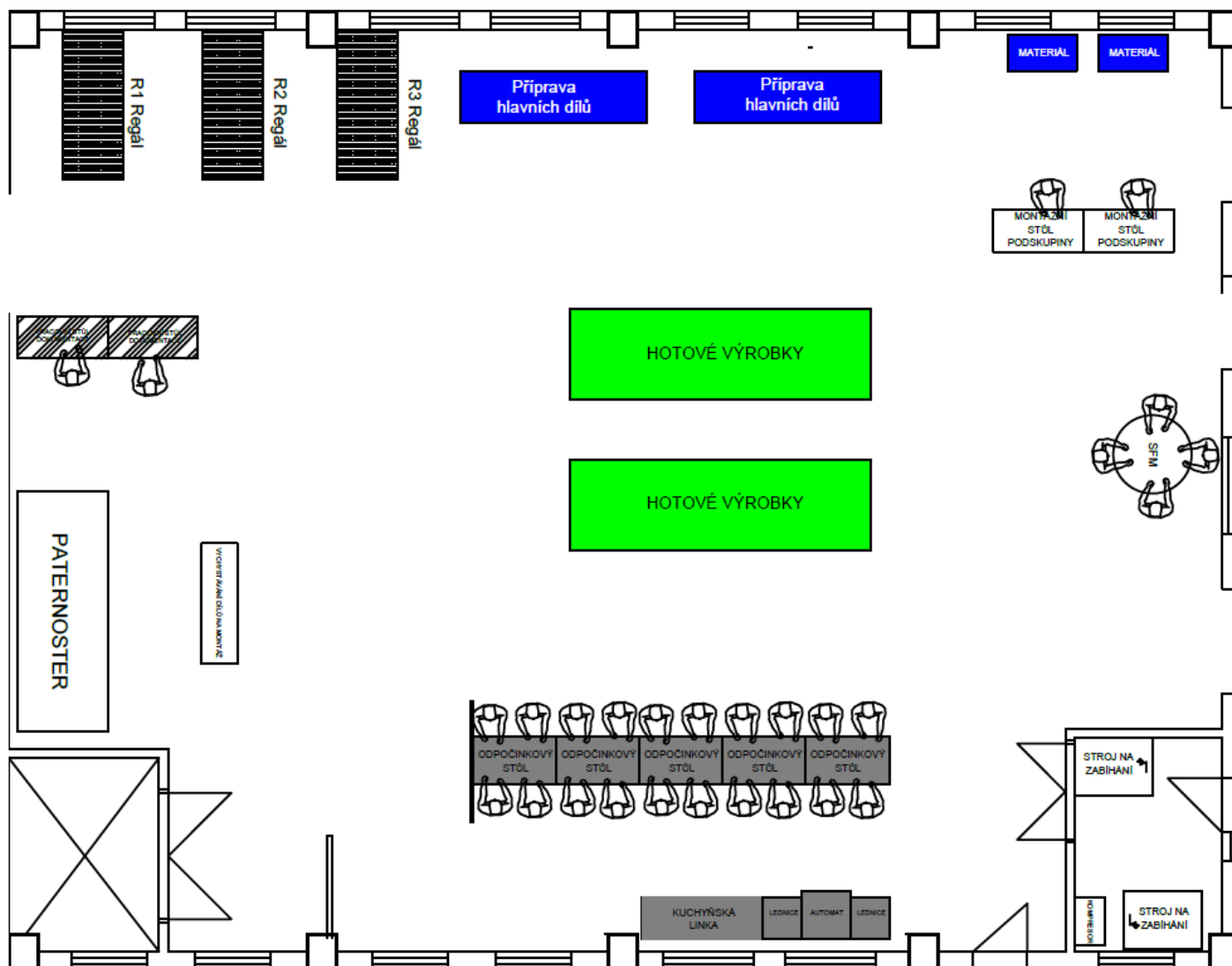
PŘÍLOHA P II: LAYOUT DÍLNY



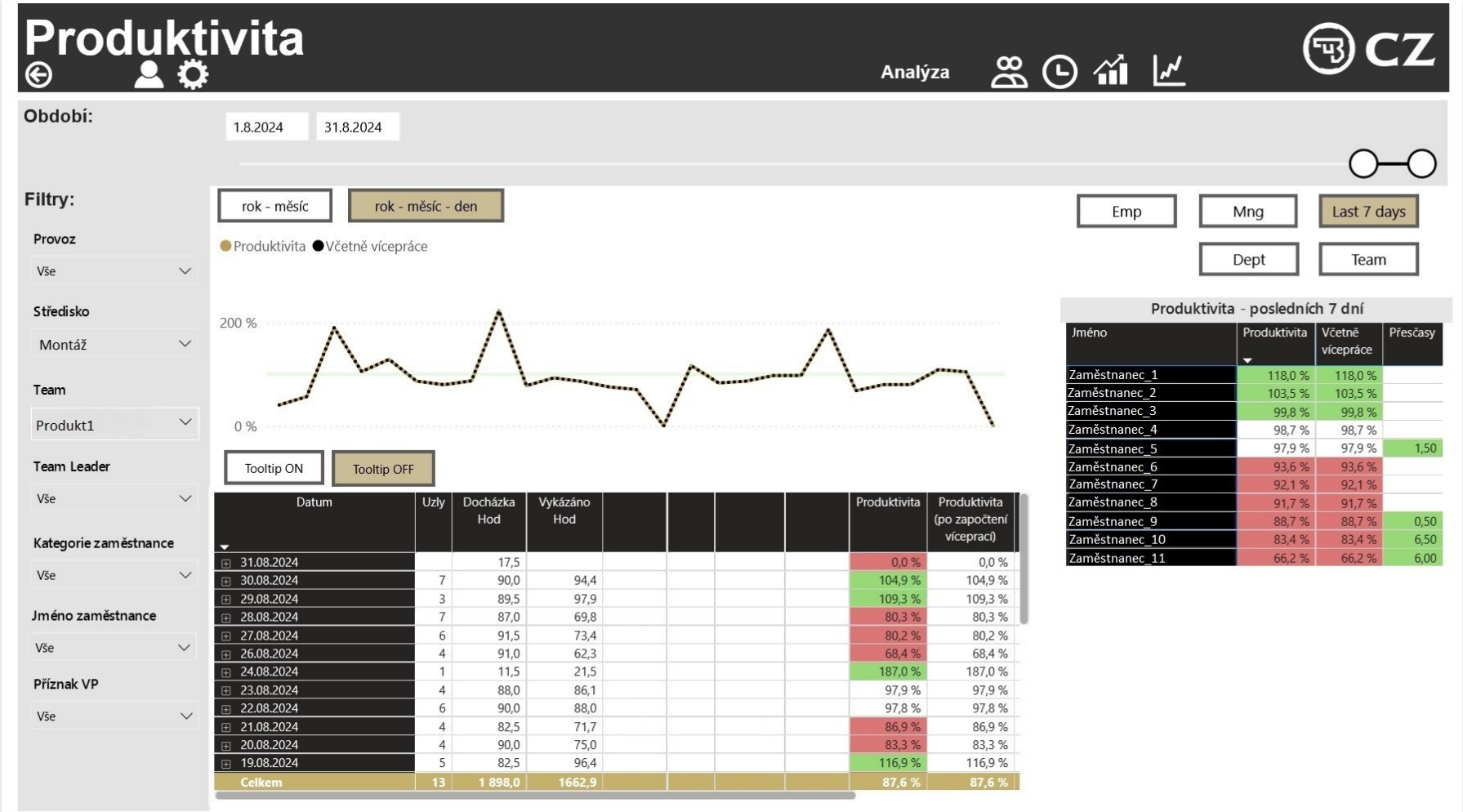
PŘÍLOHA P III: HORNÍ POLOVINA LAYOUTU DÍLNY



PŘÍLOHA P IV: SPODNÍ POLOVINA LAYOUTU DÍLNY



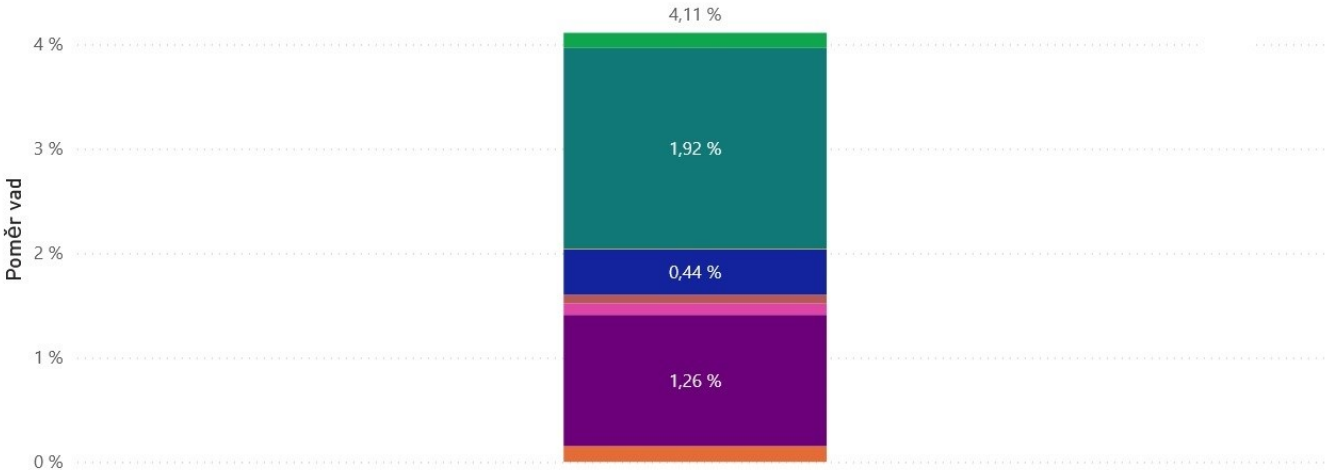
PŘÍLOHA P V: UKAZATEL PRODUKTIVITY TÝMU



PŘÍLOHA P VI: UKAZATEL PROCENTA OPRAV HOTOVÝCH VÝROBKŮ ZA TÝM

Rozbor vad na zbraních

Date
1.8.2024 30.8.2024



2024 8
Rok Měsíc

Model	Odvedeno	Počet vad	Poměr vad
Produkt1_A	286	27	9,44 %
Produkt1_B	3822	263	6,88 %
Produkt1_C	2246	117	5,21 %
Produkt1_D	5463	196	3,59 %
	4729	77	1,63 %
			0,00 %
			0,00 %
			0,00 %
			0,00 %
Celkem	16546	680	4,11 %

ODVEDENO = počet výrobků odvedených do expedice

Popis vady	Počet vad	Poměr vad
Nesprávný díl	186	1,12 %
Chybějící díl	129	0,78 %
vyjždí kolík	63	0,38 %
hrubé opracování	47	0,28 %
závěr - poškození po PÚ	42	0,25 %
nečistoty na povrchu dílu	32	0,19 %
mechanické poškození povrchu před PÚ	25	0,15 %
nekompletní (schází díl, schází štítek / není funkční)	17	0,10 %
popis chybějící provedení (vzhled)	14	0,08 %
Celkem	680	4,11 %

Vady

☐ Přesunuto k opravě na jiné HS

☒ Všechny vady zjištěné na HS

Místo identifikace

☐ Montáž

☐ Zkušebna

☒ Výstupní kontrola

Model

☐ Produkt4

☐ Produkt3

☐ Produkt2

☒ Produkt1

Druh

☐ Rozměry/COMBO

☐ Produkt4

☐ Produkt3

☐ Produkt2

☒ Produkt1

Skupina vad

☐ balistika

☐ bezpečnost zbraně neodpovídá

☐ funkce zbraně neodpovídá

☐ mechanické po pú

☐ model / provedení neodpovídá / neprovedeno

☐ montáž - demontáž

☐ nečelistvost zbraně - destrukce

☐ rozměry dílu neodpovídají

☐ rozměry zbraně neodpovídají

☐ vzhled

☐ značení výrobku / popis neodpovídá

PŘÍLOHA P VII: UKAZATEL ZMETKOVITOSTI CELÉHO PROVOZU

Zmetky dle řad a ceny

Rok, Měsíc

2024 (Rok) + 8 (...)

Dílna zjištění

Vše

Dílna zavinění

Montáž

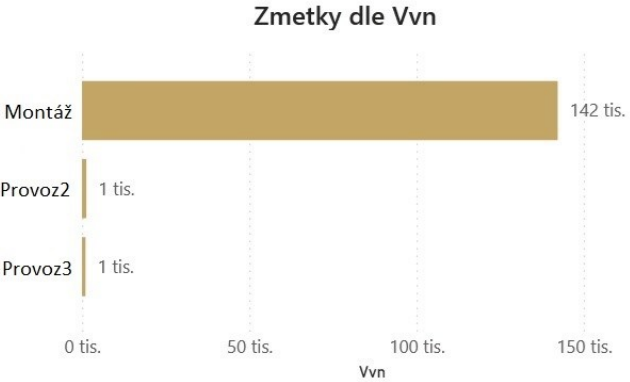
Výrobní příkaz

Vše

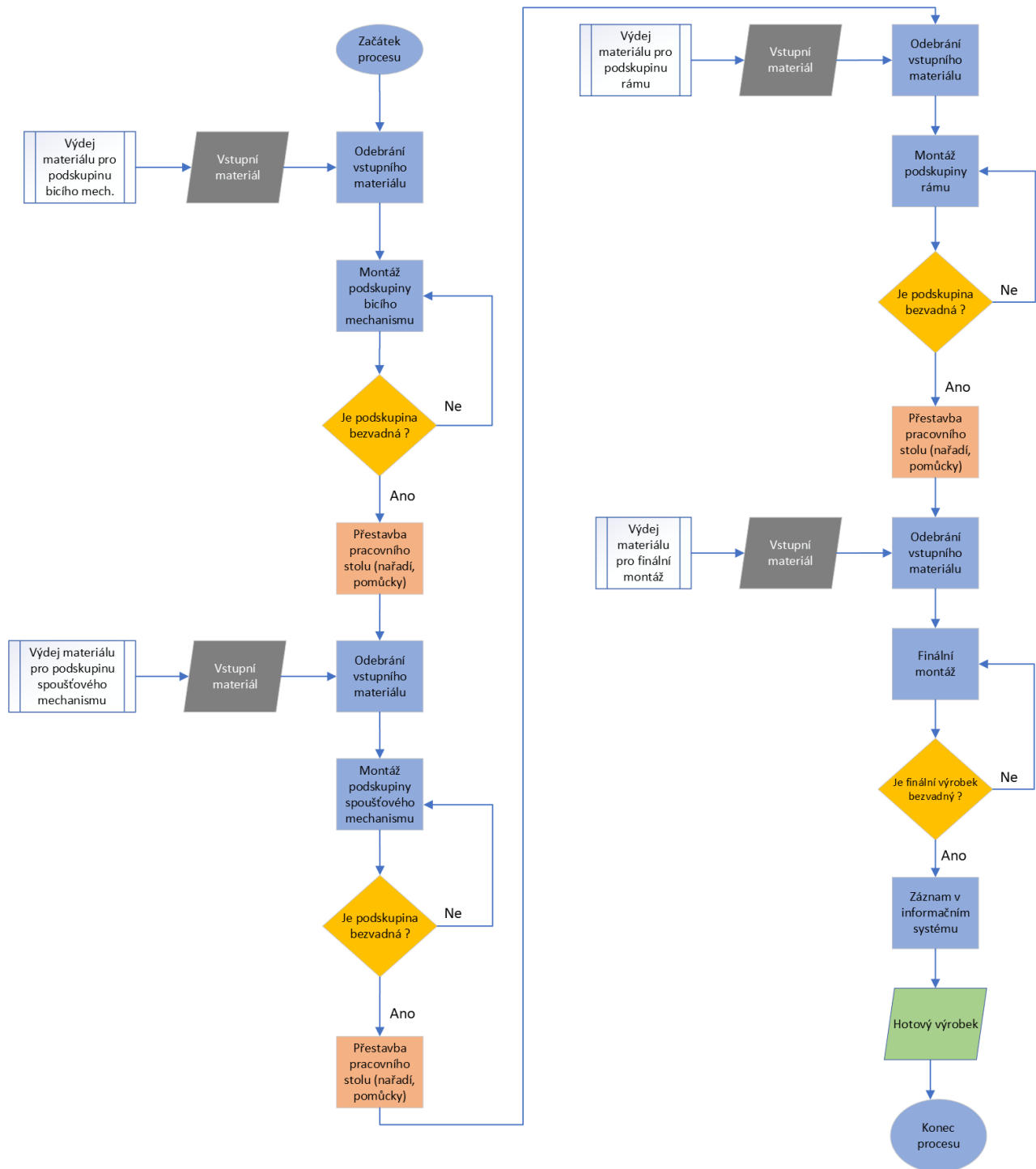
StřediskoHS

Montáž

StřediskoHS	ZmeKs	VvnKs	Vvn	Dílna zjištění	Dílna zavinění
Montáž	1006	92 957,95	144 605,76	3520	3520
Montáž	1006	92 957,95	144 605,76	3520	3520
Produkt3	52	38 979,10	62 741,66	3520	3520
Produkt2	886	20 032,93	38 525,37	3520	3520
Produkt1	61	28 972,63	38 365,45	3520	3520
Produkt4	7	4 973,28	4 973,28	3520	3520
Celkem	1006	92 957,95	144 605,76	3520	3520



PŘÍLOHA P VIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

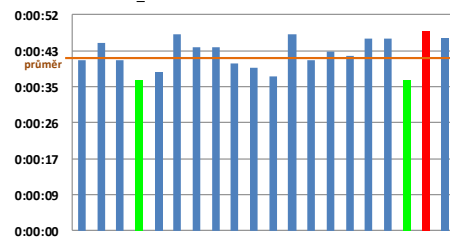


PŘÍLOHA P IX: CHRONOMETRÁŽ MODELU PRODUKT1_A

Průměr na 1 kus	0:00:42
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_A
Název úkonu	Bicí mechanismus

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:00:41	1	0:00:41
2	0:00:41 0:01:26	1	0:00:45
3	0:01:26 0:02:07	1	0:00:41
4	0:02:07 0:02:43	1	0:00:36
5	0:02:43 0:03:21	1	0:00:38
6	0:03:21 0:04:08	1	0:00:47
7	0:04:08 0:04:52	1	0:00:44
8	0:04:52 0:05:36	1	0:00:44
9	0:05:36 0:06:16	1	0:00:40
10	0:06:16 0:06:55	1	0:00:39
11	0:06:55 0:07:32	1	0:00:37
12	0:07:32 0:08:19	1	0:00:47
13	0:08:19 0:09:00	1	0:00:41
14	0:09:00 0:09:43	1	0:00:43
15	0:09:43 0:10:25	1	0:00:42
16	0:10:25 0:11:11	1	0:00:46
17	0:11:11 0:11:57	1	0:00:46
18	0:11:57 0:12:33	1	0:00:36
19	0:12:33 0:13:21	1	0:00:48
20	0:13:21 0:14:07	1	0:00:46

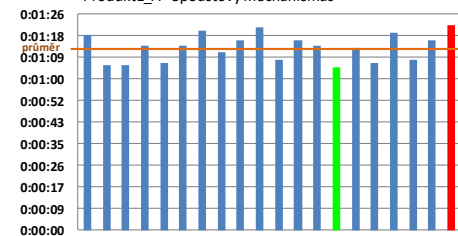
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_A - Bicí mechanismus



Průměr na 1 kus	0:01:13
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_A
Název úkonu	Spoušť.mech.

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:18	1	0:01:18
2	0:01:18 0:02:24	1	0:01:06
3	0:02:24 0:03:30	1	0:01:06
4	0:03:30 0:04:44	1	0:01:14
5	0:04:44 0:05:51	1	0:01:07
6	0:05:51 0:07:05	1	0:01:14
7	0:07:05 0:08:25	1	0:01:20
8	0:08:25 0:09:36	1	0:01:11
9	0:09:36 0:10:52	1	0:01:16
10	0:10:52 0:12:13	1	0:01:21
11	0:12:13 0:13:21	1	0:01:08
12	0:13:21 0:14:37	1	0:01:16
13	0:14:37 0:15:51	1	0:01:14
14	0:15:51 0:16:56	1	0:01:05
15	0:16:56 0:18:09	1	0:01:13
16	0:18:09 0:19:16	1	0:01:07
17	0:19:16 0:20:35	1	0:01:19
18	0:20:35 0:21:43	1	0:01:08
19	0:21:43 0:22:59	1	0:01:16
20	0:22:59 0:24:21	1	0:01:22

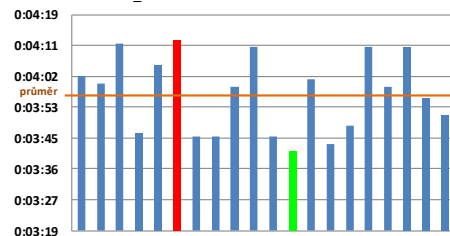
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_A - Spoušťový mechanismus



Průměr na 1 kus	0:03:57
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_A
Název úkonu	Rám

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:04:02	1	0:04:02
2	0:04:02 0:08:02	1	0:04:00
3	0:08:02 0:12:13	1	0:04:11
4	0:12:13 0:15:59	1	0:03:46
5	0:15:59 0:20:04	1	0:04:05
6	0:20:04 0:24:16	1	0:04:12
7	0:24:16 0:28:01	1	0:03:45
8	0:28:01 0:31:46	1	0:03:45
9	0:31:46 0:35:45	1	0:03:59
10	0:35:45 0:39:55	1	0:04:10
11	0:39:55 0:43:40	1	0:03:45
12	0:43:40 0:47:21	1	0:03:41
13	0:47:21 0:51:22	1	0:04:01
14	0:51:22 0:55:05	1	0:03:43
15	0:55:05 0:58:53	1	0:03:48
16	0:58:53 1:03:03	1	0:04:10
17	1:03:03 1:07:02	1	0:03:59
18	1:07:02 1:11:12	1	0:04:10
19	1:11:12 1:15:08	1	0:03:56
20	1:15:08 1:18:59	1	0:03:51

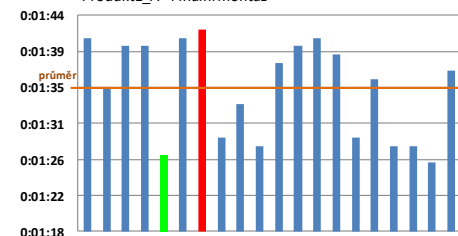
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_A - Rám



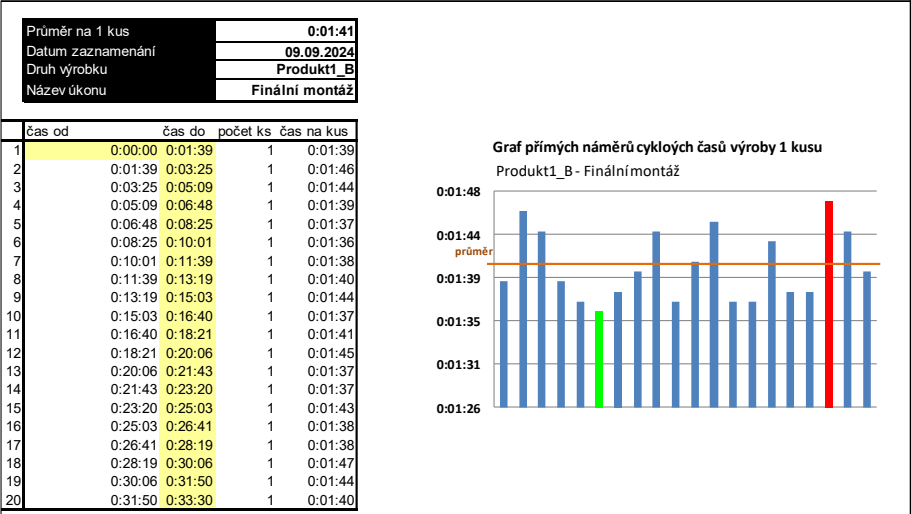
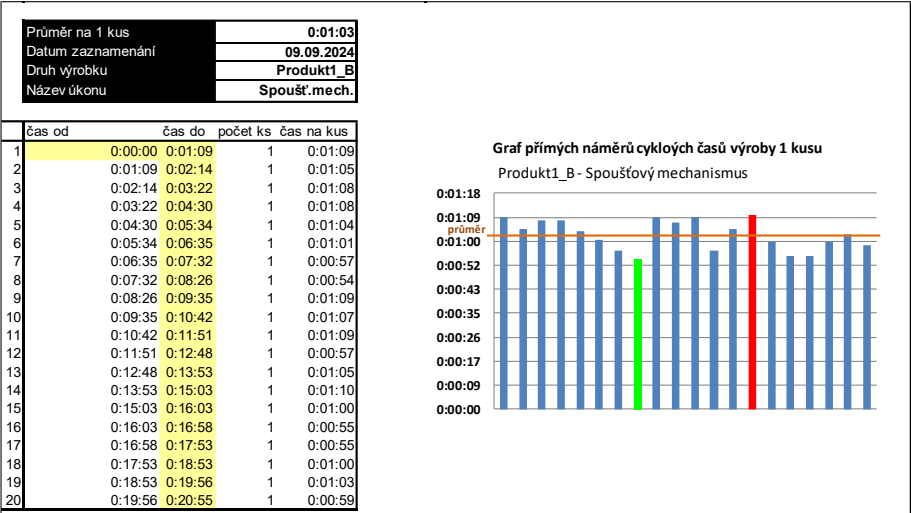
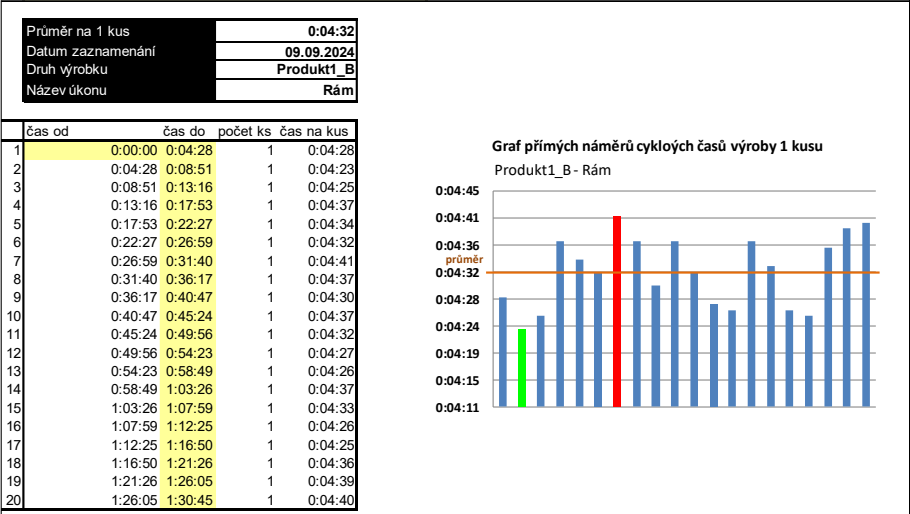
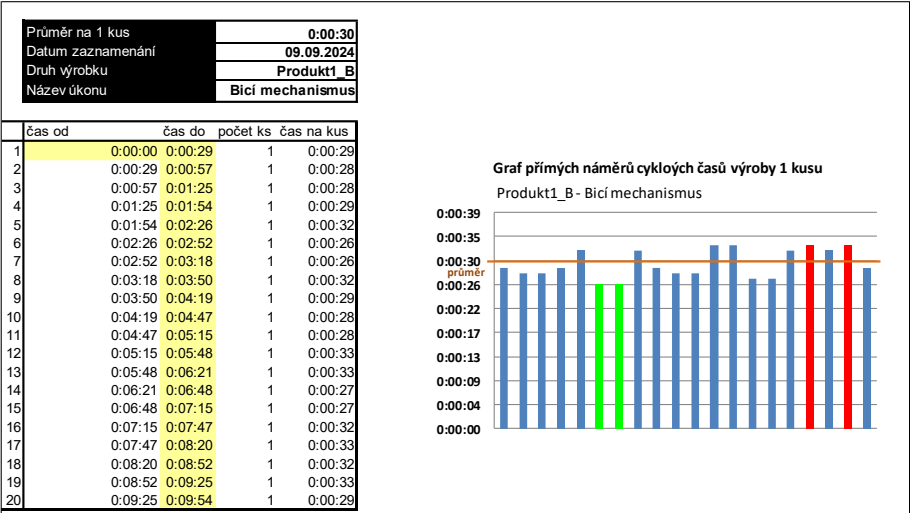
Průměr na 1 kus	0:01:35
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_A
Název úkonu	Finální montáž

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:41	1	0:01:41
2	0:01:41 0:03:16	1	0:01:35
3	0:03:16 0:04:56	1	0:01:40
4	0:04:56 0:06:36	1	0:01:40
5	0:06:36 0:08:03	1	0:01:27
6	0:08:03 0:09:44	1	0:01:41
7	0:09:44 0:11:26	1	0:01:42
8	0:11:26 0:12:55	1	0:01:29
9	0:12:55 0:14:28	1	0:01:33
10	0:14:28 0:15:56	1	0:01:28
11	0:15:56 0:17:34	1	0:01:38
12	0:17:34 0:19:14	1	0:01:40
13	0:19:14 0:20:55	1	0:01:41
14	0:20:55 0:22:34	1	0:01:39
15	0:22:34 0:24:03	1	0:01:29
16	0:24:03 0:25:39	1	0:01:36
17	0:25:39 0:27:07	1	0:01:28
18	0:27:07 0:28:35	1	0:01:28
19	0:28:35 0:30:01	1	0:01:26
20	0:30:01 0:31:38	1	0:01:37

Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_A - Finální montáž



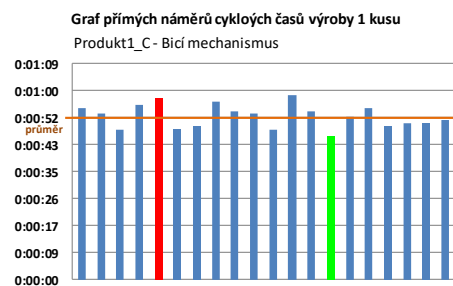
PŘÍLOHA P X: CHRONOMETRAŽ MODELU PRODUKT1_B



PŘÍLOHA P XI: CHRONOMETRÁŽ MODELU PRODUKT1_C

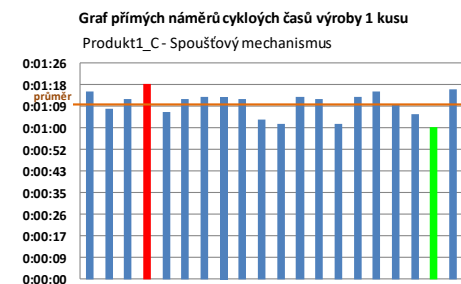
Průměr na 1 kus	0:00:52
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_C
Název úkonu	Bicí mechanismus

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:00:55	1	0:00:55
2	0:00:55 0:01:48	1	0:00:53
3	0:01:48 0:02:36	1	0:00:48
4	0:02:36 0:03:32	1	0:00:56
5	0:03:32 0:04:30	1	0:00:58
6	0:04:30 0:05:18	1	0:00:48
7	0:05:18 0:06:07	1	0:00:49
8	0:06:07 0:07:04	1	0:00:57
9	0:07:04 0:07:58	1	0:00:54
10	0:07:58 0:08:51	1	0:00:53
11	0:08:51 0:09:39	1	0:00:48
12	0:09:39 0:10:38	1	0:00:59
13	0:10:38 0:11:32	1	0:00:54
14	0:11:32 0:12:18	1	0:00:46
15	0:12:18 0:13:10	1	0:00:52
16	0:13:10 0:14:05	1	0:00:55
17	0:14:05 0:14:54	1	0:00:49
18	0:14:54 0:15:44	1	0:00:50
19	0:15:44 0:16:34	1	0:00:50
20	0:16:34 0:17:25	1	0:00:51



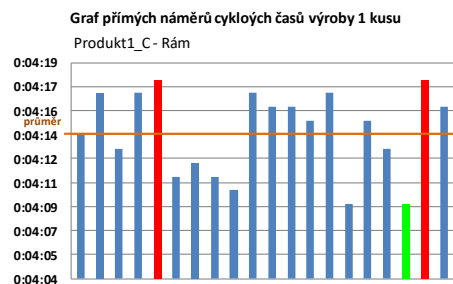
Průměr na 1 kus	0:01:10
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_C
Název úkonu	Spoušť.mech.

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:15	1	0:01:15
2	0:01:15 0:02:23	1	0:01:08
3	0:02:23 0:03:35	1	0:01:12
4	0:03:35 0:04:53	1	0:01:18
5	0:04:53 0:06:00	1	0:01:07
6	0:06:00 0:07:12	1	0:01:12
7	0:07:12 0:08:25	1	0:01:13
8	0:08:25 0:09:38	1	0:01:13
9	0:09:38 0:10:50	1	0:01:12
10	0:10:50 0:11:54	1	0:01:04
11	0:11:54 0:12:56	1	0:01:02
12	0:12:56 0:14:09	1	0:01:13
13	0:14:09 0:15:21	1	0:01:12
14	0:15:21 0:16:23	1	0:01:02
15	0:16:23 0:17:36	1	0:01:13
16	0:17:36 0:18:51	1	0:01:15
17	0:18:51 0:20:01	1	0:01:10
18	0:20:01 0:21:07	1	0:01:06
19	0:21:07 0:22:08	1	0:01:01
20	0:22:08 0:23:24	1	0:01:16



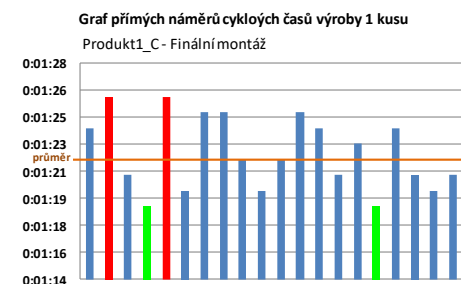
Průměr na 1 kus	0:04:14
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_C
Název úkonu	Rám

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:04:14	1	0:04:14
2	0:04:14 0:08:31	1	0:04:17
3	0:08:31 0:12:44	1	0:04:13
4	0:12:44 0:17:01	1	0:04:17
5	0:17:01 0:21:19	1	0:04:18
6	0:21:19 0:25:30	1	0:04:11
7	0:25:30 0:29:42	1	0:04:12
8	0:29:42 0:33:53	1	0:04:11
9	0:33:53 0:38:03	1	0:04:10
10	0:38:03 0:42:20	1	0:04:17
11	0:42:20 0:46:36	1	0:04:16
12	0:46:36 0:50:52	1	0:04:16
13	0:50:52 0:55:07	1	0:04:15
14	0:55:07 0:59:24	1	0:04:17
15	0:59:24 1:03:33	1	0:04:09
16	1:03:33 1:07:48	1	0:04:15
17	1:07:48 1:12:01	1	0:04:13
18	1:12:01 1:16:10	1	0:04:09
19	1:16:10 1:20:28	1	0:04:18
20	1:20:28 1:24:44	1	0:04:16



Průměr na 1 kus	0:01:22
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_C
Název úkonu	Finální montáž

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:24	1	0:01:24
2	0:01:24 0:02:50	1	0:01:26
3	0:02:50 0:04:11	1	0:01:21
4	0:04:11 0:05:30	1	0:01:19
5	0:05:30 0:06:56	1	0:01:26
6	0:06:56 0:08:16	1	0:01:20
7	0:08:16 0:09:41	1	0:01:25
8	0:09:41 0:11:06	1	0:01:25
9	0:11:06 0:12:28	1	0:01:22
10	0:12:28 0:13:48	1	0:01:20
11	0:13:48 0:15:10	1	0:01:22
12	0:15:10 0:16:35	1	0:01:25
13	0:16:35 0:17:59	1	0:01:24
14	0:17:59 0:19:20	1	0:01:21
15	0:19:20 0:20:43	1	0:01:23
16	0:20:43 0:22:02	1	0:01:19
17	0:22:02 0:23:26	1	0:01:24
18	0:23:26 0:24:47	1	0:01:21
19	0:24:47 0:26:07	1	0:01:20
20	0:26:07 0:27:28	1	0:01:21

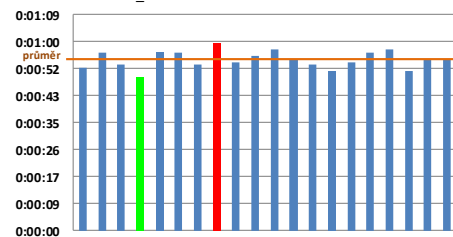


PŘÍLOHA P XII: CHRONOMETRÁŽ MODELU PRODUKT1_D

Průměr na 1 kus	0:00:55
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_D
Název úkonu	Bicí mechanismus

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:00:52	1	0:00:52
2	0:00:52 0:01:49	1	0:00:57
3	0:01:49 0:02:42	1	0:00:53
4	0:02:42 0:03:31	1	0:00:49
5	0:03:31 0:04:28	1	0:00:57
6	0:04:28 0:05:25	1	0:00:57
7	0:05:25 0:06:18	1	0:00:53
8	0:06:18 0:07:18	1	0:01:00
9	0:07:18 0:08:12	1	0:00:54
10	0:08:12 0:09:08	1	0:00:56
11	0:09:08 0:10:06	1	0:00:58
12	0:10:06 0:11:01	1	0:00:55
13	0:11:01 0:11:54	1	0:00:53
14	0:11:54 0:12:45	1	0:00:51
15	0:12:45 0:13:39	1	0:00:54
16	0:13:39 0:14:36	1	0:00:57
17	0:14:36 0:15:34	1	0:00:58
18	0:15:34 0:16:25	1	0:00:51
19	0:16:25 0:17:20	1	0:00:55
20	0:17:20 0:18:15	1	0:00:55

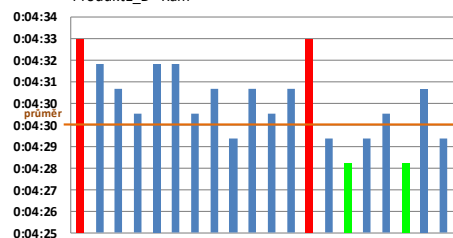
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_D - Bicí mechanismus



Průměr na 1 kus	0:04:30
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_D
Název úkonu	Rám

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:04:33	1	0:04:33
2	0:04:33 0:09:05	1	0:04:32
3	0:09:05 0:13:36	1	0:04:31
4	0:13:36 0:18:06	1	0:04:30
5	0:18:06 0:22:38	1	0:04:32
6	0:22:38 0:27:10	1	0:04:32
7	0:27:10 0:31:40	1	0:04:30
8	0:31:40 0:36:11	1	0:04:31
9	0:36:11 0:40:40	1	0:04:29
10	0:40:40 0:45:11	1	0:04:31
11	0:45:11 0:49:41	1	0:04:30
12	0:49:41 0:54:12	1	0:04:31
13	0:54:12 0:58:45	1	0:04:33
14	0:58:45 1:03:14	1	0:04:29
15	1:03:14 1:07:42	1	0:04:28
16	1:07:42 1:12:11	1	0:04:29
17	1:12:11 1:16:41	1	0:04:30
18	1:16:41 1:21:09	1	0:04:28
19	1:21:09 1:25:40	1	0:04:31
20	1:25:40 1:30:09	1	0:04:29

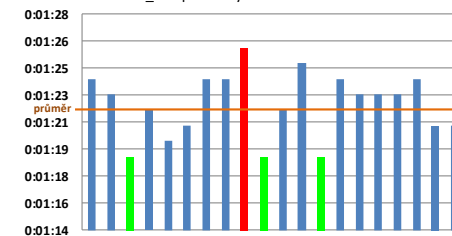
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_D - Rám



Průměr na 1 kus	0:01:22
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_D
Název úkonu	Spoušť.mech.

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:24	1	0:01:24
2	0:01:24 0:02:47	1	0:01:23
3	0:02:47 0:04:06	1	0:01:19
4	0:04:06 0:05:28	1	0:01:22
5	0:05:28 0:06:48	1	0:01:20
6	0:06:48 0:08:09	1	0:01:21
7	0:08:09 0:09:33	1	0:01:24
8	0:09:33 0:10:57	1	0:01:24
9	0:10:57 0:12:23	1	0:01:26
10	0:12:23 0:13:42	1	0:01:19
11	0:13:42 0:15:04	1	0:01:22
12	0:15:04 0:16:29	1	0:01:25
13	0:16:29 0:17:48	1	0:01:19
14	0:17:48 0:19:12	1	0:01:24
15	0:19:12 0:20:35	1	0:01:23
16	0:20:35 0:21:58	1	0:01:23
17	0:21:58 0:23:21	1	0:01:23
18	0:23:21 0:24:45	1	0:01:24
19	0:24:45 0:26:06	1	0:01:21
20	0:26:06 0:27:27	1	0:01:21

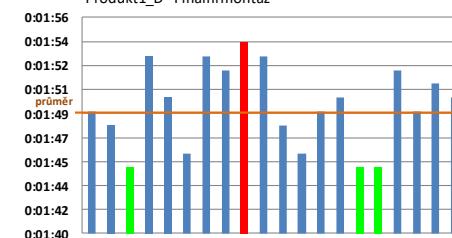
Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_D - Spoušťový mechanismus



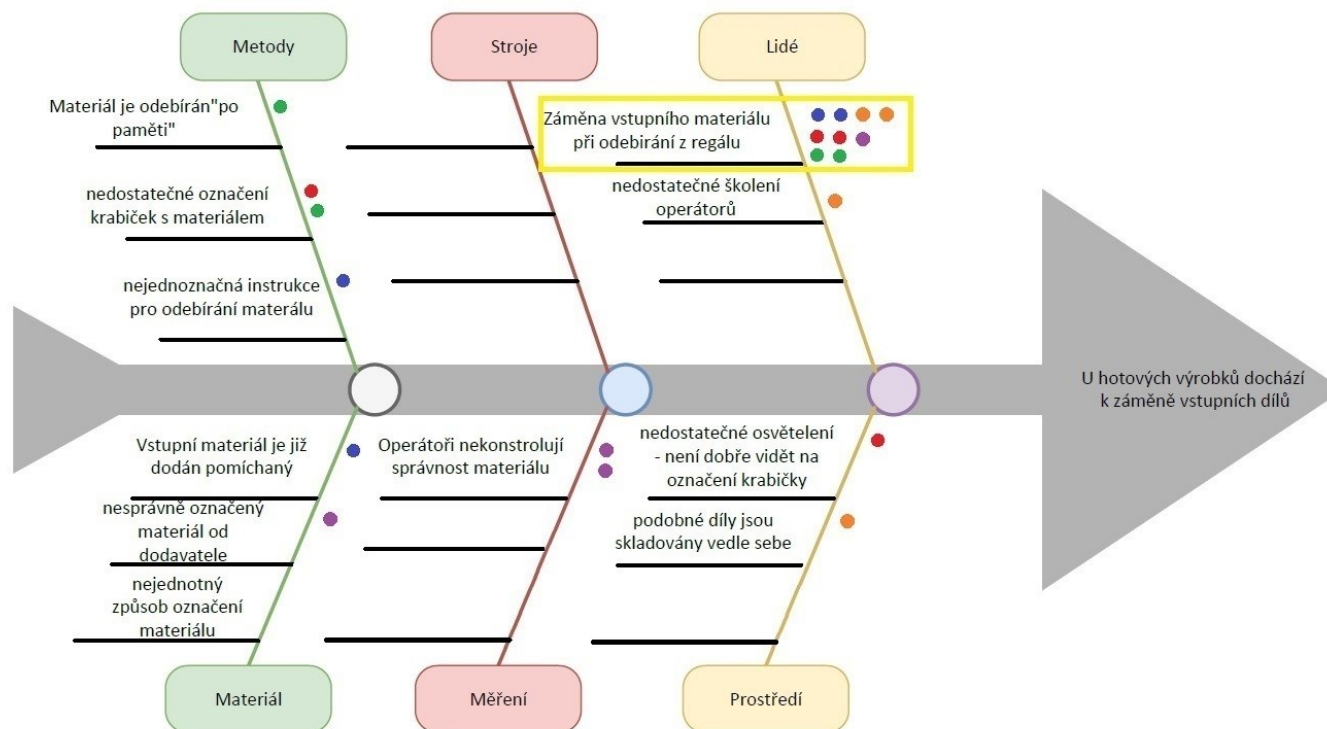
Průměr na 1 kus	0:01:49
Datum zaznamenání	09.09.2024
Druh výrobku	Produkt1_D
Název úkonu	Finální montáž

čas od	čas do	počet ks	čas na kus
1	0:00:00 0:01:49	1	0:01:49
2	0:01:49 0:03:37	1	0:01:48
3	0:03:37 0:05:22	1	0:01:45
4	0:05:22 0:07:15	1	0:01:53
5	0:07:15 0:09:05	1	0:01:50
6	0:09:05 0:10:51	1	0:01:46
7	0:10:51 0:12:44	1	0:01:53
8	0:12:44 0:14:36	1	0:01:52
9	0:14:36 0:16:30	1	0:01:54
10	0:16:30 0:18:23	1	0:01:53
11	0:18:23 0:20:11	1	0:01:48
12	0:20:11 0:21:57	1	0:01:46
13	0:21:57 0:23:46	1	0:01:49
14	0:23:46 0:25:36	1	0:01:50
15	0:25:36 0:27:21	1	0:01:45
16	0:27:21 0:29:06	1	0:01:45
17	0:29:06 0:30:58	1	0:01:52
18	0:30:58 0:32:47	1	0:01:49
19	0:32:47 0:34:38	1	0:01:51
20	0:34:38 0:36:28	1	0:01:50

Graf přímých náměrů cykloých časů výroby 1 kusu
Produkt1_D - Finální montáž



PŘÍLOHA P XIII: ANALÝZA KOŘENOVÉ PŘÍČINY METODOU ISHIKAWA



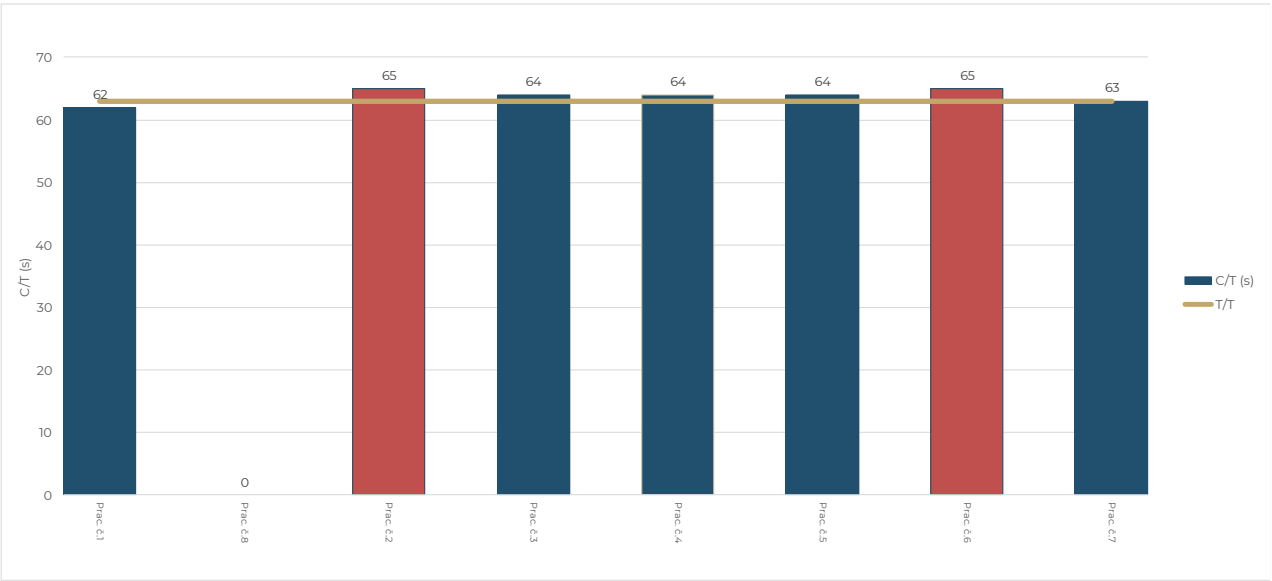
Hlasování

Group líder	☐	☐	☐	☐	Inspektor kvality	☐	☐	☐	☐
Tým líder	☐	☐	☐	☐	Technolog	☐	☐	☐	☐
Průmyslový inženýr	☐	☐	☐	☐					

PŘÍLOHA P XIV: BALANČNÍ STUDIE MODELU PRODUKT1_A

Úkon	Pracoviště	Název úkonu	Délka trvání úkonu [s]
1	1	ModelA_Bicí mechanismus	42
2	1	ModelA_Spoušťový mechanismus_1/2	20
3	2	ModelA_Spoušťový mechanismus_2/2	53
4	2	ModelA_Rám 1/5	12
5	3	ModelA_Rám 2/5	64
6	4	ModelA_Rám 3/5	64
7	5	ModelA_Rám 4/5	64
8	6	ModelA_Rám 5/5	33
9	6	ModelA_Finální montáž 1/2	32
10	7	ModelA_Finální montáž 2/2	63
11			
12			
13			
14			
15			
CELKEM			447,0

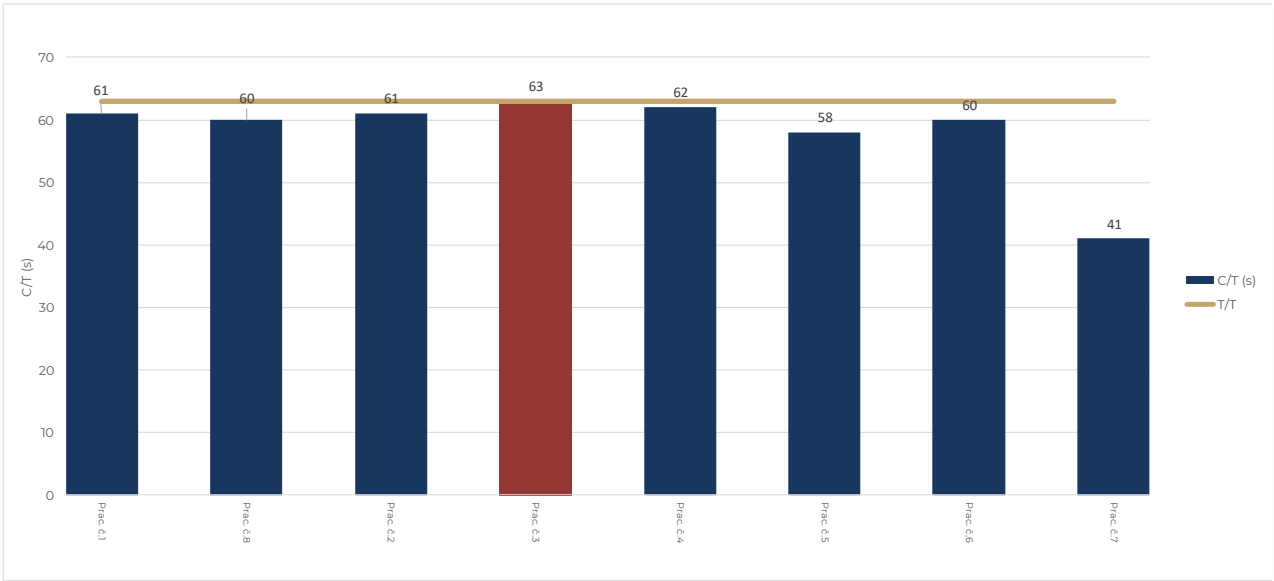
Balanční studie Produkt1_A															
Prac. č.1		Prac. č.8		Prac. č.2		Prac. č.3		Prac. č.4		Prac. č.5		Prac. č.6		Prac. č.7	
1	42		0	3	53	5	64	6	64	7	64	8	33	10	63
2	20		0	4	12		0		0		0	9	32		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
C/T (s)		0		65		64		64		64		65		63	
Rozdíl		1		63		-2		-1		-1		-2		0	
T/T		63		63		63		63		63		63		63	



PŘÍLOHA P XV: BALANČNÍ STUDIE MODELU PRODUKT1_B

Úkon	Pracoviště	Název úkonu	Délka trvání úkonu [s]
1	1	ModelB_Bicí mechanismus	30
2	1	ModelB_Spoušťový mechanismus 1/2	31
3	2	ModelB_Spoušťový mechanismus 2/2	32
4	2	ModelB_Rám 1/5	29
5	8	ModelB_Rám 2/5	60
6	3	ModelB_Rám 3/5	63
7	4	ModelB_Rám 4/5	62
8	5	ModelB_Rám 5/5	58
9	6	ModelB_Finální montáž 1/2	60
10	7	ModelB_Finální montáž 2/2	41
11			
12			
13			
14			
15			
CELKEM			466,0

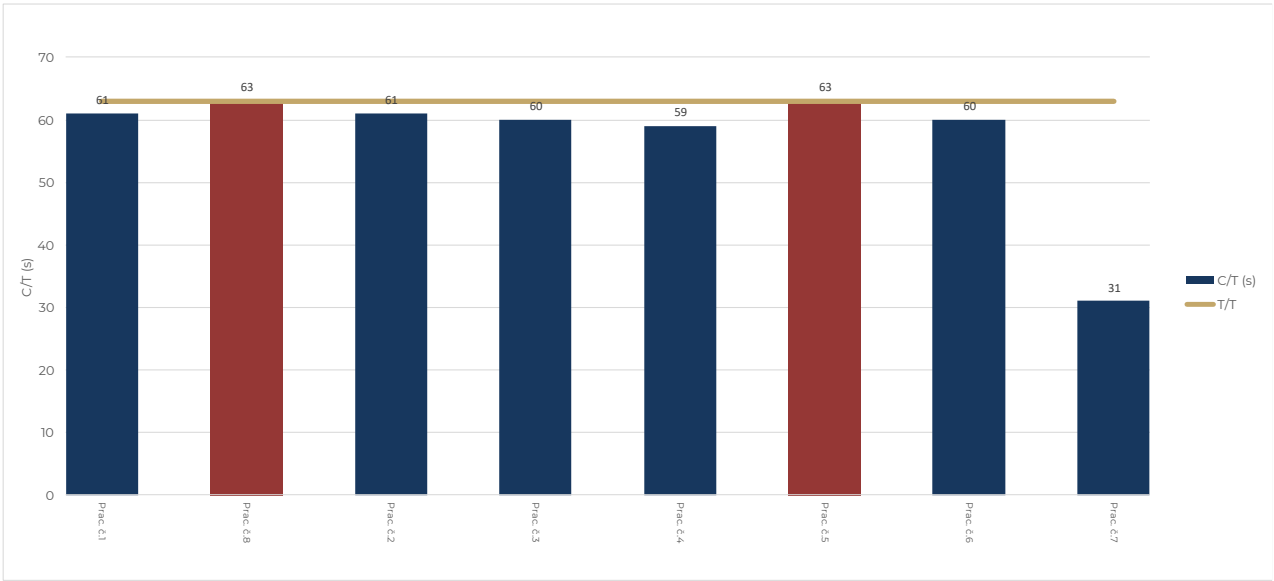
Balanční studie Produkt1_B															
Prac. č.1		Prac. č.8		Prac. č.2		Prac. č.3		Prac. č.4		Prac. č.5		Prac. č.6		Prac. č.7	
1	30	5	60	3	32	6	63	7	62	8	58	9	60	10	41
2	31		0	4	29		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
C/T (s)		61		61		63		62		58		60		41	
Rozdíl		2		3		2		0		1		5		3	
T/T		63		63		63		63		63		63		63	



PŘÍLOHA P XVI: BALANČNÍ STUDIE MODELU PRODUKT1_C

Úkon	Pracoviště	Název úkonu	Délka trvání úkonu [s]
1	1	ModelC_ModelA_Bicí mechanismus	52
2	1	ModelC_ModelA_Spoušťový mechanismus 1/2	9
3	2	ModelC_ModelA_Spoušťový mechanismus 2/2	61
4	3	ModelC_ModelA_Rám 1/5	60
5	8	ModelC_ModelA_Rám 2/5	63
6	4	ModelC_ModelA_Rám 3/5	59
7	5	ModelC_ModelA_Rám 4/5	63
8	6	ModelC_ModelA_Rám 5/5	9
9	6	ModelC_ModelA_Finální montáž 1/2	51
10	7	ModelC_ModelA_Finální montáž 2/2	31
11			
12			
13			
14			
15			
CELKEM			458,0

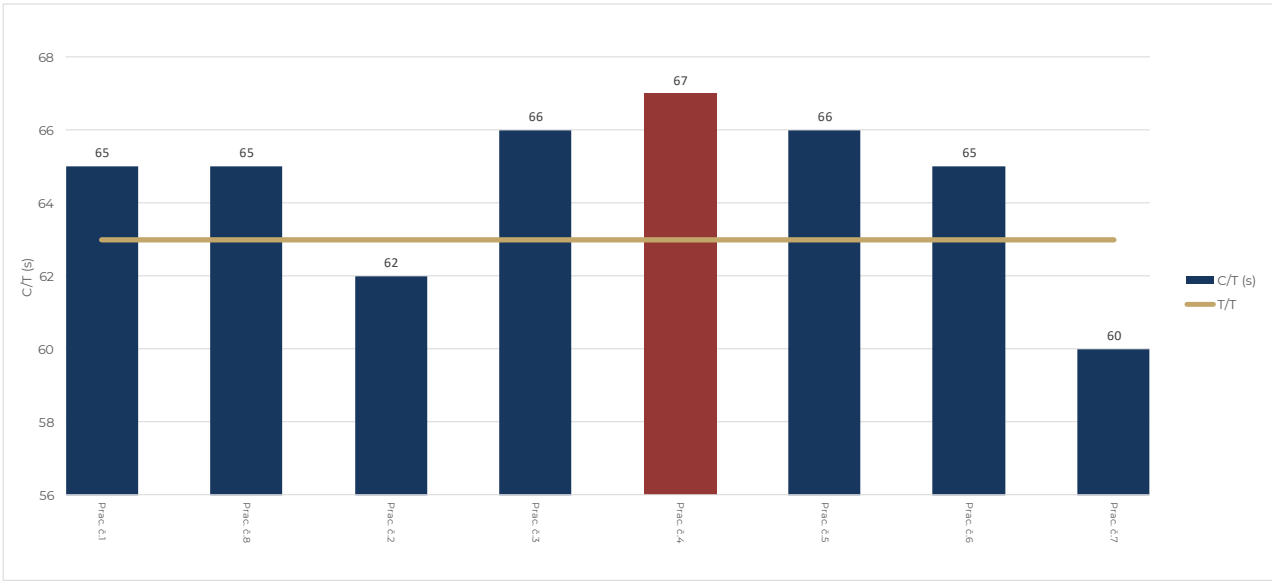
Balanční studie Produkt1_C															
Prac. č.1		Prac. č.8		Prac. č.2		Prac. č.3		Prac. č.4		Prac. č.5		Prac. č.6		Prac. č.7	
1	52	5	63	3	61	4	60	6	59	7	63	8	9	10	31
2	9		0		0		0		0		0	9	51		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
C/T (s)		61		63		61		60		59		63		60	
Rozdíl		2		0		2		3		4		0		3	
T/T		63		63		63		63		63		63		63	



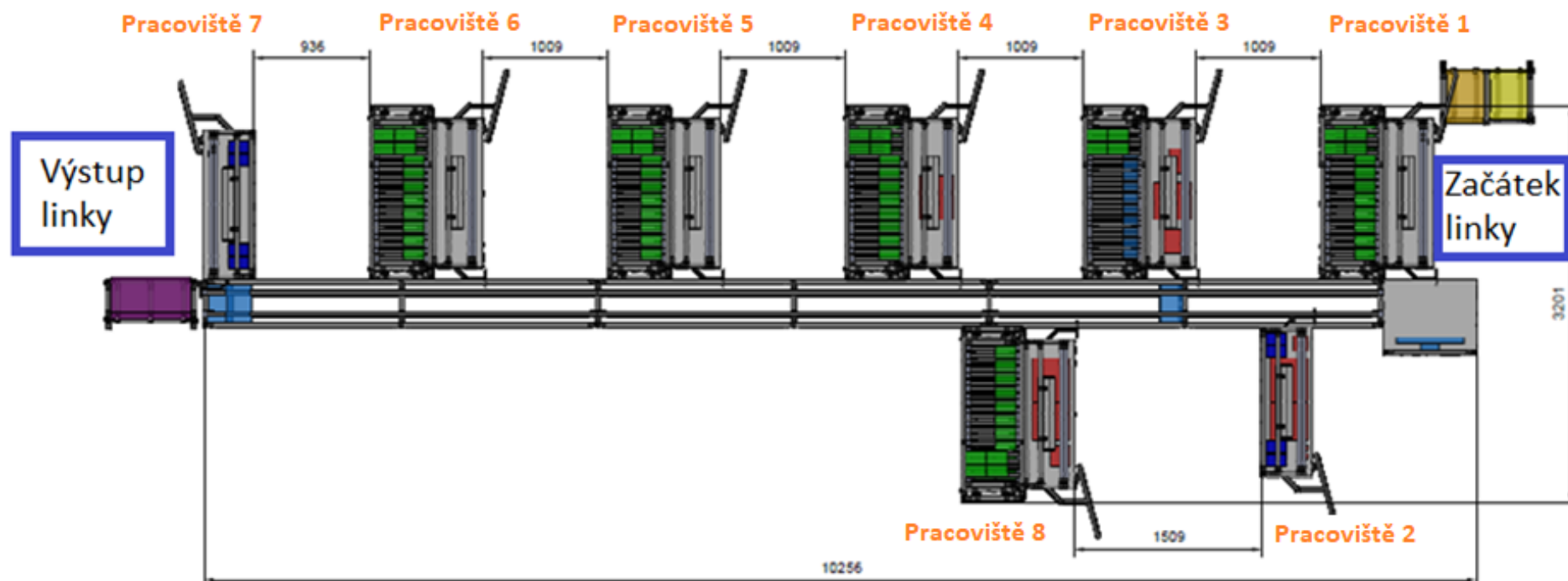
PŘÍLOHA P XVII: BALANČNÍ STUDIE MODELU PRODUKT1_D

Úkon	Pracoviště	Název úkonu	Délka trvání úkonu [s]
1	1	ModelD_ModelA_Bicí mechanismus	55
2	1	ModelD_ModelA_Spoušťový mechanismus 1/3	10
3	2	ModelD_ModelA_Spoušťový mechanismus 2/3	62
4	3	ModelD_ModelA_Spoušťový mechanismus 3/3	10
5	3	ModelD_ModelA_Rám 1/5	56
6	8	ModelD_ModelA_Rám 2/5	65
7	4	ModelD_ModelA_Rám 3/5	67
8	5	ModelD_ModelA_Rám 4/5	66
9	6	ModelD_ModelA_Rám 5/5	16
10	6	ModelD_ModelA_Finální montáž 1/2	49
11	7	ModelD_ModelA_Finální montáž 2/2	60
12			
13			
14			
15			
CELKEM			516,0

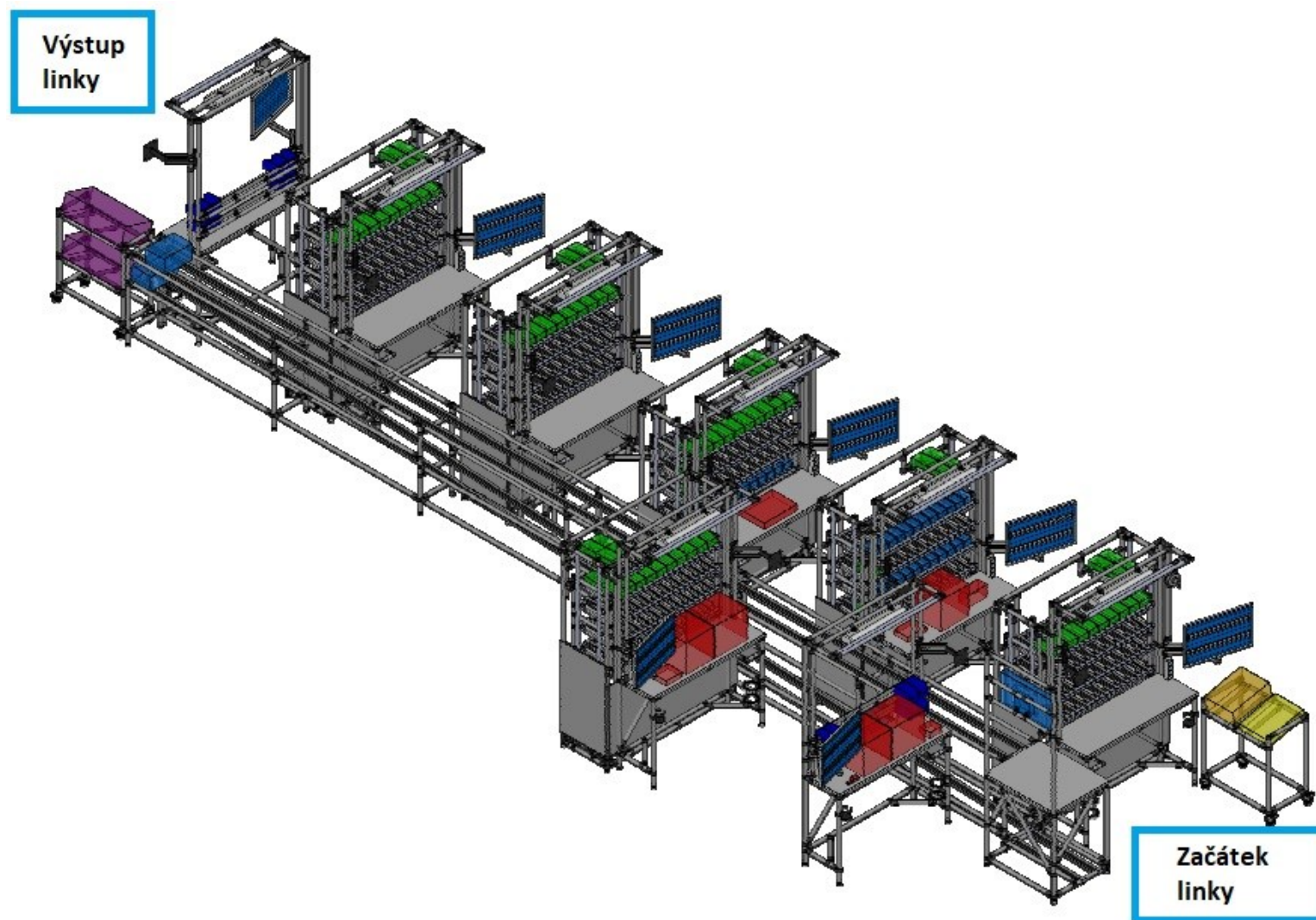
Balanční studie Produkt1_D															
Prac. č.1		Prac. č.8		Prac. č.2		Prac. č.3		Prac. č.4		Prac. č.5		Prac. č.6		Prac. č.7	
1	55	6	65	3	62	4	10	7	67	8	66	9	16	11	60
2	10		0		0	5	56		0		0	10	49		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0		0
C/T (s)		65		62		66		67		66		65		60	
Rozdíl		-2		-2		1		-3		-3		-2		3	
T/T		63		63		63		63		63		63		63	



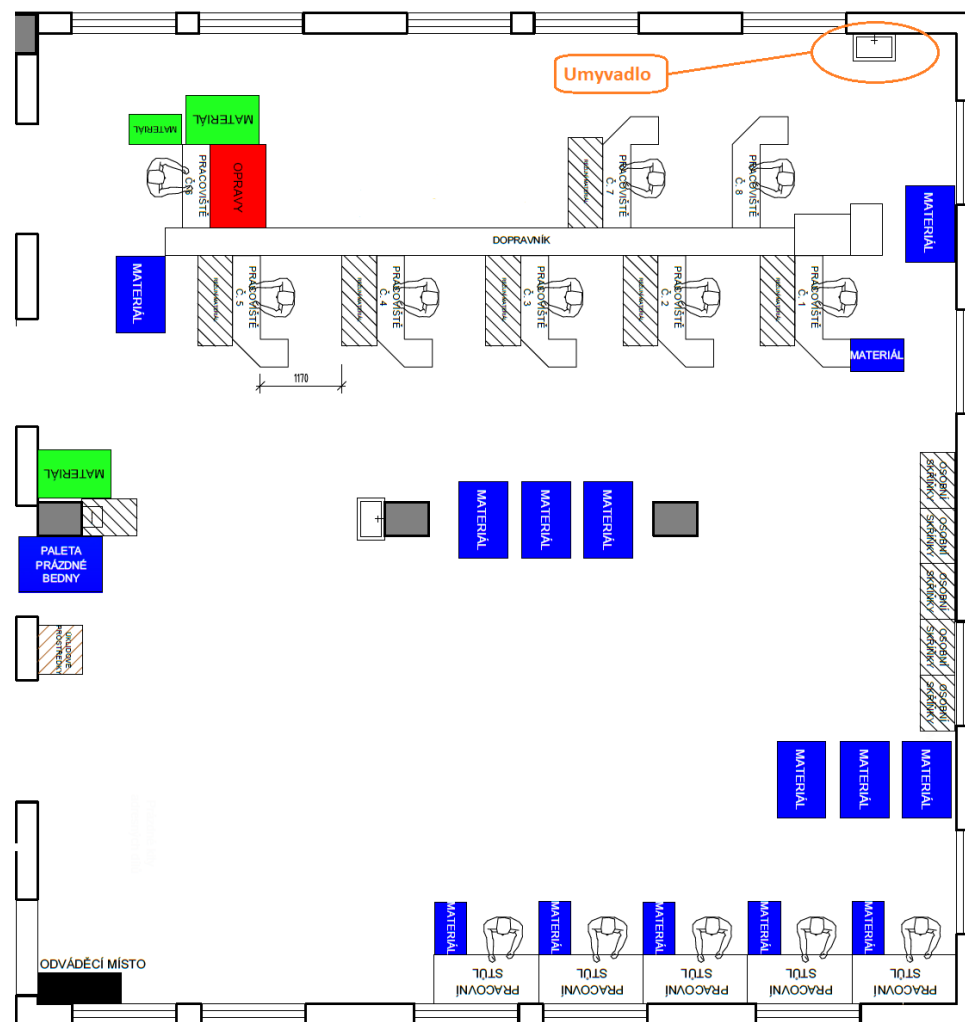
PŘÍLOHA P XVIII: LAYOUT NAVRHOVANÉ MONTÁŽNÍ LINKY



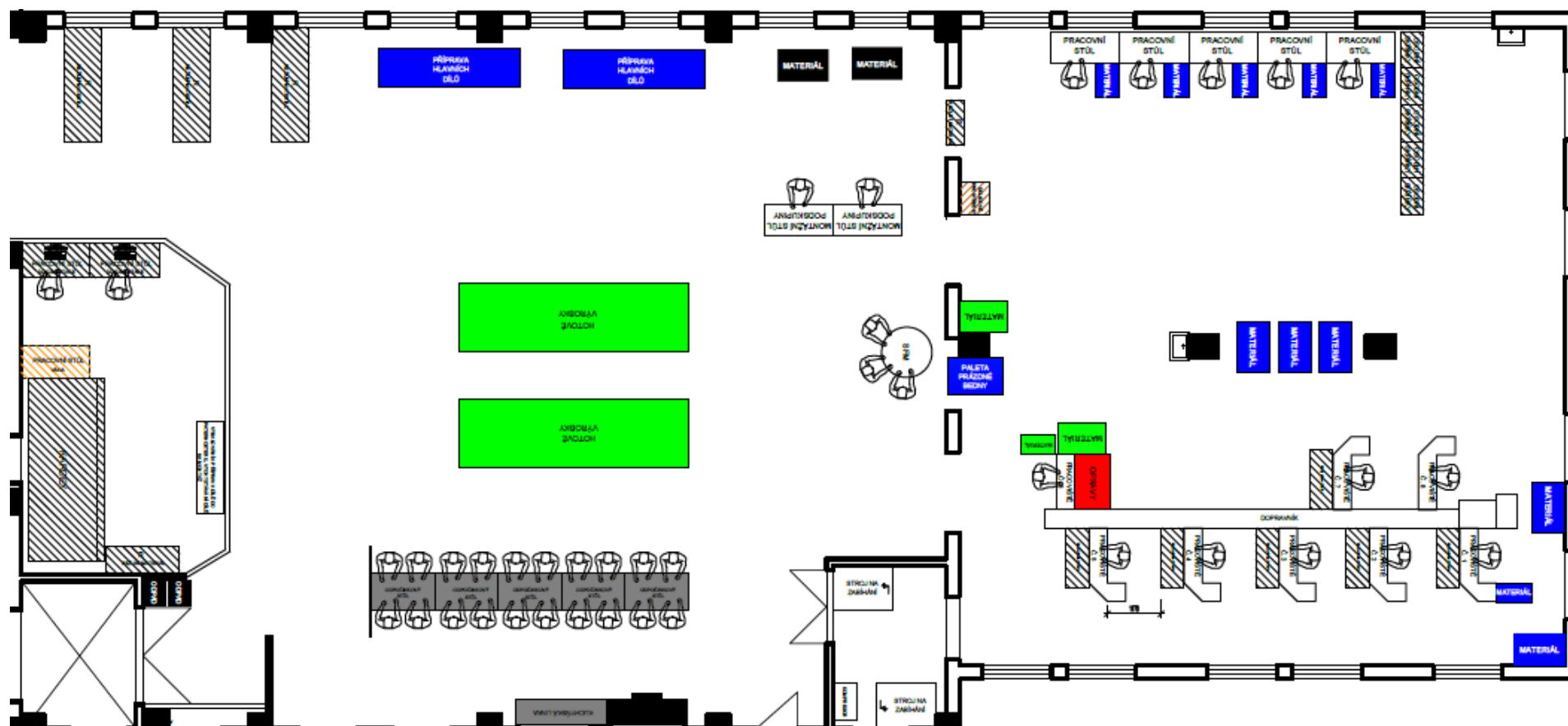
PŘÍLOHA P XIX: 3D MODEL NAVRHOVANÉ MONTÁŽNÍ LINKY



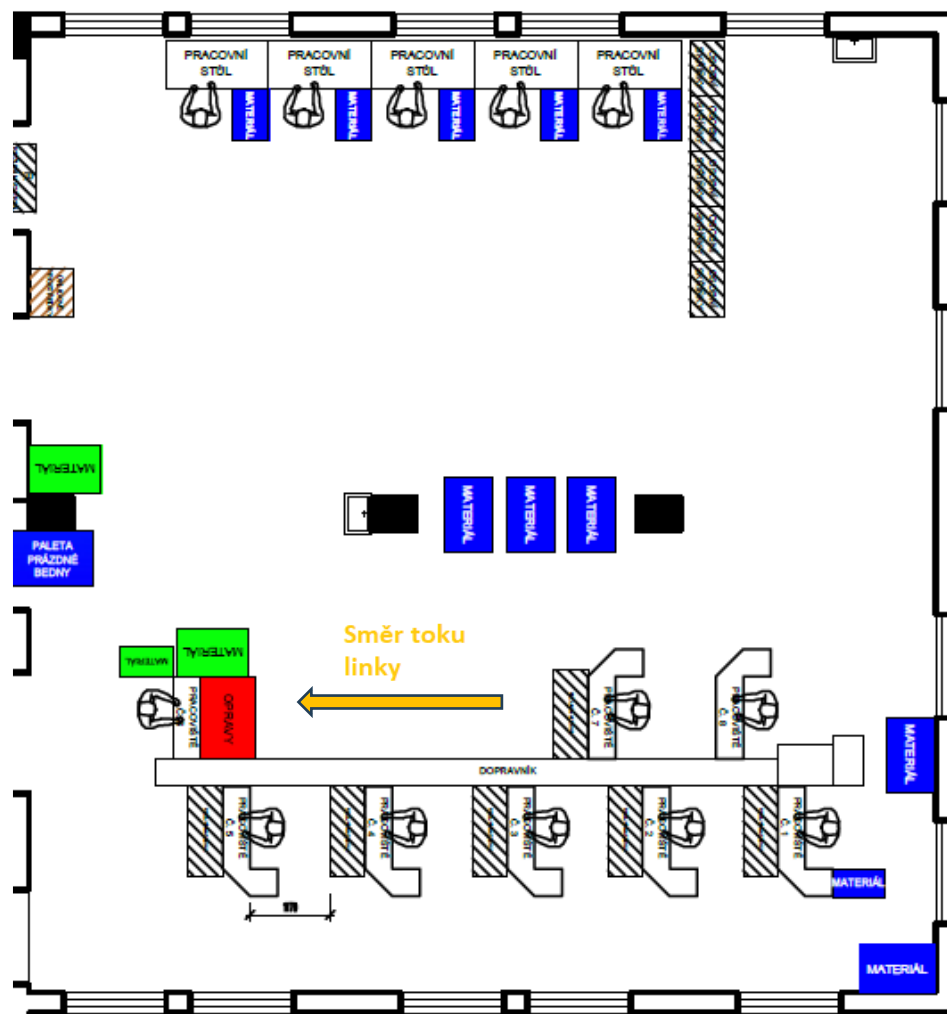
PŘÍLOHA P XX: NAVRHOVANÝ LAYOUT DÍLNY VARIANTA ČÍSLO 1



PŘÍLOHA P XXI: NAVRHOVANÝ LAYOUT DÍLNY VARIANTA ČÍSLO 2



PŘÍLOHA P XXII: HORNÍ POLOVINA NAVRHOVANÉHO LAYOUTU DÍLNY VARIANTA ČÍSLO 2



PŘÍLOHA P XXIII: HARMONOGRAM PROJEKTU

Projektová dokumentace																			
Projekt	Racionalizace procesu montáže Produktu1																		
Sponzor	Výrobní ředitel																		
Autor	Bc. Adam Číhal																		
Datum vydání	1.8.2024																		
Datum schválení	1.8.2024																		
Harmonogram úkolů																			
Název úkolu	Počáteční datum úkolů	Konečné datum úkolů	2024					2025											
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Časová analýza stávajícího stavu	01.08.2024	30.09.2024																	
Vytvořit balanční studii	01.10.2024	31.10.2024																	
Vytvořit nový layout dílny	01.10.2024	31.10.2024																	
Vypracovat zadání pro možné dodavatele a oslovit dodavatele	01.11.2024	30.11.2024																	
Předložit návrh investiční komisi	01.12.2024	13.12.2024																	
Dokončit výběrové řízení a vyhlásit vítěze	01.01.2025	31.01.2025																	
Jednání s dodavateli, uzavřít smlouvy	01.02.2025	28.02.2025																	
Výroba linky	01.03.2025	31.03.2025																	
Zasíťovat dílnu a připravit elektroinstalaci	01.03.2025	31.03.2025																	
Doprava, umístění a zapojení linky	01.04.2025	03.04.2025																	
Přejímka linky	04.04.2025	04.04.2025																	
Trénink operátorů na nový proces	07.04.2025	30.04.2025																	
Fáze řízeného náběhu linky	07.04.2025	31.05.2025																	
Plný provoz linky	01.06.2025	30.06.2025																	
Vyhodnotit projekt a připravit závěrečnou prezentaci	01.07.2025	18.07.2025																	
Prezentovat výsledky strategickému výboru a uzavřít projekt	01.08.2025	30.08.2025																	

PŘÍLOHA P XXIV: ANALÝZA RIZIK PROJEKTU METODOU RIPRAN

Projektová dokumentace								
Projekt		Racionalizace procesu montáže Produktu1						
Sponzor		Výrobní ředitel						
Autor		Bc. Číhal Adam						
Datum vydání		1.8.2024						
Datum schválení		1.8.2024						
RIPRAN analýza								
Číslo rizika	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad na projekt	Hodnota rizika	Návrh opatření	Nová hodnota	Zodpovědnost
			(1 – 3)	(1 – 3)	(1 – 9)		(1 – 9)	
1	Odpor operátorů vůči změně	Nesplnění denního plánu	3	3	9	Absolvovat s celým týmem operátorů výukovou simulační hru	4	Projektový manažer
		Zhoršení ukazatele zaměstnanecké spokojenosti	3	1	3	Úkony v balančních studiích rozložit společně s týmem operátorů	1	Průmyslový inženýr
2	Úzké místa balančních studií přesahují požadovaný takt	Nesplnění denního plánu	3	3	9	Ponechání 5 původních pracovišť pro přesčasovou a víkendovou směnu	4	Projektový manažer
3	Nedodržení harmonogramu projektu	Ohrožení realizace projektu	2	2	4	Pravidelná koordinační schůzka manažera projektu a sponzora projektu	2	Projektový manažer
4	Nedodržení rozpočtu projektu	Ohrožení realizace projektu	2	2	4	Pravidelná koordinační schůzka manažera projektu a sponzora projektu	2	Projektový manažer
5	Zhoršení kvality hotových výrobků	Výskyt interních a externích reklamací	1	3	3	Zpracovat kontrolní plán a zajistit systém kontroly prvního kusu z dávky	1	Inspektor kvality
6	Zvýšení ergonomické zátěže operátorů	Zdravotní problémy operátorů	2	2	4	Provést analýzu ergonomické zátěže po ukončení fáze řízeného náběhu linky	1	Projektový manažer
7	Odpor ostatních útvarů vůči změně	Ohrožení realizace projektu	3	2	6	Prezentace ostatním útvarům společnosti s vysvětlením záměru a výhod projektu	2	Projektový manažer