

Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti

Tereza Sedláčková

Bakalářská 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 BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Tereza Sedláčková
Osobní číslo: M21500
Studijní program: B0413A050024 Ekonomika a management
Specializace: Ekonomika a management podniku
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte literární rešerši zdrojů problematiky procesů s akcentem na výrobní procesy.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výrobních procesů souvisejících s výsypem výrobku ze síla ve vybrané společnosti.
- Na základě provedené analýzy navrhněte opatření pro zlepšení současného procesu.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ALTMAN, Harry. *Lean: Lean Six Sigma, lean startup, lean enterprise, lean analytics, agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.
CANEVAROLO, Sebastião V. *Polymer science: a textbook for engineers and technologists*. Munich: Hanser Publishers, 2020. ISBN 978-1-56990-725-2.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 9788024757179.
NOVÁK, Petr. *Chování nákladů ve výrobních firmách z pohledu jejich variability*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2018. ISBN 9788074547737.
PATERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení: Je čas změnit vaši dílnu: začněme teď!*. Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9.

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

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **23. května 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Petr Novák, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního procesu ve vybrané společnosti. Hlavním cílem je zvolena analýza klíčových nedostatků a návrh opatření pro optimalizaci zkoumaného procesu. Pro zjištění nedostatků byly použity metody jako procesní analýza, SWOT analýza, Ishikawa diagram, Spaghetti diagram a bodová analýza. Výsledkem analýzy je zjištění o chybějící automatizaci procesu výsypu hotového výrobku, která nahradí stávající poloautomatický proces výsypu. Díky tomuto řešení dojde ke snížení nákladů ve výrobním procesu.

Klíčová slova: výrobní proces, SWOT analýza, optimalizace procesu, automatizace

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the analysis of the production process in a selected company. The main objective is chosen to analyze the key shortcomings and propose measures for optimization of the examined process. Methods such as process analysis, SWOT analysis, Ishikawa diagram, Spaghetti diagram and point analysis have been used to identify the gaps. As a result of the analysis, the conclusion is that there is a lack of automation in the finished product discharge process to replace the existing semi-automated discharge process. This solution will reduce the cost in the production process.

Keywords: production process, SWOT analysis, process optimization, automatization

Chci jedno obrovské děkuji vyjádřit v první řadě mé vedoucí paní Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D., která mi byla stálou a vždy pozitivní podporou i oporou. Pomohla mi ve všech aspektech práce, vedla mě a nikdy jsem se nebála na ni obrátit. Opravdu velké díky za vše, co pro mě při mé práci udělala a jsem vděčná, že jsem mohla bakalářskou práci vypracovat pod jejím vedením.

Obrovské, nepopsatelné díky mé mamince a tatínkovi, bez kterých bych nejspíš nikdy nezískala zájem pro tento obor a podmínky pro naplnění potřeb práce. Sdíleli se mnou své široké znalosti z oboru plastikařiny, výroby, personální sféry a nákladů. Dali mi také nadstandardní základy pro mé studium, nikdy nekončící podporu, nesčetné konzultace a rady. Díky, které se těžko vyjadřuje pouze slovy.

Dále bych chtěla poděkovat mému manželi, který pro mě byl spojením se společností a konzultantem v oblasti nákladů a výroby. Za jeho podporu psychickou i humorné historky, které přípravu práce díky němu provázely.

Děkuji svým tchánům, kteří mi též byli během přípravy velikánskou podporou a pomohli mi při práci, kdykoliv jsem potřebovala.

V neposlední řadě chci poděkovat všem vyučujícím, kteří mě provedli studiem na Univerzitě Tomáše Bati, díky kterým jsem získala ještě větší zápal pro svůj obor, obrovské spektrum znalostí a dovedností, nutných pro zpracování této práce. Velmi si toho vážím a děkuji.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	15
I TEORETICKÁ ČÁST.....	16
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	17
1.1 LEAN.....	17
1.2 STANDARDIZACE.....	17
1.2.1 Metoda 5S	18
1.3 PLÝTVÁNÍ.....	19
1.3.1 Přesuny	20
1.3.2 Zásoby	20
1.3.3 Pohyby.....	20
1.3.4 Nevyužitý lidský potenciál.....	20
1.3.5 Čekání	21
1.3.6 Nadbytečné zpracování	21
1.3.7 Nadprodukce	21
1.3.8 Chyby	22
1.4 NÁKLADY DO FÁZE VLASTNÍCH NÁKLADŮ VÝROBY DLE TYPOVÉHO KALKULAČNÍHO VZORCE	22
2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY	24
2.1 SWOT ANALÝZA	24
2.2 PROCESNÍ ANALÝZA	25
2.3 ISHIKAWA DIAGRAM.....	25
2.4 LAYOUT	27
2.5 ŠPAGETOVÝ DIAGRAM.....	28
3 PRŮMYSL 4.0	29
4 AUTOMATIZACE	30
4.1 HISTORIE.....	30
4.2 SOUČASNOST.....	30
5 SHRNUÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	31
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	32
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	33
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	33
6.2 VIZE SPOLEČNOSTI	34
6.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	35
7 POPIS VÝROBNÍHO PROCESU A PRODUKTU	36
7.1 FÁZE VÝROBNÍHO PROCESU.....	36

7.2	VSTUPY DO VÝROBY	36
7.3	VÝROBKY	37
7.3.1	Polyethylenový granulát	37
7.3.2	Polypropylenový granulát	38
7.3.3	Polystyrenový granulát	39
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROCESU VÝSYPU	40
8.1	POPIS PROCESU VÝSYPU MATERIÁLU ZE SILA	40
8.1.1	Personální zajištění	42
8.1.2	Layout	42
8.2	APLIKACE ZVOLENÝCH METOD	44
8.2.1	SWOT analýza procesu výsypu výrobku	44
8.3	ANALÝZA POHYBŮ NA PRACOVÍŠTI	47
8.3.1	Procesní analýza	48
8.3.2	Špagetový diagram	49
8.3.3	Náklady současného stavu procesu	51
8.4	ANALÝZA HLAVNÍCH PŘÍČIN DRUHŮ PLÝTVÁNÍ	52
8.4.1	Ishikawa diagram	52
8.5	SUMARIZACE HLAVNÍCH ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ	55
9	VYBRANÉ NÁVRHY PRO ZLEPŠENÍ PROCESU	57
10	NÁVRH AUTOMATICKÉ VÝSYPOVÉ STANICE A JEHO ZHODNOCENÍ	60
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
	SEZNAM PŘÍLOH	72

ÚVOD

V dnešním už tak konkurenčně vypjatém prostředí se společnosti snaží zefektivnit veškeré své procesy. Manažeři jsou již zvyklí na neustále se měnící tržní situací, ale je třeba tomuto přizpůsobit kompletní procesy uvnitř podniku. Ve výrobních podnicích je díky této dynamice naprosto vitální pohotově reagovat na změny a neustále přemýšlet, jak můžeme dělat věci lépe. Nejenže se dnes velmi rychle vyvíjí technologie všeho druhu, ale s nimi se vyvíjí i zákazník a jeho potřeby jsou dnes již naprosto jinde, než tomu bylo například před 10 až 15 lety.

V této bakalářské práci je zpracována analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti, jenž je zaměřena na odhalení nedostatků a návrh konkrétních řešení, které může společnost využít pro optimalizaci chybových činností, které tento proces zahrnuje. Hlavním cílem práce je analyzovat současný stav procesu výsypu hotového výrobku, provést vyhodnocení vypracovaných analýz a dle výsledků navrhnout optimální řešení pro společnost včetně vyčíslení jeho nákladů.

V první části práce je zpracována teoretická literární rešerše, která nabízí podklad pro zkoumání, provedená v části praktické. Nejprve je v teoretické části rozebrána problematika nákladů a jejich postavení i dělení ve společnosti. V další části se věnuji úvodu do štíhlé výroby a jejím vybraným součástem jako je standardizace nebo plýtvání, kde popisují kde všude a díky čemu může vzniknout tento „průmyslováky“ nenáviděný jev. Dále jsou zde nastíněny klíčové koncepty využitých metod průmyslového inženýrství, a to SWOT analýza, procesní analýza, layout, špagetový diagram a diagram příčin a následků. Závěr teoretického sektoru obsahuje stručné informace o pojmu průmysl 4.0 a definuje některé jeho základní prvky z pohledu ekonomického vývoje.

Praktická část se nejprve věnuje představení společnosti, v kapitolách historie, vize společnosti a organizační struktura. Dále jsou v praktické části aplikovány veškeré metody a analýzy zmíněné v přechodí teoretické pasáži. Data, která tyto analýzy poskytly, umožnily do hloubky pochopit proces výsypu konečného výrobku ze sila a identifikovat skutečnosti, které společnosti při tomto procesu tvoří nadbytečné náklady a zaměstnancům komplikují práci, která souvisí s tímto procesem. Díky otevřenému rozhovoru s pracovníky, kteří zajišťují výsyp konečného výrobku, byly určeny hlavní problémy, na které je nutné se zaměřit. Následně byl naplněn hlavní cíl této práce, a to poskytnout konkrétní návrh pro optimalizaci procesu výsypu a ten byl popsán z hlediska úspory zaměstnanců a nákladů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je provést analýzu současného stavu výrobního procesu pomocí zvolených metod, vyhodnotit získaná data a navrhnout zlepšovací opatření pro daný proces. Dílčím cílem práce je návrh opatření na zjištěné nedostatky u procesu výsypu hotových výrobků ze sila.

Pro zpracování teoretické části byly využity české i zahraniční knižní i odborné internetové zdroje, kde byly pomocí literární rešerše získána data, potřebná pro teoretickou oporu celé práce.

V analytické části je pomocí metod průmyslového inženýrství prezentován současný stav procesu, jenž byl vyhodnocen těmito metodami:

SWOT analýza – analýza zaměřena na vnější a vnitřní vlivy týkající se daného procesu

Procesní analýza – analýza jednotlivých procesů, provádějící výsyp výrobku

Ishikawa diagram – zhodnocení příčin nastalých chyb

Layout – projekce rozložení pracoviště

Špagetový diagram – detailní snímek pohybu, vykonávaném při procesu výsypu

Dle dat, získaných využitím výše zmíněných analýz budou vyhodnoceny základní problémy aktuálního stavu procesu a chybovosti a následně bude vytvořen návrh konkrétních opatření, vedoucích k nápravě těchto chyb a optimalizaci výrobního procesu.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Následující kapitola se věnuje stručnému seznámení s LEAN konceptem ve výrobě a popisu osmi druhů plýtvání.

1.1 Lean

Lean je zaměření na efektivitu procesů nejen dle časového měřítka, ale i z pohledu spotřeby a využívání materiálu. Snaží se procesy definovat tak, aby co nejlépe navazovaly, za spotřeby optimální lidské práce, energií a materiálu s cílem produkovat kvalitní produkt. Toyota, jedno z největších jmen Lean konceptu ve výrobě, se zaměřoval na co nejkratší čas, potřebný k realizaci procesu a zároveň flexibilní výrobní linky, aby získal možnost rychlé reakce na změny, maximalizoval produkci a také kvalitu výrobku. Altman (2017) též popisuje základní metody, které lean využívá. Najdeme mezi nimi například standardizaci práce, metodu 5S, kapacitní plánování a měření lidské a strojní práce. (Altman, 2017)

Paterman ve své publikaci uvádí čtyři základní body lean ideálu. (Paterman, 2022)

1. Maximální hodnota produktů pro zákazníky s minimem plýtvání – pro zákazníka je hodnota to, za co platí, a proto se snažíme maximálně uspokojit jeho potřeby.
2. Ideální cíl je nedosažitelný, platí stálý proces zlepšování se – nikdy dlouhodobě nenaplníme všechny potřeby zákazníků při zastaralých informacích či se zastaralým procesem.
3. Musíme běžet, abychom zůstali na místě – inspirace pochází z knihy Alenka v Říši divů od Lewise Carolla.
4. Kaizen spirit – všichni spolu spolupracují na denní bázi, hledají problémy a následně hledají způsob, jak je vyřešit.

1.2 Standardizace

Dle Chromjakové je práce, která byla podrobena procesu standardizace základem lean konceptu. Využívá totiž exaktní metody pro analýzu procesu, za účelem vytvoření standardu práce, operace, nebo prostředí, ve kterém se tyto procesy vykonávají. Toto nastavení umožňuje hladší průběh procesů, nižší četnost chyb a jednoduché předávání informací o procesu mezi subjekty, které se jej účastní. (Chromjaková, 2013)

Stejně jak dle Imae je možno potvrdit, že pro dosažení optimalizovaného výkonu je klíčové neustále sledovat a řídit veškeré využívané zdroje. Efektivita ve využívání těchto zdrojů vyžaduje stanovení standardu, které jednak zajistí, že proces bude vykonáván vždy stejně a také v případě jakýchkoliv odchylek či nepravidelností umožní promptní zásah a identifikaci problému. Standardizace je nedílnou součástí filozofie Kaizen a poskytuje stabilní základ pro neustálé zlepšování v každodenním provozu. (Imai, 2005)

Každý optimalizovaný proces má za cíl dosáhnout co nejvyšší úrovně standardizace a zabránit, aby se proces stal znovu nekontrolovaným a neuspořádaným. k dosažení náplně standardizace nám může přispět jedna z metod průmyslového inženýrství, která se označuje jako metoda 5S, která je hojně využívána napříč podniky, nehledě na odvětví, ve kterém se pohybují. v mnoha podnicích je tak možná tato metoda vnímána jako běžná a obyčejná věc, ale často zjistíme, že právě v této jednoduchosti leží jádro úspěchu, pokud je správně aplikována. Často na tuto metodu pracovníci shlížejí pouze jako vytrídění a srovnání pracoviště a nedokážou tak využít plný potenciál, který metoda 5S skrývá. Hlavním cílem je tento proces ustálit, a proto je nutná neustálá kontrola a hodnocení stavu pracoviště. (Dlabač, 2014)

1.2.1 Metoda 5S

1. Separovat (Seiri)
2. Systematizovat (Seiton)
3. Udržovat v čistotě (Seiso)
4. Standardizovat (Seiketsu)
5. Sebedisciplína (Shitsuke) (Dlabač, 2014)

Těchto pět písmen s je odvozeno z počátečních písmen pěti výše vyčtených japonských slov, která popisují optimální rozřazení a údržbu pracoviště. Existují však i různé ekvivalenty, například v angličtině se 5S interpretuje jako sort, set in order, shine, standardize, sustain. v českých publikacích je metoda 5S interpretována pomocí 5U, které znamenají utřídit, uspořádat, udržovat pořádek, určit pravidla, upevňovat a zlepšovat. Bez ohledu na konkrétní formulaci zůstává podstata metody 5S u všech výkladů totožná. Metoda 5S je jednoduchá, praktická, univerzálně použitelná a přináší mnoho pozitivních výsledků. Její síla spočívá v tom, že pro její aplikaci nejsou potřeba žádné speciální znalosti nebo technologie, ale stačí pouze zdravý rozum. 5S lze využít napříč odděleními společnosti od

výroby až po kanceláře. Snadno využijeme zásady metody i v běžném životě. Dodržování principů 5S by mělo být pro správně fungující podniky samozřejmostí, nicméně realita často ukazuje opak. Nepřítomnost těchto zásad vede k neefektivitě, plýtvání, nedisciplinovanosti, nízké pracovní morálce, zmetkovitosti, vysokým nákladům a neschopnosti plnit závazky. (Bauer, 2012)

1.3 Plýtvání

Pojem „lean“, lze v českém jazyce vyložit jako „štíhlý“. Označujeme takto koncept, kde je hlavním hlavní myšlenkou vjem všech činností firmy, které nepřinášejí hodnotu pro zákazníka jako plýtvání. Chromjaková dále říká, že podniky, chtějící fungovat dle tohoto konceptu musí eliminovat tyto přebytné činnosti, tvořící nadbytečné náklady. (Chromjaková, 2013)

Z hlediska tradičního řízení je plýtvání vnímáno jako vlastnost systému, nikoliv jako jeho chyba. Pouze pokud mluvíme o výrobním systému společnosti Toyota a konceptu Lean managementu je plýtvání považováno za nedostatek, který je třeba řešit. v první řadě je třeba určit jakým směrem budeme společnost orientovat. Ve výrobním sektoru se klade největší důraz na základní tři formy plýtvání a to plýtvání, nerovnoměrnost a nepřiměřenost zdrojů. Tyto tři druhy nazýváme také 3M plýtvání. Při výrobě velkého portfolia produktů, z nejrozličnějšího spektra materiálů je velmi náročné udržet stabilní zásobu tak, aby bylo vždy možné dostat plánu. Nastávají rychlé změny nejen v interním prostředí společnosti jako třeba nemocnost zaměstnanců nebo poruchy strojů, ale i ekonomicky a celosvětově. Všechny tyto faktory přímo ovlivňují každodenní fungování podniku. Proto je důležité se na tyto druhy plýtvání zaměřit, a i z této stránky se snažit zamezit problémům s aktuálním plánem. (Emiliani, 2019)

Z japonštiny známe slovo Muda (odpad, plýtvání), které označuje aktivitu, která nepřidává žádnou hodnotu. Jednodušeji, pro zákazníka toto znamená cokoli, co si nechce koupit. Pan Ohno přišel s jeho základní myšlenkou pro tuto ideologii při rutinním monitorování výroby. Viděl zásadní rozdíl ve využití času na práci, která opravdu vytváří hodnotu a ostatní, bohužel převažující činnosti, které označil jako plýtvání. Po následném vyhodnocení zkoumání své zjištění převedl do praxe, kde se utvrdil, jak velkým problémem toto plýtvání je. Je i díky tomuto považován za patrona a zakladatele štíhlé výroby. (Imai, 2005)

Vždy, když se výrobní proces zbaví nadbytečných činností, dojde ke snížení nákladů na výrobu. Je třeba zdůraznit, že se to týká jak současných nákladů, tak nákladů, které by mohly v budoucnu vzniknout. (Bauer, 2012)

1.3.1 Přesuny

Přesuny jsou v průmyslovém inženýrství jedna z hlavních forem plýtvání, které výrazně působí na plynulost a efektivitu procesu. Pokud se materiály, polotovary, nebo pracovníci zbytečně pohybují po pracovišti, je to naprosto zbytečná ztráta času a z hlediska průmyslového inženýra naprosto nehorázné plýtvání časem i energií. Jak tyto zbytečné přesuny vznikají? Jednou z příčin může být neorganizovanost pracoviště. Pokud nebyla provedena analýza layout a pracoviště nebylo přizpůsobeno adekvátně pro daný proces, je jen velmi složité zorganizovat a rozmístit vše tak, aby byl proces optimalizován. Další příčinou může být nedostatečná koordinace toku materiálu a špatná návaznost procesů. v tomto případě je důležité provést procesní analýzu a sestavit Špagetový diagram, kde jsme schopni zjistit, kde jsou ony slabá místa, u kterých je třeba provést nápravu. (Bauer, 2012)

1.3.2 Zásoby

Zásoby můžeme brát jako položku, která dle Bauera prodlužuje dobu transportu, fixují peníze, pokud je správně nespravujeme a též zabírají skladovací plochy, kde bychom potencionálně mohli mít likvidnější položky. (Bauer, 2012)

1.3.3 Pohyby

Riziko v nadbytečných pohybech na pracovišti tkví hlavně v možnosti úrazu pracovníků a tvorbě neshodné výroby. v tomto případě se snažíme, aby bylo pracoviště jednak ergonomicky optimálně zařízené a zároveň rozmístění věcí mělo logiku a usnadňovalo práci zaměstnanci. Předměty, které používá nejvíce umístíme do jeho bezprostřední blízkosti a zbytek dle potřeby užívání na méně přístupných místech. (Bauer, 2012)

1.3.4 Nevyužitý lidský potenciál

Jako neméně důležitý typ plýtvání nevyužitý lidský potenciál představuje další hrozbu pro maximální efektivitu procesů ve společnosti. Pokud ponecháváme pracovníky na pozicích, kde pro ně není možné naplno využít jejich pracovní schopnosti a dovednosti, není možné, aby byl proces naplno optimalizován. Je to jakási promarněná příležitost, která firmě utíká přímo mezi prsty. Nejčastější příčinou této situace je špatné rozdělení pracovních úkolů.

Vedoucí pracovníci mají v rámci naplnění jejich odpovědností pečlivě zvážit schopnosti a dovednosti jednotlivých pracovníků, dle toho je rozdělit na příslušné pozice, následně kontrolovat jejich výkony a případně tomu dále přizpůsobit jejich kompetence. Další příčinou může být též nedostatečné školení zaměstnanců. (Svozilová, 2011)

1.3.5 Čekání

Když zaměstnanec během směny nečinně čeká, dochází k Muda čekání. Nejčastěji je tento nevyužitý čas mezi operacemi způsoben nedostatkem materiálu, z důvodu špatné návaznosti procesu nebo nečekanou poruchou stroje. Jako ztrátové okno se ve světě výroby bere i čekání u automatizovaného stroje, který zrovna provádí operaci vytvářející hodnotu produktu. Tyto případy jsou poměrně snadno odhalitelné, můžeme je dále analyzovat a provést návrh opatření na nápravu. Hůře se pracuje s čekáním, které vzniká při samotném procesu zpracování například ve výrobní lince, kde jsou časy mezi jednotlivými operacemi, a tedy i vzniklé čekání rovny zlomku vteřiny. (Liker, 2007)

Jurová souhlasí s Likerem v příčinách vzniku Muda čekání a přidává nadměrnou byrokracii a špatné či chybějící informace, důležité pro pokračování procesu. (Jurová, 2016)

1.3.6 Nadbytečné zpracování

Dle filozofie pana Toyoty se v průmyslové inženýrství snaží identifikovat, analyzovat a následně eliminovat všechny příčiny ztrát a maximalizovat efektivitu procesů. Nadbytečné zpracování je podle této filozofie klasifikováno jako jedna z hlavních příčin plýtvání. (Imai, 2005)

Přidáním nadbytečných kroků do procesu, které nepřinášejí žádnou hodnotu hotovému produktu je jednoznačné plýtvání a pro společnost je vitální tento prvek eliminovat. Tato filozofie klade důraz na eliminaci nadbytečných operací, které nepřispívají k vylepšení kvality výrobku nebo zlepšení zkušenosti zákazníka. Pan Toyota vytvořil koncept "lean manufacturing", který se snaží odstranit všechny formy plýtvání, včetně nadbytečného zpracování, a soustředit se pouze na aktivity, které přinášejí skutečnou hodnotu. (Chromjaková, 2011)

1.3.7 Nadprodukce

Ohno označil nadprodukci jako klíčovou příčinu plýtvání a z toho vycházejících ztrát. Pokud se vyrobí více výrobku, není jen toto samotné náklad navíc. Musíme brát v potaz celý proces,

který výrobek provází po vyrobení. To znamená balení, převezení na sklad, uskladnění a následné čekání na správnou zakázku, kde je možné výrobek použít a expedovat ho. Nadprodukce vychází z předstihu před výrobním plánem. (Liker, 2007)

Předstih před plánem vzniká při vyšším než normálním využití výrobních kapacit nebo také pro případ, kdy si produkt vyžaduje určitou zálohu z důvodu neshodnosti výroby a podobně. Může také nastat, pokud společnost potřebuje spotřebovat určitý materiál nebo chce při jedné výrobě vyrobit co nejvíce, aby nemusely přetypovávat stroj v nelogické časové následnosti. (Jurová, 2016)

1.3.8 Chyby

Chyby ve výrobním procesu měříme jako podíl zmetkovitosti neboli neshodné výroby na celku. Vysoká míra vad je pro společnost vždy nežádoucím jevem. Jedná se o výrobky, které nesplňují požadavky na kvalitu, jsou chybné nebo nekvalitní. Tyto chybové výrobky, v průmyslovém inženýrství označované jako neshodná výroba, jsou pro společnost ztrátovou položkou, vytváří totiž nadbytečné náklady, pokud není možné chybový výrobek přepracovat nebo opravit. V tomto případě musí být takový výrobek zlikvidován. Některé takové defekty mohou v krajních případech i poškodit výrobní stroj, nebo zablokovat výrobu, což způsobí prostoje a tím vznikají další náklady, které vznikají, aniž by společnost vyráběla. Dalším úskalím neshodné výroby je její expedice až k zákazníkovi. V tomto případě je v ohrožení jméno společnosti a povědomí o ní mezi zákazníky. Nespokojený zákazník je ta nejhorší reklama a může vážně narušit důvěru v produkt ostatních a ohrozit získání nových potencionálních kupujících. (Liker, 2007)

1.4 Náklady do fáze vlastních nákladů výroby dle typového kalkulačního vzorce

Jedním z nejdůležitějších úkolů u kalkulace je správně přiřadit náklady jednotlivým úkonům. Ve společnostech se proto nahlíží na náklady jako na dvě skupiny. První skupina jsou náklady přímé a druhá náklady nepřímé. Nepřímé náklady jsou vždy klasifikovány jako režijní. U přímých nákladů rozhoduje, zda jsou snadno zjištěitelné, potom jsou to náklady jednicové (jednoduše je přiřadíme jedné jednotce) a pokud jsou obtížně zjištěitelné, spadají též do klasifikace jako režijní (výrobní režie, správní režie). (Novák, 2018)

Popis nákladů do fáze vlastních nákladů výroby je v této kapitole zvolen pro znázornění nákladových vstupů, které provází přímo analyzovaný proces. Chromjaková s Rajnouhou ve

své publikaci označují nákladové počty ve výrobě za jednu z vitálních složek regulace celkových nákladů společnosti. Maximalizace zisku je hlavním cílem všech společností a regulace, a tak možné snižování nadbytečných nákladů představuje vždy první volbu ve výběru strategie. Nejdříve se musí náklady pečlivě analyzovat, následně rozřadit a kvantifikovat a posléze tvořit zpětnou vazbu a monitorovat aplikované řešení. Pro celý proces kalkulace se běžně využívá škála modelů, které se liší zejména právě způsobem samotné kalkulace. Pro určení nákladů do fáze vlastních nákladů výroby je vhodné zvolit typový kalkulační vzorec v selekci do fáze vlastních nákladů výroby, který zahrnuje přímý materiál, přímé mzdy, ostatní přímé náklady. (Chromjaková, 2011)

1. Přímý materiál	
2. Přímé mzdy	
3. Ostatní přímý materiál	
4. Výrobní (provozní) režie	
Vlastní náklady výroby (provozu):	
5. Správní režie	
Vlastní náklady výkonu:	
6. Odbytové náklady	
Úplné vlastní náklady výkonu:	
7. Zisk (ztráta)	
Cena výkonu (základní)	

Obrázek 1 Typový kalkulační vzorec

(zdroj: Popesko a Papadaki, 2016)

Jinými slovy se také jedná o klasický kalkulační vzorec, který zobrazuje náklady dle požadavků na strukturu centrálně řízeného plánování, nastaveného v době před převratem ekonomiky v roce 1989. Nejdůležitějším prvkem tohoto vzorce je určitě způsob přiřazení nepřímých nákladů v jednotlivých fázích v podobě výrobní, správní a odbytové režie následované ziskem (marží). Pro většinu podniků i nadále tento vzorec představuje základní inspiraci pro výpočet nákladů produktu. (Popesko a Papadaki, 2016)

2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY

V této kapitole je vytvořen výčet metod průmyslového inženýrství, využitých v praktické části práce.

2.1 SWOT analýza

SWOT analýza je jednou z nejčastěji využívaných metod pro zhodnocení vnitřního a vnějšího okolí společnosti. Přidává vhled pro strategické plánování a také nám komplexně zhodnocuje sledovaný problém či proces. Za akronymem SWOT (Strenghts – silné stránky, Weaknesses – slabé stránky, Opportunities – příležitosti, Threats – hrozby) se v češtině skrývají silné stránky, slabé stránky, které se týkají vnitřního prostředí. Tyto interní faktory mohou zahrnovat například ze silných stránek faktory, které pro společnost tvoří konkurenceschopnost jako zkušenosti zaměstnanci společnosti, procesy, know-how a další. Slabé stránky představují pro společnost místa, která se do budoucna můžou stát pro prosperitu a vývoj podniku kritická. Je proto nutné je pozorně analyzovat a najít optimální nápravu. Tuto analýzu nakonec doplňují příležitosti a hrozby, které na společnost působí z prostředí vnějšího. V případě příležitostí tyto faktory můžeme využít ve prospěch a růst společnosti jako takové ať už to jsou strategické kroky na trhu nebo chytré využívání nových technologií. Hrozby pro společnost znamenají ty stinné faktory vnějšího prostředí, které mohou přímo narušit nebo ohrozit prosperitu firmy. Nejčastěji bývá vnější hrozbou pro podnik silný tlak na straně konkurence, změny v legislativě, která se dotýká činnosti podnikání společnosti nebo také hrozby přírodní, jako přírodní katastrofy. Dalším neovlivnitelným faktorem může být také změna v nákupních preferencích zákazníků vzhledem k vývoji trendů, změně osobních postojů nebo jiných důvodů. (Urban, 2019)

Důležitým bodem je, že SWOT analýza není pouhým seznamem faktorů, ale spíše nástrojem k hlubšímu porozumění situaci a k identifikaci klíčových oblastí, na kterých je třeba pracovat. Je také důležité si uvědomit, že výsledky SWOT analýzy mohou být subjektivní a mohou se měnit v závislosti na měnících se podmínkách a perspektivách. Nicméně, správně provedená SWOT analýza může poskytnout cenné informace pro formulaci strategie a rozhodování v oblasti řízení a rozvoje podnikání. (Urban, 2019)

Při vypracování SWOT analýzy je třeba dodržet základní zásady postupu:

1. Analýza je zpracována se zaměřením na jeden konkrétní problém. Proto je nutné ji tomuto naprosto přizpůsobit a již není možné informace z takto zpracované analýzy využít pro řešení jiného nebo jen podobného problému.
2. Oblasti této analýzy by měly zobrazovat pouze data důležitá, přímo související s problémem a klíčová pro jeho řešení. Není vhodné zahrnovat do postupu informace vedlejší, nebo příliš mnoho dat najednou. Výsledné zkoumání pak může být nepřehledné a nepřesné.
3. Pokud SWOT funguje například jako část analýzy strategické, musí být zaměřena na problémy související se strategickým řízením a plánováním. Soustředíme se na situace, které podnik ovlivňují dlouhodobě a není možné je rychle vyřešit.
4. Objektivita. Do zpracování nepatří vlastní názory zpracovatele.
5. Tabulka analýzy by měla obsahovat znázornění nejvýznamnějších faktorů, které působí na podnik v jednotlivých kategoriích.
6. Hodí se hotová a zaznamenaná data tabulky označit pro jejich odkazování v dalších částech zpracování. (Keřkovský a Drdla, 2003)

2.2 Procesní analýza

Pro detailní analýzu procesu a operací, které ho provází se běžně využívá procesní analýza nebo také postupový diagram, který nám poskytne záznam operací v časové posloupnosti. Tyto operace souvisí nejčastěji s manipulací s produktem, technologickými postupy, které zahrnuje a také kontrolní činnost ať automatizovanou tak lidskou. Také zaznamenává mnoho dalších důležitých informací pro přesný popis zkoumaného procesu. Tyto informace jsou znázorněny pomocí symbolů, které specifikují povahu jednotlivých operací a pomocí časových a mírových jednotek při záznamu čekání a přesunů. Tato analýza lze aplikovat ve výrobních podnicích na produkt jeden, jejich skupinu nebo výrobní proces, ale i v nevýrobním sektoru na jakýkoliv vykonávaný proces například postup při zpracování došlé objednávky. (Jurová, 2016)

2.3 Ishikawa diagram

Ishikawa diagram je nástroj též nazývaný diagram příčin a následků nebo diagram rybí kosti. Tuto metodu v podniku využíváme v případě, že chceme odhalit jasné příčiny, které nejsou

pouze vedlejšími příznaky, ale odhalují samotné ohnisko problému. Historicky byl tento diagram zaveden japonským specialistou Kaoru Ishikawou. Tato metoda je brána jako základním a prvním krokem při řešení již zjištěného problému, jelikož pokud se na problém nepodíváme takto komplexně, můžeme často jako příčiny identifikovat vedlejší skutečnosti, díky čemuž ztratíme čas zabýváním se nesprávným řešením. Výsledkem použití tohoto diagramu jsou nové a netradiční nápady, které pomáhají identifikovat skutečné příčiny problémů a volit nejefektivnější řešení. Postup sestavení lze rozdělit do dvou fází. (Nenadál, 2008)

V první řadě je třeba správně identifikovat problém, který zasazený do diagramu označujeme příhodně jako hlavu ryby. Z této hlavy potom vede struktura (pomyslná kostra) problému, která tyto příčiny rozdělí do několika hlavních kategorií. Pro vytvoření těchto kategorií se doporučuje zvolit další metody jako například metodu 5x proč, která společnosti pomůže dostat se do opravdového jádra příčin a správně je kategorizovat. Na základě těchto informací se sestaví samotný diagram. Je důležité zkontrolovat všechny kategorie, aby nebyla žádná z nich opomenuta. Nakonec se vytvoří seznam všech relevantních faktorů, které je třeba prozkoumat, než se přistoupí k jejich eliminaci. (Svozilová, 2011)

Liliana uvádí rozdělení diagramu příčin a následků, že Ishikawa do kategorií: 4M, 5M, 6M a 7M. (Liliana, 2016)

V základu je rozdělení 4M, a to na následující kategorie:

1. Materiál (Material)
2. Metody (Methods)
3. Stroje (Machines)
4. Lidé (Man)

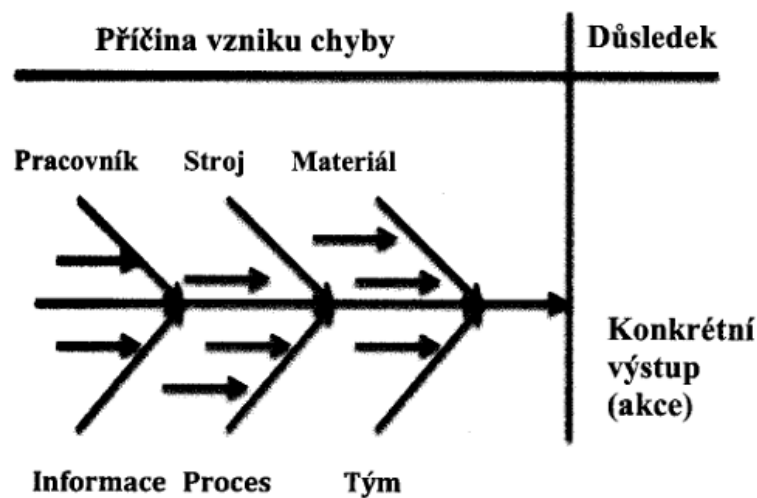
Tyto tvoří běžně strukturu kostry diagramu a tato struktura se dá aplikovat velmi obecně.

(Liliana, 2016)

Při další potřebě se dají hlavní kategorie doplnit o 5M, 6M a 7M:

1. Měření (Measurements)
2. Vedení (Management)
3. Údržba (Maintenance)

4. Prostředí (Enviroment) (Liliana, 2016)



Obrázek 2 Vzorová stavba Ishikawa diagramu

(zdroj: Chromjaková, 2013)

2.4 Layout

Optimální rozložení všech subjektů, účastníků se procesu. Můžeme vytvořit layout pro velké prvky jako budovy nebo místnosti, ale i pro prvky malého rozsahu jako pouhé uspořádání pracoviště nebo přímo konkrétní pracovní desky. Pro člověka je jednodušší, si představit návaznost jednotlivých operací procesu, pokud má jasnou vizualizaci, na které je možné situace simulovat. Zkoumáme, jak budou prvky rozmístěny prostorově, jak budou na sebe operace navazovat, jak se budou pracovníci pohybovat v daném prostoru. Díky tomu je možné snáze identifikovat slabá místa uspořádání procesu. Návrh layoutu je následně reálně aplikován do prostoru procesu. K ověření správnosti návrhu Kumar a Suresh radí kontrolovat hlavně tyto oblasti.

- Zlepšení procesu, toku materiálu, a tímto usnadnění jeho výroby
- Minimalizace výrobního času na výrobek
- Minimalizace operací s materiálem, či hotovým výrobkem
- Efektivita

Greene říká, že správné vypracování layoutu dokáže společnosti poskytnout následující výhody:

- Správné rozmístění lidí, procesů, zařízení a materiálu pro maximální efektivitu práce

- Snížení přebytečných pohybů (pomocí špagetového diagramu)
- Rozmístění zařízení tak, aby byl výrobní tok co nejplynulejší
- Snížení rizika poškození či zničení výrobku
- Zjednodušený materiálový tok (Greene, 2013)

Greene také říká, že layout je nutno vypracovat s velkou opatrností, poctivostí a zvážit veškeré důležité faktory, jelikož to není věc, kterou děláme každý měsíc, ale řádově zabere roky, než je potřeba celkově předělat vytvořený plánec. Velikost i podoba layoutu se mění, ale jeho smysl zůstává stále stejný. (Greene, 2013)

2.5 Špagetový diagram

Špagetový diagram je jednou z nejjednodušších metod, která pro společnost umí graficky znázornit pohyby, které jsou nutné pro vykonání sledované činnosti. Tato metoda je také poměrně rychlou metodou pro zaznamenávání pohybu pracovníka na daném pracovišti. Tento pohyb je měřen vždy za určitou dobu a každý jeden pohyb je zaznamenán čarou v layoutu sledovaného pracoviště a graficky jej tak znázorní v závislosti na okolním prostředí. Díky tomu jsme schopni odhalit, kde se pracovník pohybuje, kde tráví nejvíce času, vzdálenosti, které musí překonat, a tak nás donutí přemýšlet, jak by mohly být pomocí jednoduchých návrhů překonatelné v kratším úseku za zdolání kratší vzdálenosti a celkově omezit veškeré nadbytečné pohyby, představující plýtvání. Tato analýza se však nemusí vztahovat pouze na pracovníka. Výstupem z této analýzy jsou konkrétní oblasti, kde je tvořeno plýtvání a následně návrhy, jak tato plýtvání eliminovat. Dost často se setkáme s problémem, který lze vyřešit pomocí velmi malé a jednoduché úpravy, avšak taková úprava znamená velké změny v proudu procesu, a tak úsporu pro společnost. (Dlabač, 2014)

3 PRŮMYSL 4.0

Průmysl 4.0 definuje novou strukturu a vývoj v průmyslové oblasti. Jedná se již o několikátou vlnu, proto jej označujeme číslicí 4. Tato vývojová fáze v průmyslu je specifická hlavně rozmachem nových technologií, které umožňují projekty zpracovat do naprosto jiné dimenze. Nejvýznamnější z těchto teď už široce využívaných technologií je umělá inteligence, tedy AI (artificial intelligence). Naše společnost je na AI již velmi adaptovaná a stala se naprosto běžnou součástí našich životů ať už o tom víme, nebo ne. Dále je nutno zmínit technologii 3D tisku. Díky přesnosti a možnostem, které tato technologie skýtá je dnes možné vyrobit neuvěřitelně konstrukčně složité výrobky, které lze naprosto přesně zkonstruovat v příslušném programu. V neposlední řadě je součástí této vlny i bioinženýrství, což vlastně i velmi úzce souvisí s hlavním posláním této etapy, a to co nejužší propojení fyzických prvků, lidí s virtuálním prostředím plným informací. Toto spojení umožňuje vznik systémům, které již nepodléhají běžnému termínu automatizace, ale fungují na propojení všech výše zmíněných prvků. Tyto automatizované systémy provádí procesy s vysokou úrovní sofistikace a efektivity. O čtvrté vlně průmyslu se dá mluvit jako o revoluci. Technologie se vyvíjí obrovskou rychlostí a s každým dnem přichází něco nového. Společnosti musí rychle reagovat a být flexibilní k těmto změnám. (Devezas, 2015)

V České republice čtvrtá vlna průmyslu představuje pro společnosti především výzvu. Je potřeba se zaměřit na konkurenceschopnost a dlouhodobou udržitelnost průmyslu. Zdá se, že se v posledních letech zpomalil zájem o investice českých společností do oblastí, které úzce souvisí s Průmyslem 4.0. Chybí strukturovaná podpora výzkumu nových informací v oblasti AI, který je v současné době nejrychleji se vyvíjejícím systémem. (Mařík a Keil, 2024)

4 AUTOMATIZACE

Automatizace je proces, který je v dnešní době již dobře známý a zavedený v průmyslových produkcích různého typu. Dá se definovat jako proces, který je automaticky řízen. Nahrazuje tak lidskou práci. Automaticky řízeny mohou být pohyby, získávání a řazení dat nebo postupy, které podléhají programovaným kritériím. (Wilson, 2015)

4.1 Historie

První známky automatizace byly zaznamenány již v 18. století, kdy byly vytvořeny děrné štítky, kde byl zaznamenán vzor pro tkalcovský stav. Plně označovat jako automatizaci se ale tento vynález ještě nazývat nedá. V pravém slova smyslu lze o automatizaci mluvit až ve 20. století, zejména v jeho první polovině v souvislosti s Henrym Fordem, který ve své výrobě využil automatického přenosového zařízení. Průkopníkem a prvním svého jména byl číselně řízený stroj na obrábění, který byl sestaven a implementován do výrobního procesu v počátku 60. let 20. století. S tímto robotem přišla společnost General Motors a byl to vůbec první programovatelný automat. (Wilson 2015)

4.2 Současnost

V posledních 5 letech je využití automatizace za použití robotů jeden z největších trendů a je tak celosvětově hojně využíváno ve výrobních i jiných společnostech. Nejvíce zaznamenáme implementaci automatizace v průmyslu automobilovém. V případě takové sériové výroby je automatizace vítaným a už nepostradatelným prvkem. Další průmysl, který automatizace vysoce zaplavila je chemický a farmaceutický a v neposlední řadě automatizace proniká všude tam, kde jsou například ztížené podmínky práce, tak aby byly procesy naplněny co nejefektivněji a neovlivňovaly zdraví lidského pracovníka. V České republice byl před vypuknutím pandemie covid-19 zaznamenán o polovinu větší nárůst počtu robotů v našich tuzemských průmyslových výrobnách. Od té doby toto číslo značně stagnovalo a nejsilnější zastoupení udržuje v průmyslu automobilovém. (Mařík a Keil, 2024)

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V počátku teoretické části této práce je popsán lean. Hlavní důraz je kladen na prospěch, který může lean smýšlení a koncept přinést do výrobního procesu a klíčové nedostatky, které pomáhá odstranit. (Altman, 2017)

Navazující část teoretické rešerše praxe je zaměřena na vysvětlení podstaty a významu štíhlé výroby pro společnost. Jedná se o konkrétní části štíhlého podniku, ze kterých se tato část zaměřuje zejména na plýtvání. Plýtvání je popsáno ve všech jeho osmi druzích. Zbytečné přesuny, pohyby, zásoby, nadbytečné čekání či plýtvání lidským potenciálem, chybovost, nadprodukce a nadbytečné zpracování. Tyto druhy jsou definovány pomocí myšlenek pana Ohna, který popisuje plýtvání od jeho vzniku ve firmě Toyota. (Imai, 2005)

V předposlední části práce jsou zpracovány zvolené analytické metody, jež jsou použity v části praktické pro důkladný výzkum výrobního procesu výsypu hotového výrobku. Zvoleny jsou analýza SWOT, která zkoumá vnitřní a vnější aspekty procesu. Dále procesní analýza, která odhaluje přesný průběh tohoto výsypu, diagram příčin a následků. Tento diagram je určen k odhalení vlastních příčin zkoumaného problému, a tak se dostat až k jeho jádru. Layout je další zvolenou metodou, která je zde popsána a je vitální pro zjištění stavu rozložení pracoviště. Ve finále této části je popsána metoda analýzy práce špagetovým digramem, který vizuálně znázorňuje jednotlivé pohyby pracovníků na pracovišti. (Dlabač, 2014)

II PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost, která je zvolena pro tuto práci, vznikla jako italsko-české spojení v roce 2004 původně jako společnost obchodující s polymerovými výrobky, materiály pro jejich výrobu, aditivu a prodejním odpadem. Takto společnost fungovala do roku 2009, kdy byly zřízeny první výrobní zařízení, konkrétně dvě výrobní linky, a tak se přesunula do odvětví zpracovatelského průmyslu.

Výrobky v této firmě nachází původ primárně v sekundárních materiálech, což znamená přetváření odpadu a zbytkových polymerových materiálů na hotový výrobek určený k dalšímu zpracování. Hlavními produkty jsou polypropylenové, polyethylenové a polystyrenové granule, které jsou dále prodávány společností, které vytváří plastové výrobky například pomocí vstřikování do forem.

V současné době firma vyrábí na čtyřech výrobních linkách, které se liší svou výrobní kapacitou. Celkový měsíční objem produkce se pohybuje okolo 2400 tun.

Společnost je jednou z nejvýznamnějších recyklačních společností v České republice a zároveň zastává i silnou pozici na evropském trhu s největším podílem prodeje v zemích střední Evropy. V posledních letech se však společnosti podařilo prorazit i na trh Blízkého východu a Asie.

Společnost si jako své hlavní zásady klade maximální orientaci na kvalitu výrobku, který chce zákazníkovi dodávat s co nejlepším zákaznickým servisem a s tím udržovat i dlouhotrvající obchodní vztahy. Soustředit se na vývoj nových produktů, při kterém bude úzce spolupracovat se zákazníkem tak, aby byl přímo šitý na míru jeho požadavkům. V neposlední řadě zajistit stálý rozvoj společnosti jak ekonomicky, tak technologicky, kde se bude soustředit zejména na následování současných trendů v ekologii.

6.1 Historie společnosti

Společnost byla založena v roce 2004 jako společnost obchodní. V této době se věnovala hlavně předprodeji polymerových materiálů a výrobků. V roce 2009 byla finalizována výstavba výrobní haly a zakoupena první výrobní linka. Jelikož společnost disponovala předními technologiemi a know-how, byla velmi rychle zařazena k předním českým dodavatelům plastového regranulátu.

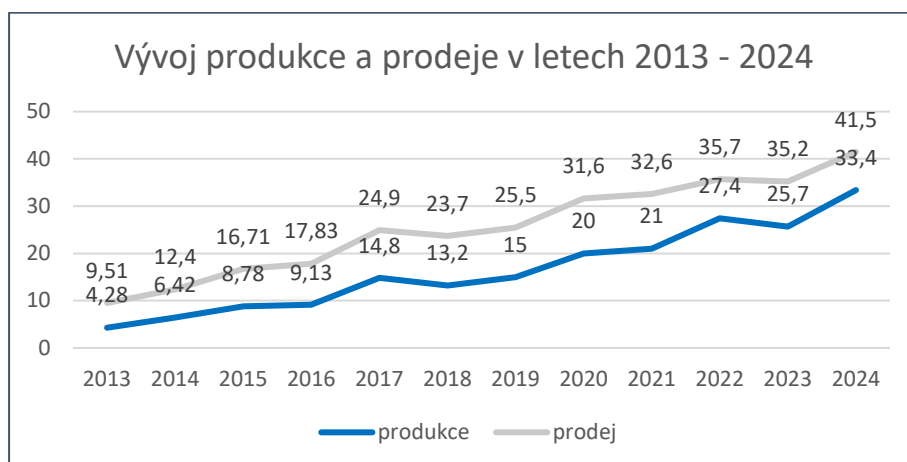
6.2 Vize společnosti

Vizí společnosti je být předním průkopníkem v oblasti recyklace plastových odpadů a výroby vysoce kvalitního regranulátu. Společnost se snaží jít vpřed v technologiích pro zpracování plastových materiálů a přispět k udržitelnější budoucnosti naší planety.

Jedním z hesel společnosti je, že každý kus plastového odpadu má potenciál být znovu využit a proměněn ve funkční a kvalitní materiál. V budoucnu je vidinou společnosti maximalizace recyklace plastů a produkce, která je vysoce konkurenční vůči portfoliu ostatních firem. Chce poskytovat zákazníkům široké škály regranulátů s vynikajícími vlastnostmi a mnoha možnostmi použití.

Společnost chce být předním dodavatelem regranulátu PPC, PPH, HDPE a LDPE, které jsou nejen ekonomicky konkurenceschopné, ale také šetrné k životnímu prostředí a technologicky vyspělé. Se zákazníky chce společnost pracovat formou projektů, ve kterých budou společnou silou úzce spolupracovat na vývoji finálního produktu. Tento produkt bude vysoce specifický, s unikátními vlastnostmi, přesně vyhovující požadavkům samotného zákazníka. Díky těmto projektům chce společnost nejen budovat vztahy a své portfolio, ale stále pracovat na technologiích ve výrobě a testování v laboratoři s cílem být špičkou v tomto oboru.

Ve společnosti je vnímáno, že recyklace plastů není jen obchodní činností, ale zároveň závazkem k ochraně životního prostředí a budování lepší budoucnosti pro naše děti a budoucí generace. Vize společnosti přispívá k omezení plastového znečištění životního prostředí a podporuje udržitelný rozvoj naší společnosti.



Obrázek 3 Vývoj produkce a prodeje v letech 2013 až 2024

(zdroj: vlastní)

V grafu výše jsou zobrazeny vybrané základní ukazatele, a to objem produkce a hodnota prodeje v letech 2013 až 2024. Objem produkce je v grafu znázorněn v tisících tun. Hodnota celkových uskutečněných prodejů společnosti v těchto letech je zobrazen v milionech euro.

Tento graf je zde pro zobrazení tržní pozice této společnosti pomocí hodnoty prodejů, které během deseti let vzrostly o více než třicet milionů euro, a také pro objasnění velikosti produkce, o kterou se v této bakalářské práci jedná. V roce 2024 se produkce pohybovala okolo 33,4 tisíc tun na čtyřech výrobních linkách za rok z čehož vyplývá průměrná měsíční produkce okolo 696 tun na jednu výrobní linku. Tato hodnota je pouze průměrná, výrobní linky v této společnosti se neshodují ve výkonu produkce na měsíc.

6.3 Organizační struktura

Organizační struktura představuje základní rozmístění pozic a jejich podřízenosti a nadřízenosti, pomocí kterého je organizace uspořádána a řízena. Její správná definice a hraje klíčovou roli v efektivním fungování podniku a zabezpečení plynulé návaznosti práce. Tato kapitola se zaměřuje na analýzu organizační struktury vybrané společnosti, která bude představena formou obrázku. Organizační struktura poskytuje společnosti jasné schéma, zobrazující hlavní prvky, které se ve struktuře nachází a vztahy mezi nimi. Díky této vizualizaci je velmi snadné zorientovat se ve vnitřním fungování společnosti. V příloze P II (viz příloha P II) je zobrazena organizační struktura vybrané společnosti v dané hierarchii a s vazbami, které je pojí. Organizační struktura této společnosti sestává ze dvou jednatelů, přičemž jeden z nich je zároveň v pozici výkonného ředitele. Tito jednatelé mají mezi sebou rozděleny útvary obchodu, ekonomiky, logistiky a výroby. Dále se pod jednotlivými vedoucími těchto útvarů struktura větví buď již na samostatné pracovníky, nebo na pracovníky, kteří dále zodpovídají za skupinu jim podřízených. (viz příloha P II)

7 POPIS VÝROBNÍHO PROCESU A PRODUKTU

V následující kapitole jsou detailněji popsány fáze, ve kterých probíhá vybraný výrobní proces, jaké vstupy jsou využity pro zpracování a také jaké výstupy je možno vyprodukovat. (Interní dokumentace společnosti)

7.1 Fáze výrobního procesu

Výrobní proces je možno rozdělit do čtyř částí s odlišností u zvoleného typu vstupního materiálu ve fázi druhé.

1. Fáze první: nejprve je nutno připravit veškeré potřebné materiály, vstupující do aktuálně zpracovávané zakázky a aditiva, která se dělí na barvivo, plniva a přísady dále měnící vlastnosti hotového výrobku
2. Fáze druhá:
 - a) jde o materiál granulovaný → strojní kontrola materiálu před vstupem (kovové částěčky, špatně zvolený nebo chybový materiál)
 - b) jde o materiál nedrcený → dalšímu výrobnímu procesu přechází drcení vstupního materiálu drtičkou na vstupu linky
3. Fáze třetí: samotná regenerace, tedy vytavení, tvarování, chlazení a selekce shodné výroby
4. Fáze čtvrtá: dočasné uskladnění materiálu v zásobním síle, přichystaném pro výsyp výrobku do skladovacích vaků pro uskladnění

7.2 Vstupy do výroby

Základním materiálem pro výrobu ve vybrané společnosti je polymerový odpad a materiály, které jsou zbytkovým produktem jiných výrobních firem produktů jako například PVC fólie, dětské plenky, síťoviny apod. Dále společnost využívá primární suroviny a aditiva, která upravují základní vlastnosti a parametry hotového výrobku.

1. Plastový odpad

Odpad z průmyslových, potravinářských a někdy i textilních výrob je brán jako primární vstup pro výrobu, jelikož jeho výhodou je nízká cena. Plastový odpad je vstupní materiál omezený spoustou faktorů. Jeho dodávka přímo závislá na výrobě ostatních firem, proto se může stát, že společnost nebude schopna uspokojit požadavky zákazníka, protože

na specifickou výrobu nebude dostatek vhodného materiálu, aby výroba nebyla prodělečná. Také vzniká velký problém při laboratorních testech vlastností materiálu. Výsledky jsou často nejednoznačné, jelikož se testuje pomocí jednorázového odběru materiálu z uskladněného materiálu a ten může často obsahovat jiné částice v různých místech.

2. HDPE, LDPE, PPC, PPH granuláty

Dalším klíčovým vstupem jsou granuláty HDPE, LDPE, PPC a PPH. Tyto granuláty jsou běžně používány jako primární suroviny ve výrobě plastových výrobků a mají specifické vlastnosti a charakteristiky. Při zpracování plastového odpadu se tyto granuláty mohou použít jako příměs nebo jako součást směsi, která určuje konečné vlastnosti regenerátu.

3. Aditiva a stabilizátory

Jak již bylo předesláno, tyto složky slouží pro úpravu základních vlastností výsledného produktu. Pro zvýšení tepelné odolnosti se využívají tepelné stabilizátory. Pokud chceme, aby byl produkt „plastičtější“, je nutné do výroby přidat mazadla, například produkt Maxomer. Pro modifikaci barvy je využívána škála barviv. Všechna tyto aditiva se přidávají do výroby přímo během výrobního procesu, ve fázích, které přísluší jednotlivým produktům.

7.3 Výrobky

Výrobní portfolio společnosti je velmi rozmanité díky nuancím, v zákazníkem požadovaných vlastnostech, ale lze jej rozčlenit alespoň na tyto tři hlavní skupiny produktu – polyethylenové, polypropylenové a polystyrenové. (Interní dokumentace společnosti)

7.3.1 Polyethylenový granulát

Polyethylenové výrobky můžeme rozdělit na tři podskupiny:

1. LDPE (low-density polyethylen): jak už název napovídá, tento typ materiálu je spíše měkký a pružný a je tak díky těmto vlastnostem vhodný pro výrobu například různých fólií (např. mikroténové sáčky, plastové pytle na odpadky, bublinkové a pěnové obaly, izolační materiály a další)
2. HDPE (high-density polyethylen) = tento materiál díky své hustotě získává vysokou pevnost a odolnost vůči okolním vlivům. Díky těmto vlastnostem je v průmyslu využíván pro výrobu plastových výrobků jako zahradní plasty (květináče, okapy), v automobilovém průmyslu pro výrobu plastových

komponentů, potrubí a všude, kde je výrobek majoritně vystavován negativnímu vlivu okolí

3. LLDPE (linear low-density polyethylene) = jedná se o výrobek, který kombinuje vlastnosti obou výše zmíněných skupin, díky čemuž získává schopnost poměrně snadné manipulace díky jeho chování při svařování a tvarování, vysokou pevnost, přičemž si ale zachovává velmi dobrou schopnost pružnosti a průchodnosti



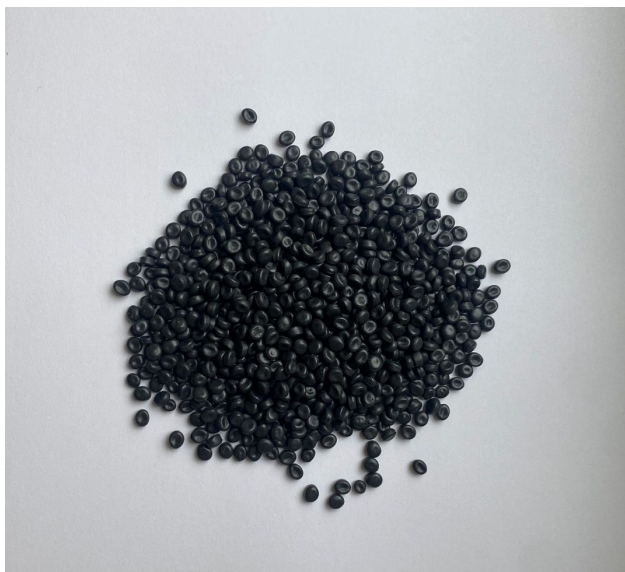
Obrázek 4 Vzorek regranulátu PE

(zdroj: vlastní)

7.3.2 Polypropylenový granulát

Polypropylenový regranulát je vyráběn ve dvou základních druzích – homopolymer PPH a copolymer PPC. Oba základní druhy jsou vyráběny v mnoha variantách, lišících se hlavně fyzikálně-chemickými vlastnostmi.

1. PPH (polypropylen homopolymer): obsahuje jednotný typ polymeru a patří do skupiny termoplastů – tedy mezi jeho nejvýznamnější vlastnosti patří vysoká odolnost teple, vysoká izolační vlastnost ale také vysoká pevnost a tvrdost při relativně nízké hustotě. Krom již výše zmíněných využití lze nálezt materiály PPH hojně v automobilovém a elektronickém průmyslu.
2. PPC (polypropylen copolymer): rozdílem oproti PPH je obsah různých typů polymerů a také rozdíl ve fyzikálních vlastnostech. PPC je oproti PPH pružnější, lépe zpracovatelné a nenese odolnost vůči teple.



Obrázek 5 Vzorek regranulátu PP

(zdroj: vlastní)

7.3.3 Polystyrenový granulát

Granulát klasifikovaný jako polystyren je možné vyrábět ve dvou formách. Tuhý a houževnatý polystyren se klasifikuje jako HIPS a méně vyztužený, spíše standartně využívaný polystyrenový granulát se označuje jako GPPS. Tyto varianty mají své poddruhy, které se liší svými vlastnostmi přidáním různých aditiv jako stabilizátorů a barviva. Vlastnosti tohoto produktu se liší, jednak aby vyhovovaly pro různé způsoby zpracování, a také byly dle požadavků zákazníka. Je možné jej posléze použít zejména pro vstřikování a vytlačování.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROCESU VÝSYPU

V dalších bodech této kapitoly je podrobně rozebrán současný proces výsypu hotového výrobku ze skladovacího sila do obalových materiálů. Pro vyjádření současného stavu jsou zvoleny následující metody, které byly teoreticky rozebrány v teoretické části této práce – procesní analýzu úkonu, SWOT analýzu, layout a Ishikawa diagram a Spaghetti diagram.

8.1 Popis procesu výsypu materiálu ze sila

U výstupu výrobní linky je nainstalováno výrobní a homogenizační silo (viz. Obrázek). Do tohoto sila je po předešlých procesech výroby naveden vyrobený výrobek a dále se postupuje dle požadavků zákazníka a vyhodnocení vzorku z laboratoře. Následně mohou nastat dvě varianty výroby: První – vzorek odpovídá poptávané kvalitě – většinou se jedná o homogenní výrobek, u kterého není potřeba dalšího domíchání, a tak se vysype do obalových materiálů – big bagů. Pokud to tak není, což může být zapříčiněno nevhodným dávkováním vstupů do výroby, nebo potřebou dosypání materiálu, aby tak výrobek byl heterogenní. Nastává druhá varianta a v tomto případě následuje další proces míchání, kde se výrobek dostane na požadované parametry. Po dokončení míchání je hotový výrobek při schválení kvality laboratoří vysypán do obalového materiálu („big bag“) a buď expedován, nebo uskladněn.



Obrázek 6 Výsyp ze sila

(zdroj: vlastní)

Pro tento úkon je nutná obsluha výsypového zařízení dvěma pracovníky na pozici dělník – operátor ve výrobě. Jeden pracovník obsluhuje vysoko zdvižný vozík, který drží přichystaný big bag a druhý pracovník funguje jako kontrola požadované váhy výrobku a zároveň obsluha poloautomatického výstupu ze sila. Zaměstnanec pomocí vysoko zdvižného vozíku umístí obal pod ústí výsypu sila. Kontrolující pracovník přejde k ovládacímu panelu umístěnému pevně na sile a spustí výsypový program, obchází big bag a vizuálně kontroluje naplnění a zda se netvoří vzduchové kapsy či výrobek nepadá mimo big bag. Během výsypu je nutné výrobek pomocí pohybu lyžinami vozíku nahoru a dolů uklepat, aby nedocházelo ke vzduchovým kapsám. Při tomto uklepávání je nutné, aby kontrolující pracovník vždy manuálně vypnul proces výsypu a po uklepání jej znovu obnovil. Pokud po této operaci hmotnost výrobku nesedí, je nutno tuto skutečnost napravit dalším dosypáním nebo ručně z balíku odebrat pomocí plastové odměrné nádoby.

8.1.1 Personální zajištění

Pro obsluhu výsypu ze sila je během nepřetržité výroby nutno vyhradit dva zaměstnance manipulace, kteří zajistí plynulý výsyp ze sila, tak, aby nedocházelo k jeho přeplnění z výrobní linky.

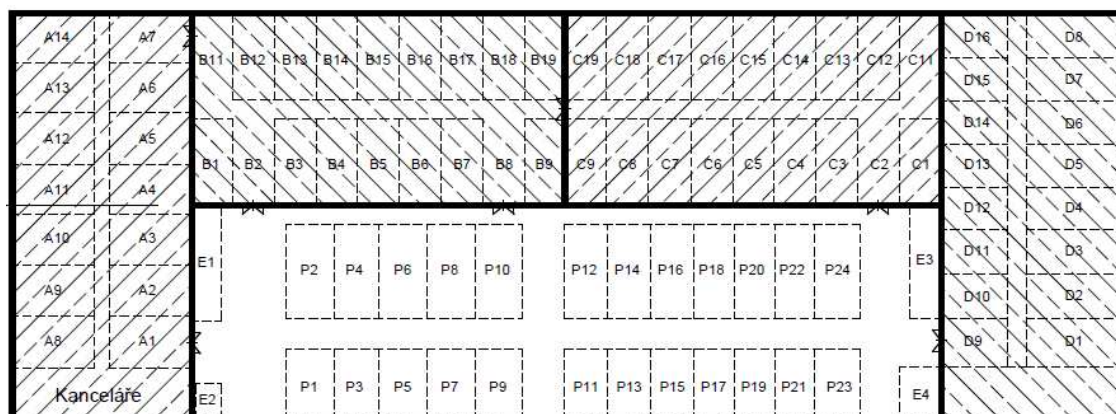
Manipulant 1: obsluhuje VZZ, kontroluje vizuálně stav nasypávaného big bagu, převáží na určené místo expedice/skladování.

Manipulant 2: zajišťuje přípravu a umístění obalových materiálů, spouští a ukončuje výsypový program, kontroluje hmotnost nasypávaného big bagu.

Pracovník na pozici manipulant pracuje ve dvousměnném, nepřetržitém pracovním režimu. První směna začíná v 7:00 ráno a trvá až do 19:00, zatímco druhá směna nastupuje ve 19:00 a pokračuje až do 7:00 dalšího dne. Každá směna je povinna té následující přichystat potřebné materiály, data a pokyny pro další výrobu a v případě přechodu, nebo potíží plně informovat směnového předáka, tak, aby nedošlo k žádným nestandardním prostojeům. Toto rozvržení pracovních směn se označuje jako nepřetržitý provoz a využívají jej hlavně výrobní firmy a společnosti z odvětví, kde je nutnost přímé návaznosti výrobních procesů. Do této kategorie patří i zvolená společnost.

8.1.2 Layout

Společnost disponuje v tomto roce čtyřmi halami, kde se nachází jejich čtyři výrobní linky. V hale A (A1-A14) se nachází linka č. 1 a linka č.2 a též zde najdeme dočasné skladovací prostory pro jak přichystaný materiál, tak čerstvě vyrobené výrobky. Hala B (B1-B19) je koncipována čistě jako skladovací prostor, kde se nachází zejména nedrcené materiály a část aditiv tak, aby byly přímo dostupné pro výrobu. Hala C (C1-C19) se skládá z prostoru pro skladování materiálu stejně jako to je u B, ale zároveň jsou zde umístěny nezbytné pomůcky pro rychlou a běžnou údržbu linky, která je vykonávána buď předáky směny, nebo zmocněnými pracovníky u linky. Taktéž se zde dočasně skladují výrobky, které byly vyrobeny na linkách č. 3 a 4. Tyto výrobní linky jsou umístěny v poslední hale D (D1-D16). Tato hala je nejčerstvějším přírůstkem v layoutu výrobní části společnosti a krom těchto linek jsou zde jako u ostatních umístěny i skladovací prostory pro dočasné skladování čerstvě vyrobeného výrobku.



Obrázek 7 Layout výrobních hal a souvisejících skladovacích ploch

(zdroj: Interní dokumentace společnosti, 2024)

V příloze č. IV je uveden layout haly A, který přímo znázorňuje umístění výrobní linky a k ní náležícího výsypového sila hotového výrobku. Tato linka je na obrázku zaznačena v oranžovém obdélníku a ve fialovém je pak znázorněno samotné silo výsypu, u kterého byla zjištěna podstatná chybovost, jenž je řešena v závěru této práce.

8.2 Aplikace zvolených metod

Vybrané analytické metody, blíže popsané v teoretické části této práce jsou aplikovány na zkoumaný proces výsypu hotového výrobku. Zkoumány jsou zejména silné a slabé stránky procesu, průběh procesu a jeho prostorová funkčnost.

8.2.1 SWOT analýza procesu výsypu výrobku

Díky této analýze jsme schopni identifikovat silné a slabé stránky tohoto procesu, které jsou součástí vnitřního prostředí společnosti a také příležitosti a hrozby, které mohou společnost ovlivnit z vnějšku, a tak způsobit problémy či poskytnout nové možnosti pro zvolený proces.

Tabulka 1 SWOT analýza

(zdroj: vlastní)

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
- Okamžitá kontrola procesu - Není nutnost přetypovat stroj pro jiné parametry výsypu	- Neshodná hmotnost s předpisem - Časté narušení váhy - Nutnost dvou pracovníků
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
- Nové technologie - Školení personálu	- Energetická krize - Krize při nízké nezaměstnanost

- Silné stránky**

Okamžitá kontrola procesu: Pracovník může kontrolovat stav a průběh procesu a rychle reagovat na jakoukoliv neshodnost. Díky tomuto může jednoduše zabránit výsypu neshodného výrobku anebo kontaminaci z předchozí výroby. Tento fakt však zahrnuje nepřetržitou účast pracovníka č. 1.

Není nutnost přetypování stroje: V současné situaci je proces výsypu nastaven tak, že je možné okamžitě přejít na výsyp jiného množství než předepsaného (1050 kg/bag). Pokud by si zákazník přál menší hmotnost (např. 500 kg/bag), je možné tuto hmotnost navážit manuálně bez nutnosti přetypování stroje. Pracovník může odsypat dle odhadu polovinu bagu, tento bag následně zvážit a přisypat nebo ručně odebrat. Díky tomuto je proces poměrně flexibilní vůči požadavkům výroby nebo zákazníka a není potřeba, aby byli všichni pracovníci, kteří výsyp obsluhují proškoleni na přenastavení programu výsypové stanice a reakce na požadavky je okamžitá.

- **Slabé stránky**

Neshodná hmotnost s plánem výroby: Zastavit manuálně výsyp na přesně požadovaném množství není jednoduché. Stává se proto, že se výsypy odchylují od požadovaného množství v řádově jednotkách až desítkách kil. Tato skutečnost může představovat velký problém. V současném stavu společnost spoléhá na kompenzaci těchto vaků s rozdílnou váhou mezi sebou, ale tento přístup nemusí být přijat u zákazníků.

Časté vychýlení váhy: Váha je v současném stavu umístěna přímo na síle a je tak ohrožena pohyby a činnostmi, které jsou v jejím okolí vykonávány. Pokud pracovník, který obsluhuje VZV narazí do tohoto síla, je možné, že se váha vychýlí a bude tak měřit nesprávné hodnoty. Je proto nutné tuto váhu pravidelně kontrolovat a kalibrovat pro její správnou funkčnost.

Nutnost dvou pracovníků: Proces v současném nastavení potřebuje účast dvou pracovníků, kteří výsyp obsluhují, jeden jako řidič VZV, druhý jako obsluha výsypové stanice a kontrola hmotnosti.

- **Příležitosti**

Nové technologie: Jednou z největších a velmi aktuálních příležitostí pro společnost. Díky implementaci takových zařízení je možné snížit až eliminovat spoustu vznikajících průvodních plýtvání, které proces provází. Lze uvažovat jednak o nějakém typu automatického zařízení se senzorem, který sám okamžitě ukončí plnění výrobku do obalu při naplnění požadovaného množství. Systém sám automaticky zamezí vzniku neshodné hmotnosti big bagů, které jsou v procesu významným problémem. Také umožní jednodušší přetypování. Sníží se tak množství uskutečněných reklamací ze strany zákazníka. Další možností je implementace automatického manipulačního zařízení pro obalový materiál pod ústí výsypové stanice. Tento systém by eliminoval potřebu dvou pracovníků a využití VZV

při celém trvání výsypu hotového výrobku, a tak zvýšit efektivitu práce a zároveň snížit opotřebení využívaného VZV a protržení obalového materiálu způsobené manipulací s ním během výsypu.

Školení personálu: Klíčové pro zajištění efektivního průběhu procesu je řádné proškolení obsluhujícího personálu. Školení by mělo být komplexní a obsahovat veškeré aspekty, které proces provází. Tedy od technické manipulace s výrobky a stroji až po znalost pracoviště a bezpečnostních opatření. Řádně proškolený zaměstnanec je seznámen s celým procesem, provozem zařízení, vykonává svou práci bezpečně a s minimální ztrátovostí. Nejlépe osvědčený způsob školení je praktické školení přímo na pracovišti, kde se zaměstnanec přímo seznámí s čím, a jak bude pracovat. Díky takové simulaci získá zaměstnanec jistotu ve vykonávaném procesu a sníží se tak nebezpečí chyb a úrazu. Zároveň dojde k zefektivnění procesu.

- **Hrozby**

Energetická krize: Energetickou krizí si už společnost prošla v souvislosti s počátkem konfliktu na Ukrajině. Tato krize může způsobit náhlé zvýšení nákladů na energie o vysoké částky, které značně ovlivní hospodářský výsledek společnosti. Také je třeba v takové situaci pečlivě zvážit, jaké stroje a jak je budeme využívat, aby bylo možné udržet požadovanou výrobní kapacitu, ale snížit spotřebu energií. Pokud by došlo k omezení dodávek energie, zásadně to omezí celé fungování firmy. Přerušení provozu, který je už tak kapacitně naplněný, by ohrozilo kompletaci a expedici zakázek a následně mohlo vést k ukončení smluv sjednaných s odběrateli.

Krize v rámci nízké míry nezaměstnanosti: Nízká míra nezaměstnanosti může negativně působit na nábor nových pracovníků. Je malý výběr, hlásí se málo lidí a spolehlivých a kvalifikovaných pracovníků je málo. Pro takto specifické provozy je potřeba nabírat zaměstnance s určitou mírou technologických znalostí a ochotné pracovat v nepřetržitém provozu v poměrně rizikovém prostředí. Práce vyžaduje také znalost obsluhy VZV, který je v současném stavu potřebný během celého procesu výsypu. Nábor nových pracovníků je nejednoduchá disciplína v podmínkách bez omezení a o to náročnější v podmínkách nízké míry nezaměstnanosti. Společnost v určitý okamžik potřebuje přijmout nového pracovníka, ale vzhledem k trhu práce je možné, že takový uchazeč bude klást vysoké nároky na podmínky pracovního poměru.

8.3 Analýza pohybů na pracovišti

Pro zjištění hlavních a nejvíce očividných nedostatků byla využita analýza pohybů na pracovišti, která nám poskytne přesný obrázek o jednotlivých fázích, postupech a nedostatecích, která zkoumaný proces výsypu obnáší. Výsledkem je přesný záznam o tom, kolik proces obsahuje přesunů, čekání, procesů.

V této kapitole bude představena tabulka zhotovené procesní analýzy ke zkoumanému výsypu sila u výrobní linky v současném stavu.

8.3.1 Procesní analýza

Nejprve analýza současného procesu:

Tabulka 2 Procesní analýza současného stavu výsypu

(zdroj: vlastní)

PROCESNÍ ANALÝZA VÝSYPU

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Doba trvání (hod)	Den zahájení	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1.	Přichystání obalového materiálu	○	⇒	□	▽	■		2				
2.	Navlečení obalu na vidlice VZZ	○	⇒	□	▽	■		0,5				
3.	Umístění VZZ s obalem pod výsypku	○	⇒	□	▽	■	2	0,5				
4.	Spuštění výsypu	○	⇒	□	▽	■		0				
5.	Čekání	○	⇒	□	▽	■		1,5				
6.	Přesun z VZZ k ovládacímu panelu	○	⇒	□	▽	■	1	0,5				
7.	Zastavení výsypu	○	⇒	□	▽	■		0				
8.	Kontrola hmotnosti	○	⇒	□	▽	■		0,5				
9.	Spuštění výsypu	○	⇒	□	▽	■		0				
10.	Přesun od ovládacího panelu k VZZ	○	⇒	□	▽	■	1	0,5				
11.	Čekání	○	⇒	□	▽	■		1,5				
12.	Přesun z VZZ k ovládacímu panelu	○	⇒	□	▽	■	1	0,5				
13.	Zastavení výsypu	○	⇒	□	▽	■		0				
14.	Kontrola hmotnosti	○	⇒	□	▽	■		5				
15.	Přesun od ovládacího panelu k VZZ	○	⇒	□	▽	■	1	0,5				
16.	Zducnutí výrobku	○	⇒	□	▽	■		0,5				
17.	Přesun pro uskladnění	○	⇒	□	▽	■	20	3				
Celkem:	Četnost										0	
	Součet času (min), (hod), (den)							17	0,00			
	Vzdálenost (m)						26					

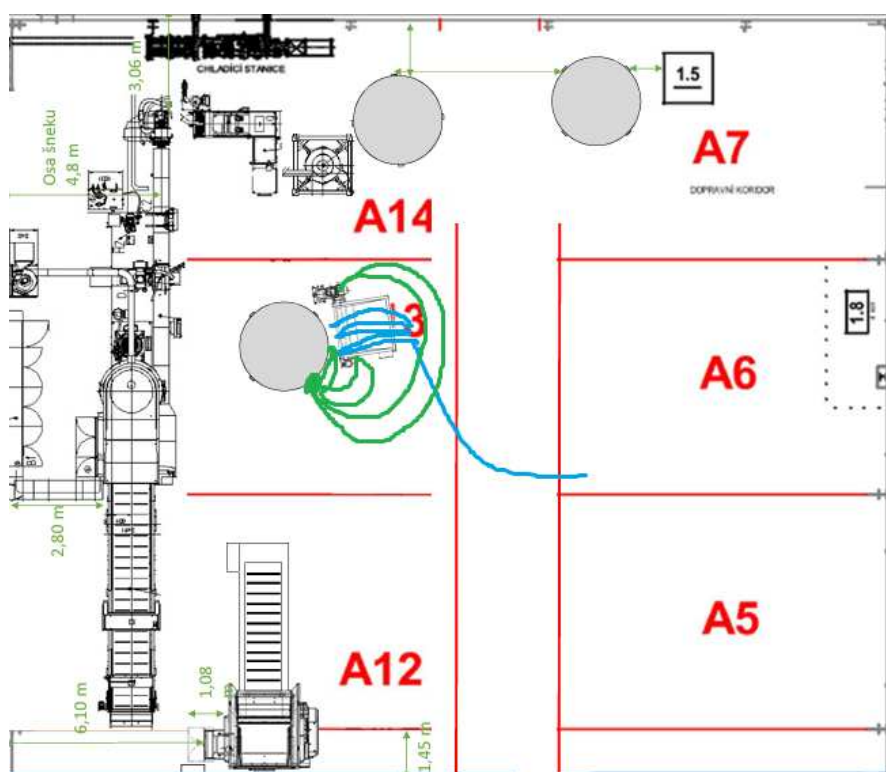
V uvedené tabulce procesní analýzy (tabulka 1) je snadné pozorovat, že dochází k vysokému počtu malých přesunů a ručních kontrol, což má negativní vliv na plynulost a rychlost procesu výsypu. Zaměstnanec, který provádí výsyp samostatně, potřebuje na tuto činnost během běžného provozu 17 minut. z tohoto celkového času trvá čekání 3 minuty, kontrola hmotnosti zabírá 1 minutu a přesuny materiálu představují celkovou vzdálenost 26 metrů.

Tento popis poukazuje na to, že množství drobných úkonů a manuálních kontrol zpomaluje proces výsypu a snižuje jeho efektivitu. Zaměstnanci jsou nuceni vykonávat opakované přesuny a ruční kontroly, což zvyšuje dobu trvání procesu a zhoršuje jeho

plynulost. Tato zjištění naznačují potřebu optimalizace pracovních postupů a možného využití automatizace nebo technologických inovací k zefektivnění procesu výsypu.

8.3.2 Špagetový diagram

Ve špagetovém diagramu na obrázku číslo 7 jsou znázorněni dva pracovníci u výsypové stanice ze sila. Pracovník 1 (modře), pracovník 2 (zeleně). Z tohoto vizuálního znázornění lze vysledovat sled jejich jednotlivých pohybů při tomto procesu. Pracovník č.1 dle znázorněného diagramu překonává vzdálenost od přípravného prostoru, k silu, v rámci adjustace uložení výrobku přímo v big bagu, která znamená značné prodloužení tohoto procesu. Je zjištěno, že pracovník č.2 (zeleně) musí opakovaně překonat vzdálenost od ovládacího panelu k výsypu a zpět, kdy provádí vizuální kontrolu big bagu a také zastavuje či obnovuje výsyp.



Obrázek 8 Špagetový diagram

(zdroj: vlastní)

Legenda:

- Dělník na pozici manipulát č.1.
- Dělník na pozici manipulát č.2.

Četnost pro diagram: 1 proces výsypu hotového výrobku.

Při tomto nastavení procesu dochází mimo nadměrných přesunů a čekání také k rozlišnému naplnění big bagů, a to nad nebo pod nastavenou hmotnost zákazníkem. Standartní hmotnost výrobku je nastavená na 1050 kg. Bohužel, jelikož rychlost výsypu je opravdu velká a průtokem ze sila vychází velké množství materiálu najednou, je pro zaměstnance velmi obtížné odhadnout tuto přesnou hmotnost. Pro znázornění je přiložen obrázek výrobní dokumentace, konkrétně výrobní list, který náleží k určité výrobní průvodce. Je zde popsána hlavička listu, která zahrnuje údaje o datu a směně, kdy se vyrábělo, dále interní označení výrobku a také hmotnost jednotlivých vysypaných bagů. Je jasné vidět, že tato hodnota se téměř vždy odchyluje od zadaného parametru, kde se na obrázku 7 vysypalo 12 690 kg oproti normovaným 12 600 kg a na obrázku 8 se vysypalo 12 598 kg.

Po analýze a zhodnocení tohoto výrobního procesu je jasné prokázáno, že právě tento zjištěný nedostatek pro společnost představuje svým počtem vzniknutí jeden z nejvíce se opakujících problémů.

DENNÍ ZÁPIS VÝROBY		D2		DATUM 4.12.2023		SMĚNA R/M	
VYRÁBĚNÝ MATERIÁL		PPC regranulát MFI 6/8 černý CB/JC		List číslo 3		č. výroby: PL/2023/1446	
POČÁTEČNÍ STAV SILA	A	KONEČNÝ STAV SILA	D	(zůstatek)		D2-2312-0...	
NASYPÁNO :		kg	VYSYPÁNO :				
			D2-2312-13316	1030	D2-2312-13325	1020	D2-2312-13334
			D2-2312-13317	1012	D2-2312-13326	1062	D2-2312-13335
			D2-2312-13318	1054	D2-2312-13327	1098	D2-2312-13336
			D2-2312-13319	1046	D2-2312-13328		D2-2312-13337
			D2-2312-13320	1066	D2-2312-13329		D2-2312-13338
			D2-2312-13321	1060	D2-2312-13330		D2-2312-13339
			D2-2312-13322	1030	D2-2312-13331		D2-2312-13340
			D2-2312-13323	1002	D2-2312-13332		D2-2312-13341
			D2-2312-13324	1060	D2-2312-13333		D2-2312-13342
			SOUČET	9460	SOUČET	8250	SOUČET
			ZŮSTATEK ZE SILA:				kg (zůstatek)
			ZAPSAL :	Černáček	VYSYPÁNO CELKEM :		C
							12690
NASYPÁNO CELKEM :	B		Vyrobeno z regranulace = D + C - B - A				20690
Vzorek odebrán z BB:							

Obrázek 9 Příklad výrobního listu 2

(zdroj: Interní dokumentace společnosti, 2024)

DENNÍ ZÁPIS VÝROBY		D2		DATUM 6.10		č.výroby: PL/2022/1231	
VYRÁBĚNÝ MATERIÁL		PPC reggranulát MFI 6/8 černý CB/JC		SMĚNA R N M		List číslo 2	
POČÁTEČNÍ STAV SILA		KONEČNÝ STAV SILA		(zůstatek)		D2-2210-0...	
NASYPÁNO:		kg		VYSYPÁNO:			
20-2209 00654-017 ECO METAL AS		1080		1080			
-010 — 4 —		1080		1080			
				11697 1025		11706 1050	
				11698 1047		11707 1098	
				11699 1047		11708 1043	
				11700 1042		11709	
				11701 1036		11710	
				11702 1042		11711	
				11703 1090		11712	
				11704 1088		11713	
				11705 1040		11714	
				11715		11716	
				11717		11718	
				11719		11720	
				11721		11722	
				11723		11724	
				11725		11726	
				11727		11728	
				11729		11730	
				11731		11732	
				11733		11734	
				11735		11736	
				11737		11738	
				11739		11740	
				11741		11742	
				11743		11744	
				11745		11746	
				11747		11748	
				11749		11750	
				11751		11752	
				11753		11754	
				11755		11756	
				11757		11758	
				11759		11760	
				11761		11762	
				11763		11764	
				11765		11766	
				11767		11768	
				11769		11770	
				11771		11772	
				11773		11774	
				11775		11776	
				11777		11778	
				11779		11780	
				11781		11782	
				11783		11784	
				11785		11786	
				11787		11788	
				11789		11790	
				11791		11792	
				11793		11794	
				11795		11796	
				11797		11798	
				11799		11800	
				11801		11802	
				11803		11804	
				11805		11806	
				11807		11808	
				11809		11810	
				11811		11812	
				11813		11814	
				11815		11816	
				11817		11818	
				11819		11820	
				11821		11822	
				11823		11824	
				11825		11826	
				11827		11828	
				11829		11830	
				11831		11832	
				11833		11834	
				11835		11836	
				11837		11838	
				11839		11840	
				11841		11842	
				11843		11844	
				11845		11846	
				11847		11848	
				11849		11850	
				11851		11852	
				11853		11854	
				11855		11856	
				11857		11858	
				11859		11860	
				11861		11862	
				11863		11864	
				11865		11866	
				11867		11868	
				11869		11870	
				11871		11872	
				11873		11874	
				11875		11876	
				11877		11878	
				11879		11880	
				11881		11882	
				11883		11884	
				11885		11886	
				11887		11888	
				11889		11890	
				11891		11892	
				11893		11894	
				11895		11896	
				11897		11898	
				11899		11900	
				11901		11902	
				11903		11904	
				11905		11906	
				11907		11908	
				11909		11910	
				11911		11912	
				11913		11914	
				11915		11916	
				11917		11918	
				11919		11920	
				11921		11922	
				11923		11924	
				11925		11926	
				11927		11928	
				11929		11930	
				11931		11932	
				11933		11934	
				11935		11936	
				11937		11938	
				11939		11940	
				11941		11942	
				11943		11944	
				11945		11946	
				11947		11948	
				11949		11950	
				11951		11952	
				11953		11954	
				11955		11956	
				11957		11958	
				11959		11960	
				11961		11962	
				11963		11964	
				11965		11966	
				11967		11968	
				11969		11970	
				11971		11972	
				11973		11974	
				11975		11976	
				11977		11978	
				11979		11980	
				11981		11982	
				11983		11984	
				11985		11986	
				11987		11988	
				11989		11990	
				11991		11992	
				11993		11994	
				11995		11996	
				11997		11998	
				11999		12000	
				12001		12002	
				12003		12004	
				12005		12006	
				12007		12008	
				12009		12010	
				12011		12012	
				12013		12014	
				12015		12016	
				12017		12018	
				12019		12020	
				12021		12022	
				12023		12024	
				12025		12026	
				12027		12028	
				12029		12030	
				12031		12032	
				12033		12034	
				12035		12036	
				12037		12038	
				12039		12040	
				12041		12042	
				12043		12044	
				12045		12046	
				12047		12048	
				12049		12050	
				12051		12052	
				12053		12054	
				12055		12056	
				12057		12058	
				12059		12060	
				12061		12062	
				12063		12064	
				12065		12066	
				12067		12068	
				12069		12070	
				12071		12072	
				12073		12074	
				12075		12076	
				12077		12078	
				12079		12080	
				12081		12082	
				12083		12084	
				12085		12086	
				12087		12088	
				12089		12090	
				12091		12092	
				12093		12094	
				12095		12096	
				12097		12098	
				12099		12100	
				12101		12102	
				12103		12104	
				12105		12106	
				12107		12108	
				12109		12110	
				12111		12112	
				12113		12114	
				12115		12116	
				12117		12118	
				12119		12120	
				12121		12122	
				12123		12124	
				12125		12126	
				12127		12128	
				12129		12130	
				12131		12132	
				12133		12134	
				12135		12136	
				12137		12138	
				12139		12140	
				12141		12142	
				12143		12144	
				12145		12146	
				12147		12148	
				12149		12150	
				12151		12152	
				12153		12154	
				12155		12156	
				12157		12158	

Tabulka 3 Náklady současného stavu výsypu

(zdroj: vlastní)

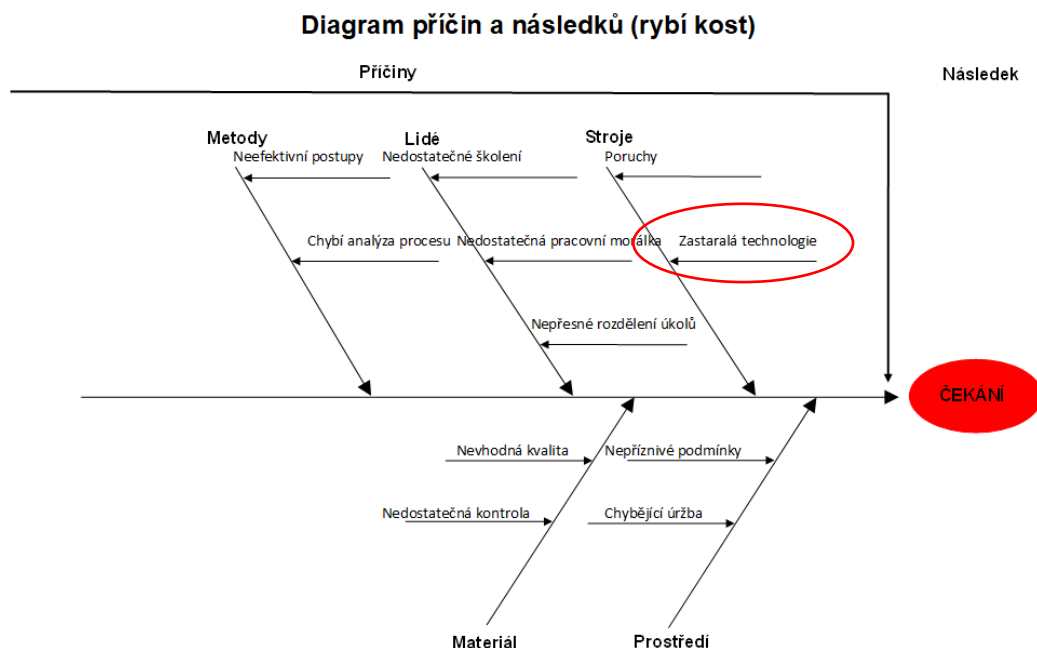
Přímý materiál	14,25 Kč
Přímé mzdy	0,57 Kč
Ostatní přímé náklady	0,73 Kč
Výrobní režie	0,99 Kč
Náklady vlastní výroby	16,54 Kč

8.4 Analýza hlavních příčin druhů plýtvání

Aplikací vybraných metod průmyslového inženýrství byly zjištěny dva hlavní nedostatky, které zabraňují maximální efektivitě procesu výsypu hotového výrobku. Jedním z těchto zjištění je nadměrný počet přesunů, které pracovník musí při výkonu procesu provést a dále zbytečné čekání, které vzniká pro jednoho ze dvou obsluhujících pracovníků. Analýza pohybů na pracovišti a Špagetový diagram zaznamenaly pohyby a čekání, které je možné z procesu úplně odstranit a tím tak optimalizovat jeho průběh. Tyto závěry jsou v této kapitole podrobněji analyzovány pomocí Ishikawa diagramu. Hodnocení těchto nedostatků bylo hodnoceno pomocí konzultace s pracovníky, obsluhujícími výsyp a také s vedoucím přípravy výroby, který je tomuto procesu nadřazen.

8.4.1 Ishikawa diagram

Pomocí Ishikawa diagramu, jsme schopni přiřadit jednotlivým zjištěným problémům jejich hlavní příčiny. Sestavením „kostí“ u rybiho obrazce vizuálně nastíníme možné příčiny v daných oblastech, jsme schopni je efektivně vyhodnotit a následně například pomocí bodového hodnocení přiřadit závažnost těmto jednotlivým možnostem.



Obrázek 11 Ishikawa diagram pro čekání

(zdroj: vlastní)

V následující části jsou popsány hlavní zjištěné příčiny zkoumaného problému čekání. Hlavní příčina problému čekání je zakroužkována červeně.

V oblasti strojů jsou samozřejmě na prvním místě poruchy. Při údržbě či opravě je nutno proces odstavit, a tak vzniká prostoj, který způsobuje značné problémy v celkovém průběhu výroby i dodání zakázky. Toto čekání může být též způsobeno zastaralou technologií, kdy pro společnost technologie nedovoluje zajistit optimální průběh procesu.

Zkoumání hlavních příčin vzniku čekání v oblasti prostředí procesu nabízí dvě možnosti. Chybějící údržba může způsobit častější poruchy a riziko pro zaměstnance.

Pokud se zaměříme na oblast prostředí, je jasné, že chybějící údržba je jednou z největších příčin vzniklého čekání.

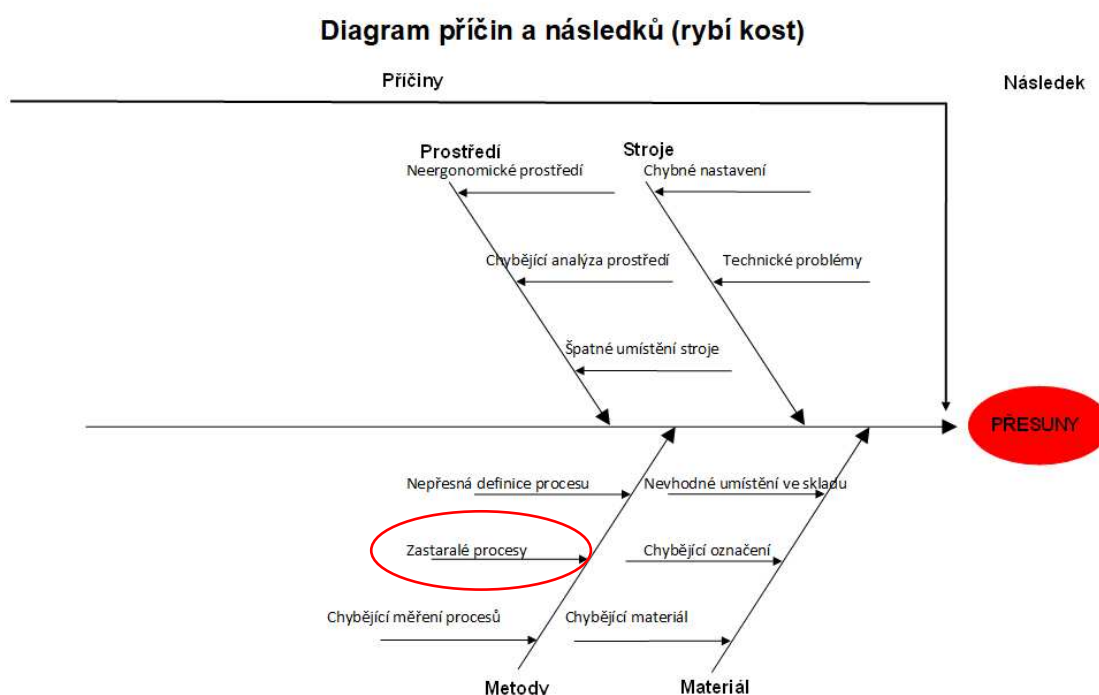
Materiál jako oblast příčin v tomto případě definují hlavní dva body, a to nevhodná kontrola materiálu nebo jeho nedostatečná kontrola. Pokud je materiál na vstupu nekvalitní, je třeba výrobu upravit a je procesu výsypu vzniká Muda čekání. Pokud je materiál špatně překontrolován při návozu, je potřeba jej vrátit a dopravit zde správný.

Lidé čekání způsobují také, ale ne vždy je to pouze jejich vlastní vinou. Je možné, že nejsou dostatečně proškolení pro jimi vykonávaný proces, a tak vzniká čekání. Na druhou

stranu, čekání tvoří zaměstnanci i čistě jejich rozhodnutím a to, pokud na pracovišti chybí morálka a zaměstnanci tak nepodávají maximální možný výkon, kdy společnosti vznikají náklady na jejich čekání.

Na straně metod jsou stěžejní příčiny nízká efektivita postupu a jeho chybějící analýza.

Jako hlavní příčina zjištěného nedostatku procesu čekání je vybranou skupinou pracovníků zvolena zastaralá technologie. Na trhu v současné době je k dispozici technologie, díky jejíž implementaci by byl problém eliminován.



Obrázek 12 Ishikawa diagram pro přesuny

(zdroj: vlastní)

V následující části jsou popsány vybrané příčiny sledovaného problému, a to nadbytku přesunů pracovníka.

Při zkoumání zjištěné vady procesu, a to nadbytečné přesuny pracovníka byly pomocí diagramu příčin a následků identifikovány tyto hlavní příčiny. Příčiny tvoří základní problém při procesu výsypu, a to jsou nadbytečné přesuny. Hlavní příčina je označena červeným kroužkem.

V oblasti zaměřené na příčiny vzniklé díky strojům je možné chybné nastavení tohoto stroje. Pokud je váha na síle špatně kalibrována, je nutno, aby pracovník přerušil tento proces

a překonal několik nadbytečných metrů, aby váhu zpět dobře nastavil. Stejně tak to je u dalšího bodu – technických problémů, které způsobují, že pracovník musí často i opustit pracoviště, například při poruše VZV, špatnému obalovému materiálu a dalším příčinám.

V oblasti prostředí jsou jasné tři hlavní faktory, které spadají pod jednu disciplínu ergonomie pracoviště. Špatné rozmístění a chybějící analýza prostředí vždy vede ke špatnému využití potenciálu pracoviště a možnému zvýšení přesunů pracovníka, jako tomu je v tomto případě.

Při využívání aktuální zastaralé technologie je možné, že nastane vznik neshodné hmotnosti big bagu. Toto může být též způsobeno špatným proškolením pracovníka, či nedodržováním pracovních postupů. Tato skutečnost může tvořit problém při dodávce zákazníkovi.

Poslední příčiny, které odhalil diagram, se týkají právě samotného materiálu, se kterým pracovník nakládá. Jedná se buď o chybějící obalový materiál, který je běžně umístěn v blízkosti výsypového sila, ale pokud zde nebyl doplněn, je třeba pro něj poslat do vzdálenějšího skladu, anebo se může stát situace, kdy tento konkrétní obal úplně chybí. Poslední variantou je špatné nebo chybějící označení těchto obalových materiálů, které vede k dalším nadbytečným přesunům pro zajištění správného označení.

Hlavní příčinou analyzovaného nedostatku procesu nadbytečných přesunů jsou vybranou skupinou pracovníků označeny zastaralé technologie. Stejně jako u analyzovaného nedostatku čekání je možné konstatovat, že novější technologie, které eliminují tento nedostatek jsou v současné době na trhu dostupné.

8.5 Sumarizace hlavních zjištěných nedostatků

Ve sledovaném procesu výsypu hotového výrobku byly zjištěny dva hlavní nedostatky.

1. Nadměrné přesuny pracovníků
2. Čekání během výsypového procesu

Tyto nedostatky byly zjištěny aplikací metod průmyslového inženýrství, konkrétně Procesní analýzy a analýzy vnitřního a vnějšího okolí procesu SWOT. Následně byly tyto dva hlavní nedostatky podrobeny přezkoumání na jejich původ a na odhalení hlavních příčin těchto nedostatků byl využit Špagetový diagram a Diagram příčin a následků.

Manipulant č.1: Čekání mezi zastavením výsypu, úpravou a kontrolou big bagu manipulantom č.2, popojíždění z big bagem pro jeho natřepání a usazení výrobku.

Manipulant č. 2: Přesuny při opakované kontrole stavu váhy, ovládáním panelu a vizuální kontrole správnosti výsypu výrobku.

9 VYBRANÉ NÁVRHY PRO ZLEPŠENÍ PROCESU

V této kapitole budou přestaveny a popsány konkrétní návrhy, které vyplývají ze zjištěných informací pomocí aplikovaných metod a analýz, zvážení ekonomické, technologické, personální situace ve společnosti a konzultace se zaměstnanci vedení výroby a vedení přípravy výroby, kteří jsou v úzkém každodenním kontaktu s daným procesem. Cílem je optimalizace procesu výsypu pomocí eliminace zjištěných nedostatků.

1. Automatizace procesu: Společnost má prostředky investovat do nové technologie, která je aktuálně dostupná na trhu. Implementací automatizované výsypové stanice zajistí snížení vzdálenosti, potřebné překonat při výkonu procesu a také zamezí vzniku čekání. Eliminuje také problém s neshodností vysypané hmotnosti jednoho big bagu.
2. Optimalizace layoutu mechanické výsypové stanice: Reorganizace pracovního prostředí výsypové stanice je také možností, jak snížit vzdálenost nutnou překonat při výkonu procesu. Jiné umístění ovládacího panelu a váhového zařízení proces urychlí.
3. Standardizace pracovních postupů: Je možné, že některá čekání a zbytečné přesuny vznikají kvůli chybějící nebo nedokonalé standardizaci postupů. Pracovníci musí mít jasné informace a návody k průběhu procesu, požadované kvalitě a hmotnosti výrobku, ovládání stanice a všech na sebe navazujících operací, které proces výsypu výrobku provází.
4. Školení zaměstnanců: Skvěle zpracovaná standardizace nestačí k zaručení úspěšného výsledku. Je nutné o procesech, postupech, návaznosti a požadavcích na kvalitu pracovníky řádně proškolit. Správně proškolený pracovník znamená nižší pravděpodobnost odchylky od standardizovaných postupů.
5. Monitorování a analýza dat: Aktuální proces nezahrnuje kontinuální monitoring, jelikož u stávající polo-mechanické výsypové stanice není možnost online přenosu a systémového záznamu dat. Implementace takového zařízení zajistí zefektivnění řízení procesu.
6. Ergonomická optimalizace pracovního prostředí: Optimalizace ergonomie na pracovišti výsypu může zamezit některým z hlavních zjištěných nedostatků. Jednak povede ke snížení fyzické zátěže, kterou musí pracovník během procesu podstoupit,

tak eliminaci zbytečných pohybů, které musí vykonat. Návrh zahrnuje například lepší umístění ovládacího zařízení výsypové stanice nebo úpravu úchytů pro plněný obalový materiál. Také je možné provést úpravy na váze hmotnosti.

7. Revize layoutu a organizace pracoviště: Změny v rozmístění subjektů vstupujících do procesu včetně pracovníků a výrobků povede k efektivnějšímu využití v prostoru a zajistí snížení problémových přesunů. Je nutné na pracovišti eliminovat nelogické prvky použitím některých z metod průmyslového inženýrství jako 5S.
8. Pravidelná údržba a kontrola zařízení: Pro dosažení plynulého chodu manipulačních a výrobních zařízení je potřeba provádět pravidelnou údržbu v předem stanovených časových intervalech, podle pevně stanovených postupů vycházejících ze standardizovaných příruček a následně zajistit kontrolu stavu. Preventivní údržba přispěje k plynulosti výsypového procesu a minimalizaci prostojů. Zajistí se tak zefektivnění procesu.

Tyto preventivní kontroly mohou být implementovány, je nutné však dodržovat zmíněné časové odstupy a hodnocení na základě pravidelných analýz, požadavků společnosti a pružně reagovat na změny v procesu.

Pracovníci byli seznámeni s jednotlivými návrhy, vypsány v bodech výše. Tyto návrhy jim byly podrobně vysvětleny tak, aby byli opravdu schopni je ohodnotit a označit tak řešení, které eliminuje zjištěné nedostatky. Pracovníci dostali bodový fond 10.

Tabulka 4 Bodové hodnocení jednotlivých návrhů zaměstnanci

(zdroj: vlastní)

Návrh	Pracovník 1	Pracovník 2	Pracovník 3	Pracovník 4	Celkem
1.	9	6	10	7	32
2.	7	9	5	8	29
3.	5	7	6	5	23
4.	6	7	4	6	23
5.	6	8	5	7	26
6.	4	5	6	6	21
7.	6	6	8	5	25
8.	5	4	5	6	20

Z tabulky 2 je zaměstnanci jasně zvolen návrh jedna – automatizace procesu s celkovými 32 body ze 40 bodů a nejhůř dopadl návrh na pravidelnou revizi, údržbu a kontrolu zařízení, která je dle zaměstnanců k současnému stavu technologie a procesu prováděna adekvátně a nevedla by dle jejich názoru ke vhodnému řešení. Získal pouze 20 bodů z možných 40.

10 NÁVRH AUTOMATICKÉ VÝSYPOVÉ STANICE A JEHO ZHODNOCENÍ

Z výše uvedených řešení bylo pro tuto práci zvolen návrh automatické výsypové stanice, která zajistí optimalizaci tohoto procesu. Toto řešení je pro společnost nejen dostupné finančně a technologicky, společnost je schopna si toto zařízení sama nainstalovat, a snížit tak celkové náklady na toto řešení. Nejen, že dojde ke snížení potřeby zaměstnanců ze dvou na jednoho, ale též toto řešení eliminuje nesčetné neshodné váhy vysypaného materiálu. V této kapitole bude popsána úspora, kterou tato stanice pro společnost znamená, a to pomocí procesní analýzy procesu výsypu při implementaci této automatické stanice a také pomocí výpočtu úspory mzdových nákladů a návratnosti investice do automatizace procesu. V následující tabulce je zobrazeno bodové hodnocení, kde čísla představují jednotlivé návrhy zlepšení 1–8 (viz. kapitola 9) a body hodnocení zaměstnanců, přidělené těmto postupům.

Tabulka 5 Procesní analýza automatického výsypu

(zdroj: vlastní)

PROCESNÍ ANALÝZA

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Doba trvání (hod)	Den zahájení	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1.	Uložení palety pod výsypku	○	⇒	□	▽	●		1				
2.	Přichystání obalu	○	⇒	□	▽	●		2				
3.	Zavěšení obalu na výsypku	○	⇒	□	▽	●		0,5				
4.	Vynulování váhy	○	⇒	□	▽	●		0,5				
5.	Čekání	○	⇒	□	▽	●		0,5				
6.	Spuštění výsypu	○	⇒	□	▽	●		0				
7.	Čekání	○	⇒	□	▽	●		2,5				
8.	Odháknutí obalu	○	⇒	□	▽	●		0,5				
9.	Přesun výrobku pro skladování	○	⇒	□	▽	●	20	3				
Celkem:	Četnost										0	
	Součet času (min), (hod), (den)							10,5	0,00			
	Vzdálenost (m)						20					

Tabulka 2 zobrazuje aktualizovaná data o procesu výsypu za využití navrhované automatické výsypky. Jednoznačná úspora je viditelná v čase, kde se tato hodnota snížila ze 17 minut na 10,5 minut, což činí celkovou úsporu 6,5 minuty na jeden výsyp. Vzdálenost

nutných přesunů se snížila o 6 metrů z původních 26 v současném stavu a potřeba personálního snížení se ustálila na jednom zaměstnanci.

- Před navrhovanými úpravami:

Čas procesu výsypu: 17 minut

Vzdálenost nutných přesunů: 26 metrů

Počet potřebného personálu: nebylo zmíněno

- Po navrhovaných úpravách:

Čas procesu výsypu: 10,5 minut

Došlo k výraznému zkrácení času procesu výsypu z původních 17 minut na 10,5 minut. Tato úspora činí celkových 6,5 minut na jeden výsyp.

Vzdálenost nutných přesunů: 20 metrů

Implementace automatické výsypky znamená snížení vzdálenosti, kterou jsou zaměstnanci nuceni překonat o 6 metrů z původních 26 metrů na současných 20 metrů. Díky této úspoře je pohyb materiálu při tomto procesu efektivnější.

Počet potřebného personálu: 1 zaměstnanec

Kalkulační vzorec na 1 manipulanta:

Tabulka 6 Náklady vlastní výroby při návrhu automatické stanice

(zdroj: vlastní)

Přímý materiál	14,25 Kč
Přímé mzdy	0,38 Kč
Ostatní přímé náklady	0,73 Kč
Výrobní režie	0,99 Kč
Náklady vlastní výroby	16,35 Kč

Dle výpočtu z typového kalkulačního vzorce je celková úspora rovná 0,20 Kč/Kg hotového výrobku. Ročně tato částka činí 600 000 Kč při naplněném maximálním výkonu.

Významným přínosem navrhovaného systému automatické výsypky je také snížení potřeby personálu. Proces výsypu nyní vyžaduje pouze jednoho zaměstnance k jeho řízení, což přináší úspory nákladů na pracovní sílu a snižuje riziko lidských chyb.

Tato aktualizovaná data potvrzují pozitivní dopady navrhovaných úprav na proces výsypu, včetně zkrácení doby trvání procesu, snížení vzdálenosti nutných přesunů a optimalizace potřeby personálu. Tyto úpravy přispívají k celkovému zlepšení efektivity a produktivity v procesu výsypu regranulátu plastu ze sila.

Pokud se zaměříme na náklady, jež připadají chybovosti výsypu, bylo po konzultaci s výrobním oddělením stanoveno, že průměrná odchylka v hmotnosti vysypaného výrobku tvoří 6 kg. Každé kilo navíc či méně tvoří pro společnost náklad. Při množství 7923 kusů vyrobených bagů výrobku v roce 2024, které byly vysypány z tohoto sila je možné usoudit, že tento nadbytečný náklad tvoří 47 583 kg hotového výrobku. Průměrný náklad je zde vyčíslen pouze skrze hodnotu vloženého materiálu, jelikož nebylo možno získat konkrétní data k rozložení ostatních nákladů. Tento náklad tvoří průměrně 13,62 Kč/kg, a tak lze vyčíslit úspora z eliminace chybovosti váhy na 648 080,46 Kč ročně. Dohromady tedy úspora na nákladech tvoří 1 248 080 Kč ročně.

Doba návratnosti této investice je vypočtena pomocí podílu úspory a ceny vybrané investice. z výpočtu bylo zjištěno, že doba, kdy se nám tato investice vrátí zpět je 172 dní, tedy zhruba šest měsíců.

Vzorec:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{\text{Náklady investice}}{\text{Úspora}}$$

Výpočet:

Cena stanice = 529 603,73 Kč

Roční úspora v Kč = 1 126 816,46 Kč

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{529\,603,73}{1\,126\,816,46}$$

$$\text{Doba návratnosti investice} = 0,47 \text{ let}$$

V přepočtu na dny to je 153,3 dní, zaokrouhleně 154 dní. Tato doba je pro společnost akceptovatelná, protože se automatická stanice zaplatí do poloviny prvního roku užívání z celkové životnosti stanovené na 7 let.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo analyzovat výrobní proces výsypu hotového výrobku regranulátu ve vybrané společnosti. Data pro tuto analýzu byla sbírána ve společnosti za plnohodnotného provozu výroby a po jejich zpracování byly zjištěny určité nedostatky, díky kterým se stávající proces dá nazvat nedokonalým. Pro zpracování samotné analýzy jsem využila některých ze základních metod průmyslového inženýrství, které mi napomohly přijít na konkrétní návrhy pro optimalizaci daného výsypu a také mi pomohly najít hlavní oblasti, kde se tak dají redukovat náklady společnosti.

Jako podporu analytické části jsem v teoretické pasáži rozpracovala nejprve otázku nákladů a jejich rozdělení. Věnovala jsem se hlavním druhům tohoto členění a také způsobům pohledu na volbu kalkulace. Zvolené metody průmyslového inženýrství byly taktéž nejprve zpracovány pomocí literární rešerše v teoretické části této práce jako základní vodítko pro jejich vypracování v praxi v části praktické. Nejprve jsem uvedla problematiku štihlé společnosti a plýtvání, načež jsem navázala již konkrétními metodami jako analýza SWOT, layout, procesní analýza, špagetový diagram a diagram příčin a následků. V závěru teoretické části jsem zpracovala krátké uvedení do tématu průmysl 4.0, které přímo souvisí s navrhovaným řešením tohoto procesu.

V úvodu kapitoly praktické pojednávám o společnosti jako takové. Je zde uveden její stručný popis, zahrnující veškerá důležitá data i graf, který podporuje vizualizaci postavení společnosti jak ze strany tržeb, tak objemu výroby v časovém měřítku asi deseti let. Dále byla popsána historie společnosti a její základní prvky pomocí organizační struktury. V následující pasáži jsou již vypracovány konkrétní metody průmyslového inženýrství, použité pro analýzu výsypu a je zde poskytnut jejich komentář. Pomocí těchto analýz byly zjištěny dva zásadní problémy, a to čekání a přesuny, na které se byla v pokračování práce provedena podrobnější analýza pomocí diagramu příčin a následků. Pro podpoření závěrů těchto analýz byl přiložen layout pracoviště a také zpracována procesní analýza.

Závěr této práce je soustředěn na popis návrhů opatření, která by byla možná realizovat v rámci optimalizace a zlepšení tohoto procesu, nicméně v návaznosti na zjištěná data aplikovaných analýz jsem zvolila jedno konkrétní řešení, a to návrh zavedení automatické výsypové stanice, jenž jednak umožní obsluhu pouze jedním zaměstnancem a také zamezí neshodnosti ve váze vysypaného materiálu. Tento návrh byl zhodnocen jak finančně, tak z praktické stránky a jeví se jako optimální řešení. Návratnost projektu byla vypočtena na

necelých šest měsíců při zvážení nákladů mzdových a materiálových, dle kterých společnost eviduje hodnotu vysypaného výrobku. Tato doba je pro společnost velmi pozitivním výsledkem a náklady, které toto řešení ušetří jsou sice jen dílem celku, ale jistě tvoří jeho podstatnou součást.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMAN, Harry. *Lean: Lean Six Sigma, lean startup, lean enterprise, lean analytics, agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 9788081540585.

DLABAČ, Jaroslav, 2014. *Štíhlý materiálový a hodnotový tok*. Online. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok>. [cit. 2024-04-25].

DEVEZAS, Tessaleno C.; LEITÃO, João a SARYGULOV, Askar. *Industry 4.0: entrepreneurship and structural change in the new digital landscape. Studies on entrepreneurship, structural change and industrial dynamics*. Cham, Switzerland: Springer, 2017. Dostupné z: <https://doi.org/9783319496047>.

EMILIANI, Bob. *Waste is a Feature, Not a Bug*. Online. In: Dostupné z: <https://bobemiliani.com/waste-is-a-feature-not-a-bug/>. [cit. 2024-04-25].

GREENE, Jack. *Industrial engineering: theory, practice & application: business and production management, productivity and capacity*. North Charleston: CreateSpace, 2013. ISBN 9781482301793.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.

Interní dokumentace společnosti, 2024. Interní dokumentace společnosti. Otrokovice.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788024757179.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 9788026500599.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a DRDLA, Miloš. *Strategické řízení firemních informací: teorie pro praxi*. C.H. Beck pro praxi. V Praze: C.H. Beck, 2003. ISBN 80-7179-730-8.

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-807261-173-7.

LILIANA, Luca. *A new model of Ishikawa diagram for quality assessment*. Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016-11-01, roč. 161. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>. [cit. 2024-05-01].

MAŘÍK, Vladimír a KEIL, Robert. *Průmysl 4.0: základ ekonomické transformace ČR*. V Praze: Management Press, 2024. ISBN 978-80-7261-604-6.

NOVÁK, Petr. *Chování nákladů ve výrobních firmách z pohledu jejich variability*. Pořadí vydání: první. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2018. ISBN 9788074547737.

NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

PATERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení: je čas změnit vaši dílnu: začneme teď!* Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9.

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

Dostupné z: <https://www.bookport.cz/AccountSaml/SignIn/?idp=https://shibboleth.utb.cz/idp/shibboleth&returnUrl=/kniha/zlepsovani-podnikovych-procesu-2040/>

URBAN, Jan. *Od SWOT analýzy k tvorbě firemní strategie*. Ústav práva, 2019. Online. Dostupné z: <https://www.ustavprava.cz/blog/2019/10/od-swot-analyzy-k-tvorbe-firemni-strategie/>. [cit. 2024-04-25].

WILSON, Mike. *Implementation of robot systems: an introduction to robotics, automation, and successful systems integration in manufacturing*. Amsterdam: Elsevier, BH, 2015. Dostupné z: <https://doi.org/9780124047495>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Typový kalkulační vzorec	23
Obrázek 2 Vzorová stavba Ishikawa diagramu	27
Obrázek 3 Vývoj produkce a prodeje v letech 2013 až 2024	34
Obrázek 4 Vzorek regranulátu PE	38
Obrázek 5 Vzorek regranulátu PP	39
Obrázek 6 Výsyp ze sila	41
Obrázek 7 Layout výrobních hal a souvisejících skladovacích ploch	43
Obrázek 8 Špagetový diagram	49
Obrázek 9 Příklad výrobního listu 2	50
Obrázek 10 Příklad výrobního listu 1	51
Obrázek 11 Ishikawa diagram pro čekání	53
Obrázek 12 Ishikawa diagram pro přesuny	54

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 SWOT analýza	44
Tabulka 2 Procesní analýza současného stavu výsypu	48
Tabulka 3 Náklady současného stavu výsypu.....	52
Tabulka 4 Bodové hodnocení jednotlivých návrhů zaměstnanci.....	58
Tabulka 5 Procesní analýza automatického výsypu	60
Tabulka 6 Náklady vlastní výroby při návrhu automatické stanice.....	61

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AI	Artificial intelligence (umělá inteligence)
HDPE	High Density Polyethylene
LDPE	Low Density Polyethylene
PPC	Polypropylen Compound
PPH	Polypropylen Homopolymer
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
VZV	Vysokozdvížený vozík

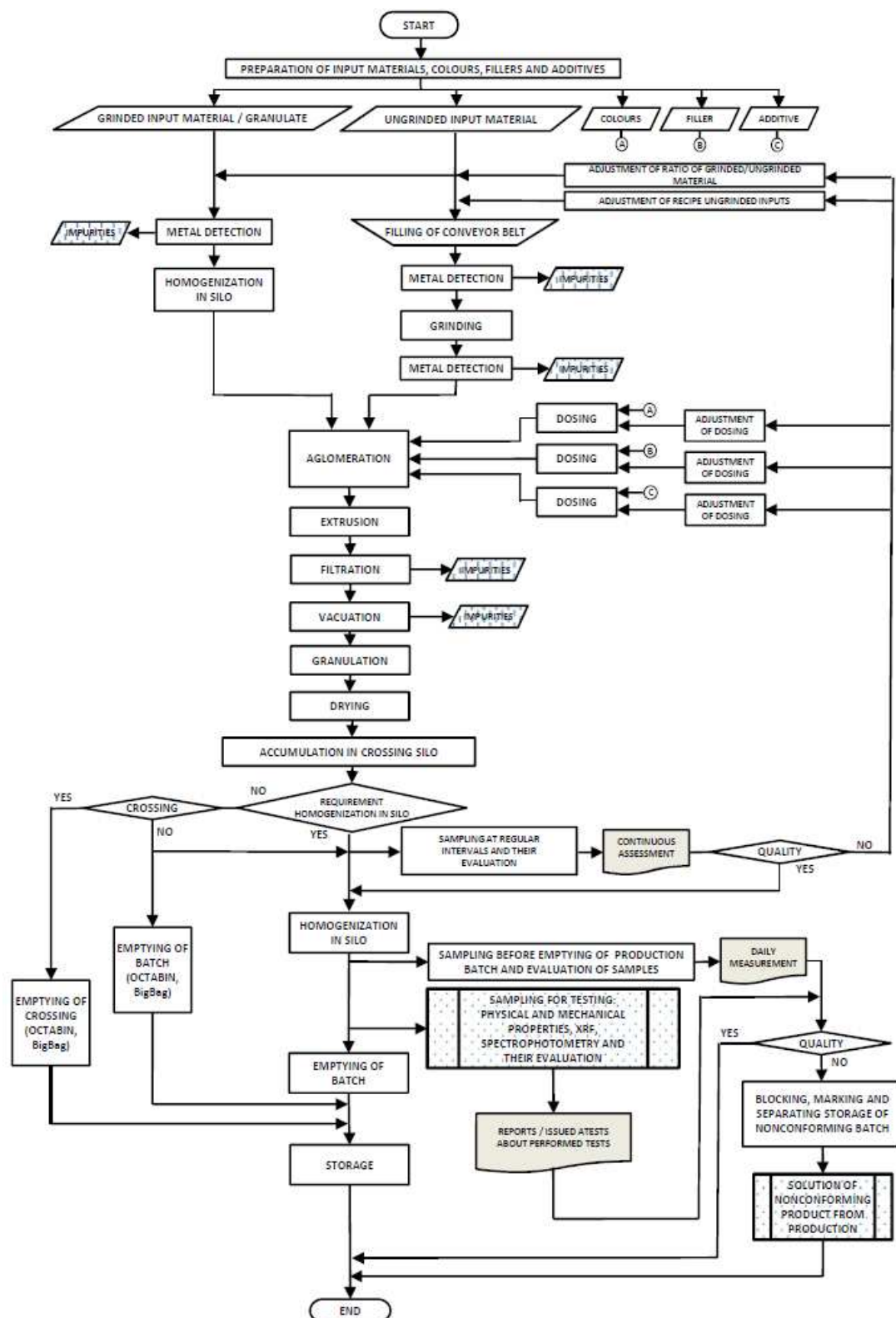
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vývojový diagram výrobního procesu

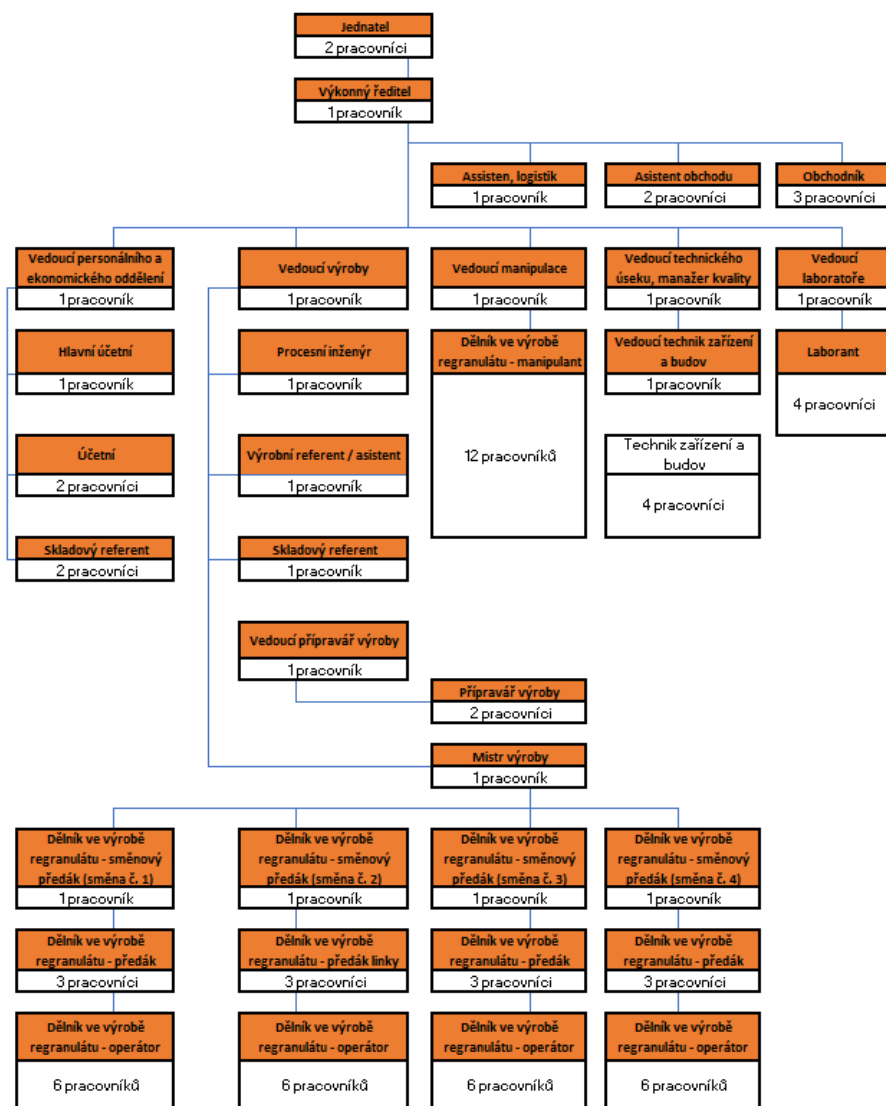
Příloha P II: Organizační struktura společnosti

Příloha P III: Vývojový diagram nákupu materiálu

PŘÍLOHA P I: VÝVOJOVÝ DIAGRAM VÝROBNÍHO PROCESU



PŘÍLOHA P II: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI



PŘÍLOHA P III: VÝVOJOVÝ DIAGRAM NÁKUPU MATERIÁLU

