

Racionalizace pracoviště ve vybrané společnosti

Bc. Lukáš Popelka

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. Lukáš Popelka
Osobní číslo: M23331
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Racionalizace pracoviště 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 pracoviště ve vybrané společnosti.
- Z výsledků analýzy navrhnete opatření pro zvýšení produktivity vybraného pracoviště.
- 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.
CHROMJAKOVÁ, Felicita; TUČEK, David a BOBÁK, Roman. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 9788074546808.
MAYNARD, Harold B. *Maynard's industrial and systems engineering handbook*. New York: McGraw Hill, 2023. ISBN 9781260461565.
NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 9788072615612.
ROTHER, Mike. *Toyota kata*. Praha: Grada, 2017. ISBN 9788027104352.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
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 pracoviště ve vybrané společnosti. Hlavním cílem práce je navrhnout optimalizaci současného stavu pracoviště, a tím navýšit celkový objem produkce. Teoretická část je zaměřena na témata, mezi která patří plýtvání, štíhlá výroba, produktivita, automatizace, digitalizace a dalším pojmům, které jsou součástí racionalizace pracovišť ve výrobních podnicích. Praktická část je založena na popisu a analýze současného stavu zvoleného pracoviště, které jsou následně vyhodnoceny jako snímek pracovního dne. Analýza byla provedena využitím metod pozorování a přímého měření. Cílem praktické části je návrh řešení pro navýšení kapacit výroby o 125% oproti současnému stavu. Závěr práce se věnuje zhodnocení variant řešení pro dosažení požadovaného objemu produkce a celkovou racionalizaci vybraného pracoviště.

Klíčová slova: racionalizace, plýtvání, štíhlá výroba, automatizace, analýza a měření práce

ABSTRACT

The thesis focuses on the rationalization of the workplace in a selected company.

The main objective of the work is to propose an optimization of the current state of the workplace, thereby increasing the

total production volume. The theoretical part focuses on topics such as waste, lean production, productivity, automation, digitalization and other concepts that are part of the rationalization of workplaces in manufacturing companies. The practical part is based on a description and analysis of the current state of the selected workplace, which are subsequently evaluated as a snapshot of the working day. The analysis was carried out using observation and direct measurement methods. The aim of the practical part is to propose a solution to increase production capacity by 125% compared to the current state. The conclusion of the work is devoted to the evaluation of solution options for achieving the required production volume and the overall rationalization of the selected workplace.

Keywords: rationalization, waste, lean production, automation, analysis and measurement of work

Děkuji vedoucí této práce za ochotný přístup a odborné konzultace.

OBSAH

ÚVOD.....	15
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	16
I TEORETICKÁ ČÁST.....	17
1 VÝROBNÍ PROCES.....	18
1.1 DRUHY VÝROBY	19
1.1.1 Kusová výroba	19
1.1.2 Sériová výroba	20
1.1.3 Hromadná výroba.....	21
1.1.4 Strojní výroba.....	22
1.1.5 Ruční výroba	23
1.2 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ	23
1.2.1 Nadvýroba	25
1.2.2 Čekání	25
1.2.3 Zbytečný transport	26
1.2.4 Nadbytečné pohyby.....	27
1.2.5 Zmetkovitost a chybovost	27
1.2.6 Nevyužitý lidský potenciál.....	28
1.2.7 Nadbytečné zpracování (nadbytečná práce).....	28
1.3 TVORBA LAYOUTU PRACOVÍŠŤ VE VÝROBNÍM PODNIKU	29
1.3.1 Ergonomie pracoviště.....	29
1.3.2 Layout	30
1.3.3 Flexibilní výroba	30
1.4 HODNOTA PROCESU.....	31
2 DRUHY VÝROBNÍHO PROCESU	32
2.1.1 Řídící proces.....	33
2.1.2 Hlavní proces	33
2.1.3 Podpůrný proces.....	33
3 LEAN METODY.....	34
3.1 KAIZEN	36
3.2 TEORIE OMEZENÍ	36
3.3 PROCESNÍ ANALÝZA PRACOVÍŠTĚ.....	37
3.4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	38
3.4.1 Historie a vznik měření práce.....	38
3.4.2 Metody přímého měření práce	40
3.4.3 Metody nepřímého měření práce	41
4 PRODUKTIVITA VÝROBY	44
5 AUTOMATIZACE	45
5.1 PLNĚ AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY	45

5.2	ČÁSTEČNĚ AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY	46
5.3	MANUÁLNÍ SYSTÉMY	46
6	PODNIK BUDOUCNOSTI	47
6.1	PRŮMYSL 4.0	47
6.1.1	Internet věcí	47
6.1.2	Umělá inteligence	48
6.2	TECHNOLOGICKÉ INOVACE	48
II	PRAKTICKÁ ČÁST	49
7	PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	50
7.1	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	51
7.2	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO	52
7.2.1	Zpracování plastového odpadu a recyklace	52
7.2.2	Tvarované výrobky	52
7.2.3	Vstřikování plastů	53
7.2.4	Čáry pro antukové kurty	53
7.2.5	Folie	53
7.2.6	Podlahoviny	53
7.2.7	Obklady stěn	53
7.2.8	Hydroizolační folie	53
7.2.9	Hadice	54
7.2.10	Plastové profily	54
8	ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU PRACOVÍŠTĚ	55
8.1	POPIS VYBRANÉHO PRACOVÍŠTĚ	55
8.2	LAYOUT PRACOVÍŠTĚ	57
8.3	POPIS JEDNOTLIVÝCH STROJŮ NA PRACOVÍŠTI	57
8.3.1	Pluto III	57
8.3.2	Převíječka FAP150	58
8.3.3	NP01	59
8.4	SNÍMKOVÁNÍ VÝROBY NA STROJI PLUTO III	60
8.4.1	Vyhodnocení – Předák	61
8.4.2	Vyhodnocení - Pomocník	62
8.4.3	Vytížení stroje Pluto III	63
8.5	SNÍMKOVÁNÍ VÝROBY NA STROJI NP01	64
8.5.1	Vyhodnocení – Předák	64
8.5.2	Vyhodnocení - Pomocník	65
8.5.3	Vytížení stroje NP01	66
8.6	SNÍMKOVÁNÍ VÝROBY NA STROJI FAP150	67
8.6.1	Vyhodnocení – Předák	68
8.6.2	Vyhodnocení – Pomocník	69
8.6.3	Vytížení stroje NP01	70
8.7	ÚZKÁ MÍSTA	71

8.7.1	Disciplína na pracovišti	72
8.7.2	Plánování	72
8.7.3	Evidence	72
8.7.4	Standardizace	73
9	SOUHRN VÝCHOZÍHO STAVU PRACOVIŠTĚ.....	74
10	NÁVRHY ŘEŠENÍ PRO DOSAŽENÍ POŽADOVANÉ PRODUKCE	75
10.1	POTŘEBNÝ POČET PRACOVNÍKŮ PRO DANÉ STROJE.....	75
10.2	INSTALACE MANIPULÁTORU S HV.....	75
10.3	ZAVEDENÍ DRUHÉ SKUPINY PRACOVNÍKŮ NA SMĚNU	76
10.4	PROPOJENÍ PRACOVIŠTĚ S PODNIKOVÝM INFORMAČNÍM SYSTÉMEM	76
10.5	MOTIVACE PRACOVNÍKŮ – DODRŽENÍ PRACOVNÍ KÁZNĚ, PLÁNOVÁNÍ	76
11	ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ ELIMINACE ÚZKÝCH MÍST	78
11.1	POTŘEBNÝ POČET PRACOVNÍKŮ PRO DANÉ STROJE.....	78
11.1.1	Navýšení výkonové normy	79
11.2	INSTALACE MANIPULÁTORU S HV.....	79
11.3	ZAVEDENÍ DRUHÉ SKUPINY PRACOVNÍKŮ NA SMĚNU	80
11.4	PROPOJENÍ PRACOVIŠTĚ S PODNIKOVÝM INFORMAČNÍM SYSTÉMEM	80
11.5	MOTIVACE PRACOVNÍKŮ – DODRŽENÍ PRACOVNÍ KÁZNĚ, PLÁNOVÁNÍ	80
11.5.1	Plánování.....	81
11.6	SOUHRN NÁVRHŮ ŘEŠENÍ	81
12	VYMEZENÍ PROJEKTU	83
12.1	PROJEKTOVÝ LIST.....	83
12.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	84
12.3	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	84
12.4	ANALÝZA RIZIK.....	84
	ZÁVĚR	85
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	93
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	94
	SEZNAM PŘÍLOH.....	95

ÚVOD

V dnešní době, kdy jsou požadavky zákazníků v odvětví výroby čím dál vyšší na kapacity produkce a na finální jakost výrobku, je nezbytná racionalizace zastaralých a málo produktivních pracovišť, která generují náklady, ale nedosahují adekvátních zisků. Pokud chce být společnost konkurenceschopná, je nezbytné hledat úspory a navýšení možného objemu produkce oproti současnému stavu.

Tématem diplomové práce je racionalizace pracoviště ve vybrané společnosti, která se zabývá nízkou produktivitou pracoviště. Na pracovišti jsou stroje na převíjení materiálu pro průmyslové potřeby. Tyto stroje aktuálně nedosahují výkonů, kterých mohou dosáhnout dle technologických předpisů stroje. Cílem práce je vytvoření racionálního návrhu na celkové zvýšení efektivity pracoviště, který povede ke zvýšení celkového objemu produkce o 125%. Z toho plyne navýšení parciální produktivity výrobních zařízení nebo snížení počtu pracovníků obsluhy. Popřípadě jejich kombinace.

Práce se dělí do dvou částí. První je teoretická část, která je využita jako podklad pro praktickou část, která na ni navazuje. V teoretické části je popsán výrobní proces společně s typy výrob. Jako další jsou popsány jednotlivé druhy plýtvání ve výrobním procesu, na které navazuje koncept štíhlé výroby, které se snaží společnost postupně zavádět. Teoretická část obsahuje metody měření práce, současně s orientací na průmysl 4.0, který je do budoucna nevyhnutelný pro větší průmyslové podniky. Součástí je i digitalizace podniku. Praktická část obsahuje seznámení s pracovištěm, včetně umístění jednotlivých strojů v layoutu pracoviště. Pomocí metod pozorování a přímého měření byla provedena analýza současného stavu jednotlivých strojů, ze které vyplývají zjištěné nedostatky. Pomocí metody TOC bylo identifikováno úzké místo. Projektová část obsahuje Project Charger nejvíce přínosného návrhu na řešení současného stavu ručních linek, logický rámec projektu, harmonogram a RIPRAN analýzu. V závěru práce jsou popsány jednotlivé návrhy na racionalizaci pracoviště, které jsou zhodnoceny z hlediska úspor, tak i z hlediska možného navýšení celkového objemu produkce, což poukazuje na hlavní cíl práce

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tématem diplomové práce je racionalizace pracoviště ve vybrané společnosti. Konkrétně se jedná o pracoviště Převíjení - řezání materiálu, které je vybaveno čtyřmi převíjecími stroji, které zpracovávají materiály pro potřebu zákazníků. K optimalizaci se dospěje použitím metod průmyslového inženýrství, které povedou k vytvoření možných návrhů pro zlepšení původního stavu a tím dosáhnout požadovaného cíle.

K analýze a určení nedostatků byly využity metody pozorování, a přímého měření. Pro identifikaci úzkého místa bylo využito metody TOC. Hlavním cílem práce je navýšení celkového objemu produkce pracoviště o 125%. Dílčí cíle práce jsou návrhy na zefektivnění procesu výroby, což povede ke snížení operačního času, navýšení parciální produktivity, zamezení plýtvání a současně využití automatizace, tím dojde k zamezení výskytu zranění při manipulaci. Metody, které byly využity v analytické části, jsou:

1. **Přímé pozorování** – Přímé pozorování je základní metodou pro předběžnou analýzu a seznámení se s pracovištěm během daného výrobního procesu.
2. **Přímé měření** – Snímek pracovního dne je nezbytným nástrojem pro správnou analýzu současného stavu ve výrobním procesu. Umožňuje získání dat, která odhalí vznikající plýtvání. Chronometráž, jako další metoda přímého měření, se zaměřuje na zkoumání dílčích úkonů operace, což umožňuje přesně naměřit čas potřebný pro dané činnosti.
3. **Teorie omezení** – Metodika je specifická svým logickým přístupem, který odhalí v procesu úzké místo a pomocí metody DBR se zaměří na jeho eliminaci.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

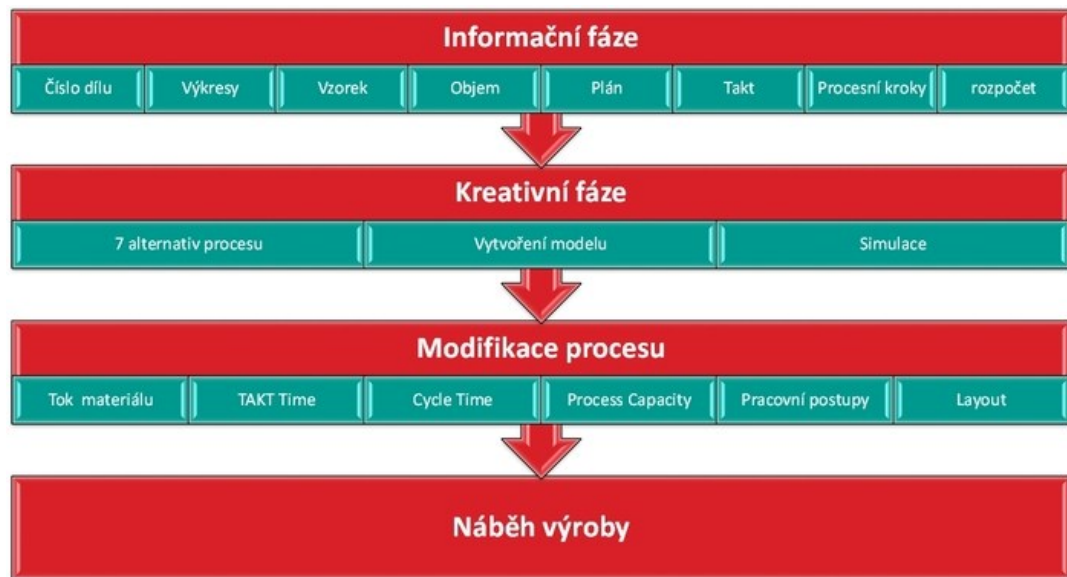
Výrobní proces je možné definovat jako sekvenci operací a činností, jejichž výstupem je zpracování vstupních materiálů do požadovaných výrobků či služeb. Každý výrobní proces se skládá z jednotlivých fází, mezi nimiž figurují:

- Příprava materiálu
- Zpracování (výroba)
- Montáž a finální kontrola jakosti (Rother, 2017)

Definice těchto procesů se může lišit podle konkrétního sektoru průmyslu, ovšem jejich základním cílem je dosažení co nejvyšší efektivity, kvality a minimalizace negativních dopadů na životní prostředí. Klíčovými aspekty zahrnujícími definici jsou produktivita, flexibilita a neustálé zlepšování díky technologickému pokroku. (Altman, 2017)

Výrobní procesy mají zásadní význam pro ekonomický růst a rozvoj společnosti, poněvadž umožňují efektivní využití dostupných zdrojů a pracovní síly díky moderním technologickým pokrokům, včetně automatizace a robotizace dosahují současné výrobní procesy vysoké úrovně přesnosti a spolehlivosti. Proces zajišťuje reakci na tržní poptávku po inovativních a kvalitních výrobcích, čímž posiluje konkurenceschopnost a hospodářskou stabilitu. Význam výrobních procesů se tak projevuje na úrovni makroekonomické. (Nenadál, 2018)

Výrobní procesy tvoří základní pilíř průmyslové civilizace, Vývoj těchto procesů je neoddelitelně spjat s technickým pokrokem a inovacemi, které vedou k vyšší efektivitě, ale současně i ke snížení nákladů. V rámci současné globální ekonomiky se výrobní procesy neustále přizpůsobují na dynamické změny a nové požadavky, včetně rostoucího důrazu na udržitelnost a ekologické aspekty. Řízení a optimalizace výrobních procesů je klíčovým faktorem pro konkurenceschopnost firem a jejich schopnost reagovat na technologické výzvy 21. století. (Maynard, 2023)



Obrázek 1 3P proces

(zdroj: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>)

1.1 Druhy výroby

Výrobu je možné dělit podle množství produkce a zda se jedná o ruční nebo strojní výrobu. Výroba se přizpůsobuje požadavkům zákazníka. Pro zvolený druh výroby je rozhodující segment výrobků, četnost výroby, exkluzivita produktu. Základní členění druhů výroby jsou uvedeny níže.

- Kusová výroba
- Sériová výroba
- Hromadná výroba
- Strojní výroba
- Ruční výroba

1.1.1 Kusová výroba

Kusová výroba (známá také jako zakázková výroba), se vyznačuje výrobním procesem zaměřeným na produkci jednotlivých kusů nebo menších sérií specifických produktů, které jsou často přizpůsobeny individuálním potřebám zákazníka. Tento typ výroby se odlišuje od hromadné výroby jak v objemu, tak v přístupu k designu a technologickému zpracování.

V rámci kusové výroby se výrobky vyvíjejí na základě přesně definovaných požadavků. Tento druh výroby vyžaduje vysokou úroveň odbornosti a specializace. (Patermann, 2022)

Základním principem kusové výroby je orientace na zákazníka, která se odráží v úzké spolupráci mezi výrobcí a klienty v průběhu celého výrobního cyklu. Proces kusové výroby obvykle zahrnuje několik fází, od návrhu a plánování, přes výrobu a montáž, až po testování a dodání hotových výrobků. Tyto fáze se mohou dynamicky měnit v závislosti na povaze objednávky. (Maynard, 2023)

Mezi hlavní výhody kusové výroby patří vysoká flexibilita a možnost přizpůsobení výrobků individuálním požadavkům zákazníků. Dále kusová výroba přispívá k vyšší kvalitě, neboť se často uplatňuje precizní ruční práce. (Dewi et al., 2021)

Mezi nevýhody kusové výroby patří vysoké náklady na jednotku výrobku, jelikož se náklady na materiál, práci a technologie rozpočítávají do menšího počtu kusů, což zvyšuje cenu konečného produktu. Současně může kusová výroba čelit problémům, které jsou ovlivněny delšími dodacími lhůtami, jelikož individualizace výroby vyžaduje pečlivé plánování a často i složitější výrobní procesy. (Januška, 2018)

1.1.2 Sériová výroba

Tento typ výroby se často vyskytuje v průmyslovém odvětví, obsahuje standardizované postupy, které umožňují opakovanou výrobu stejných a vzorově shodných produktů. Tyto výrobky jsou obvykle vyráběny na základě předem určeného designu nebo zadaných parametrů, kterému odpovídá stanovený výrobní proces, čímž se zajišťuje vysoká úroveň kvality a efektivity. (Rother, 2017)

Hlavní charakteristikou sériové výroby je organizační struktura, která umožňuje rozdělení výrobního procesu na jednotlivé etapy, kde každá fáze je realizována specializovaným týmem nebo strojním zařízením. Tímto způsobem se optimalizuje pracovní síla a technologie tak, aby se dosáhlo maximální produktivity při minimální chybovosti. Sériová výroba umožňuje podnikům realizovat rozsáhlé výrobní objemy, což přispívá ke snižování jednotkových nákladů. (Elingovan, 2022)

V rámci sériové výroby se také klade důraz na metodiku plánování a řízení výroby, která zahrnuje důkladnou analýzu poptávky, výrobního zázemí a kapacitních možností. Při této souvislosti lze pozorovat, že sériová výroba může mít různé formy, od malých sérií určenými pro specifické trhy až po masovou výrobu, kde se vyžaduje flexibilita a rychlá

reakce na změny v poptávce. Klíčovým přínosem tohoto druhu výroby je schopnost dosáhnout vysoké úrovně efektivity díky standardizaci. (Rother, 2017)

Organizace dokážou vyrábět větší objemy výrobků za nižší jednotkové náklady, protože opakování stejných operací s identickými komponenty vede ke snížení potřebného času na výrobu a minimalizaci plýtvání. (Nenadál, 2018)

Zásadní nevýhodou je omezená flexibilita. V sériové výrobě jsou produkty vyráběny dle předem stanovených sérií s jasně definovanými standardizovanými postupy, což činí přizpůsobení výrobních linek na změny trhu nebo požadavky zákazníků, obzvláště problematickým. (Maynard, 2023)

Nedostatek flexibility může být kritickou nevýhodou v dynamických odvětvích, kde se rychle mění trendy a preference spotřebitelů. Tento druh výroby často preferuje standardizaci a mechanizaci, což vede k redukci pracovních míst v důsledku automatizace. (Bobák et al., 2017)

1.1.3 Hromadná výroba

Hromadná výroba představuje systém, jehož cílem je maximální efektivita a produktivita při výrobě zboží. Hromadná výroba se vyznačuje svými specifickými rysy, které ji odlišují od jiných výrobních metod, jako jsou zakázková výroba a malosériová výroba. (Sartor a Orzes, 2019)

Základními principy hromadné výroby jsou standardizace, specializace a modularita. Standardizace se týká zavedení jednotných norem pro výrobní procesy a produkty, čímž se usnadňuje jejich masová produkce. (Maynard, 2023)

V rámci standardizace se určuje, jaké materiály, rozměry a technické specifikace budou použity, což přispívá k vyšší kvalitě výrobků. Důležitým prvkem hromadné výroby je specializace, která spočívá v rozdělení výrobního procesu na specifické operace, které jsou prováděny pracovními silami s předepsanými dovednostmi. Tento přístup umožňuje jednotlivcům nebo skupinám pracovníků soustředit se na určitou část procesu, což přispívá k vyšší efektivitě a snížení času potřebného k dokončení výrobního cyklu. (Rother, 2017)

Modularita, jakožto třetí klíčový prvek, umožňuje výrobě rychle reagovat na změny poptávky nebo požadavků trhu. Druh hromadné výroby využívá modulární komponenty, což usnadňuje montáž a demontáž výrobků. Tento přístup podporuje pružnost, jelikož výrobní

linky mohou být snadno přizpůsobeny různým modelům a variantám produktů, aniž by došlo k výrazným narušením v celkovém provozu. (Altman, 2017)

1.1.4 Strojní výroba

Je důležité zdůraznit, že strojní výroba není pouze technickým oborem, ale také složitým systémem, který integruje procesní inženýrství, řízení kvality, ergonomii a další interdisciplinární přístupy. Tento holistický pohled je zásadní pro dosažení konkurenceschopnosti na globálním trhu. (Flídr, 2023)

Moderní strojní výroba je založena na principech, jako je Lean Manufacturing nebo Kontinuální zlepšování, což jsou metodiky zaměřené na eliminaci plýtvání a neustálé zlepšování podnikových procesů. Takové přístupy umožňují přizpůsobit se měnícím se tržním požadavkům a přizpůsobit výrobní procesy novým technologiím a materiálům. (Rother, 2017)

Proces strojní výroby zahrnuje soubor technologií a metod, které umožňují přeměnu vstupních surovin na finální produkty s minimálními náklady a maximálními standardy kvality. (Nenadál, 2018)

Základními prvky strojní výroby jsou plánování výroby, řízení výroby, údržba strojů nebo kontrola kvality. Tyto aspekty spolu vzájemně fungují s cílem optimalizovat výrobní procesy a reagovat na požadavky zákazníka. (Maynard, 2023)

Ve strojní výrobě se využívají jak tradiční procesy, jako je obrábění, tak i modernější metody jako je 3D tisk nebo automatizace pomocí robotiky. Automatizované procesy umožňují rychlejší a produktivnější výrobu ve srovnání s tradičními metodami, což přispívá k významnému zkrácení výrobních cyklů a nákladů. (Kala, 2024)

S ohledem na využití pokročilých technologií a strojního vybavení je možné dosáhnout optimalizace výrobních linek v podniku, což minimalizuje prostoje a maximalizuje produktivitu. (Dewi et al., 2021)

Mezi nevýhody patří vysoké iniciační náklady a nároky na technickou údržbu. Na začátku procesu je nezbytné investovat značné finanční prostředky do nákupu vhodného strojního vybavení s ohledem na specifické potřeby dané výroby. Tyto počáteční náklady zahrnují nejen samotné zařízení, ale i související způsoby automatizace, softwarové systémy a případné úpravy výrobních prostor. (Elnogovan, 2024)

Další nevýhodou strojní výroby je citlivost na technické poruchy, které mají potenciál výrazně narušit výrobní proces. Jakákoliv závada na stroji může vést k prostoji, který ovlivňuje produktivitu a ziskovost podniku. Opravy a údržba strojního zařízení jsou časově i finančně náročné. (Maynard, 2023)

1.1.5 Ruční výroba

Ruční výroba se vyznačuje procesem produkce, který je realizován převážně lidskou činností, a to bez zásadního využití automatizovaných technologií nebo strojního vybavení. Tento typ výroby je charakteristický jemnou, precizní a často individualizovanou prací, která se projevuje ve vytváření široké škály produktů, od uměleckých děl po praktické předměty každodenní potřeby. Klade se důraz na autenticitu, kvalitu a schopnost nabídnout zákazníkům jedinečné výrobky. (Patermann, 2022)

Tento druh výroby je nejčastěji využit pro exkluzivní výrobky, kde je kladen vysoký smysl pro detail a kvalitu, např. exkluzivní automobily, nebo výroba letadel. Ruční výrobu nelze plně nahradit strojní výrobou i přes vysoký podíl vysoké kvality a efektivity strojní výroby. (Maynard, 2023)

1.2 Plýtvání ve výrobě

Plýtvání ve výrobním procesu nelze chápat pouze jako ztrátu materiálu, ale jako jakoukoli činnost nebo prvek, který nepřidává hodnotu a může negativně ovlivnit produktivitu nebo efektivitu výrobního systému. Definice plýtvání zahrnuje různé formy nadbytečných nákladů, mezi které patří nadprodukce, čekání, zbytečné pohyby, byrokracie a nevyužití dostupných zdrojů, což vše se odráží v celkových nákladech na výstup. V tomto smyslu plýtvání se stává klíčovým pojmem v oblasti výrobního managementu, protože identifikace a eliminace těchto ztrát může výrazně zvýšit konkurenceschopnost. Druhy plýtvání můžeme dělit na dva typy. První typ nepřidává přidanou hodnotu v celém výrobním toku a nelze se mu vyhnout. Druhý typ je plýtvání, které nepřidává hodnotu, ale je možné a současně žádoucí se mu vyhnout. Pro zvýšení konkurenceschopnosti a produktivity je nezbytné identifikovat činnosti, které výrobku přidávají hodnotu, a naopak eliminovat činnosti, které hodnotu výrobku nepřidávají. (Rother, 2017)

Je nutné ztrátové činnosti co nejvíce eliminovat z důvodu zachování konkurenceschopnosti podniku. Jedno z možných řešení je implementace štíhlé výroby do podnikových procesů. (Dewi et al., 2021)

Další metodou, které může pomoci eliminovat plýtvání je vytvoření kontinuálního procesu, který napomůže s odhalením problémů. Nadbytečné výrobě lze zamezit aplikací metody tahu (pull). (Januška, 2018)

Pro podniky jsou problematické činnosti, které nemají přidanou hodnotu. Jedná se zejména o procesy, jako je zásobování, tok materiálu, přemísťování nástrojů, stroje s nízkou kapacitou, zbytečný transport. (Khairunnisa et al. 2020)

Pokud jsou přesně definovány problémy, lze plýtvání eliminovat. Pro stanovení nápravných opatření je nezbytné stanovit kořenové příčiny, které způsobují proces plýtvání. Je potřeba rozlišovat výrobní a administrativní procesy. (Jurová, 2016)



Obrázek 2 Plýtvání

(zdroj: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>)

Mezi plýtvání ve výrobním procesu patří:

- Nadvýroba
- Čekání
- Zbytečný transport
- Nadbytečné pohyby
- Zmetkovitost
- Nevyužitý lidský potenciál
- Nadbytečné zpracování (Sartor a Orzes, 2019)

1.2.1 Nadvýroba

Jedná se o plýtvání penězi, časem a prostorem. Je produkováno více než trh požaduje, tímto vznikají náklady, které jsou uloženy ve zboží. Není jistota, že zboží vyrobeno nad rámec poptávky přinese zisk, nebo zda bude vůbec prodáno. (Sartor a Orzes, 2019)

Pro nadvýrobu je specifická výroba většího množství zboží, nebo služeb než požaduje finální zákazník, nebo trh. Nadvýroba je přípustná v případě, kdy má dojít k plánované odstávce výroby, aby byla pokryta poptávka v době odstávky. (Jurová, 2016)

Nadvýroba vyžaduje větší skladovací prostor, tím se zvyšují náklady také na skladování, případně na výstavbu nebo pronájem vhodných prostor. Pokud chce být společnost dostatečně konkurence schopná, je nezbytné analyzovat, zda je výhodné držet větší skladovací prostory, nebo zda racionalizovat skladové hospodářství. K nadvýrobě může docházet také pokud je předvídatelné, že produkce bude mít značnou zmetkovitost, je nezbytné zvážit která varianta je výhodnější, zda tolerovat nadvýrobu, nebo zda jsou přijatelnější investice do zvýšení kvality. (Januška, 2018)

1.2.2 Čekání

Mezi kritické aspekty zajištění efektivity se řadí identifikace a eliminace "plýtvání čekáním", což se týká situací, kdy jednotlivci nebo skupiny zbytečně čekají na informace, zdroje či rozhodnutí, což následně brání plynulému chodu pracovních procesů. Plýtvání čekáním nejenže prodlužuje dobu potřebnou k dokončení úkolů, ale může také vést ke zhoršení motivace pracovníků a celkové produktivity organizace. (Jurová, 2016)

Zbytečné čekání znamená ztrátu času a zdrojů způsobenou neefektivním procesem, který vede k neproduktivnímu čekání. Plýtvání čekání je jedním ze sedmi typů plýtvání, které byly identifikovány v rámci metodiky Lean managementu. Lean se zaměřuje na minimalizaci zbytečného plýtvání a zvyšování hodnoty pro zákazníka. (Sartor a Orzes, 2019)

K rozpoznání a následnému odstranění plýtvání čekání je důležité zavádět systematické analýzy a využívat nástroje jako jsou hodnotové tokové mapování nebo analýza časových skoků. Pomocí tohoto způsobu mohou organizace lépe porozumět tomu, kde a proč dochází k neefektivnostem a jaké procesy lze optimalizovat. (Januška, 2018)

Zaměření na zlepšování pracovních toků a odstranění zbytečných prodlev povede zejména k efektivnějšímu využití zdrojů a zajištění vyšší spokojenosti jak zaměstnanců, tak koncových zákazníků. Tento systematický přístup k eliminaci plýtvání čekání je zásadní pro dosažení dlouhodobého úspěchu a udržitelnosti podnikání. (Khairunnisa et al., 2020)

1.2.3 Zbytečný transport

Zbytečný transport v kontextu výrobních procesů představuje jedno z klíčových plýtvání, které může mít výrazný dopad na celkové náklady a efektivitu výroby. (Dewi et al., 2021)

Tento typ plýtvání lze identifikovat po aplikaci analýzy materiálového toku která ukáže, že určité přesuny zboží či surovin se uskutečňují bez nutné potřeby, pouze z důvodu neefektivního uspořádání výrobního prostoru či chybně nastavených podnikových procesů. (Dennis, 2016)

Účinná strategie pro eliminaci zbytečného transportu zahrnuje revizi provozních procesů a důslednou implementaci metod štíhlé výroby. Optimalizace toku materiálu včetně změny layoutu výrobního prostoru mohou výrazně přispět k minimalizaci těchto zbytečných pohybů. (Khairunnisa et al., 2020)

Jedním z hlavních zdrojů tohoto jevu je nedostatečná optimalizace výrobních toků. Pokud jsou pracovní prostory a zařízení uspořádány neprakticky, vznikají neefektivní trasy pro pohyb materiálů a produktů, což vede ke zbytečnému transportu. Nízká úroveň plánování výroby může způsobit zbytečné přesuny materiálu mezi jednotlivými stanovišti, což nejen prodlužuje dobu výroby, ale také zvyšuje náklady na dopravu a manipulační práce. (Sartor a Orzes, 2019)

1.2.4 Nadbytečné pohyby

Zbytečné pohyby mohou mít různé podoby, jako je nadměrná manipulace s materiálem, neefektivní uspořádání pracovního prostoru nebo nevhodné pracovní postupy, které vyžadují nadměrné úsilí ze strany zaměstnanců. (Dennis, 2016)

Důkladná analýza pracovních procesů a zavádění metod poskytují firmám nástroje pro identifikaci a odstranění těchto neefektivních prvků. Navrhování pracovního prostředí, které podporuje ergonomické principy a optimalizuje pohybové dráhy, je nezbytné pro zajištění efektivity výrobních operací. (Jurová, 2016)

V oblasti lean managementu je zásadní identifikovat a eliminovat nadbytečné pohyby, neboť každá minuta, která je strávena neefektivními aktivitami, se promítá do celkové doby výroby. (Sartor a Orzes, 2019)

V rámci výrobního cyklu mohou být zbytečné pohyby rozděleny do několika klíčových kategorií, jako jsou nadměrné přesuny zaměstnanců za materiálem, opakované manipulace s výrobními prostředky či neefektivní uspořádání pracovního prostoru. (Dennis, 2016)

1.2.5 Zmetkovitost a chybovost

V oblasti výrobních procesů se míra zmetkovitosti a chybovosti stává klíčovými faktory, které významně ovlivňují efektivitu a ekonomický výkon firem. Ačkoliv jsou tyto dva pojmy úzce propojeny, představují různé aspekty pro ovlivnění finální kvality ve výrobě. (Sartor a Orzes, 2019)

Zmetkovitost se obvykle označuje jako míra nekvalitní produkce, která nesplňuje stanovené normy či specifikace. Naopak chybovost se týká frekvence, díky které vznikají chyby v procesech souvisejících s výrobou, což může zahrnovat jak lidské faktory, tak technické poruchy. (Dennis, 2016)

Vyšší míra zmetkovitosti může vést k zvýšeným nákladům na opravy, opakování výrobního cyklu a ztrátu důvěry zákazníků. Důvody vzniku vad ve výrobě často mají různé příčiny, od nevhodných surovin a poruchových strojů až po nedodržení pracovní kázně pracovníků. (Sartor a Orzes, 2019)

Zatímco zmetkovitost se obvykle vyjadřuje jako procento vadných produktů, chybovost lze rozlišit na základě typu chyby, závažnosti dopadu nebo frekvence výskytu. Oba pojmy jsou vzájemně provázané a vzájemně se ovlivňují, přičemž vyšší chybovost často přispívá ke zvýšení zmetkovitosti. (Jurová, 2016)

Zmetkovitost může způsobovat jak nevhodné strojní zařízení, tak i lidský faktor vinou nepozornosti, nebo nedostatečné odbornosti. (Dennis, 2016)

1.2.6 Nevyužitý lidský potenciál

Nevyužitý lidský potenciál lze definovat jako stav, kdy jedinci nebo skupiny jedinců nedosahují svého plného potenciálu a schopností z důvodu různých omezení, která mohou mít ekonomický, sociální, vzdělanostní nebo psychologický charakter. (Dennis, 2016)

Nevyužitý lidský potenciál se často projevuje v oblastech, kde existují zásadní překážky v přístupu ke vzdělání, odborné přípravě, pracovním příležitostem či adekvátním zdrojům. (Khairunnisa et al., 2020)

Hospodářský růst a konkurenceschopnost tvoří klíčové prvky úspěšné ekonomiky, přičemž nevyužitý lidský potenciál může znamenat zásadní překážku pro dosažení optimálního výkonu v těchto oblastech. (Sartor a Orzes, 2019)

1.2.7 Nadbytečné zpracování (nadbytečná práce)

Nadbytečná práce ve výrobě, označovaná též jako ztráta efektivity, se vztahuje na jakékoliv úsilí nebo činnosti, které nepřispívají k přidané hodnotě finálního produktu, a tudíž nejsou nezbytné pro výrobu a prodej produktu. (Nenadál, 2018)

Eliminace nadbytečné práce ve výrobě vyžaduje systematický přístup, který zahrnuje mapování procesů, analýzu pracovních postupů a identifikaci klíčových oblastí pro zlepšení. (Januška, 2018)

Nadbytečná práce často zvyšuje výrobní náklady a snižuje konkurenceschopnost, je důležité implementovat osvědčené metody a nástroje, které umožňují optimalizaci pracovních postupů. (Dewi et al., 2021)

Jednou z klíčových metod eliminace nadbytečné práce je metoda Lean, která se zaměřuje na odstraňování plýtvání, a to včetně zbytečných pracovních činností, které nepřidávají hodnotu. Dalším důležitým nástrojem je metoda Kaizen, která podporuje neustálé zlepšování procesů prostřednictvím zapojení zaměstnanců do aktivního vyhledávání a odstraňování plýtvání a nedostatků. (Dennis, 2016)

Eliminace nadbytečné práce ve výrobním procesu není jednorázovým úkolem, ale spíše kontinuálním procesem, který vyžaduje strategické plánování a zapojení všech úrovní pracovníků organizace. (Sartor a Orzes, 2019)

1.3 Tvorba Layoutu pracovišť ve výrobním podniku

V oblasti výroby je uspořádání pracovních míst klíčovým prvkem, který významně ovlivňuje efektivitu, produktivitu a bezpečnost v pracovním prostředí. Hlavním cílem plánování uspořádání je optimalizovat provozní procesy a minimalizovat ztráty během výrobního cyklu. Dobře promyšlený návrh pracoviště nejen zajišťuje plynulý tok materiálů a informací, ale také pomáhá zkrátit čas potřebný na dopravu, manipulaci a další operace, čímž přispívá k celkové efektivnosti společnosti. (Sartor a Orzes, 2019)

Způsoby uspořádání pracovišť se rozlišují dle druhu a míry specializace procesu výroby, materiálového toku a průběhu výrobního procesu. (Jurová, 2016)

Uspořádání pracovišť lze dělit na:

- Technologické uspořádání
- Předmětné uspořádání
- Buňkové uspořádání

Členění pracovišť:

- Primární
- Sekundární
- Terciální (Sartor a Orzes, 2019)

1.3.1 Ergonomie pracoviště

Ergonomie pracoviště se zaměřuje na optimalizaci pracovního prostředí tak, aby prostředí bylo v souladu s fyzickými a psychickými potřebami pracovníků. (Fassati, 2022)

Cílem ergonomického uspořádání je maximalizovat produktivitu a komfort při současném minimalizování rizika zdravotních problémů, jako jsou muskuloskeletální poruchy a psychické stresové stavy. (Salvendy a Karwowski, 2021)

Manipulace s těžkými břemeny by měla být organizována tak, aby co nejvíce využívala mechanizaci, a tím minimalizovala fyzickou námahu pracovníků. (Arezes a Carvalho, 2016)

Dalším zásadním aspektem ergonomie pracoviště je ergonomické školení zaměstnanců. Vzdělávání v oblasti správných pracovních praktik, jako je například vhodné držení těla či efektivní techniky zvedání, hrají klíčovou roli v prevenci zranění a zlepšení celkového zdraví. (Fassati, 2022)

Klíčovými faktory, které ovlivňují ergonomii pracovního prostředí, jsou uspořádání pracovního místa, výška pracovního stolu, kvalita osvětlení, úroveň hluku a dostupnost pomůcek či zařízení. Při navrhování ergonomického pracoviště je nezbytné zohlednit individuální potřeby zaměstnanců, které se mohou značně lišit v závislosti na jejich výšce, hmotnosti, profesi a pracovních návycích. (Mukhopadhyay, 2020)

1.3.2 Layout

Rozvržení layoutu se týká strategického uspořádání fyzických zdrojů v rámci výrobního zařízení zahrnujícího stroje, zařízení, pracovní stanice, sklady a pomocné prostory. Návrh rozvržení je klíčový pro maximalizaci efektivity výrobních procesů, jelikož přímo ovlivňuje tok práce, využití prostoru a manipulaci s materiálem. (Delgado a Daynier, 2016)

Proces tvorby layoutu představuje komplexní činnost, která vyžaduje systematický přístup. Tento proces obvykle začíná analýzou pracoviště a strategických požadavků výroby. (Beaumont, 2019)

Pečlivě navržené rozvržení usiluje o minimalizaci zbytečných pohybů a úzkých míst, zatímco usnadňuje optimální komunikaci mezi pracovníky a odděleními. (Michálek, 2022)

1.3.3 Flexibilní výroba

Flexibilní výroba představuje klíčový aspekt moderní produkce, který umožňuje výrobcům rychle reagovat na změny poptávky, technologie a specifikací produktů. (Dennis, 2016)

Základními charakteristikami flexibilní výroby jsou modularita, interoperabilita nebo schopnost snadno přecházet mezi různými výrobními procesy, což umožňuje firmám zkracovat a optimalizovat výrobní cykly. Implementace flexibilní výroby vyžaduje systematické a zejména dobře promyšlené uspořádání pracovních stanic, které podporuje dynamickou strukturu výrobního procesu. (Delgado a Daynier, 2016)

Technologie jako automatizované systémy a pokročilé výrobní zařízení hrají klíčovou roli v adaptačním procesu a mohou umožnit rychlou konfiguraci výrobní linky pro různé typy produktů. (Sartor a Orzes, 2019)

Flexibilní výroba je založena na principech učení a inovací, protože organizace, které tento model aplikují, se často zaměřují na nepřetržité zlepšování podnikových procesů. (Khairunnisa et al., 2020)

1.4 Hodnota procesu

Analýza hodnoty výrobního procesu představuje klíčovou složku v rámci modernizace, ale i optimalizace výrobních systémů. Tato analýza se zaměřuje na identifikaci a hodnocení hodnoty, kterou jednotlivé komponenty výrobního procesu přinášejí, s cílem maximalizovat efektivitu a minimalizovat zbytečné náklady. (Nenadál, 2018)

Analýza hodnoty představuje systematický postup, jehož cílem je maximalizace hodnoty výrobního procesu při současném minimálním zajištění nákladů. Klíčovým pojmem této analýzy je hodnota, která je obvykle definována jako poměr mezi užitek, který produkt nebo služba přináší, a náklady spojenými s jejich výrobou. Zároveň je důležité rozlišovat mezi hodnotou pro zákazníka a hodnotou pro výrobce. (Rother, 2017)

V kontextu moderního průmyslu se analýza hodnoty stává stále více nezbytnou, zejména v souvislosti s rychlým technickým pokrokem a rostoucími nároky na pružnost nebo kvalitu výrobního procesu. Optimalizace v rámci analýzy hodnoty umožňuje firmám reagovat na změny trhu, a tím posilovat jejich konkurenceschopnost. (Dennis, 2016)

Mezi klíčové metody, které se běžně využívají, patří brainstorming a kreativní techniky, kritická hodnotová analýza a benchmarking. Brainstorming a kreativní techniky představují dynamické přístupy ke generování inovativních myšlenek pro zlepšení produktivity. (Maynard, 2023)

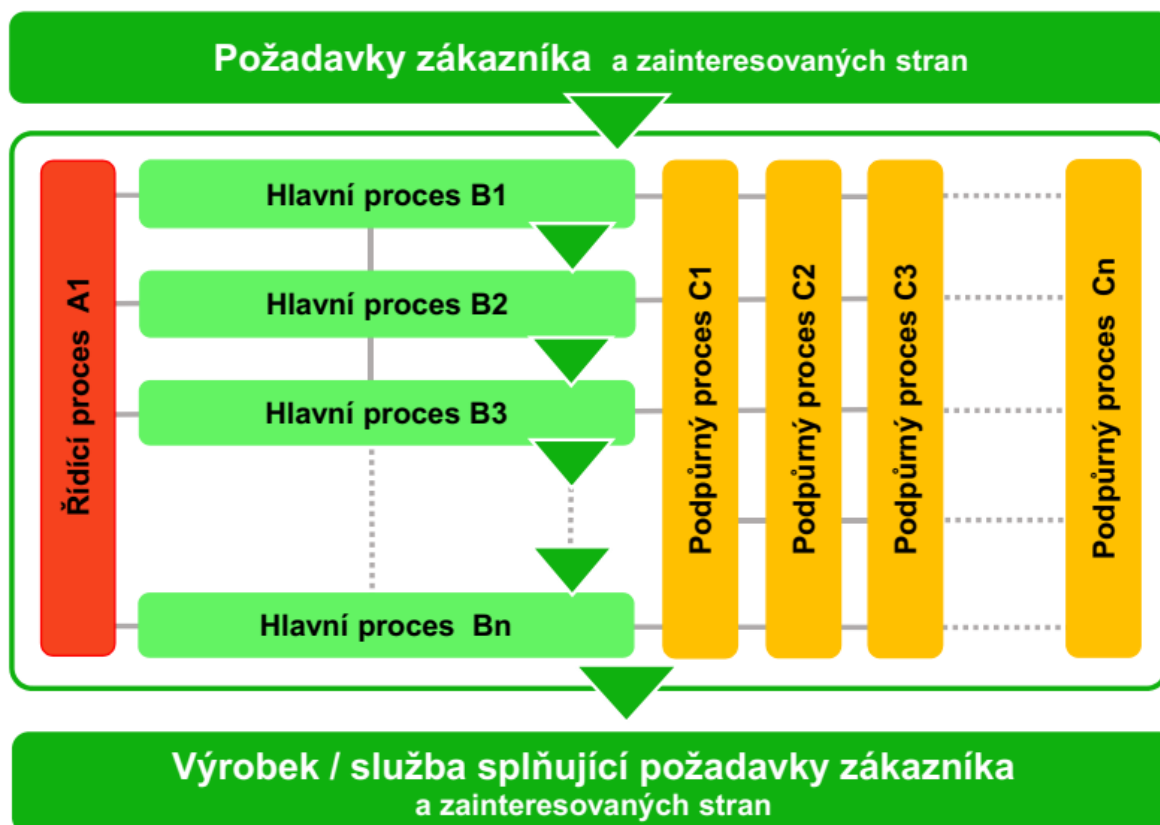
2 DRUHY VÝROBNÍHO PROCESU

Podnikové procesy představují nezbytné části organizační struktury pro fungování každé firmy. Jsou to soubory činností a úkolů, které vedou k dosažení požadovaných cílů. Tyto procesy mohou být rozděleny do různých kategorií, včetně procesů operativních, strategických a podpůrných. (Jurová, 2016)

Řízení podnikových procesů se zaměřuje na optimalizaci pracovních postupů, současně i na minimalizaci plýtvání zdroji, čímž podporuje strategii organizace a zlepšuje celkovou produktivitu výroby. (Chromjaková et al., 2017)

Procesy lze dělit na:

- Řídící procesy
- Hlavní procesy
- Podpůrné procesy



Obrázek 3 Mapa procesů

(zdroj: <https://kvalita-jednoduse.cz/procesni-pristup/>)

2.1.1 Řídící proces

Řídící procesy obsahují plánování, organizaci, vedení a kontrolu, což jsou klíčové činnosti, které se vzájemně ovlivňují a vytvářejí cyklus zajišťující optimální fungování společnosti. (Maynard, 2023)

Používání řídicích procesů v organizacích přináší řadu výhod, které mohou výrazně přispět k efektivnímu fungování podniku. Jedním z nejzásadnějších přínosů je zvýšení efektivity a produktivity. (Rother, 2017)

Řídící procesy umožňují systematickou koordinaci činností a optimalizaci zdrojů, což vede k efektivnějšímu dosažení stanovených cílů. (Nenadál, 2018)

2.1.2 Hlavní proces

Hlavní procesy se obvykle zaměřují na hodnotové řetězce, a to od vývoje produktu a jeho výroby až po prodej a zákaznický servis, čímž vytvářejí přímou hodnotu pro zákazníka. (Dewi et al., 2021)

Primární procesy vykonávají zásadní roli v orientaci na zákazníka a efektivním zajištění konkurenceschopnosti na trhu. (Sartor a Orzes, 2019)

Optimalizací primárních procesů mohou podniky zvýšit svou produktivitu, snížit náklady a zlepšit zákaznickou spokojenost. (Nenadál, 2018)

2.1.3 Podpůrný proces

Podpůrné procesy nejsou přímo spojeny s produkcí konečného produktu, ale mají nezbytnou roli v zajištění hladkého průběhu hlavního výrobního procesu. Mezi podpůrné procesy se řadí například údržba strojů, logistika, řízení kvality, administrativní činnosti a školení zaměstnanců. (Maynard, 2023)

Například procesy jako údržba strojního zařízení, řízení zásob či správa materiálových toků přispívají k minimalizaci prostojů, zajištění kvality a dodržení výrobních standardů. (Rother, 2017)

3 LEAN METODY

Základními principy LEAN jsou identifikace hodnoty z pohledu zákazníka, vytvoření hodnotového toku, zajištění plynulého toku procesů, zavedení systémů „pull“ namísto „push“, a usilování o maximální efektivitu. (Griesbach, 2023)

Principy LEAN se neorientují pouze na výrobní sektor, ale také na oblast služeb včetně administrativních procesů. Implementace LEAN metod vyžaduje celkovou transformaci firemní kultury, kdy se zaměstnanci aktivně podílejí na identifikaci a odstraňování plýtvání v jejich denních činnostech. (Irani, 2020)

Pro implementaci metod LEAN se využívá široká škála nástrojů a technik, jejichž společným cílem je optimalizace hlavních procesů a eliminace plýtvání jak ve výrobě, tak současně i v administrativě. (Altman, 2017)

Přehled metod a nástrojů

- | | |
|--|---|
| ■ 3P – Production Preparation Process | ■ Optimalizace pracoviště |
| ■ 5S | ■ Plýtvání v administrativě |
| ■ 7 nových nástrojů kvality | ■ Plýtvání ve výrobě |
| ■ 7 starých nástrojů kvality | ■ Poka – Yoke |
| ■ A3 report | ■ Procesní analýza |
| ■ Analýza a měření práce | ■ QFD – Dům kvality |
| ■ Analýza pracoviště | ■ Rapid Problem Solving – strukturované řešení problémů |
| ■ Balancování operací | ■ Řízení podle cílů – MBO |
| ■ Batův výrobní systém | ■ Řízení projektů – DMAIC |
| ■ DBR | ■ Shop Floor Management |
| ■ DFMA – Design For Manufacturing and Assembly | ■ SMED – Single Minute Exchange of Die |
| ■ Ergonomie | ■ Supermarket |
| ■ FIFO (First In – First Out), LIFO (Last In – First Out) | ■ Systém odměňování |
| ■ Filosofie nulových vad – ZERO Defects | ■ Systém zlepšování |
| ■ FMEA – Failure Mode and Effects Analysis (Fehler
Möglichkeiten und Einfluss Analys) | ■ Štíhlý a inovativní podnik |
| ■ Fraktálový podnik | ■ Tahové systémy řízení |
| ■ Heijunka | ■ Takt Time |
| ■ Inovace | ■ Toyota Production System |
| ■ JIT – Just in Time | ■ TPM – Total Productive Maintenance |
| ■ Kanban | ■ TRIZ |
| ■ Lean Management | ■ Týmová práce |
| ■ MOST – Maynard Operation Sequence Technique | ■ Vizuální pracoviště |
| ■ OEE – Overall Equipment Effectiveness | ■ VSM |
| ■ Optimalizace linky | ■ WOIS |
| | ■ Workshop |

Obrázek 4 Metody LEAN (API)

(zdroj: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>)

Štíhlá výroba, často označovaná jako lean manufacturing, představuje systematický přístup ke zlepšování produktivity a kvality výrobních procesů, který se zaměřuje na minimalizaci odpadu a maximalizaci hodnoty pro zákazníka. (Baumgardner a Scaffede, 2020)

Důraz je kladen především na systém try-and-learn, který umožňuje organizacím testovat a implementovat nové metody a přístupy s cílem najít optimální řešení. Nástroje jako 5S, Kaizen a Value Stream Mapping jsou často využívány k podpoře implementace principů štíhlé výroby. (Altman, 2017)

Základy štíhlé výroby byly položeny v Toyota Production System (TPS), který vyvinul Taiichi Ohno a jeho tým, jako reakci na technické a ekonomické výzvy, jimž firma čelila po druhé světové válce. Hlavním cílem TPS bylo vytvoření pružného výrobního procesu, který by umožnil rychlejší přizpůsobení měnícímu se trhu. (Rother, 2017)

Základy metody štíhlé výroby jsou založeny na dvou základních metodách. Koncept "just-in-time", který se zaměřuje na dodávání dílů přesně ve chvíli, kdy je potřeba a "jidoka", což znamená autonomní automatizaci. (Altman, 2017)



Obrázek 5 Pět principů štíhlé výroby

(zdroj: <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>)

3.1 KAIZEN

Metoda Kaizen vychází z japonského slova znamenajícího "neustálé zlepšování," tato metoda se stala základním kamenem moderního managementu a optimalizace výrobních procesů. Metoda byla původně implementována v poválečném Japonsku, kde měla za cíl obnovit a posílit průmysl. (Harvey, 2020)

Metoda Kaizen je založena na několika klíčových zásadách, mezi něž patří zainteresování všech zaměstnanců, eliminace plýtvání a kladení důrazu převážně na efektivitu. (Miller et al., 2017)

V rámci aplikace metody zavádějí společnosti různé nástroje a techniky jako jsou 5S, diagramy příčin a následků nebo systém kanban, tyto metody mají za úkol jak zefektivnit, tak i systematizovat proces neustálého zlepšování. (Brau, 2016)

Metoda zahrnuje pravidelnou analýzu pracovních postupů a procesů, čímž zajišťuje odhalení a odstranění všech potenciálních slabin. Kaizen je založen na přesvědčení, že každý zaměstnanec, od nejvyššího manažera až po operátora ve výrobě, by měl aktivně přispívat identifikaci a implementaci zlepšení v pracovních postupech a procesech. (Harvey, 2020)

Tento cyklus zlepšování je pak často prezentován prostřednictvím nazývaného PDCA (Plan-Do-Check-Act). (Brau, 2020)

Metoda Kaizen byla původně orientována na výrobní a průmyslové sektory, avšak její využití se rozšířilo i na ostatní oblasti, jako je zdravotnictví, vzdělávání a administrativa. (Miller et al., 2017)

3.2 Teorie omezení

Teorie omezení (TOC), byla formulovaná Eliyahu M. Goldrattem v 80. letech 20. století, tato metoda představuje revoluční přístup k řízení výroby, který se zaměřuje na identifikaci a odstranění omezení ve výrobních procesech, jež brání dosažení vytyčených cílů organizace. (Altman, 2017)

V praxi se identifikace omezení provádí pomocí různých metod, jako jsou analýza toku hodnot, diagramy příčin a následků či metody založené na analýze kapacit. Důležité je, aby se organizace zaměřila na klíčové ukazatele výkonu, které umožňují sledovat celkovou efektivitu výrobního procesu. (Januška, 2018)

Optimalizace výrobních procesů je jedním z nejdůležitějších aspektů aplikace teorie omezení. Tím, že organizace identifikují svá úzká místa, mohou implementovat strategické změny, které vedou k zefektivnění operací. (Maynard, 2023)

Teorie omezení je založena na neustálém zlepšování, je složena z několika částí:

- Identifikace úzkého místa
- Rozhodnutí, jak řešit omezení
- Vyřešit omezení
- Podřídít vše problému řešení úzkého místa
- Maximalizovat tok v místě omezení
- Při úspěchu návrat k prvnímu bodu (Nenadál, 2018)

Nejvíce využívaným přístupem je princip Tahu, v procesu znázorňuje lano, které spojuje vstupní operace s úzkým místem. Přerušování činnosti, která je v procesu před úzkým místem znamená negativní ovlivnění úzkého místa, z tohoto důvodu je před činnostmi zásobník, který brání těmto výkyvům. (Nenadál, 2018)

3.3 Procesní analýza pracoviště

Procesní analýza pracoviště představuje metodiku zaměřenou na systematické hodnocení včetně zlepšování pracovních postupů a procesů ve firemním prostředí. (Griesbach, 2023)

V rámci procesní analýzy je nezbytné osvojit si analytické metody, které slouží pro získávání dat a jejich následnému vyhodnocení. Mezi nejběžněji používané techniky patří například techniky kvality, jako je Six Sigma, Lean management, či Value Stream Mapping. (Altman, 2017)

Klíčovým prvkem procesu je důsledné mapování pracovních postupů, které umožňuje identifikaci nežádoucích variací, nadbytečných činností a potenciálních úzkých míst. (Baumgardner a Scaffede, 2020)

Efektivita se zaměřuje na to, zda organizace dosahuje stanovených cílů, zatímco efektivnost se orientuje na optimalizaci zdrojů při dosažení těchto cílů, což zahrnuje zohlednění nákladů, času i kvality výstupů. (Rother, 2017)

Při provádění analýzy efektivity je nutné identifikovat klíčové výkonnostní indikátory (KPI), které poskytují konkrétní měřítka pro monitorování a porovnání výsledků. Tato měřítka by měla odpovídat charakteristikám procesů. Ve výrobním sektoru mohou být relevantní ukazatele doba cyklu, zmetkovitost nebo produktivita pracovníků. (Nenadál, 2018)

3.4 Analýza a měření práce

Měření práce se zaměřuje na kvantifikaci různých aspektů pracovní výkonnosti, což zahrnuje sledování časových norem, výkonových standardů, parciální a celkové produktivity. (Delgado a Daynier, 2016)

Analýza a měření práce představují klíčové prvky moderního managementu, které se zaměřují na systematické hodnocení pracovních činností a výkonu jednotlivců v rámci organizace. (Altman, 2017)

V praxi se využívá několik různých metod analýzy práce, z nichž každá má své specifické aplikace a výhody. Mezi nejvýznamnější přístupy patří pozorování pracovníků, analýza pracovních činností a metodologie zaměřená na procesech. (Sartor a Orzes, 2019)

Pozorování pracovníků je jednou z nejpoužívanějších metod, která spočívá ve sledování chování zaměstnanců při vykonávání práce.

Práci lze analyzovat pomocí různých metod, mezi nejčastější patří přímé a nepřímé pozorování.

3.4.1 Historie a vznik měření práce

Měření práce a výkonnosti v průmyslu představuje klíčový faktor v optimalizaci produktivity a efektivity pracovních procesů. (Rother, 2017)

Historie měření práce je součástí průmyslové revoluce, jejímž cílem bylo optimalizovat výkonnost a efektivitu v pracovním procesu. (Hendrickson, 2015)

První pokusy o systematické měření práce se objevily již na přelomu 19. století, kdy průmyslová revoluce přinesla masové výrobní metody a dramatické změny v organizaci práce. (Freeman, 2019)

V době průmyslové revoluce se kladl důraz na pojem produktivity, což vedlo ke zřetelnému zájmu o standardizaci pracovních postupů. Základními nástroji měření se staly

časové studie, které byly zprvu prováděny intuitivně a bez řádného zaznamenávání. (Schwab, 2017)

Postupně se začaly formulovat i první teorie o efektivním využití pracovní síly, nejvýznamnějším průkopníkem byl Frederick Winslow Taylor. Taylorův přístup, známý jako vědecké řízení, usiloval o posouzení a optimalizaci jednotlivých pracovních úkonů prostřednictvím pečlivého měření a analýzy. (Hendrickson, 2015)

Další nevyhnutelnou fází v měření práce byla industrializace, při níž došlo k zavádění nového druhu výroby, jako jsou montážní linky, které umožnily zvýšení produktivity a současně měření a vyhodnocení pracovního výkonu. (Freeman, 2019)

Počáteční pokusy byly prováděny v textilním a strojírenském průmyslu, bylo vyžadováno nových měřicích zařízení a techniky, mezi nimiž hrály klíčovou roli ukazatele výroby a efektivity. (Hendrickson, 2015)

Taylorův systém, známý jako Taylorismus, usiloval o optimalizaci pracovních procesů prostřednictvím metod, které by uplatňovaly měření výkonu nejen pro jednotlivce, ale i pro celou výrobní linku. (Baumgardner a Scaffede, 2020)



Obrázek 6 Pásová výroba

(zdroj: <https://www.e-api.cz/25755n-batuv-vyrobní-system-vyuzitelny-i-v-soucasnosti>)

3.4.2 Metody přímého měření práce

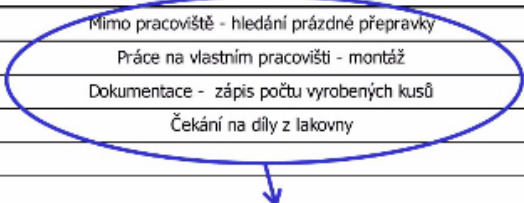
Do procesu přímého měření práce se zahrnují různé techniky a metodologie, zahrnující jak tradiční, tak moderní přístupy. (Baumgardner a Scaffede, 2020)

Mezi nejvyžívanější metody patří snímek pracovního dne, pozorování a současně také chronometráž. Tyto metody zaznamenávají čas strávený různými činnostmi a aktivitami. Pomocí těchto metod je možné identifikovat potenciální oblasti pro zlepšení a optimalizaci výrobního procesu. (Sartor a Orzes, 2019)

Pro přímé měření práce je možné využití také moderních technologií, například použití automatizovaných systémů, které poskytují informace o výkonu zaměstnanců a současně přinášejí komplexní pohled na faktory ovlivňující produktivitu. (Irani, 2020)

Snímek pracovního dne je specifický nástroj, který je použit pro zachycení a analýzu klíčových pracovních činnosti v určitém časovém rámci. (Griesbach, 2023)

Snímek pracovního dne je většinou měření pracovníka na daném pracovišti po dobu celé směny, kdy jsou zaznamenávány všechny činnosti, včetně délky jejich trvání, které pracovník provádí. Tato metoda je přínosná zejména pro odhalení úzkých míst na pracovišti, eliminaci zbytečných prostojů a neefektivních pohybů. (Maynard, 2023)

	Datum: 20. 8. 2010		POZOROVAC Í LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE		List č: 1
	Směna: ranní				Pozoroval: Dlabač
	Od do: 6:00 - 14:00				Pozorovaný: Fiala
Pracoviště: Montáž (linka 2)			Název stroje (ev. číslo):		
Výrobek 1 (název, číslo): AH 330			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 2 (název, číslo): AH 530			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 3 (název, číslo)			Dosažený výr. výkon:		
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:01	MP	
0:00:01	0:00:01	0:00:02	0:00:01	PVP	
0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:01	DOK	
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:01	Č	
postupný čas odečítaný ze stopky vždy při změně činnosti operátora		čas zahájení a ukončení činnosti (dva pod sebou uvedené postupné časy)		vypočítaná doba trvání činnosti (od - do)	
				symbol pro popis dané činnosti	
				vysvětlení daného symbolu či poznámka k vykonávané činnosti	

Obrázek 7 Snímek pracovního dne

(zdroj: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>)

Chronometráž je metoda, využívaná ke stanovení délky trvání pracovní činnosti a pro stanovení výkonových norem ke konkrétní výrobě. Chronometráž je nejpoužívanější metodou pro přímé měření práce. (Altman, 2017)

Obrázek 8 Záznamy chronometráž



Chronometráž operace																			
Operace: Montáž razítka								Datum pozorování: 15. 8. 2011 od: 6:20 do: 7:00				Pozorovatel list č.: 1 Krycí list č.:							
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezni bod	Pořadová čísla měření (kusy, cykly)										Příměr						
			N	1	2	3	4	5	6	7	8	9							
1	Natrubování matice	Z: uchopení matice	J	0:00:14	0:00:16	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:11	0:00:19	0:00:17	0:00:14	0:00:15						
		K: uchopení měřidla	P	0:00:14	0:01:50	0:03:23	0:04:56	0:06:38	0:08:18	0:10:06	0:11:45	0:13:30							
2	Měření + korize	Z: uchopení měřidla	J	0:00:18	0:00:16	0:00:21	0:00:16	0:00:28	0:00:28	0:00:15	0:00:17	0:00:19	0:00:18						
		K: odložení měřidla	P	0:00:32	0:02:08	0:03:44	0:05:15	0:07:04	0:08:38	0:10:21	0:12:02	0:13:48							
3	Komolace + založení ramene	Z: odložení měřidla	J	0:00:13	0:00:12	0:00:09	0:00:11	0:00:13	0:00:18	0:00:19	0:00:13	0:00:15	0:00:14						
		K: puštění ramene	P	0:00:45	0:02:20	0:03:53	0:05:26	0:07:17	0:08:56	0:10:40	0:12:15	0:14:03							
4	Připrava komponentů pro další montáž	Z: puštění ramene	J	0:00:57	0:00:57	0:00:06	0:00:07	0:00:11	0:00:05	0:00:08	0:00:07	0:00:07	0:00:07						
		K: odložení malé matice	P	0:00:52	0:02:27	0:04:01	0:05:33	0:07:28	0:09:07	0:10:46	0:12:22	0:14:10							
5	Upevnění razítka + přesun do výchozí polohy	Z: odložení malé matice	J	0:00:20	0:00:18	0:00:22	0:00:24	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:00:28	0:00:19	0:00:20						
		K: puštění ramene	P	0:01:12	0:02:45	0:04:23	0:05:57	0:07:46	0:09:20	0:11:02	0:12:50	0:14:29							
6	Učtyčení ramene velkou maticí + zkušební rameno	Z: puštění ramene	J	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:15	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:15	0:00:18						
		K: uchopení klíče	P	0:01:28	0:02:39	0:04:39	0:06:13	0:08:01	0:09:39	0:11:20	0:13:09	0:14:44							
7	Dolažení klíčem	Z: uchopení klíče	J	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:06	0:00:06	0:00:09	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:08						
		K: uchopení matice	P	0:01:34	0:03:08	0:04:47	0:06:22	0:08:07	0:09:48	0:11:28	0:13:16	0:14:54							
Suma (celková průměrná délka trvání operace)												0:01:38							
Uspořádání pracoviště - materiálový tok:			Rozbor pracovních úseků:					Plytvání:											
- nevhodné uspořádání klíčů								- připrava komponentů pro další montáž											
- materiál nevhodně ergonomicky umístěn (zdání dosahu)			Čas (s)					Definování opatření:											
								1. Úprava pracovního postupu (zrychlení v dokumentaci, bez předpřipravky komponent)											
								2.											
								3.											
								4.											
								5.											
								6.											

Obrázek 8 Záznamy chronometráž

(zdroj: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>)

3.4.3 Metody nepřímého měření práce

Metoda nepřímého měření je využívána zejména v situacích, kdy není možno provést reálné měření, jako je např. snímek pracovního dne nebo chronometráž. Tento způsob je využíván, např. při zavádění nové výroby, nebo pro stanovení ideální normy. (Dlabač, 2015)

Zásadní nevýhodou nepřímého měření je skutečnost, že se vychází z teoretických časů, které jsou specifikovány na určitý druh pohybu, ale není zohledněno v normě pracovní prostředí, případně další ovlivňující faktory. (Irani, 2020)

Výhodou nepřímého měření práce je to, že se jedná o objektivní stanovení normy, která není ovlivněna mezilidskými vztahy, nebo nepozorností, případně chybovostí pracovníka který dané měření provádí. (Rother, 2017)

Pro nepřímé měření práce jsou primárně využívány dvě nejčastější metody a to jsou metoda MTM a metoda MOST. Metoda MOST je méně pracná metoda, která přesně stanoví předem určené časy. (Dlabač, 2015)

Sekvenční modely pro systém Basic MOST		
Aktivita/druh pohybu	Sekvenční model	Parametr
Obecné přemístění	ABGABPA	A - Action distance (Akce na určitou vzdálenost)
		B - Body motion (Pohyb těla)
		G - Gain control (Získání kontroly)
		P - Placement (Umístění)
Řízené přemístění	ABGMXA	M - Move controlled (Přesun řízený)
		X - Processtime (Procesní čas)
		I - Alignment (Vyrovnání)
Použití ručního nástroje	ABGABP*ABPA	F - Fasten (Utáhnout)
		L - Loosen (Uvolnit)
		C - Cut (Dělit)
		S - Surface treat (Povrchová úprava)
		M - Measure (Měřit)
		R - Recor (Zaznamenat)
		T - Think (Myslet)
Použití ručního jeřábu	ATKFVLVPTA	T - Transport unloaded (Transport prázdný)
		K - Hook up and unhook (Zaháknutí a vyháknutí)
		F - Free object (Uvolnění objektu)
		L - Loaded mode (Transport naložený)
		V - Vertical Move (Vertikální přemístění)

A ₁₀	B ₆	G ₃	A ₁₀	B ₀	P ₁	A ₀
-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------

Obrázek 9 Sekvence Basic MOST

(zdroj: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>)

Metoda MOST vychází ze skutečnosti, že při všech činnostech je přemísťování objektů:

- volným pohybem (volně vzduchem),
- řízeným pohybem (jasně daná dráha pohybu),
- za pomoci ručního nástroje,
- za pomoci ručního jeřábu. (Dlabač, 2015)

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence										Frekvence	TMU
		OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou		A - Navrát					
		ŘP		MXI - Přemístění/Spustit										
		N		ABP - Položit										
		J - Jeřáb		ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou							
1	P	Uchopit výrobek vzdálený 1 krok a umístit jej na nástroj	OP	A 3 B 0 G 1 1 1 1	A 3 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	100			
2	O	Upevnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NF	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	F 6	A 0 B 0 P 0 1 1 1		A 0 1	1	60			
3	P	Upevnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NF	A 3 B 0 G 1 1 1 1	A 3 B 0 P 1 1 1 1	F 6	A 1 B 0 P 1 1 1 1		A 0 1	1	160			
6	L	Spustit cyklový čas trvající 29s	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 81 I 0 1 1 1				A 0 1	1	840			
8	P	Ukončit cyklus uvolněním páky	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	1	30			
9	O	Uvolnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NL	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1	L 6	A 1 B 0 P 1 1 1 1		A 0 1	1	120			
10	P	Uvolnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NL	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1	L 6	A 0 B 0 P 0 1 1 1		A 0 1	1	80			
11	O	Výjmout hotový výrobek	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1				A 0 1	1	20			
12	O	Očistit výrobek vzduchovou pistolí	NS	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1	S 6	A 1 B 0 P 1 1 1 1		A 0 1	1	120			
13	P	Odložit hotový kus do přepravky vzdálené 1 krok	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 3 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60			
Celková spotřeba času:					0.95			57,19			1590			
					minut			sekund			TMU			

Obrázek 10 Příklad použití metody Basic MOST

(zdroj: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>)

4 PRODUKTIVITA VÝROBY

Produktivita může být definována jako určitá míra efektivnosti, díky níž je cílené využití vstupů k dosažení výstupů v konkrétním kontextu. Tento pojem je obvykle vyjádřen jako poměr mezi výstupy a vstupy. (Jourová, 2016)

Historie konceptu produktivity zasahuje do období průmyslové revoluce, kdy se výrobní procesy začaly výrazně transformovat, díky mechanizaci a novým technologiím. V tomto období se odborníci zaměřili na zlepšení efektivity výroby, což vedlo k rozvoji principů organizace práce a její specializace. (Irani, 2020)

Jedním z nejčastějších ukazatelů produktivity je tzv. produktivita práce, která se obvykle měří jako výstup na zaměstnance nebo výstup na jednotku času práce. Tento ukazatel poskytuje užitečné informace o tom, jak efektivně lidé pracují. (Griesbach, 2023)

Produktivita se dělí na dvě základní části a to na parciální a totální produktivitu.

Efektivní měření produktivity umožňuje organizacím identifikovat silné a slabé stránky jejich operací, přičemž přispívá k optimalizaci procesů a zvyšování konkurenceschopnosti. Dvě základní kategorie metod pro měření produktivity zahrnují kvantitativní a kvalitativní přístupy. (Altman, 2017)

Mezi nejčastější kvalitativní metody patří například hloubkové rozhovory, fokusní skupiny, pozorování a analýza případových studií. Tyto techniky umožňují detailní prozkoumání názorů, pocitů a motivací jednotlivců či skupin, což výrazně obohacuje porozumění faktorům ovlivňujícím produktivitu. (Delgado a Daynier, 2016)

Kvantitativní metody ukazují množství a měřitelné aspekty produktivity, kvalitativní přístup zajišťuje, že jsou zohledněny i rozdíly a kontexty, které mohou ovlivnit celkovou výkonnost. (Griesbach, 2023)

Existuje řada faktorů, které mají zásadní vliv na produktivitu výroby. Mezi hlavní faktory kategorie ovlivňující produktivitu patří technologické, organizační a lidské zdroje. (Irani, 2020)

Produktivitu lze dělit na jednotlivé druhy, mezi nejvýznamnější druhy produktivity patří výrobní produktivita, kapacitní produktivita a celková produktivita. (Rother, 2017)

5 AUTOMATIZACE

Automatizaci lze definovat jako proces implementace technologií, systémů a metod, které snižují nebo eliminují potřebu lidského zásahu při vykonávání často se opakujících až standardizovaných činností. Tento proces uplatňuje kombinaci technických inovací, jako jsou robotika, umělá inteligence a počítačové softwary, které se využívají k dosažení vyšší účinnosti, flexibility a přesnosti ve výrobním prostředí. (EIngovan, 2022)

Historie automatizace ve výrobě se datuje až do období průmyslové revoluce, kdy se začaly zavádět mechanické stroje, které zásadně transformovaly tradiční výrobní procesy. Klíčovým okamžikem bylo zavedení parního stroje v 18. století, který umožnil zvýšení efektivity výroby a snížení závislosti na ruční práci. (Frey, 2021)

Automatizaci lze rozdělit dle jednotlivých typů:

- Plně automatizované systémy
- Částečně automatizované systémy
- Manuální systémy (Tanaka, 2024)

5.1 Plně automatizované systémy

Plně automatické systémy zahrnují široké spektrum využití aplikací, od výrobních linek v automobilovém průmyslu až po zavedení robotizovaných výroben v elektronice. Klíčovým prvkem těchto systémů je integrace senzorů, čidel a specializovaného software, který umožňuje monitorování a řízení strojního zařízení v reálném čase. (Nedbálek, 2024)

Hlavní výhody plně automatizovaných systémů spočívají ve zvyšování efektivity výroby, snížení výrobních nákladů a zajištění vysoké kvality produkce. Dále snižování nutného podílu práce lidského faktoru a tím zásadní eliminace možné chybovosti ve výrobě. (Pleskot, 2019)

Z pohledu budoucnosti hrají plně automatizované systémy klíčovou roli v digitalizaci a kybernetické výrobě, což zahrnuje prvky jako internet věcí (IoT) a strojové učení. (EIngovan, 2022)

5.2 Částečně automatizované systémy

Částečně automatizované systémy představují významnou fázi v evoluci průmyslových procesů, kde se kombinuje lidská práce a technologická automatizace. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby maximalizovaly efektivitu a produktivitu při minimalizaci nákladů na pracovní sílu a provozní výdaje. (Tanaka, 2024)

Tyto systémy mají využití zejména u druhu výroby, kdy se stále více vyplatí využívat i lidský potenciál, tzn. menší sériové výroby, nebo druhy výroby kde často dochází k modifikaci produktu a není možné tyto změny provádět automaticky. (Elnovan, 2022)

Mezi hlavní výhody částečně automatizovaných systémů patří snížení časové náročnosti u rutinních úkolů a schopnost rychle reagovat na změny v poptávce. Například, výrobní linky mohou být vybaveny roboty pro montáž nebo manipulaci s materiálem, zatímco kvalita výrobků je kontrolována zaměstnanci. (Susskind, 2021)

5.3 Manuální systémy

Jedná se o druh výroby, kdy jsou prováděny všechny operace bez jakékoliv formy automatizace. Druh tohoto systému má významné využití zejména u maloseriové produkce, nebo u zakázkové výroby, kdy by zavedení automatizace znamenalo rapidní nárůst investic do systému oproti úsporám a ziskům. (Elnovan, 2022)

S vývojem technologií je možné, že se tyto systémy vyvinou směrem k hybridním modelům, které kombinují manuální a automatizované pracovní postupy, zatím stále přetrvávají čistě manuální systémy. (Susskind, 2021)

V některých oborech, nebo u některých druhů výroby je automatizace a standardizace až nežádoucí, z důvodu ztráty možnosti přizpůsobit se požadavkům zákazníka v co nejkratším čase. (Tanaka, 2024)

6 PODNIK BUDOUCNOSTI

Výrobní podnik budoucnosti představuje dynamický koncept, který odráží neustálé proměny v oblasti technologií, pracovních procesů včetně požadavků na efektivnost a udržitelnost. (Reese, 2022)

Nezbytnou součástí je rozvoj Průmyslu 4.0, který je založen na inovativních technologiích jako je automatizace, internet věcí (IoT), a umělá inteligence (AI), se výrobní zařízení přetvářejí z tradičních modelů na inteligentní, komplexní a propojené systémy. (Ustundag a Cevikcan, 2018)

6.1 Průmysl 4.0

Průmysl 4.0, obecně označovaný jako čtvrtá průmyslová revoluce, se vyznačuje integrací digitálních technologií do výrobních procesů, čímž dochází ke změnám v organizaci nebo realizaci výroby. (Irani, 2020)

Pro průmysl 4.0 jsou charakteristické autonomní stroje, které nejen vykonávají fyzické úkoly, ale také se dokáží adaptovat na proměnlivé podmínky v reálném čase, čímž zvyšují schopnost výrobních procesů reagovat na potřeby trhu. (Muller a Kazanstev, 2022)

Nezbytnou součástí jsou tzv. Big data a správná analýza dat. Základem tohoto analytického rámce je využití algoritmů a technik strojového učení, které usnadňují rozpoznávání vzorů a prediktivní modelování. (Susskind, 2021)

6.1.1 Internet věcí

Internet věcí neboli IoT (z anglického Internet of Things), je síť vzájemně propojených fyzických zařízení, která jsou vybavena senzory, softwarem a dalšími technologiemi, která umožňují shromažďování a výměnu dat přes internet. (Russell a Van, 2016)

Tento systém umožňuje zařízením komunikovat jak mezi sebou, tak s centrálními systémovými platformami, což vedle zvyšování efektivity a automatizace procesů otevírá další možnosti v oblasti analýzy a přenosu dat. (Irani, 2020)

Budoucnost Internetu věcí (IoT) se vyznačuje velkým potenciálem a složitými výzvami, které budou definovat jeho další vývoj a aplikační spektrum. Očekávané inovace v oblasti IoT se zaměřují na zlepšení kompatibility mezi zařízeními, rozšíření jejich autonomních schopností a zapojení složitých analytických nástrojů. (Tanaka, 2024)

6.1.2 Umělá inteligence

Umělá inteligence (AI) se definuje jako schopnost strojů vykonávat úkoly, které by normálně vyžadovaly lidskou inteligenci. Tato definice zahrnuje širokou škálu funkcí a vlastností, od zpracování přirozeného jazyka po rozpoznávání obrazů, plánování, rozhodování a učení se z dat. (Frey, 2021)

Umělá inteligence je multidisciplinární obor, jehož hlavní pojmy zásadně přispívají k pochopení jejího fungování a aplikací. Jedním z nejvýznamnějších pojmů je strojové učení, což je metodologie, která umožňuje systémům učit se a zlepšovat své výkony na základě dat, aniž by byly explicitně naprogramovány pro každý krok. (Muller a Kazanstevev, 2022)

Umělá inteligence se stala klíčovým nástrojem v rámci různých odvětví, od zdravotnictví po zábavu, přičemž její aplikace dynamicky mění způsob, jakým fungují moderní systémy. (Ustundag a Cevikcan, 2018)

6.2 Technologické inovace

Technologické inovace jsou nezbytnou součástí výrobních podniků budoucnosti, které se snaží o zvýšení efektivity, snížení nákladů a posílení konkurenceschopnosti. V současné době se stále více prosazují trendy automatizace a robotizace, které umožňují optimalizaci výrobních procesů, snižování nutnosti účasti lidského faktoru a eliminaci chybovosti. (Reese, 2022)

Prediktivní údržba, založená na datech v reálném čase, minimalizuje prostoje a zvyšuje efektivitu výroby, čímž podstatně zlepšuje celkovou výkonnost výrobního podniku. (Elingovan, 2022)

Pokud podniky nenakupují nové technologie, může dojít k zastarání současných technologií a tím způsobené ztráta konkurenceschopnosti v daném výrobním segmentu. Inovace, nebo případná modernizace technologických zařízení, nebo celých výrobních celků je z hlediska zajištění budoucnosti výroby nezbytná. (Susskind, 2021)

II PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

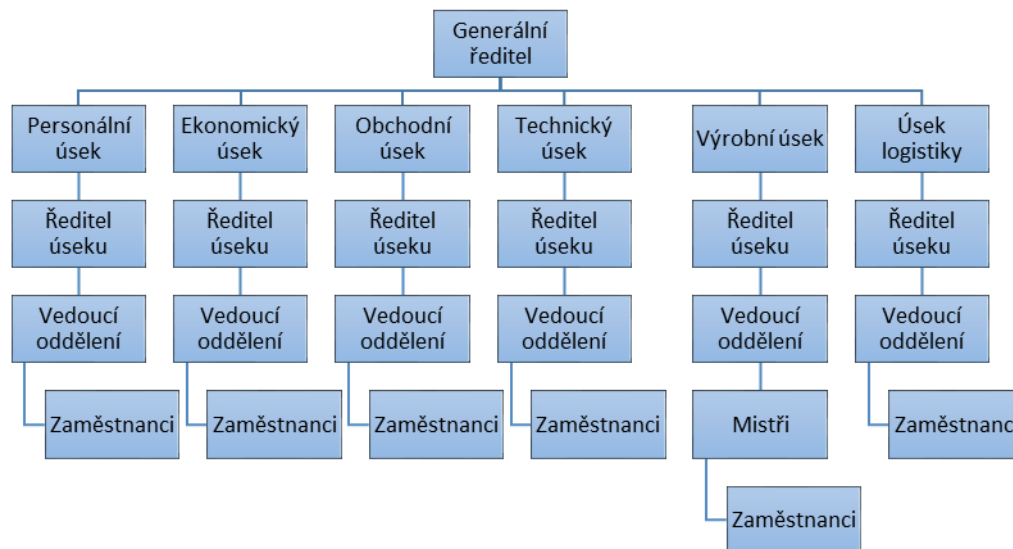
Diplomová práce byla zpracována v plastikářské firmě ve Zlínském kraji (dále jen organizace), současně v této firmě probíhala odborná praxe. Společnost pochází z České republiky. Rok založení organizace sahá do roku 1935, kdy firma vznikla jako jeden z původních Baťových závodů. Původní výrobky firmy měly charakter vojenského materiálu, konkrétně se jednalo o výrobu plynových masek pro Československou armádu. Po druhé světové válce začal v té době již státní podnik s výrobou protichemických vojenských plášťů opět pro Československou armádu. V 50. letech 20. století se podnik stal prvním výrobcem linoleových podlah v Československu a časem přibývaly i další segmenty výrobků.

Organizace je předním českým výrobcem linolea, laminátových a vinylových podlah, gumových hadic, hydroizolačních folií, ale také plastikářskými výrobky, které jsou užívány v každodenním životě, jako jsou např. potravinové folie a bytové doplňky až po segment gumových hraček.

Organizace má stále českého vlastníka (i když spadá do holdingu, který je ovšem také český). V současné době organizace zaměstnává cca 1 000 zaměstnanců, přičemž většinu své produkce vyváží do všech zemí světa (do těch zemí, které jsou schválené na základě sankčního seznamu), tímto se organizace řadí mezi významné exportéry zlínského kraje, konkrétně v segmentu stavebnictví. Organizace se skládá ze dvou výrobních závodů, které sídlí ve Zlínském kraji.

7.1 Organizační struktura

Složení organizační struktury ve společnosti:



Obrázek 11 Organizační struktura

(zdroj: vlastní)

Rozdělení pravomocí a odpovědností je stanoveno podnikovými směrnici, které jsou odsouhlaseny podpisovým řádem, procesními směrnici, organizačními pokyny, popisy pracovních míst, sdělení generálního ředitele apod. Organizace je tvořena odbornými úseky, kdy každý úsek má ve svém vedení kompetentního ředitele, který řídí chod svěřeného úseku za pomoci vedoucích oddělení. Pro úsek výroby jsou pod pozicemi vedoucích oddělení ještě pozice mistrů, kteří řídí konkrétní svěřené provozy.

Každá z řídicích úrovní organizace má své porady s vedoucími pracovníky. Porady se konají na týdenní, měsíční a čtvrtletní bázi. V případě potřeby je také možnost svolat operativní poradu. Na porady mohou být přizváni i pracovníci z jiných úseků, pokud to dané tématické okruhy vyžadují.

7.2 Produktové portfolio

Organizace se zabývá plastikářskou a gumovou výrobou, přičemž zásobuje svými výrobky různé zákaznické segmenty. Mezi nejvýznamnější segmenty patří:

- Zpracování plastového odpadu a recyklace
- Tvarované výrobky
- Vstřikování plastů
- Čáry pro antukové kurty
- Folie
- Podlahoviny
- Obklady stěn
- Hydroizolační folie
- Hadice
- Plastové profily

Největší zastoupení ve výrobě mají podlahoviny a hydroizolační folie, kdy produkty od organizace mají dobrou pověst po celém světě. Organizace si zakládá na vysoké kvalitě svých výrobků, zpětná vazba od zákazníků je pro organizaci nezbytná.

7.2.1 Zpracování plastového odpadu a recyklace

Organizace vykupuje a zpracovává plastové odpady. Společnost disponuje vlastní recyklační linkou pro drcení a opětovné zpracování plastových odpadů. Společnost nabízí prodej regenerulátů z polyolefinů a zpracování plastových odpadů z materiálů PP, PE, PP/PE, EVAC.

7.2.2 Tvarované výrobky

Jedná se zejména o segment výrobků pro potravinářský a zpracovatelský průmysl. Konkrétně se jedná o tvarované obaly (např. misky pro saláty atd.), potravinářské folie. Obaly vynikají nízkou propustností kyslíku a tím jsou vhodné pro uchování potravin. Všechny výrobky procházejí důkladnou kontrolou z hlediska zdravotní nezávadnosti. Další uplatnění výrobků jsou obaly pro technické výrobky a pro průmyslové zboží.

7.2.3 Vstřikování plastů

Vývoj a výroba výrobků na míru, dle požadavků zákazníka. Výrobní technologie je vstřikování do formy. Organizace nabízí možnost výroby na dodaných formách, nebo také výrobu vstřikovacích forem dle výkresové dokumentace. Většinou se jedná o plastové boxy, víka, dlaždice, plastové přepravky apod.

7.2.4 Čáry pro antukové kurty

Jedná se o plastové tzv. Lajny pro antukové kurty. Konkrétní využití jsou pro kurty na volejbal, tenis a nohejbal. Plastové lajny jsou instalovány při výstavbě nových kurtů, nebo při renovaci stávajících kurtů. Výrobce zaručuje životnost několik let, pokud bude provedena odborná a správná instalace.

7.2.5 Folie

Nejčastějším výrobkem je ubrusovina s potiskem, která je stále žádaným sortimentem v domácnostech a jídelnách z důvodů své praktičnosti. Součástí sortimentu jsou i sprchové závěsy, materiál pro výrobu koupacích čepic apod. Druhy folií se dělí na transparentní nebo barevná s dezénem a na transparentní nebo kouřová bez dezénu.

7.2.6 Podlahoviny

Společnost vyrábí širokou škálu podlahovin. Základní segmenty podlahovin se dělí na:

- Linoleum – v rolích nebo dílce
- Plovoucí podlahy
- Vinylová podlaha lepená
- Vinylová podlaha systém klik

7.2.7 Obklady stěn

Jedná se o heterogenní stěnovou krytinu, která díky svým vysokým hygienickým standardům nalézá uplatnění např. v nemocnicích a jiných zařízeních, kde jsou potřeba snadno omyvatelné interiérové obklady.

7.2.8 Hydroizolační folie

Uplatnění pro hydroizolační folie je primárně v segmentu stavebnictví, kdy jsou využity folie např. pro bazény a jezírka, izolace plochých střech, izolace základů staveb proti spodní

vlhkosti. Speciální segment jsou také hydroizolační folie, které zamezují úniku ropných látek apod.

7.2.9 Hadice

Produkce je zaměřena na výrobu hadic bez výztuh, tyto hadice plní transportní nebo ochrannou činnost. Hadice jsou vyráběny z materiálu PVC dle přání zákazníka v různých rozměrech, barvách, délkách, ale také dle finálního užití.

7.2.10 Plastové profily

Organizace vyrábí plastové profily více než 60 let. Společnost disponuje vlastní konstrukcí i výrobou nástrojů pro výrobu plastových profilů. Vlastní výroba PVC granulátu umožňuje společnosti pružné reakce pro vývoj nových profilů dle požadavků zákazníků.

Technologie výroby plastových profilů je metodou vytlačování. Organizace disponuje několika vytlačovacími linkami, na kterých lze vyrábět profily z různých materiálů. Profily mohou být dodávány v různých modifikacích (vysekávané, polepované, dezénované, značené, potiskované atd.).

- Jako profily jsou označovány:
- Podlahové lišty a k nim příslušné doplňky
- Nábytkářské profily
- Těsnicí profily
- Ochranné rohy
- Madla
- Kontejnerové profily

8 ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU PRACOVISTĚ

V praktické části je popsáno pracoviště, které je předmětem zkoumání této práce. Pracoviště se skládá z několika různých strojů, které jsou ovládány obsluhami na pracovišti. Na těchto strojích jsou prováděny operace převíjení a řezání folií na požadované rozměry a hmotnostní náviny.

Průzkum pracoviště byl započat v roce 2024, kdy byla nízká totální produktivita pracoviště a neplnění výkonových norem, dle stanoveného standardu. Další z aspektů byla poptávka od stávajících zákazníků na navýšení výrobních kapacit pro výrobky z portfolia organizace, které jsou zpracovány na pracovišti Převíjení – řezání. Požadavek o navýšení výrobních kapacit na pracovišti je o cca 125 %.

Praktická část dále obsahuje popis vybraného pracoviště, seznam strojů na pracovišti, popis jednotlivých činností pro vybrané stroje a také snímky z měření jednotlivých strojů. Součástí je i vyhodnocení práce a prostojů na pracovišti. Měření bylo provedeno pro nejnáročnější druhy výrobků na vybraných strojích.

8.1 Popis vybraného pracoviště

Na pracovišti Převíjení – řezání je standardní obsluha pro všechny stroje dva pracovníci (předák + pomocník). Pracovníci chodí pouze na ranní směnu (7,5 hod. denně), dvojice pro obsluhu strojů je pouze jedna. Materiál je navážen řidičem VZV, který je z jiného pracoviště. Pracovníci provádějí i balení finálního výrobku, tato operace by měla být prováděna při chodu stroje v čase, kdy není nutno do stroje nijak zasahovat.

Pracoviště se skládá ze strojů:

- PLUTO III
- Převíječka FAP150
- NP01
- Herold
- Řezačka Fab

V současné době nejsou stroje napojeny na podnikový systém, tudíž není možno v systému dohledat čas chodu stroje, ani vyrobené množství. Je nutno spoléhat na pravdivost

údajů, které zapisují pracovníci do elektronického výkazu. Tento způsob může obsahovat chybné údaje z důvodu nepozornosti lidského faktoru.

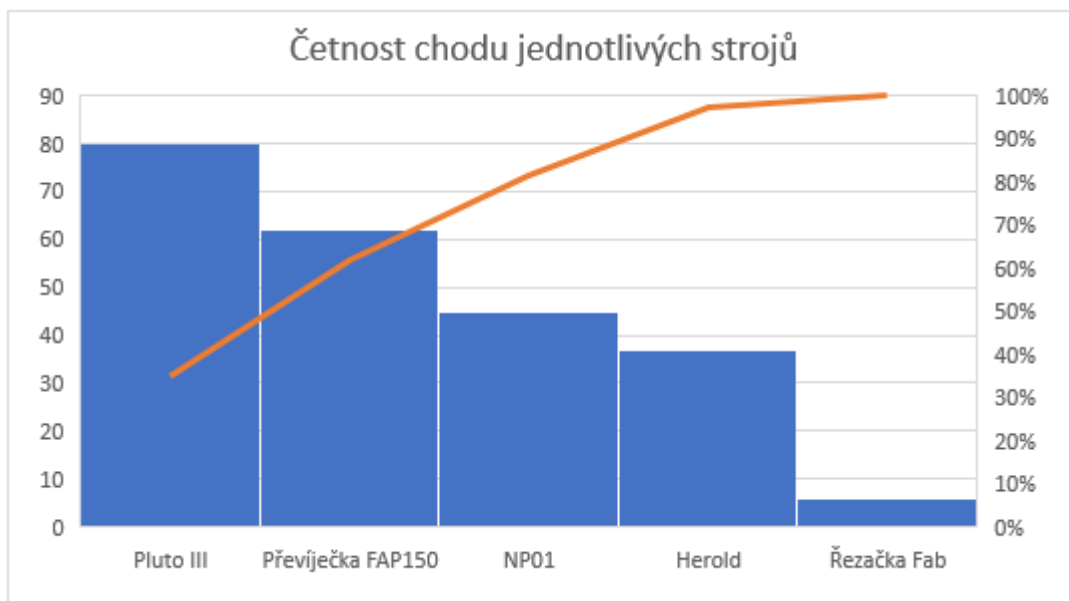
Pro stanovení priorit snímkování bylo nutno stanovit nejvíce vytížené stroje. Výchozí údaj byla dle výrobního výkazu četnost chodu jednotlivých strojů do 09/2024, za uplynulý rok.

Tabulka 1 Četnost chodu jednotlivých strojů

Do 09/24		
Stroj	Četnost	Priorita
Pluto III	80	1
Převíječka FAP150	62	2
NP01	45	3
Herold	37	4
Řezačka Fab	6	5

(zdroj: vlastní)

Stroje na pracovišti pro snímkování a vytvoření analýzy byly určeny pomocí Paretova diagramu, dle četnosti chodu jednotlivých strojů.



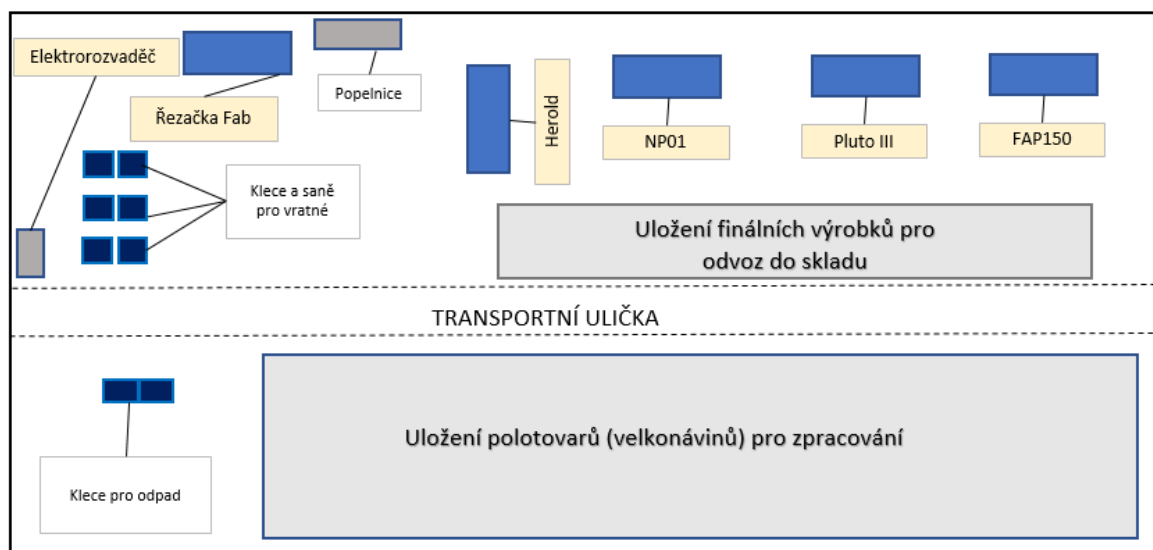
Obrázek 12 Paretův diagram

(zdroj: vlastní)

Snímkování proběhlo na prvních třech nejvíce vytížených strojích, pro zbylé dva stroje by nebylo snímkování vzhledem k četnosti chodu stroje relevantní.

8.2 Layout pracoviště

Layout pracoviště je navrhnut dle možností výrobních prostor. Umístění strojů je omezeno podpěrnými sloupy, které jsou na pracovišti. Musí zůstat zachovány dostatečně široké uličky pro převoz materiálu a pro manipulaci s předměty pomocí VZV. Aktuálně se o změně layoutu pracoviště neuvažuje, rozmístění strojů a předmětů na pracovišti nezpůsobuje zásadní časové prodlevy. Jiné vhodnější prostory aktuálně k dispozici nejsou.



Obrázek 13 Layout pracoviště

(zdroj: vlastní)

8.3 Popis jednotlivých strojů na pracovišti

V následujících bodech se praktická část práce zabývá popisem vybraných strojů na pracovišti, u kterých bylo provedeno přímé měření

8.3.1 Pluto III

Jedná se o stroj, který je určen pro převíjení velkonávinových folií na tzv. malonáviny. Stroj je vybaven žiletkami, díky kterým mohou být malonáviny ve stroji ještě nařezány na kotouče. Není nutno předem zkracovat dutinky na požadované rozměry, po nastavení požadovaných rozměrů finálního výrobku na ovládacím panelu stroje, jsou dutinky nařezány současně s navinutým materiálem.

Stroj může být také využit samostatně pouze pro převíjení materiálu (funguje pouze jako převíječka), nebo pouze pro řezání materiálu (pouze řezačka). Vzhledem ke složitosti nastavení stroje a s nutností přestavby stroje pro změnu výrobku bývá stroj nejčastěji využit pro kombinované činnosti, kdy je prováděno převinutí materiálu a následné nařezání na požadované rozměry na jednom stroji. Pluto III je využíván pro převíjení na větší malonáviny, které mají hmotnost přes 50 Kg (Převíječka FAP150 není dimenzována na takový druh finálního výrobku). Přestavba stroje pro jednotlivé druhy výrobků je stanovena na 60 minut.



Obrázek 14 Stroj Pluto III

(zdroj: vlastní)

8.3.2 Převíječka FAP150

Převíječka FAP150 slouží k převíjení tzv. Ubrusoviny z velkonávinu na požadované malonáviny. Finální rozměry jsou stanoveny dle požadavků zákazníků pro konkrétní zakázku. Stroj není vybaven řezacím zařízením, z tohoto důvodu je potřeba do stroje vkládat dutinky, které odpovídají šíři role velkonávinu. Jedná se o jednoúčelový stroj vlastní výroby, stroj není napojen na žádný podnikový systém, je vybaven pouze odvíjejícím se kolečkem, díky kterému je možno určit množství převinutých metrů. Po převinutí požadovaného množství metrů pro finální malonávin se stroj zastaví. Obsluha sundá malonávin ze stroje, vloží novou dutinku a spustí další cyklus. Přestavba stroje pro jednotlivé druhy výrobků je stanovena na 60 minut.



Obrázek 15 Převíječka FAP150

(zdroj: vlastní)

8.3.3 NP01

Stroj NP01 je založen na podobné koncepci jako Pluto III. Řezačka NP01 dokáže i převíjet materiály na požadované náviny, ovšem nemá takový pracovní rozsah jako výše zmíněné Pluto III. Na stroji jsou převíjeny a řezány materiály s menší tloušťkou. Především slouží stroj pro výrobu foliových pásek, a pro méně četnou výrobu, kdy není vhodné vytěžovat stroj Pluto III.



Obrázek 16 NP01

(zdroj: vlastní)

8.4 Snímkování výroby na stroji Pluto III

Snímkování proběhlo dne 11.07.2024, jednalo se o snímkování nejnáročnější výroby pro daný stroj na pracovišti. Přestavba stroje trvala pouze 18 minut (nejednalo se o kompletní přestavbu ale spíše odladění výroby a správné nastavení stroje. Snímkování probíhalo s běžným osazením pracovníků (1 předák, 1 pomocník).

Seznam činností:

Kategorie	Práce	Přidaná hodnota	Poznámka - příklady
Obsluha stroje	ANO	ANO	Obsluha stroje
Výměna role vstup	ANO	ANO	Založení do stroje, vyjmutí ze stroje
Převíjení	ANO	ANO	Svařování
Výměna role výstup	ANO	ANO	Vyjmutí ze stroje
Balení	ANO	ANO	Balení HV
Výpomoc	ANO	ANO	Jinému pracovníkovi
Manipulace	ANO	ANO	Nutná manipulace s materiálem
Přestavba	ANO	NE	Přestavení, nastavení stroje
Kontrolní činnost	ANO	NE	Předepsaná kontrolní činnost
Rozhovor pracovní	ANO	NE	Rozhovor týkající se práce (mistr, manipulant, kolega atd.)
Dokumentace	ANO	NE	Zápis, studium atd.
Úklid	ANO	NE	Úklid během a na konci směny
Mimo pracoviště	NE	NE	Nedodržení přestávky, osobní potřeby, cigareta, atd.)
Přestávka pracovníka	Nezapočítáno	Nezapočítáno	Zákonom daná - nezapočítaná do grafů práce/prostoj a přidaná/nepřidaná hodnota
Čekání (nečinnost)	NE	NE	Nečinnost pracovníka, soukromý rozhovor, cigareta u stroje atd.
Plytvání	NE	NE	Hledání, zbytečný pohyb, opravy, chyby, čekání na jeřáb atd.

Obrázek 17 Činnosti PLUTO III

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.4.1 Vyhodnocení – Předák

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Obsluha stroje	1:28:07	18,36%
Čekání (nečinnost)	1:02:40	13,06%
Výměna role výstup	1:00:56	12,69%
Převíjení	0:54:24	11,33%
Balení	0:38:38	8,05%
Přestávka pracovníka	0:33:43	7,02%
Plytvání	0:30:30	6,35%
Mimo pracoviště	0:27:32	5,74%
Výměna role vstup	0:18:44	3,90%
Přestavba	0:18:39	3,89%
Manipulace	0:14:46	3,08%
Dokumentace	0:13:43	2,86%
Rozhovor pracovní	0:07:56	1,65%
Úklid	0:07:19	1,52%
Kontrolní činnost	0:01:47	0,37%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 18 Trvání činností - Předák

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoje

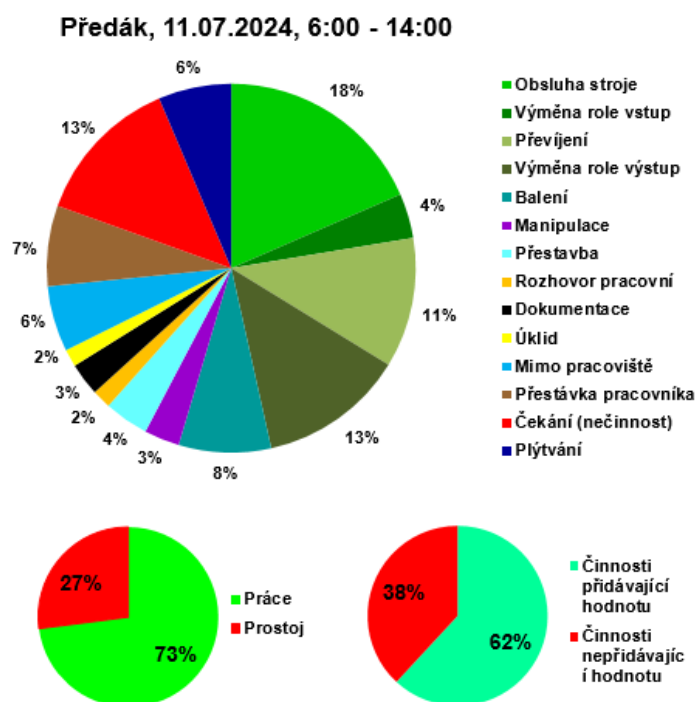
Tabulka vstupních údajů - pracuje/nepracuje

Činnost	Délka trvání
Práce	5:25:35
Prostoj	2:00:42

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	4:36:11
Činnosti nepřidávající hodnotu	2:50:06

Grafy



Obrázek 19 Grafické znázornění - Předák

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.4.2 Vyhodnocení - Pomocník

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Čekání (nečinnost)	2:40:34	33,45%
Výměna role výstup	0:55:10	11,49%
Balení	0:50:31	10,52%
Manipulace	0:49:12	10,25%
Přestávka pracovníka	0:33:47	7,04%
Mimo pracoviště	0:30:37	6,38%
Obsluha stroje	0:24:19	5,07%
Výměna role vstup	0:23:38	4,92%
Přestavba	0:13:01	2,71%
Plytvání	0:12:32	2,61%
Kontrolní činnost	0:07:37	1,59%
Dokumentace	0:05:40	1,18%
Úklid	0:05:17	1,10%
Rozhovor pracovní	0:04:30	0,94%
Převíjení	0:03:35	0,75%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 20 Trvání činností - Pomocník

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoj

Tabulka vstupních údajů - pracuje/nepracuje

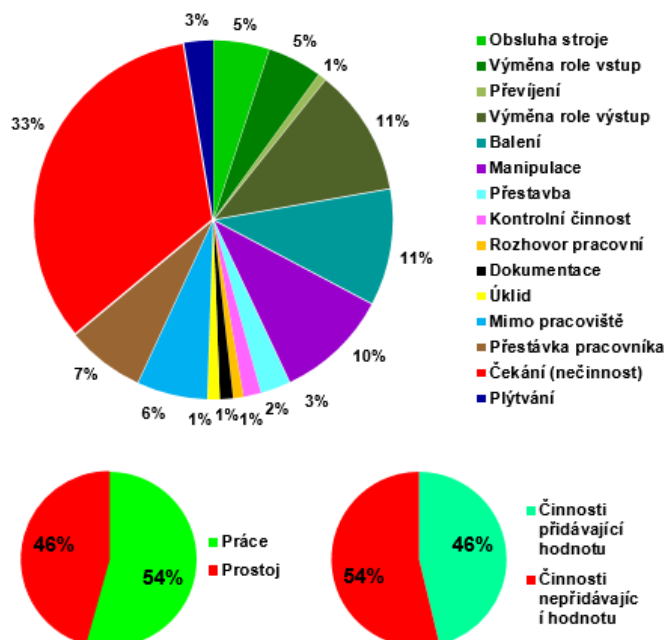
Činnost	Délka trvání
Práce	4:02:30
Prostoj	3:23:43

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	3:28:25
Činnosti nepřidávající hodnotu	3:59:48

Grafy

Pomocník, 11.07.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 21 Grafické znázornění - Pomocník

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.4.3 Vytížení stroje Pluto III

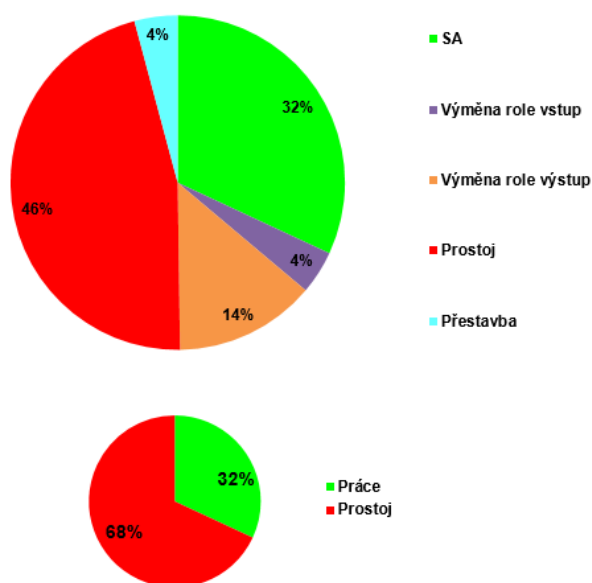
Vytížení stroje bylo stanoveno dle činností předáka (předák má za úkol obsluhu a seřízení stroje).

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Prostoj	3:25:27	42,80%
SA	2:22:31	29,69%
Výměna role výstup	1:00:56	12,69%
Přestávka pracovníka	0:33:43	7,02%
Výměna role vstup	0:18:44	3,90%
Přestavba	0:18:39	3,89%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 22 Trvání činností - Stroj

(zdroj: vlastní)

Pluto, 11.07.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 23 Grafické znázornění - Stroj

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

Postřehy z pozorování:

- Nedodržení přestávek
- Nečinnost pracovníků při chodu stroje
- Zastavení stroje pro činnosti balení a manipulace
- I při vytížení stroje na 32 % bylo splnění stanovené normy (strojní čas 2:22:31)

8.5 Snímkování výroby na stroji NP01

Snímkování proběhlo dne 17.07.2024, jednalo se o snímkování nejnáročnější výroby pro daný stroj na pracovišti. Snímkování probíhalo s běžným osazením pracovníků pro tento stroj (1 předák, 1 pomocník).

Seznam činností:

Kategorie	Práce	Přidaná hodnota	Poznámka - příklady
Obsluha stroje	ANO	ANO	Obsluha stroje
Výměna role vstup	ANO	ANO	Založení do stroje, vyjmutí ze stroje
Převíjení	ANO	ANO	Svařování
Výměna role výstup	ANO	ANO	Vyjmutí ze stroje
Balení	ANO	ANO	Balení HV
Výpomoc	ANO	ANO	Jinému pracovníkovi
Manipulace	ANO	ANO	Nutná manipulace s materiálem
Přestavba	ANO	NE	Přestavení, nastavení stroje
Kontrolní činnost	ANO	NE	Předepsaná kontrolní činnost
Rozhovor pracovní	ANO	NE	Rozhovor týkající se práce (mistr, manipulant, kolega atd.)
Dokumentace	ANO	NE	Zápis, studium atd.
Úklid	ANO	NE	Úklid během a na konci směny
Mimo pracoviště	NE	NE	Nedodržení přestávky, osobní potřeby, cigareta, atd.)
Přestávka pracovníka	Nezapočítáno	Nezapočítáno	Zákonem daná - nezapočítána do grafů práce/prostoj a přidaná/nepřidaná hodnota
Čekání (nečinnost)	NE	NE	Nečinnost pracovníka, soukromý rozhovor, cigareta u stroje atd.
Plytvání	NE	NE	Hledání, zbytečný pohyb, opravy, chyby, čekání na jeřáb atd.

Obrázek 24 Činnosti NP01

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.5.1 Vyhodnocení – Předák

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Balení	1:31:50	19,13%
Výměna role výstup	1:10:13	14,63%
Přestavba	0:44:25	9,25%
Převíjení	0:42:52	8,93%
Obsluha stroje	0:37:45	7,86%
Přestávka pracovníka	0:37:36	7,83%
Manipulace	0:30:48	6,42%
Mimo pracoviště	0:30:34	6,37%
Rozhovor pracovní	0:29:17	6,10%
Výměna role vstup	0:20:41	4,31%
Dokumentace	0:19:36	4,08%
Čekání (nečinnost)	0:13:35	2,83%
Úklid	0:05:57	1,24%
Plytvání	0:04:51	1,01%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 25 Trvání činností - Předák

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoj

Tabulka vstupních údajů - pracuje/nepracuje

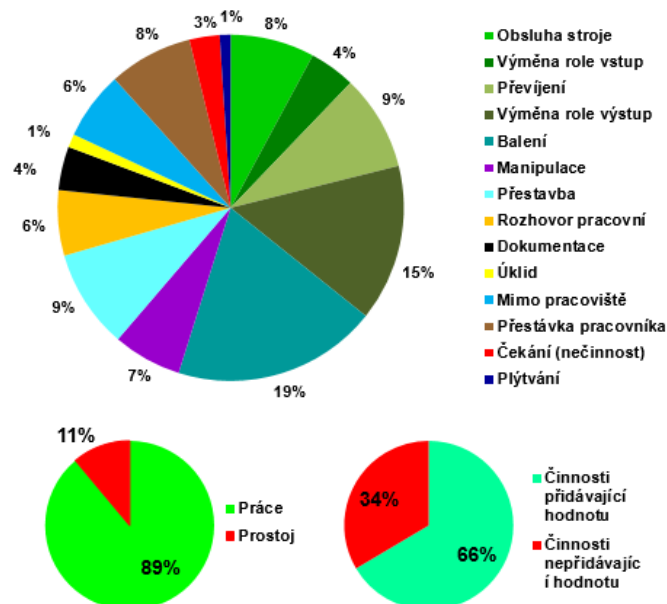
Činnost	Délka trvání
Práce	6:33:24
Prostoj	0:49:00

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	4:54:09
Činnosti nepřidávající hodnotu	2:28:15

Grafy

Předák, 17.07.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 26 Grafické znázornění - Předák

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.5.2 Vyhodnocení - Pomocník

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Čekání (nečinnost)	1:12:32	15,11%
Přestavba	1:08:22	14,24%
Výměna role výstup	1:07:46	14,12%
Balení	0:53:09	11,07%
Obsluha stroje	0:46:54	9,77%
Manipulace	0:38:34	8,03%
Přestávka pracovníka	0:38:00	7,92%
Mimo pracoviště	0:28:03	5,84%
Rozhovor pracovní	0:26:24	5,50%
Výměna role vstup	0:24:40	5,14%
Dokumentace	0:05:29	1,14%
Úklid	0:04:06	0,85%
Převijení	0:03:18	0,69%
Plytvání	0:02:21	0,49%
Kontrolní činnost	0:00:22	0,08%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 27 Trvání činností - Pomocník

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoj

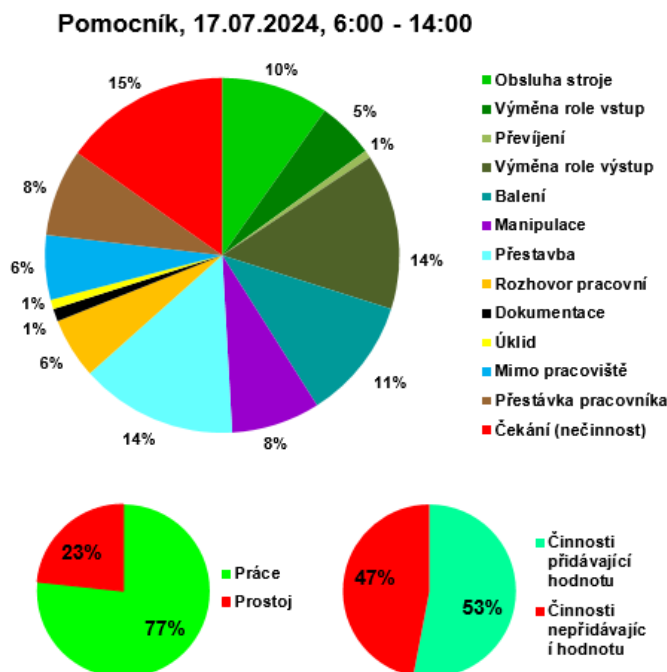
Tabulka vstupních údajů - pracuje/nepracuje

Činnost	Délka trvání
Práce	5:39:04
Prostoj	1:42:56

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	3:54:21
Činnosti nepřidávající hodnotu	3:27:39

Grafy



Obrázek 28 Grafické znázornění - Pomocník

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.5.3 Vytížení stroje NP01

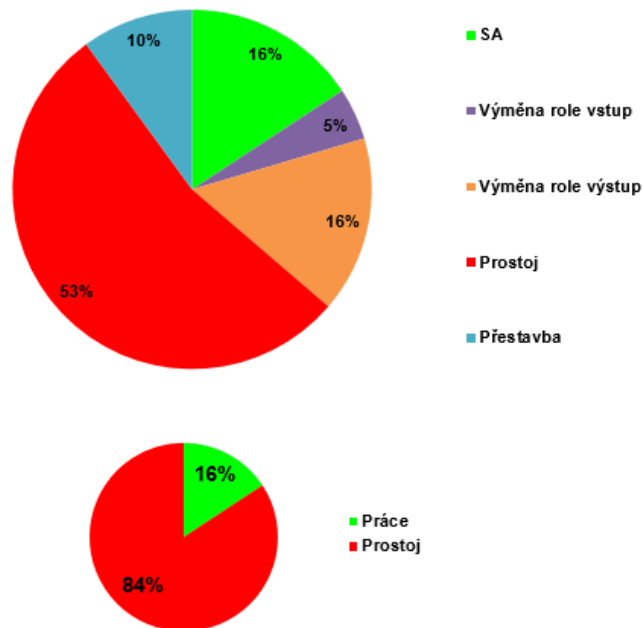
Vytížení stroje bylo stanoveno dle činností předáka (předák má za úkol obsluhu a seřízení stroje).

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Prostoj	3:57:26	49,47%
Výměna role výstup	1:10:13	14,63%
SA	1:09:39	14,51%
Přestavba	0:44:25	9,25%
Přestávka pracovníka	0:37:36	7,83%
Výměna role vstup	0:20:41	4,31%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 29 Trvání činností - Stroj

(zdroj: vlastní)

NP01, 17.07.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 30 Grafické znázornění - Stroj

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

Postřehy z pozorování:

- Nedodržení přestávek
- Nečinnost pracovníků při chodu stroje
- Zastavení stroje pro činnosti balení a manipulace
- Stanovená výkonová norma nesplněna – strojní čas 1:09:39

8.6 Snímkování výroby na stroji FAP150

Snímkování proběhlo dne 15.10.2024, jednalo se o snímkování nejnáročnější výroby pro daný stroj na pracovišti. Snímkování probíhalo s běžným osazením pracovníků pro tento stroj (1 předák, 1 pomocník).

Seznam činností:

Kategorie	Práce	Přidaná hodnota	Poznámka - příklady
Obsluha stroje	ANO	ANO	Obsluha stroje
Výměna role vstup	ANO	ANO	Založení do stroje, vyjmutí ze stroje
Převíjení	ANO	ANO	Svařování
Výměna role výstup	ANO	ANO	Vyjmutí ze stroje
Balení	ANO	ANO	Balení HV
Výpomoc	ANO	ANO	Jinému pracovníkovi
Manipulace	ANO	ANO	Nutná manipulace s materiálem
Přestavba	ANO	NE	Přestavení, nastavení stroje
Kontrolní činnost	ANO	NE	Předepsaná kontrolní činnost
Rozhovor pracovní	ANO	NE	Rozhovor týkající se práce (mistr, manipulát, kolega atd.)
Dokumentace	ANO	NE	Zápis, studium atd.
Úklid	ANO	NE	Úklid během a na konci směny
Mimo pracoviště	NE	NE	Nedodržení přestávky, osobní potřeby, cigareta, atd.)
Přestávka pracovníka	Nezapočítáno	Nezapočítáno	Zákonem daná - nezapočítaná do grafů práce/prostoj a přidaná/nepřidaná hodnota
Čekání (nečinnost)	NE	NE	Nečinnost pracovníka, soukromý rozhovor, cigareta u stroje atd.
Plytvání	NE	NE	Hledání, zbytečný pohyb, opravy, chyby, čekání na jeřáb atd.

Obrázek 31 Činnosti FAP150

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.6.1 Vyhodnocení – Předák

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Převíjení	2:27:50	30,80%
Čekání (nečinnost)	1:26:13	17,96%
Mimo pracoviště	1:06:06	13,77%
Výměna role výstup	0:56:29	11,77%
Přestávka pracovníka	0:41:35	8,66%
Výměna role vstup	0:33:45	7,03%
Obsluha stroje	0:16:46	3,49%
Manipulace	0:10:29	2,18%
Plytvání	0:08:08	1,69%
Balení	0:05:59	1,25%
Rozhovor pracovní	0:02:43	0,57%
Úklid	0:02:25	0,50%
Dokumentace	0:01:32	0,32%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 32 Trvání činností - Předák

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoj

Tabulka vstupních údajů - práce/nepráce

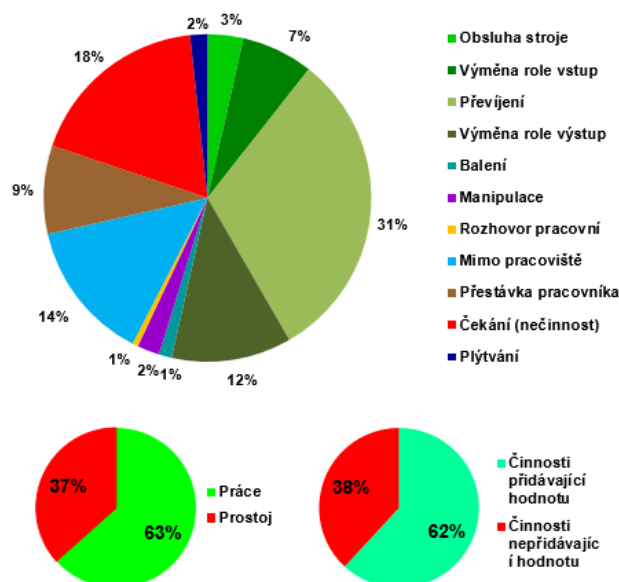
Činnost	Délka trvání
Práce	4:37:59
Prostoj	2:40:27

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	4:31:19
Činnosti nepřidávající hodnotu	2:47:07

Grafy

Předák, 15.10.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 33 Grafické znázornění - Předák

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

8.6.2 Vyhodnocení – Pomocník

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Balení	2:41:38	33,67%
Čekání (nečinnost)	2:00:40	25,14%
Mimo pracoviště	1:05:17	13,60%
Přestávka pracovníka	0:41:37	8,67%
Výměna role vstup	0:32:31	6,77%
Manipulace	0:22:26	4,67%
Dokumentace	0:14:14	2,96%
Obsluha stroje	0:06:41	1,39%
Převíjení	0:03:59	0,83%
Rozhovor pracovní	0:03:47	0,79%
Výměna role výstup	0:03:39	0,76%
Úklid	0:02:53	0,60%
Plytvání	0:00:37	0,13%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 34 Trvání činností - Pomocník

(zdroj: vlastní)

Procentuální zastoupení jednotlivých činností + práce vs. prostoj

Tabulka vstupních údajů - pracuje/nepracuje

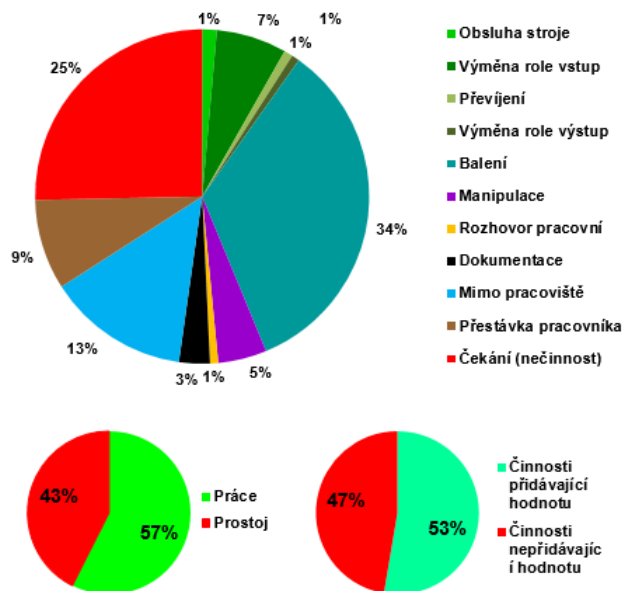
Činnost	Délka trvání
Práce	4:11:48
Prostoj	3:06:34

Tabulka vstupních údajů - přidává/nepřidává hodnotu

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	3:50:54
Činnosti nepřidávající hodnotu	3:27:28

Grafy

Pomocník, 15.10.2024, 6:00 - 14:00



Obrázek 35 Grafické znázornění - Pomocník

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

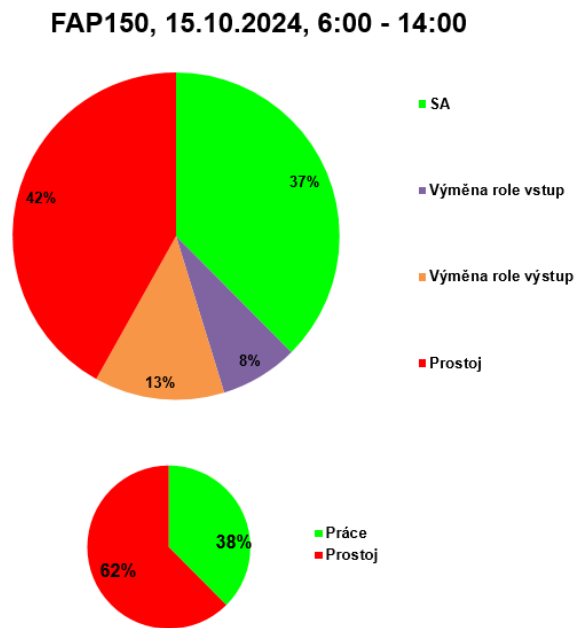
8.6.3 Vytížení stroje NP01

Vytížení stroje bylo stanoveno dle činností předáka (předák má za úkol obsluhu a seřízení stroje).

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Prostoj	3:03:35	38,25%
SA	2:44:36	34,29%
Výměna role výstup	0:56:29	11,77%
Přestávka pracovníka	0:41:35	8,66%
Výměna role vstup	0:33:45	7,03%
Celkem	8:00:00	100,00%

Obrázek 36 Trvání činností - Stroj

(zdroj: vlastní)



Obrázek 37 Grafické znázornění - Stroj

(zdroj: vlastní – na základě šablony API)

Postřehy z pozorování:

- Nedodržení přestávek
- Nečinnost pracovníků při chodu stroje
- Zastavení stroje pro činnosti balení a manipulace
- Stanovená výkonová norma splněna – strojní čas 2:44:36

8.7 Úzká místa

Během procesu snímkování bylo odhaleno několik úzkých míst, které snižují totální efektivitu pracoviště.

Mezi zásadní úzká místa patří:

- Disciplína na pracovišti
- Plánování
- Evidence
- Standardizace

8.7.1 Disciplína na pracovišti

Není dodržena pracovní doba – pracovníci dříve odcházejí z pracoviště, ve výrobním výkazu mají uvedeno, že jsou na pracovišti do 14:00. Nejsou dodržovány přestávky pracovníků – přestávka byla vždy překročena. Na obědovou přestávku chodí oba pracovníci současně (stroj nepracuje). Nejsou stanoveny standardy organizace práce na pracovišti.

Tabulka 2 Časové ztráty způsobené nedostatečnou disciplínou

Název pracoviště	Délka trvání úzkých míst za směnu 8 hod.	
	Předák	Pomocník
FAP150	3:22:01	3:48:11
NP01	1:26:36	2:20:56
PLUTO III	2:34:25	3:57:30

(zdroj: vlastní)

8.7.2 Plánování

Plán od obchodního úseku je zasílán v krátkém časovém horizontu (cca v týdenním předstihu), není možno rozplánovat plynulou výrobu. Dochází k častým přestavbám strojů (stanovený průměrný čas pro přestavbu je 60 min.). Plánování je závislé na jednom pracovníkovi – není stanoven zástup plánovače.

Tabulka 3 Časové ztráty způsobené přestavbami

Název pracoviště	Délka trvání úzkých míst za směnu 8 hod.	
	Předák	Pomocník
FAP150	0:02:43	0:03:47
NP01	1:13:42	1:34:46
PLUTO III	0:26:35	0:17:31

(zdroj: vlastní)

8.7.3 Evidence

Nepřesná a chybějící data ve výkazech (čas výroby, množství vstupů, evidence VM, prostoje, přestavby aj.). Výrobní výkaz je pouze ve formě tabulky v Excelu, pracoviště je částečně napojeno na výrobní systém organizace (pouze pro tisk štítků a etiket). Propojení není dokončeno do plné verze, systém aktuálně nezobrazuje ani status strojů.

Tabulka 4 Časové ztráty způsobené ruční evidencí

Název pracoviště	Délka trvání úzkých míst za směnu 8 hod.	
	Předák	Pomocník
FAP150	0:01:32	0:14:14
NP01	0:19:36	0:05:29
PLUTO III	0:13:43	0:05:40

(zdroj: vlastní)

8.7.4 Standardizace

Obsluhovost strojů je stanovena dle historických údajů z technologických předpisů. Na pracovišti bylo v minulosti zavedeno 5S, aktuálně neprobíhá pravidelný audit 5S, nejsou zavedeny na pracovišti SFM. Zavedení SFM na denní bázi je na pracovišti nezbytné. Díky zavedení SFM, bude denní přehled o vyrobené produkci za předešlou směnu. Současně bude možno efektivněji řešit operativní problematiku, která není evidována v systému.

Současně je potřeba aktualizovat výrobní výkazy, kde bude značena i nekvalita za konkrétní směnu, aktuální výkaz tento údaj neobsahuje, je uváděn pouze výkon a zda byla splněna stanovená výkonová norma.

Ve výkazu bude fixně stanovena pracovní doba 8 hod pro konkrétní výkonovou normu bez možnosti změny časových údajů (nyní lze uvádět pro stanovený výkon časový údaj, dochází k uvádění nepřesných informací od pracovníků).

Obnovení pravidelných 5S auditů přispěje k udržení pořádku a disciplíny na pracovišti. Nyní jsou úklidy pracovníky prováděny nárazově, není dodržen předepsaný standard úklidu, který je založen na denní, týdenní a měsíční bázi. Standardy úklidu jsou definovány včetně časové náročnosti. O tyto hodnoty jsou sníženy výkonové normy.

9 SOUHRN VÝCHOZÍHO STAVU PRACOVISTĚ

V analytické části bylo popsáno pracoviště, na kterém jsou prováděny operace převíjení a řezání folií na požadované rozměry, dle zadání od zákazníka. Pracoviště je složeno celkem z pěti strojů, z toho dle četnosti využití jednotlivých strojů bylo zaměřeno na tři nejčastěji používané stroje. Tyto stroje byly znázorněny v layoutu pracoviště. Dále byla uvedena stručná charakteristika vyráběných produktů, které je možno zpracovávat na pracovišti.

Proběhlo snímkování pracovního dne pro zvolené stroje, termíny pro snímkování byly voleny s ohledem na druh výrobku (pro každý stroj byla měřena nejsložitější výroba). Při sledování byli měřeni oba pracovníci (předák a pomocník), tak i proběhlo i měření samotného stroje. Pro každý stroj byla současně přiřazena tabulka činností, které probíhají pro konkrétní výrobu na daném stroji. Při vyhodnocení strojního času bylo zjištěno, že stroje mají nízké vytížení z důvodu nedodržování disciplíny na pracovišti, viz. kapitoly 8.4, 8.5, 8.6.

Poslední kapitola analytické části je zaměřena na zjištěné nedostatky během snímkování na pracovišti. Jedná se především o vysoký podíl prostojů, které nejsou způsobeny poruchou stroje a současně o nízké vytížení strojů na pracovišti během pracovní směny. Dalším úzkým místem je zastaralá koncepce strojů a nepropojení strojů s podnikovým systémem, jako je tomu na jiných pracovištích. Výchozí stav výrobního výkazu je nedostatečný a současně v něm nejsou obsaženy potřebná data k vyhodnocení kvality výroby atd.

Potenciál pracoviště není naplněn jednak z důvodu nevhodně nastavených výkonových norem, tak i přístupem pracovníků. Stroje mají nízké vytížení i tak jsou normy ve většině případů plněny. Dle technologických předpisů jsou stanoveny dvě obsluhy na jeden stroj, tento počet pracovníků je stanoven historicky. Dle výsledků ze snímkování je možné pro některé stroje obsluhovost snížit. Pro manipulaci s těžkými výrobky by byla vhodná instalace manipulátoru k lince Pluto III, kdy je do budoucna uvažováno i převíjení na balíky o hmotnosti přes 50kg.

10 NÁVRHY ŘEŠENÍ PRO DOSAŽENÍ POŽADOVANÉ PRODUKCE

Dle výsledků z analytické části dochází ve výrobním procesu na vybraném pracovišti na všech strojích ke značným časovým prostojům a nízkému vytížení strojů. Dále není možnost kontroly z hlediska správnosti uváděných dat (mohou být omezeny chybou lidského faktoru).

V níže uvedených podkapitolách jsou uvedeny a popsány návrhy na racionalizaci nebo zlepšení stávajícího stavu pracoviště. Návrhy jsou voleny z hlediska nutné obsluhovosti s orientací na dosažení požadovaného výsledku, tzn. zvýšení celkového ročního objemu produkce na pracovišti o 125%.

10.1 Potřebný počet pracovníků pro dané stroje

Z provedeného snímkování vybraných strojů na pracovišti je patrné, že pro daný typ výroby není nutný počet pracovníků pro konkrétní stroj na celou směnu (viz. kap. 11.1). V seznamu činností jsou činnosti, které nelze vykonávat pouze v jednom pracovníkovi, ale je potřeba dvou pracovníků. Tyto činnosti jsou prováděny v minimálním zastoupení z celé směny. Pro stanovení teoretického počtu pracovníků pro konkrétní stroje byla sestavena kalkulačka, díky které je možno určit skutečně potřebný počet pracovníků.

Navýšení výkonové normy:

Vzhledem k tomu, že při nízkém vytížení strojů byly normy plněny, někdy i dokonce překročeny, tak je vysoce pravděpodobné, že jsou aktuální normy nevhodně nastaveny. Změna výkonových norem je v tomto případě nevyhnutelná. Pro původní množství výroby s nastavenými normami bylo potřeba 251 směn. Vzhledem k tomu, že na pracovišti chodí pracovníci pouze na ranní směnu, tak se jedná o 251 pracovních dní v kalendářním roce. Každý druh výrobku má svou vlastní výkonovou normu. Maximální využití stroje za směnu bylo 37%.

10.2 Instalace manipulátoru s HV

Pro manipulaci s těžkými předměty nebude nutno dvou pracovníků, ale pouze jednoho pracovníka. V organizaci se nachází manipulátor, který byl demontován z jiné linky, v budoucnosti není pro tento manipulátor plánováno žádné využití. Manipulátor by musel projít drobnými úpravami, ovšem jeho využití by bylo vhodné zejména pro linku Pluto, kdy

je plánováno zpracování polotovarů na finální náviny o hmotnosti cca 50 kg. Manipulátor má nosnost ramene do 65 kg, čímž splňuje požadavek na nejtěžší zatížení výrobky.

Jedná se o manipulátor, který není mobilní, tudíž jeho využití pro jiné stroje na pracovišti není možné. Na ostatních strojích na pracovišti nejsou zpracovány finální výrobky s tak vysokou hmotností, aby bylo nutné použití manipulátoru.

Současně lze predikovat s instalací manipulátoru snížení nemocnosti pracovníků pro eliminaci možnosti výskytu nemocí z povolání z důvodu soustavného zatěžování paží nebo ramen nadměrnými hmotnostmi.

10.3 Zavedení druhé skupiny pracovníků na směnu

V současné době dochází v organizaci k útlumu již nevyužívaných linek, kdy jsou pracovníci přiděleni na jiná pracoviště, kde je potřeba navýšit počet pracovníků. Přidáním druhé dvojice pracovníků na ranní směnu bychom získali současný chod dvou strojů pro všechny varianty výrobků. Ve výchozím stavu pracovala jedna dvojice pracovníků pouze na jednom stroji, ostatní stroje v uvedeném čase nepracovaly. Na pracovišti je možno pracovat na více strojích současně, aniž by došlo k omezení některého z jiných pracovišť.

10.4 Propojení pracoviště s podnikovým informačním systémem

Pracoviště je vybaveno počítačem a tiskárnou pro tisk paletových štítků a etiket, současně je i tiskárna pro tisk tzv. rolových štítků. Pracovníci musejí do systému zadávat údaje, které mají být vytištěny na štítcích ručně, čímž může dojít chybě zapříčiněné lidským faktorem.

Stroje nejsou propojeny s podnikovým systémem, jako je tomu u jiných linek, kde jsou získávány data již ze strojů o množství vyrobené produkce, času chodu stroje, vytížení stroje apod.

Podnikový systém na pracovišti, který je pouze v PC je nutno vyplňovat manuálně, kdy se jedná o zbytečné vytížení pracovníků. Správnost uvedených údajů není ověřitelná, je nutno spoléhat na správnost uvedených údajů a na profesionalitu a odpovědnost pracovníků.

10.5 Motivace pracovníků – dodržení pracovní kázně, plánování

Na pracovišti je nízká motivace pracovníků k dodržení pracovní kázně. Jako jeden z důvodů je nevyvozování důsledků za nekázeň ze strany mistrů.

Pracovníci sami nepřemýšlejí nad možným zefektivněním rutinních činností, nebo nad možnými úsporami na pracovišti. Pracovníci čekají na zadání úkolů a ty plní, nevyvíjejí iniciativu.

Zásadní problém je s plánováním výroby, kdy plánování je založeno na 1 pracovníkovi, který nemá zástupce. Podklady pro plánování a termíny pro plnění zakázek jsou zadávány v krátkém časovém předstihu. Z důvodu krátkodobého plánování vznikají prostoje přestavbami, kdy je řešeno splnění termínu bez ohledu na nutnost přestavby stroje (někdy dochází i ke dvěma přestavbám za směnu).

11 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ ELIMINACE ÚZKÝCH MÍST

V této kapitole jsou konkrétní návrhy na eliminaci úzkých míst a racionalizaci pracoviště zhodnoceny z hlediska ekonomického, tak i z hlediska možných úspor a splnění požadavku o navýšení objemu výroby na daném pracovišti.

11.1 Potřebný počet pracovníků pro dané stroje

Prvním návrhem je stanovení teoretického počtu pracovníků pro každý stroj pomocí kalkulace. Jedná se pouze o teoretickou obsluhovost, na pracovišti nebylo zatím nikdy odzkoušeno.

Z kalkulací níže je patrné, že obsluhy mohou současně obsluhovat stroje Pluto a NP01, přičemž si budou pracovníci vzájemně vypomáhat při zavádění polotovaru do stroje nebo při dalších složitějších činnostech kdy je potřeba dvou pracovníků. Pro stroj FAP150 je nutná obsluha dvou pracovníků.

Pluto		z měření			
Činnost	Poznámka	Pracovníci	Čas	Četnost/směnu	Pracnost
Obsluha stroje	Stačí 1 pracovník	1	0:02:50	15	0:42:29
Výměna role vstup	Potřeba 2 zaměstnanců	2	0:03:07	6	0:18:44
Převíjení	Pro obsluhu stroje stačí 1 pracovník	1	0:03:12	17	0:54:24
Výměna role výstup	pracovníci pro přetažení HV na tyče a pro navinutí pásky na nové kotou	2	0:02:46	22	1:00:56
Balení	Na tyčích je schopen zabalit výrobky 1 pracovník	1	0:02:06	24	0:50:31
Manipulace	1 muž na manipulaci s HV (při instalaci manipulátoru 1 žena)	1	0:01:18	38	0:49:12
Přestavba	Čas přestaveb je obecně stanoven na 60 min.	2	0:18:39	1	0:18:39
Kontrolní činnost	Kontrola dokumentace	1	0:00:53	2	0:01:47
Dokumentace	Výkaz, tisk štítků atd...	1	0:02:17	6	0:13:43
Úklid	Úklid na pracovišti na konci směny	2	0:07:19	1	0:07:19
				5:17:44	
				bez 10% přírážky	s 10% přírážkou
Suma				5:17:44	5:49:30
Teoretický počet pracovníků				0,66	0,73

8:00:00

Obrázek 38 Teoretický počet pracovníků - Pluto

(zdroj: vlastní)

NP01		z měření			
Činnost	Poznámka	Pracovníci	Čas	Četnost/směnu	Pracnost
Obsluha stroje	Potřeba 1 pracovník	1	0:01:31	56	1:24:39
Výměna role vstup	Potřeba 2 zaměstnanců	2	0:06:54	3	0:20:41
Převíjení	Pro obsluhu stroje stačí 1 pracovník	1	0:03:18	14	0:46:10
Výměna role výstup	2 pracovníci (záleží na druhu výrobku)	2	0:04:23	16	1:10:13
Balení	2 pracovníci (záleží na druhu výrobku)	2	0:02:58	31	1:31:50
Manipulace	Provádí jeden pracovník	1	0:01:04	36	0:38:34
Přestavba	Čas přestaveb je obecně stanoven na 60 min.	2	1:08:22	1	1:08:22
Kontrolní činnost	Kontrola dokumentace	1	0:00:22	1	0:00:22
Dokumentace	Výkaz, tisk štítků atd...	1	0:02:45	2	0:05:29
Úklid	Úklid na pracovišti na konci směny	2	0:04:06	1	0:04:06
				7:10:26	
				bez 10% přírážky	s 10% přírážkou
Suma				7:10:26	7:53:29
Teoretický počet pracovníků				0,90	0,99

8:00:00

Obrázek 39 Teoretický počet pracovníků – NP01

(zdroj: vlastní)

FAP150		z měření			
Činnost	Poznámka	Pracovníci	Čas	Četnost/směnu	Pracnost
Obsluha stroje	Potřeba 1 pracovník	1	0:01:07	15	0:16:46
Výměna role vstup	Potřeba 2 zaměstnanců	2	0:03:45	9	0:33:45
Převíjení	Pro obsluhu stroje stačí 1 pracovník	1	0:00:51	168	2:23:15
Výměna role výstup	Prováděli 2 - stačil by 1 pracovník	2	0:00:22	153	0:56:29
Balení	Zvládne 1 pracovník	1	0:01:01	159	2:41:38
Manipulace	Zvládne 1 pracovník	1	0:01:18	38	0:49:12
Dokumentace	Výkaz, tisk štítků atd...	1	0:02:51	5	0:14:14
Úklid	Úklid na pracovišti na konci směny	2	0:02:53	1	0:02:53
				bez 10% přírážky	s 10% přírážkou
Suma				7:58:12	8:46:01
Teoretický počet pracovníků				1,00	1,10

8:00:00

Obrázek 40 Teoretický počet pracovníků – FAP150

(zdroj: vlastní)

Finanční úsporu není možné zatím vyjádřit. Úspora vznikne časová, kdy pracovníci budou schopni vyrobit dříve zakázky na daný kalendářní rok a poté mohou jít vypomáhat na jiné pracoviště, dle rozhodnutí mistra.

11.1.1 Navýšení výkonové normy

Předepsané normy byly splněny, někdy dokonce i překročeny i s nízkým vytížením strojů. Proběhla konzultace s pracovníky, kteří potvrdili možnost zvýšení norem pro dané výrobky na pracovišti.

Při navýšení norem o 30% (tato hodnota byla konzultována s pracovníky), je počet potřebných pracovních dní 194, pro splnění požadavku navýšení výroby o 125%. Díky navýšení nevhodně nastavených norem vznikne úspora celkem 57 pracovních směn v kalendářním roce.

Při předpokladu nákladů na jednoho pracovníka 281,25 Kč/hod, vzniká náklad na směnu 2250 Kč na 1 pracovníka. Na směně pracují dva pracovníci, tzn. 4500 Kč na směnu.

Při úspoře 57 pracovních směn vznikne finanční úspora ve výši 256 500 Kč.

11.2 Instalace manipulátoru s HV

Potřebné investice do manipulátoru jsou předběžně odhadnuty na cca 75 000 Kč. Díky instalaci manipulátoru bude možno snížit obsluhovost pro stroj pluto pouze na jednoho pracovníka, přičemž bude zajištěna výroba i pro těžké malonáviny, které váží cca 50 kg.

Při předpokládaných měsíčních nákladech na pracovníka 45 000 Kč bude roční úspora 540 000 Kč, při vynaložení jednorázové investice 75 000 Kč. Další úspora vznikne snížením nemocnosti, tato úspora zatím nelze ekonomicky vyčíslit.

11.3 Zavedení druhé skupiny pracovníků na směnu

Zavedení druhé směny nepřinese žádnou finanční úsporu, naopak výroba se prodraží. Jediná výhoda je vzájemná motivace pracovníků ohledně dosažených výkonů. Pro dosažení vyrobení požadovaného množství výrobků je potřeba 251 pracovních směn, při chodu jednoho stroje na pracovišti za směnu. Při zavedení druhé skupiny pracovníků na stejnou směnu lze předpokládat se zkrácením potřebného času na polovinu, při ponechání původní normy.

Jedná se o krizové řešení, které je vhodné pro zajištění požadovaného objemu výroby, pokud by selhaly jiné způsoby řešení úzkého místa.

11.4 Propojení pracoviště s podnikovým informačním systémem

Při propojení strojů s informačním systémem vznikne přesný přenos dat do podnikového systému ohledně času chodu strojů, zpracovaných zakázek na strojích, vyhodnocení OEE atd.

Stroje nejsou vybaveny žádnými modernějšími systémy, nebo kartami pro přenos dat. Dodatečná instalace potřebného vybavení do strojů byla odhadnuta na cca 150 000 Kč, přičemž se jedná pouze o fyzickou úpravu strojů na pracovišti. Jako další je potřeba úprava podnikového systému pro výrobu, který zajišťuje externí firma a současně nutnost naprogramovat stávající aplikace. Předběžný hrubý odhad je na 283 000 Kč. Pokud není podaná závazná poptávka tak není možno stanovit konkrétní částku od externí firmy.

Tento krok nepřinese úsporu finanční, ani zvýšení objemu produkce. Přínos by byl v přesnosti zpracovaných dat a možnost kontroly vytížení strojů pomocí systému.

11.5 Motivace pracovníků – dodržení pracovní kázně, plánování

Na pracovišti je potřeba pracovníky motivovat k dodržování požadované pracovní kázně, pokud nebude přístup zaměstnanců odpovědný, není možno navyšovat jen objem produkce a současně mít kvalitní výrobky.

Jedna z možností je příslib o diskuzi ohledně mzdových poměrů při plnění navýšených norem. Další způsob motivace je možnost vyplacení finanční odměny za podání zlepšovacího návrhu (pokud pomocí zlepšovacího návrhu vznikne finanční úspora).

Na pracovišti dojde k zavedení SFM na denní bázi a k obnovení periodických auditů 5S.

11.5.1 Plánování

Plánování je nutno zadávat s časovým předstihem, pro zvýšení objemu výroby a snížení prostojů. Plán by měl být zadáván s měsíčním výhledem a měl by být již neměnný.

Pokud dojde k dohodě mezi obchodním úsekem a plánovačem, bude snížen počet přestaveb na jednu přestavbu týdně.

Původně docházelo k přestavbám cca 1x denně, přičemž odhadované náklady na jednoho pracovníka jsou 281,25 Kč/hod. Pokud je prováděna přestavba pracovníci neprodukují výrobky. Stroj obsluhují dva pracovníci, tzn., že jedna přestavba stojí firmu 562,5 Kč pouze na mzdách zaměstnanců. Za rok (při předpokladu, že je 260 pracovních dní) se jedná o částku 146 250 Kč. Při zavedení přestaveb pouze 1x týdně (na začátku pracovního týdne) sníží se tyto náklady na 29 224 Kč (při předpokladu 52 pracovních týdnů v roce).

11.6 Souhrn návrhů řešení

Na základě obchodních kontraktů má být navýšení objemu roční produkce o 125 %. Tento objem produkce by byl splněn při prvním, druhém a třetím návrhu. Třetí návrh je ekonomicky nevýhodný, dojde ke zvýšení nákladů na výrobky (jedná se o krizové řešení).

První a druhý návrh zajistí splnění požadované normy, včetně splnění předpisů pro ergonomii. Změna výkonové normy nepřinese žádné nutné investice, ovšem časová úspora bude znatelná.

Zavedení podnikového systému na pracoviště nepřinese žádnou finanční úsporu ani nepřispěje ke zvýšení objemu produkce. Přínos by byl ve správnosti dat a možnému okamžitému ověření stavu výroby na konkrétních strojích.

Změna v plánování přinese úsporu ve výši $146\,250 - 29\,224 = 117\,026$ Kč. Tato úspora vznikne jen díky eliminaci přestaveb díky vhodnějšímu způsobu plánování.

Tabulka 5 Shrnutí úspor a nákladů

Kapitola	Návrhy opatření	Nutné náklady pro realizaci	Úspory	Přínosy
11.1	Potřebný počet pracovníků pro dané stroje	0	Nelze zatím vyčíslit	Zvýšení objemu produkce a vytížení strojů
11.1.1	Navýšení výkonové normy	0	Úspora 57 směn = 256 500 Kč/rok na mzdách	Dosažení požadované roční produkce + roční úspora na mzdách
11.2	Instalace manipulátoru	75 000 Kč	Úspora 1 zaměstnance = 540 000 Kč/rok	Úspora jednoho pracovníka na obsluhu stroje
11.3	Druhá skupina pracovníků na směnu	1 080 000 Kč	Sníží se celková úspora ze všech návrhů řešení	Splnění požadovaného objemu produkce
11.4	Propojení pracoviště s podnikovým informačním systémem	433 000 Kč	Sníží se celková úspora ze všech návrhů řešení	Možnost kontroly správnosti dat
11.5	Motivace pracovníků – dodržení pracovní kázně, plánování	Nelze vyčíslit	-	Zajištění dodržování pracovní kázně na pracovišti, důsledná kontrola plnění požadavků
11.5.1	Plánování	0 Kč	117 026 Kč/rok	Finanční úspora, zvýšení objemu produkce

(zdroj: vlastní)

12 VYMEZENÍ PROJEKTU

V kapitole jsou uvedeny nezbytné náležitosti k realizaci projektu, mezi které patří projektový list, harmonogram projektu, logický rámec projektu a analýza rizik projektu.

12.1 Projektový list

Projektový list je zpracován do níže uvedené tabulky, z projektového listu je možno vyčíst podklady ke správnému definování a zpracování projektu. Název projektu je zvolen dle názvu diplomové práce, což je racionalizace pracoviště ve vybrané společnosti.

Strategická oblast pojednává o požadavku na zvýšení objemu produkce o 125% na daném pracovišti. Jedná se o požadavek od zákazníků. Projektový tým je složen z projektového manažera, ředitele výroby, vedoucího průmyslového inženýrství včetně technologa. Začátek projektu byl stanoven na 10.06.2024 a konec na 01.06.2025, kdy by mělo dojít k finální implementaci zvoleného řešení z možných návrhů.

Tabulka 6 Projektový list

Popis projektu	Racionalizace pracoviště ve vybrané společnosti
Strategická oblast projektu	Splnění požadavku na objem produkce, revize výkonových norem
Cíl projektu	Zvýšení celkové objemu produkce o 125%
Členové týmu	Projektový manažer, výrobní ředitel, vedoucí průmyslového inženýrství, technolog
Období	10.06.2024 – 01.06.2025
Předpokládané investice	75 000 Kč – jednorázová investice
Dosažené úspory	913 526 Kč/rok
Kontrolní metriky	Produktivita výrobní linky, snížení prostojů
Nástroje a metody	Přímé měření, snímek pracovního dne, plýtvání ve výrobním procesu, SFM, workshop
Vlastník projektu	Projektový manažer

(zdroj: vlastní)

12.2 Harmonogram projektu

Pro správné rozplánování projektu byl sestaven harmonogram projektu, který obsahuje všechny nutné činnosti k realizaci projektu. Harmonogram je rozdělen do jednotlivých kalendářních týdnů pro zadané období délky trvání projektu a rozčleněn na čtyři hlavní fáze. Vytvořený harmonogram pro projekt obsahuje příloha P I.

12.3 Logický rámec projektu

Na začátku projektu byl sestaven logický rámec projektu, který slouží k seskládání základní charakteristiky do vzájemných souvislostí, slouží také pro detailnější popis konkrétních cílů, výstupů, ověření informací a rizik, které jsou nezbytné pro zpracování analytické části včetně vyhodnocení návrhů na řešení. Logický rámec je obsažen v příloze P II.

12.4 Analýza rizik

Vytvořená analýza rizik je v příloze P III. Analýza obsahuje pravděpodobnost výskytu rizika, vliv rizika na projekt, atd. Analýza vychází z logického rámce projektu, analýza je nezbytný nástroj pro stanovení pravděpodobnosti výskytu rizik během projektu. Rizika mohou negativně ovlivnit scénář projektu, z tohoto důvodu je potřeba si možným rizikům v projektu vyhnout, nebo se je pokusit eliminovat.

ZÁVĚR

Dílčí cíle práce pojednávaly o racionálních návrzích na změnu výchozího stavu pracoviště, pomocí kterých lze dosáhnout požadovaných zefektivnění výrobního procesu, čímž bude současně naplněna podstata zadání, a to navýšení ročního objemu produkce na konkrétním pracovišti o 125 %. Současně budou naplněny i ostatní přínosy, kterých bude dosaženo pomocí racionalizace pracoviště. Pro realizaci cíle bylo nutné využití metod průmyslového inženýrství, konkrétně bylo užito metody pozorování, přímé měření pomocí snímku pracovního dne. Charakteristika úzkého místa ve výrobním procesu na konkrétním pracovišti byla stanovena pomocí principu teorie omezení, na tomto pracovišti proběhla potřebná optimalizace. V současné době je projekt ve fázi testování navržených opatření.

Diplomová práce se dělí na dvě části, a to na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je založena na průzkumu odborné literatury pomocí knih, odborných článků nebo internetových zdrojů zabývajících se odbornou tematikou. V úvodu první části byl komplexně popsán výrobní proces, na který navázal podnikový proces. Po definici nezbytně nutných procesů pro výrobu a fungování organizace přechází práce k lean metodám. Součástí lean metody jsou i analýzy a měření práce, kdy konkrétně přímá metoda měření práce je využita v praktické části. Na lean metody postupně navazuje produktivita, na kterou má zásadní vliv správné využití metod lean. Cílem každé organizace je udržení konkurenceschopnosti, té lze dosáhnout ve výrobních procesech automatizací a sledováním nových trendů. Současně je nutné tyto trendy postupně implementovat do výrobního procesu. Tato problematika je obsažena v posledních dvou kapitolách teoretické části práce.

První kapitola druhé části práce pojednává o základním seznámení s vybranou společností, ve které byla studie zpracována. Následující kapitola je zaměřena na analytickou část praktické části. Analytická část začíná popisem vybraného pracoviště, kdy pro přesnější znázornění je uveden i layout pracoviště, dále je uveden i popis jednotlivých strojů, kterými pracoviště disponuje. Další částí analytické části práce je realizace metody přímého měření práce za pomoci využití snímku pracovního dne pro všechny stroje. Součástí vyhodnocení je i vytíženosti pracovníků a strojů na konkrétním pracovišti během pracovní směny. Dále jsou definovány úzká místa v procesu výroby pomocí principu TOC. Výchozí stav pracoviště je popsán v kapitole souhrn výchozího stavu pracoviště, na kterou navazuje kapitola s návrhy řešení odstranění úzkých míst. Tato kapitola obsahuje návrhy na změny výkonových norem, počtu pracovníků na pracovišti, tak i vybavení pracoviště manipulátorem, který bude nezbytný pro plánovaný druh finálních výrobků. Praktická část

obsahuje také zhodnocení návrhu eliminace úzkých míst, součástí je i odhad možných úspor při vynaložení nutných nákladů. Pokud by byly realizovány pouze nezbytné investice ve výši cca 75 000 Kč, je možné dosáhnout úspor ve výši cca 913 526 Kč. Tato úspora vznikne pomocí snížení počtu potřebných přestaveb ve výrobě, změnách při plánování, navýšením výkonových norem o 30 %, čímž bude i navýšeno vytížení strojů z výchozího tristního stavu využití strojních časů konkrétních zařízení. Současně bude splněno dílčí zadání projektu, které je navýšení ročního objemu produkce na pracovišti o 125 %.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. Místo vydání není známo: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 9781978348684.

AREZES, Pedro M. a CARVALHO, Paulo Victor Rodrigues de, 2016. *Ergonomics and human factors in safety management*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9781498727563.

BAUMGARDNER, Dwane a SCAFFEDE, Russell, 2020. *The leadership roadmap: people, lean, and innovation*. Second edition. New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 9781138315044.

BEAUMONT, John P, 2019. *Runner and gating design handbook: tools for successful injection molding*. 3rd edition. Munich: Hanser Publishers. ISBN 9781569905906.

BRAU, Sebastian J, 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD. ISBN 9781539322948.

DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando, 2016. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Vědecké monografie. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-600-2.

Dlabač, Jaroslav (29. 10. 2015). Analýza a měření práce [cit. 2025-25-02]. Dostupné z <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

ELNGOVAN, Uthayan, 2022. *Industry 5.0: the future of the industrial economy*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-032-04127-8.

FASSATI, Tomáš, 2022. *Laboratoř ergonomie: praktické příklady a cvičení z psychické, organizační a fyzické ergonomie*. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-07033-8.

FLÍDR, Jiří, 2023. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2459-6.

FREEMAN, Joshua Benjamin, 2019. *Behemot: dějiny továrny a utváření moderního světa*. Brno: Host. ISBN 978-80-275-0006-2.

- FREY, Carl Benedikt, 2021. *Technologická past*. Brno: Host. ISBN 9788027506743.
- GRIESBACH, David, 2023. *Lean innovation guide: a proven approach for innovation success*. Amsterdam: BIS Publishers. ISBN 978-90-6369-668-9.
- HARVEY, Sarah, 2020. *Kaizen: japonská metoda postupné změny návyků*. Olomouc : ANAG. ISBN 978-80-7554-287-8.
- HENDRICKSON, Kenneth E, 2015. *The encyclopedia of the industrial revolution in world history*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield. ISBN 978-0-8108-8888-3.
- CHROMJAKOVÁ, Felicitá; TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 9788074546808.
- IRANI, Shahrukh A, 2020. *Job shop lean: an industrial engineering approach to implementing lean in high-mix low-volume production systems*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-4069-2.
- KALA, Rahul, 2024. *Autonomous mobile robots: planning, navigation and simulation*. London: Academic Press, an imprint of Elsevier. ISBN 978-0-443-18908-1.
- KHAIRUNNISA; HIDAYATI, Juliza a SHALIHIN, Ahmad, 2020. *Reducing waste order production process more efficient approach effective and lean manufacturing* (Journal Review). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020-01-01, Online. Vol. 725, iss. 1. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757899X/725/1/012001>. [cit. 2024-11-20].
- MAYNARD, Harold B, 2023. *Maynard's industrial and systems engineering handbook*. New York: McGraw Hill. ISBN 9781260461565.
- MICHÁLEK, Martin. CSS, 2022: *moderní layout*. [Praha]: Martin Michálek - Vzhůru dolů. ISBN 978-80-88253-07-5.
- MILLER, Jon; WROBLEWSKI, Mike a VILLAFUERTE, Jaime, 2017. *Kultura Kaizen: změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0618-8.
- MUKHOPADHYAY, Prabir, 2020. *Ergonomics for the layman: applications in design*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis group. ISBN 978-0-367-33499-4.

MÜLLER, Julian M. a KAZANTSEV, Nikolai, 2022. *Industry 4.0 in SMEs across the globe: drivers, barriers, and opportunities*. Boca Raton: London. ISBN 978-0-367-76190-5.

NEDBÁLEK, Karel, 2024. *New age post (2), aneb, Možný scénář směřování společnosti*. Slušovice: Čibe a.s., advokátní kancelář Mgr. Karel Nedbálek a otec. ISBN 978-80-908533-9-3.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 9788072615612.

PATERMANN, Jiří, 2022. *Lean dílenské řízení: Je čas změnit vaši dílnu*. Grada. ISBN 978-80-271-6636-7.

PLESKOT, Alois, 2019. *Základy automatizace*. Praha: Informatoriu. ISBN 978-80-7333-136-8.

REESE, Byron, 2022. *Čtvrtý věk: inteligentní roboti, myslící počítače a budoucnost lidstva*. Brno: Zoner Press. ISBN 978-80-7413-490-6.

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

RUSSELL, Brian a VAN DUREN, Drew, 2016. *Practical Internet of things security: a practical, indispensable security guide that will navigate you through the complex realm of securely building and deploying systems in our IoT-connected world*. Community experience distilled. Birmingham: Packt Publishing. ISBN 978-1-78588-963-9.

SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar, 2021. *Handbook of human factors and ergonomics*. Fifth edition. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-119-63608-3.

SARTOR, Marco a ORZES, Guido, 2019. *Quality management: tools, methods, and standards*. Bingley: Emerald Publishing. ISBN 978-1-78769-804-8.

SCHWAB, Klaus, 2017. *The fourth industrial revolution*. London: Portfolio Penguin. ISBN 978-0-241-30075-6.

SUSSKIND, Daniel, 2021. *A world without work: technology, automation and how we should respond*. Penguin economics. [London]: Penguin Books. ISBN 978-0-141-98680-7.

TANAKA, Akira, 2024. *Technological unemployment: preparing for a jobless future*. [Spojené státy americké]: Montecito Hot Springs. ISBN 978-1-77890-330-4.

USTUNDAG, Alp a CEVIKCAN, Emre, 2018. *Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer series in advanced manufacturing*. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-57869-9.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 3P proces	19
Obrázek 2 Plýtvání.....	24
Obrázek 3 Mapa procesů	32
Obrázek 4 Metody LEAN (API).....	34
Obrázek 5 Pět principů štíhlé výroby	35
Obrázek 6 Pásová výroba	39
Obrázek 7 Snímek pracovního dne	40
Obrázek 8 Záznamy chronometráž	41
Obrázek 9 Sekvence Basic MOST.....	42
Obrázek 10 Příklad použití metody Basic MOST	43
Obrázek 11 Organizační struktura	51
Obrázek 12 Paretův diagram.....	56
Obrázek 13 Layout pracoviště	57
Obrázek 14 Stroj Pluto III.....	58
Obrázek 15 Převíječka FAP150.....	59
Obrázek 16 NP01	60
Obrázek 17 Činnosti PLUTO III	60
Obrázek 18 Trvání činností - Předák	61
Obrázek 19 Grafické znázornění - Předák	61
Obrázek 20 Trvání činností - Pomocník	62
Obrázek 21 Grafické znázornění - Pomocník	62
Obrázek 22 Trvání činností - Stroj	63
Obrázek 23 Grafické znázornění - Stroj	63
Obrázek 24 Činnosti NP01	64
Obrázek 25 Trvání činností - Předák	64
Obrázek 26 Grafické znázornění - Předák	65
Obrázek 27 Trvání činností - Pomocník	65
Obrázek 28 Grafické znázornění - Pomocník	66
Obrázek 29 Trvání činností - Stroj	66
Obrázek 30 Grafické znázornění - Stroj	67
Obrázek 31 Činnosti FAP150	68
Obrázek 32 Trvání činností - Předák	68
Obrázek 33 Grafické znázornění - Předák	69
Obrázek 34 Trvání činností - Pomocník	69

Obrázek 35 Grafické znázornění - Pomocník	70
Obrázek 36 Trvání činností - Stroj.....	70
Obrázek 37 Grafické znázornění - Stroj	71
Obrázek 38 Teoretický počet pracovníků - Pluto	78
Obrázek 39 Teoretický počet pracovníků – NP01	78
Obrázek 40 Teoretický počet pracovníků – FAP150.....	79

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Četnost chodu jednotlivých strojů	56
Tabulka 2 Časové ztráty způsobené nedostatečnou disciplínou	72
Tabulka 3 Časové ztráty způsobené přestavbami	72
Tabulka 4 Časové ztráty způsobené ruční evidencí	73
Tabulka 5 Shrnutí úspor a nákladů	82
Tabulka 6 Projektový list	83

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

tzn To znamená

apod A podobně

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Harmonogram projektu

Příloha P II: Logický rámec projektu

Příloha P III: Analýza rizik

PŘÍLOHA P I: HARMONOGRAM PROJEKTU

Činnost	Týdny v roce 2024																																																				Týdny v roce 2025																					
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																					
Zahájení projektu																																																																										
Definice projektu																																																																										
Sestavení projektového týmu																																																																										
Seznámení se s pracovištěm																																																																										
Analytická část																																																																										
Analýza výchozího stavu																																																																										
Aplikace přímého měření																																																																										
Vyhodnocení všech měření																																																																										
Vyhodnocení analytické části																																																																										
Aplikační část																																																																										
Návrh nových opatření																																																																										
Prezentace navržených řešení																																																																										
Zhodnocení navrženého řešení																																																																										
Testování návrhů řešení																																																																										
Závěrečná fáze																																																																										
Vyhodnocení splnění cíle projektu																																																																										
Prezentace výsledků																																																																										

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

	Cíle	Ukazatele	Způsob ověření
Hlavní cíl	Zajistit požadovaný objem produkce	Plnění výkonových norem	Revize výkonových norem
Cíl projektu	Zefektivnit pracoviště, eliminace plýtvání	Zvýšení celkové roční produktivity o 125%	Průběžná kontrola plnění výkonových norem
Výstupy	Analýza výchozího stavu	Výsledky analýzy výchozího stavu	Přímé měření, výkonnostní ukazatel
	Návrhy řešení	Revize norem, obsluhovosti a plánování. Dodržování pracovní kázně	Vytvoření nových výkonových norem. Motivace pracovníků
	Zhodnocení návrhů řešení	Možné úspory - finanční i procesní	Zhodnocení návrhů řešení
Aktivity	Popis výchozího stavu pracoviště	Prostředky	Harmonogram projektu
	Analýza pracoviště	Přímé měření	22. týden 2024 - 22. týden 2025
	Využití metody přímého pozorování	Tablet	Rizika
	Vyhodnocení snímků pracovního dne	Excel	Chybně zpracovaná analýza
	Identifikace úzkých míst	Odborná literatura	Nespolupráce vedení
	Návrhy na řešení úzkých míst		Ztráta dat
	Vyhodnocení navrhovaných řešení		Překročení rozpočtu
			Překročení harmonogramu

PŘÍLOHA P III: ANALÝZA RIZIK

Pozice	Riziko	Možnost výskytu rizika	Možný scénář rizika	Akceptace rizika	Vliv
1	Chybně zpracovaná analýza	3	Chybné výsledky	2	střední
			Neobhájení DP	2	velký
2	Nespolupráce vedení společnosti	1	Zrušení projektu	1	velký
			Zdržení projektu	1	malý
			Neodevzdání DP	1	velký
3	Nepřijetí navržených opatření	2	Nesplnění cílů DP	3	střední
4	Ztráta dat	3	Nedodržení časového harmonogramu	2	střední
5	Nedodržení harmonogramu	3	Zdržení projektu	1	střední
			Neodevzdání DP	1	velký
6	Sabotování projektu ze strany pracovníků	2	Nutnost opětovného měření	3	malý
7	Nedodržení rozpočtu	3	Zdražení výrobku	2	střední